

건축 프로젝트의 경영성과지표 선정 연구

Key Performance Indicators of Building Project

최재휘¹

손호원²

김선국^{2*}

Choi, Jae-Hwi¹ Sohn, Hyo-Won² Kim, Sun-Kuk^{2*}

Master's Course, Graduate School, Kyung Hee University, Yongin, 446-701, Korea ¹

Professor, Department of Architectural Engineering, Kyung Hee University, Yongin, 446-701, Korea ²

Abstract

Management performance of a construction company can be the sum of management performance of each different project. Therefore, the measurement of management performance following construction projects is essential for securing the competitiveness of a company. However, most research has been related to the performance measurement of the construction industry and companies and little has been conducted on individual project's performance. In particular, building projects have various characteristics depending on construction orderer, type and commissioning entity but no performance indicators have been selected based on this classification. This study aims to select performance indicators for subdivided areas based on project characteristics as well as those which can be commonly used to measure management performance at construction and trial run stages of building projects. In the future, those indicators proposed in this study can be used for developing methodology to evaluate them and later applied to actual building projects to generate quantitative data. In addition, they are expected to be used as reference for selecting indicators to measure management performance of plant and civil engineering projects.

Keywords : Key Performance Indicators, Management Performance, Building Project

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 산업은 다수의 프로젝트가 현장에서 진행되며, 대부분 개별 수주를 통한 생산이기 때문에 생산량에 대한 예측이 어렵다. 그리고 시행하는 프로젝트의 규모, 생산기간, 생산방법이 다르기 때문에 경영성과 분석 시 각각의 특성과 상황을 고려해야 하는 어려움이 있다. 아울러 전문 기술 인력에 대한 의존도가 높고, 정부의 건설정책으로 인한 영향이 큰 편이다[1]. Neely[2]는 급변하는 건설 환경에 따른 경영성과 측정의 필요성을 업무 특성의 변화, 경쟁의 증가, 차후 경영계획에 개선안 반영, 국내외적으로 우수한

품질 요구, 조직 역할의 변화, 외부 요구의 변화, 정보 및 기술력 관점에서 언급하고 있다.

건설기업의 경영성과는 제각기 다른 프로젝트들의 경영성과의 합과 같으므로 효율적인 건설 프로젝트 수행을 위한 성과 측정은 기업 경쟁력 확보를 위해 필수적이다. 그러나 건설 산업 및 기업의 성과를 측정하기 위한 연구는 여러 차례 시도된 바 있는 반면, 개별 프로젝트 성과에 대한 측정 및 분석에 대한 연구는 여전히 미비한 실정이다[3].

본 연구는 건설 산업의 건축 프로젝트를 대상으로 하며, 이에 대한 실정과 특성을 반영하여 경영성과를 균형적으로 평가할 수 있는 지표를 구축하는 것을 목적으로 한다. 향후 본 연구에서 제시하는 지표들을 평가할 수 있는 방법을 개발하여 실제 건축 프로젝트에 적용한다면, 정량화된 점수로 산출이 가능할 것이다. 또한 토목, 플랜트 프로젝트의 경영성과를 측정할 수 있는 지표 선정의 사전 자료로 사용될 것으로 사료된다.

Received : January 18, 2011

Revision received : February 8, 2011

Accepted : February 14, 2011

* Corresponding author: Kim, Sun-Kuk

[Tel: 82-31-201-3366, E-mail: kimsuk@khu.ac.kr]

©2011 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 건설기업의 프로젝트를 건축, 토목, 플랜트로 분류하였을 때, 건축 프로젝트로 범위를 한정한다. 또한 건축 프로젝트는 발주자에 따라 민간/공공 공사, 형태에 따라 주거/비주거(일반) 건축, 사업 주체에 따라 수주/자체사업개발로 구분할 수 있다. 따라서 이러한 6가지를 경우를 대상으로 연구를 진행한다. Figure 1은 건설기업 프로젝트 부문에 따른 연구 대상의 범위를 나타낸 것이다.

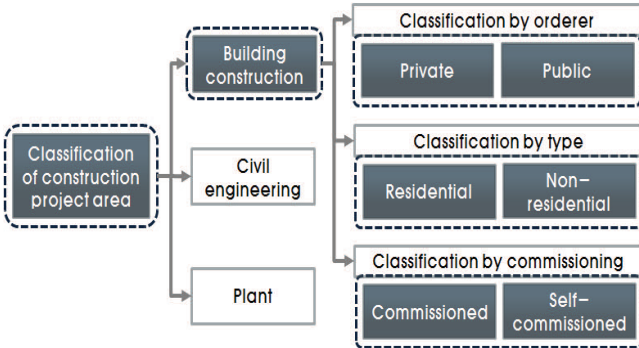


Figure 1. Scope of research in construction project area

프로젝트의 생애는 Figure 2와 같이 사업 발굴, 사업 기획, 타당성검토, 설계, 조달, 시공, 시운전, 운영/보수, 해체 순으로 진행된다. 본 연구는 시간적 흐름을 고려했을 때 시공 및 시운전 단계에 한정하여 진행한다.

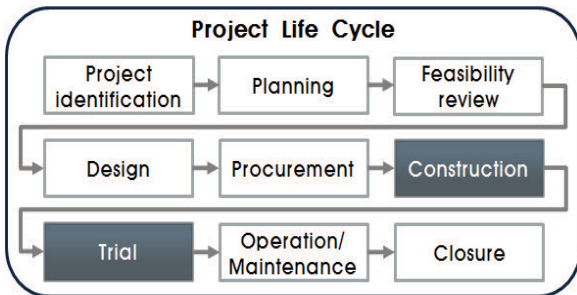


Figure 2. Scope of research on project life-cycle

본 연구는 효과적인 결론 도출을 위하여 먼저 문헌을 통해 건축 프로젝트와 관련된 경영성과 지표(Key Performance Indicators, 이하 KPI)에 관한 사례를 조사한다. 이를 정리하여 후보 KPI가 도출된다. 후보 KPI는 1차 전문가 설문을 통해 유효 KPI로 수렴된다. 이는 조사된 문헌과의 비교·분석 과정과 2차 전문가 설문을 거쳐 검증한 후, 최종적인 KPI를 결정하게 된다. 이러한 KPI 선정을 위한 흐름도는 다음 Figure 3과 같다.

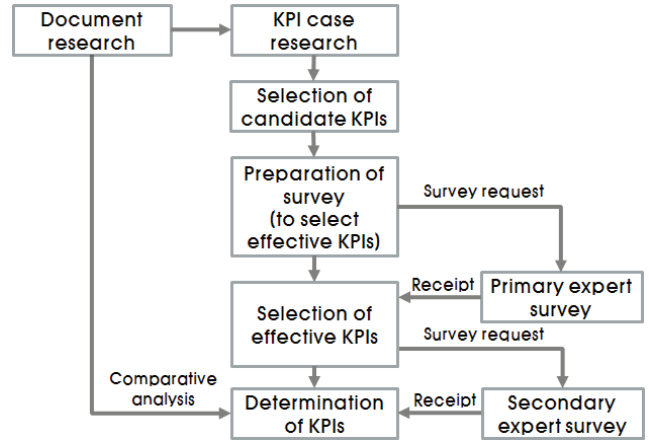


Figure 3. KPI selection work flow

2. 이론 및 기존연구 고찰

2.1 경영성과 측정 모델

Cha and Kim[3]은 국내의 문헌조사를 통해 건설 프로젝트 성과 측정을 위한 후보지표를 수집하고, 전문가 면담에 의해 예비 성과지표 항목을 검토 및 재구성하였다. 이들 항목에 대한 정량화 산출식을 개발한 후, 성과대표성·측정가능성의 2가지 측면을 만족하는 지표를 도출하였다. 지표들의 개별성과점수를 합산하고, 프로젝트에 따른 리스크 가중치를 적용하여 최종적으로 개별 프로젝트의 성과를 하나의 종합된 점수로 나타낼 수 있는 체계를 구축하였다.

각각의 건설 프로젝트를 대상으로 성과정보를 수집하고, 이를 표준화하여 벤치마킹이 가능하도록 시스템을 구축한다면 프로젝트의 효율적인 성과관리가 가능하다. Shin and Kim[4]은 향후 프로젝트의 성과를 예측하고 관리할 수 있는 시스템을 제안하였다. 개별 프로젝트의 성과정보는 성과관리를 위한 시스템에 입력되고, 입력된 각각의 성과정보는 성과영역별로 분류된 후, 성과 데이터베이스에 축적된다. 이러한 정보를 토대로 해당 프로젝트의 성과를 비교 및 분석한다.

Yu et al.[5]은 이미 개발된 업무처리시스템에서 발생하는 정보를 추출, 정제, 변환하여 데이터 웨어하우스에 저장하고, 설정된 지표와 차원에 의해 건설 프로젝트의 성과를 분석하는 시스템을 제안하였다.

Alarcon and Ashley[6]은 프로젝트 성과를 측정하기 위한 모델을 제시하였다. 먼저 프로젝트 실행과 관련된 여러 옵션(인센티브, 팀 빌딩, 조직구조, 기타 옵션 등)들이 서로 다른 조합을 구성하게 되고 이 중 하나가 선택된다. 선택된 조합이 비용·일정·가치·효과성에 미치는 영향을 Cross-impact analysis 기법을 사용하여 정량적으로 예측하고자 하였다.

2.2 기존연구 고찰

해외에서는 이미 많은 연구자들이 프로젝트의 경영성과를 측정하고자 해당되는 항목을 선정하고 지표를 도출한 바 있다. Ellis[7]는 성과 척도를 안전, 품질, 스케줄, 기능공의 통제, 환경 인지 등으로 구분하고 각 항목 내에서 적정한 평가지표를 추출하였다. Shenhar et al.[8]은 시간의 흐름에 따른 건설 프로젝트의 성과측정을 요구한다. 이는 4가지 항목(효율성, 소비자 반응, 사업 성공, 미래에 대한 준비)을 기준으로 프로젝트를 평가한다. Atkinson[9]은 인도와 인도 후 단계에 따라 프로세스 및 시스템, 수익성을 평가하였다. Lim and Mohamed[10]는 프로젝트의 성과 측정항목을 거시적인 관점(공기, 만족도, 유틸리티, 운영)과 미시적인 관점(공기, 비용, 품질, 성과, 안전)으로 구분하여 설명한 것이 특징적이다. KPI Working Group[11]은 건설사업의 KPI를 공기, 비용, 품질, 고객만족도, 사업수행, 보건 및 안전으로 그룹을 나누어 선정하였다. Construction Products Association(CPA)[12]은 고객 만족도, 사람, 환경에 따라 건설 상품을 평가하였다. Association Consulting Engineerings(ACE)[13]는 건설 건설 터트 KPI를 고객 만족도, 훈련, 생산성, 이윤 관점에서 파악하였다. Abdullah et al.[14]은 비용, 공기, 리스크, 품질, 인력 자원, 통합의 측면에서 성과지표를 선정하였다. 영국의 Construction Excellence(CE)[15]는 공기, 비용, 품질, 고객만족, 변경지시, 사업성과, 안전보건의 7가지 그룹으로 분류한 후, 각 그룹 내의 세부 지표를 설정하였다. 미국의 Construction Industry Institute(CII)[16]는 비용, 공기, 안전, 설계변경, 재작업, 생산성을 핵심성공요인으로 정하고 각 항목에 대한 세분화된 성과 척도를 정의하였다.

많은 연구자들이 국내 건설기업의 경영성과를 분석하였다 [17,18,19,20,21,22,23]. 이들은 Kaplan and Norton[24]이 제안한 균형성과지표(재무, 고객, 내부프로세스, 학습과 성장)를 기준으로 연구를 진행하였다. 그러나 건설기업 차원에서 경영성과를 측정하기 위해 선정한 지표들로 세부적인 프로젝트들의 성과를 평가하기에는 무리가 있다. Lee[25]는 플랜트 프로젝트의 성과를 구성하는 실적, 사업관리, 생산성, 이들을 조합한 고도의 평가 측면 등의 다양한 요소들을 파악하고 지표로 도출하였으나, 플랜트 이외 다른 프로젝트들의 성과를 평가하는데 한계가 있다. 또한 Lee et al.[26]은 중소기업 건설 프로젝트의 사례조사를 한 후, 디자인 빌드 방식의 성공요인 및 중요도를 분석하여 중점 관리요인을 제시하였으나, 디자인 빌드 방식의 중소기업 건설 프로젝트에 한정된 것이다. Cha and Kim[3]은 건설 프로젝트의 효율적 성과관리를 위한 핵심 지표 체계를 구축하였으나, 건설 프로젝트의 총체적인 성과 측정을 위한 지표들을 선정하였기 때문에 건설 프로젝트의 세분화된 분류인 건축, 토목, 플랜트 각각의 성과를 평가할 때 오차가 생길 것으로 판단된다. Jung et al.[27]은 건설 프로젝트 라이프 사이클에 대한 성과평가기준을 정립하

고 이를 평가하는 방법론을 제시하였다. 이 연구는 타 분야에서 성과지표의 기준으로 공통적으로 사용되고 있는 효율성을 건설 프로젝트의 성과를 측정하기 위한 통합된 지표로 활용한 점이 특징적이다. 그러나 효율성을 측정하기 위한 하위 구성요소를 파악하는 세분화된 절차에 대한 언급이 없으며, 방법론만을 제시하였다. Yu et al.[5]은 건설 프로젝트의 성과분석을 위한 시스템을 개발하였다. 이는 기존의 데이터베이스를 데이터 웨어하우스 개념으로 발전시켜 다른 연구와 차별화하였다. 그러나 기업경영의 성과 측정에 주로 사용되는 균형성과표(BSC: Balanced Scorecard)를 건설 프로젝트에 적용한 것은 문제가 있다. 개별 프로젝트의 성과측정 지표들 중 일부는 균형성과표의 재무, 고객, 내부프로세스, 학습 및 성장 관점으로 설명되지 않는다.

3. 경영성과 지표 분석

3.1 경영성과 평가지표 조사

건축 프로젝트의 경영성과지표를 도출하기 위하여 가장 효과적인 방법은 기업에서 프로젝트를 수행할 때 사용하는 경영성과 측정 방식과 기존 연구에서 산정한 바 있는 프로젝트 성과측정을 위한 지표들을 조사하여 활용하는 것이다.

기업마다 프로젝트별로 경영성과를 측정하고자 하는 방식이나 지표들 간에는 차이가 존재하지만, 최종적으로 경영성과를 평가하고자 하는 목표는 유사하다. 이는 건설기업의 업의 경쟁력 향상, 전략 및 경영계획 수립을 위해 필요한 것이다.

따라서 오랜 시간 시행착오를 거치며 경영성과를 평가하기 위해 건설회사에서 산정한 지표들과 많은 연구들에서 검토하고 제시한 바 있는 KPI를 본 연구에서 건축 프로젝트의 경영성과를 측정할 수 있는 지표 도출을 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

다음 Table 1은 국내의 여러 문헌 및 국내 건설기업인 D사, H사에서 제시하는 성과영역 및 KPI를 바탕으로 건축 프로젝트에서 경영성과 측정을 위해 활용할 수 있는 영역과 이에 따른 KPI를 정리한 것이다[3,5,6,8,9,10,11,12,13,14].

3.2 경영성과 평가항목의 구성

현재 기업의 경영성과는 대부분 영역간의 균형을 고려한 Kaplan and Norton[24]의 균형성과표(BSC)에 의한 분류 기준을 가장 많이 활용하고 있다. 즉, 재무, 고객, 내부 프로세스, 학습 및 성장의 4가지 관점에 의해 성과영역 및

지표를 구분한 것이다. 그러나 이는 기업 차원의 거시적인 관점에서 경영성과를 평가하기 위해서는 적절하지만, 프로젝트 차원의 세부적인 특성을 충분히 반영하지 못하는 한계를 가지고 있다. 따라서 건축 프로젝트의 경영성과를 효과적으로 측정할 수 있는 지표들 간의 체계가 필요하다.

Table 1. KPIs selected through documentary and case research

Performance area	KPI (Key Performance Indicators)
Cost	Completion rate, Target cost management (target: completion), Number of suggestions for cost rate improvement, Financial cost rate, Profitability, Collection target achievement rate, Sale target achievement rate, Construction cost, Construction cost forecast, Rate of planning, Performance and achievement of completed or ordered work, Rate of planning and performance of construction cost or construction site cost, Selling and administrative expenses and financial expenses as cost of other goods sold, Fixed completed and unfixed completed work as collection status, Cumulative collection amount and this month's collection amount, Remaining completed work, Rate of planning, Performance and achievement of budgeted cost work performed, Planning and performance of completion cost rate, Productivity per head in terms of completion, Forecast of budgeted cost work performed and completion cost rate, Financial support, Collection plan for fixed receivables, Cost index, Budget saving rate
Quality	Reconstruction rate, Scores of frame quality inspection, Scores of finish work quality inspection, Defect curing cost, Frequency of defect occurrence, Re-work rate, Rate of re-work order issuance
Project time	Construction process fulfillment rate, Ahead of schedule rate, Fulfillment rate of major milestones, Construction schedule forecast, Rate of schedule progress and percent completed, Reasons for behind schedule, Zero-accident goal period and achievement, Capability process index, Rate of night work
Safety	Accident rate, Accident handling cost, Safety-related accident rate, Result of safety inspection evaluation, Status of safety management, Rate of safety management cost, Frequency of safety education
Environment	Cost of complaint handling, Usage of re-cycled materials, Rate of waste recycling, Score of environment impact evaluation, Usage rate of environment-impacting materials, Amount of construction waste
Risk management	Standardization of risk management plans, Usage rate of reserve fund, Additional costs due to design change
Efficiency	Fulfillment rate of comprehensive construction plan process, Rate of standard construction method compliance, Rate of work guideline compliance, Sales per person, Usage rate of EMDS (Electronic Management Document System), Speed of EVMS (Earned Value Management System) process, Efficient allocation of work, Absence rate due to sickness, Cumulative total of laborers, Labor productivity
IT system	Fulfillment rate of SLA (Service Level Agreement) by major supplier, Operation rate of PMIS (Project Management Information System), Operation rate of budgeted completion cost management system, Operation rate of process management system, Fulfillment rate of RMS (Risk Management System) establishment, Index of knowledge management system usage
Knowledge management	Knowledge level of knowledge sharing, Application of new technology and method
Organization Capability	Number of completion self-tasks per person
Learning	Learning level of employee skill improvement, Level of improvement following training
External customer satisfaction	Order's satisfaction, residents' satisfaction, Speed of response to customer requests, Number of good business partners, Return on investment, Extent of service establishment and operation, Responsibility of goods delivery, Goods sale and information consultation service, Satisfaction on goods
Internal customer satisfaction	Employee satisfaction
Security	Burglary damage amount (materials, equipment, etc.), Burglary frequency (materials, equipment, etc)

본 연구에서 제시하는 건축 프로젝트 경영성과의 평가를 위한 항목들 간의 체계는 Table 2와 같이 크게 성과유형, 성과영역, KPI로 구성된다. 성과영역의 상위 개념으로 성과유형을 설정한 것은 성과를 측정하고자 하는 영역이 많을 경우 경영성과를 평가할 때 항목 간의 가중치가 제대로 반영되지 못하여 최종적인 경영 성과 점수 산출 시 부정확의 오류를 범할 수 있기 때문이다. '프로젝트 관리' 유형은 원가, 품질, 공기 등의 프로젝트 성공을 위해 기본적으로 관리해야할 주요 요인들로 구성된다. '프로젝트

효율'은 프로젝트가 수행되는 과정에서 시스템 및 지식을 활용하여 유기적인 연계를 증대시키고, 생산적인 결과를 도출하기 위한 영역들을 포함한다. '미래에 대한 준비'는 Shenhar et al.[8]이 프로젝트 성공을 위한 평가요소로 언급한 바 있으며, 장기적인 관점에서 조직의 발전에 영향을 미칠 수 있는 조직역량, 학습, 고객만족 등의 영역들을 평가할 수 있는 분야이다.

Table 2. Composition of management performance evaluation

Performance type	Performance area
Project management	Cost
	Quality
	Project time
	Safety
	Environment
Project efficiency	Risk
	Efficiency
	IT system
	Knowledge management
Preparation for future	Security
	Organization Capability
	Learning
	External customer satisfaction
	Internal customer satisfaction

3.3 후보 KPI

문헌 및 사례조사에 의해 추출된 KPI는 성과유형 및 성과영역으로 구분되어 계층화된 항목별로 배정된다. 이 때 여러 문헌에서 제시하는 KPI들은 발췌된 후 기준이 없이 나열되어 있기 때문에, 유사성이 강한 항목들은 대표적인 하나의 항목으로 통일하였고, 중복되는 항목들은 삭제하였다. 이에 따라 Table 3과 같이 모든 건축 프로젝트에서 공통으로 적용하여 평가할 수 있는 후보 KPI를 도출하였다.

건축 프로젝트는 발주자에 따라 민간/공공, 형태에 따라 주거/비주거, 사업주체에 따라 수주/자체사업으로 구분할 수 있다. 즉, 건축 프로젝트는 (민간-주거-수주), (민간-주거-자체사업), (민

간-비주거-수주), (민간-비주거-자체사업), (공공-주거-수주), (공공-주거-자체사업), (공공-비주거-수주), (공공-비주거-자체사업)의 8가지 조합이 가능하다. 그러나 공공의 경우 수주사업 위주이므로 (공공-주거-자체사업), (공공-비주거-자체사업)을 제외한 나머지 6가지 경우로 한정하여 Table 4와 같이 건축 프로젝트의 특성에 따라 추가되는 KPI를 선정하고자 한다.

‘분양목표 달성률’은 민간의 자체사업을 평가하는데 적절하게 활용될 수 있다. 민간과 공공의 수주사업에서 ‘분양목표 달성률’은 발주자의 역량과 관계된 문제이므로, 건설회사의 입장에서 고려하지 않아도 될 지표이다.

건축 프로젝트의 경영성과 측정을 위해 사용될 최종의 KPI는 전문가 설문지를 통해 선정된다. 이 때 후보 KPI는 전문가들의 의견을 수집 및 반영하기 위해 참고하는 자료로 사용된다.

Table 4. KPI candidates added depending on project characteristics

Classification	KPI candidates depending on project characteristics
Private - Residential - Commissioned	-
Private - Residential - Self-commissioned	Sale target achievement rate
Private - Non-residential - Commissioned	-
Private - Non-residential - Self-commissioned	Sale target achievement rate
Public - Residential - Commissioned	-
Public - Non-residential - Commissioned	-

Table 3. Common project KPI candidates

Performance type	Performance area	Common project KPI candidates	Performance type	Performance area	Common project KPI candidates
Project management	Cost	Completion rate, Target cost management (target: completion), Financial cost rate, Profitability, Collection target achievement rate	Project efficiency	Efficiency (Standardization)	Fulfillment rate of comprehensive construction plan process, Rate of work guideline compliance, Sales per person
	Quality	Reconstruction rate, Defect curing cost, Frequency of defect occurrence		IT system	Fulfillment rate of SLA (Service Level Agreement) by major supplier, Operation rate of PMIS (Project Management Information System)
	Project time	Construction process fulfillment rate (Ahead of schedule rate), Fulfillment rate of major milestones		Knowledge management	Knowledge level of knowledge sharing, Application of new technology and method
	Safety	Accident rate, Accident handling cost		Security	Burglary damage amount (materials, equipment, etc.)
	Environment	Cost of complaint handling, Usage of re-cycled materials, Rate of waste recycling		Learning	Learning level of employee skill improvement
Preparation for future	Risk	Standardization of risk management plans	External customer satisfaction	Order's satisfaction, Residents' satisfaction	
			Internal customer satisfaction	Employee satisfaction	

4. 경영성과 평가지표 선정

4.1 1차 설문조사

건축 프로젝트의 경영성과를 측정할 수 있는 최종 KPI 선정하기 위한 사전단계로 유효한 KPI를 도출하고자 3.3절에서 제시한 후보 KPI를 대상으로 2010년 9월에 설문조사를 실시하였다. 이는 현재 대기업인 H사에서 15년 이상의 경력을 가진 건축 프로젝트 경영 및 기획관련 임직원 10인에게 의뢰하였다. Table 5와 같이 Smullen[28]이 언급한 KPI 도출을 위한 5가지 핵심요소 및 속성을 참고하도록 하였으며, 문헌 및 사례조사에 의해 추출된 후 연구자에 의해 검토된 후보 KPI를 대상으로 채택 여부를 파악하고 근거를 제시하도록 하였다.

Table 5. Key elements and attributes for KPI selection (Smullen, 1997)

Key elements	Acceptable	KPI should be understandable and acceptable.
	Suitable	KPI should consist of key components of performance measurements.
	Feasible	Data should be easily collected and measured.
	Effective	It needs to determine measuring elements effective for project management.
	Aligned	Every KPI should ultimately be related to profit.
Attribute	Learning and growth areas should be included.	
	Balanced management performance measurement should be made considering weighting.	
	KPI scores should be prioritized.	
	KPI should be structured and systematic so that it can be realized.	
	KPI measurements should reinforce project management capability.	
Not many costs (efforts) should be spent.		

KPI는 용인성, 적합성, 측정가능성, 유효성, 연관성의 핵심요소들을 고려하여 도출해야 한다. 또한 학습 및 성장의 관점을 포함하여 평가할 수 있도록 하며, 가중치를 고려하여 균형 잡힌 경영성과 측정이 이루어질 수 있도록 한다. 이 때 가중치는 KPI 점수의 위계가 있도록 설정한다. 따라서 KPI의 산정 시 가중치에 의한 점수화가 가능하도록 사전에 지표간의 체계화, 구조화 작업이 필요하다. KPI 측정은 결국 프로젝트 관리능력을 강화할 수 있도록 하며, 비용(노력)이 많이 소요되지 않도록 한다.

전문가 설문에 의해 Table 6, Table 7과 같이 건축 프로젝트 성과 측정을 위한 공통 및 프로젝트 특성에 따른 추가 유효 KPI

를 선정하였다. 건축 프로젝트의 공통의 유효 KPI는 후보 KPI를 참고로 하여 설문에 응한 실무 전문가 10인 중 과반수가 선택하여 신뢰성을 얻은 KPI이다. 또한 추가하도록 제안되었지만, 중복되고 타당성이 떨어지고 연구의 범위를 벗어난 항목은 유효 KPI에 포함시키지 않았다.

건축 프로젝트에 적용되는 공통의 유효 KPI를 선정함에 있어서, ‘계약분쟁에 따른 법률비용’은 계약사회로의 이전이 가속화되면서 주요한 관리요소로 부각되고 있으나, 발생빈도가 낮고 정상적인 계약을 한 건축 프로젝트를 대상으로 경영성과를 평가하고자하는 본 연구의 의도와 맞지 않는다. 무엇보다 계약단계는 본 연구에서 범위로 한정된 시공 및 시운전 단계를 벗어난다. ‘VE 이행 실적’은 원가절감 및 설계·시공의 최적화를 유도할 수 있으나, 원가와 품질 영역의 다른 지표 조합으로 설명이 가능하다. ‘하자발생 영역의 검토’는 하자보수 비용 항목에 포함될 수 있는 내용이다. 환경에 대한 관심이 높아지면서 ‘친환경 인증’에 대한 수요가 급속하게 증가하고 있으나, 사업자·발주자 관점에서 이루어지기 때문에 도급의 경우에는 중요하지 않다. 또한 자체사업의 경우에는 마케팅 때문에 실시하지만 중요도가 떨어진다. ‘프로젝트별 인원 투입률’은 ‘1인당 매출액’을 산정하기 위해 사전에 조사 및 검토되어야 할 항목이다. ‘종합 시공계획 수립 준수도’, ‘공종별 절차도·지침서 활용률’은 건설공정을 이행함으로써 공기를 단축하기 위해 측정이 필요한 것이기 때문에 ‘건설공정 이행률(공기 단축율)’ 항목과 중복되는 내용이다. ‘사내 교육 달성률’은 기업차원에서 관리해야 할 KPI로 판단되며, ‘보안장비 설치수준(CCTV 등)’은 프로젝트 성과에 큰 영향을 미칠만한 가치를 가지고 있지 않다.

프로젝트 특성에 따른 유효 KPI는 후보 KPI와 비교하였을 때, (민간-주거-자체사업) 부문에서 ‘불확실성(동절기나 하절기 장마철, 설계변경, 인허가 등)에 따른 지연기간’ 항목이 추가되었다. 이는 민간의 주거공사에서 자체사업을 시행할 때 프로젝트 성과를 가능하는 주된 요인으로 작용하기 때문이다.

(민간-주거-수주) 부문에서 전문가들이 기입한 KPI를 확인한 결과, ‘초기(영업비용) 투입률’, ‘지역별 분양률’, ‘지역별 수익률’은 프로젝트 시공단계 이전의 성과를 측정하기 위해 필요한 항목이다. 지나치게 긴 영업기간은 업무의 효율을 악화시킨다. 이를 평가하기 위한 ‘영업기간 대비율’은 공통 KPI에 포함되어 있는 ‘건설공정 이행률’과 중복되는 내용이다. ‘하자발생 후 처리속도’는 공통 KPI의 ‘하자보수 비용’ 및 ‘입주자·발주자 만족도’로 설명이 가능하다. ‘발주자·입주자 만족도’는 이미 공통 KPI에서 선정된 항목이다.

(민간-주거-자체사업) 부문의 ‘인허가 소요기간 비율’은 ‘불확실성에 따른 지연기간’, ‘조합 만족도’는 ‘발주자·입주자 만족도’에 포함된다. ‘A/S비용’은 ‘하자 보수비용’과 같은 의미로 본다.

(민간-비주거-수주) 부문에서 ‘혁신 디자인 여부’는 시공 및

Table 6. Effective KPIs common for projects

Performance type	Performance area	Effective KPIs common for projects	Removal from KPI candidates	KPIs proposed to be added
Project management	Cost	Completion rate, Target cost management (target: completion), Profitability, Collection target achievement rate	Financial cost rate	Legal costs due to contract conflicts, performance of VE (Value Engineering)
	Quality	Reconstruction rate, Defect curing cost	Frequency of defect occurrence	Review of defect areas, performance of VE (Value Engineering)
	Project time	Construction process fulfillment rate (Ahead of schedule rate)	Fulfillment rate of major milestones	-
	Safety	Accident rate, Accident handling cost	-	-
	Environment	Cost of complaint handling	Usage of re-cycled materials, Rate of waste recycling	Environment-friendly certificate
	Risk	Standardization of risk management plans	-	-
Project efficiency	Efficiency (Standardization)	Sales per person	Fulfillment rate of comprehensive construction plan process, Rate of work guideline compliance	Human resource input rate by project, usage of procedure guideline by work section
	IT system	Operation rate of PMIS (Project Management Information System)	Fulfillment rate of SLA (Service Level Agreement) by major supplier	-
	Knowledge management	-	Knowledge level of knowledge sharing, Application of new technology and method	In-house training achievement rate
	Security	-	Burglary damage amount (materials, equipment, etc.)	Security equipment installment (CCTV, etc.)
	Learning & Growth	Learning level of employee skill improvement	-	-
Preparation for future	external customer satisfaction	Order's & Residents' satisfaction	-	-
	internal customer satisfaction	Employee satisfaction	-	-

시운전 시의 고려사항이라기 보다 설계단계에서 측정해야할 성과 지표이다. ‘발주처 성능 만족도’는 ‘발주자 만족도’와 일맥상통한다.

(공공-주거-수주) 부문에서 ‘입주자 만족도’, ‘발주처별 원가율’, ‘발주처별 수익률’, ‘지역별 분양률’은 이미 전술한 바와 같이 중복되는 지표이다. ‘마감자제 조기 선정 달성여부’, ‘준공(공사종료) 후 사용승인 필증 교부기간 측정’은 너무나 세부적인 항목이기 때문에 큰 범위의 프로젝트 성과 측정을 위한 척도로서 부적합하다.

(공공-비주거-수주) 부문에서 ‘혁신 디자인 여부’, ‘프로젝트별 설계변경 반영률’, ‘사업별 원가절감율’ 또한 중복되는 내용이다.

4.2 기존 문헌과의 비교 분석 및 2차 설문조사

전문가 및 자체적인 검토 과정을 통해 선정된 유효 KPI의 구성 및 체계가 기존 연구에서 제시하는 성과 측정지표와 어떠한 차이

가 있는지 파악하기 위해 문헌조사를 실시한 후, 성과 측정지표들을 비교 및 분석하였다. 다음 Table8은 다른 연구자들에 의해 제시된 건설 프로젝트의 성과 측정을 위한 지표이다.

대부분의 연구에서 ‘시간’, ‘비용’, ‘품질’, ‘안전’, ‘생산성’을 공통적인 성과지표로 언급하고 있다. 영국 CE[25]는 ‘고객만족’, 미국 CII[26]는 ‘설계변경’, Cha and Kim[13]은 ‘리스크’, ‘보안’을 성과 측정을 위한 지표로 제시한 것이 특징적이다.

본 연구의 유효 KPI는 Cha and Kim[3]이 제시하였지만, 프로젝트 성과측정 시 비중이 작은 지표라고 판단한 ‘보안’ 항목을 제외하였다. 본 연구에서 제시하는 차별화된 성과영역은 ‘IT 시스템’, ‘학습 및 성장’이다. 이는 프로젝트의 효율을 측정하고, 미래에 대한 준비를 위한 것이다. ‘IT 시스템’은 건설 환경의 급격한 변화에 대처하고 프로젝트를 성공으로 이끌기 위해 부각되고 있는 평가지표이다. 또한 ‘학습 및 성장’은 Kaplan and Norton[24]이 기업의 성과를 파악하기 위해 제시한 균형성과표

Table 7. Effective KPIs added depending on project characteristics

Classification	Effective KPIs depending on project characteristics	Effective KPIs proposed to be added
Private - Residential - Commissioned	-	Initial input (operating costs) rate, Rate of operation period preparation, Speed of defect handling, Sale rate by region, Profit rate by region, Orderer's & resident's satisfaction
Private - Residential - Self-commissioned	Sale target achievement rate Period of delay due to uncertainties (winter, summer, rainy season, design change, licence, etc.)	Rate of time needed for licence, Reconstruction association's satisfaction, Maintenance costs
Private - Non-residential - Commissioned	-	Innovative design, Orderer's satisfaction on functions
Private - Non-residential - Self-commissioned	Sale target achievement rate	-
Public - Residential - Commissioned	-	Resident's satisfaction, Cost rate by orderer, Profit rate by orderer, Sale rate by region, Early selection of finishing materials, Measurement of time needed for receiving a permission to use after construction completion
Public - Non-residential - Commissioned	-	Innovative design, Rate of design change application by project, Cost saving rate by project

의 한 영역으로 선정된 바 있으며, Smullen[28]은 KPI를 도출하기 위해서 고려해야할 영역으로 손꼽은 바 있다.

Table 8. Construction project performance measurement indicators by other researchers

Researcher	Performance indicators
Ward et al.[29] Belassi and Tukel[30] Hatash and Skitmore[31] Walker[32], [33] Kagioglou et al.[34] Wuellner[35]	Time, Cost, Quality Time, Cost, Quality, Safety
Alarcon and Ashley[36]	Cost, Construction period, Value, Effectiveness
CE(Construction Excellence)[25]	Construction cost, Construction period, Expected cost, Expected construction period, Defect, Customer satisfaction on goods, Customer satisfaction on service, Safety, Profit and productivity
CII(Construction Industry Institute)[26]	Cost, Construction period, Safety, Design change, Re-work, productivity
Cha and Kim[13]	Cost, Construction period, Quality, Safety, Environment, Productivity, Risk, Security

본 연구의 유효 KPI는 모든 건축 프로젝트를 공통적으로 평가할 수 있는 공통 KPI와 프로젝트 특성에 따라 성과를 측정할 수 있는 추가 KPI로 구성된다.

공통 유효 KPI는 ‘프로젝트 관리’, ‘프로젝트 효율’, ‘미래에 대한 준비’로 구분된 3개의 성과유형과 ‘원가’, ‘품질’, ‘공기’, ‘안전’, ‘환경’, ‘리스크’, ‘업무 효율성(표준화)’, ‘IT 시스템’, ‘학습 및 성장’, ‘내부고객 만족’, ‘외부고객 만족’의 11개의 성과영역, 그리고 16개의 KPI로 이루어져 있다. 프로젝트 특성에 따른 추가 KPI는 (민간-주거-자체사업)과 (민간-비주거-자체사업)의 3가지 KPI 항목으로 구성된다.

본 연구에서는 최종적으로 건축 프로젝트 성과를 측정할 수 있는 지표를 선정하기 위해 잠정적으로 결정된 유효 KPI를 검증하고, 수정하거나 추가해야 할 내용이 있는지 파악하고자 1차 설문을 의뢰했던 자가 아닌 동일한 기업 소속의 같은 분야에서 15년 이상의 경력을 가진 다른 임직원 10인에게 2010년 10월에 2차 설문을 의뢰하였다.

설문 결과, ‘프로젝트 관리’ 유형에서 상대적으로 중요도가 낮은 ‘환경’, ‘리스크’ 영역을 하나로 통합하여 ‘환경 및 리스크’라 하고, 유사성이 큰 지표인 ‘외부고객 만족’과 ‘내부고객 만족’ 영역을 하나로 통합하여 ‘고객만족’이라 해도 무방하다는 의견이 있었고, 이를 반영하였다.

유효 KPI 선정 시 과반수의 선택을 받지 못하여 제거된 항목인 ‘신기술, 신공법 적용’ 항목을 다시 추가하여야 한다는 의견이 있었고, 이를 반영하여 ‘IT 시스템 및 기술’이라 명명한 영역의 KPI로 선정하였다. 최근 국내 건설경기 침체의 여파로 국내 아파트 미분양 사태가 사회적인 문제로 대두되었고, 이를 극복하기 위한 방안으로 ‘신기술, 신공법의 적용’ 사례가 늘고 있다. ‘신기술,

신공법의 적용'으로 사업의 성과가 결정되는 경우가 있기 때문에 이를 성과 측정을 위한 항목으로 채택한 것이다.

'공기' 영역의 '건설공정 이행률'은 결국 공기 단축의 목적을 달성하기 위해 실행하는 것이므로 큰 범위의 '공기 단축율'로 통합하라는 의견이 있었고, 이를 반영하였다.

'업무 효율성(표준화)' 영역의 KPI가 '1인당 매출액'으로 선정되어 있다. 그러나 '1인당 매출액'을 설명하기 위해서는 '생산'이 '업무 효율성(표준화)'보다 직접적인 연관성이 크며, 적합한 항목이라고 판단된다. 또한 대부분의 연구에서 '생산성'을 공통적인 성과지표로 주로 사용하고 있는 점을 감안하여 '업무 효율성(표준화)'을 '생산성'으로 대체하였다.

4.3 최종 경영성과 지표

건축 프로젝트의 경영성과를 측정하기 위한 지표들과 이에 대한 체계는 기존 연구의 사례조사, 2번에 걸친 전문가 설문 과정을 통해 최종적으로 결정되었다. 이는 모든 건축 프로젝트의 경영성과를 공통적으로 측정할 수 있는 지표 체계와 프로젝트 특성에 따라 추가적으로 평가해야할 지표체계로 이루어져 있다. 그리고 지표들 간에는 상하위의 상관관계가 있는 계층화된 구조를 가진다.

Table 9와 같이 건축 프로젝트의 공통 KPI는 3가지 성과유형, 9가지 성과영역, 17가지 KPI로 구성된다. 프로젝트 관리 유형은 '원가', '품질', '공기', '안전', '환경' 및 '리스크'의 5가지 성과영역으로 구성된다.

'원가' 영역은 '실행률', '목표원가관리(목표:실행)', '수익성', '수금목표 달성률'의 4가지 KPI를 가진다. '실행률'은 계약금액 대비 실행금액을 평가하기 위한 것이며, '목표원가관리'는 공사 착수 전에 목표로 한 실행금액 대비 실투입금액으로 측정가능하다. '수익성'은 매출액 대비 매출총이익이다. '수금목표 달성률'은 준

공시점에서 목표로 한 수금액 대비 실제 수금액을 말한다. '품질' 영역의 KPI는 '재시공 비율'과 '하자보수 비용' 이 있다. '재시공 비율' 은 목표 재시공 건수 대비 실제 재시공 건수이며, '하자보수 비용'은 매출액 대비 하자보수 관련 비용을 말한다. '공기' 영역의 KPI는 공기 단축율이다. 이는 예정공기 대비 단축된 공기이다. '안전' 영역의 KPI는 '재해율'과 '재해처리 비용'이 있다. '재해율'은 평균출력인수 대비 사망자수, 부상자수의 합계로 측정가능하며, '재해처리 비용'은 매출액 대비 재해처리 관련 비용으로 평가한다. '환경 및 리스크' 영역의 KPI는 '민원처리 비용'과 '리스크 관리계획 표준화'로 구성된다. '민원처리 비용'은 매출액 대비 민원처리 비용이며, '리스크 관리계획 표준화'는 자체적인 점수 척도의 설문조사를 활용하여 측정할 수 있다.

'프로젝트 효율' 유형은 '생산성'과 'IT 시스템 및 기술' 영역으로 구성된다. '생산성' 영역의 KPI는 '1인당 매출액'이며 이는 현장의 정규직 인원을 대상으로 한다. 'IT 시스템 및 기술' 영역의 KPI는 'PMIS 구축 운영률'과 '신공법, 신기술 적용'이 있다. 여기서 신공법, 신기술이라 함은 국토해양부 또는 관련 기관의 인증을 받은 기술을 일컫는다.

'미래에 대한 준비' 유형은 '학습 및 성장'과 '고객만족' 영역으로 구성된다. '학습 및 성장' 영역의 KPI는 '직원 기술향상 수준'이다. 이는 정규직 직원을 대상으로 프로젝트 진행 후 학습의 성과를 설문조사로 평가할 수 있다. '고객만족' 영역의 KPI는 '발주자·입주자 만족도'와 '내부고객 만족도'이다.

건축 프로젝트 특성에 따른 KPI는 Table 10과 같이 (민간-주거-자체사업)과 (민간-비주거-자체사업)의 2가지로 구분된 프로젝트에 추가되었다. (민간-주거-자체사업)에서 측정 가능한 지표는 '분양목표 달성률'과 '불확실성에 따른 지연기간'이다. '분양목표 달성률'은 '원가' 영역의 KPI이며, 준공시점의 목표 대비 분양률을 의미한다. '불확실성에 따른 지연기간'은 '공기' 영역의 KPI

Table 9. Selected common KPIS for building projects

Performance type	Performance area	Common KPIS for projects	Performance type	Performance area	Common KPIS for projects	
Project management	Cost	Completion rate	Project efficiency	Productivity	Sales per person	
		Target cost management (Target: Completion)		IT system & Technology	Operation rate of PMIS	
		Profitability			Application of new technology and method	
		Collection target achievement rate			Learning level of employee skill improvement	
		Reconstruction rate			Order's & Residents' satisfaction	
	Quality	Defect curing cost	Preparation for future	Learning & Growth	Employee satisfaction	
	Project time	Ahead of schedule rate		Customer satisfaction	Employee satisfaction	
	Safety	Accident rate				
		Accident handling cost				
	Environment & Risk	Cost of complaint handling				
Standardization of risk management plans						

이며, 여기서 불확실성이라 함은 동절기나 하절기 장마철, 설계변경, 인허가 등을 말한다. (민간-비주거-자체사업)의 KPI는 '분양목표 달성률' 이다.

Table 10. Final KPIs added depending on construction project characteristics

Classification	KPIs added depending on project characteristics
Private	Sale target achievement rate (Cost)
- Residential	Period of delay due to uncertainties (Project time)
- Self-commissioned	
Private	Sale target achievement rate (Cost)
- Non-residential	
- Self-commissioned	

5. 결 론

본 연구는 기존 연구에서 제시하는 성과지표를 기초로 하여 건설 기업 경영자와 실무 전문가의 반복적인 설문, 문헌과의 재비교 및 분석을 통해 수정과 보완작업을 거쳐 건축 프로젝트의 경영성과 측정을 위한 지표를 도출하였다.

건축 프로젝트의 특성에 따라 경영성과 측정을 위한 지표 체계가 달라질 수 있기 때문에 모든 건축 프로젝트에서 공통으로 적용할 수 있는 KPI와 프로젝트 특성에 따라 경영성과를 측정할 수 있는 추가적인 KPI를 분리하여 선정하였다.

모든 프로젝트에 공통으로 적용할 수 있는 경영성과 측정을 위한 상위 성과유형은 '프로젝트 관리', '프로젝트 효율', '미래에 대한 준비'이다. 하위의 성과영역 및 KPI를 선정하기 위해 기존 연구를 바탕으로 중복되는 항목을 제거 또는 통합하였으며, 2회에 걸친 설문조사를 통해 실무 전문가들의 의견을 반영하였다. 성과영역은 프로젝트 관리 유형에 원가, 품질, 공기, 안전, 환경 및 리스크, 프로젝트 효율 유형에 생산성, IT 시스템 및 기술, 미래에 대한 준비 유형에 학습 및 성장, 고객만족의 항목들로 구성된다. KPI는 원가영역에 실행률, 목표원가관리, 수익성, 수금목표 달성률, 품질영역에 재시공 비율, 하사보수 비용, 공기영역에 공기단축율, 안전영역에 재해율, 재해처리 비용, 환경 및 리스크 영역에 리스크 관리계획 표준화, 생산성영역에 1인당 매출액, IT 시스템 및 기술영역에 PMIS 구축 운영률, 신공법·신기술 적용, 학습 및 성장영역에 직원 기술향상 수준, 고객만족영역에 발주자·입주자 만족도, 내부고객 만족도의 KPI로 구성된다.

또한 프로젝트 특성에 따라 (민간-주거-자체사업)에 분양목표 달성률, 불확실성에 따른 지연기간, (민간-비주거-자체사업)에 분양목표 달성률을 추가된 KPI로 도출하였다.

본 연구에서 제시하는 성과지표는 건축 프로젝트의 경영성과를

측정하고 평가하기 위한 기준이 될 수 있다. 향후 연구과제로 본 연구에서 도출된 성과지표에 건축 프로젝트의 실적데이터를 적용하여 정량화된 점수로 환산한 후 경영성과를 측정 및 분석하는 연구가 필요하다.

요 약

건설기업의 경영성과는 제각기 다른 프로젝트들의 경영성과 합과 같으므로, 건설 프로젝트 수행에 따른 경영성과 측정은 기업 경쟁력 확보를 위해 필수적이다. 그러나 현재까지 대부분의 연구는 건설 산업 및 기업의 성과 측정과 관련되어 있으며, 개별 프로젝트의 성과 측정을 위한 연구는 여전히 미비한 실정이다. 특히 건축 프로젝트는 발주자, 형태, 사업주체에 따라 다양한 특성을 가지고 있지만, 이러한 구분에 따른 성과지표 선정은 이루어진 바 없다. 따라서 본 연구는 건축 프로젝트의 시공 및 시운전 단계에서 공통적으로 경영성과를 측정할 수 있는 지표뿐만 아니라, 프로젝트 특성에 따라 세분화된 분야의 지표를 선정하는 것을 목적으로 한다. 향후 본 연구에서 제시한 지표들은 이를 평가할 수 있는 방법을 개발하고, 실제 건축 프로젝트에 적용하여 정량화된 점수로 산출이 가능할 것이다. 또한 플랜트 및 토목 프로젝트의 경영성과를 측정할 수 있는 지표 선정을 위한 참고자료로 사용될 것으로 사료된다.

키워드 : 주요 성과지표, 경영성과, 건축 프로젝트

Acknowledgement

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (NO.R11-2010-0001860)

References

1. Lee DH, An Evaluation Technique of Corporate Management Performance Using Project Information [MD dissertation], Yongin: Kyung Hee University; 2010.
2. Neely A, The performance measurement revolution: Why now and what next?, International Journal of Operations & Production Management 1999;19(2):205-28.
3. Cha HS, Kim TK, Developing Measurement System for Key Performance Indicators on building Construction Projects, Korean Journal of Construction Engineering and Management

-
- 2008;9(4):120–30.
4. Shin YI, Kim HS. A Study of the Application for performance measurement on Domestic Construction Industry. Proceedings of the 2th Symposium on Korean Journal of Construction Engineering and Management 2001;20(3):285–90.
 5. Yu JH, Song SH, You WH, Lee HS. Development of Performance Analysis System for Construction Projects Using Data Warehousing Technology. Korean Journal of Construction Engineering and Management 2005;6(1):89–98.
 6. Alarcon LF, Ashley DB. Project management decision making using cross-impact analysis. International Journal of Project Management 1998;16(3):145–52.
 7. Ellis Jr, R. Identifying and Monitoring Key Indicators of Project. In: Alarcon L, editor. Lean Construction. Rotterdam: A. A. Balkema; 1997. p.43–9.
 8. Shenhar AJ, Levy O, Dvir D. Mapping the dimensions of project success. Project Management Journal 1997;28(2):5–13.
 9. Atkinson R. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. International Journal of Project Management 1999;17(6):337–42.
 10. Lim CS, Mohamed MZ. Criteria of project success: an exploratory re-examination. International Journal of Project Management 1999;17(4):243–8.
 11. The KPI Working Group. Key Performance Indicators for M&E Contractors: handbook and guidance. UK:Department of the Environment, Transportation and the Regions; 2003.
 12. CPA. Construction products Industry Key Performance Indicators. UK:Construction Products Association; 2002.
 13. ACE. Striving for Business Excellence. Association Consulting Engineerings; 2000.
 14. Abdullah BI, Wu J, Da W. Key Performance Indicators Supporting Decision-Making Affecting Malaysian Enterprise' Project Performance in China. American Journal of Applied Sciences 2010;7(2):241–7.
 15. Construction Excellence(CE). Industry Performance Report. London, UK:CE; 2006.
 16. Construction Industry Institute(CII). Benchmarking Data Report. Austin, TX:CII; 2001.
 17. Kim MK. A Study on the Management Performance Evaluation Model of Construction Firms, [PhD dissertation]. Yongin: Kyung Hee University; 2010
 18. Cha WC, Lee JS, Kwon W, Lee JS, Chun JY. Assessment Model of a Construction Company's Management Performance. Journal of the Architectural Institute of Korea 2008;28(1):661–4.
 19. Oh IJ, Lee JH, Lee CC. BSC Perspective of an Exploratory study of Developing CSF/KPI Pool in Korean Construction Industry. Journal of Korea Society of IT Services 2006;5(1):35–46.
 20. Jung WJ, Yu IH, Kim KR, Shin DW. Analysis of the Weights of Performance Measurement Index according to the Size of Construction Companies. Journal of the Architectural Institute of Korea 2005;21(8):121–8.
 21. Yu IH, Kim KR, Jung YS, Chin SY. Key Performance Indicators for Developing Construction Performance Index. Journal of the Architectural Institute of Korea 2005;21(2):139–50.
 22. Yu IH, Kim KR, Jung YS, Chin SY. Analysis of Quantified Characteristics of the Perform: Indicators for Construction Companies. Korean Journal of Construction Engineering and Management 2006;7(4):154–63.
 23. Yu IH, Kim KR, Jung YS, Chin SY, Kim YS. A Framework of the comparable Performance Measurement in the Construction Industry. Korean Journal of Construction Engineering and Management 2004;5(5):172–82.
 24. Kaplan RS, Norton DP. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. USA, Harvard Business Review; 1992:134–47.
 25. Lee JH. Indexing Method for Target Administration and Performance Measuring in Plant Projects [MD dissertation]. Seoul: Han Yang University; 2009.
 26. Lee CJ, Kim SK, Kim JJ. The Deduction of the Success Factor in Construction Projects by Design Build Methods. Korean Journal of Construction Engineering and Management 2007;8(5):182–90.
 27. Jung SO, Kim YS, Chin SY, Yoon SW. A Proposal the Assessment Criteria and Conceptual Methodology of Performance Measurement based on Efficiency through Construction Project Life Cycle. Journal of the Architectural Institute of Korea 2005;21(7):139–48.
 28. Smullen J. Balance Scorecards and Activity Based Management: The Practical Application, UK, London:FT Pitman Publishing; 1997.
 29. Ward SC, Curtis B, Chapman CB. Objectives and performance in construction project. Construction Management and Economics, 1991;(9):343–53.
 30. Belassi W, Tukel OI. A new framework for determining critical success/failure factors in projects. International

- Journal of Project Management 1996;14(3):141–51.
31. Hatush Z, Skimore M. Evaluating contractor prequalification data: selection criteria and project success factors. *Construction Management and Economics* 1997;15(2):129–47.
 32. Walker DHT. An investigation into construction time performance. *Construction Management and Economics* 1995;13(3):263–74.
 33. Walker DHT. The contribution of the construction management team to good construction time performance – an Australian experience. *Journal of Construction Procurement* 1996;2(2):4–18.
 34. Kagioglou M, Cooper R, Aouad G. Performance Measurement in Construction: a conceptual framework. *Construction Management and Economics* 2001;19(1):85–95.
 35. Wuellner WW. Project performance evaluation checklist for consulting engineers. *Journal of Management in Engineering* 1990;6(3):270–281.
 36. Alarcon LF, Ashley DB. Modeling Project Performance for Decision Making. *Journal of Construction Engineering and Management* 1996;122(3):265–273.