Journal of the Korean Society of Civil Engineers
Vol. 33, No. 3: 1165~1171, May 2013
DOI: http://dx.doi.org/10.12652/Ksce.2013.33.3.1165

ISSN 1015-6348 (Print)
ISSN 2287-934X (Online)
www.kscejournal.or.kr

Construction Management **시공관리**

해외플랜트 공사 벤치마킹 프로그램 개발

박희성*
Park, Hee-Sung*

Development of Construction Benchmarking for Oversea Industrial Projects

ABSTRACT

The oversea construction contract amount has sharply increased since 2003. The contractor's capability for EPC and project management is a key factor for a successful industrial construction project. Construction performance measurement and evaluation is needed to improve contractor's project management capability. Therefore, this paper proposes the construction performance benchmarking program for oversea industrial projects. Performance metrics consists of project cost, schedule, quality, and safety. Data from 10 oversea industrial projects were collected and analyzed. Also, this paper describes the process for development of the benchmarking program and lessons learned from industry are summarized. Finally, this paper recommends how sustainable benchmarking program should be established and implemented.

Key words : Industrial Project, Benchmarking, Performance Analysis

초 록

2003년 이후 국내 건설회사의 해외 건설수주액이 급격히 늘어나고 있다. 해외 플랜트 공사는 시공사의 EPC와 사업관리 능력이 성패를 좌우한다. 시공사의 사업관리 능력 제고하기 위해서는 건설성과를 측정하고 평가하는 과정이 필요하다. 따라서 본 논문은 해외 플랜트 참여사들의 건설성과 벤치마킹을 위한 프로그램을 개발하였다. 건설 성과지표는 사업비, 공기, 품질, 안전 등으로 구성되어 있다. 그리고 해외에서 수행된 플랜트 공사 10개의 자료를 입수하여 성과를 분석하였다. 해외 플랜트 공사 벤치마킹 프로그램을 개발하는 과정에서 업계의 피드백과 교훈을 제시하였다. 그리고 본 프로그램이 지속적으로 활용되기 위해 고려해야 할 사항을 제안하였다.

검색어 : 플랜트 공사, 벤치마킹, 성과분석

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

2003년 36.7억불 해외건설 수주 이후 수주물량이 급증하고 있으며, 2009년 491억불 수주에 이어 2010년에는 700억불을 넘을 정도로 비약적인 증가세를 보이고 있다. 그리고 총 해외건설 수주금액의 82% 이상이 해외건설 플랜트 수주액으로 플랜트 부분의 비중이 지속적으로 증가하는 추세이다. 이는 국내 건설업체의 EPC(Engineering, Procurement, and Construction) 및 사업관리 수행능력의 향상으로 인한 가격경쟁력과 품질수준 및 탁월한 공기 준수 능력 등이 미국, 유럽, 일본 등 선진국과의 수주경쟁에서 기술력과 가격평가에서 상대적으로 높은 평가를 받고 있는 주된 요인이다.

* 정회원 · 한밭대학교 교수 (**Corresponding Author** · Hanbat National Univ. · jackdaniel@hanbat.ac.kr)

Received July 17 2012, **Revised** December 22 2012, **Accepted** February 27 2013

Copyright ⓒ 2013 by the Korean Society of Civil Engineers
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

그러나 향후 해외건설 시장은 미국, 프랑스, 일본 등 선진국의 견제와 중국, 인도, 터키 등의 저가 입찰로 인해 더욱 치열한 경쟁이 예상된다. 현재의 우리 해외건설 수주 추세를 지속적으로 유지하고 발전시키기 위해서는 해외 지역별·국가별·공종별 수주 대책과 전략으로 가격경쟁력 제고와 국산화율 향상을 포함한 해외건설 수주 실행에 이윤극대화를 위한 노력이 절실히 요구된다. 즉, 수주증대를 통한 양적성장과 더불어 경쟁력 확보를 위해서는 효과적인 사업관리능력이 필요한 시점이다. 이를 위해서는 건설과정의 성과를 분석함으로써 공사과정의 문제점을 파악하고 추후 유사 공사 계획 및 수행 시 피드백 제공하는 과정이 필요하다. 특히 플랜트공사의 경우는 공사의 대형화·복잡화에 따라 사업관리 능력이 중요한 기술능력으로 고려되고 있다.

또한 건설 산업이 전체 국가 경제에 미치는 영향은 지대하다. 그러나 건설 산업의 성과나 생산성 측정과 관련된 연구나 노력은 미흡한 실정이다. 그리고 건설 산업의 성과에 대한 명확한 정의도 없다. 일반적으로 성과를 개선하기 위해서는 성과를 측정해야 한다. 따라서 제조업을 중심으로 성과중심의 벤치마킹 연구가 진행되었으며 건설 산업에는 1990년대 중반에 도입되었다(Fischer 등 1995). 그 이후 미국, 영국 등을 중심으로 건설 산업의 성과 및 베스트 프랙티스를 측정하고 성과 개선을 위한 벤치마킹 연구와 사례를 발표하고 있다(Meade 등 2006, Costa 등 2006). 이에 국내에서는 500억 원 이상의 공공건설사업을 대상으로 예비타당성 조사와 비교 평가를 위한 '사후평가' 제도를 건설기술관리법에 명시하고 있다. 그러나 발주자의 무관심, 자료 망실, 예산 부족 등의 문제로 활성화되지 못하고 있다.

이에 해외 플랜트사업에 참여하는 국내 시공사를 중심으로 해외 플랜트 사업을 대상으로 건설성과 측정 및 분석을 통해 성과 제고를 위한 벤치마킹 프로그램을 개발하기 위해 본 연구를 수행하였다. 벤치마킹을 통해 국내 건설사간 그리고 해외 경쟁 건설사와 국내 건설사간의 건설성과를 비교 평가하여 장단점을 파악하고 이를 통해 해외 플랜트 분야의 국제 경쟁력 확보를 그 목표로 한다. 본 벤치마킹 프로그램은 건설성과를 측정하기 위한 성과 분야와 지표를 개발하고 관련 데이터를 수집하여 산업계와 학계에서 활용하여 건설 산업의 지속적인 경쟁력 확보를 위해 활용할 수 있도록 데이터를 제공할 예정이다. 본 연구는 전술한 바와 같이 플랜트 공사를 대상으로 시작하였으며, 추후 토목 및 건축공사를 대상으로 확대할 수 있을 것이다.

본 논문은 건설성과 벤치마킹을 구성하는 건설성과 분야와 지표의 결정과정 등 벤치마킹 프로그램 개발 과정을 설명하였다. 그리고 파일럿 데이터 수집 과정과 수집된 데이터의 통계 분석 결과를 제시하였다. 또한 이 과정에서 제시된 의견과 교훈을 제시하여 성공적인 건설성과 벤치마킹을 도모하였으며 마지막으로 결론과 추후 연구방향을 언급하였다.

2. 건설 성과분석 문헌 고찰

선진국을 중심으로 성과중심의 사업관리체계에 대한기본 전략이 수립되었다(이계식, 문형표 1995). 그러나 건설산업의 경우 많은 예산이 투입되지만, 산출물과 최종 영향을 평가하기 어려운 실정으로 최종 성과보다는 투입물을 중심으로 성과 관리를 수행하고 있다.

Costa(2006) 등에 의하면 사업 수행 성과분야를 설정하고, 성과평가 과정과 체계를 구성한 후 최종적으로 성과 지표를 선정하는 과정을 통해 성과평가 프레임워크를 수립하는 것으로 제안하였다.

그리고 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development, 1999)에 따르면 사업평가는 '특정사업의 중요한 제반 측면과 그 가치를 체계적이고 분석적으로 평가하고 평가결과의 신뢰성과 유용성을 추구하는 일'이라고 정의하였다.

또한 성과지표는 사업이 목적하는 최종 성과의 목적에 부합하게 설정하는 것이 필요하다. 그리고 성과분야 설정을 위해서는 Focus Group 면담, 외부 전문가 의견 청취, 사업담당자 역할모사, 논리모형 등의 방법론을 활용한다. 건설공사의 중요한 성과분야는 공기, 사업비, 품질로 요약할 수 있다 (Brown and Adams 2000). 따라서 이 세 가지 성과분야를 iron triangle (Atkinson 1999) 또는 eternal triangle(Newcombe 2000)으로 명명하였다. 공기, 공사비, 품질을 중심으로 건설 사업의 효율성 제고를 위해 세부 성과지표 개발과 평가방법에 대한 연구가 아래와 같이 수행되고 있다.

Shenhar 등(1997)은 건설공사의 성과분석을 위한 방안으로 프로젝트 효율성, 소비자 영향, 사업 성공, 미래 대비의 4개 분야의 분석방법을 제시하였다. 이는 단위 사업의 성과평가 수준이 아니고 사업성을 검토하는 단계에서 수행되는 성과 분석으로 판단된다. 그리고 Atkinson(1999)는 시공단계의 평가와 더불어 유지관리단계의 평가의 중요성을 주장하였다. 박희성(2007)과 Cox 등(2003)은 현재 건설사업을 대상으로 활용중인 KPI(Key performance indicators)를 정량적 지표와 정성적 지표로 구분하여 전문가의 의견을 바탕으로 지표의 중요도로 산정하였다. Chan 등(2002)은 기존 사례를 분석하여 공기, 사업비, 품질, 안전, 생산성 등 기본적인 성과분야와 수익성, 기술적 성능, 완성도, 기능성, 환경 지속가능성 등 다양한 관점에서 건설 사업의 성과를 평가하기 방안을 제시하였다.

Naoum (1994)은 계획 대비 실제 공사비 증감 비율을 통해 공사비 성과평가를 제시하는 연구를 수행하였고, 단위작업 당 투입된 공사비 분석(Chan, 1996) 및 계획 대비 실제 공사비 예측율에 대한 분석(Songer, 1997)에 관한 연구가 진행되었다. Chan(2000)은 시공단계에 한정된 안전관련 성과를 평가하는 보완할 필요성을 지적하였다. 그리고 Bubshait 등(1994)는 주요한 사고의 발생 유무를 판정하여 보건 및 안전관련 성과를 하도록 제안하였다.

품질부문의 성과는 일반적으로 정성적 또는 주관적인 평가가 이루어질 수 있는 분야이다. 즉, 이용자의 만족도 등은 전형적인 정성적 성과이다. 그러나 시공 품질문제 발생으로 인한 재시공율, 재시공비용 등의 활용을 통해 품질 성과를 정량화하여 활용하고 있다. Hatush(1997)는 품질의 성과 관리를 발주자 중심의 시방서·설계도면에 부합된 시설물 형태나 기능이 만족되는지 여부를 판단하는 방안을 제안하였다.

그러나 해외의 연구사례의 경우 국내 건설회사의 상황이 반영되지 않아서 그대로 사용할 수 없는 실정이다. 그리고 국내에서 제시된 건설성과지표는 국내에서 수행된 토목 및 건축공사를 대상으로 개발되어 국내 건설회사가 수행하는 해외플랜트 사업의 성과분석을 위하여 사용할 수 없는 상황이다.

3. 성과평가 지표 도출 과정

해외플랜트 공사의 성과 벤치마킹을 위한 성과지표 결정은 먼저 건설산업에서 활용되고 있는 관련 지표와 관련된 문헌을 분석하였고, 관련 분야 전문가들과 회의와 설문을 통해 취합된 의견과 본 연구진의 관련 분야 경험을 바탕으로 하였다.

건설성과 벤치마킹의 기본 모델은 Park(2002, 2005)과 박희성(2007)이 제시한 개념모델을 활용하였다. 자재, 인력, 장비 등 유입물이 건설과정을 거쳐 플랜트 시설로 변환되는 과정에서 날씨 등 환경적 요인과 작업의 난이도 등에 영향을 받는 것으로 가정하였다. 일반적으로 건설과정의 성과 비교평가를 위해 벤치마킹을 수행하며 사업비, 공기, 안전, 품질 등이 주요 평가 대상이다. 그리고 건설과정의 효율성의 평가를 위해 베스트 프랙티스를 평가한다. 그러나 본 연구는 성과지표 개발이 목적이고 현재 해외플랜트 사업의 프랙티스가 제시되지 않은 실정이므로 프랙티스 부분의 평가는 포함하지 않았다.

해외플랜트 공사의 성과지표 결정을 위해 영국의 KPI 성과측정지표, 미국 CII(Construction Industry Institute) 벤치마킹 매트릭스, 미국 캘리포니아 교통국 사업성과지표, 국내 사후평가지표 등을 비교 평가하였다. 그 결과 성과평가 프로그램별로 사업비, 공기, 품질 지표의 세부 표현 방식은 상이하지만 기본 개념은 유사한 지표로 구성되어 있다. 그리고 안전, 설계변경, 만족도 등과 같은 항목이 주요 성과평가 분야로 포함하고 있다. 국내 공공공사의 사후평가의 경우는 사업효율, 사업수행성과, 파급효과로 구분하여 사업효율은 예비타당성 조사 시 예측한 수요의 정확성을 평가하고 있다. 그리고 사업수행성과는 사업비, 사업기간, 안전을 평가하고, 파급효과에서는 설계변경, 민원, 하자, 지역경제와 사회에 미치는 영향 등을 평가한다.

각국의 건설사업 평가체계의 비교·분석을 통하여, 현재 국내 평가시스템의 위치를 확인하고, 국외의 선진화된 평가시스템의 도입을 통한 향후 해외 플랜트사업의 건설성과 분석 및 프레임워크 개발에 활용하였다. 영국, 미국, 일본 각국의 평가체계는 평가결과를 추후 유사한 건설공사의 효율적인 수행을 위하여 환류시켜 효율성을 높이고자 하는 공통적인 목적을 가지고 있으며, 세부적인 평가체계에는 다소 차이점이 있다. 공기 및 사업비의 정량적 평가가 가능한 평가항목은 각국마다 동일한 세부적인 평가항목의 체계를 갖추고 있으나, 품질에 관한 평가는 정성적인 성격인 평가 항목이기 때문에 각 기관마다 차이가 있다. 영국의 KPI 및 캘리포니아 교통국의 경우 사용자 만족도에 대한 설문을 통하여 이를 점수로 표시하여 나타내며, 미국 CII의 경우 재시공에 대한 평가를 하고 있다. 일본과 국내의 경우 하자 및 민원 등을 통하여 간접적으로 품질을 평가하고 있는 실정이다.

국내외 사례 분석과 연구진의 브레인스토밍 결과 도출된 성과측정지표(안)를 대분류(사업비, 사업기간, 품질, 안전, 설계변경), 중분류(사업비 증가, 단계별 사업비, 사업기간 증가, 단계별 사업기간, 재시공, 기능성, 안전, 설계변경)과 Table 1에서 Table 6에 제시된 26개 세부성과지표로 구분하여 관련 분야 전문가 회의와 설문조사를 실시하였다. 연구진에 의해 제안된 성과지표의 적정성을 점검하기 위해 산업계 전문가 16명과 건설성과 연구자 3명을 대상으로 성과지표의 관련성, 명확성, 적시성, 비교가능성, 자료획득 가능성에 대해 설문을 실시하였다.

3.1 사업비 지표

사업단계별 사업비 증가율에 대해서 전체 사업 중 상대적으로 비중이 적은 시운전비 증가율과 설계비 증가율이 모든 부분에 걸쳐 다른 자료에 비해 낮은 점수를 받았다. 그러나 전체 사업비 중 구매조달 비용 비율이 큰 플랜트 공사의 특성을 반영하여 구매조달비 증가율에 대한 점수가 높게 나타났다. 전체적으로 5점 척도 점수 중 평균 3.5점 이상을 나타내고 있다. 그러나 '적시성'과 '자료획득성' 점수를 고려할 때 사업 수행 중 또는 사업 완료 후 지표 계산을 위한 적절한 원자료 입수에 대한 고려가 필요하다.

사업단계별 사업비 지수는 전체 사업비 대비 해당 사업 단계의 사업비 비율을 나타낸다. 사업비 증가율과 비슷한 경향을 보이며 전체 사업 중 상대적으로 비중이 적은 시운전비 지수와 설계비 지수가 모든 부분에 걸쳐 다른 지표에 비해 낮은 점수를 받았다. 그러나 플랜트 공사의 특성을 반영하여 구매조달비 지수가 건설단계 비용지수와 비슷한 수준으로 나타났다. 전체적으로 5점 척도 점수 중 평균 3.5점 이상을 나타내고 있다. 그러나 사업비 증가율과 동일하게 '적시성'과 '자료획득성' 점수를 고려할 때 사업 수행 중 또는 사업 완료 후 지표 계산을 위한 적절한 원자료 입수에 대한 고려가 필요하다.

3.2 사업기간 지표

사업단계별 사업기간 증가율의 경우 해당지표가 건설성과와 관련성이 가장 높은 것으로 나타났다. 그러나 시운전기간 증가율은 다른 단계와 비교했을 때 모든 부분에서 낮은 점수를 보이고 있다. 이는 플랜트 공사에서 시운전이 다른 공사에 비해서 중요하지만, 시운전 기간이 확정적으로 결정되어 있어서 다른 사업 단계에 비해서는 비중이 낮은 것으로 판단된다. 사업단계별 사업기간 증가율 지표의 경우 전체적으로 5점 척도 점수 중 평균 3.5점 이상을 나타내고 있다. 그리고 '적시성'의 경우 공사비 보다 높은 점수를 나타냈다. 그러나 '자료획득성'은 전반적으로 낮은 점수를 나타내고 있는데 이는 지표 계산을 위해서 필요한 원자료의 목록을 제시하지 않고 설문을 진행해서 전반적으로 자료획득 가능성이 낮게 나타난 것으로 판단된다.

사업단계별 사업기간 지수의 경우 구매조달기간지수와 건설기간지수가 5개 질문에서 고르게 높은 점수를 받았다. 그러나 시운전기간의 경우 전체 사업기간 중 최종단계 몇 개월에 걸쳐 진행됨으로 시운전기간 지수는 낮은 평가를 받았다. 그러나 단계별 사업기간 지표는 전체적으로 5점 척도 점수 중 평균 3.5점 이상을 나타내고 있다. 건설기간의 경우 5개 질문 모두 높은 점수를 받은 것으로 볼 때 전체 사업기간 중 건설기간이 차지하는 비중이 공기차원의 성과평가 시 중요한 요인으로 판단된다.

3.3 품질 지표

공사의 품질과 관련된 5개의 지표를 제시하고 설문을 수행한 결과 5개 지표 모두 관련성과 명확성은 아주 높은 것으로 나타났다. 비교가능성의 경우 공사별로 발생한 품질의 문제와 그 정도가 상이함으로 이를 비교하는 것이 타당한 지에 대한 의견이 제시되었다. 그러나 본 지표를 활용하면 전체 사업비 대비 각 단계별 재작업으로 인한 사업비 증가 정도와 공기 지연 정도를 파악할 수 있다.

일반적으로 회사에서 재작업으로 인한 비용 증가 자료를 수집하고 있지 않아서 자료획득성에서 가장 낮은 점수를 받았다. 해외 대형 건설사의 경우 품질 관련 지표 계산을 위한 재시공 자료를 체계적으로 수집하고 분석하고 있다. 따라서 본 연구를 통해 제시되는 품질지표 활용을 위해서는 국내 건설회사도 품질과 관련된 구체적인 자료 수집의 필요성을 강조하였다.

전반적으로 사업비와 공기에 비해서 낮은 점수를 획득하였다.

Table 1. Cost Growth Metrics

	Relevancy	Logidity	Timeliness	Compara-bility	Attaina-bility
Engineering	3.3	3.8	3.4	3.7	3.6
Procurement	4.3	4.1	4.0	4.2	3.6
Construction	4.2	4.3	3.6	4.1	3.4
Start-Up	3.3	3.6	3.2	3.5	3.2
Total Cost	4.2	3.8	3.4	3.8	3.7

Table 2. Phase Cost Metrics

	Relevancy	Logidity	Timeliness	Compara-bility	Attaina-bility
Engineering	3.4	3.8	3.5	3.5	3.5
Procurement	4.1	4.2	3.8	3.8	3.5
Construction	4.3	4.2	3.7	4.1	3.8
Start-Up	3.3	3.6	3.5	3.5	3.5

Table 3. Schedule Growth Metrics

	Relevancy	Logidity	Timeliness	Compara-bility	Attaina-bility
Engineering	3.9	3.5	3.7	3.6	3.5
Procurement	4.5	3.9	4.2	4.1	3.6
Construction	4.5	4.1	4.0	4.1	3.8
Start-Up	3.7	3.4	3.6	3.4	3.4
Total Cost	4.5	3.9	3.9	3.9	3.6

Table 4. Phase Schedule Metrics

	Relevancy	Logidity	Timeliness	Compara-bility	Attaina-bility
Engineering	3.9	3.6	3.9	3.8	3.6
Procurement	4.4	4.2	4.2	3.9	3.7
Construction	4.5	4.2	4.1	4.1	3.9
Start-Up	3.7	3.6	3.6	3.4	3.4

Table 5. Quality Metrics

		Relevancy	Logidity	Timeliness	Comparability	Attainability
Rework	Re-design	3.5	3.5	3.4	3.3	3.2
	Re-procurement	4.1	3.9	3.6	3.3	3.3
	Re-construction	4.3	3.8	3.5	3.6	3.6
	Total rework cost	4.1	3.8	3.4	3.5	3.4
Function	No. of defect	3.9	3.7	3.3	3.6	3.3

Table 6. Safety and Change Metrics

		Relevancy	Logidity	Timeliness	Compara-bility	Attaina-bility
Safety	TRC Rate	3.8	3.7	3.5	3.5	3.4
	DART Rate	3.8	3.5	3.4	3.4	3.3
Change Order		3.6	3.6	3.1	3.3	3.3

품질지표의 경우 실패사례를 기준으로 하는 부정적 지표이므로 이에 대한 부담도 있다. 즉, 사업별 회사별 품질문제로 인한 문제점을 제시하여야 함으로 민감한 사안으로 볼 수 있으나 이러한 지표의 활용을 통해 품질 개선을 도모할 수 있다.

3.4 안전 및 설계변경 지표

안전과 설계변경의 경우 다른 지표에 비해 가장 낮은 점수를 받았다. 안전관련 지표는 미국 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)에서 활용하고 있는 안전율 지표를 제시하였으나 본 지표의 인지도가 낮아서 전반적으로 낮은 점수가 나왔다.

설계변경의 경우 설계변경으로 인한 사업비와 공기의 영향정도를 파악하기 위해서는 자료 수집을 위한 추가 노력이 필요하더라도 적용하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

4. 파일럿 데이터 분석

4.1 파일럿 데이터 개요

본 연구를 통해 제시된 성과 설문지와 성과지표의 타당성을 검증하기 위해 해외플랜트를 수행한 회사에 설문조사를 통해 10개의 해외플랜트 사업의 성과설문 응답을 받아 분석하였다. 샘플로 수집된 10개 해외플랜트 공사는 모두 신규 공사로 발주방식은 턴키이며, 공사비 지급방식은 총액계약이었다. 10개 사업 중 1개만 민간발주이고 9개는 공공발주 사업이었으며, 평균 사업비는 8억 5849만 달러이었다.

프로젝트 난이도는 최저 5에서부터 9까지 다양하게 나타났으나 10개 사업 중 7개 사업이 7점 이상의 고난이도 사업이라고 응답하여 난이도가 상대적으로 높은 사업들로 추정된다.

사업비와 사업기간에 대한 자료는 비교적 충실히 응답되었으나 설계변경, 재시공, 안전사고 관련 자료는 응답비율이 낮아 시험분석에서 제외하였다.

4.2 파일럿 데이터 분석 결과

수집된 10개 해외플랜트 공사 자료 중 총사업비 자료를 제공한 9개 공사를 대상으로 총사업비 증가율을 계산하였다. 각 단계별 계획 및 실제 사업비를 제공한 7개 공사를 대상으로 사업단계별 사업비 증가율을 계산하였다. 10개 프로젝트는 지역, 프로젝트 종류, 사업규모, 공사종류로 분류하지 않고 통합해서 분석하였다. 총 사업비 증가율은 Fig. 1과 같이 최소 -0.097부터 최대 0.360사이에 분포하였으며, 이는 총 사업비가 9.7% 감소한 공사부터 최대 36%까지 증가한 공사가 있다는 의미이다. 그리고 총 사업비 증가율은 평균 0.099(9.9%) 증가하는 것으로 나타났다.

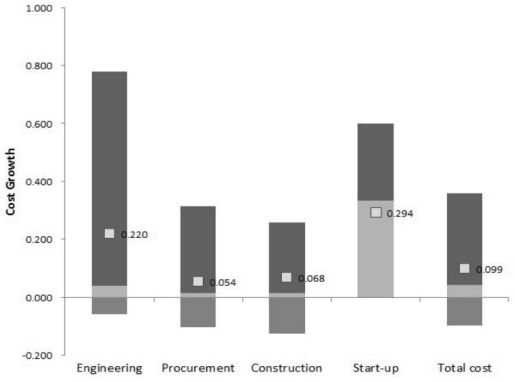

Fig. 1. Pilot Result of Cost Growth

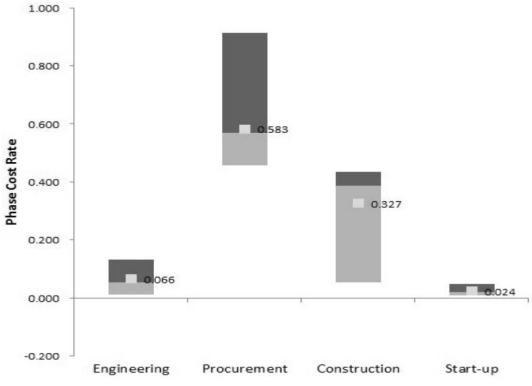

Fig. 2. Pilot Result of Phase Cost

수집된 10개 해외플랜트 공사 자료 중 각 단계별 사업비를 제공한 7개 공사를 대상으로 사업단계별 사업비 지수는 Fig. 2와 같다. 총 사업비 대비 설계비는 평균 6.6%, 구매조달비는 58.3%, 건설비는 32.7%, 시운전비는 2.4% 소요되는 것으로 나타났다. 구매조달비 지수의 경우 최대 91.4%부터 최소 45.7%까지 차지하는 것으로 나타나 플랜트 공사의 특성상 토목이나 건축공사보다 구매조달에 소요되는 비용이 크고 시공단계의 비용이 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

수집된 10개 해외플랜트 공사 자료 중 총사업비 자료를 제공한 공사를 대상으로 Fig. 3과 같이 사업기간 증가율을 계산하였다.

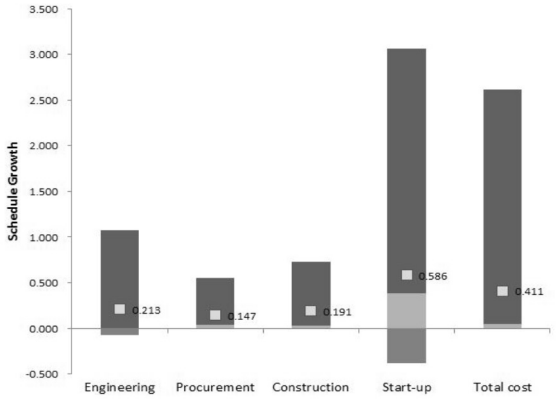

Fig. 3. Pilot Result of Schedule Growth

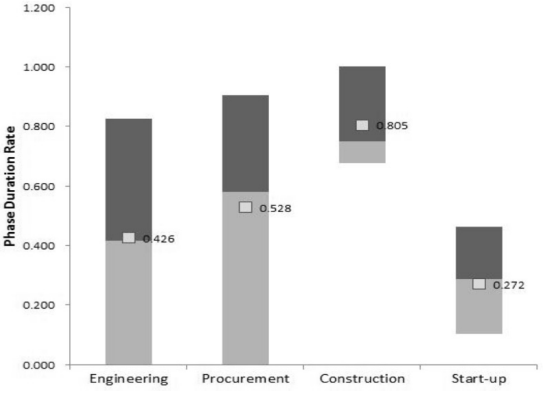

Fig. 4. Pilot Result of Phase Schedule

설계기간은 평균 21.3%, 구매조달기간은 평균 14.7%, 건설기간은 19.1%, 시운전기간은 평균 58.6% 증가되는 것으로 나타났다. 그러나 시운전 기간 증가율의 경우 한개 사업의 데이터로 평균 증가율이 늘어난 경우이다. 추후 데이터의 수가 늘어나면 통계적인 기법을 활용하여 이상점(outlier)을 판별하여 제외한 후 분석을 실시하여 이상점으로 인한 왜곡을 방지할 수 있다.

수집된 10개 해외플랜트 공사 자료 중 총사업비 자료를 제공한 9개 공사를 대상으로 사업기간 지수를 계산하였다. 전체 사업기간 중 설계기간은 평균 42.6%, 구매조달기간은 평균 52.8%, 건설기간은 80.5%, 시운전기간은 평균 27.2% 차지하는 것으로 나타났다. 구매조달 기간지수의 표준편차가 0.301로 다른 단계에 비해 변동이 큰 것으로 나타났으며, 시운전기간 지수의 경우 9개 공사 중 최대 0.464부터 최소 0.103까지 분포하였다.

4.3 파일럿 데이터 분석 교훈

성과지표와 설문지의 타당성 검증을 위해 수행된 파일럿 데이터 수집 및 분석 결과의 시사점은 아래와 같다.

- 사업비와 공사기간에 대한 자료는 기존에 회사 차원에서 관리하고 있어서 별도의 노력 없이 대부분의 경우 자료 제공이 용이함. 그러나 일부는 사업단계별 사업비와 공사기간 자료는 없고 전체 사업비와 공사기간에 대한 자료만 제공함
- 품질 성과분석을 위한 사업단계별 재작업 지수를 계산하기 위한 자료는 시공단계의 경우 일부 공사 자료가 입력되었고, 대부분의 회사에서 관련 자료를 구체적으로 확보하고 있지 않은 것으로 판단됨
- 안전 성과분석을 위해서 본 연구는 미국 OSHA에서 활용하고 있는 지표를 제시하였음. 그러나 본 지표 계산에 필요한 안전사고 자료를 있을 것으로 사료되나 안전사고 분류방법에 차이로 인해 관련 자료의 제공이 미흡함. 이는 안전사고 분류에 대한 이해도가 높아지면 관련 자료의 입수가 가능할 것으로 예상됨. 그러나 안전사고 발생에 관련된 자료는 있으나 지표 계산을 위해 필요한 작업자 총 작업시간에 대한 응답이 낮은 실정임
- 설계변경의 경우 10개 공사 대부분이 자료를 입력하였으나 안전 지표와 같이 회사에서 관리하는 기준과 설문지의 분류가 상이하여 지표 계산 및 분석을 위해 필요한 자료의 제공이 이루어지지 않았음. 그러나 설계변경과 관련된 기초자료는 회사에서 관리하고 있으므로 추후 분석이 가능할 것으로 판단됨

4.4 지속적인 성과분석 활용 방안

해외건설 시장에서 국내 플랜트건설 업체의 위상은 발전 및 석유화학 분야에서 상당한 인지도를 쌓은 상태이며, 2009년도부터 정유소 분야에서도 세계 선두 업체들을 위협할 정도로 상승하고 있다. 그리고 세계 선두 플랜트 업체와의 수주 경쟁에서 승리를 거두는 등 상당한 성과를 쌓고 있다. 그러나 우리 업체끼리의 과당 경쟁으로 수익률이 악화되는 등의 문제가 발생하고 있다.

그리고 본 파일럿 데이터 수집 및 분석과정에서 나타난 바에 의하면 플랜트 프로젝트의 성과 평가 결과와 사업비 관련 내용은 대외비로 관리되고 있으며, 각 프로젝트의 결과 및 성과를 비교 평가를 위한 객관적 기준이나 비교 평가 분석 시스템이 없는 실정이다.

따라서 해외건설협회에서 운영 중인 해외건설 플랜트 분야별 협의회(환경, 석유화학, 발전, 원전, 가스, 산업플랜트 등)를 통하여 프로젝트 성과분석 자료를 수집하고, 수집된 자료를 성과분석 프레임워크를 구축하여 객관적인 성과분석 상대평가 지표를 제공함은 물론 향후 성과 분석의 도구로 사용할 수 있는 것으로 나타났다.

해외플랜트 성과평가의 성공적인 수행을 위해서는 가능한 다수의 건설회사가 본 프로그램에 참여하여 성과평가에 대한 공감대를 형성하여 수집가능한 수준의 데이터베이스를 구축하여 비교·평가하는 것이 필요하다. 그리고 성공적인 사업을 위해서는 기존 사업의 lessons learned를 추후 사업 준비 및 수행 시 적용하는 것이 필요하

며, 향후 데이터베이스 구축을 통한 벤치마킹 방향 제시가 필요하다. 그리고 플랜트 사업의 성과지표를 기존 사업과 비교하여 각 사업별 성과분석 보고서 양식을 제시하여 성과비교 평가 방안 제공하여야 한다. 이를 위해 건설성과 제고를 위해 필요한 베스트 프랙티스 발굴 연구가 지속적으로 수행되어야 한다.

5. 결론

본 연구를 통해 해외 플랜트 공사에 참여 중인 국내 건설사들의 건설성과 평가를 위한 벤치마킹의 지속적인 수행을 위한 프로그램이 제시하였다. 파이럿 데이터 분석을 통해 본 건설성과 분석의 적용 가능성을 평가하였다. 이 과정에서 제시된 교훈과 의견을 반영하였다.

파일럿 분석 결과 총사업비의 경우 약 10% 증가되는 것으로 나타났으며, 구매조달과 시공단계의 사업비 증가율이 설계비와 시운전단계의 사업비 증가율보다 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 그리고 플랜트 공사의 특성상 전체 사업비 대비 구매조달비가 평균 58.3% 차지하는 것으로 나타났다.

본 프로그램의 지속적인 운영을 위해서는 데이터의 입수에 대한 대안이 필요하다. 회사에서 수집하는 기존의 데이터와 본 프로그램의 데이터가 일치하지 않는 경우가 있다. 그리고 회사에서 보안상의 이유로 데이터의 제공을 못하는 경우와 해당 데이터의 수집하지 않는 경우도 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 데이터 보안에 대한 방안이 제시되어야 할 것이다. 그리고 건설성과 제고할 수 있는 베스트 프랙티스 제시를 위한 연구를 수행하여 건설성과와의 상관관계를 규명하는 추가 연구가 필요하다.

References

Ko, Y. S., Yoon, H. S., and Lee, J. H. (2004). *Performance management in the public sector*, KDI.

Park, H. S. (2007). "Public infrastructure practitioner's recognition on project performance." Construction Management, Vol. 8, No. 2, pp. 93-100 (in Korean).

Lee, K. S., and Moon, H. P. (1995). *National budget and policy goals: Government Innovation*, KDI (in Korean).

ICAK and HNU (2010). Development of a performance framework for oversea plant projects, MLTM (in Korean).

Atkinson, R. (1999). "Project management: Cost, Time, and Quality, Two Best Guesses and a Phenomenon, It's Time to Accept Other Success Criteria." *International Journal of Project Management*, Vol. 17, No. 6, pp. 337-342.

Brown, A., and Adams, J. (2000). "Measuring the effect of project management on construction outputs: a new approach." *International Journal of Project Management*, Vol. 18, No. 5, pp. 327-335.

Bubshait, A. A., and Almohawis, S. A. (1994). "Evaluating the general conditions of a construction contract." *International Journal of Project Management*, Vol. 12, No. 3, pp. 133-135.

Chan, A. P. C. (1996). *Determinants of project success in the construction industry of Hong Kong*. Ph.D thesis, Univ. of South Australia.

Chan, A. P. C. (2000). "Evaluation of enhanced design and build system-A case study of hospital project." *Construction Management and Economics*, Vol. 18, No. 8, pp. 863-871.

Chan, M., Nizette, M., La Rance, L., Broughton, C., and Russel, D. (2002). "Australia." *OECD Journal on budgeting*, Vol. 1, No. 4, pp. 35-69.

Costa, D. B., Formoso, C. T., Kagioglou, M., Alarcon, L. F., and Caldas, C. H. (2006). "Benchmarking initiatives in the construction industry: Lessons learned and improvement opportunities." *Journal of Management in Engineering, ASCE*, Vol. 22, No. 4, pp. 158-167.

Cox, R., Issa, R. A., and Ahrens, D. (2003). "Management's perception of key performance indicators for construction." *Journal of Construction Engineering and Management*, *ASCE*, 1292: 142-151.

Fisher, D., Minertschin, S., and Pollock, D. R., (1995). "Benchmarking in construction industry." *Journal of Management in Engineering, ASCE*, Vol. 11, No. 1, pp. 50-57.

Hatush, Z., and Skitmore, M. (1997). "Criteria for contractor selection." *Construction Management and Economics*, Vol. 15, No. 1, pp. 19-38.

Meade, G., Rankin, J., and Manseau, A. (2006). "Performance of the canadian construction industry - a benchmarking pilot." Canadian Civil Engineer, Vol. 23, No. 4, pp. 8-11.

Naoum, S. G. (1994). "Critical analysis of time and cost of management and traditional contracts." *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, Vol. 120, No. 4, pp. 687-705.

Newcombe, R. (2000). "The anatomy of two projects: A Comparative Analysis Approach." *International Journal of Project Management*, Vol. 18, No. 3, pp. 189-199.

OECD (1999). *Improving evaluation practices: Best Practice Guidelines for Evaluation and Background Paper*, PUMA/PAC (99)1.

Park, H. S. (2002). *Development of construction productivity metrics system*, Ph.D dissertation, Univ. of Texas, Austin, Tex.

Park, H. S., Thomas, S. R., and Tucker, R. L. (2005). "Benchmarking of construction productivity." *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, Vol. 131, No. 7, pp. 772-778.

Shenhar, A. J., Levy, O., and Dvir, D. (1997). "Mapping the dimensions of project success." *Project Management Journal*, Vol. 28, No. 2, pp. 5-13.

Songer, A. D., and Molenaar, K. R. (1997). "Project characteristics for successful public-sector design-build." *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, Vol. 123, No. 1, pp. 34-40.