

건설공사 사후평가 개선방안: 사업수행성과 중심으로

박희성* · 김태영**

Park, Heesung* · Kim, Tae Yeong**

Improvement Plan of Post Construction Evaluation: Focus on Construction Performance

ABSTRACT

The size of the construction industry is increasing, and its impact on the entire national industry is also significant. However, construction cost increases, construction period delays, safety accidents, and quality problems occur during the construction process. This paper analyzed the construction cost, construction period, and change order performance for civil infrastructures for which post evaluation was performed. The analysis was conducted by dividing civil engineering facilities by type, construction nature, construction cost, contract nature, and delivery method. Planned and actual construction cost and period were compared during the planning, design, and construction process of civil engineering facilities. There is a possibility of input errors in project performance data, this paper proposes to the post-evaluation center should perform post-evaluation. Also, post-evaluation implementation guidelines for change orders should be revised. Additionally, further analysis of each facility was proposed through continuous data collection.

Keywords : Post evaluation, Performance, Cost, Schedule, Change, Construction

초록

건설산업의 규모는 증가하고 있으며 국가 산업 전체에 미치는 영향도 크다. 그러나 건설사업 수행과정에서 공사비 증액, 공사 기간 지연, 안전사고 발생, 품질 문제 등이 발생하고 있다. 본 논문은 사후평가를 수행한 토목시설물 공사를 대상으로 공사 수행과정 중 공사비, 공사 기간, 설계변경 성과를 분석하였다. 토목시설물을 종류별, 공사 성격별, 공사 규모별, 계약 성질별, 입찰방식별로 구분하여 분석을 수행하였다. 이를 통해 공공사업으로 수행한 토목시설물 공사의 계획, 설계, 시공과정에서 공사비와 공사 기간 등의 예측과 그 결과를 비교하였다. 사업수행성과 데이터의 입력 오류 가능성이 있으므로 사후평가센터의 사후평가 직접 수행과 설계변경 시행지침의 변경을 제안하였다. 그리고 데이터의 지속적인 수집을 통해 시설물별 세부 분석을 제안하였다.

검색어 : 사후평가, 성과, 공사비, 공사 기간, 설계변경, 건설

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

통계청에서 발표한 국내 건설수주액에 따르면 최근 10년간 국내 수주액은 91.3조 원(2013년)에서 230조 원(2022년)으로 2.5배 이상 증가하였다. 같은 기간 토목 분야는 29.9조 원에서 61조 원으로 건축 분야는 61.4조 원에서 168.7조 원으로 증가하였다(KOSTAT, 2023). 이처럼 건설산업의 규모는 증가하고 있으며 국가 산업 전체에 미치는 영향도 크다. 그러나 건설사업 수행과정에서 공사비

* 중신회원 · 한밭대학교 건설환경공학과 정교수 (Corresponding Author · Hanbat National University · jackdaniel@hanbat.ac.kr)

** 한밭대학교 석사, 보령시청 (Boryoung City · disco772@nate.com)

Received March 4, 2024/ revised March 12, 2024/ accepted April 2, 2024

증액, 공사 기간 지연, 안전사고 발생, 품질 문제 등이 발생하고 있다. 이에 정부는 효율적인 건설사업 수행을 위한 건설공사 사후평가 제도를 제정하고, 산업계는 설계 및 시공과정에서 효과적인 업무 수행을 위해서 노력하고 있다.

미국과 캐나다 등의 국가는 건설사업 수행과정의 공사비와 공사 기간, 품질, 안전 등의 성과를 개선하기 위해서 민간 중심으로 건설사업의 성과를 평가하는 시스템을 운영하고 있다. 그리고 일본과 영국은 정부 주도로 공공사업의 성과를 평가하고 그 결과를 공공 건설사업 중심으로 적용하고 있다. 우리나라는 건설기술진흥법에 따라 300억 원 이상 공공 건설공사를 대상으로 사후평가 제도를 시행하고 있다. 사후평가 대상 공사는 준공 단계에서 사업 전과정의 단계별로 공사비, 공사 기간, 품질, 안전에 대한 정량적인 자료를 수집하여 분석 후 건설 CALS에 입력한다. 그러나 공공 발주기관은 사후평가 제도에 대한 인지도가 낮고, 자료 분실과 대상 사업 범위의 한정 등의 이유로 데이터 축적과 분석의 한계가 있다. 이에 국토교통부는 정기적으로 사후평가 대상 사업에 대해 사전공지를 하고 있다.

그러나 건설기술진흥법에 있는 공공 건설공사를 대상으로 하는 사후평가 제도 효과에 관한 실증적 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 논문은 건설 CALS에 입력된 사후평가를 수행한 건설공사 중 상호 비교가 가능한 토목시설물 공사를 대상으로 사업수행성과 분야 중 공사비, 공사 기간, 설계변경 등의 성과를 분석하였다. 이를 통해 공공사업으로 수행한 토목시설물 공사의 계획, 설계, 시공과정에서 공사비와 공사 기간 등의 예측과 그 결과를 비교하였다. 그리고 이 과정에서 공공공사 사업수행과정에서 발생하는 공사비, 공사 기간, 설계변경 관련 자료의 수집과 분석을 위한 사후평가 개선방안을 제시하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 논문은 서론에서 언급한 바와 같이 건설기술진흥법상 사후평가를 수행하여 건설 CALS에 입력된 공공 건설공사 중 토목시설물을 대상으로 분석을 수행하였다. 2022년 12월 기준으로 건설 CALS에 입력된 사후평가 사업은 총 980개이며, 이 중 토목시설물 756개를 대상으로 하였다. 공공 발주기관은 준공 단계에 사업수행성과 평가를 수행하고, 사업 완료 5년 이내에 사업효율과 파급효과 분석을 수행하고 있다. 그리고 그 결과는 건설 CALS 사후평가 시스템에 직접 입력한다. 그 후 사후평가 전문가인 한국건설기술연구원 사후평가센터는 정기적으로 발주기관이 입력한 사후평가 결과값과 사후평가 보고서를 검토하여 자료 누락과 오류에 대한 수정 및 보완작업을 수행하고 있다.

본 논문은 발주기관이 건설 CALS에 입력한 사후평가 자료 중 사업수행성과 자료를 활용하여 건설사업 과정의 공사비, 공사

기간, 설계변경의 예측값과 실제값을 비교하였다. 이를 위해서 공사비 증감률, 공사기간 증감률, 설계변경 공사비 비율을 활용하였다. 공사비 증감률은 최초 계약금액 대비 준공금액의 증감 정도를 나타내는 비율이며, 공사기간 증감률은 최초 계약공기 대비 실제 공기의 증감을 나타내는 비율, 설계변경 공사비 비율은 준공금액 중 설계변경으로 인한 공사비 증감액의 정도를 비율로 나타낸 지표이다. 설계변경 공사비 비율 계산 시 공사비 증감액에 몰가 변동으로 인한 금액은 제외하고 사업 계획 변경으로 인한 물량증가로 인한 공사비 증감액을 반영하였다.

이를 위해 토목시설물을 종류별(국도, 고속도로, 지방도, 철도, 항만, 공항, 수자원), 공사 성격별(신규사업, 확장/증설공사, 개보수/현대화공사, 기타), 공사 규모별(300억 원~500억 원 이하, 500억 원~1,000억 원 이하, 1,000억 원~1,500억 원 이하, 1,500억 원 이상), 계약 성질별(장기계속공사, 계속비 전환공사, 기타), 입찰 방식별(적격심사, 최저가입찰, 턴키, 대안입찰, 기타)로 구분하였다. 데이터를 위와 같은 방식으로 분류하여 성과지표 계산 후 지표의 차이를 4분위수, 평균, 최대값, 최소값을 이용하여 비교하였다. 이를 위해 데이터를 분류한 후 이상치를 특정하여 제외한 후 분석하였다. 사분위(IQR, Inter-quartile range)를 이용하여 $Q1-1.5 \times IQR$, $Q3+1.5 \times IQR$ 를 벗어나는 데이터는 이상치로 결정하였다.

데이터의 숫자가 충분하면 그룹별 평균값의 차이를 ANOVA 등의 통계 기법을 활용할 수 있다. 그러나 본 연구에서 활용한 데이터는 그룹별 데이터 숫자의 차이가 크고 데이터 숫자도 충분하지 않아서 기술통계(descriptive statistics) 분석을 수행하였다. 본 논문을 통해 사업수행성과 데이터 분석을 통해 발견된 자료 불일치와 분석과정 오류 등의 문제를 개선하는 방안을 제시하였다.

2. 관련 선행 연구

본 논문은 건설공사 사후평가제도 중 사업수행성과 분야에서 수집한 공사비, 공사 기간 등의 데이터를 초기 분석하여 개선방안을 도출하기 위해 기존에 수행된 공사비, 공사 기간, 설계변경 관련 연구를 중심으로 고찰하였다.

공공 건설공사의 효율적인 추진을 위해서 예비타당성조사와 함께 건설공사 사후평가 제도가 도입되었다. 그 내용 사업수행성과에 해당하는 공사비 추정 및 관리에 관한 관심이 높아지면서 관련 연구와 제도가 수립되었다. Kwon and Kim(2023)은 건설공사 사후평가 대상 사업의 이행률, 평가 결과의 신뢰성과 결과 활용성과 관련된 문제점을 도출하고 관련 분야 전문가 의견을 수렴하여 이에 대한 개선방안을 제시하였다. 사후평가 이행률은 연도별로 개선되고 있으나 2022년 기준 이행률이 68.33%에 그치고 있다. Kim et al.(2015)은 건설공사 사후평가 시스템에 입력된 자료를

검토하여 자료의 오류와 누락을 정정하여 자료의 신뢰성 확보를 도모하는 연구를 수행하였다. 그리고 자료 미입력과 오류 발생 사유를 분류하였으며, 발주기관 담당자가 정확한 데이터를 입력할 수 있도록 지원체계 구축의 필요성을 제안하였다. Lee and Park (2018)은 사후평가 중 정성적인 분석이 필요한 파급효과 분야의 평가를 위해서 일반적으로 수행하고 있는 사용자와 관리자 설문조사 항목의 표준화 필요성을 강조하고 예를 제시하였다.

공공공사의 표준공사비 관련해서 한국건설기술연구원은 2004년부터 건설공사비지수를 발표하고 공공 건설사업 계획단계에서 공사비 추정에 활용하고 있다. 그러나 건설공사비지수는 2000년 1월 이전의 공사비 자료를 활용하지 못하고 있다. 이에 Nam and Park(2020)은 1970년부터 1999년까지 공사비 자료를 다중회귀분석을 통해 건설공사비지수를 산정하여 제시하였다. 그리고 Ji et al.(2008)은 설계 전 단계 공사비 예측의 정확도를 높이기 위해서 표준화된 공사비 데이터베이스 구축을 위해 CUBE 모델 제시, 기획 단계와 설계단계의 코스트 모델 제시, 코스트 플래닝 프로세스와 공사비 예측 및 관리 전문인력의 필요성을 강조한 연구를 수행하였다. Lee and Lee(2011)은 공공 건설공사의 경우 총사업비 기준으로 착공 시 대비 30% 증가한다고 주장하며 상승요인을 도출하여 효과적인 관리 방안을 제시하기 위해 PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) 기법을 활용하였다. 그리고 Kim and Kim(2023)은 조달청에서 제공하는 공공청사 공사비 데이터를 활용하여 통계프로그램을 활용하여 인건비경향 모델을 구축하여 공공청사 공사비 견적 방법론을 제시하고 견적의 정확성 정도를 검증하는 연구를 수행하였다. Jung et al.(2021)은 기본설계 이전단계에서 예산 확보를 위한 추정공사비 산정을 위해 단위면적당 공사비를 활용의 문제점을 분석하였다. 단위면적당 공사비를 이용한 추정공사비 산정은 시설물별 특성 반영 등에 한계가 있음을 지적하였다. 그리고 이를 개선하기 위해 학교 시설물을 대상으로 시설물 조합에 따른 추정공사비 산정모델을 개발하고 이를 활용하기 위한 분석 방법론을 제시하였다. Lee et al.(2022)은 1989년 도입된 건설 신기술제도 평가 시 원가 산정기준을 개선하기 위해서 작업조 기반의 생산성 정보와 단가를 제시하는 방안을 제안하였다. 또한 신기술의 특성을 반영한 재료비와 기계경비와 같은 원가 정보를 제공하여 신기술 공법의 공사비 산정과정을 간소화하여 신기술 활용도를 높일 수 있도록 하였다.

Koo et al.(2015)은 우리나라 공공 건설공사에서 적용하고 있는 장기계속계약 시 계약기간 동안 예산의 일관성 부족과 이에 의한 공기 지연 등의 문제가 발생할 수 있다고 주장하였다. 그리고 이런 문제를 개선하기 위해서 고속도로 공사를 대상으로 장기계속계약 시 현장 단위의 최소한 또는 최적의 건설비용을 계산하는 방안을

발주기관인 한국도로공사 직원과 시공회사 담당자의 의견을 기반으로 제시하였다. Kim et al.(2023)은 장기계속공사계약 수행과정에서 간접비용 산정, 과다 예산 투입, 비효율적인 예산 집행 등의 문제가 발생함을 지적하였다. 그리고 이 문제의 개선방안 도출을 위해서 FGI(Focus Group Interview)을 활용하였다. 그리고 총공사 기간과 총공사금액의 효력을 인정하고 장기계속공사계약 대상 사업 범위를 한정하기 위한 법률 개정의 필요성 주장하였다. 그리고 공기연장으로 인한 간접비용 산출과 적정공기 산정기준의 필요성을 제시하였다. Lee and Yun(2021)은 적정 공사기간 산정을 위해 활용 중인 과거 자료가 근로시간 단축, 품질 규정 강화, 기후변화 등 현재 상황을 반영하지 못하고 있음을 지적하였다. 따라서 과거 자료 분석이 아닌 현재 생산자료 검토를 통해 적정 공사기간을 산정하는 방안을 제안하였다. 그리고 Mun and Yun(2023)은 도로 공사를 대상으로 예비타당성조사 단계에서 예측한 공사비, 공사기간과 실제 공사비, 공사기간 데이터를 활용하여 표준공사비와 표준공사기간 지표를 개발하였다. 이를 활용하여 계획 시 예측한 내용의 성과를 분석할 수 있는 모델을 제시하였다. 또한 Ahn et al.(2023)은 도로 건설 과정 중에 발생하는 설계변경 사례를 분류한 후 전문가 설문조사를 통해 설계변경 요인과 공사비 증감액을 도출하였다. 이를 통해 설계변경 요인 간 중요도를 파악하여 효과적인 설계변경 관리 방안을 제시하였다.

기존 관련 사업수행성과 연구를 검토한 결과, 공사비와 공사기간 산정 적합성에 대한 개선방안과 예측 정확도를 높이기 위한 연구들이 수행되고 있었다. 그러나 다양한 토목시설물을 대상으로 예비타당성조사, 타당성 조사, 기본설계, 실시설계, 시공, 유지관리로 이어지는 사업 전단계에서 발생한 공사비와 공사기간의 예측값과 실제 값에 대한 비교를 통해 사업 계획과 수행을 효과적으로 할 수 있는 기초자료의 제공에 대해 부족한 부분을 보완하고자 한다.

3. 사업수행성과 분석 결과

3.1 토목시설물별 사업수행성과

전체공사 중 토목공사에 대해 국도, 고속도로, 지방도, 철도, 항만, 공항, 수자원 등 7개 세부 시설물로 나누어 공사비 증감률을 분석하였다. Table 1과 같이 전체 데이터 중 국도가 395건으로 가장 많은 수를 차지하고 있으며, 고속도로, 지방도, 철도 항만은 50개 이상의 데이터를 나타내고 있다. 평균값을 기준으로 수자원, 국도, 철도 공사 순으로 공사비 증가 정도가 큰 것으로 분석되었다. 항만과 공항 공사가 상대적으로 공사비 증가 비율이 적은 것으로 분석되었으나 다른 시설물 대비 데이터 숫자가 적어서 통계적인 의미를 부여하는데 주의해야 한다. 국도, 철도와 수자원의 경우 공사를 증가를 최대값이 각각 4,999, 3,884, 3,910으로 최초 계약금

Table 1. Cost Growth Rates-Facility Types

Percentile	Route	Highway	Road	Railway	Harbor	Airport	River
0 %	-0.863	-0.022	-0.996	-0.123	-0.050	-0.380	-0.130
25 %	0.142	0.049	0.000	0.016	-0.002	0.027	0.103
50 %	0.228	0.143	0.112	0.089	0.045	0.184	0.240
75 %	0.352	0.245	0.285	0.266	0.158	0.299	0.551
100 %	4.999	0.831	1.535	3.884	0.612	0.491	3.910
Mean	0.291	0.170	0.166	0.253	0.099	0.138	0.492
S.D.	0.367	0.152	0.396	0.575	0.146	0.242	0.748
N	395	55	77	51	59	9	31

액 대비 준공금액이 약 4~5배 증가한 것으로 나타났다. 이는 사업 추진과정에서 사업범위와 규모가 변경되거나 공기가 장기 지연되면서 발생할 수 있다. 또는 본 분석을 위해서 이상치를 제거했지만, 건설 CALS에 입력하는 과정에서 오타 발생 가능성도 있다. 그러나 현재 사후평가 데이터 수집 과정에서 오타에 대한 검증을 완벽하게 할 수 있는 방법이 없는 실정이다. 따라서 미국 CII(Construction Industry Institute)는 최소값과 최대값을 제외하고 IQR을 제시하고 있다.

공사기간 증감률의 경우, Table 2와 같이 평균값을 기준으로 수자원, 공항, 국도 공사 순으로 공사기간 증가 정도가 큰 것으로

나타났고, 고속도로, 항만 공사가 상대적으로 공사기간 증가율이 적은 것으로 분석되었다. 377건의 국도 공사는 최초 계약공기 대비 준공공기는 평균 62.8% 증가한 것으로 나타났다. 고속도로, 지방도, 철도, 항만의 경우 1사분위가 0으로 최초 계약 공사기간을 준수하였으며, 고속도로의 경우 3사분위가 0으로 나타났다. 이는 57건의 고속도로 건설공사 중 75%가 최초 계약공기에 맞춰 공사를 준공하였고, 준공공기는 최초 계약공기 대비 평균 6% 지연한 것을 의미한다. 이를 근거로 고속도로는 다른 시설물과 비교하여 공사기간 관리가 우수한 것으로 판단된다. 그러나 공사기간 관리가 우수한 이유에 대해서는 추가 분석이 필요하다.

Table 2. Schedule Growth Rates-Facility Types

Percentile	Route	Highway	Road	Railway	Harbor	Airport	River
0 %	-0.824	-0.554	-0.387	0.000	-0.134	-0.158	0.000
25 %	0.204	0.000	0.000	0.000	0.000	0.277	0.173
50 %	0.574	0.000	0.199	0.216	0.102	0.537	0.633
75 %	0.937	0.000	0.665	0.478	0.295	1.057	0.947
100 %	3.014	1.408	3.579	1.340	1.395	1.818	3.952
Mean	0.628	0.060	0.464	0.318	0.206	0.687	0.822
S.D.	0.536	0.257	0.693	0.361	0.314	0.659	0.928
N	377	57	75	57	51	9	32

Table 3. Change Cost Factor-Facility Types

Percentile	Route	Highway	Road	Railway	Harbor	Airport	River
0 %	-0.159	-0.297	-0.196	-0.058	-0.052	-0.671	-0.214
25 %	0.057	0.030	0.044	0.017	0.000	0.080	0.051
50 %	0.119	0.069	0.132	0.109	0.010	0.123	0.151
75 %	0.215	0.183	0.234	0.203	0.037	0.183	0.339
100 %	0.747	3.420	0.868	0.920	0.300	0.243	1.825
Mean	0.147	0.168	0.161	0.143	0.033	0.043	0.255
S.D.	0.123	0.482	0.186	0.185	0.068	0.276	0.379
N	383	49	70	49	56	8	31

설계변경 공사비 비율은 준공금액 중 설계변경으로 증감된 금액의 비율을 의미한다. 앞선 공사비 증감률은 불가상승분을 포함하고 설계변경 공사비 비율은 불가상승분은 제외하고 순수한 물량증감에 따라 공사비 증감액만을 반영한 지수이다. Table 3에 나타난 것과 같이 수자원 분야의 경우, 설계변경 증가액이 전체 공사비의 25.5%를 차지하는 것으로 분석되었다. 그리고 고속도로, 지방도, 철도 공사 순으로 설계변경으로 인한 공사비 비율이 높은 것으로 분석되었다. 국도, 고속도로, 지방도와 철도는 평균적으로 준공금액 중 설계변경으로 인한 증액 금액이 10% 정도로 나타났다. 항만 공사와 공항 공사가 상대적으로 설계변경으로 인한 공사비 증가가 적은 것으로 나타났다. 그러나 공항 공사의 경우 분석에 포함된 데이터 숫자가 8건으로 통계적인 해석과 의미에 유의해야 할 것으로 판단된다.

3.2 공사 성격별 사업수행성과

Table 4와 같이 건설 CALS에 입력된 사후평가 보고서 자료 중 토목시설물을 신규공사, 증설공사, 성능개선공사로 분류한 결과, 각각 347건, 300건, 24건이다. 최근에는 신규공사보다 증설공사와 성능개선사업이 늘어나는 추세를 반영한 것으로 볼 수 있다. 공사 성격별로 구분한 토목시설물의 공사비 증감율의 경우, 신규, 증설,

Table 4. Cost Growth Rates-Project Nature

Percentile	Grass Root	Add On	Mod.
0 %	-0.996	-0.863	-0.026
25 %	0.040	0.135	0.075
50 %	0.164	0.229	0.196
75 %	0.289	0.350	0.502
100 %	1.535	4.999	3.910
Mean	0.193	0.302	0.604
S.D.	0.248	0.423	1.064
N	347	300	24

Table 5. Schedule Growth Rates-Project Nature

Percentile	Grass Root	Add On	Mod.
0 %	-0.554	-0.824	0.000
25 %	0.000	0.141	0.000
50 %	0.227	0.526	0.278
75 %	0.693	0.887	0.727
100 %	3.952	3.014	1.144
Mean	0.459	0.587	0.401
S.D.	0.618	0.534	0.388
N	336	289	27

성능개선공사의 중간값인 각각 0.164, 0.229, 0.196으로 나타났다. 신규공사는 최초 계약액 대비 준공금액이 약 16% 증가한 것으로 분석되었다. 그리고 신규, 증설, 성능개선공사의 공사비 증감을 평균값도 각각 0.193, 0.302, 0.604로 나타났다. 이를 통해 신규공사보다 증설공사와 성능개선공사의 공사비 증가 정도가 큰 것으로 분석되었다. 이는 기존 시설물을 사용하면서 공사를 수행하는 과정에서 연결공사와 우회 공사 등에 추가 비용이 발생한 것으로 판단할 수 있다.

Table 5와 같이 공사기간 증감률도 공사비 증감율과 유사하게 신규공사보다 증설공사와 성능개선공사의 공사기간 증가 정도가 크게 나타났다. 중간값 기준으로 신규공사 22.7%, 증설공사 52.6%, 성능개선공사 27.8%이며, 평균값 기준으로 신규공사 45.9%, 증설공사 58.7%, 성능개선공사 40.1%로 나타났다. 증설공사의 경우 기존 시설물을 사용하거나 중단하고 신규 시설물과 연계하는 공사 등이 진행되므로 공사기간이 신규공사보다 상대적으로 지연될 가능성이 크다. 그리고 이는 공사에 필요한 예산 확보 문제로 공사가 지연되는 예도 있다. 따라서 공사기간 증감 정도는 사후평가 데이터를 지속해서 수집하여 시설물 종류, 계약방식 등으로 데이터를 세분해서 분석해야 할 것으로 판단된다.

Table 6과 같이 설계변경 공사비 비율은 준공금액 중 설계변경으로 인한 공사비 증감 금액 비율이다. 이는 설계 오류, 현장 조건 상이, 발주자 추가 요구 등으로 인한 공사비 증액 정도를 파악하기 위한 지표이다. 신규공사, 증설공사, 성능개선공사의 설계변경 공사비 비율의 중간값과 평균값은 유사한 추세를 나타내고 있다. 공사 성격별 중간값과 평균값은 각각 신규공사 0.090, 0.137, 증설공사 0.116, 0.153, 성능개선공사 0.069, 0.138로 계산되었다. 신규공사보다 증설공사가 설계변경으로 인한 공사비 증액이 큰 것으로 나타났다. 이는 증설공사 설계단계에서 발생한 설계 누락, 연계공사의 범위 변경 등이 발생 가능성과 연관된 결과로 판단된다.

3.3 공사규모별 사업수행성과

토목시설물을 공사비 기준으로 300억 원~500억 원, 500억

Table 6. Change Cost Factor-Project Nature

Percentile	Grass Root	Add On	Mod.
0 %	-0.297	-0.671	-0.078
25 %	0.022	0.056	0.013
50 %	0.090	0.116	0.069
75 %	0.192	0.219	0.205
100 %	3.420	0.920	0.819
Mean	0.137	0.153	0.138
S.D.	0.246	0.154	0.194
N	331	292	19

원~1,000억 원, 1,000~1,500억 원, 1,500억 원 이상으로 분류하여 아래와 같이 공사비 증감률, 공사기간 증감을, 설계변경 공사비 비율을 분석하였다.

공사비 증감률의 경우, Table 7과 같이 현재 건설 CALS 사후평가 데이터 중 500억 원부터 1,000억 원 공사 규모의 사업이 302건으로 가장 많으며, 300억 원부터 500억 원 사이 사업이 52건으로 가장 적다. 그러나 사후평가 제도 도입 당시 500억 원 이상 사업을 대상으로 하였으나, 최근 300억 원 이상으로 사후평가 대상 사업 범위를 확대하였다. 따라서 300억 원부터 500억 원 규모의 사업에 대한 사후평가 결과 데이터는 계속 늘어날 것으로 판단된다. 분석 결과, 사업 규모 증가나 감소에 따른 공사비 증감률의 추세는 없었다. 300억 원~500억 원, 500억 원~1,000억 원, 1,000~1,500억 원, 1,500억 원 이상 범위의 공사비 증감을 중간값은 각각 0.214, 0.186, 0.235, 0.163으로 공사비가 최초 계약액 대비 약 25% 이내 수준으로 증가하고 있다.

공사비 기준으로 분류한 공사 규모별 공사기간 증감률은 아래 Table 8과 같다. 중간값 기준으로 1,500억 원 이상, 300억 원~500억 원, 500억 원~1,000억 원, 1,000억 원~1,500억 원 순으로 각각 0.146, 0.233, 0.421, 0.609로 나타났다. 1,000억 원~1,500억 원 이상 규모의 공사기간 증감률이 다른 그룹과 비교해서 높은 것은 국도 사업이 상대적으로 많이 포함되어 있을 것으로 판단된다. 국도 사업은 장기계속공사 비율이 높아서 공사기간이 최초 계약공기보다 늦게 준공되는 것이 일반적이다.

공사 규모별 설계변경 공사비 비율의 중간값과 평균값은 Table 9와 같이 300억 원~500억 원 0.120, 0.129, 500억 원~1,000억 원 0.098, 0.136, 1,000~1,500억 원 0.111, 0.163, 1,500억 원 이상 0.099, 0.144로 분석되었다. 1,000억 원~1,500억 원 규모 사업의 공사비 증감률, 공사기간 증감을, 설계변경 공사비 비율이 일반적으로 낮은 성과 수준을 보여준다. 이는 사후평가 데이터가 충분히 수집한 후 해당 사업 규모의 사업 계획, 발주방식, 사업관리

Table 7. Cost Growth Rates-Cost Categories

Unit: 100 million won				
Percentile	300-500	500-1000	1000-1500	1500-
0 %	-0.482	-0.826	-0.740	-0.996
25 %	0.057	0.091	0.099	0.022
50 %	0.214	0.186	0.235	0.163
75 %	0.314	0.318	0.361	0.352
100 %	4.999	2.957	1.192	3.910
Mean	0.329	0.247	0.250	0.291
S.D.	0.711	0.310	0.249	0.460
N	52	302	147	174

Table 8. Schedule Growth Rates-Cost Categories

Unit: 100 million won				
Percentile	300-500	500-1000	1000-1500	1500-
0 %	-0.387	-0.824	-0.286	-0.554
25 %	0.026	0.111	0.142	0.000
50 %	0.233	0.421	0.609	0.146
75 %	0.740	0.773	1.038	0.594
100 %	3.952	2.271	3.014	3.579
Mean	0.598	0.501	0.689	0.353
S.D.	0.910	0.486	0.616	0.508
N	51	283	145	174

Table 9. Change Cost Factor-Cost Categories

Unit: 100 million won				
Percentile	300-500	500-1000	1000-1500	1500-
0 %	-0.180	-0.196	-0.214	-0.671
25 %	0.035	0.045	0.047	0.020
50 %	0.120	0.098	0.111	0.099
75 %	0.206	0.195	0.219	0.205
100 %	0.479	0.810	3.420	1.825
Mean	0.129	0.136	0.163	0.144
S.D.	0.139	0.135	0.305	0.223
N	48	289	145	162

방식에 대한 심층 조사 분석이 필요한 것으로 판단된다.

3.4 계약성질별 사업수행성과

토목시설물을 계약방식 기준으로 장기계속공사, 계속비공사, 기타로 분류하여 공사비 증감률, 공사기간 증감률, 설계변경 공사비 비율을 분석하였다. 현재 건설 CALS 시스템에 있는 사후평가 자료 토목시설물 중 장기계속공사 548건, 계속비공사 103건, 기타 25건으로 대다수 토목공사는 장기계속공사로 수행되고 있다. 공사비 증감률은 Table 10과 같이 장기계속공사, 계속비공사의 중간값과 평균값은 각각 0.197, 0.259와 0.216, 0.269로 나타났다. 장기계속공사와 계속비공사의 공사비 증감률은 중간값과 평균값을 기준으로 많은 차이를 나타내고 있지 않다. 일반적으로 장기계속공사가 계속비공사보다 공사비 증가 정도가 크다고 예상하지만, 표준편차는 계속비공사가 작지만, 중간값과 평균값에는 큰 차이가 없다.

Table 11과 같이 장기계속공사의 공사기간은 중간값 기준으로 최초 계약공기 대비 약 33.3% 증가하며, 계속비공사는 약 57.4% 증가하고, 평균값 기준으로는 50.7%, 62.0% 증가하는 것으로 나타났다. 일반적으로 장기계속공사는 연차별 계약을 통해 공사를 수행하고, 계속비 계약은 연부액 기준으로 공사하므로 계속비공사

Table 10. Cost Growth Rates-Contract Types

Percentile	Long-term	Continuing	Etc.
0 %	-0.996	-0.051	-0.123
25 %	0.074	0.144	0.001
50 %	0.197	0.216	0.022
75 %	0.312	0.371	0.158
100 %	4.999	1.294	0.708
Mean	0.259	0.269	0.116
S.D.	0.430	0.205	0.212
N	548	103	25

Table 11. Schedule Growth Rates-Contract Types

Percentile	Long-term	Continuing	Etc.
0 %	-0.824	-0.128	0.000
25 %	0.014	0.268	0.000
50 %	0.333	0.574	0.000
75 %	0.776	0.859	0.453
100 %	3.952	2.221	1.010
Mean	0.507	0.620	0.227
S.D.	0.607	0.443	0.314
N	519	105	33

의 공사기간 증가율이 낮을 것으로 추정하였다. 그러나 분석 결과, 중간값과 평균값 모두 장기계속공사의 공사기간 증가율 성과가 좋은 것으로 나타났다. 이는 장기계속공사의 최초 공기 선정 시 실제 공사에 필요한 공사기간보다 여유 있게 산정하는 경우 등을 고려할 수 있다. 따라서 계약방식이 공사비와 공사기간 성과에 미치는 영향에 관한 추가 연구가 필요하다.

Table 12와 같이 설계변경 공사비 비율의 중간값은 장기계속공사 0.111, 계속비공사 0.098, 기타 0.034로 준공금액의 3.4%부터 11.1% 금액이 물량변동으로 인한 설계변경으로 발생한 증액분이다. 앞서 공사비 증감률의 중간값은 0.022부터 0.216으로 이는 물가상승으로 공사비 증액을 포함하고 있다. 본 분석에 의하면 공사기간 연장 등으로 인해 물가상승에 따른 공사비 증액이 공사물량 증가로 인한 증액분보다 큰 것으로 판단된다. 그러나 공사비 증액분 중 관급자재비와 공기연장으로 인한 간접비 증가에 대한 자료가 세분화할 필요가 있다.

3.5 입찰방식별 사업수행성과

토목시설물을 입찰방식 기준으로 적격심사, 최저가입찰, 턴키, 대안입찰, 기타로 분류하여 공사비 증감률, 공사기간 증감률, 설계 변경 공사비 비율을 분석하였다. 적격심사 380건, 최저가 163건,

Table 12. Change Cost Factor-Contract Types

Percentile	Long-term	Continuing	Etc.
0 %	-0.671	-0.010	0.001
25 %	0.039	0.047	0.009
50 %	0.111	0.098	0.034
75 %	0.211	0.229	0.068
100 %	1.825	3.420	0.219
Mean	0.142	0.166	0.053
S.D.	0.173	0.341	0.057
N	522	103	20

턴키 55건, 대안 33건 기타 45건의 공사자료를 자료를 분석하였다. 분석 결과, 공사비 증감률은 Table 13과 같이 중간값 기준으로 턴키 0.033, 대안 0.069, 기타 0.131, 최저가 0.207, 적격심사 0.220 순으로 나타났다. 그리고 평균값 기준으로 대안 0.091, 턴키 0.123, 기타 0.254, 최저가 0.254, 적격심사 0.290 순으로 나타났다. 턴키와 대안입찰의 경우 계약자가 설계와 시공을 일괄 수행하는 방식으로 계약하므로 설계 오류로 인한 물량증가와 현장 조건 상이 등으로 인한 공사비 증액이 불가능한 것이 일반적이므로 이런 결과가 나타난 것으로 판단된다.

공사 기간 증감률의 경우, Table 14와 같이 대안입찰, 턴키, 최저가, 적격심사 순으로 0.130, 0.216, 0.367, 0.500으로 나타났다. 턴키와 대안입찰이 최저가와 적격심사보다 공사 기간 성과가 좋은 것으로 나타났다. 그리고 표준편차도 작아서 공사 기간에 대한 변동성도 작은 것으로 판단할 수 있다. 이는 턴키와 대안입찰의 경우 설계시공 병행(Fast Track)으로 인한 공사 기간 단축과 관리를 할 수 있으며, 대형공사 비율이 높아서 공정관리를 상대적으로 우수하게 수행하여 이런 성과가 나온 것으로 판단된다.

Table 15와 같이 설계변경 공사비 비율은 턴키와 대안입찰은 1.7%, 1.5%이며, 최저가와 적격심사는 9.6%, 14.2%로 계산되었다. 전술한 바와 같이 턴키와 대안입찰은 물량증감이나 현장 조건

Table 13. Cost Growth Rates-Bidding Types

Percentile	Post Eval.	Lowest	Turnkey	Alternatives	Etc.
0 %	-0.863	-0.441	-0.996	-0.123	-0.034
25 %	0.130	0.086	-0.006	0.023	0.022
50 %	0.220	0.207	0.033	0.069	0.131
75 %	0.370	0.294	0.130	0.134	0.305
100 %	3.884	4.999	3.910	0.322	1.294
Mean	0.290	0.254	0.123	0.091	0.254
S.D.	0.367	0.447	0.549	0.098	0.311
N	380	163	55	33	45

Table 14. Schedule Growth Rates-Bidding Types

Percentile	Post Eval.	Lowest	Turnkey	Alternatives	Etc.
0 %	-0.554	-0.824	-0.200	0.000	-0.082
25 %	0.112	0.026	0.008	0.010	0.000
50 %	0.500	0.367	0.216	0.130	0.048
75 %	0.851	0.782	0.569	0.432	0.573
100 %	3.952	2.221	1.670	1.770	2.771
Mean	0.595	0.473	0.334	0.306	0.381
S.D.	0.624	0.494	0.391	0.422	0.635
N	356	159	59	33	50

Table 15. Change Cost Factor-Bidding Types

Percentile	Post Eval.	Lowest	Turnkey	Alternatives	Etc.
0 %	-0.671	-0.297	-0.129	-0.214	0.000
25 %	0.058	0.042	0.000	0.006	0.017
50 %	0.142	0.096	0.017	0.015	0.085
75 %	0.244	0.175	0.044	0.073	0.152
100 %	1.130	0.810	0.260	0.194	3.420
Mean	0.171	0.117	0.036	0.039	0.241
S.D.	0.160	0.133	0.075	0.072	0.614
N	366	156	55	32	36

상이 등으로 인한 공사비 증액이 불가하므로 준공금액의 1%대의 공사비 증액이 발생하였다. 그리고 표준편차도 적어서 설계변경으로 인한 공사비에 대한 예측 가능성이 높다고 평가할 수 있다.

공사비 증감률, 공사 기간 증감률, 설계변경 공사비 비율 모든 측면에서 턴키와 대안입찰의 성과가 우수하다. 그러나 턴키와 대안입찰 대상 사업은 관련 법에 따라 대형공사와 특정공사에만 적용하고 있으므로 그 대상을 일반공사로 확장하기는 어려운 실정이다. 그리고 본 논문에 포함된 입찰방식 외 기술제안입찰방식 등을 포함하기 위해 입찰방식 분류를 개편할 필요가 있다.

4. 결론

본 논문은 건설기술진흥법에 따라 수행하여 건설 CALS에 입력된 사후평가 데이터를 분석하여 공사비 증가율, 공사 기간 증가율, 설계변경 공사비 비율을 분석하였다. 공사비 300억 원 이상의 공공공사 중 토목시설물을 대상으로 사업 성격, 공사 규모, 입찰방식 등으로 분류하여 분석하였다. 사후평가 데이터 분석을 통해 아래와 같이 사업수행성과 부분 데이터 수집, 입력, 분석을 효과적으로 하기 위해서는 아래와 같이 개선되어야 할 것이다.

토목시설물 데이터의 이상치를 제거하고 분석했지만, 공사비와 공사 기간에 대한 입력 오류로 생각되는 성과 지표값의 이상치가


발견되고 있다. 따라서 사후평가 수행 시 자료의 검수를 철저히 수행하고 분석과정에서 자료 계산이 정확하게 이루어졌는지 검토가 필요하다. 현재 사후평가 시행지침에 설계변경 사유를 세분화하여 입력하게 되어 있다. 그러나 발주기관이나 시공회사에서 설계변경을 시행지침과 같은 방식으로 분류하여 관리하지 않으므로 미입력 등의 문제가 발생할 가능성이 있다. 따라서 시행지침 상의 설계변경 사유를 포괄적인 범위로 수정이 필요하다. 건설기술진흥법상 사후평가를 전담하는 건설공사 사후평가센터가 있다. 그러나 전담기관인 사후평가센터는 사업 발주기관이 직접 또는 용역을 통해 수행한 사후평가 보고서를 건설 CALS를 통해서 전달받고 입력 자료의 오류를 검증하고 있다. 그러나 전담기관은 사후평가를 수행하는 과정에서 활용한 사업 관련 보고서 등을 확인할 수 없고, 미입력과 숫자 오류 등의 단순 오기에 대해 발주기관에 재검증을 요청하고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 사후평가센터에서 사후평가 수행에 대한 예산을 확보하고, 사업 발주기관에서 사업 관련 보고서 등 자료를 입수한 후 직접 수행해야 사후평가 수행 주체가 상이하여 발생하는 분석 오류나 불일치 등의 문제도 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

그리고 국도 공사에 대한 데이터가 가장 많으므로 국도를 대상으로 사업 성격, 공사 규모, 입찰방식으로 데이터를 세분하여 사업수행 성과를 분석하는 연구가 추후 진행될 수 있을 것으로 생각된다. 본 성과분석 연구 결과를 활용하여 유사한 토목시설물 사업의 계획단계에서 적절한 공사비, 공사 기간과 설계변경을 고려한 예비비 편성 등의 기준을 수립할 수 있을 것으로 판단한다. 현재 수집된 데이터 숫자가 충분하지 못해서 통계적으로 유의미한 결론을 도출하지 못한 부분에 대해서는 데이터가 지속해서 수집되고 있으므로 추후 분석이 가능할 것으로 기대한다. 그리고 공사비와 공사 기간 등 성과에 영향을 주는 Best Practices를 발굴하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Acknowledgements

This study was financially supported by Hanbat National University Financial Accounting Research Fund 2022 year.

ORCID

Heesung Park  <https://orcid.org/0009-0009-4265-8701>

References

Ahn, J., Baek, S., Yun, S., Lee, K. and Han, S. (2023). "Analysis of

- major cases of road construction change order.” *Proceedings of KICEM Annual Conference*, pp. 245-246 (in Korean).
- Ji, S., Park, M., Lee, H. and Yoon, Y. (2008). “Direction for improving cost estimation and management of construction projects: comparing to australian system.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 9, No. 2, pp. 170-181 (in Korean).
- Jung, E., Yeom, D., Kim, J. and Kim, Y. (2021). “Development of construction cost estimation model for elementary, middle and high school facilities.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 22, No. 3, pp. 69-78, <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2021.22.3.069> (in Korean).
- Kim, H. and Kim, H. (2023). “A study on the development of construction budget estimating model for public office buildings based on artificial neural network.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 24, No. 5, pp. 22-34, <https://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2023.24.5.022> (in Korean).
- Kim, K., Lee, D. and Kim, T. (2015). “A study for error analysis for post evaluation system on the construction projects.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 16, No. 2, pp. 77-85, <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2015.16.2.077> (in Korean).
- Kim, J., Lee, J. and Lee, M. (2023). “A study on the improvement of long-term continuing construction contracts dispute using FGI.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 24, No. 2, pp. 79-87, <https://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2023.24.2.079> (in Korean).
- Koo, B., Yu, J. and Park, J. (2015). “Formal estimation method for optimal budget appropriation of highway construction projects under long-term construction contracts.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineering*, Vol. 35, No. 6, pp. 1405-1412, <https://doi.org/10.12652/Ksce.2015.35.6.1405> (in Korean).
- KOSTAT (2003). *Domestic value of construction orders received*, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=365&tblId=TX_365_05_A000&conn_path=I2 (Accessed: August 26, 2023).
- Kwon, Y. and Kim, K. (2023). “A study on the problems and improvement plan of the post-evaluation system for construction work.” *Proceedings of KICEM Annual Conference 2023*, pp. 291-292 (in Korean).
- Lee, K. and Lee, H. (2011). “The study of analysis for cost-increasing factors on public construction projects.” *Conference Proceedings of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, pp. 105-108.
- Lee, K. and Park, H. (2018). “Development of the qualitative model for post construction evaluation.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 38, No. 5, pp. 733-739, <https://doi.org/10.12652/Ksce.2018.38.5.0733> (in Korean).
- Lee, J., Tae, Y., Baek, S. and Kim, K. (2022). “A study of improvements in the standards of cost estimate for the new excellent technology in construction.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 23, No. 5, pp. 65-76, <https://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2022.23.5.065> (in Korean).
- Lee, J. and Yun, H. (2021). “Improvement plan through analysis of the current status of construction period calculation of public construction projects.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 22, No. 3, pp. 12-20, <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2021.22.3.012> (in Korean).
- Mun, J. and Yun, S. (2023). “Analyzing planning performance of road construction projects using preliminary feasibility analysis data.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 24, No. 1, pp. 3-11, <https://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2023.24.1.003> (in Korean).
- Nam, S. and Park, H. (2020). “A study on the construction cost index for calculating conceptual estimation: 1970-1999.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineering*, Vol. 40, No. 5, pp. 527-534, <https://doi.org/10.12652/Ksce.2020.40.5.0527> (in Korean).