

공공건축물 실적자료 분석에 따른 중위수를 활용한 총공사비의 적정보정을 추정방법

Presumption Method for Optimum Correction Rate of Total Construction Cost Using the Median based on Historical Data Analysis in Public Office Buildings

임진호¹ 박준모^{2*} 김옥규³

Yim, Jin-Ho¹ Park, Jun-Mo^{2*} Kim, Ok-Kyue³

Graduate School, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea ¹

Institute of Construction Technology, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea ²

Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea ³

Abstract

There is growing difference between a planned value and an actual cost for increasing as an risk of construction cost. A construction cost index is an alternative to redeem a problem, but it is still very difficult to reduce an actual differential as a price fluctuation. Furthermore an existing theory of a construction cost index is overly complex, and is unsuitable for using in working-level. This study suggests an optimum correction rate in respect of a total construction cost. It is analyzing the actual cost of 53 public buildings that the Public Procurement Service ordered. The objects are main processes that include architectural works, mechanical works, electrical works, telecommunication works, and service facilities. It is compared a total construction cost based on absolute error rate using the median from frequentist principle. For this, it is selected the suitable regression model and set a correction rate.

Keywords : public office buildings, optimum correction rate, total construction costs

1. 서론

1.1 연구의 목적

최근 신기술공법으로 다양한 규모의 복잡한 구조적 변화와 국내외 경기 침체로 인한 예정공사비의 불확실성 증가는 공사 수익성 및 이윤율의 급격한 악화의 요인으로 공사 완료시 실제 수행된 공사비의 차이에서 예산초과 문제점이 발생되고 있다[1]. 기존 실적공사비 예정가격은 목적물 수량

에 보정된 실적단가를 곱한 산정방식으로는 사실상 경쟁 시장에서의 공사비 상승률 반영에 대비하면, 이는 물가변동에 의한 공사비지수 조정만으로 예정가격과 실행가격의 격차를 해소할 수 없는 문제점을 보이고 있으며, 이에 합리적인 적정한 보정이 필요하다[2]. 특히, 저가수주로 인한 공사비 상승요인(공기지연, 품질저하 등)을 미연에 예방할 수 있는 합리적인 총공사비에 대한 보정 값 추정이 필요하다[3].

본 연구는 공공건축물의 실적자료 분석을 기초로 하여, 총공사비의 실손 차이의 손실에 대한 보정 값을 추정하여 현실성 있는 기초자료를 제시하고자 한다. 선행연구의 문제점에서 지적된 복잡하게 표현되거나 지나치게 세분화된 이론적인 항목을 단순화하여 이해하기 쉽도록 한 추정방법을 모색하였다. 이에 중위수에 대한 평균의 오차를 비교분석하여 얻어진 값으로 각 공종별 총공사비의 합계에 의한 순 총

Received : January 8, 2014

Revision received : June 16, 2014

Accepted : June 16, 2014

* Corresponding author : Park, Jun-Mo

[Tel: 82-10-8843-0008, E-mail: adviser.cm@gmail.com]

©2014 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

공사비의 추정 값으로 회귀분석을 하였다[4].

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 실적공사비 분석을 통한 총공사비의 적정 보정을 추정을 위한 기초자료를 제시하고자, 조달청(PPS)에서 발주한 2009년~2011년까지 준공된 예정공사비 53개의 공공건축물을 연구 대상으로 선정하였으며, 선정된 공공건축물의 정산된 공종별 공사비의 합계로 구성된 총공사비를 기반으로 분석하였다. 분석된 범위는 건축물 구성하는 5개 공종별 공사(건축, 기계, 전기, 통신, 부대시설)비를 연구의 범위로 한정하였다. 연구 방법을 살펴보면, 실적공사비 방식의 이윤율(10%) 적용할 때, 원가 계산방식 대비 이윤율 하락으로 인한 총공사비가 감소(2~3%)는 이보다 훨씬 크다. 총공사비를 예측하는 것은 매우 어려운 현실이나, 오차를 줄이는 방법으로써, 총공사비에 쉽게 예측할 수 있는 회귀모형을 실적자료에 적용하였고, 기존연구와의 차별성을 갖기 위해, 특히 데이터 구성에 따라 왜곡이 심화되는 경향이 있으므로, 극단치의 영향을 작게 받는 중위수를 실적자료로 활용함이 용이하여 얻어진 평균절대오차를 총공사비의 보정에 적용하여 상호·비교분석하였다.

본 연구는 다음과 같은 순서로 진행하였다. 첫째, 공사비의 범위는 총공사비가 100~300억 원에 해당하는 53개 프로젝트의 자료를 수집하여 분석하였다. 총공사비의 변동요인을 통계분석 프로그램인 R_package를 사용하여 회귀분석을 실시하였다. 둘째, 수집된 공공건축물 실적공사비를 분석할 공종별공사비의 구성현황과 선행연구를 통해 확인된 공사비의 문제점 등을 살펴보고, 이를 기반으로 신뢰도 및 상관관계분석을 수행하였다. 셋째, 다중회귀분석을 통해 공종별 총공사비의 비교오차율과 F-검정에 대해 살펴보았다. 넷째, 도출된 추정모형에 적용할 오차율을 비교분석하여, 총공사비에 대한 예측모형을 개발하고, 모형의 구조적 타당성 검증을 실시하였다. 마지막으로, 개발된 적합모형 보정치를 새로운 7개의 프로젝트 자료(총공사비 100~300억 원)를 통하여 검증분석을 실시하였다. 다만, 지금까지 실적공사비에 대해 연구된 기존의 견적방식과 공사의 성격(설계내용 및 현장여건 등)에 따라 분석내용이 달라질 수 있는 부분은 연구범위에서 제외하였으며, 오차율범위는 -5~+15% 정도를 제시한, Albert Hamilton[5]의 상세견적 단계를 추정방법으로 적용하였고, 현행 추정방법은 최적의 결과를 위한 방법을 제시하는 게 아니라 단지 적합모형에 대한 입증절차에

불과하다는 것을 알려준다.

2. 예비적 고찰

2.1 선행연구 분석

국내 연구 문헌을 살펴보면, 2000년대 초반에 접어들면서 공공공사의 입찰·계약 환경을 고려한 적정공사비의 개념에 대해 문제제기로 인한 연구가 꾸준히 진행되고 있으며, 초기단계에서 부위별 공사비 합산식은 상세견적에 근접한 장점도 있으나[6], 실시설계 완료 후 공사비 예산증가 및 오차율 비교분석에 대한 검증 부족에서 오는 단점이고, 공사비 규모 산정방법을 제안으로 다양한 변수선택에 의한 데이터마이닝의 예측모형방법에서는 서로 다른 결과를 보여 줄 수 있는 장점이 있으나[7], 계산량이 많을수록 결과의 불안정과 선형성 해석의 어려움이 단점이 있다. 그리고 공공공사 사업비 분석에 의하면 발주자 프로세스의 대안으로 이론적인 개선책은 타당하나[8], 초기 의사결정에 객관적인 검증에 대한 분석요건이 부족하며, 용도별 공사비산정으로 모델을 제시한 경우도 있으나[9], 대안으로 활용하기 위해서는 추가적인 검증이 필요하다.

2.2 공사비 관련 연구모형

기존 연구에서는 일반적으로 대표적인 단위면적당 공사비산정[5]의 구조와 현행 표준품셈에 의한 공사원가 계산방식은 실제 시장가격을 반영하기에는 예정공사비와 실제공사비의 격차를 해소할 수 없다는 문제점 등으로 적자수주의 현실이 주요원인으로 불안정한 초기예산을 가질 때, 시공단계로 넘어가서 발견되는 예정공사비의 문제점이 도래한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 미래 지향적이며 합리적인 적정공사비 산정방식이 필요하다. 이에 시공자가 공사를 수행하기 위한 경제적 이윤을 위해, 향후 유사 공사 예정가격 산정의 기준단가로 활용하는 적합회귀모형에 가치를 두고 있다.

선행 연구에서는 실적공사비 데이터를 통한 다양한 문제점을 도출하여, 이론적 접근성에 예정가격 제시를 하고 있으나 해결점은 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 총공사비(준공된 실적자료 예정공사비)에 대한 중위수를 활용하여 대안을 제시하고자 한다.

3. 총공사비의 실적자료 분석

실적자료공사비를 통한 공사비분석을 위하여 2009년~2011년까지 발주한 공공건축물 실적공사비자료에 의한 총공사비(100%) 100~300억사이의 53개 프로젝트를 대상으로 공공건축물 유형별(14개) 공사비자료와 공정별 총공사비 구성비는 다음과 같다.(Figure 1, Figure 2). 본 연구에서는 총공사비(100%)에 대한 유형별 공사비(14개) 항목을 단순화하여, 공정별공사비를 5개 종류로 구분하여 기초분석을 위한 실적자료 검토로 활용하고자 한다.

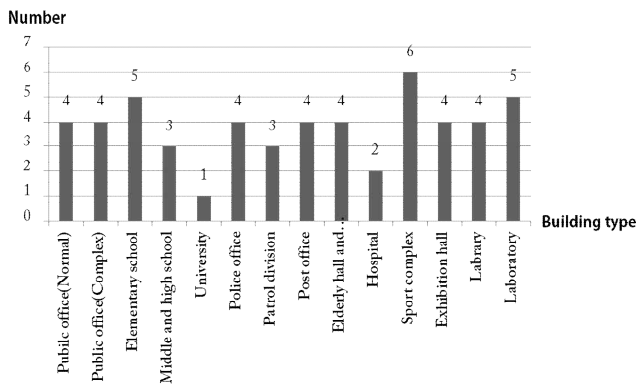


Figure 1. Comparison of building type

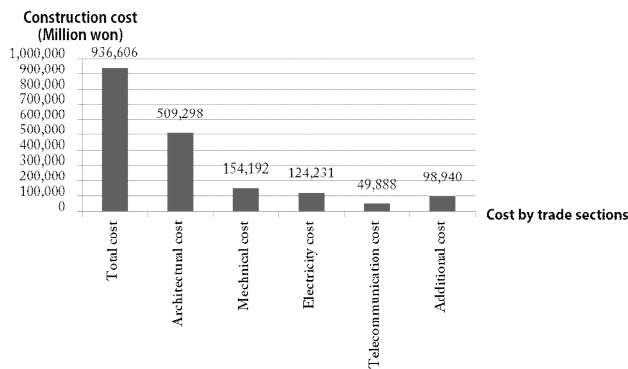


Figure 2. Composition ratio of total construction costs

3.1 실적자료 검토를 위한 기초분석

실적자료에 대한 선정된 변수를 검토하기 위하여 기초분석적으로 기술통계량(Table 1)과 두 변수간의 정규분포도 측정을 위하여 산점도(Figure 3)는 다음과 같다. 산점도의 상관의 유무를 살펴보면, 설명변수(x)값이 증가하면, 반응변수(y)값도 증가하는 경향으로 정규성에 따른 상관관계에 있으므로 다음 절에서 추정방법을 살펴본다.

Table 1. Description statistics

Classification	Mean (million)	Minimum (million)	Maximum (million)	Standard Deviation
Y_total	17,671.81	10,221	28,817	5,097.883
X_1	9,609.40	5,304	17,668	2,561.307
X_2	2,909.40	885	7,171	1,485.495
X_3	2,343.98	997	4,805	953.502
X_4	941.28	174	2,306	455.641
X_5	1,866.79	82	5,198	1,173.379

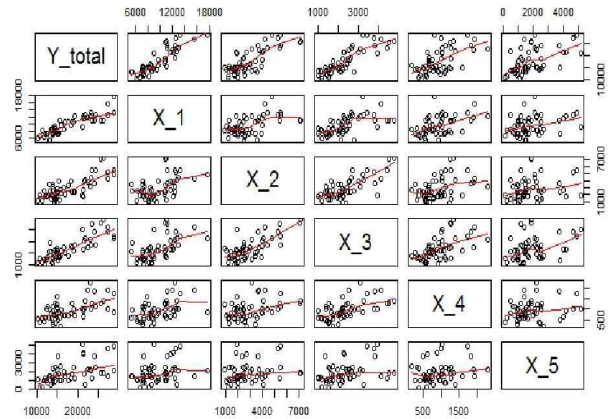


Figure 3. Scatter diagram matrix

3.2 실적자료 검토를 위한 분석

실적자료 수집에 의한 변수들 간의 관계를 수식화 하여, 정량적인 예측모형의 기초자료로 활용하여, 적합성을 검토하고자 한다. 우선, 평균에 대한 중위수의 오차율을 살펴보면, 다음 표와 같다(Table 2).

Table 2. Error rate of each work cost

Classification	Mean (million)	Median (million)	Error rate (%)
Y_total (Total cost)	17,672	15,438	12.64(%)
X_1 (Architecture)	9,609	8,949	6.86(%)
X_2 (Mechanical system)	2,909	2,490	14.40(%)
X_3 (Electricity)	2,344	2,212	5.63(%)
X_4 (Telecommunication)	941	895	4.89(%)
X_5 (Others)	1,867	1,528	18.15(%)

$$\ast. \text{ Error rate (\%)} = \frac{|Mean - Median|}{Mean} \times 100(\%)$$

앞의 표에서 X_1, X_3, X_4의 오차율은 각각 6.86%), 5.63%, 4.89%으로 일반적 공사비 예측 정확도의 오차범위에 존재하므로 잠정적인 활용 가능한 보정 값이다. 그리고 전기공사비:X_2, 부대시설공사비:X_5의 절대평균오차율 각각 14.40%와 18.15%으로 기획단계의 공사비 예측정확도에서 상세견적으로 -5~+15%로 규정하고 있는 Albert Hamilton[5]이 제시한 것에 비하여 다소 높은 공사비 예측의 정확도를 나타내므로, 추정공사비로 적용하기에는 부적합으로 판단된다. 그러나 Y_total(총공사비)의 절대평균오차율은 '12.64%'으로 예정공사비 기초자료로 가 능할 수 있으나 신뢰성 및 타당성 평가 분석이 필요하다.

3.2.1 신뢰도 분석

신뢰도 분석은 측정결과에 오차가 들어 있지 않은 정도 즉, 분산에 대한 체계적 정보를 반영하고 있는 정도라고 정의한다. 따라서 타당성 평가의 영향은 얼마나 정확히 측정하였느냐의 결과이다. 따라서 신뢰도분석을 수행한 결과 다음과 같다(Table 3).

Table 3. Reliability analysis on the cost of each work type

Classification	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted	Reliability Statistics
Y_t	1.000	.708	.770
X_1	.794	.657	
X_2	.703	.721	
X_3	.814	.736	
X_4	.572	.780	
X_5	.441	.766	

Cronbach의 알파에 의하여 산출된 신뢰도계수(내적 일치도)[12]는 신뢰성이 있는지를 판단하는 수치로, 1에 가까울수록 내적 일치도가 높다. 100~300억의 신뢰도계수 (.770)으로 신뢰성이 있다고 판단되므로 타당성을 보여주고 있다. 그리고 공종별공사비(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)의 신뢰도계수는 각각 .657, .721, .736, .780, .766으로 건축공사비(.657)을 제외하곤, 0.70이상으로 각 구성 개념들이 전반적으로 높은 내적 일관성을 지니고 있음이 입증되므로 타당성이 확보된 것으로 나타났다.

3.2.2 상관관계 분석

상관관계분석은 두 변수가 연속형 자료일 때, 두 변수간의 선형관계의 크기를 모수적인 방법으로 나타내는 값을 분석하기 위해 사용하는 방법으로, 만약 변수들이 정규분포에 따른다면 기본 측정법인 피어슨의 적률 상관관계를 사용한다. 피어슨 상관계수는 $-1 \leq r \leq 1$ 의 범위를 갖는다. 총공사비(Y_total)의 공종별공사비(X_1~X_5)에 대한 상관관계 분석을 측정한 결과는 다음과 같다(Table 4).

설명변수(X_1~X_5)간의 상관관계 분석 결과를 요약하면, 일반적으로 유의수준($p < 0.05$)을 기준으로 상관계수가 0.8이상이면, 다중공선성이 있다고 판단한다. 따라서 상관계수가 0.8이상인 변수(X_1, X_3)가 존재함으로써, 다중공선성이 존재하는 것으로 파악할 수 있다. 그리고 부대시설공사비(X-5)에서 건축공사비(X_1)을 제외하고는 유의확률(양측검정)이 유의수준(0.05)보다 크므로 변수 간에 상관관계에 의심되어 재평가가 필요하다. 이에 따라 실적자료에 기초한 분석모형을 다음 4장에서 살펴본다.

Table 4. Pearson correlation coefficient of the cost

Classification		Y_total	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Y_total	P.C	1	.877**	.773**	.844**	.602**	.531**
	Sig.		.000	.000	.000	.000	.000
X_1	P.C	.877**	1	.513**	.605**	.467**	.306*
	Sig.	.000		.000	.000	.000	.026
X_2	P.C	.773**	.513**	1	.747**	.400**	.211
	Sig.	.000	.000		.000	.003	.130
X_3	P.C	.844**	.605**	.747**	1	.601**	.356**
	Sig.	.000	.000	.000		.000	.009
X_4	P.C	.602**	.467**	.400**	.601**	1	.212
	Sig.	.000	.000	.003	.000		.127
X_5	P.C	.531**	.306*	.211	.356**	.212	1
	Sig.	.000	.026	.130	.009	.127	

-. Pearson Correlation(P.C)

**Correlation is significant at the 0.01 level

*Correlation is significant at the 0.05 level

4. 총공사비 예측모형 개발

공사비 예측모형 개발을 위한 실적자료 분석은 제 3장에서 선정된 설명변수를 바탕으로 수행하였다. 이때 다중회귀 분석을 위해 축소모형인 후진 단계별 회귀방법을 적용하였고, 각 단계별로 반응변수(총공사비)에 대한 설명력이 낮은 변수를 제거하는 분석 방법을 수행하였다. 그리고 분석은

통계프로그램인 R-package을 활용하였다. 본 장에서는 총공사비에 대한 공중별공사비(X_1~X_5)간의 적합모형을 제시하였다[10,11].

4.1 회귀분석

통계적으로 유의한 영향을 미치는 변수에 대한 설명력을 알아보기 위하여 회귀분석을 실시하였고, 다음과 같은 검증절차를 통하여 유효성을 검증하였다.

4.1.1 변수 선정

분석 변수선정은 총공사비(Y_total)을 반응변수(종속변수)로 선정하였고, 공중별공사비(X_1~X_5)를 설명변수(독립변수)로 선정하였다.

4.1.2 다중회귀분석

한 반응변수와 이에 영향을 미치는 둘 이상의 설명변수 간의 관계를 분석하여, 통계적으로 보정할 목적으로 모형에 넣어 통제하는 것이 다중회귀분석이다. X_1, X_2, \dots, X_k 는 k 개의 고정된(fixed) 설명변수이고, Y 는 일변량 반응변수인 다음의 다중회귀모형은 식(1)과 같다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (1)$$

여기서, $\beta_0, \beta_1 \dots \beta_k$: 회귀계수, ϵ : 오차항(서로 독립된 확률변수)

4.1.3 실적공사비 분석에 따른 추정모형

다음의 표는 실적자료를 기반으로, 총공사비에 각각 공중별 공사비의 추정된 다중회귀모형에 대한 모형적합검증을 위한 회귀분석의 결과는 다음과 같다(Table 5).

Table 5. Summary of regression model

Classification	R	R ²	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate(million)
X_1	.877	.770	.765	2,470.723
X_2	.773	.598	.590	3,265.161
X-3	.844	.713	.707	2,758.292
X_4	.602	.362	.350	4,110.557
X_5	.531	.282	.268	4,362.262
Y_total	1.000	1.000	1.000	1.757

-Predictor : (Constant), X_5, X_2, X_4, X_1, X_3

-Dependent Variable : Y_total

상기 회귀분석의 결과에서, 결정계수(R^2)과 유의수준(Sig.)은 통계적 유의성을 판정하기 위한 척도로서, 사회과학분야에서는 결정계수(R^2 :0.7이상)이고, 유의수준(α :0.05미만)이면 분석의 타당성이 있다고 간주한다[13]. 따라서 X_1, X_3,는 .770와 .713으로 설명변수가 공사비를 설명하는데 있어 충분한 설득력이 있다고 간주하며, X_4, X_5는 각 .362와 .282으로 타당성이 의심되므로 재평가 필요하며, 총공사비(Y_total)의 1,000으로 설명변수들이 서로 밀접한 관계를 가짐으로 인해 분석의 결과를 왜곡시키는 다중공선성을 고려해야 한다.

분산분석 결과에 의하면(Table 6), 총공사비(Y_total) 다중회귀모형의 분산은 1.351e9이며, 오차도 145.151로써 설명되지 않는다. 특히, 기각역은 $R : F \geq F_{(5,47,.05)} = 2.37$ 이므로, '기울기가 0이다'라는 귀무가설(H_0)을 기각하기에 충분히 크다는 것으로, 통계적으로 유의할 수 있으나, 또한 5종류(X_1~X_5)의 $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u_5$ VS. $H_1 : u_i$ 들이 모두 같지 않으므로, 분석의 결과를 종합해 보면 총공사비(Y_total)를 설명하는데 유의한 모형이라 할 수 있다. 그리고 회귀모형의 적합성 여부를 알기 위하여 잔차분석의 결과는 Figure 4와 같다.

Table 6. Analysis of variances

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
X_1	Reg.	1.040e9	1	1.040e9	170.378	.000
	Res.	3.113e8	51	6.104e6		
	Total	1.351e9	52			
X_2	Reg.	8.077e8	1	8.077e8	75.758	.000
	Res.	5.437e8	51	1.066e7		
	Total	1.351e9	52			
X_3	Reg.	9.634e8	1	9.634e8	126.624	.000
	Res.	3.880e8	51	7.608e6		
	Total	1.351e9	52			
X_4	Reg.	4.897e8	1	4.897e8	28.980	.000
	Res.	8.617e8	51	1.690e7		
	Total	1.351e9	52			
X_5	Reg.	3.809e8	1	3.809e8	20.017	.000
	Res.	9.705e8	51	1.903e7		
	Total	1.351e9	52			
Y_total	Reg.	1.351e9	5	2.703e8	8.752e7	.000
	Res.	145.151	47	3.088		
	Total	1.351e9	52			

-. Regression(:Reg.), Residual(Res.)

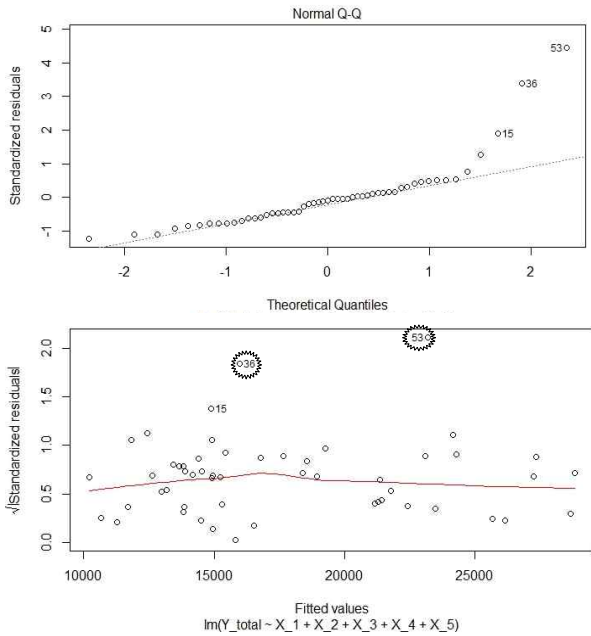


Figure 4. Residual analysis

설명변수의 값에 따르면, 잔차 및 정규확률 그래프는 대략 0에 관하여 직선에 가깝고, 점들이 특정한 형태를 따르지 않으며, 모든 점들이 ±2의 범위에 범위 내에 나타나서, 모든 관측값의 확률이 약 95%로서 표준정규분포를 가정할 수 있으며, 데이터의 집합이 평균과 중위수의 값을 확인할 수 있고, 스튜던트화 잔차에 대한 식(2)와 같다.

$$e_{(i)} = \frac{e_{(i)}}{sd(e_{(i)})} = (y_i - \hat{y}_i) / \widehat{sd}(y_i - \hat{y}_i) \quad \text{----- (2)}$$

특히, 표준화 제외 잔차가 ±2 보다 크면 이 관측치는 이상치라 하여, 관측치 36, 53은 추정모형에서의 이상치(2개) 판단된다. 케이스별 진단으로부터 얻어진 제거변수의 결과는 다음과 같다(Table 7).

Table 7. Casewise diagnostics

Case Number	Standard Deviation	Y_total	Predicted Value	Residual
36	3.330	15978	15972.15	5.851
53	4.281	23184	23176.48	7.523

데이터 분석의 첫 단계는 이상점을 제거하는 것이다. 이 예 회귀식의 정확성을 높이기 위해, 축소모형인 후진 단계별 회귀방법을 적용하였다[11]. 따라서 이상점을 제외한 회귀분석 결과를 적합회귀모형으로 선정하였다(Table 8).

Table 8. Optimum regression model

Classification	Model formula(1,000,000)		
	Mean	Median	Error rate(%)
X_1	9,609	8,949	6.86(%)
X_2	2,909	2,490	14.40(%)
X_3	2,344	2,212	5.63(%)
X_4	941	895	4.89(%)
X_5	1,867	1,528	18.15(%)
Y_total	17,672	15,438	12.64(%)

상기 모형 진단 결과로부터 적합회귀모형으로 선정하여, 각 공종별 총공사비 비교분석한 결과의 절대오차율에서 기계공사비(X_2)와 부대시설공사비(X_5)는 각각 평균절대오차율이 14.40%와 18.15%로 나타났다. 이를 적정보정율에 적용하는 것은, 제시된 오차범위에서 다소 높아 예측정확도가 떨어지므로 제외하였다[5]. 그리고 현행 공공공사에서 일반관리비 30억원 이상에 5%의 이윤을 제시하고 있으나[13], 총공사비 대비 실적공사비(80%정도)에 일률적으로 적용하면, 적정공사비 산정에 왜곡된 공사비가 산출되고, 실적공사비의 구성도 여러 공사의 평균치 개념이므로, 평균치에서 벗어난 공사의 총공사비에서 차이가 나타날 수 있으므로, 발주기관에서 상한치의 제도를 총공사비(100%)에 적용한다면, 실행공사비에서의 실손오차를 줄일 수 있다.

그리고 총공사비에 대한 절대평균오차율 12.64%는 각 공종별 총공사비 합계의 절대오차율이므로, 추정치로써 의미는 없으나, 총공사비의 적합회귀모형으로써 의미가 크다. 따라서 본 연구에서 적용하고자 하는 추정 절대평균오차율 결과는 다음과 같다(Table 9). 도출된 오차율 6.86%, 5.63%, 4.89%의 평균오차율은 5.79% 적정보정율으로 책정하여, 다음 절에서 사례분석에 적용하였다.

4.2 사례 분석

앞장에서 도출된 평균오차율(MER)을 검증하기 위하여, 별도의 7개 자료(100억 이상 4개, 200억 이상 3개)를 통해 검증을 실시하였다(Table 10).

Table 9. Mean error rate of each cost

Classification	Mean Error Rate(%)
X_1	6.86(%)
X_3	5.63(%)
X_4	4.89(%)
(X_1+X_3+X_4)/3	5.79%

Table 10. Data for verification

Case	Y_total (Million)	X_1 (Million)	X_2 (Million)	X_3 (Million)	X_4 (Million)	X_5 (Million)
Case1	10,537	5,564	1,740	1,554	793	884
Case2	13,708	8,892	1,865	1,209	583	1,156
Case3	15,283	9,652	2,007	1,676	591	1,356
Case4	19,091	12,705	2,189	2,398	652	1,145
Case5	21,699	12,074	1,463	2,540	625	4,996
Case6	25,429	11,642	1,858	2,949	2,097	6,881
Case7	28,791	15,723	6,556	2,734	1,835	1,960

Table 11. Result of verification

Case	AV	CV	PV(AV+CV)
Case1	5,564,000,000	322,155,600	5,886,155,600
Case2	8,892,000,000	514,846,800	9,406,846,800
Case3	9,652,000,000	558,850,800	10,210,850,800
X_1 Case4	12,705,000,000	725,619,500	13,440,619,500
Case5	12,074,000,000	699,084,600	12,733,084,600
Case6	11,642,000,000	674,071,800	12,316,071,800
Case7	15,723,000,000	910,361,700	16,633,361,700
Case1	1,554,000,000	89,976,600	1,643,976,600
Case2	1,209,000,000	70,001,100	1,279,001,100
Case3	1,676,000,000	97,040,400	1,773,040,400
X_3 Case4	2,398,000,000	138,844,200	2,536,844,200
Case5	2,540,000,000	147,066,000	2,687,066,000
Case6	2,949,000,000	170,747,100	3,119,747,100
Case7	2,734,000,000	158,298,600	2,892,298,600
Case1	884,000,000	51,183,600	935,183,600
Case2	1,156,000,000	66,932,400	1,222,932,400
Case3	1,356,000,000	78,512,400	1,434,512,400
X_4 Case4	1,145,000,000	66,295,500	1,211,295,500
Case5	4,996,000,000	289,268,400	5,285,268,400
Case6	6,881,000,000	398,409,900	7,279,409,900
Case7	1,960,000,000	113,484,000	2,073,484,000
Case1	10,537,000,000	610,092,300	11,147,092,300
Case2	13,708,000,000	793,693,200	14,501,693,200
Case3	15,283,000,000	884,885,700	16,167,885,700
Y-total Case4	19,091,000,000	1,105,368,900	20,196,368,900
Case5	21,699,000,000	1,256,372,100	22,955,372,100
Case6	25,429,000,000	1,472,339,100	26,901,339,100
Case7	28,791,000,000	1,666,998,900	30,457,998,900

* 실제값(Actual value : AV) : 백만(1,000,000)단위에서 반올림
 * 보정값(Correction value: CV) = 실제값 * 평균오차율(5.79%)
 * 추정값(Prediction value:PV)=실제값+(실제값*평균오차(%))

사례분석자료는 통계적 유의성 검증에 의한 타당성 적합 보정율을 선정된 X_1, X_3, X_5 실적자료에 적정보정율을 적용한 검증 결과이다(Table 11).

5. 결 론

본 연구의 목적은 신규공공건축물 총공사비에 대한 적정보정율은 기획단계의 의사결정에 기초자료로 활용함으로써, 적자수주의 기업이윤에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단한다. 따라서 적정회귀모형의 정량화에 근접하기 위해서 축소모형을 비교분석하여, 중위수의 평균에 대한 절대평균오차율의 검증 결과로 나타난 본 연구의 결론을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 총공사비 실적자료를 분석한 결과 각 공정별 공사비와 총공사비는 양의 상관관계에 있는 것으로 나타났으며, 오차율에 대한 신뢰도 분석결과 .770으로서 내적 일관성이 확보된 것으로 나타났다.

둘째, 적합모형에 대한 회귀분석의 결과를 다중공선성 및 잔차분석을 통해 적합회귀모형으로 선정하였다. 그 결과 기계공사비와 부대시설공사비는 오차율이 높아 예측정확도가 저하되므로 제외하였으며 나머지 건축공사비, 전기공사비, 통신공사비를 이용한 총공사비 적합회귀모형을 확정하였다. 또한, 추정 절대평균오차율을 분석하여 5.79%를 적정보정율로 책정하였다.

본 연구는 총공사비에 적정보정율 책정함으로써, 기업에 적정이윤을 보정할 수 있을 것으로 보며, 체계적이고, 합리적인 산정을 할 수 있도록 기초자료로 제시하였다. 다만, 실적자료 데이터에 따라 예측값이 달라질 수 있으므로, 향후 체계적인 실적자료 축적과 분석에 필요한 신뢰성 있는 영향변수 추가와 더불어 추정방법을 수정해 나가는 연구가 필요하다.

요 약

본 연구는 공공건축물의 실적공사비 분석을 통해 총공사비에 대한 적정보정율을 기초자료로 제시하고자 한다. 이에 대해 조달청에서 발주한 2009~2011년에 준공된 53개 프로젝트를 연구 대상으로 하였다. 공사비 분석은 주요 공정인 건축, 기계, 전기, 통신, 부대시설에 대하여 빈도론적 관

점에서 중위수를 활용한 절대오차율을 기반으로 총공사비에 대해 비교·분석하였다. 이를 통해 적합회귀모형을 선정하고 보정율을 책정하였다.

키워드: 공공건축물, 적정보정율, 총공사비

References

1. Lee HI, Park CH. Construction business survey index, Construction and Economy Research Institute of Korea, 2013 Apr;13(3):1-7
2. Jeoung M, Lee G. A Case Study on Owner's Loss Incurred due to the Financial Cost of Public Construction Works in Korea, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2008 Jun;9(3):136-7.
3. Yoon WS, Lee HC, Lee HM, Go SS. A Study on the Presumption of Construction Cost of Public Apartment by Analyzing Actual Construction Cost, Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2009 Mar;10(2):132-3.
4. Kwan SH. Survey and analysis, 1st ed, Paju (Korea): Jayou academy: c2004, Chapter 6, Basic statistical analysis: p.116-120.
5. Seo JO, Ryu HG, Lee DR. Development of Public Office Cost Estimating Framework in Feasibility and Design Stage, Journal of Architectural Institute of Korea (Structure system), 2008 Mar;24(3):153-160.
6. Koo WY, Kim JG, Lee JS, Park HG. Cost Estimating Method for the Public Office Building at the Early Stage. Proceeding of conference in the 7th Korean Institute of Construction Engineering and Management; 2007 Nov 9-10; Pukyong Univ, Busan (Korea): Korean Institute of Construction Engineering and Management; p.261-6.
7. Albert Hamilton, Management by Projects achieving success in a changing world, 1st ed, London: Thomas Telford House; c1997, 449 p.
8. Tak SW, Cho JH, Lee JS, Chun JY. The Study of Status and Analysis the Government Building Construction Cost Management, Journal of the Architectural Institute of Korea, 2008 Jan;24(1):123-130.
9. Lee HS, Jung MJ, Park MS, Son BS. Cost Estimating for Public Facilities at Early Stage Using Functional Area Cost(Focusing on Army Barracks), Korean Institute of Construction and Engineering Management, 2010 Nov;1(6):3-13.
10. Winston Chang. R Graphics Cookbook, 1st ed, Sebastopol: O`Reilly Media; c2012, 397 p.
11. Paul Teator. R Cookbook, 1st ed, Sebastopol: O`Reilly Media; c2011, 413 p.
12. Kwan SH. Survey and analysis, 1st ed, Paju (Korea): Jayou academy: c2004, Chapter 7, Basic statistical analysis: p. 163-164.
13. Emmett Elam. Agricultural statistics, 1st ed, Lubbock: Texas tech university: c2004, Chapter 4, Scatter diagrams and correlation; p. 1~23.