

공사규모에 따른 공공건축물 공사비의 산정방법

Cost Estimating Method of Public Building Construction through Construction Scale

임진호¹ 박준모^{2*} 김옥규³

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

Graduate School, Chungbuk National University, Cheongju-Si, Chungbuk, 362-763, Korea¹

Institute of Construction Technology, Chungbuk National University, Cheongju-Si, Chungbuk, 362-763, Korea²

Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University, Cheongju-Si, Chungbuk, 362-763, Korea³

Abstract

As there are a lot of differences in the public building construction cost depending on the construction scale of actual construction cost system, a lot of problems occur in the estimation of the cost. So, the development of a predictive model depending on the construction scale shall be used in a way that it is applied to the case selectively and differently. This study drew a cost estimating model through a regression analysis. For this, 42 construction sites which were ordered during 2011 to 2012 by Public Procurement Service data were selected as a historical data. Based on the application of the model to new construction and the verification of its effect, the reasonable model for estimating the construction cost has been suggested.

Keywords : cost estimating method, public building, construction scale

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

공공건축공사에서 실적공사비제도는 초기단계 프로젝트에서 매우 중요한 의미를 갖지만, 운영상 다양한 문제점 등이 제기되어지고 있다. 특히, 예정가격 산정은 원가 계산방식 중심에 복잡하고, 경직되고 왜곡된 산정체계의 공사원가 계산방식으로 실제 시장가격을 반영하기에는 예정공사비와 실적공사비의 격차를 해소할 수 없다는 문제점이 있다[1]. 반복된 최저낙찰제로 인한 단가 하락의 구조가 신규 실적공사비에도 영향을 주고 있지만, 아무런 보정 없이 적용되고 있다. 이에 현장에서 발생된 괴리

인한, 요구되는 품질 및 공기 측면에서 위험을 받을 가능성이 높다.

이러한 위험의 가능성을 조금이나마 해소하기 위해서 소급 적용할 수 있는 산정기준이 필요하다. 이에 효율성이 적절하지 못한 공사규모(본 연구에서는 연면적을 의미함)에서 문제점을 분석하고자한다. 공사규모에 비례해서 평균 60% 정도 차지하는 건축공사비는 증가하지 않고, 상당한 차이가 나타나고 있는 현상은 규모에 있어서 건축비가 어떻게 달라지는 것에 대해 알 수 없다. 이에 차등적이고 선별적으로 적용할 건축공사비에 대한 산정기준이 필요하다(Figure 1).

따라서 본 연구는 기존 연구논문에서는 언급하지 않았던 특정 조건(공사규모)에 대해 산정방식을 살펴보고, 규모에 따른 공사비의 차이점을 비교·분석하여 문제점을 도출하고 이를 해결할 수 있는 산정방식을 제시하고자 한다. 또한 자료의 특수성에 상세 수준을 간소화하여, 실증적 방법에 의한 합리적인 적정가격 기준이 될 수 있는

Received : November 10, 2014

Revision received : March 2, 2015

Accepted : March 26, 2015

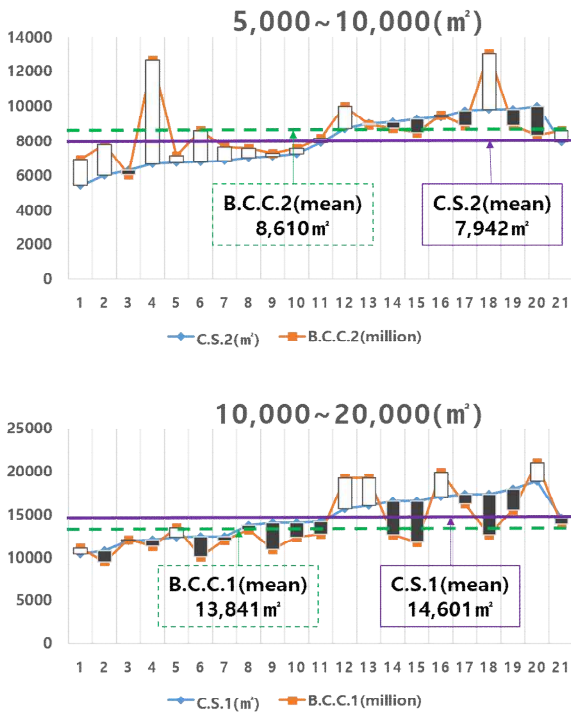
* Corresponding author: Park, Jun-Mo

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

©2015 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

건축공사비 추정이 가능한 예측모형을 마련하는데 목적이 있다.

다음 Figure 1는 공사규모(Construction Scale; C,S)에 따른 건축공사비(Building Construction Cost; B.C.C)의 차이를 비교분석한 내용으로써, 본 연구의 배경이 되는 자료이다. Figure 1에서 살펴보면, 각각 공사규모에 대한 건축공사비의 차이를 비교분석한 것이다. 여기서, 공사규모와 건축공사비는 일반적으로 비례하는데, C.S에 대한 각각 B.C.C에서 건축공사비는 상당한 차이를 나타내고 있다.



*.Here, Refer to the B.C.C(Building Construction Costs) C.S(Construction Scale), B.C.C1 & C.S1 and B.C.C2 & C.S2 is the correlation with each other.

Figure 1. Comparison average of B.C.C and C.S

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 총공사비의 적용대상이 되는 공중별공사비 중 건축공사비를 대상으로 하였다. 이는 공사규모가 증가 할수록, 시공규모에 따른 건축공사비도 일반적으로 증액되어야 하는데, 이에 공사비의 격차가 크게 나타나고 있다(Figure 1).

본 연구는 기존 연구와 차별성을 위해, 공사규모에서

문제점으로 제시하여, 건축공사비에 대한 단가의 왜곡된 현상을 보편성, 타당성에 기반 하였다. 예정공사비의 오차를 없애는 것은 불가능하므로 초기단계에서 발주자는 건축물이 규모와 예산을 고려하여, 총공사비를 상세견적에 가깝게 예측함으로써, 오차를 줄이는 방법으로 결과를 얻는다[2]. 이에 대해 조달청에서 발주한 2011~2012년에 준공된 공사규모 5,000~10,000m²과 10,000~20,000m²로 각각 21개 현장을 사례로 분석하였다. 불특정다수 변수가 공사비에 선정되더라도 변수에 영향은 각각 다르게 존재하기 때문에 세분화하면 문제가 어려워지므로, 지금까지 실적공사비에 대해 기존의 연구방식과 일부 공사의 성격, 설계내용, 현장여건 등에 따라 내용이 달라 질 수 있는 부분은 연구범위에서 제외하였다.

따라서 본 연구는 건축물을 시공하는데 필요한 공중별 세부공사비 중 60% 이상을 차지하는 건축공사비를 연구의 범위로 한정하여 비교·분석하였다(Figure 2). 연구의 방법은 단순회귀분석을 활용한 예정공사비를 예측하고, 분류기준에 다소 미흡한 점은 단위면적방법을 이용하여 편차율을 예측모형에 활용하였으며 순서는 다음의 Figure 2와 같다.

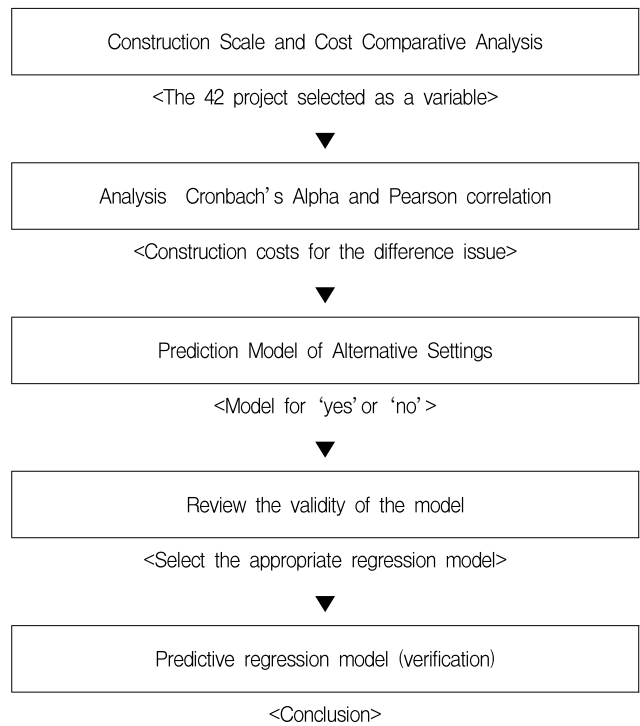


Figure 2. Research methodology

2. 이론적 고찰

2.1 선행연구 분석 및 문제점

최근 공공 건축공사의 규모가 크고 다양한 특수성에 따라 예정공사비 산정에 대한 문제점과 불확실성이 나타나고 있다. 이로 인한 사업내용의 변질과 공사단가의 신뢰성 확보의 문제점으로 예측공사비를 산정하는데 효율성을 발휘하지 못하는 실정이다. 이러한 단가의 불일치 등 운영상의 문제점에 대해 꾸준히 연구가 진행되고 있으나, 적정공사비 산정에 있어서는 편차에 대한 인식의 차이와 검증 부족으로 인한 불안정한 초기예산에 어려움이 있다. 유사한 대표적인 국내 문헌을 살펴보면, Seo et al.[3]는 실시설계 완료 후 공사비 예산증가에서 검증부족에 오는 단점이고, Yoo et al.[4]는 사례의 부족함으로 인한, 규모(연면적)에 대한 총공사비의 산정방식은 효율성이 떨어지고, 구체적인 내용이 미흡하므로 단점이 큰 문제점이다. 그리고 Koo et al.[5]에서는 공사비 규모 산정방법을 제안하였으나, 총공사비에 대한 비교분석에서 선형성 해석의 어려움과 논리적인 분석이 부족하다. Lee et al.[6] 기존 개산견적 문제점에 대한 정리와 설계대안 변화에 따른 수량과 구성항목의 변화에 탄력적으로 대응할 수 있는 정밀성을 보여주지만, 다양한 공공건축물의 적용이 어렵다.

이와 같은 기존 연구는 공사비 예측을 중심으로 정확도에 대해 주로 연구를 하고 있는데, 초기단계에서 공사비 추정값 밖에는 제시하지 못하고 있다. 그러므로 예측방법의 구분과 실적자료 분석 및 활용과 관련 연구는 부족하여, 발주자 입장에서 현실성과 포괄적인 산정방식으로 설득의 한계를 보인다. 특히, 규모에 따른 공사비 산정방식은 더욱 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문은 공사규모 해석에 대해 구체적으로 접근하고자 한다.

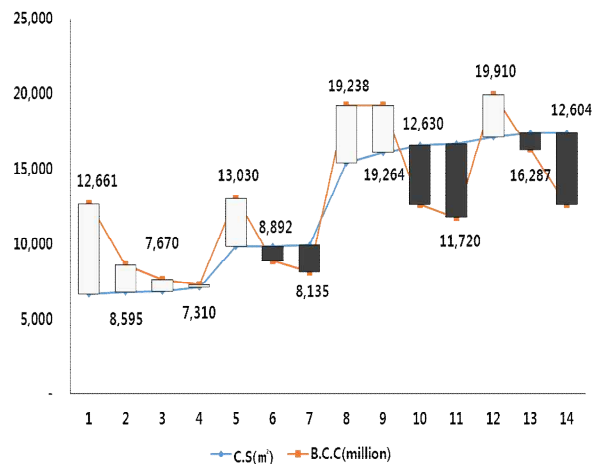
한편, 국외 연구문헌에서는 미국의 RS Means와 영국의 BCIS(Building Cost Information Service)경우에서 유사한 부위별 비용분석을 사용하는데, 지역별 보정범위가 최저 0.67~1.31에 달하는 상당한 수준이며, 일본은 Unit Price제도는 공사과정의 주요자재에 물가변동폭이 일정수준을 넘으면 공종비율 상향조정하여 보정해준다[7]. 이렇게 보정 방안이 효율적으로 제시되고 있다. 본 연구는 현행 복잡하고 세분화된 기존 견적방식이 아닌 이해하기 쉬운 단순한 방식으로, 축적된 과거실적자

료를 기반으로 한 산정방식을 제시하고자 한다.

2.2 실적자료 검토

실적자료 검토를 위해서, 본 연구의 사례로 선정한 공사규모 중에서 건축공사비의 금액의 차이가 크게 나타나는 14개(35%) 프로젝트를 선정하여, 비교분석한 Figure 3과 Table 1이다.

Figure 1의 시각적인 차이를 Table 1에서는 격차에 대해 정량적으로 비교분석하였다. 즉, 기준 값인 각각 표준(본 연구에서 유사한 규모 중 큰 값을 기준)보다 공사규모는 작은 반면, 건축공사비의 차액은 많이 나타나고 있다. 예를 들면, ④번의 공사규모7,103㎡에 건축공사비 7,310,000,000원인데 비해, 각 ①, ②, ③의 규모 및 공사비는 최대 429㎡에 5,351,000,000원 많다. ⑭번에서는 최저 2㎡에 공사비 3,683,000,000원으로 차액이 크게 나타나고 있다. 실적자료의 정량화된 단순한 수치 비교이지만, 차등적이며 선별적인 기준과 기존의 세부공종별 실적공사비단가의 산정기준 및 유효한 실적데이터의 축적에 범위의 확대 개발과 공사규모의 성격에 따라 보정이 필요하다.



*.Here, the value of each B.C.C in accordance with the C.S

Figure 3. difference analysis for B.C.C and C.S

Figure 1, 2에서 비교분석한 결과, 준공된 42개 프로젝트 중에서 27개(64.3%)에 해당하는 공사에서 일반적으로 공사규모가 클수록 건축공사비가 비례하는데, 역으로 차액이 크게 나타나고 있다. 이는 건축공사비에 직접적으

로 영향을 주는 변수는 공사규모에 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 합리적인 예측계획적인 공사비 분석을 위한 산정방법으로 실적자료를 단순 확률적 공사비에측을 통한 오차율 감소[8]가 장점인 회귀 분석법과 단위면적당 공사비(원/㎡)와 공사규모(연면적) 사이의 상관관계를 도출해 내는 것이 용이한 단위면적당 평균공사비를 이용하여 비교분석한 후, 건축공사비를 예측하는데 활용하여 산정방법을 제시하였다.

Table 1. Comparative analysis of similar construction scale

No	Construction Scales(㎡)		Building Construction Costs(won)	
	Gross Floor Area Difference		Construction Cost Difference	
		6,674		12,661,000,000
①		-429 (④-①)		5,351,000,000
		6,779		8,595,000,000
②		-324(④-②)		1,285,000,000
		6,864		7,670,000,000
③		-239(④-③)		360,000,000
	7,103		7,310,000,000	
④		STANDARD		
		9,805		13,030,000,000
⑤		-117(⑦-⑤)		4,895,000,000
		9,825		8,892,000,000
⑥		-97(⑦-⑥)		757,000,000
	9,922		8,135,000,000	
⑦		STANDARD		
		15,739		19,238,000,000
⑧		-861(⑪-⑧)		6,608,000,000
		16,059		19,264,000,000
⑨		-541(⑪-⑨)		6,634,000,000
		16,596		12,630,000,000
⑩		-4(⑪-⑩)		910,000,000
	16,600		11,720,000,000	
⑪		STANDARD		
		17,113		19,910,000,000
⑫		-308(⑭-⑫)		7,306,000,000
		17,419		16,287,000,000
⑬		-2(⑭-⑬)		3,683,000,000
	17,421		12,604,000,000	
⑭		STANDARD		

*. Here, Rounded to 1 million.

2.3 회귀분석법

회귀분석은 변수들 간의 관계를 알아보기 위한 통계적 분석기법이다[7]. 종속변수(결과변수)와 독립변수(원인변수)의 관계를 추정할 때 선형성을 가정하지만, 대부분의 회귀모형이 가정을 충족시키지는 못하기 때문에 결과 값의 신뢰성이 떨어진다[9]. 그리고 인과관계는 이론적인, 경험적 타당성에 의하여 분석 전 설정되는 것이지, 분석 후 설정되는 것은 아니다. 단순선형회귀모형은 식 (1)과 같이 정리된다.

$$Y_i = B_0 + B_1X_i + \epsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad \text{---- (1)}$$

단, ϵ_i 는 오차항이 서로 독립이고, $N(0, \sigma^2)$ 의 확률변수.

2.4 단위면적법

단위면적법은 각층의 바닥면적을 계산하여 층 바닥 면적을 산출함으로써, 공사비를 예측하는 방법이다. 즉, 건축물의 유형에 따라 단위면적당 공사비를 계획된 공사규모와 곱하여 전체공사비를 산정하는 방법이다. 과거의 유사한 공사를 평균값으로 측정하는 단점은 있으나, 바닥면적은 체적에 비해 전체공사비에 직접적으로 연결되어 있으므로 확실성이 높기 때문에 신속간결해서 대표적인 예정공사비 산정방법이다.

3. 실적자료 분석

본 장은 건축공사비의 추정된 예측모형 구축과 검증을 위해 공공건축물 실적자료를 수집·분석하였다. 공사의 성격, 설계내용, 현장여건 등에 따라 내용이 달라 질 수 있으므로, 공사규모에 한정하여 건축공사비에 대한 회귀모형 및 단위면적당(1㎡/원) 편차율을 산출하였다.

3.1 실적자료 분석대상 개요

수집된 실적자료는 2011~2012년까지 발주된 공공건축물로서, 분석대상인 공사규모 5,000~10,000㎡(Model I)과 10,000~20,000㎡사이(Model II)로 각각 21개, 총 42개 현장을 대상으로, 건축공사비의 기초분석으로 활용하고자 한다. Table 2는 자료현황을 정리한 것이다.

Table 2. Each type of performance data collection status

Building Type	Actual Data (N)		
	2011	2012	Sum
Government office	4	2	6
Educational building	3	2	5
Police office building	3	4	7
Post office building	2	2	4
Exhibition building	4	3	7
Hospital building	2	4	6
Research and development center	3	4	7
Total	21	21	42

3.2 기초분석

선정된 변수들을 검정하기 위한 기초분석으로 기술통계량은 Table 3과 같다. 여기서 일반적인 단순 통계방법으로 산술평균만을 이용한 값을 사용할 경우, 이상값의 정확성에 영향을 미치므로, 특히 장기간의 데이터 경우는 특정한 패턴이나 이상값(outlier)의 영향에 민감하지 않는 중앙값(median)을 사용하는 것이 좀 더 정확한 예측이 가능하므로, 이상값이 존재하는 한 평균값(mean) 분석만으로는 오류를 범할 수 있으므로, Table 3을 비교분석한 도표로 표시하면 Figure 4와 같다.

Table 3. Description statistics

Classification	Statistic	StdError	95% Confidence Interval		
			Lower	Upper	
M I	Min.	9507			
	Max.	21157			
	C.S.1 (m ²)	Mean	14189.8	815.819	12663.9 15743.7
	Median	14151			
	Std.Dev	3738.55		2495.06 4376.01	
B.C.C.1 (million)	Min.	10400			
	Max.	19669			
	Mean	14842.3	598.841	13630.2 16035.2	
	Median	12630			
	Std.Dev	2744.23		2091.02 3198.82	
C.S.2 (m ²)	Min.	5382			
	Max.	9987			
	Mean	8039.29	329.046	7368.53 8674.16	
	Median	7932			
	Std.Dev	1507.87		1221.15 1729.22	
M II	Min.	6060			
	Max.	13030			
	Mean	8596.81	365.352	7903.89 9320.21	
	Median	8339			
	Std.Dev	1674.25		786.922 2207.09	

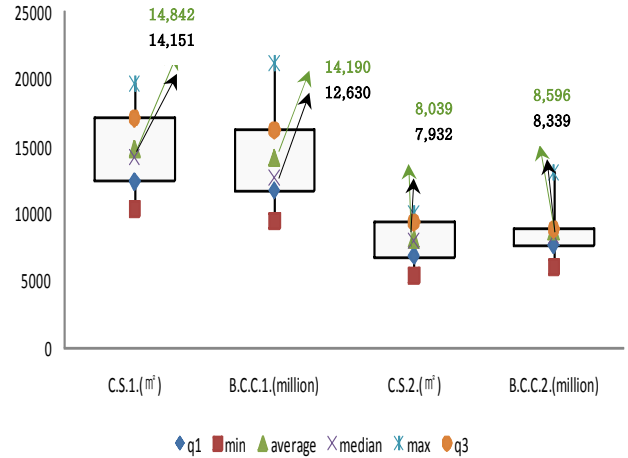


Figure 4. Comparative analysis of description statistics for the mean & median for 42 projects

Figure 4의 도표에 의하면, 공사규모와 건축공사비의 기술통계분석을 통해 추출된 값에서는 중앙값이 평균값 부근에 있음을 알 수 있으므로, 이상값이 존재하지 않는 것으로 판단된다. 이에 상관관계분석 다음 Table 4와 같다. Table 4에서 Model (I, II)의 건축공사비와 공사규모간의 상관계수는 각각 0.752, 0.413으로 공사규모가 커질수록 건축공사비도 커지고 있는 것을 나타낸 양의 관계를 나타내고 있다. 그러나 Model II에서의 0.413 (0.3 ≤ |r| ≤ 0.5)는 약한 상관관계이나, 두 변수 사이의 연관성에는 통계적으로 유의하다.

Table 4. Correlation analysis of model I, II

Classification	B.C.C.1 & 2	C.S.1 & 2	
			Pearson Correlation
Model I	B.C.C.1	Sig.(2-tailed)	.000
	N		21 21
	C.S.1	Sig.(2-tailed)	.000
Model II	B.C.C.2	Sig.(2-tailed)	.032
	N		21 21
	C.S.2	Sig.(1-tailed)	.032
	N		21 21

**Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed).

4. 건축공사비 산정방법

본 장에서는 3장의 실적자료 기초분석결과를 토대로 단위면적당 공사비와 공사면적을 이용한 단위면적법 및 단순회귀분석법을 실시하였다. Model I 과 Model II 에 대한 비교분석을 통하여 건축공사비를 산정하는 방법을 제안하였다.

4.1 단순회귀분석을 이용한 산정 및 검증

단순회귀분석에서 결정계수 값이 Model I 의 0.565으로 독립변수(공사규모)을 가지고 종속변수(건축공사비)를 대략 57%로 설명할 수 있는데 이는 약한 설명력을 갖고 있으며, Model II 의 0.170으로 약 17%로 0.4가 넘지 않기 때문에[8], 설명력이 있다고 보기 어렵기 때문에 기각될 수 있다. 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택하기 위해 필요한 것이 유의확률이다. 신뢰성이 있는지 여부를 판단하는데 결정적인 도움을 줄 수 있는 다음의 Table 5 에서 판단할 수 있다.

Table 5의 분석결과를 살펴보면, Model(I)에서 건축공사비를 공사규모의 영향요인으로 투입하는 회귀식 (Table 6)은 통계적으로 의미가 있는 것으로 나타났다 (F=24.675, p < .001). 이때 회귀식의 설명력으로 75.2%이다. 그리고 공사규모가 높아질수록 건축공사비는 다소 작아지는 것으로 나타났으며(t= -.324, p< .001), 다른 요인들은 모두 유의미하다. 모형(II)는 회귀식의 설명력으로 41.3%으로 통계적으로 유의미하나, 공사규모가 커질수록 건축공사비에 대한 영향력은 크게 나타났다 (t=1.974, p< .001).

Table 5. Optimum liner regression model

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t
	B	Std. Error	Beta	
Constant	-1008.574	3109.041		-324
C.S.1	1.024	.206	.752	4.967
I				
F		24.675		
R ² (adj.R ²)		.752(.565)		
Dubin-Watson		1.531		
Constant	4913.938	1896.407		2.591
C.S.2	.458	.232	.413	1.974
II				
F		3.898		
R ² (adj.R ²)		.413(.170)		
Dubin-Watson		1.096		

** . Correlation is significant at the 0.01 level(2_tailed)

Table 6의 추정된 회귀식을 가지고 예정공사비를 살펴 보고자 한다. 다중회귀로 분석한 경우 건축공사비(B.C.C)에 공사규모(C.S.1,2)가 직접적으로 영향을 미치는데, 그 크기는 “1.024과 0.458”이다. 각각 공사규모(C.S.1,2)가 한 단위 증가함에 각각 대략 1.024 및 0.458만큼 증가할 때, 건축공사비(B.C.C)도 증가한다.

Table 6. Suggested model

Model	Final model of public building construction cost
I	$B.C.C:1 = -1008.574 + 1.024 \times C.S.1$ $(3109.041) (0.206) \text{-----} (2)$ $R^2 = 0.565; Adj.R^2 = 0.542$
	$\widehat{C.S.1}: 10,000 \sim 20,000m^2, B.C.C.1: \text{Building construction cost(million)}$
II	$B.C.C:2 = 4913.938 + 0.458 \times C.S.2$ $(1896.407) (0.232) \text{-----} (3)$ $R^2 = 0.170; Adj.R^2 = 0.127$
	$\widehat{C.S.2}: 5,000 \sim 10,000m^2, B.C.C.2: \text{Building construction cost(million)}$

이에 격차가 심한 공사현장으로 Table 1에서 14개를 제외한 28개 공사현장을 중심으로 예정공사비를 산정하였다. 다음 Table 7, 8에서 적합회귀모형에 대한 사례를 검증하였다. Table 7, 8에서 단순회귀분석을 살펴보면, 격차가 큰 편차율을 제외한 예정공사비의 편차율은 각각 -15~+13%와 -12~+11%임을 알 수 있다. 이는 Albert Hamilton[12]의 기본견적 -15~+30%과 Potts, Keith F[8]의 Elemental Analysis ±15%에도 해당하므로 정확도는 적정하다고 판단할 수 있다.

Table 7. Prediction construction cost of model I (unit: thousand won)

C.S (m ²)	A.C	P.V	Deviation A.C-P.V	Deviation ratio Deviation/A.C
18,890	20,971,917	18,334,786	2,637,131	0.13
19,669	21,156,550	19,132,482	2,024,068	0.10
12,038	11,269,422	11,318,338	-48,916	0.00
10,754	9,507,074	10,003,522	-496,448	-0.05
12,395	10,112,512	11,683,906	-1,571,394	-0.15
12,435	11,986,327	11,724,866	261,461	0.02
13,722	13,222,434	13,042,754	179,680	0.01
14,033	12,353,235	13,361,218	-1,007,983	-0.08
18,005	15,542,656	17,428,546	-1,885,890	-0.12
11,900	12,007,927	11,177,026	830,901	0.07
13,994	10,952,363	13,321,282	-2,368,919	-0.22
10,400	11,105,460	9,641,026	1,464,434	0.13
14,151	12,705,457	13,482,050	-776,593	-0.06
12,357	13,441,410	11,644,994	1,796,416	0.13

Model I : B.C.C.1 = -1008.574 + 1.024×C.S.1

*.C.S: Construction Scale A.C: Actual Costs P.V: Prediction Value

Table 8. Prediction construction cost of model II
(unit: thousand won)

C.S (㎡)	A.C	P.V	Deviation A.C-P.V	Deviation ratio Deviation/A.C
5,382	6,947,668	7,378,894	-431,226	-0.06
6,747	7,165,705	8,004,064	-838,359	-0.12
7,022	7,581,917	8,130,014	-548,094	-0.07
9,259	8,506,267	9,154,560	-648,293	-0.08
7,932	8,158,596	8,546,794	-388,198	-0.05
9,734	8,899,892	9,372,110	-472,218	-0.05
9,987	8,339,076	9,487,984	-1,148,908	-0.14
7,253	7,590,592	8,235,812	-645,220	-0.09
9,022	8,948,188	9,046,014	-97,826	-0.01
6,009	7,813,866	7,666,060	147,806	0.02
6,326	6,059,796	7,811,246	-1,751,450	-0.29
9,067	8,758,321	9,066,624	-308,303	-0.04
8,729	9,984,346	8,911,820	1,072,526	0.11
9,384	9,484,593	9,211,810	272,783	0.03

Model II: B.C.C.2 = 4913.938 + 0.458×C.S.2

*C.S: Construction Scale A.C: Actual Costs P.V: Prediction Value

Table 10. Deviation ratio of model II

C.S	A.C	P.U.A	P.V	Deviation ratio
5,382	6,947,668,000	1,290,908	5,588,510,000	0.20%
6,747	7,165,705,000	1,062,021	7,005,886,000	0.02%
7,022	7,581,917,000	1,079,737	11,685,246,000	0.04%
9,259	8,506,267,000	918,702	9,614,273,000	-0.13%
7,932	8,158,596,000	1,028,567	8,236,355,000	-0.01%
9,734	8,899,892,000	914,309	10,107,499,000	-0.14%
9,987	8,339,076,000	834,993	10,370,207,000	-0.24%
7,253	7,590,592,000	1,046,545	7,531,301,000	0.01%
9,022	8,948,188,000	991,818	9,368,179,000	-0.05%
6,009	7,813,866,000	1,300,360	6,239,569,000	0.20%
6,326	6,059,796,000	957,919	6,568,732,000	-0.08%
9,067	8,758,321,000	965,955	9,414,906,000	-0.07%
8,729	9,984,346,000	1,143,813	9,063,936,000	0.09%
9,384	9,484,593,000	1,010,719	9,744,069,000	-0.03%
Mean Costs(won)			1,038,371	

*C.S: Construction Scale(㎡) A.C: Actual Costs(Won)

P.U.A: B.C.C Per Unit Area(㎡/Won) M.C: Mean Costs(Won)

P.V: Prediction Value, MC×C.S(Won), Deviation ratio: (A.C - P.V) / A.C(%)

4.2 단위면적법을 이용한 산정 및 검증

단위면적법에서의 편차율은 단위면적당 건축공사비를 산정한 평균값으로 단위면적당 평균공사비를 산출한 건축공사비는 각각 970,697과 1,038,371에 공사규모를 곱하여 예정공사비를 예측한 방법이다(Table 9, 10). 이에 격차가 심한 경우의 편차율을 제외한 각각 -19~+13%[12]와 -14~+9%[8]으로 해당하므로 적정하다고 판단되나, 정확도에서 떨어지는 부분이 있는 경우가 있으므로 각 편차율의 비교분석을 통해서 예측값을 도출하고자 한다.

Table 9. Deviation ratio of model I

C.S	A.C	P.U.A	P.V	Deviation ratio
18,890	20,971,917,000	1,110,212	18,336,459,000	0.13%
19,669	21,156,550,000	1,075,629	19,092,631,000	0.10%
12,038	11,269,422,000	936,154	11,685,246,000	-0.04%
10,754	9,507,074,000	884,050	10,438,871,000	-0.10%
12,395	10,112,512,000	815,854	12,031,784,000	-0.19%
12,435	11,986,327,000	963,918	12,070,612,000	-0.01%
13,722	13,222,434,000	963,593	13,319,899,000	-0.01%
14,033	12,353,235,000	880,298	13,621,785,000	-0.10%
18,005	15,542,656,000	863,241	17,477,392,000	-0.12%
11,900	12,007,927,000	1,009,069	11,551,290,000	0.04%
13,994	10,952,363,000	782,647	13,583,928,000	-0.29%
10,400	11,105,460,000	1,067,832	10,095,245,000	0.09%
14,151	12,705,457,000	897,868	13,736,328,000	-0.08%
12,357	13,441,410,000	1,087,756	11,994,898,000	0.11%
Mean Costs(won)			970,697	

*C.S: Construction Scale(㎡) A.C: Actual Costs(Won)

P.U.A: B.C.C Per Unit Area(㎡/Won) M.C: Mean Costs(Won)

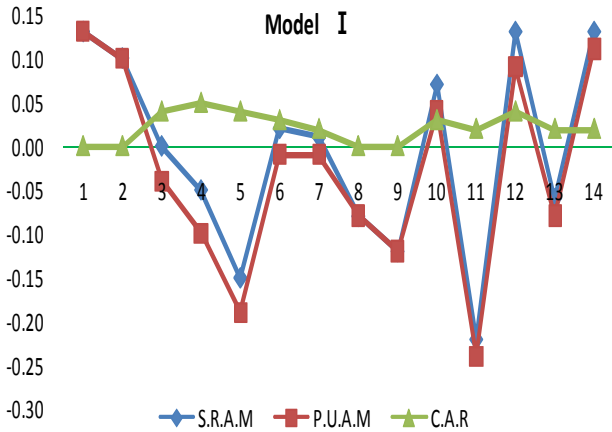
P.V: Prediction Value, MC×C.S(Won), Deviation ratio: (A.C - P.V) / A.C(%)

Table 11. Comparative analysis on model I

Construction Scale(㎡)	Model I		Comparison Analysis Ratio
	S.R.A.M Deviation Ratio	P.U.A.M Deviation Ratio	
18,890	0.13	0.13	0.00
19,669	0.10	0.10	0.00
12,038	0.00	-0.04	0.04
10,754	-0.05	-0.10	0.05
12,395	-0.15	-0.19	0.04
12,435	0.02	-0.01	0.03
13,722	0.01	-0.01	0.02
14,033	-0.08	-0.08	0.00
18,005	-0.12	-0.12	0.00
11,900	0.07	0.04	0.03
13,994	-0.22	-0.24	0.02
10,400	0.13	0.09	0.04
14,151	-0.06	-0.08	0.02
12,357	0.13	0.11	0.02

*S.R.A.M: Simple regression analysis method

P.U.A.M: Per unit area method



*.S.R.A.M: Simple regression analysis method P.U.A.M: Per unit area method C.A.R: Comparison Analysis Ratio

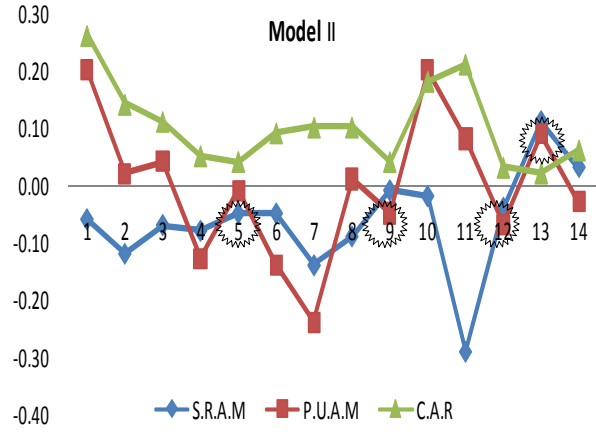
Figure 5. Comparison analysis ratio of model I

Table 12와 Figure 6의 각각 비율을 살펴보면, 공사 규모에서 5, 9, 12, 13을 제외하고, 대략 713(%)에 해당하는 나머지는 격차가 크다. 편차율 절대값(CAR:)는 기울기가 완만하지 않다. 그러나 Model(II)의 비교분석한, 절대값에서 최저 0.02 ~ 최고 0.26으로 타당성이 있으나[12], 예정공사비에 대한 활용도가 떨어진다. 따라서 Table 1에 대한 Figure 3에서 유사한 공사규모의 기울기는 완만한 반면, 이에 건축공사비 증감의 격차는 크게 나타나고 있다.

Table 12. Comparative analysis on model II

Construction Scale(m ²)	Model II		
	S.R.A.M Deviation Ratio	P.U.A.M Deviation Ratio	Comparison Analysis Ratio
5,382	-0.06	0.20	0.26
6,747	-0.12	0.02	0.14
7,022	-0.07	0.04	0.11
9,259	-0.08	-0.13	0.05
7,932	-0.05	-0.01	0.04
9,734	-0.05	-0.14	0.09
9,987	-0.14	-0.24	0.10
7,253	-0.09	0.01	0.10
9,022	-0.01	-0.05	0.04
6,009	-0.02	0.20	0.18
6,326	-0.29	0.08	0.21
9,067	-0.04	-0.07	0.03
8,729	0.11	0.09	0.02
9,384	0.03	-0.03	0.06

*.S.R.A.M: Simple regression analysis method P.U.A.M: Per unit area method



*.S.R.A.M: Simple regression analysis method P.U.A.M: Per unit area method C.A.R: Comparison Analysis Ratio

Figure 6. Comparison analysis ratio of model II

이를 비교분석한 Table 13에서 편차율의 결과는 각각 Model(I)는 -0.36~+0.20과 -0.32~+0.20이고, Model(II)에서는 -0.16~+0.44와 -0.33~+0.53이다. 이러한 확률적 통계 편차가 크게 나타나는 것은 실적공사비 단가가 현행 기형적인 왜곡을 말해주고 있다. 그러나 각각의 비교 편차율 절대값은 Model(I)에서 최저 0.00에서 최고 0.02로 차이가 없다. 이는 Potts, Keith F.[8]에 의한 정확도 중 예정공사비로 확정할 수 있는 Detailed Estimate ±5 즉, -5~+5%에 해당되어 정확도가 매우 높아 적정회귀모형으로 판단된다. 그리고 Model(II)에서는 공사규모 9,922m²만 제외한다면, 최저 0.05 ~ 최고 0.15의 범위는 Elemental Analysis ±15 즉, -5~+15%해당되어 긍정적으로 판단이 된다. 다음 Table 13에서는 건축공사비가 상당한 차이가 있는 Table 1을 비교분석한 후, 종합적으로 타당성을 검토하고자 한다.

Table 13의 편차율에 대한 비교분석을 검증한 분석 결과는 다음 Figure 7과 같다. Figure 6을 살펴보면, 모형(I, II)에서 각각의 편차율이 크게 나타나서, Albert Hamilton[12]의 기본견적 -15 ~ +30%도 크게 벗어나므로 인해, 정확성 및 타당성에서 적용할 수 없으나, 각각 편차율에서 모형(I)은 공사비의 차이가 없지만, 모형(II)에서도 기본견적[12]에 적용이 가능하다.

Table 13. Comparison analysis of deviation ratio by difference construction scale

Construction Scale(m ²) ^①	Actual Costs (won) ^②	Prediction Costs (won) ^③	Deviation ^④ AC-PC	Ratio ^⑤ (④/②)	P.U.A ^⑥ B.C.C(m ² /won)	Prediction Costs ^⑧ ⑥*⑦&⑩(won)	Deviation ^⑨ ②-⑧	Ratio ^⑩ (⑨/②)	Comparison ⑤-⑩ ⑫
15,739	19,238,222,000	15,108,162,000	4,130,000,000	0.21	1,222,328	15,277,794,000	3,960,428,000	0.21	0.00
16,059	19,264,391,000	15,435,842,000	3,828,549,000	0.20	1,199,600	15,331,790,000	3,932,601,000	0.20	0.00
16,596	12,630,194,000	15,985,730,000	-3,355,536,000	-0.27	761,038	15,844,472,000	-3,214,278,000	-0.25	0.02
16,600	11,720,341,000	15,989,826,000	-4,269,485,000	-0.36	706,044	15,848,291,000	-4,127,950,000	-0.35	0.01
17,113	19,909,647,000	16,515,138,000	3,394,509,000	0.17	1,163,422	16,338,060,000	3,571,586,000	0.18	0.01
17,419	16,286,775,000	16,828,482,000	-541,707,000	-0.03	935,000	16,630,204,000	-343,429,000	-0.02	0.01
17,421	12,603,925,000	16,830,530,000	-4,226,605,000	-0.34	723,490	16,632,113,000	-4,028,188,000	-0.32	0.02
Model I	<i>Building construction costs (B.C.C.1) = -1008.574 + 1.024 × C.S.1</i>					<i>Mean Costs = 970,697 ⑦</i>			<i>Result</i>
6,674	12,660,440,000	7,970,630,000	4,689,810,000	0.37	1,896,979	7,281,568,000	5,378,871,000	0.43	0.06
6,779	15,639,753,000	8,018,720,000	7,621,033,000	0.48	1,267,931	7,396,127,000	8,243,626,000	0.53	0.05
6,864	14,536,525,000	8,057,650,000	6,478,875,000	0.44	1,117,480	7,488,865,000	7,047,660,000	0.49	0.05
7,103	7,310,355,000	8,167,112,000	-856,757,000	-0.12	1,029,192	7,375,545,000	-65,191,000	-0.01	0.11
9,805	13,029,929,000	9,404,628,000	3,625,301,000	0.28	1,328,906	10,697,599,000	2,332,330,000	0.18	0.10
9,825	8,891,632,000	9,413,788,000	-522,156,000	-0.06	905,016	10,719,420,000	-1,827,788,000	-0.21	0.15
9,922	8,134,727,000	9,458,214,000	-1,323,487,000	-0.16	819,867	10,825,250,000	-2,690,523,000	-0.33	0.17
Model II	<i>Building construction costs (B.C.C.2) = 4913.938 + 0.458 × C.S.2</i>					<i>Mean Costs = 1,038,371 ⑩</i>			<i>Result</i>

*.B.C.C : Building Construction Costs C.S: Construction Costs P.U.A: Per Unit Area

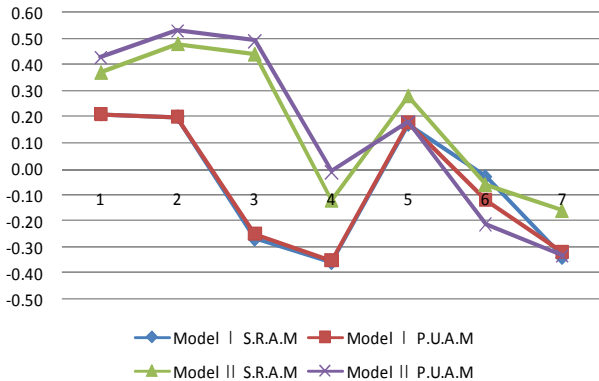


Figure 7. Comparative analysis of deviation ratio by variance the difference for model I and model II

4.3 사례분석에 대한 결론

사례 비교분석 결과에 의하면, 준공된 실제공사비를 단순회귀분석법과 단위면적방법에 의한 비교분석에서 나타나는 구성비율의 편차는 일반적인 평균치를 크게 벗어나 공사비에서 상당한 차이를 나타낼 수 있으므로, 발주 기관에서 상한가제도를 공사규모에 따라 건축공사비에 적용한다면, 실손편차를 줄일 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 모형 I, II을 적합회귀모형으로 제안한다.

5. 결론

본 연구는 건축공사비 예측을 위한 기초적 자료를 제시하고자 최근 준공된 공사의 실적자료들을 수집 분석하여 건축공사비에 가장 영향요인인 공사규모(연면적)에 대해 비교분석하여, 발주자가 예산산정에 있어서, 합리적이고 실용적으로 활용할 수 있는 건축공사비 예측식을 제시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 공사규모(연면적)가 건축공사비에 상당한 영향요인으로, 공종별공사비 중에서 대략 60%(본 연구의 대상 평균치임)에 해당하므로, 규모에 따른 적절한 공사비가 요구된다.

둘째, 공사규모에 대해 통계적 방법을 활용한, 단순회귀분석법과 단위면적당 방법에 의한 편차율을 이용하여 비교분석한 결과, 규모의 증감에 관계없이 공사비는 비례하지 않으므로, 규모의 증가에 따른 단가 조정에 상향조정하여 보정할 필요가 있다.

셋째, 건축공사비 분석결과와 통계적 분석에 있어서 건축공사비 분석결과 통계적 분석에 있어서 각 75.2%와 41.3%의 설명력으로 규모가 커질수록 공사비의 영향력에 크게 미친다. 단위 면적당 분석에서는 각 편차율의 격차

가 발생하지만, 비교분석 결과 서로 비슷한 패턴을 나타내고 있었다.

넷째, 공사규모분석결과 모형(II)에서 편차율이 최저(-0.24)~최고(0.20)이고, 공사비 차이가 큰 규모에서는 최저(-0.36)~최고(0.53)으로 격차가 크므로, 규모에 따라 선별적, 차등적인 분배가 필요하다.

다섯째, 공공건축공사비를 본 연구에서 분석한 결과를 바탕으로 건축공사비의 유형에 대해 회귀분석과 단위면적에 의해 공종별 중 특정조건변수로 건축공사비에 대한 예측식을 산정하였다.

본 연구는 건축공사비 예측과 관련된 기초자료를 제시하는 것으로서, 분석결과를 종합해보면, 공사규모의 다양한 시설물 특성에 따라 차등적으로 예정가격을 산정하여야 하고, 실제 수행된 공사비에 적용할 경우에는 정형화되어 있지 않는 불확실한 요인들로 인해 예측값을 추정하는 것은 무리가 있다. 추후 보다 많은 자료를 기반으로 보완 연구가 필요하며, 특히 건축물의 공사규모에 따른 표준화된 건축공사비 산정 등의 특성화된 공종별 공사비분석의 연구가 필요할 것으로 판단된다. 합리적인 예정공사비를 산정하는 것은 한계점이다. 따라서 향후 한계점을 보완할 수 있는 연구의 범위가 확대되어, 공사규모의 특성을 최대한 반영한, 다양한 건축물의 유형에 따라 지속적인 실적자료를 축적하여 예측모형을 개발한 후, 실제공사비에 기초자료로서 활용할 수 있도록 제공하고자 한다.

요 약

공공건축물공사의 실적공사비제도에서 공사규모에 대한 건축공사비 차이가 크게 나타나므로, 산정방식에서 많은 문제점으로 제기된다. 이에 공사규모에 따라서 선별적, 차등적으로 적용할 예측모형의 개발이 필요하다. 이에 본 연구는 조달청에서 2011~2012년에 발주한 이미 준공된 42개 현장의 실적자료에서 공사규모 5,000㎡~20,000㎡으로 선정하여, 회귀분석을 통해서 추정된 모형을 도출하였다. 이를 근거로 신규공사에 적용하여 검증함으로써 합리적인 건축공사비 예측모형을 제시하였다.

키워드 : 공사비 산정방법, 공공건축물, 공사규모

References

1. Yim JH, Park JM, Kim OK, Presumption Method for Optimum Correction Rate of Total Construction Cost Using the Median based on Historical Data Analysis in Public Office Buildings, Journal of Korean Institute of Building Construction, 2014 Oct;14(5):415-22.
2. Phaobunjong Kan, Parametric Cost Estimating Model for Conceptual Cost Estimating of Building Construction Projects, [Dissertation], [Austin (Texas)]: University of Texas at Austin 2002, 18-20 p.
3. Seo JO, Ryu HG, Lee DR, Development of Public Office Cost Estimating Framework in Feasibility and Design Stage, Journal of the Architectural Institute of Korea (Structure & Construction), 2008 Mar;23(3):158-60.
4. Yoo CK, Song JK, Lee YS, Kim JJ, An Empirical Study on Construction Cost Estimation in Public Work, Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2009 Feb;9(1):65-73
5. 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; Busan, Korea, Seoul (Korea): Korean Institute of Construction Engineering and Management; 2007, p. 261-6.
6. Lee HS, Jung MJ, Park MS, Son BS, Cost Estimating for Public Facilities at Early Stage Using Functional Area Cost, Korean Journal of Construction Engineering and Management, 2010 Nov;11(6):3-13.
7. Park WW, Orderer project cost management and performance construction cost advantage Survey of Japan, Korea Construction Economy Research Institute;2006:11(98), p.55
8. Potts, Keith F.,Pathchel, Brendan, Major Construction Works_Contractual & Financial Management, Longman Group Ltd; 1995, 42 p.
9. An SH, Lee YH, Management:Economic Statistics, Seoul (Korea): Pakyoungsa; 2003, 324 p.
10. Kim TK, u-Can Regression Analysis, 1st ed, Seoul (Korea): Human & Welfare, 2006, 53 p.
11. Paul Teetor, R Cookbook, 1st ed, Sebastopol: O'Reilly Media; 2011, 254-98 p.
12. Albert Hamilton, Management by Projects achieving success in a changing world, London (UK): Thomas Telford House; 1997, 250-4 p.