

정성변수를 고려한 공공아파트 기획단계 공사비 예측모델

Cost Prediction Model using Qualitative Variables focused on Planning Phase for Public Multi-Housing Projects

지 성 민*
Ji, Soung-Min

현 창 택**
Hyun, Chang-Taek

문 현 석***
Moon, Hyun-Seok

Abstract

In planning phase of Public Multi-Housing Projects, it is required to develop the methodology and criteria for fair cost prediction with influencing power from planning phase to occupancy phase. Many studies still have focused on the prediction of cost by multiple regression. However, there is no logical explanation about the influence of nonmetric variables for the prediction of cost in planning phase. Accordingly, this research pursues a cost prediction model including nonmetric variables for use in planning phase. There are 3 steps of this research : 1) Finding the factors influencing construction cost and assigning variables for a multiple regression. 2) Conducting a dummy regression analysis with nonmetric variables and model validation by comparing actual cost data. 3) Developing the ratio of RC structure cost to wall structure cost by using cost prediction model. The results could establish cost prediction process including the influence of nonmetric variables and the ratio of RC structure cost to wall structure cost.

Keywords : *Public Multi-Housing Projects, Planning Phase, Cost Prediction, Nonmetric Variables, Dummy Regression Analysis*

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

1999년부터 시행된 분양가 자율화 정책 이후 공공아파트의 분양가가 상승하자, 정부는 주택시장가격의 안정화를 위하여 공공기관에서 발주하는 공공아파트를 대상으로 분양가 상한제를 적용하였다(강태경 2006). 이 후 분양가 상한제는 민간에서 발주하는 공공아파트 프로젝트에도 적용되었으며, 정부에서는 공사비를 포함하여 적정한 분양가를 예측하기 위한 기준이 되는

기본형 건축비를 제시하였다¹⁾.

공공아파트 프로젝트의 기획단계에서 적정한 공사비를 예측하는 것은 예산확보부터 설계변경 및 준공에 이르기까지 전(全) 단계에 걸쳐서 영향을 미치게 되므로 기본형 건축비와 같은 예측기준이 제시될 필요가 있다. 지금까지 알려진 공공아파트 공사비 영향요인은 여러가지 측면에서 존재하며, 보다 많은 영향요인들을 고려할수록 보다 정확한 공사비 예측이 가능하게 된다. 공공아파트 공사비 예측에는 여러가지 정성적인 영향요인과 정량적인 영향요인이 고려되며, 특히 프로젝트의 기획단계에서는 다양한 조건들의 변화를 수용하는 공사비 예측 방법의 개발

* 일반회원, 서울시립대학교 대학원 건축공학과 박사과정(교신지자) noelji@hanmail.net

** 중신회원, 서울시립대학교 건축학부 정교수, 공학박사 cthyun@uos.ac.kr

*** 일반회원, 서울시립대학교 건축학부 연구교수, 공학박사 hanulgrim@uos.ac.kr

1) 이유섭 (2007). "분양가 상한제 시행에 따른 건축비 산정기준과 대응방안." 건설기술, 44호, 쌍용건설기술연구소, pp.4~5.

이 요구된다.

다양한 영향요인들을 고려하는 다중회귀모형을 활용하여 공공아파트의 기획단계 공사비를 예측하는 방법은 지속적으로 많은 연구자들로부터 개발되어 왔다(강태경 2006; 권호석 외 2008; 김기동 외 1990; 이유섭 2003; 현창택 외 2010; Lowe 2006; Trost 2003). 그러나 기존 방법들은 정성변수의 중요성은 언급하면서도 이를 포함하여 회귀모형을 개발하려는 노력이 부족하였으며, 이러한 부족함은 모델의 활용성을 저하시키는 요인이 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 기획단계에서 활용도가 높은 다중회귀모형을 제시하기 위하여, 정성요소를 활용한 동별 건축공사비 예측모형을 개발하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 공공아파트 프로젝트의 생애주기단계 중에서 사업추진여부를 결정하고, 다양한 조건을 변경하면서 예산을 결정하는 기획단계의 동별 총공사비 예측으로 범위를 한정하였다. 또한 공사비 영향요인은 A기관에서 발주한 1개 단지의 62개 동별 내역서에서 추출하였다. 연구의 진행방법은 다음과 같다.

첫째, 적용되고 있는 공사비 예측방법과 고려된 변수를 확인하기 위하여 분양가 상한제, 개략공사비 예측방법과 더미변수를 활용한 회귀분석에 대해서 고찰한다.

둘째, 공공아파트 공사비 관련 자료를 수집하고, 공사비 영향요인을 분석 및 추출하고, 상관관계분석을 통해서 회귀분석을 위한 독립변수를 선정한다.

셋째, 독립변수들 중에서 더미변수를 활용하여 정성변수도 회귀분석이 가능하도록 변환한다. 이를 활용하여 공사비 예측모형을 개발하고 검증을 실시한다.

마지막으로 개발된 다중회귀모형을 사용하여 예측한 공사비를 바탕으로 구조형식별 공사비 가산비율과 통계적인 분포형태를 제시하고 현재의 가산비율과 비교한다.

2. 예비적 고찰

2.1 분양가 상한제

2.1.1 분양가 상한제 개요

분양가 상한제는 주택법 제38조의2 제1항에 의거하여 일반에게 공급하는 공공아파트(공공 및 민간택지)에 적용되고 있으며, 공공택지의 범위는 다양한 법령²⁾에 제시되어 있다. 분양가격은 택지비와 건축비로 구성되며 택지비는 공공택지비와 민간택지

비로 구분된다. 건축비는 기본형 건축비(지상층 건축비와 지하층 건축비)와 건축비 가산비(구조, 품질, 설비 등급 등)로 분류되고 있다.

표 1. 분양가 상한제 관련 연구문헌

저 자	방법론	내 용
김동현 (2007)	사례분석	분양가 상한제의 분양가 가산항목 변화가 분양가에 미치는 영향력에 관하여 연구
박문서 외 (2009)	시스템 다이나믹스	주택의 수요와 공급 원리를 기반으로 분양제도의 변화가 주택시장에 미치는 영향 분석
서옥순 (2009)	모의실험	건축허가면적 변화에 따른 분양가 추세 분석

표 1과 같이, 현재까지 분양가 상한제와 관련된 연구문헌은 주로 분양가 상한제를 구성하고 있는 항목들의 값이 변화하는 경우에, 분양가에 미치는 영향 및 주택시장에 미치는 영향에 대해서 다루었다.

2.1.2 기본형 건축비 적용 현황 및 문제점

현재 기본형 건축비는 소형주택과 중대형주택의 기본형 건축비를 하나로 통합하여 제시하고 있으며, 지하층 비용을 포함하고 있다. 또한, 지역적 특성을 반영하여 시·군·구별로 $\pm 5\%$ 의 범위 내에서 기본형 건축비를 예측할 수 있도록 가이드라인을 제시하고 있다³⁾.

표 2와 같이, 기본형 건축비는 평형별 기본모형을 설정하고 공사비를 산출하여 작성되었다⁴⁾⁵⁾. 즉, 층수별, 면적별로 지상층 건축비를 세분화하고 있으며 각 품목별 조정범위를 설정하는 것이 가능하고, 구조형식, 주택성능등급, 친환경건축물, 소비자만족도 등을 고려하여 다양한 조건에 따라 개략적인 공사비를 가감하여 예측할 수 있다.

표 2. 기본형 건축비 예측 관련 연구문헌

저 자	방법론	내 용
한국건설기술연구원, 한국감정원 (2005)	기본모형을 통한 공사비 산정	소형 주택의 기본평형과 마감자재 등을 확정해두고 이를 기반으로 물량을 산출하여 공사비 산정기준을 개발함
한국건설기술연구원(2005)	기본모형을 통한 공사비 산정	중·대형 주택의 기본평형과 마감자재 등을 확정해두고 이를 기반으로 물량을 산출하여 공사비 산정기준을 개발함
김찬호(2007)	사례분석	기본형 건축비 가산항목의 현실화 방안 논의

2) 「주택법」, 「택지개발촉진법」, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」, 「국민임대주택건설 등에 관한 특별조치법」, 「도시개발법」 등
3) 국토해양부 (2008). 분양가상한제 등 분양가제도 개요, 국토해양부, p.22.
4) 한국건설기술연구원, 한국감정원 (2005). 새로운 건축비 산정기준 수립연구, 국토해양부, p.1.
5) 한국건설기술연구원 (2005). 중대형 주택의 기본형 건축비 산정 연구, 국토해양부, p.1.

기본형 건축비는 공공아파트를 발주하는 실무자가 사업 개요에 따라 대략적인 공사비를 제시하는 데 도움을 주고 있으며, 작성된 분양가는 예산 수립에 기초로 활용되고 있다. 그러나 주어진 범위 내에서 가산항목의 적정한 값을 설정하는 것은 실무자의 몫으로 남겨지고 있으며, 적절한 값을 설정하기 위한 기준 및 방법의 개발이 요구된다⁶⁾.

2.2 개략공사비 예측기법

2.2.1 개략공사비 예측 개요

프로젝트에 대한 가장 적절한 공사비는 재료와 시공방법이 모두 결정되고, 설계도서와 시방서를 확정된 이후에 예측이 가능하다. 그러나 기획단계에서는 가용할 수 있는 정보가 제한되어 있으므로 여러가지 공식과 모델을 활용하여 공사비를 예측할 수 있다.

개략공사비 예측방법⁷⁾은 물량정보의 상세화 정도에 따라서 구분할 수 있다. 기획단계일지라도 물량정보가 상세히 제공되는 경우에는 표준품셈이나 실적공사비를 활용하여 공사비를 예측할 수 있다. 반면, 개략적인 사업정보(연면적 등)만 주어지는 경우에는 비용지수법, 비용용량법, 계수견적법, 매개변수견적법, 기본단가법, 다중회귀모델, 사례기반추론 모델 등을 활용할 수 있다(CII 1998).

2.2.2 개략공사비 예측 현황 및 문제점

기획단계 개략공사비 예측방법으로는 오랜 시간동안 다양한 방법론이 적용되어 왔다. 공사비 예측방법에 대한 국내외 최근 연구동향을 살펴보면 표 3과 같다.

표 3. 국내외 개략공사비 예측 관련 연구문헌

저 자	방법론	연구내용	정성변수
Fragkakis Nikolaos (2011)	회귀분석	사업초기단계 파라메트릭 변수 기반 회귀분석으로 공사비 예측	미고려
이종산 외 (2011)	사례분석	계수견적 활용하여 생산성 기반의 SCEM 개발로 공사비 예측	미고려
지세현 외 (2011)	CBR	사례기반추론을 활용하여 건설 프로젝트 공사비 예측	미고려
Abu Hammad Ayman (2010)	회귀분석	회귀분석을 통한 비용, 공정 측정 모델 개발	미고려
김경주 외 (2010)	CBR, GA	사례기반추론 및 GA 알고리즘을 활용한 공사비 예측모델 개발	미고려
Fayek Aminah Robinson (2010)	Fuzzy	FUZZY 알고리즘을 활용한 공사비 예측모델 개발	미고려
Cheng Min-Yuan (2010)	SVM	SVM(Support Vector Machine)을 활용한 공사비 예측	미고려
박우열 외 (2007)	SVR	SVM(Support Vector Regression)을 활용한 공사비 예측	미고려
진의재 외 (2006)	회귀분석	다중회귀분석을 활용한 공사비 예측	미고려
주유미 외 (2006)	사례분석	설계단계 이후의 구조형식별 골조공사비 비교 연구	고려
김광희 외 (2004)	회귀분석, CBR, NN	회귀분석, CBR, NN(Neural Network, 인공신경망) 기반의 공사비 예측모델 비교	미고려

표 3에서와 같이, 다양한 방법론들 중에서 사례분석, 사례기반추론(Case Based Reasoning, 이하 CBR), 신경망이론(Neural Network, 이하 NN), 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm, 이하 GA), Fuzzy 이론, Support Vector Machine(이하 SVM), Support Vector Regression(이하 SVR), 회귀분석 및 여러가지 방법을 혼합된 방법론이 사용되어 왔음을 파악할 수 있다(Cho 2010).

그러나 대부분의 연구가 기획단계에서 공사비 예측모델 개발 및 예측의 정확도를 높이기 위하여 연구를 수행하였으며, 공공아파트 프로젝트의 기획단계에서 정성변수의 종류에 따라 공사비가 어떻게 변화하는지에 대해서 설명하려는 노력은 부족한 것으로 파악되었다.

또한, 기존에도 구조형식에 따른 공사비 변화에 대해서 다루었던 연구가 수행되었으나, 골조공사만을 분석대상으로 하였으며 한 가지 사례의 평면을 기준으로 2가지 구조형식(RC와 SRC 구조)의 골조공사비를 비교하는 확정적 관점에서 연구가 진행되었다. 따라서 평면 및 여러가지 영향요인들이 다양하게 변화할 수 있는 기획단계 공사비 예측업무에서는 적용하기가 곤란한 것으로 파악되었다.

2.3 더미회귀분석

2.3.1 정성변수와 정량변수

통계적 분석방법을 활용하는 목적은 수집된 데이터로부터 의미있는 정보를 추출하는데 있다. 수집된 데이터는 표 4와 같이 범주, 서열, 구간데이터로 분류되며 범주데이터에서 구간데이터로 갈수록 높은 순위를 가진다⁸⁾.

표 4. 데이터의 형태별 활용가능한 척도 및 변수

데이터의 형태		활용가능한 척도	변수
▲ 높은 순위	구간데이터 (Interval Data)	비율척도 (Ratio Scale)	정량적 변수 (Metric Variables) :비율변수, 등간변수
		등간척도 (Interval Scale)	
▼ 낮은 순위	서열데이터 (Ordinal Data)	서열척도 (Ordinal Scale)	정성적 변수 (Nonmetric Variables) :서열변수, 범주/명목변수
	범주데이터 (Nominal Data)	범주/서열척도 (Nominal Scale)	

* 리커트척도는 데이터 성격에 따라서 서열척도 또는 등간척도로 활용가능함

6) 이정환 (2007). 부동산 거품, 터뜨리면 안 되는 이유 있다, 미디어오늘, <www.mediatoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=60756> (2011.09.09).

7) 김문한 (2009). 건설프로젝트의 코스트매니지먼트, 초판, 국토일보, 서울, p.125.

8) Keller, G. (2007). Statistics for Management and Economics, 6th Ed., THOMSON, California, pp.28~30.

높은 순위에 있을수록 보다 다양한 통계분석기법을 적용할 수 있고, 낮은 순위의 데이터 분석에 활용되는 통계분석기법도 사용이 가능하다. 그러나 역방향으로의 활용은 불가능하다. 즉, 구간데이터는 서열 및 범주데이터로 변환하여 보다 다양한 통계분석기법을 활용할 수 있지만, 범주데이터를 서열 및 구간데이터로 사용하기 위해서는 가정사항들이 요구된다.

연구 대상에 관한 데이터를 관측 및 측정할 때에는 범주/명목 척도, 서열척도, 등간척도, 비율척도를 사용하여 변화의 정도를 나타내며, 영향요인으로 표현하기 위해서는 변수로 명명하여 사용한다⁹⁾. 변수로 사용하는 경우, 범주/명목변수, 서열변수는 정성변수(Nonmetric/Quantitative Variables)이며, 사칙연산이 가능한 등간변수와 비율변수는 정량변수(Metric/Quantitative Variables)이다.

구조형식, 주동형태, 평면형식, 지역 등은 범주변수이며 정성변수이다. 입주자 선호도, 소비자 만족도, 각 종 순위 및 등급은 서열변수이며 정성변수이다. 상대적인 크기를 비교할 수 있는 온도, 공사비지수 등은 등간변수이며 정량변수이다. 절대값 0이 존재하고 사칙연산이 가능한 연면적, 층수, 세대수, 주차대수 등은 비율변수이며 정량변수이다.

일반적으로 회귀분석은 독립변수와 종속변수가 등간변수 이상의 수준인 경우에만 사용하며, 독립변수 중 범주변수가 포함된 경우에는 더미회귀분석을 실시할 수 있다.

2.3.2 더미회귀분석

앞에서 살펴본 바와 같이, 공사비 예측을 위해서는 다양한 방법론이 사용될 수 있다. 그러나 현재 실무자들의 사용성 관점에서 살펴본 결과, 기획단계에서 상용 프로그램을 활용할 수 있는 방법론은 회귀분석으로 파악되었다.

회귀분석은 여러가지 변수들이 존재할 때, 독립변수의 변화량에 기초하여 종속변수의 값을 예측하기 위해서 사용된다¹⁰⁾. 회귀분석에는 단순, 다중, 다항, 로지스틱, 단계별, 더미회귀분석 등이 있으며, 정성변수를 독립변수로 사용하기 위해서는 주로 더미회귀분석 방법이 사용된다.

더미회귀분석에서 더미변수는 범주변수와 서열변수 등으로 수집된 데이터들을 구간변수로 활용할 수 있도록 변환하는 가상의 변수를 의미한다. 더미변수는 지시변수(indicator variable)라고도 불리며, 두 개의 값(일반적으로 0 또는 1)중 하나의 값을 가진다.

$$I_1 = \begin{cases} 1 & RC \text{ 구조이면} \\ 0 & RC \text{ 구조가 아니면} \end{cases}$$

$$I_2 = \begin{cases} 1 & SRC \text{ 구조이면} \\ 0 & SRC \text{ 구조가 아니면} \end{cases}$$

$$I_3 = \begin{cases} 1 & \text{철골 구조이면} \\ 0 & \text{철골 구조가 아니면} \end{cases}$$

그림 1. 더미변수 적용 예시

그림 1과 같이, 1은 상황이 발생한 것을 의미하며, 0은 발생하지 않는 것을 의미한다¹¹⁾. 이는 컴퓨터가 데이터를 인식할 때, 이진법으로 변환해서 처리하는 방식(0이면 꺼짐, 1이면 켜짐으로 컴퓨터가 인식)과 동일하다.

더미변수는 분석의 편의상 변수를 추가한 것이므로 더미변수 묶음을 하나의 독립변수로 해석해야 한다. 따라서 더미변수 내에서는 유의미하지 않은 회귀계수가 나타나도 제거하지 말고 다른 회귀계수들과 함께 표현해야 한다. 또한, 변화정도는 기준집단에 대해서만 측정할 수 있으므로 모든 변수간의 변화정도를 파악하기 위해서는 기준집단을 변경해서 분석해야 한다.

이러한 더미변수를 사용하여 회귀분석을 실시한 경우, 정성변수를 포함하여 다중회귀분석을 실시하는 것이 가능하다. 그리고 한 가지로 표현된 회귀모델이지만, 정성변수의 종류만큼 다양한 해석을 할 수 있고, 기준집단과 다른 집단과의 변화량과 상호작용을 비교할 수 있다. 또한, 정성변수로 인해 구분되는 데이터들을 모두 활용할 수 있으므로 표본의 대표성을 확보하는 데에도 유리하다.

3. 공사비 영향요인 분석

3.1 공공아파트 공사비 분석

3.1.1 공간별 분류체계 적용

기획단계의 비용정보를 파악하기 위해서는 공사비 분류체계가 구축되어야 하며, 기획단계에서 적합하게 사용할 수 있는 분류체계의 수준을 결정할 필요가 있다(권호석 외 2008). 현행 공공아파트의 내역서를 살펴보면, 프로젝트별, 동별, 대공종 및 소공종별 공사비를 포함하고 있다. 그러나 발주기관의 단계별 공사비 예측업무를 분석한 결과, 기획단계에서 공종별 공사비를 예측하기에는 가용한 정보가 부족하며, 표 5와 같이 필요성도 적음을 알 수 있다¹²⁾.

9) ibid., p.28

10) ibid., p.603

11) ibid., p.706

12) 국토해양부 (2009). 건축공사 적정공사비 산정 및 관리시스템 개발, 국토해양부, pp.40~42.

표 5. 단계별로 요구되는 공사비 분류체계

분류체계	기획단계			계획단계			기본/실시설계단계		
	A기관	B기관	C기관	A기관	B기관	C기관	A기관	B기관	C기관
프로젝트별	○	○	○	○	○	○	○	○	○
동별	○	○	○	○	○	○	○	○	○
공간별	○	△	○	○	○	○	○	○	○
공중별(大)	-	-	-	-	-	-	○	○	○
공중별(小)	-	-	-	-	-	-	○	○	○
아이템별	-	-	-	-	-	-	○	○	○

○: 필요함, △: 보통, ×: 불필요함

또한, 공중별 분류체계와는 차별화되는 동별 또는 공간별 등의 상위 개념에서 공사비를 파악할 수 있는 공사비 분류체계가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 “공공아파트 적정공사비 산정 및 관리 시스템 개발”에서 제시된 공간별 공사비 분류체계를 사용하였다¹³⁾. 공간별 공사비 분류체계는 기본형 건축비 예측방식 및 현행 공사비 분류체계 등을 바탕으로 개발된 분류체계이다. 이 분류체계는 공중별 공사비를 동별로 취합하여, 건축공사비(건축, 설비부문), 건축외 공사비(조경, 주택의 건축, 토목, 주택 외 설비부문), 지하부분 등으로 구분하여 제시하고 있다. 이를 활용하면, 공사비는 표 6과 같이 공간별 공사비 항목¹⁴⁾으로 나타낼 수 있다.

표 6. 공간별 공사비 항목

대분류	중분류	세세분류	대분류	중분류	세세분류
주택 부분	A	건축부문 1 24개 항목	가산 부분	C	지하부분 1 12개 항목
		설비부문 2 5개 항목			기타부분 2 2개 항목
주택외 부분	B	조경부문 1 4개 항목	간접비 부분	D	간접비 1 7개 항목
		기타건축부문 2 4개 항목			
		토목부문 3 5개 항목	부대비 부분	E	분양부문 1 1개 항목
		기타설비부문 4 6개 항목			수탁부문 2 4개 항목
		기타 5 4개 항목			기타부분 3 2개 항목

3.1.2 공사비 분석 결과

공공아파트 공사비 구성현황을 파악하기 위하여 2009년까지 실시된 K단지 62개 동의 공공아파트 공사비 내역서를 수집하고, 공간별 공사비 분류체계를 적용하여 공사비 정보를 재정리하였다. 이 때, 동별 공사비에 포함시키기 곤란한 공정(단지전체

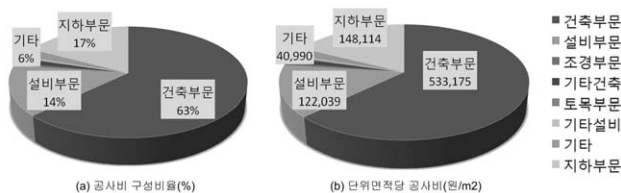


그림 2. 수집된 공사비 자료의 구성

13) 위의 책, pp.40~42.

14) 위의 책, pp.40~42.

를 대상으로 실시되는 가설공사 등)에 대한 공사비 자료는 제거하고 DB를 구축하였다. 수집된 사례에 대한 공사비 구성비율(%)과 단위면적당 공사비(원/㎡)는 그림 2와 같다.

분석결과, 골조 및 마감 등에 해당하는 건축부문은 약 63%를 차지하였으며, 533,175 원/㎡ 으로 나타났다. 설비부문은 약 14%로 나타났으며, 122,039 원/㎡ 으로 나타났다. 지하부분은 약 17%의 비율을 보이며, 148,144 원/㎡ 이었다. 조경부문을 포함한 기타부분은 약 6%로 계산되었으며 금액은 40,990 원/㎡ 으로 정리되었다. 표 7 및 그림 3과 같이, 평면형식에 따라 구분한 경우에도 건축부분의 공사비가 높은 부분을 차지하는 것을 알 수 있다.

표 7. 평면형식별 공사비 구성

평면형식	건축공사비		건축외 부분					가산부분
	건축 부분	설비 부분	조경 부분	기타 건축	토목 부분	기타 설비	기타	
탑상형	64.17%	12.51%	0.49%	1.98%	0.30%	0.79%	2.51%	17.25%
판상형(계단식)	63.80%	12.69%	0.40%	1.97%	0.27%	0.78%	2.51%	17.57%
판상형(복도식)	65.43%	13.24%	1.79%	1.25%	0.56%	0.31%	2.47%	14.95%

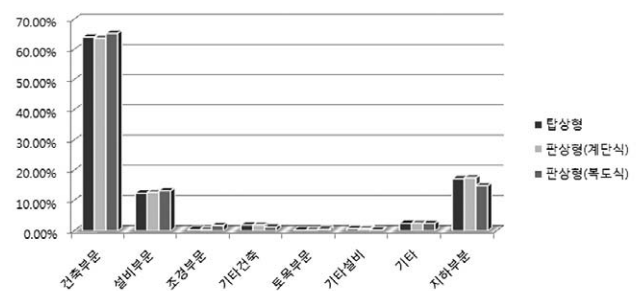


그림 3. 공사비 구성의 차이

따라서 정확한 공사비를 예측하기 위해서는 공사비 구성 비율이 가장 높으면서, 구조형식에 따라서 영향을 받는 건축부분의 공사비 예측 정확도를 향상시킬 필요가 있다.

3.2 영향요인 분석

3.2.1 분석기준

더미회귀분석을 수행하기 위해서는 종속변수와 독립변수를 설정해야 한다. 종속변수는 영향을 받는 변수로서 분석을 통해서 구하고자 하는 결과를 의미하며, 본 연구에서는 건축공사비와 건축외 부분을 포함하는 동별 총공사비를 종속변수로 설정하였다. 독립변수는 종속변수에 영향을 미치는 여러가지 요인들 중에서 기획단계에서 의미가 있는 영향요인을 선별하여 채택하고자 하였다.

국내의 선행연구에 의하면 정성변수와 정량변수 관점의 공사비 영향요인을 다음 표 8과 같이 정리할 수 있다. 지붕형태, 구조형식, 주동특성, 세대특성, 지역 등을 정성변수로 정의하고 있었으며, 정량변수로는 세대수, 면적(대지면적, 연면적, 건축면적, 지상면적, 지하면적, 수조경면적, 주차장면적, 단위주차면적, 외장면적), 평수, 건폐율, 용적율, 주차대수, 엘리베이터수, 층수, 높이, 깊이, 준공연도, 공정별 물량, 실적공사비, 예정공사기간 등을 제시하고 있다. 그러나 정성변수의 변화에 따라서 종속변수가 어떻게 변화하는 지에 대한 연구는 부족한 것으로 나타났다.

표 8. 국내 공공아파트 기획단계의 공사비 영향요인

저 자	정성변수	정량변수
지세현 외 (2011)	지붕형태, 구조형식(RC)	세대수, 연면적, 엘리베이터수, 층수, 높이, 깊이 등
윤우성 외 (2009)	지역	준공연도, 연면적
권호석 외 (2008)	주동특성	세대수, 면적, 평수, 건폐율, 용적율, 주차대수, 층수, 높이 등
이현수 외 (2008)	-	공정별 물량 등
손재호 외 (2008)	-	면적, 예정공사기간 등
성기훈 외 (2008)	세대구성	세대수, 면적, 엘리베이터수, 층수, 엘리베이터 1대당 기준층 세대수 등
이만희 외 (2006)	-	실적공사비, 연면적, 예정공사기간 등
주유미 외 (2005)	구조형식	-

적용변수	* 정성변수 - 평면형식, 구조형식 * 정량변수 - 평형, 건폐율, 용적율, 층수, 동별세대수, 층별세대수, 연면적, 동별연면적, 대지면적, 건축면적
------	--

3.2.2 영향요인 선정

앞에서 살펴본 바와 같이, 동별 총공사비에 영향을 미치는 영향요인은 다양하나, 본 연구에서는 기획단계에서 발주자가 확보할 수 있는 영향요인과 독립변수간 다중공선성을 고려한 선행연구를 활용하여 영향요인을 선별하였다¹⁵⁾.

이를 위하여, 발주기관 공사비 산정, 예측, 관리를 담당하는 실무자로 부터 기획단계 공사비 예측모델에서 활용하기 위한 62개 동에 대한 정성변수와 정량변수를 수집하였다. 정성변수는 평면형식(답상형, 판상형-계단식, 판상형-복도식), 구조형식(내력벽식구조, RC구조) 등을 수집하였으며, 정량변수로는 평형, 건폐율, 용적율, 층수, 동별세대수, 층별세대수, 동별연면적, 연면적, 대지면적, 건축면적 등을 도출하였다.

15) 위의 책, pp.84~89.

16) Keller, G. (2007). op. cit., p.706.

17) 본 연구에서 RC구조는 기둥과 보가 강성으로 접합되어 구조물을 지지하는 라멘구조를 의미함

3.3 독립변수 및 종속변수 설정

3.1.1 더미변수 변환

조사된 변수에 정성변수가 포함된 경우에는 변수간의 관련성 및 회귀계수를 산출할 수 없기 때문에, 더미변수를 사용하여 회귀분석을 실시할 수 있다. 더미변수는 0 과 1로 표현되는 변수이며, 예를 들어, '0 = 영향이 없다, 1 = 영향이 있다' 혹은 그 반대로 정의할 수 있다. 그리고 더미회귀분석을 수행하는 경우, n 가지 범주를 나타내기 위해서는 n-1 개의 더미변수가 필요하다¹⁶⁾.

예를 들어, 분양가 상한제에서는 구조형식을 내력벽식, RC구조(라멘구조)¹⁷⁾, SRC구조, 철골구조의 4가지 범주로 나타내고 있다. 내력벽식을 기준집단으로 하여, 다른 구조형식(RC구조, SRC구조, 철골구조)에 대한 가산비율을 제시하고 있으므로, 그림 4와 같이 더미변수를 활용하면 3가지 변수를 사용하여 4가지 구조형식을 표현할 수 있다.



그림 4. 더미변수의 설정 방법

특히, 다양한 정성변수가 존재하는 경우에는 독립변수에 대한 경우의 수를 판단하여 더미변수를 작성할 수 있다. 조사된 평면형식(3가지)과 구조형식(2가지)을 더미변수로 변화하는 경우, 6개의 조합식에 대한 변수를 설정하거나 평면형식과 구조형식을 구분하여 변수로 설정할 수 있다.

본 연구에서는 모델 개발 후 구조형식의 영향력을 분석하기 위하여 표 9와 같이 두 종류의 더미변수(평면형식 : P, 구조형식 : S)를 사용한다. 예를 들어, 평면형식은 세 가지이므로 n=3이다. 따라서 이를 더미변수로 표현하기 위해서는 n-1 인 2개의 더미변수 : P1과 P2를 사용한다.

표 9. 연구에서 활용된 더미변수 설정

구분		평면형식(P)		구조형식(S)
		P1	P2	S1
평면형식	탑상형	0	0	-
	판상형(계단식)	1	0	-
	판상형(복도식)	0	1	-
구조형식	내력벽식	-	-	0
	RC구조	-	-	1

3.1.2 변수 설정

앞에서는 문헌조사와 면담조사를 통해 공사비 영향요인을 도출하였으며, 도출된 영향요인 중에서 정성변수를 더미변수로 변환하였다. 그리고 여기에서는 회귀모형을 구성하기 위한 선행단계로 변수들 간의 상관관계를 분석하였으며, 독립변수를 선별하기 위한 독립변수와 종속변수간 분석과 독립변수간의 분석 두 가지를 동시에 진행하였다.

정량변수간의 상관관계분석을 위해서 SPSS ver 12.0을 사용하였으며, 유의수준 0.05인 피어슨 상관계수를 적용한 결과는 표 10과 같다. 상관관계 분석결과, 표 11과 같이 공사비와 상관관계가 비교적 높게 나타난 평형(-0.526), 동별세대수(0.764), 층별세대수(0.731), 동별연면적(0.832)을 독립변수로 선정하였다.

표 11. 선정된 독립변수

종속변수	독립변수(상관계수)
공사비	독립변수 1 : 평형(-0.526), 독립변수 2 : 동별세대수(0.764), 독립변수 3 : 층별세대수(0.731), 독립변수 4 : 동별연면적(0.832)

표 10. 영향요인간 피어슨상관계수 분석결과

구분	P1	P2	S1	평형	건폐율	용적률	층수	동별세대수	층별세대수	동별연면적	연면적	대지면적	건축면적	동별총공사비
P1	1	-0.28	0.022	0.319**	-0.125	-0.105	-0.076	-0.343**	-0.360**	-0.297*	-0.412	-0.121	-0.097	-0.430**
P2	-0.280	1	0.071	-0.210	0.017	0.062	0.149	0.066	0.007	0.048	0.033	0.024	0.046	0.017
S1	0.022	0.071	1	-0.214	0.110	0.301*	-0.382**	0.020	0.097	-0.254*	-0.267	-0.153	-0.212	-0.017
평형	0.319**	-0.210	-0.214	1	-0.325**	-0.127	0.087	-0.559**	-0.618**	-0.046	-0.059	-0.074	-1.021	-0.526**
건폐	-0.125	0.017	0.110	-0.325**	1	0.603**	0.202	0.321**	0.345**	0.159	0.253	0.283	0.291	0.210
용적	-0.105	0.062	0.301*	-0.127	0.603	1	0.167	0.142	0.131	0.050	0.097	0.042	0.183	0.118
층수	-0.076	0.149	-0.382**	0.087	0.202	0.167	1	0.328**	0.136	0.451**	0.342	0.152	0.092	0.339**
동별세대수	-0.343**	0.066	0.020	-0.559**	0.321**	0.142	0.328**	1	0.966**	0.731**	0.452	0.252	0.142	0.764**
층별세대수	-0.360**	0.007	0.097	-0.618**	0.345**	0.131	0.136	0.966**	1	0.685**	0.365	0.274	0.421	0.731**
동별연면적	-0.297*	0.048	-0.254*	-0.046	0.159	0.050	0.451**	0.731**	0.685**	1	0.123	0.312	0.152	0.832**
연면적	-0.412	0.033	-0.267	-0.059	0.253	0.097	0.342	0.452	0.365	0.123	1	0.455	0.412	0.310
대지면적	-0.121	0.024	-0.153	-0.074	0.283	0.042	0.152	0.252	0.274	0.312	0.455	1	0.371	0.282
건축면적	-0.097	0.046	-0.212	-1.021	0.291	0.183	0.092	0.142	0.421	0.152	0.412	0.371	1	0.102
공사비	-0.430**	0.017	-0.017	-0.526**	0.210	0.118	0.339**	0.764**	0.731**	0.832**	0.310	0.282	0.102	1

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.
 **. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

18) Hair, J. et. al (1998). Multivariate data analysis, 5th Ed., PRENTICE HALL, New Jersey, pp.176~178.

19) ibid., pp.176~178.

20) ibid., pp.176~178.

4. 공사비 예측모델 개발

4.1 공사비 예측모델 개발

4.1.1 다중회귀모델 개발

공사비를 예측하기 위한 회귀분석은 독립변수의 입력방식에 따라서 입력선택법, 단계선택법, 제거법, 후진제거법, 전진선택법의 5가지로 구분된다¹⁸⁾. 그러나 제거법은 모형이 구축된 다음에 사용이 가능한 방법이므로 이를 제외한 4가지 방법을 SPSS ver 12.0에 적용하였다.

표 12와 같이, 독립변수와 변수들의 다중공선성을 고려하여 수정된 결정계수(R²)를 비교한 결과, 4가지 방법의 수정된 R²값이 유사하게 나왔다. 특히 입력선택법을 제외한 나머지 방법에서는 동일한 다중회귀모델이 도출되었다. 수정된 R²값이 다소 낮아도 산출된 다중회귀모델이 같은 경우에는 그 회귀모델의 신뢰성이 높음을 의미하므로, 본 연구에서는 동일한 결과가 도출된 회귀모델을 사용하였다¹⁹⁾.

3가지 방법들 중에서 새로운 변수가 추가되었을 때 가장 간단하게 회귀모델을 구성할 수 있는 후진제거법을 선택하였다²⁰⁾. 후진제거법은 모든 독립변수를 회귀분석에 사용한 후, 단계적으로 가장 영향력이 낮은 변수부터 하나씩 제거하면서 회귀모델을 만들어내는 방법이다. 유용한 독립변수만이 회귀모델에 남을 때까지 반복하여 변수를 제거한 후 도출된 다중회귀모델은 식 (1)과 같다.

$$Y = 8395.564 + 1135.559X_1 + 3134.157X_2 + 28.556X_3$$

Y : 동별 총공사비,식 (1)
 X₁ : 평형, X₂ : 동별세대수, X₃ : 동별연면적

Y : 동별 총공사비,식 (2)
 X₁ : P₁, X₂ : P₂, X₃ : S₁, X₄ : 평형,
 X₅ : 동별 세대수, X₆ : 동별 연면적

표 12. 입력방법에 따른 다중회귀모델 비교

구분	회귀모델	수정R2	유의확률
입력 선택법	Y = -26231.507 + 1391.495X ₁ + 26.884X ₂	0.755	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : 평형, X ₂ : 동별연면적		
단계 선택법	Y = 8395.564 + 1135.559X ₁ + 3134.157X ₂ + 28.556X ₃	0.753	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : 평형, X ₂ : 동별세대수, X ₃ : 동별연면적		
후진 제거법	Y = 8395.564 + 1135.559X ₁ + 3134.157X ₂ + 28.556X ₃	0.753	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : 평형, X ₂ : 동별세대수, X ₃ : 동별연면적		
전진 선택법	Y = 8395.564 + 1135.559X ₁ + 3134.157X ₂ + 28.556X ₃	0.753	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : 평형, X ₂ : 동별세대수, X ₃ : 동별연면적		

4.1.2 더미회귀모델 개발

정성변수(2종)와 정량변수(3종)를 대상으로, 더미회귀분석을 실시하였다. 모든 정성, 정량변수를 활용한 모델 1, 정량변수만 이용한 모델 2, 구조형식과 정량변수만 고려한 모델 3, 내력벽구조를 대상으로 정량변수만을 적용한 모델 4, RC구조를 대상으로 정량변수만을 적용한 모델 5의 다섯 가지 모델이 표 13과 같이 도출되었다.

표 13. 공사비 예측을 위한 회귀모델

구분	회귀모델	수정R2	유의확률
모델 1*	Y = -669.387 - 50984.3X ₁ - 24878.1X ₂ + 34567.76X ₃ + 1483.577X ₄ + 2867.086X ₅ + 29.41X ₆	0.823	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : P ₁ , X ₂ : P ₂ , X ₃ : S ₁ , X ₄ : 평형, X ₅ : 동별 세대수, X ₆ : 동별 연면적		
모델 2	Y = 8395.564 + 1135.559X ₁ + 3134.157X ₂ + 28.556X ₃	0.764	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : 평형, X ₂ : 동별 세대수, X ₃ : 동별 연면적		
모델 3*	Y = -22497.2 + 33546.86X ₁ + 1125.662X ₂ + 2773.142X ₃ + 34.483X ₄	0.783	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : S ₁ , X ₂ : 평형, X ₃ : 동별 세대수, X ₄ : 동별 연면적		
모델 4	Y = 172532.4 - 1553.45X ₁ - 1838.79X ₂ + 91.326X ₃	0.871	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : 평형, X ₂ : 동별 세대수, X ₃ : 동별 연면적		
모델 5	Y = -166665 + 2689.189X ₁ + 6984.553X ₂	0.856	0.000
	Y : 동별 총공사비, X ₁ : 평형, X ₂ : 동별 세대수		

모델 1 : 공사비 예측모델 A

$$Y = -669.387 - 50984.3X_1 - 24878.1X_2 + 34567.76X_3 + 1483.577X_4 + 2867.086X_5 + 29.41X_6$$

모델 3 : 공사비 예측모델 B

$$Y = -22497.2 + 33546.86X_1 + 1125.662X_2 + 2773.142X_3 + 34.483X_4$$

Y : 동별 총공사비,식 (3)
 X₁ : S₁, X₂ : 평형, X₃ : 동별 세대수,
 X₄ : 동별 연면적

이 중에서 더미변수가 사용된 더미회귀모델은 모델 1 : 식 (2) 과 모델 3 : 식 (3)이며, 이는 정성변수를 고려한 공사비 예측모델A와 B로 정의된다. 개발된 공사비 예측모델의 활용가능성을 판단하기 위하여, 더미변수를 활용하지 않은 회귀모델과 공사비 예측모델(모델 1과 모델 3)간의 공사비 예측 오차율에 대한 검증을 실시하였다.

4.2 사례적용을 통한 예측모델 검증

4.2.1 검증개요(대상 및 절차 : 1번 71 / 3번 146)

개발된 공사비 예측모델의 오차율의 적합성을 검증하기 위하여 모델 개발에 적용되지 않은 6개 동의 독립변수들을 적용하였다. 적용된 검증대상의 개요는 표 14와 같다.

표 14. 검증대상 개요

구분	평면 형식	구조 형식	TYPE	동별 세대수	층별 세대수	동별 연면적(m ²)	동별 총공사비 (원)
A	탑상형	내력벽식	84	46	4	5065.70	4,456,784,125
B	판상형(계단식)	내력벽식	59	18	4	1508.43	2,111,456,195
C	판상형(계단식)	내력벽식	114	56	4	7933.44	5,966,035,205
D	탑상형	내력벽식	49	86	6	6020.15	7,317,083,509
E	판상형(복도식)	내력벽식	49	63	5	5112.44	5,495,805,731
F	탑상형	RC구조	59	86	6	5995.97	4,716,634,820

4.2.2 공사비 예측모델의 검증

공사비 예측모델을 사용하여 사례적용을 통한 공사비의 오차율을 예측한 결과는 표 15와 같이, 공사비 예측모델의 결과가 일반적인 회귀모델 결과와 유사하게 도출되었다. 따라서 모델 2를 대신하여, 모델 1을 사용하는 것이 가능한 것으로 판단되었다. 또한, 두 가지의 구조형식을 하나의 회귀식으로 표현한 모델 3과 구조형식별로 적용한 모델 4와 모델 5의 오차율도 유사하게 도출되었다. 그러므로 식 (2)와 식 (3)과 같이 하나의 식으로 표현되는 공사비 예측모델을 통하여 두 가지 구조형식에 대한 공사비를 예측할 수 있음을 확인하였다.

표 15. 사례적용을 통한 공사비의 오차율 비교

구분	A : 내력벽	B : 내력벽	C : 내력벽	D : 내력벽	E : 내력벽	F : RC구조
모델 1 *	1%	21%	8%	3%	7%	8%
모델 2	12%	17%	10%	2%	6%	10%
모델 3 **	8%	15%	5%	1%	8%	4%
모델 4	6%	12%	3%	6%	16%	-
모델 5	-	-	-	-	-	3%

* 공사비 예측모델A, **공사비 예측모델B

4.3 모델의 활용방안

4.3.1 구조형식에 따른 가산비율 현황

표 13과 같이, 구조형식별 도출한 회귀모델은 모델 4와 모델 5이며 각각의 모델은 서로 다른 독립변수를 사용하므로, 동일한 조건에서 공사비를 비교하는 것이 불가능하다. 그러나 공사비 예측모델B 를 활용하면 동일한 조건에서 구조형식을 통제변수로 두고, 공사비 변화량을 측정할 수 있다.

그림 5와 같이, 현재 기본형 건축비의 가산비 항목에서는 내력벽식에 대한 구조형식별 공사비 증가량을 5% 이상으로 제시하고 있다. 그러나 이 비율은 TYPE별 하나의 도면을 대상으로 물량과 비용을 산출하고 비교한 확정적 결과²¹⁾이므로 모집단을 대표하는 값이라고 판단하기에는 어려움이 있다. 따라서 다수의 변동사항이 발생하는 기획단계 독립변수들의 확률분포와 변화량을 수용하기 위해서는 범위로 제시할 수 있는 확률론에 근거한 가산비율이 요구된다.

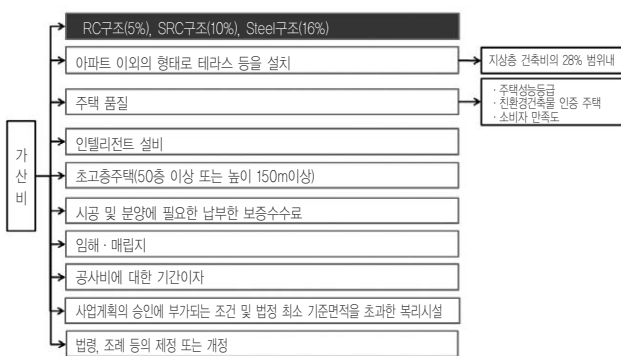


그림 5. 기본형 건축비 가산비 현황

4.3.2 구조형식에 따른 가산비율 제안

구조형식의 차이에 따른 가산비율의 범위를 추정하기 위하여, 모집단을 추정하는 데 활용되는 “RESAMPLING 기법”의 일종인 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하였다²²⁾²³⁾. 분석을 위하여 Crystal Ball ver 11.1 을 사용하였으며, 84 TYPE을 대상으로

10,000개의 데이터를 추출하여 내력벽식 구조와 RC구조의 공사비 차이를 살펴보았다.

추출된 구조형식별 공사비에 대한 t-검정 결과, 표 16과 같이 $t = -4.36$ 이고 p-값은 0 (양측 $p < 0.05$ 기각)에 수렴하므로, 추출된 공사비는 95% 신뢰수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 판단되었다(Keller, 2007).

표 16. 구조형식간 공사비 차이 t-검정 결과

구분	내력벽식구조	RC구조
평균	362401.3 (원/㎡)	395948.2 (원/㎡)
분산	2.96E+09	2.96E+09
관측수	10000	10000
가설 평균차	0	
자유도	198	
t 통계량	-4.36041	
P(T=t) 단측 검정	1.04E-05	
t 기각치 단측 검정	1.652586	

또한, Crystal Ball 의 Batch Fit 기능을 사용하여, 표 17과 같이 구조형식별 공사비 데이터의 차이는 7%에서 11%의 범위 (양측 $p < 0.05$ 기각)내에서 발생할 확률이 90%이며, 평균적으로 8.6%의 차이가 있는 것으로 도출되었다. 따라서 기획단계에서 구조형식 변화에 따른 가산비율을 기존 5%가 아닌 7%에서 11% 내에서 적용할 수 있는 것으로 판단되었다.

표 17. 내력벽식구조와 RC구조간 공사비 가산비율

구분	분포형태	범위	
감마분포 (GAMMA DISTRIBUTION)		최소 (5%)	7%
		중간 (50%)	9%
		최대 (95%)	11%
		평균	8.6%

Crystal Ball 의 Batch Fit을 사용한 결과임

5. 결론

본 연구는 기획단계에서 정성변수를 활용한 공사비 예측모델을 구현하고 모델을 활용하여 서로 다른 구조형식간 가산비율을 제시하는데 목적이 있다. 이를 위하여 62개 동의 공사비 영향요인을 조사하고, 동별 총공사비를 종속변수로 하는 상관관계분석 및 회귀분석을 실시하였다. 정성적인 영향요인 중 평면형식과

21) 한국건설기술연구원, 한국감정원 (2005). 앞의 책, pp.37~41.

22) Hair, J. et. al (1998). op. cit., pp.692~694.

23) Maria, L. R. (2008). Statistical Computing with R, 1st Ed., Chapman & Hall/CRC, New York, pp.47~48

구조형식을 더미변수로 전환하고 동별 총공사비 예측모델을 개발한 후 오차율 검증을 실시하였다. 개발된 모델을 사용하여 도출된 동별 총공사비를 바탕으로 현재 사용중인 확정적인 가산비율과는 차별화되는 확률론적인 가산비율을 제시하였다.

본 연구에서 제시한 동별 총공사비 예측모델을 활용하면, 기획단계에서 일반적인 동별 총공사비를 예측할 수 있으며 또한 동일한 평형, 세대수, 연면적의 조건에서 평면형식과 구조형식을 변경시켰을 때의 동별 총공사비를 예측도 가능하다. 그리고 데이터 "RESAMPLING 기법"을 통한 가산비율을 기존 5%가 아닌 7%에서 11% 내에서 적용할 수 있도록 제시하였으므로 구조형식 변경에 따른 신속하고 유연한 동별 총공사비 산출이 가능할 것으로 기대된다. 또한 동일한 프로세스를 적용하여 다른 정성변수에 대한 동별 총공사비에 대한 영향력도 측정이 가능하며, 단지 총공사비 예측의 정확성 향상에도 기여할 것이다.

반면 데이터 확보의 한계로 전체 공공아파트 모집단을 대표하기에는 표본 수가 부족하였다. 향후 추가적인 데이터 확보로 데이터 분포 분석 및 대표성 있는 동별 총공사비 예측에 관한 연구가 필요하며, 기존 유사 모델과 비교 분석 및 단지 총공사비 예측 모델 개발이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 건설교통 R&D정책인프라 사업(과제번호:06기반건축 A03) 결과의 일부임.

참고문헌

강태경 (2006). "공공택지에 건설되는 공동주택의 기본형 건축비" 건설기술정보, 2006년 7월호, 건설기술연구원.
 국토해양부 (2008). 분양가상한제 등 분양가제도 개요, 국토해양부.
 국토해양부 (2009). 건축공사 적정공사비 산정 및 관리시스템 개발, 국토해양부.
 권호석 외 (2008). "공공아파트 계획설계단계에서의 공사비 예측모델" 한국건설관리학회논문집, 제9권 제3호, 한국건설관리학회, pp.65~74.
 김기동 외 (1990). "계획 초기단계에서 공동주택의 코스트 모델에 관한 연구" 대한건축학회논문집, 제6권 제3호, 대한건축학회, pp.291~298.

김문한 (2009). 건설프로젝트의 코스트매니지먼트, 초판, 국토일보.
 이유섭 (2003). "코스트 중요항목 분석을 통한 공사비 예측모델 연구" 한국건설관리학회논문집, 제4권 제4호, 한국건설관리학회, pp.212~219.
 이유섭 (2007). "분양가 상한제 시행에 따른 건축비 산정기준과 대응방안" 건설기술, 44호, 쌍용건설기술연구소, pp.4~5.
 이정환 (2007). "부동산 거품, 터뜨리면 안 되는 이유 있나" 미디어오늘, (2011.09.09).
 한국건설기술연구원 (2005). 중대형 주택의 기본형 건축비 산정 연구, 국토해양부.
 한국건설기술연구원, 한국감정원 (2005). 새로운 건축비 산정기준 수립연구, 국토해양부.
 현창택 외 (2010). "공공업무시설의 기획단계 공사비 및 공사비 범위 추정모델 개발." 대한건축학회논문집, 제26권 제6호, 대한건축학회, pp.139~148.
 Construction Industry Institute (1998). Improving Early Estimatess : Best Practice Guide, The University of Texas at Austin, Texas.
 Cho, K. et. al (2010). "Integrated schedule and cost model for repetitive construction process." Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 26(2), pp.78~88.
 Hair, J. et. al (1998). Multivariate data analysis, 5th Ed., PRENTICE HALL, New Jersey.
 Keller, G. et. al (2007). Statistics for Management and Economics, 6th Ed., THOMSON, California.
 Lowe, D. et. al (2006). "Prediction Construction Cost Using Multiple Regression Techniques." Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 132(7), pp.750~758.
 Maria, L. R. (2008). Statistical Computing with R, 1st Ed., Champman & Hall/CRC, New York.
 Trost, S. et. al (2003). "Predicting Accuracy of Early Cost Estimates." Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 129(2), pp.198~204.

논문제출일: 2011.10.18

논문심사일: 2011.10.21

심사완료일: 2011.12.05

요 약

공공아파트 프로젝트의 기획단계에서 수행되는 적정 공사비 예측은 기획부터 유지관리까지 전(全) 단계에 걸쳐서 영향을 미치게 되므로 명확한 예측기준 및 방법이 제시되어야 한다. 그러나 현재까지 다양한 다중회귀모델을 활용한 공사비 예측 방법이 개발되어 왔으나, 정성변수를 포함하여 공사비를 예측하는 방법에 대한 연구는 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 기획단계 활용을 위한 정성변수를 포함하는 공사비 예측모델을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 공사비 영향요인을 분석 및 추출하고, 회귀분석을 위한 독립변수를 선정하였다. 그리고 정성변수를 포함하는 공사비 예측모델을 개발하며 사례적용을 통한 검증을 실시하였다. 개발된 공사비 예측모델과 "RESAMPLING 기법"을 사용하여 구조형식별 공사비 가산비율을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 더미회귀모델과 가산비율을 활용하면, 일반적인 공사비 예측과 함께 동일한 평형, 세대수, 연면적에서 평면형식과 구조형식을 변경시켰을 때의 공사비 예측이 가능할 것으로 기대된다.

키워드 : 공공아파트, 기획단계, 공사비 예측, 정량변수, 더미회귀분석
