

실적자료에 의한 적정 건축공사비 산정 방법에 관한 사례연구

A Study of the Application for Proper Construction Cost Estimating Method based on the Actual Cost Data

조재호* 박상준* 전재열**
Cho, Jae-Ho Park, Sang-Jun Chun, Jae-Youl

요 약

본 연구는 실적공사비적산 제도의 정착을 위한 적정 예정공사비 산정방법 제안 및 사례분석을 통해 타당성 검증을 목적으로 한다. 건설공사비는 미래의 예측으로 불확실성을 가지고 있으며 이는 과거의 실적에 의하여 추정할 수 있다. 실적자료는 건설환경의 다양성, 개별성, 특수성 등을 나타내줌으로서 이에 대한 자료조건 분류 및 보정으로 불확실한 공사비를 예측 가능하게 한다. 따라서 본 연구에서는 조건분류, 물가보정 및 확률적 개념을 도입하여 프로젝트 초기단계에서 및 실행예정가 산정시 적정 비용의 산정방법을 제안하고자 한다.

키워드: 비용견적, 몬테칼로 시뮬레이션, 부위 공사비, 물량, 회귀분석

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설사업은 갈수록 급변하는 환경에서 수행되며 또한 건설기술의 발전으로 건설사업은 보다 복잡해지고 대형화하는 추세를 보이고 있다. 이러한 변화는 건설사업예정가격의 불확실성(Cost Uncertainty)을 가중시키는 요인이 되고 있다. 특히 불확실성에 따른 건설공사비용은 발주자인 정부뿐만 아니라 민간 건설회사에게도 중요한 이슈가 되고 있으며 이에 따른 적산기술의 발전이 요구된다. 하지만 적정예정가격을 산정하기 위해서는 먼저 기수행한 실적공사비를 근간으로 하여 건설공사의 다양성과 불확실성을 반영할 수 있는 비용자료의 축적이 선결과제라 할 수 있다. 이에 정부는 기존의 표준품셈에 의한 적산방식에서 이미 수행한 공사의 가격을 기초로 예정가격을 산정하는 실적공사비 적산제도를 단계적으로 적용하고 있으며 실무 활용을 위해서 규모와 지역, 시간차등에 따른 변동요인을 반영한 예정가격지원 전산시스템을 개발하였다. 그러나 실적공사비 적산제도 도입에 따른 공사단가의 객관성, 신뢰성 확보의 문제점과 시간, 지역, 공사특성 및 규모에 따른 단가 보정지수 부재 등으로 인하여 실적공사비를 효율적으로 활용하고 있지 못한 실정이다.

따라서 본 연구는 실적공사비적산제도 시행에 맞추어 비용의 불확실성을 반영할 수 있는 확률적 비용개념을 도입하여 적정 공사비 산정방법을 제시하고 실적 자료에 기초한 사례분석을 통하여 실무 적용성 검증을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현행 실적공사비적산제도 도입·운영시 예정공사비산정과정에서 발생할 수 있는 문제점을 유사 실적자료조건에 의한 확률적 비용개념 도입을 통해 개선하고 실제 사례를 통한 실무적용성 검증을 목적으로 하고 있다. 따라서 본 연구는 다음과 같은 순서로 진행하고자 한다.

첫째, 유사실적자료조건에 의한 확률적 예정공사비 산정방법을 제시한다.

둘째, 실적 자료에 기초하여 계약단가에 의한 예정공사비 산정 방법과 본 연구에서 제시한 실행공사단가에 의한 예정공사비 산정 방법을 사례를 통하여 비교 분석한다.

셋째, 사례분석에 대한 타당성 및 실무 적용성을 검증한다.

2 실적자료에 의한 예정공사비 산정 방안

본 연구를 통해 제시된 예정공사비 산정방법은 다음과 같은 절차에 의해 진행된다.

- [1] 1단계 : 차기 공사와 유사한 부위 부분 단가 추출
공중별 분류체계를 건축물의 기능, 공간과 부위별로 분류하여 실적공사비를 축적함으로써 예정가격산정시 실적공사비의 추출조건을 명확히 한다.(예 : 동종의 건물, 지역)
- [2] 2단계 : 시간차에 의한 공사비 단가 보정
세부 공중별 부위 물량조건을 설정하고 이에 따른 연도별 세부 요소 단가의 변화추이를 반영한다.
- [3] 3단계 : 회귀분석에 의한 물량대비 단가 산정
각 공중별 부위 물량에 대한 단가의 패턴을 추정하여 공사비를 산정 한다.

* 학생회원, 단국대학교, 공학석사

** 종신회원, 단국대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
본 연구는 2001년도 한국과학재단특정기초연구과제
(과제번호98-0602-03-01-3)결과의 일부임

[4] 4단계 : 단가의 확률분포에 의한 시물레이션
 비용의 우연성 또는 불확실성을 평가하기 위한 도구으로써 과거의 실적자료를 이용하는 시물레이션 기법을 활용한다.
 [5] 5단계 : 예정공사비의 산정 및 위험도 평가
 다음 그림 1.은 본 연구를 통해 개선된 예정공사비 산정 방법의 흐름도이다.

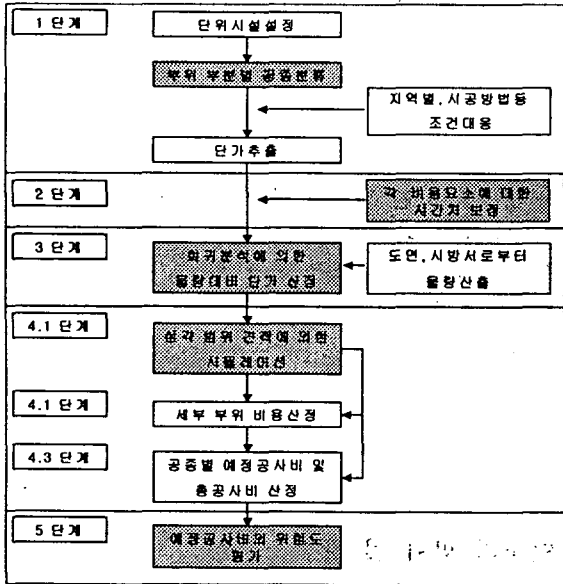


그림 1. 적정 공사비 산정 방법의 흐름도

3. 예정 공사비 산정 사례분석

본 사례분석에서는 실적자료의 계약단가와 실행공사비단가(정산단가)를 구분하여 사례연구를 하였다. 현행 실적공사비 적산제도에 축적된 공사비는 실제 공사를 수행한 단가가 아닌 계약에 명기된 단가를 축적하고 있다. 따라서 수량평균에 따라 계약단가를 축적한 사례와 실질적인 실행공사비를 축적하여 활용한 이상적인 사례를 구분하여 예정공사비 산정방법에 대하여 기술하였다.

- ① 계약단가 자료 형태 : 공종별 수량평균의 축적 및 공종별 계약단가의 범위(최소값, 중앙값, 최대값) 축적 자료
- ② 실행공사비단가 : 공종별 물량에 따른 단위비용

3.1 계약단가에 의한 예정 공사비 산정 사례

각 단계별 철근콘크리트 벽 타설 공종에 대한 예정공사비 산정 절차를 기술하였다.

[1] 1단계 : 부위 부분 단가 추출

실적공사비 D/B 축적은 수량산출기준에 의한 부위 부분별 분류와 그에 따른 물량 단가의 연도별 비용 축적 구조로 구성되어 있다. 다음 표 1은 부위 부분별 분류 체계, 연도별 실적공사비 축적, 부위별 물량 단가에 대한 D/B 구축 사례이다.

표 1. 연도별 실적 공사비 축적 사례

연도	EC2500 (철근콘크리트 타설벽)	수량평균 (m ³)	단가 최소	단가 중앙	단가 최대	자료수
96	EC2500	18455	4762	6310	8210	5
97	EC2500	3935	6800	8300	15300	9
98	EC2500	3294	7990	12850	17500	14

※ D건설. 실적공사비 축적 사례

[2] 2단계 : 공사비 단가 시간 보정

97년도와 98년도의 유사 수량(3935, 3294m³)에 대한 비용 상승요인을 보면 평균적으로 2646의 기울기를 가지고 있다.1) (그림 2.참조) 따라서 99년을 기준으로 연도별 2646의 공사비지수를 사용하여 보정한 실적공사비는 다음 표 2와 같다

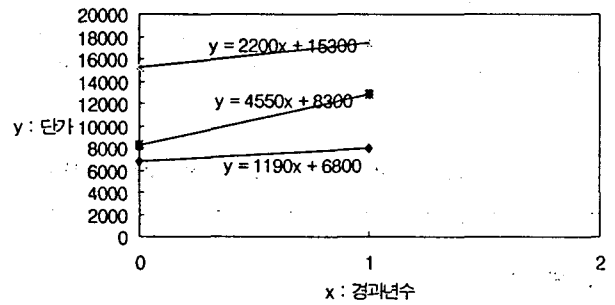


그림 2. 콘크리트 벽 타설 공종 단가의 변동추이 (97~98년도)

표 2. EC2500 99년 보정단가 (단위 : 원)

연도 보정계수	수량(m ³)	2646(중앙값과 최소값의 평균)		
		최소	중앙	최대
96→99	18455	12702	14250	16150
98→99	3294	10637	15497	20147
97→99	3935	12093	13593	20593

[3] 3단계 : 회귀분석에 의한 물량대비 단가 산정
 보정된 단가의 분포는 물량 증감에 따라 비용의 불확실성을 보여주고 있으며 그림 3.은 물량에 따른 단가의 최소값, 중앙값, 최대값의 변동 추이를 보여주고 있다.

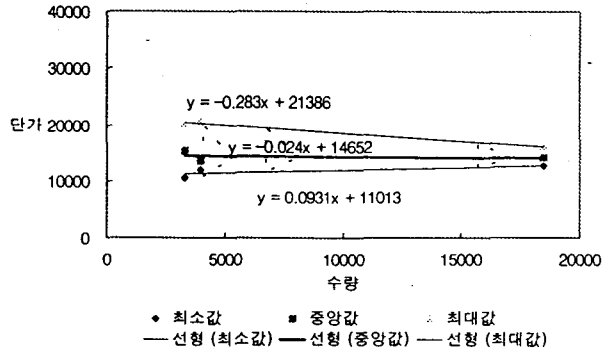


그림 3. EC2500 99년 수량대비 단가 추이

1) 물량 최대값과 최소값, 평균값에 대한 평균물가 상승률로 시간차를 보정을 하여야 하나 임의의 유사물량 데이터의 물가 상승률로 EC2500 공종의 물가상승률을 대표 함

[4] 4단계 : 단가의 확률분포에 의한 시뮬레이션²⁾

임의의 수량(14000m³)에 대한 추정단가는 다음 표 3와 같으며 비용의 확률분포는 정규분포(그림 4. 참조)를 사용할 수 있으나 자료수의 제약에 의해 개략산정으로 삼각분포(그림 5. 참조) 적용한다.(시뮬레이션 회수 : 500회 실시)

표 3. 99년 보정단가의 회귀식 추정단가 (단위 : 원)

EC2500	수량(m ³)	단가		
		최소값	중앙값	최대값
회귀식추정단가	14000	12316	14316	17424

[5] 5단계 : 예정공사비의 산정 및 위험도 평가

EC2500(물량:14000m³)의 추정된 단가 범위값에 의한 예정 공사비 확률 시뮬레이션은 다음 그림 4와 같다. 여기서 누적확률에 대한 역수는 공사비 초과 위험도를 나타낸다.

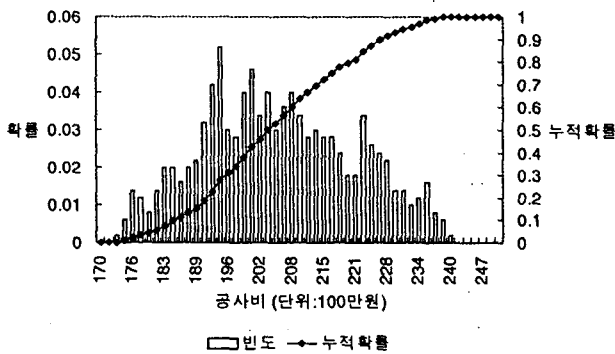


그림 4. 콘크리트 벽 타설(EC2500) : (물량 14000m³)

3.2 실행공사비에 의한 예정공사비산정방법 사례

실제 기 수행한 공사비 자료일수록 정확도와 신뢰도는 높아진다. 따라서 실제 수량에 대한 단가가 연도마다 축적이 되어 활용이 가능하다면 다음과 같은 이상적인 예정공사비 산정 방법이 사용되어 진다. 즉 3개 연도의 최소수량, 평균수량, 최대수량의 물가상승율을 분석하여 이를 평균한 값³⁾을 연도 보정계수로 사용할 수 있다. 다음은 본 연구에서 제시한 예정공사비 산정 과정이다.

[1] 1단계 : 부위 부분 단가 추출

조건 : OO지역 아파트공사 DB구축가정, ED3300 제치장 콘크리트 마감 부위 공종 추출 (표 4. 참조)

표 4 실행단가(historical data, 가상 데이터)

ED3300 제치장 콘크리트 마감 (수직면), 단가 (단위: 원)					
96년수량	248	1000	3400	4330	16846
99년단가	36514	35232	31980	32130	26496
97년수량	260	1230	5600	5700	12450
99년단가	39900	37980	33460	33210	31496
98년수량	180	2800	7400	7450	14300
99년단가	42930	41000	36020	35900	32696

[2] 2단계 : 공사비 단가 시간 보정

연도보정계수 산출은 회귀식 선상의 3개의 물량조건별의

연도별 평균상승률로 물가를 보정하며 보정계수에 의한 보정 단가는 표 6과 같다. 다음 표 5, 그림 5는 연도보정계수 를 산출하기 위한 과정이다.

표. 5 물량조건별 연도별 물가상승 추이

	200(m ³)	7000(m ³)	15000(m ³)
96년	35201.96	31460.6	27059
97년	38482	33892	28492
98년	42400.32	37277.2	31250

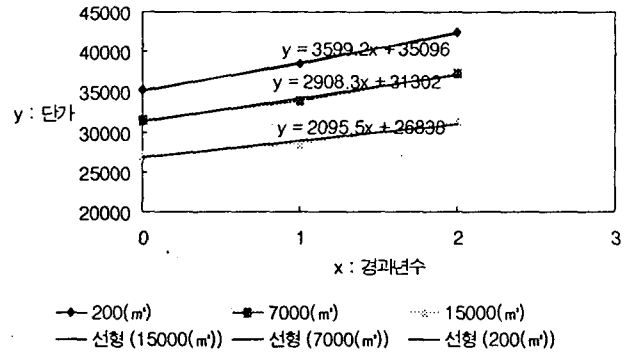


그림 5. 연간 물가상승률

표. 6 99년기준 보정 단가 (단위 : 원)

연도 보정 계수 : 2867.666667					
96단가	36514	35232	31980	32130	26496
99년보정	45117	43835	40583	40733	35099
97단가	39900	37980	33460	33210	31496
99년보정	45635	43715	39195	38945	37231
98단가	42930	41000	36020	35900	32696
99년보정	45798	43868	38888	38768	35564

[4] 4단계 : 단가의 확률분포에 의한 시뮬레이션
99년도 보정단가를 근거로 수량 대비 단가의 99년도 예상 회귀식은 다음 그림 6과 같다.

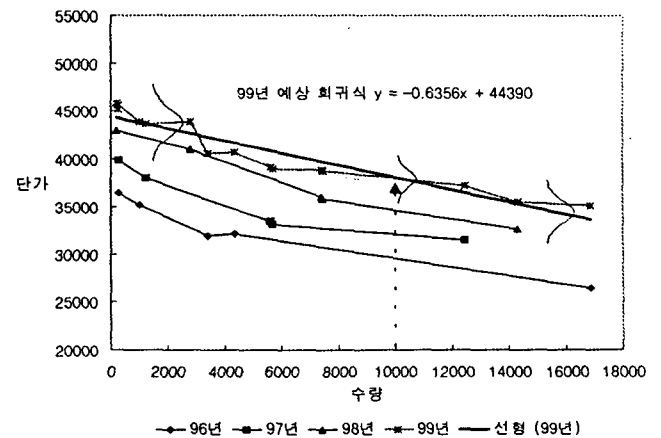


그림 6. 99년 수량대비 단가의 회귀 추정식

상기 회귀식에 대한 99년 보정단가를 표본으로 분산분석한 결과 수량 10000m³(가정물량)의 신뢰구간 추정은 다음 표 7과 같다.

2) EXCEL, @RISK 프로그램

3) 이동평균법

표. 7 수량 10000㎡에 대한 단가 범위

공종코드	수량조건	최소값 (하위 5%)	중앙값	최대값 (상위 5%)
EB5300	10000㎡	36310.53	38034	39757.47

산출근거 : $\hat{Y}_h = 38034$, $MSE \left[\frac{1}{n} + \frac{(X_h - \bar{X})^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \right]$
 = 1276.643 90%신뢰구간:
 $t \left(\frac{0.1}{2}, 13 \right) \text{분포} = 1.350$ $E(\hat{Y}_h) = 38034$
 $\pm (1.350)(1276.643)$

[5] 5단계 : 예정공사비의 산정 및 위험도 평가 추정된 신뢰구간에 의한 공사비 시뮬레이션 결과 및 비용에 대한 비용초과 확률(위험도)은 그림 7.과 같다.

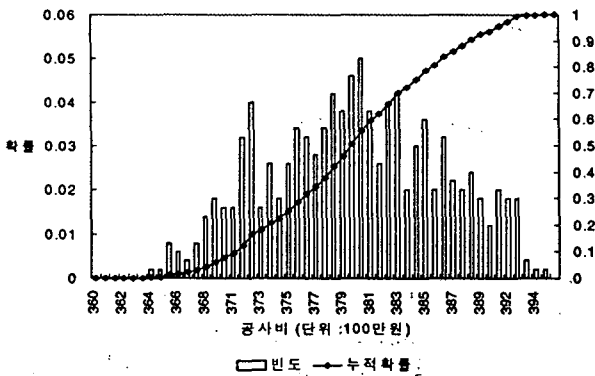


그림 7. 공사비용 시뮬레이션결과 및 위험도 평가

4. 결론

본 연구는 현행 표준품셈방식의 공사비 산정방식에서 실적공사비적산 제도의 조기 정착을 위한 적정 예정공사비 산정방법 제안 및 사례분석을 통하여 실무적용성을 검증하고자 하였다. 본방법은 과거의 실적공사비를 활용함에 있어 유사 조건의 단가추출방법론, 물량조건에 의한 물가변동 및 단가변동요인을 고려한 예정공사비 산정 방법을 제한하여 공사비의 신뢰성을 높이고자 하였다. 또한 확률 시뮬레이션 개념을 도입함으로써 불확실성을 고려한 공사비 산정방법과 적정 공사비 산정을 위한 의사결정정보를 제공하고자 하였다. 본 연구를 통해 분석한 주요 결론은 다음과 같다.

(1) 본 연구의 예정공사비 산정 방법은 첫째, 가장 유사한 실적공사비의 추출 조건 설정을 위하여 부위 부분별 코

스트 산정 방법을 제시하였다. 둘째, 비용요소별, 규모별 세부적인 물가상승률 보정 방법을 제시하였다. 셋째, 물량과 단가의 추이를 예측하여 비용오차를 최소화하는 확률적 회귀추정 방법을 제시하였다. 넷째, 실적자료에 의한 실제 가능성 있는 유사 비용 데이터를 생성하는 확률시뮬레이션 방법을 제시하였다.

(2) 본 사례분석에서는 계약단가와 실행공사비를 구분하여 예정공사비를 산정하였다. 계약단가에 의한 예정공사비 산정은 공종별 수량평균에 대한 단가의 최소값, 중앙값, 최대값을 유사 평균수량 조건에 의해 단가의 물가변동과 물량 변동요인을 반영하여 공사비를 산정하였다. 실행공사비에 의한 예정공사비는 공종별 수량에 대한 단가를 수량 최소값, 중앙값, 최대값에 대한 조건별 단가의 물가변동과 물량변동요인을 반영하여 공사비를 산정하였다.

(3) 계약단가에 의한 예정공사비 산정 방법은 유사 물량 조건에 대한 기준 설정이 제한적이며 실행공사비를 사용하였을 경우 각 공종별 물량조건에 따른 물가변동요인을 반영할 수 있으며 동시에 물량에 따른 단가 변동요인을 반영하여 오차를 최소화한 신뢰성 있는 예정공사비를 산정할 수 있다. 여기서 적정공사비 산정은 추정된 예정공사비 범위값 내에서 건설현장에 따라 낙찰율을 선택 조정할 수 있다.

차후 실적공사비적산을 효율적으로 운영하기 위해서는 표준 공종 부위별 분류체계설정에 따른 5년 이상 실행공사비자료의 D/B 구축이 이루어져야 하며 분기별 물가변동에 따른 구체적인 시계열 보정지수 개발이 요구된다.

참고문헌

1. 건설교통부, 건축공사 수량산출기준, 1997
2. 김우철외 7인, 현대통계학, 영지문화사
3. 이운선, 부위 라이브러리를 이용한 견적시스템 개발 연구, 한양대학교 석사학위논문, 1998
4. 종합물가정보지, 2000, 6
5. 한국건설기술연구원, 실적공사비 측정 및 적용방안 1, 2, 3 차분 1997, 1998, 1999
6. Albright, Data analysis & Decision Making, 1998
7. Sydney Newton, Methods of analysing risk exposure in the cost estimates of high quality offices, Australia, 1992.

Abstract

The ability to make good cost overruns predictions is a very important aspect of in major construction project. The probabilistic cost models can provide more reliable than traditional cost models which have been used in Korea to prepare Bill of Quantities, if the actual cost data are sufficient enough to analyze the trends of the variables. The paper considers non-deterministic methods in a cost estimate. The method(referred to as the 'Monte Carlo simulation' method) interprets cost data indirectly, to generate a probability distribution for total costs from the deficient elemental experience cost distribution. The objectives of this research is to develop a method to forecast the probabilistic total construction cost and the elemental work cost

Keywords : Cost estimating, Monte-Carlo simulation, Elemental Work Cost, Quantity, Regression Analysis