

코스트 중요항목 분석을 통한 공사비 예측모델 연구

Development of Construction Cost Model through the Analysis of Critical Work Items

이 유 섭*

Lee, Yoo-Seob

요 약

건설공사에서 공사비 계획 및 관리를 위한 코스트 모델은 공사입찰·계약단계에서 도급공사비 결정에 중요한 기능을 담당할 뿐만 아니라 건설사업 수행 전단계에 걸쳐 건설공사에 소요될 비용을 추적, 관리하여 주어진 예산범위 내에서 최적의 목적물을 설계·시공하여 궁극적으로 발주자의 투자비용에 대한 가치를 극대화하고 비용관리업무의 적정성을 도모하는 기능을 담당하고 있다. 그동안 내역입찰방식을 널리 채택하고 있는 건설공사에서 내역서는 공사비 예측 및 계획 등 공사관리에 있어서 중요한 수단으로 활용하여 왔으나, 현행 내역모델은 공사비의 예측 및 비용관리 측면에서 지나치게 상세하며, 공사계획 및 관리업무와 연계시키는데도 한계가 있는 것으로 지적되고 있다.

건설공사를 구성하는 세부 단위작업에 소요되는 비용은 모두 중요한 관리대상이지만, 단위작업의 내용에 따라 비용이 차지하는 비중과 코스트 결정에 미치는 영향력에는 차이가 있다. 이러한 비용결정의 구조적 메커니즘에 착안하여 본 연구에서는 건설공사 비용결정에 중요한 영향을 미치는 작업내용을 규명하여 정확성을 유지하면서 단순 간결한 코스트 예측모델을 제안 및 검증하는 것을 목적으로 하고 있다.

키워드 : 건설공사비, 코스트 모델, 비용중요항목, 비용모델지수

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

건설사업은 갈수록 급변하는 경제환경 하에서 수행되고 있으며, 건설기술의 발전과 함께 보다 복잡해지고 대형화되는 추세를 보이고 있다. 이러한 변화는 건설비용의 불확실성을 가중시키는 요인이 되며, 이러한 불확실성은 발주자의 예산초과로 이어져 비용효과를 저하시킬 수 있고, 시공자에게는 시공효율 저하로 수익성 제고에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

이에 건설사업을 둘러싼 불확실성에 따른 위험에 적극 대응하기 위해서는 건설비용을 효과적으로 계획·관리할 수 있는 방법론과 기법에 대한 요구가 증가되고 있다.

건설공사에서 공사비 계획 및 관리를 위한 코스트 모델은 공사입찰·계약단계에서 도급공사비 결정에 중요한 기능을 담당할 뿐만 아니라 건설사업 수행 전단계에 걸쳐 건설공사에 소요

될 비용을 추적, 관리하여 주어진 예산범위 내에서 최적의 목적물을 설계·시공하여 궁극적으로 발주자의 투자비용에 대한 가치를 극대화하고 비용관리업무의 적정성을 도모하는 기능을 담당하고 있다.

그동안 내역입찰방식을 널리 채택하고 있는 건설공사에서 내역서(bill of quantities)는 공사비 예측 및 계획 등 공사관리에 있어서 중요한 수단으로 활용하여 왔으나, 현행 내역모델은 공사비의 예측 및 비용관리 측면에서 지나치게 상세하며, 공사계획 및 관리업무와 연계시키는데도 한계가 있는 것으로 지적되고 있다. 따라서 본 연구에서는 건설공사 비용결정에 중요한 영향을 미치는 작업내용을 규명하여 정확성을 유지하면서 단순 간결한 코스트 예측모델을 제안하는 것을 목적으로 하고 있다. 또한 이 모델을 활용하여 비용관리업무의 적정성을 확보할 수 있는 공사계획 수립 기반을 제공하고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

건설공사를 구성하는 세부 단위작업에 소요되는 비용은 모두 중요한 관리대상이지만, 단위작업의 내용에 따라 비용이 차지하

* 종신회원, 한국건설기술연구원, 수석연구원, 공학박사

교·평가하는데 유효할 뿐만 아니라 기성지불 및 변경관리 등 계약관련업무의 원활한 처리에도 유용함에 따라 우리나라에서도 공공뿐만 아니라 민간 건설공사에서도 널리 활용되고 있다.

이와 같이 내역서는 건설공사 입찰 및 계약이행과정에서 비용 정보를 취급할 뿐만 아니라 중요한 계약문서로 활용되고 있어 건설현장에서는 내역위주의 관리체계를 구축하여 운영하고 있는 등 내역서는 공사계획 및 관리를 위한 기반으로도 활용되고 있다.

2.2 현행 코스트 모델의 한계성

건설공사에서 코스트 모델의 궁극적인 역할은 건설사업 전단계에 걸쳐 주어진 프로젝트 정보를 토대로 건설공사에 소요되는 공사비 정보를 정확하게 예측하여 신속하게 제공하는 한편, 이를 토대로 공사수행과정에서 발생하는 실적과 계획을 효과적으로 추적·관리하는 것이라 할 수 있다.

그러나 현행 적산실무에서 널리 활용되고 있는 내역모델은 공사비의 예측 및 비용관리측면에서 지나치게 상세하여 관련 업무의 효율성을 저하시키는 요인으로 지적되고 있는 등 이하에서는 현행 내역모델의 한계성을 코스트 예측의 정확성과 업무 효율성 측면에서 고찰하고자 한다.

(1) 정확성 측면

정확성은 예측된 공사비와 실제 투입된 공사비간의 근접성으로 정의할 수 있다. 그러나 건설공사에서 실제 작업에 투입된 공사비를 확인하는 것은 매우 어려운 일이다.

일반적으로 적산의 정확성은 설계정보의 상세도와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려지고 있다. 즉, 설계정보의 상세도 또는 확정도가 높으면 높을수록 적산결과의 정확성은 높아질 수 있다는 것이다. 그러나 설계정보가 상세한 만큼 적산의 정확성이 동일하게 높아지는 것은 아니다. 설계정보의 상세도와 적산의 정확도의 상관관계는 비례하는 것이 아니기 때문에 적산 정확도를 높이기 위한 노력과 시간 및 비용은 더욱 많이 소요될 수 있다는 것이다.

현행 설계단계에서 설계최적화를 위해 널리 활용하고 있는 부위별 적산방식(element analysis method)에 대한 정확성을 시뮬레이션을 통하여 분석한 결과, 변동계수(Coefficient of Variation)²⁾가 16.3%~17.8%수준인 것으로 제시하고 있다. 또한 적산사(quantity surveyor)가 내역서 모델에 의해 수행한 557건을 대상으로 공사비 산정결과에 대한 정확성을 분석한 결

과, 변동계수가 15.5%수준인 것으로 나타나고 있다. 이와 같이 두가지 코스트 모델에 대한 정확성을 나타내는 변동계수를 비교해 보면, 부위별 모델이 내역서 모델보다 정확성 측면에서 큰 차이가 없는 것으로 지적하고 있다.³⁾

영국의 PSA에서 분석한 결과에 의하면, 어떤 프로젝트라도 주요한 100개의 내역항목을 도출해서 정확하게 가격을 산정할 경우, 그 이상의 상세한 항목에 대해 적산을 실시하더라도 더 이상 정확성은 크게 증가하지 않을 만큼의 정확도를 보이고 있다고 결론짓고 있다. 이는 건설공사는 다수의 내역항목으로 구성되고, 이들 항목들간 공사비의 비중은 차이가 크며, 결국 공사비 비중이 높은 내역항목의 비용산정 결과의 정확도가 전체 비용산정 결과의 정확도에 크게 영향을 미칠 수 있다는 것이다.⁴⁾

이와 같이 내역서에 의한 코스트 모델은 적산항목을 세분화하여 소요자원을 기초로 상세적산하고 있으나, 정확성 측면에서는 건축물의 각 기능요소에 대한 단위 공사비를 예측하는 개략적인 적산방식과 비교할 때 큰 차이가 없는 것으로 나타나고 있다. 따라서 현행 내역서의 비용구조를 분석하여 코스트 결정에 중요한 영향을 미치는 작업항목을 규명함으로써 정확성을 유지하면서 단순 간결한 코스트 예측모델 개발이 가능할 수 있음을 시사하고 있다.

(2) 효율성 측면

건설공사비를 예측·계획함에 있어서 중요한 요소는 코스트 정보를 필요로 하는 건설생산조직에게 적시에 정확한 정보를 제공하여 코스트와 관련된 각종 의사결정을 지원하는 것이 필수적이다.

그러나 현행 공사비 예측업무에 있어 건설공사의 비용을 계획하는 과정에서 “중요성이 낮은 항목의 집중(law of triviality) 현상”이 두드러지고 있다고 지적하고 있다⁵⁾. 즉, 내역항목별 비용의 비중이 높은 항목보다 비중이 낮은 항목에 대한 코스트 산정에 소요되는 시간과 노력은 더욱 많아지고 있으며, 이는 적산 업무의 효율성을 저하시키고 코스트 산정 결과의 정확성을 저하시키는 원인이 될 수 있다는 것이다.

따라서 적산결과의 정확성과 적산업무의 효율성을 확보하기

2) 평균의 증가에 비례하여 표준편차가 증가하는 경우의 변동 파악에 효과적인 일 뿐만 아니라 데이터의 정확성을 나타내는 지표로서 다음의 식으로 산출됨

3) Morrison, N., "The Accuracy of Quantity Surveyors' Cost Estimating", Construction Management and Economics, 1984, 2, pp.57-75.
4) Property Services Agencies(PSA), "Significant Items Estimating", 1987.
5) Ahuja, Hira N. & Campbell, W. J., Estimating : from Concept to Completion, Prentice-Hall, Inc., 1986, pp. 83-84.

위해서는 내역항목을 지나치게 상세화하기 보다는 공사비 비중이 높은 항목을 중심으로 적산할 수 있는 모델이 더욱 실효성을 높일 수 있다는 것이다. 또한 적산결과의 정확성뿐만 아니라 시공과정에서 비용관리업무의 효율성을 제고하기 위해서는 비용 및 일정계획과 이들의 측정 및 분석, 관리 등 주요 관리기능을 만족시킬 수 있도록 보다 단순하고 현실적인 모델을 구축하는 것이 필요하다.

3. 건축공사 비용구조 분석

3.1 분석대상 개요

건축공사의 비용구조를 분석하기 위해 우리나라 아파트 구조형식의 대부분을 차지하고 있으면서 경제적·기술적 측면에서 장래에도 널리 채택될 철근콘크리트 벽식구조 아파트 건축공사를 분석대상으로 하고 있다. 특히 아파트 공사는 다른 공사에 비하여 데이터의 안정성과 실적데이터의 확보가 용이한 특성을 지니고 있어 모델링 대상으로 선정하였다.

그러나 아파트공사는 단지규모에 따라 동수, 세대수, 평형 등이 매우 다양한 특징을 지니고 있어 이는 비용과 생산성에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다.

또한 아파트 공사의 내역체계를 살펴보면 <그림 2>와 같이 공통가설, 토목공사의 경우 단지전체를 대상으로 하고 있으며 지반여건에 따라 일정과 비용의 변화가 큰 특징을 보인다. 반면, 건축, 기계설비, 전기, 전기통신공사의 경우 동별로 작성되는 것이 일반적이며, 수량의 차이는 있을 수 있지만, 동별 시방과 설계내용이 비슷하여 작업내용과 단가의 편차는 크지 않는 특징이 있다.

따라서 건축공사비를 분석함에 있어 15건의 아파트 건설공사에서 한 개 동의 내역서를 선택하여, 그 중 건축공사를 구성하는 11개 공종을 대상으로 공사비 분포와 비중을 분석하였다.

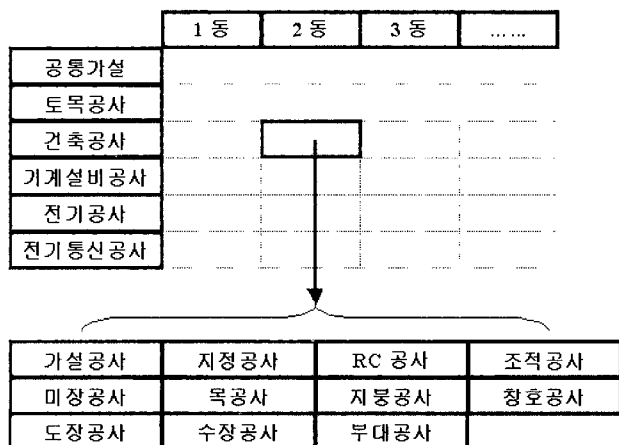


그림 2. 아파트 공사 내역체계

3.2. 공종별 비용분포

일반적으로 내역서에는 공사내용을 구성하는 세부 작업항목과 내역항목별 수량, 단가(재료비, 노무비, 경비) 및 금액에 대한 정보를 제공하고 있다. 아파트 건축공사의 비용을 산정함에 있어서 내역항목은 크게 11개의 대공종으로 구분하고 있으나, 철근콘크리트 공종의 경우 상부와 하부로 구분하여 12개 대공종으로 구성하고 있으며, 15건의 대상공사를 중심으로 공종별 비용의 분포를 살펴보면 <표 1>과 같이 나타나고 있다.

표 1. 공종별 비용분포

구분	가설공사	지정공사	RC상부	RC상부	조적공사	미장공사	도장공사	지붕공사	창호공사	토목공사	수장공사	부대공사
P1	5.34%	4.77%	4.54%	46.82%	2.58%	15.54%	2.71%	1.79%	3.18%	2.48%	6.64%	3.01%
P2	5.05%	5.09%	5.72%	47.32%	1.25%	15.55%	2.62%	1.55%	3.47%	2.13%	5.74%	3.30%
P3	5.53%	2.57%	5.20%	43.81%	2.04%	16.92%	5.19%	1.79%	4.73%	1.76%	7.40%	2.05%
P4	7.87%	3.22%	6.37%	42.43%	1.71%	17.91%	3.27%	0.39%	4.69%	1.96%	7.19%	2.33%
P5	8.03%	2.72%	6.54%	46.46%	1.28%	16.03%	2.31%	0.41%	3.39%	2.25%	8.38%	2.20%
P6	5.18%	5.69%	5.24%	46.38%	1.88%	16.90%	2.59%	1.31%	3.61%	2.31%	6.65%	2.25%
P7	6.54%	6.12%	4.70%	45.93%	1.70%	16.01%	2.77%	1.81%	3.79%	2.05%	6.80%	1.78%
P8	4.99%	8.46%	4.64%	42.12%	2.10%	16.41%	5.43%	0.29%	4.47%	1.66%	5.97%	2.40%
P9	6.99%	3.36%	4.65%	39.23%	1.71%	15.74%	7.30%	0.33%	4.63%	1.36%	7.62%	2.12%
P10	5.34%	4.76%	5.06%	45.74%	1.93%	16.53%	2.21%	1.65%	4.26%	2.39%	7.24%	2.00%
P11	5.95%	6.19%	6.10%	42.83%	1.53%	17.43%	3.58%	0.50%	5.03%	2.04%	6.92%	2.76%
P12	5.11%	4.69%	4.95%	45.30%	2.50%	16.73%	3.37%	1.45%	4.48%	1.69%	7.29%	2.45%
P13	5.10%	3.73%	5.55%	48.16%	1.62%	15.26%	2.73%	1.60%	3.42%	2.30%	7.70%	2.62%
P14	5.29%	3.05%	5.13%	44.69%	1.63%	17.27%	7.90%	0.33%	4.69%	1.79%	6.24%	1.99%
P15	5.98%	8.89%	4.97%	45.66%	1.47%	14.36%	2.52%	1.56%	3.65%	2.28%	7.11%	2.51%
평균	5.91%	5.29%	5.32%	44.79%	1.79%	16.31%	3.98%	1.13%	4.11%	2.03%	7.06%	2.38%
표준편차	0.010	0.022	0.007	0.025	0.004	0.008	0.013	0.007	0.006	0.003	0.006	0.004
변동계수	0.181	0.417	0.137	0.057	0.216	0.057	0.484	0.578	0.152	0.157	0.086	0.172

즉, 아파트 건축공사의 비용 비중이 가장 큰 공종은 상부 철근콘크리트공사로 평균 44.79%로 나타나고 있으며, 하부를 포함할 경우, 전체 비용의 평균 약 50%를 차지하고 있다. 그 다음으로 비용 비중이 높은 공종은 미장공사(16.31%), 수장공사(7.06%), 순으로 나타나고 있다.

공종별 금액비중에 대한 편차의 크기를 변동계수를 통해 살펴보면, 건축공사의 비용 비중이 상대적으로 작은 지붕공사(0.578), 목공사(0.484), 지정공사(0.417)가 상대적으로 변동계수가 크게 나타나고 있으며, 이는 각 공사별 시방의 차이에 기인하고 있다. 즉, 지붕공사의 경우 철골경사지붕과 철근콘크리트 경사지붕으로 구분되어 비용구성 방법상의 차이에 기인하고 있으며, 목공사의 경우 아파트 내장의 자재종류 및 규격의 차이에 따라 금액의 변동이 큰 것으로 나타나고 있다. 또한 지정공사는 공사현장의 지반여건 및 특성에 따라 지정공사 비용의 변동폭이 큰 것에 기인한 결과이다⁶⁾. 그러나 상대적으로 건축공사 비용 비중이 높은 공종(RC공사, 미장공사, 수장공사)의 변동계수는 상대적으로 낮은 것으로 나타나고 있다.

6) 지정공사의 세부내역은 대부분 "HPC 파일박기"이며 지반조건에 따라 설치되는 파일수량에 차이가 큼

한편, 건설비용의 비중이 낮으면서 공종별 비용의 변동계수가 크다고 할지라도 총공사비에 미치는 영향은 코스트의 비중이 높으면서 비용의 변동계수가 작은 공종이 큰 것으로 나타나고 있다. 즉 <표 2>와 같이 건축공사의 비용 비중이 높으면서 변동계수가 작은 공종들과 비용 비중이 낮으면서 변동계수가 큰 공종에 있어서 변동계수 범위내에서 금액의 변동이 발생하는 경우 총공사비의 변동에 미치는 영향을 살펴보면, 지붕공사의 경우 변동계수가 RC공사보다 약 10배정도 크지만 총공사비에 미치는 영향은 RC공사가 큰 것으로 나타나고 있다.

이와 같이 비용 비중이 높은 중요항목을 중심으로 코스트 모델을 구축함으로써 공사비의 예측결과와 정확성을 증진시킬 뿐만 아니라 비용관리업무의 효율성을 향상시키는 유효한 방법론이 될 수 있다는 시사점을 제공하고 있다.

표 2 총공사비 변동에 미치는 영향력

공 종	변동계수	평균금액(천원)	총공사비 변동율(%)
RC 공사	0.057	574,234	2.55
지정공사	0.417	67,133	2.18
목공사	0.484	54,949	2.07
지붕공사	0.578	14,121	0.64

3.3. 내역항목별 비용분포

15건의 아파트 건축공사의 내역서에서 공사비 비중이 높은 내역항목 순서로 비용을 누계한 결과를 살펴보면, <그림 3>과 같이 대부분의 분석대상 공사에서 약 20%의 내역항목이 약 80%의 공사비를 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다.

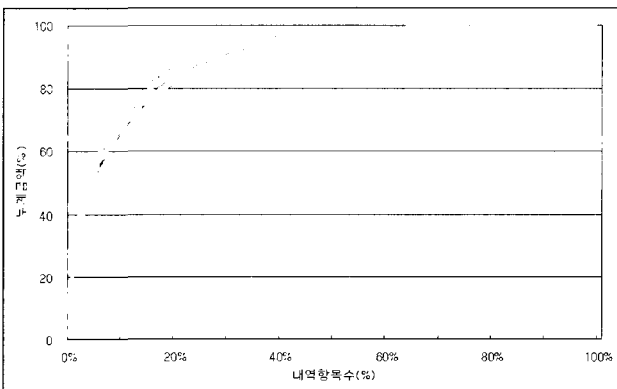


그림 3. 내역항목 수와 비용과의 관계

또한 내역서의 기재된 가격을 재료비, 노무비, 기계경비로 구분하여 각각의 금액과 내역항목수 간의 관계를 분석한 결과, <그림 4>와 같이 80/20의 관계가 형성되고 있음을 확인할 수 있다.

이러한 결과는 공사비 비중이 큰 20%의 공종이 공사비 예측

및 계획에 커다란 영향력을 미칠 수 있는 잠재성을 지니고 있으며, 또한 공사과정에서 보다 적극적인 관리를 통해 비용초과에 따른 리스크를 최소화하고 전반적인 비용관리업무의 효율성을 제고할 수 있다는 것을 보여주고 있다.

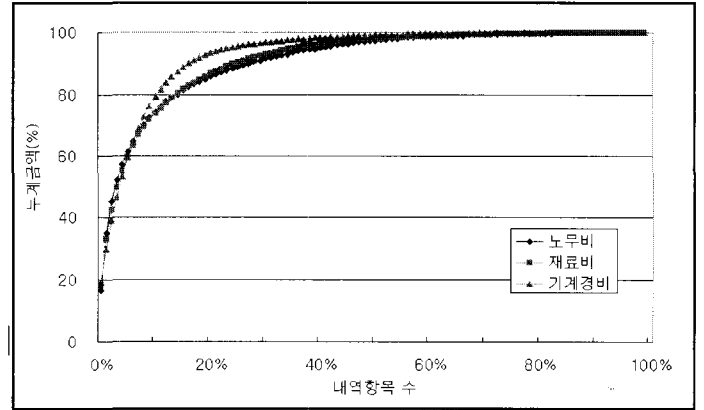


그림 4. 내역항목 수와 비목별 비용과의 관계

3.4 비용 중요항목 분석

앞 절에서 살펴본 바와 같이 아파트 건축공사에서 내역항목별 코스트 비중을 분석한 결과 80/20관계가 형성되고 있으며 일부 공종이 공사비 결정에 영향력이 크다는 것을 보여주고 있다.

이에 근거하여 공사비 결정에 커다란 영향을 미치는 공종을 비용중요항목(Cost Critical Work Item) 이라 하며, 이들 비용중요항목은 총공사비에서 차지하는 비중을 토대로 파악하는 것이 가능하다. 따라서 내역항목별 공사비의 비중을 분석한 결과 총공사비의 80%를 차지하는 비용중요항목은 대부분은 전체 공사비의 평균값 보다 크거나 같은 공종으로 나타나고 있으며, 이는 비용중요항목을 결정하는데 중요한 척도가 될 수 있다. 즉 전체 공사비에서 내역항목의 금액비중이 평균금액보다 같거나 높은 항목의금액 비중과 내역항목 수를 <표 3>과 <그림 5>에서 살펴보면, 전체 공사비 대비 비용 중요항목의 평균금액은 약 82.76%를 차지하고 있고, 전체 내역항목수 대비 중요 항목수는 평균 19.83%를 차지하고 있다.

또한 15건의 분석대상 공사에서 비용중요항목이 차지하는 공사비와 항목수의 분산의 정도를 파악할 수 있는 변동계수를 살펴보면, 공사비의 변동계수는 1.3%로서 분산의 정도는 매우 양호한 것으로 나타나고 있으며, 항목수의 변동계수는 5.5%로 공사비 비중보다는 상대적으로 높게 나타나고 있다. 공사비 비중보다 항목수의 변동계수가 높게 나타나는 것은 건설공사의 규모 및 작업내용 등에 따라 평균보다 크거나 같은 내역항목의 수는 약간의 변화가 있을 수 있음을 보여주고 있다.

표 3. 비용 중요항목과 공사금액 비교

P.J. No	전체 항목			중요 항목			비중	
	공사비 A	항목수 B	평균공사비 C = A/B	중요항목 공사비 D = Sum of > C	중요 항목수 E = # of > C	금액대비항목대비 F = D/A	항목대비 G = D/E	
P1	1,014,096,483	299	3,391,627	842,261,565	58	0.83	0.19	
P2	836,260,738	316	2,646,395	676,078,745	62	0.81	0.20	
P3	1,394,238,632	317	4,398,229	1,158,043,509	63	0.83	0.20	
P4	1,158,206,250	290	3,993,815	956,773,797	62	0.83	0.21	
P5	936,939,709	284	3,299,083	783,565,970	52	0.84	0.18	
P6	818,078,325	316	2,588,655	655,596,277	55	0.80	0.17	
P7	1,168,937,397	313	3,734,624	960,572,694	61	0.84	0.19	
P8	1,448,190,797	319	4,539,783	1,185,513,626	64	0.82	0.20	
P9	1,305,300,551	336	3,884,623	1,060,616,459	70	0.83	0.21	
P10	1,106,160,439	316	3,500,508	925,470,262	64	0.84	0.20	
P11	1,159,475,786	309	3,752,349	948,169,038	59	0.82	0.19	
P12	1,230,486,730	319	3,857,325	1,025,874,816	68	0.83	0.21	
P13	1,998,641,360	305	6,552,922	1,637,556,118	62	0.82	0.20	
P14	2,206,425,308	321	6,873,999	1,813,500,900	63	0.82	0.20	
P15	1,469,910,333	300	4,899,701	1,222,816,728	56	0.83	0.19	
평균						0.83	0.20	
표준편차						0.011	0.011	
변동계수						0.013	0.055	

이와 같이 전체 공사비의 평균값 보다 크거나 같은 내역항목을 토대로 내역항목 수와 이들 항목이 차지하는 금액의 비중을 분석한 결과 80/20 관계가 형성되고 있으며, 비용 중요항목은 전체 공사비의 평균값보다 크거나 같은 공종을 기준으로 설정하는 것이 가능한 것으로 나타나고 있다.

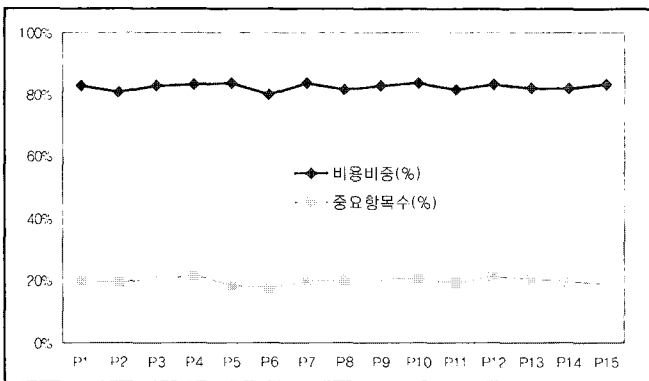


그림 5. 비용 중요항목 수와 공사비의 비중

4. 코스트 예측모델 및 검증

4.1 코스트 예측모델

아파트 건축공사의 비용분포와 비중을 분석한 결과를 토대로 비용중요항목을 선정하는 것이 가능하며, 이들 중요항목이 차지하는 코스트 비중을 토대로 중요항목에 포함되지 않은 잔여 항목이 차지하는 비중을 계수화하여 공사에 소요되는 비용을 예측하는 것이 가능하게 된다. 비용 중요항목에 포함되지 않은 잔여 항목이 차지하는 비용의 비중을 비용모델지수(cost model

factor:CMF)라고 하고, 비용 중요항목에 소요되는 비용과 모델 지수를 적용하여 총공사비를 산정하는 산식을 제시하면 <식 3> 과 <식 4>와 같다.

$$C_{wp} = \sum C_{wpi} \dots\dots\dots \text{<식 3>}$$

$$C_t = C_{wp}/CMF \dots\dots\dots \text{<식 4>}$$

C_{wp} : 비용 중요항목(C_{wpi})의 총금액
 C_t : 공사 총금액
 CMF(cost model factor) : 비용모델지수

이에 근거하여 모델 대상공사인 15건의 아파트 건축공사를 구성하는 11개 대상 공종에서 공사여건에 따라 차이가 큰 가설공사와 지정공사를 제외한 나머지 9개 공종을 대상으로 비용 중요항목에 소요되는 비용을 산정한 결과, <그림 6>과 같이 나타나고 있다. 즉, 비용 중요항목이 차지하는 코스트 비중은 전체비용 대비 평균 88.14%을 차지하고 있으며, 이들 비중은 총비용 산정을 위한 모델지수로 활용하는 것이 가능하게 된다. 이들 비중의 변동계수를 살펴보면 1.605%로서 매우 안정된 편차를 보이고 있어 모델의 유효성은 높을 것으로 파악되고 있다.

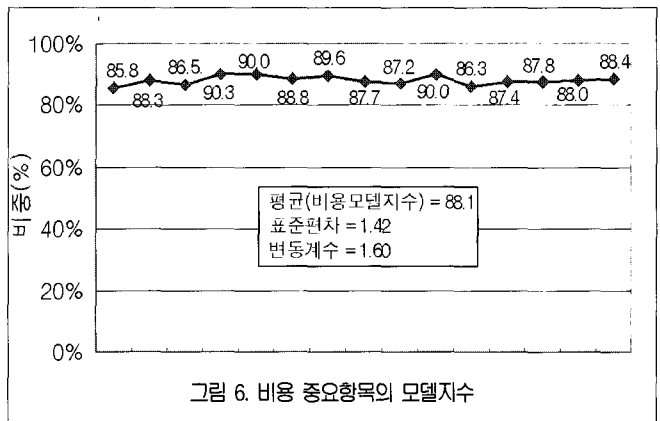


그림 6. 비용 중요항목의 모델지수

4.2 모델지수의 통계적 검증

앞 절에서 제시된 모델지수의 통계적 유의성에 대한 검증을 시도하였다. 즉, 비용 중요항목이 차지하는 공사비 비중은 15건의 대상공사에서 추출한 결과로서, 이들 평균값이 다른 표본(또는 모집단)의 철근콘크리트 벽식구조 아파트에서도 유사한 결과치를 나타내는지 통계적 검증이 필요하다.

일반적으로 모집단의 특성을 모르는 경우에는 표본의 특성을 나타내는 통계량을 계산한 후, 이를 기초로 모집단의 특성을 나타내는 모수(parameter)를 찾아내야 하며 이는 통계적 추정(statistical estimation)을 통해 이루어진다. 통계적 추정은 표본의 특성을 기초로 하여 모집단의 특성을 추정하는데, 모집단의 특성을 하나의 값으로 추정하는 점추정(point estimation)과 적절한 구간으로 추정하는 구간추정(interval estimation)이 있다.

그러나 “점추정”은 모수가 같을 가능성이 가장 높은 한 값만을 선택하는 것이므로 아무리 가능성이 높은 값을 “점추정치”로 사용한다 하더라도 그 값이 완전히 옳다고 확신할 수 없다. 즉, 점추정의 가장 큰 단점은 추정에 있어서 불확실성의 정도를 표현하지 못한다는데 있다.

이 단점을 해결하기 위한 추정방법이 바로 “구간추정”이다. 구간추정은 표본의 통계량을 기초로 모수가 존재할 일정구간을 추정하는 방법으로서 점추정에 비하여 널리 사용되는 통계적 추정방법이다. 구간추정을 할 경우, 모집단의 표준편차를 알고 있을 때에는 신뢰구간의 추정에 정규분포를 이용하지만, 대부분의 경우 모집단의 표준편차를 모르기 때문에 t-분포를 이용하게 된다.⁷⁾

본 논문에서 사용된 표본의 경우, 모집단의 표준편차 등의 특성정보가 없고 자료수 역시 15건으로 통계적으로 “충분히 크다”라고 말할 수 없으므로, 통계적 검증을 위해 t-분포를 이용하여 모집단의 평균값을 구간추정 하였다.

15건의 모델 대상공사(표본)의 비용 중요항목이 총 공사비에 차지하는 비율은 85.81%~90.29%로 분포되어 있다. t-분포를 이용하여 검증한 결과를 <표 4>에서 살펴보면, 95%의 신뢰구간에서 87.357%~88.924%로 나타나고 있어 철근콘크리트 벽식구조 아파트 건축공사에서 비용 중요항목이 차지하는 공사비 비중이 87.497%에서 88.784% 사이에 있을 가능성이 95%라고 해석할 수 있다⁸⁾.

따라서 15건의 모델 대상공사에서 나타난 비용중요항목의 모델지수의 산정 결과치는 철근콘크리트 벽식구조 아파트 건축공사에서 일반적으로 적용하여도 통계적으로 유의한 것으로 나타나고 있다.

표 4. t-분포에 의한 비용검증 결과

구분	계산값
n	15
Mean	88.141
StdDev	1.415
Conf_Level	0.95
StdError	0.365
df	14
t	2.145
Hall_Width	0.784
하한값	87.357
상한값	88.924

7) 안윤기 외, EXCEL 97 데이터 처리, 자유아카데미, 1998.

8) 95% 신뢰도에서 추정된 구간 추정값은 모델 대상공사(표본)보다 더 좁은 분포를 보이고 있음

4.3 코스트 모델 사례 적용

코스트 예측모델의 정확성을 검증하기 위해 5건의 철근콘크리트 벽식구조 아파트 건축공사를 선정하여 비용의 예측결과와 유효성 검증을 시도하였다. 모델의 유효성 검증은 기존 내역서에 산정된 공사비와 비용 중요항목을 활용하여 산정한 공사비에 모델지수를 적용하여 산정된 결과를 상호 비교하는 방법을 채택하였다. 비용의 예측 및 산정 결과를 <표 5>에서 살펴보면, 기존 내역서에 의해 산정한 금액과 코스트 모델을 이용하여 산정한 금액의 차이는 평균 1.842%로서 오차율이 매우 낮은 것으로 나타나고 있다. 또한 변동계수도 1.125%를 나타내고 있으며, 정확성의 허용오차(변동계수)를 6.5%로 가정할 때 정확성 측면에서도 양호한 결과를 나타내고 있다. 그러나 SP3의 공사의 경우, 차이가 5.687%를 보이고 있어 상대적으로 높게 나타나고 있으며, 이는 내부마감공사(수장공사, 도장공사)의 재료시방의 일부 차이에 기인하고 있다.

이상과 같이 본 연구에서 제안한 코스트 모델 즉, 비용중요항목에 소요되는 비용을 산정하여 모델지수와 곱하여 총 비용을 예측하는 경우 기존 내역모델을 통해 예측된 결과치와 유사한 것으로 나타나고 있으며, 제안된 코스트 모델의 유효성이 높은 것임을 보여주는 결과라고 할 수 있다.

표 5. 공사비 예측 결과비교

대상사업	공사금액 (천 원)			차이(%)
	내역금액(A)	비용중요항목(B)	예측결과(C=B/CMF)	
SP1	2,970,583,230	2,649,066,067	3,006,885,433	1.222
SP2	1,352,255,836	1,191,851,972	1,352,839,923	0.043
SP3	1,577,727,437	1,310,925,752	1,487,997,449	5.687
SP4	2,002,559,141	1,774,448,193	2,014,129,617	0.578
SP5	754,534,286	675,921,452	767,220,718	1.681
평균				1.842
편차				2.238
변동계수				1.215

5. 결론

본 연구에서는 건설공사의 비용결정에 중요한 영향을 미치는 작업내용을 규명하여 정확성을 유지하면서 단순 간결한 코스트 예측모델을 제안 및 검증하였다. 이에 따른 결론을 정리하면 다음과 같다.

첫째 아파트 건축공사에 소요되는 비용의 분포를 분석한 결과 80/20관계가 형성되고 있음을 알 수 있었다. 또한 비목별(재료비, 노무비, 기계경비)의 분포에서도 유사한 결과를 보여주고 있

다. 이러한 결과는 공사비 비중이 큰 20%의 공종이 공사비 예측 및 계획에 커다란 영향력을 미칠 수 있는 잠재성을 지니고 있으며, 또한 공사과정에서 보다 적극적인 관리를 통해 비용초과에 따른 리스크를 최소화하고 전반적인 비용관리업무의 효율성을 제고할 수 있다는 것을 보여주고 있다.

둘째, 비용 중요항목은 대부분은 전체 공사비의 평균값 보다 크거나 같은 공종으로 나타나고 있으며, 이는 비용 중요항목을 결정하는데 중요한 척도가 될 수 있다. 또한 비용 중요항목이 차지하는 코스트 비중은 전체비용 대비 평균 88.14%을 차지하고 있으며, 이들 비중의 변동계수를 살펴보면 1.605%로서 매우 안정된 편차를 보이고 있다.

셋째, 비용중요항목에 소요되는 비용을 산정하여 모델지수와 곱하여 총 비용을 예측한 결과를 기존 내역모델을 통해 예측된 결과치와 비교분석한 결과 평균 1.842%의 편차를 보이고 있으며, 변동계수도 1.125%로서 코스트 모델의 유효성이 높은 것으로 나타내고 있다.

본 연구에서 제안한 코스트 모델은 비용중요항목을 기초로 건설공사에 소요되는 공사비 정보를 신속하고 정확하게 예측하여 공사비와 관련되어 발생할 수 있는 제반 문제점을 미리 파악하여 비용관리의 효율성을 증대시킬 것으로 기대된다. 이와 관련하여 향후 연구방향으로는 공사계획·관리업무의 효율성을 제고하기 위해 비용중요항목을 토대로 일정관리업무와 연계한 통합관리 모델링 방안에 관한 연구의 필요성이 요구된다.

참고문헌

1. 김한수, 김인호, "건축공사 코스트 모델링 기법에 관한 연구 동향", 대한건축학회논문집, 1996. 10, pp.317~323.
2. 안윤기 외, EXCEL 97 데이터 처리, 자유아카데미, 1998.

3. 이유섭, 한충희, "공공건설공사 도급공사비 결정프로세스 분석연구", 대한건축학회논문집(구조계), 2000. 9, pp.75~82.
4. 이유섭, "건축공사 일정-비용 중요항목 분석을 통한 통합계획 모델 연구", 박사학위논문, 2002.
5. Morrison, N., "The Accuracy of Quantity Surveyors' Cost Estimating", *Construction Management and Economics*, 1984, 2, pp.57-75.
6. Ahuja, Hira N. & Campbell, W. J., *Estimating ; from Concept to Completion*, Prentice-Hall, Inc., 1986, pp. 83-84.
7. Property Services Agencies(PSA), "Significant Items Estimating", 1987.
8. Runeson, G., "An Analysis of the Accuracy of Estimating and the Distribution of Tenders", *Construction Management and Economics*, 1988, 6, pp.357-370.
9. Newton, S., "An Agenda for Cost Modelling Research", *Construction Management and Economics*, 1991, pp.97-112.
10. Skitmore, M. and Brandan, P., "Developments in Contract Price Forecasting and Bidding Techniques", *Quantity Surveying Techniques-New Directions*, Blackwell Science, 1995, pp.75-120.
11. Fortune, C. J. and Hinks, A. J., "The Selection of Building Price Forecasting Models", CIB W-55, 1996. pp.183-193.
12. Seeley, I. H., *Building Economics(fourth Edition)*, Macmillan, 1996.
13. Munns, A. K. and Al-Haimus, K. M., "Estimating using Cost Significant Global Cost Models", *Construction Management and Economics*, 2000, 1, pp.575-585.

Abstract

In construction project planning and control, a cost model performs a critical role such as cost determination on a contract stage and cost tracing. The model can maximize owner's profit and value within the project budget and optimize cost management works on overall construction implementation stages. A BoQ(Bill of Quantities) generally adopted in a unit price contract has been applied as an important tool for cost control and forecast. However a previous cost model based on the BoQ has shown limitations in that it requires too detailed information and heavy manpower on cost management and difficulty in keeping relationship with construction planning, scheduling and progress management.

The each cost items and unit prices which constitute of construction works are individually very important management factors but the relative weight for each items and prices have a difference on the contents and conditions of each construction works. In consideration of this structural mechanism of cost determination, this research is aimed at examining the critical factors affecting the construction cost determination and propose and verify a new cost forecasting model which is more simple and efficient and also keeps the accuracy of cost management.

Keywords : Construction Cost, Cost Model, Cost Critical Work Item, Cost Model Index