

대표물량을 활용한 도로공사 개략공사비 산정모델 프레임워크

Cost Estimation Model Framework of Road Construction Project through Quantity of Standard Work

곽수남* 김두연** 한승현***
Kwak, Soo Nam Kim, Du Yon Han, Seung Heon

요약

사업 초기 단계에서의 정확한 공사비 예측은 각각의 대안을 비교하여 향후 공사비에 대한 정보를 제공함으로써 효율적인 예산수립을 가능하게 한다. 하지만 사업 초기 단계에는 공사비 산정 기준이 모호하고 가용 정보가 부족함에 따라 공사비 예측에 한계가 나타난다. 더욱이 현행 공사비 산정모델이 단위 길이당 공사비를 활용한 선형적이고 단순한 모델을 활용함에 따라 예측의 정확도에 한계를 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 기존 공사비 산정모델의 한계를 개선하고 사업 초기 단계에서 가용한 데이터를 활용할 수 있는 공사비 산정 모델의 Framework를 구축하고자 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 국내외 개략공사비 산정 모델을 분석하였으며, 기존 도로공사의 공사비 분석자료를 토대로 노선선정 등 사업초기 단계에서 활용 가능한 도로공사 개략공사비 산정모델의 Framework를 제시하였다.

키워드: 공사비, 공사비 산정모델, 도로공사, 대표물량

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사는 구체적인 사업의 범위가 결정되고 사업비가 확정되기까지 타당성 조사, 기본설계, 실시설계 등의 다양한 절차가 수행된다. 각각의 설계단계에서는 설계조건에 맞는 정보를 활용하여 노선대안을 선정하고 이에 대한 공사비를 산출함으로써 노선대안을 비교하여 최적 노선을 선정하게 된다. 따라서 사업 초기 단계에서의 정확한 공사비 예측은 각각의 대안을 비교할 수 있게 해줄 뿐만 아니라 향후 공사비에 대한 정보를 제공함으로써 효율적인 예산수립을 가능하게 한다.

사업 초기단계에서는 노선의 도면 및 내역서가 산출되기 이전의 단계로써 공사비 산정을 위한 가용 정보가 부족하게 되고, 이에 따라 공사비 예측에 한계가 나타난다. 또한 공사비 산정 기준이 모호해짐에 따라 초기에 제시되는 공사비에는 현실성이 결여되게 된다(박신, 2004). 한국도로공

사와 기획예산처에서는 이러한 문제를 극복하기 위하여 공사비 산정모델을 제시하였으나, 이들 모델은 단위 길이당 공사비를 활용한 선형적이고 단순한 방법을 활용하고 있다. 이러한 기존의 공사비 산정모델은 변화요인이 많은 도로공사 고유의 특성을 반영하지 못한 채 공사비를 단순히 도로의 연장에 비례한다고 가정하여 공사비를 예측하는 모델로써 그 예측의 정확도에 한계를 가지고 있다.

본 연구에서는 기존 공사비 산정모델의 한계를 극복하고 사업 초기 단계에서 획득 가능한 데이터를 활용한 공사비 산정 모델의 Framework를 구축하고자 한다. 본 연구에서 제시한 공사비 산정 모델 Framework는 향후 데이터 분석을 통해 구체적인 모델을 수립하는데 기초자료 및 선행적 연구로서 활용될 수 있을 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 도로공사의 설계단계에서 활용 가능한 공사비 산정 모델의 Framework를 제시하는 것을 목적으로 한다. 도로공사의 경우 노선에 포함된 교량 및 터널 등의 시설물 연장에 따라 공사비에 큰 차이가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 시설물에 따른 공사비의 차이를 소거하기 위하여 먼저 변화요인이 다양한 토공구간에 대한 공사비 산정 모델 Framework를 구축하는 것으로 하였다. 이들 토

* 일반회원, 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 석사과정, wheelof80@hotmail.com

** 일반회원, 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 박사과정, cagedbird@yonsei.ac.kr

*** 일반회원, 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 부교수 공학박사, shh6018@yonsei.ac.kr

공구간은 교량 및 터널구간의 개략공사비 산정모델과 합쳐지게 되어, 전체 도로공사 구간의 공사비를 산정할 수 있게 된다.

본 연구에서는 공사비 산정 모델의 Framework를 제시하기 위하여 다음과 같은 방법을 활용하였다. 첫째, 국내에서 활용하고 있는 공사비 산정 모델을 분석함으로써 각 모델의 문제점을 제시하고 이를 극복할 수 있는 방안을 제시한다. 둘째, 국외의 공사비 산정 현황을 분석하기 위하여 미국 DOT에서 활용하고 있는 공사비 산정모델의 특징을 분석하고 이를 벤치마킹함으로써 공사비 산정 모델의 Framework 구축방안을 제시한다. 셋째, 도로 공사의 공사비 자료를 분석함으로써, 공사비에 영향을 미치는 주요한 변수를 도출한다. 넷째, 설계업무 전문가 자문을 통하여 공사비 산정 모델의 Framework 구축을 위한 방향을 제시한다. 다섯째, 상기 분석결과를 종합함으로써 다양한 도로공사의 특성을 반영할 수 있는 공사비 산정 모델의 Framework를 제시한다.

2. 기존 공사비 산정 연구 분석

2.1 국내 공사비 산정 연구 동향 분석

국내에서 도로공사 개략공사비 산정을 위해 실무에서 사용하고 있는 모델은 건설교통부에서 제시하고 건설교통부와 한국도로공사에서 사용하고 있는 “도로업무편람 2006”에 의한 모델과 한국개발연구원(2004)에서 제시하고 한국개발연구원과 기획예산처에서 사용하고 있는 “도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구”에 의한 모델로 구분된다.

“도로업무편람”에 의한 공사비 산정모델에 의해 공사비를 산정하기 위해서는 적절한 축척의 지형도와 현황조사 결과를 토대로 설계기준을 만족할 수 있는 적정 노선을 결정 후, 단위 길이당 공사비를 사용한 모델을 제시하고 있다. 이 모델에서는 2002~2003년에 완료한 같은 등급의 유사 도로공사의 단위공사비 평균치를 사용하고 있다. 이 때, 도로 공사비는 고속국도와 일반국도를 대상으로 구분되며, 각각의 공사비 산정모델은 다시 확장공사와 신설공사로 구분되어 각각의 경우에 대한 토공 및 기타 구간, 교량구간, 터널구간에 대한 단위 길이당 공사비 정보를 제공하고 있다.

표 1 한국도로공사 개략공사비 산정 모델

구분	차로수	토공 및 기타	교량	터널	
고속국도	확장	4차로	111억원/km	484억원/km	263억원/km
	신설	4차로	134억원/km	444억원/km	263억원/km
일반국도	지방부	2→4	93억원/km	421억원/km	238억원/km
	도시부	4	98억원/km	438억원/km	247억원/km

한편, “도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구”에 의한 공사비 예측방법에도 단위 길이당 공사비를 활용한 공사비 예측모델을 제시하고 있다. 이 모델에서는 고속도로를 대상으로 하여 유사시설물의 실시 설계 시 적용했던 평균공사비를 활용하여 단위 길이당 공사비를 제시하는 방식을 취하고 있다. 이때 각 도로공사는 구조물 비율에 따른 토공 공사 구간 비율에 의해 차등적인 공사비가 적용되고 있으며, 1999년 단가를 기준으로 건설산업의 공사비 지수(Deflater)를 사용하여 보정되고 있다.

표 2 한국개발연구원 개략공사비 산정 모델

토공구간비율 (구조물구간비율) (%)	신설 (6차로) (억원)		확장 (4→6차로) (억원)	
	도시지역	지방지역	도시지역	지방지역
85~90(10~15)	131.6	100.5	44.4	40.5
80~85(15~20)	149.7	114.3	50.5	46.1
75~80(20~25)	169.0	129.0	57.0	52.0
70~75(25~30)	189.6	144.7	63.9	58.3
65~70(30~35)	211.7	161.6	71.4	65.1
60~65(35~40)	235.5	179.7	79.4	72.5
55~60(40~45)	261.1	199.3	88.1	80.4
50~55(45~50)	289.3	220.8	97.6	89.0

실무에서 적용하고 있는 공사비 예측 모델이 많은 제한사항을 가짐에도 불구하고 이를 개선하고 정확한 공사비를 예측하고자 하는 연구는 매우 제한된 영역에서 진행되어왔다. 신진수 등(1999)과 김선국 등(2000)은 1985년부터 1997년까지 착공된 프로젝트에 대한 실적자료를 수집함으로써 공사비 예측모델을 구축하고자 하였다. 이를 위하여 현행공사비 내역서와 실적공사비 내역서를 분석함으로써 공사비 자료 분석 방법을 제시하고 회귀분석을 통하여 도로공사비를 예측하였다. 하지만 도로공사의 공사비를 단순히 국도 확/포장과 고속도로 신설로 구분하여 각각의 회귀분석에 대한 모델을 제시하였을 뿐, 다양한 공사의 특성을 반영한 공사비 예측모델을 제시하지는 못하였다. 박종현 등(2002)은 설계단계별 획득 가능한 데이터를 활용하여 4단계의 공사비 산정모델을 제시하였다. 이를 위하여 1996년부터 2001년에 설계가 완료된 30건의 도로공사 자료를 수집하고 각 단계별로 획득 가능한 영향인자를 분석하고 회귀분석을 통하여 공사비 산정모델을 구축하였다. 하지만 여전히 공사 특성에 따른 차이를 반영하지 못하고 있으며, 데이터의 대표성 확보와 예측모델의 정확도에 제한사항이 있다.

2.2 국외 공사비 산정 연구 동향 분석

Texas DOT에서 활용하고 있는 공사비 산정모델은 Texas DOT에서 산정한 표준 공종에 대한 공사비의 변화를 매년 분석함으로써 표준 대표공종 리스트와 그에 대한

단가를 제시하고 있다(Parsons Brinckerhoff Americas, 2006). Texas DOT의 공사비 산정모델은 예비공사비 산출 단계(Preliminary estimation)에서 활용 가능한 모델로서 국내사례와는 달리 차선수, 도로형상, 포장 재료, 도로 구간 등의 공사비 영향인자를 고려하여 도로를 22가지 종류로 구분하고 있다. 그리고 사용자가 도로의 목적에 따라 종류를 계획할 경우, 그에 따른 표준 단면과 함께 각 공종에 대한 표준대표물량과 이에 대한 제시함으로써 사용자가 표준공종의 수량을 입력하는 방법으로 공사비를 산정하고 있다.

표 3 Texas DOT 개략공사비 산정모델 예시

Description	Quantity	Unit price	Cost
15" Dence Graded Hot Mic Asph	1,984.40	\$75.00	\$148,830
Cement Stabilized Backfill Embankment	12,466.67	\$35.00	\$436,333
Eartwork			\$100,000
Subtotal Per Mile			\$1,606,717

New Jersey DOT에서 활용하고 있는 모델도 Texas DOT의 개략공사비 산정모델과 같이 표준공종과 표준공종의 단가를 기반으로 사용자가 수량을 입력하여 공사비를 산정하고 있다(Department of Transportation, 2002). New Jersey DOT에서는 도로를 공사의 종류에 따라 도로 신설공사, 전면적인 확장공사, 확·포장 공사, 포장공사, 보수공사, 교차로 개선공사, 교통시설공사의 7단계 공사로 구분하고 각각에 대한 공사비 산정모델을 제시하는 방식을 취하고 있다. Utah DOT 에서도 유사한 표준 공종과 대표 단가에 의해 공사비를 산정하고 있다(Department of Transportation, 2002).

국외에서는 실무적 차원에서 공사비 산정모델 이외에도 공사비 예측의 정확도를 향상시키기 위하여 많은 노력이 수행되어왔다. Chou 등(2005)은 도로공사의 공사비 산정업무의 정확성 향상을 위하여 확률적 시뮬레이션 기법을 사용한 모델을 제시하였다. 이 연구에서 Texas DOT에서 시행된 기존 공사비 데이터를 수집함으로써 공사의 대표공종을 정의하고 각 공정에 대하여 Box plot을 활용하여 통계적 분석을 실행하였다. Doğan 등(2006)은 공사비 예측 모델 구축을 위한 연구에서 사례기반추론을 활용한 예측방법을 제시하였다. 그리고 공사비에 주요한 영향을 미치는 8개의 공사비 영향인자를 지표(Index)로 하는 사례기반추론 모델을 구축하여 공사비를 예측하고자 하였다. Shaheen 등(2007)은 공사비의 분포를 분석하는 연구에서 퍼지이론을 활용한 공사비 범위 산정방안을 제시하였다. 그리고 전문가 자문과 단계별 정보를 활용하여 퍼지 수(fuzzy numbers)를 결정하고 공사비를 산출할 수 있는 모델을 제시하였다. Wilmot(2005)는 기존의 통계적인 방법에 의한 공사비 예측의 한계를 극복하고자 인공신경망(artificial neural network)을 활용한 공사비 예측 모델을 제시하였다.

이를 위하여 다양한 공사비 영향인자를 규명하고 기존 공사비 자료로 인공신경망을 훈련시킴으로써 공사비를 예측할 수 있는 모델을 제시하였다.

3. 개략공사비 산정 환경 분석을 통한 연구방향 설정

3.1 기존 사례분석을 통한 방향 제시

본 연구에서는 기존 공사의 공사비 변동양상을 분석함으로써 현행 공사비 산정 모델의 단점을 분석하고 이를 극복하기 위한 대안을 수립하였다. 수집된 공사 자료는 2000년도 이후 설계 완료된 도로공사 자료로써 확포장공사 16건, 도로 신설공사 6건에 대한 설계보고서, 설계내역서, 단가산출서, 수량산출서, 설계도면 등 설계에 관한 제반서류를 대상으로 하였다.

먼저, 수집된 공사비 자료를 바탕으로 각 공사에 대한 공사비 분포를 분석하였다. 공사비의 경우 도로구간내의 교량 구간과 터널구간의 비중에 따라 공사비가 크게 변화된다. 따라서 이러한 변화를 제거하고 동일한 척도에서 도로공사비의 분포를 분석하기 위하여 도로구간에서 교량 구간과 터널구간을 제외한 토공구간을 대상으로 공사비를 분석하였다. 또한 총공사비에서 도로의 연장과 도로폭에 의한 공사비의 증가 요소를 제거하기 위하여 공사비의 분석은 단위길이(km) 당 단위폭(m)을 대상으로 분석을 실시하였다. 그리고 공사비에 대해 평균, 표준편차, 최대값, 최소값의 통계적 분석을 실시하고 Scatter plot으로 변환함으로써 공사비의 분포를 시각적으로 나타내었다.

기존 도로공사의 공사비를 분석한 결과, 기존에 한국도로공사 및 한국개발연구원에서 제시한 신설 및 확포장 그리고 도로폭을 통한 분류를 활용할 경우 실제 공사비와 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 그림1에 나타나 있는 것처럼, 단위길이 및 단위폭에 대한 직접공사비의 경우 65,552천원에서 498,698천원까지 분포하였으며, 최대값과 최소값에 7.6배 이상의 차이가 발생하였다. 이는 평균값에 대한 오차율이 -76.2%에서 81.1%로 -76.2%의 표준편차를 가진다. 이를 통하여 단위길이 공사비를 통한 선형적인 공사비 예측 모델을 실제 공사비에 적용한 경우 많은 오차가 발생함을 확인할 수 있었다. 이는 도로공사의 공사비가 단순히 공사의 연장에 비례하지 않고 설계 등급과 도로의 유형, 지반 조건 등에 영향을 받기 때문이다.

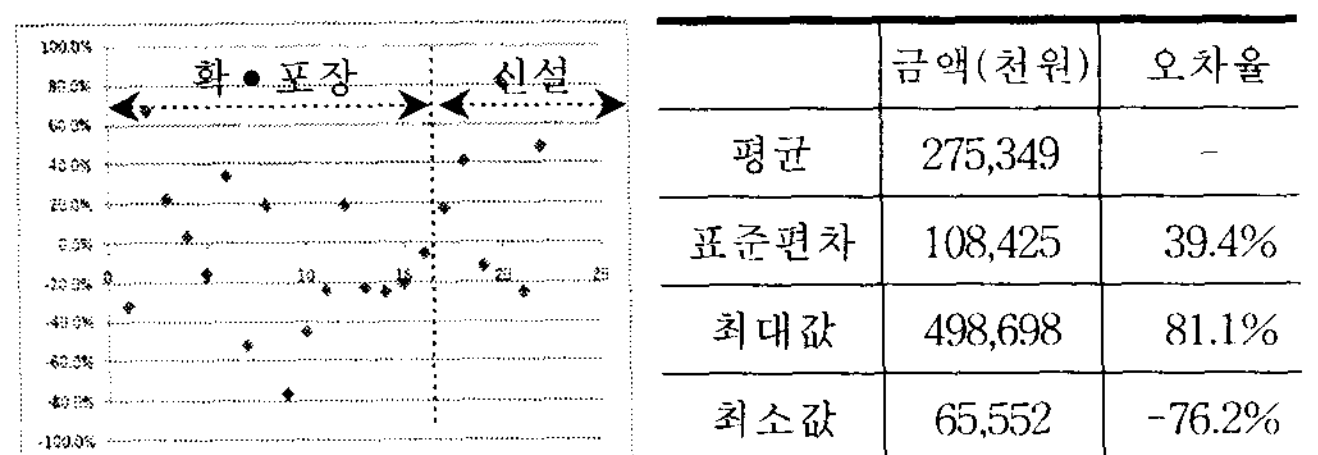


그림 1 기존 도로공사의 직접공사비 분석 결과

3.2 설계업무 현황분석을 통한 방향 제시

도로공사의 설계절차는 사업을 효율적으로 추진하고 시행착오를 예방하기 위해 타당성 조사, 기본설계, 실시설계의 단계로 구분되어 실행된다(한국건설기술연구원, 1999). 타당성 조사는 장래 교통수요를 예측하여 대상 도로의 기능을 설정하고 타당성을 입증하며 투자의 우선순위를 결정하기 위해 시행된다. 기본설계는 타당성조사의 결과를 재검증하고, 최적 노선을 결정하며 주요 시설의 위치 및 형식에 대해 일반적인 조사와 대안의 비교 분석을 통하여 최적의 대안을 선정하기 위해 시행된다. 한편 실시설계는 기본설계에서 결정된 모든 시설물의 위치, 형식, 규격, 재료 등에 대한 상세한 설계를 하기 위해 시행된다.

본 연구에서는 실제 설계업무의 수행 절차를 분석하고 이를 통한 공사비 산정 모델 Framework를 구축하기 위하여 설계 전문업체 A를 대상으로 현행 설계단계에서의 공사비 예측업무에 대해 자문 및 업무분석을 실시하였다. 이를 보면, 도로설계 절차는 타당성 조사, 기본 설계, 실시 설계를 분리하여 시행하는 것을 원칙으로 하지만 실제 설계업무 체계는 설계회사간의 경쟁이 치열해지고 설계의 자동화가 확산됨에 따라 기본설계의 내용이 발전하여 실시설계와 동일한 수준의 결과물을 생성하고 있었다. 이에 따라 기본설계에서도 실시설계와 같은 1/1,200의 도면을 활용하여 도면을 작성하고 있으며, 세부 공정의 수량을 산출함으로써 일위대가 및 실적공사비를 적용하여 공사비를 산정하고 있었다. 따라서 동일한 노선을 대상으로 하였을 경우 기본설계와 실시설계의 업무 절차 및 내용은 동일한 수준이며 따라서 공사비의 경우도 동일하게 산정된다.

기본 및 실시설계의 수행 절차는 그림 2와 같다. 기본 및 실시 설계단계에서는 타당성 조사에서 예측된 도로 사용자의 수요를 재검증함과 동시에 노선대안에 대한 현장답사를 실시한다. 그리고 각 노선대안의 도로와 출입시설 및 휴게소 등의 시설물의 대안을 선정하고 교량 및 터널 등의 구조물의 대안을 선정한다. 복수의 노선 대안이 선정된 후에는 자문회의를 통하여 최종 노선을 선정하게 된다. 도로설계 절차 지침(한국건설기술연구원, 1999)에 따르면 선형, 계획고, 노폭 등 선형에 대한 결정은 착수 후 3개월 이내에 하도록 되어있으나 현행 설계 업무체계에서는 이보다 매우 지연된 총 공정의 3/4 시점, 즉 2년 공정의 설계 업무의 경우 착수 후 1년 6개월 시점까지 지연되는 경우가 많다. 이는 노선선정 단계에서 발주처 및 인근 지역 주민의 잦은 노선변경 요구와 민원 등으로 인한 설계변경으로 인하여

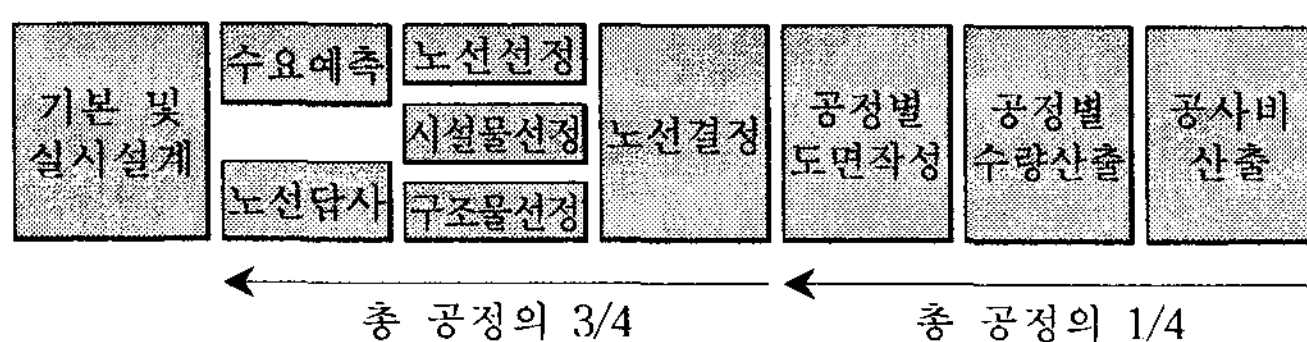


그림 2 기본 및 실시설계의 절차

많은 시행착오를 거치기 때문이다.

이와 같이, 노선결정 과정에서는 다수의 노선 대안이 선정되고 이를 비교하여 최적의 노선 대안을 선정해야 한다. 그렇기 때문에 각 노선에 대한 정확한 공사비를 예측하고 이를 비교함으로써 효율적인 예산사용 계획을 수립할 필요성이 높아진다. 하지만 실제 노선대안 선정 과정에서 공사비 산정 모델의 부재로 인하여 정확한 공사비를 산정하기 어려운 것이 현실이다. 현재 공사비 산정에는 도로 업무 편람의 km당 단가나, 전문가의 경험에 의존하고 있기 때문에 대안별 공사비에 대한 신뢰도가 저하되고, 따라서 결정된 노선에 대하여 최적 노선 여부를 판단하기도 어렵다. 따라서 예측된 공사비에 대한 신뢰도가 저하되며, 실제 공사비는 설계가 완료되어야 알 수 있다고 인식하고 있다. 이러한 인식으로 인하여 공사비 산정 모델 구축에 대한 관심이 부족하며 그에 따라 공사비 산정모델의 정확도 향상을 위한 노력이 부족하다는 것을 확인할 수 있었다.

4. 도로공사 개략공사비 산정모델 Framework

4.1 개략공사비 산정모델의 개요

본 연구에서는 설계단계에서 적용 가능한 도로공사의 개략공사비 산정 모델 Framework의 구축을 목적으로 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 모델의 정확성, 다양성, 사용성이라는 목표를 제시하고자 한다. 정확성은 기존의 모델의 한계를 극복하고 실무에서 활용 가능하도록 모델의 정확도와 신뢰도의 향상을 의미한다. 다양성은 다양한 공사의 특성을 반영하여 도로 유형에 따른 차별화된 개략공사비 산정모델의 구축을 의미한다. 사용성은 모델의 사용자 측면에서 설계단계에 획득 가능한 데이터로 구성하고, 이를 통하여 정확도를 만족시킬 수 있는 입력값의 수준을 의미한다.

현행 설계업무 분석을 통하여 공사비 산정 체계에는 노선결정 과정에서 과도한 시간이 소요되지만 노선 대안에 대한 공사비 산정 모델이 부족함을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구에서 제시하고자 하는 공사비 산정 모델은 설정된 노선대안에 대한 정확한 공사비를 산정하고 노선 대안을 비교함으로써 최적노선을 선정하기 위한 의사결정을 지원할 수 있어야 한다. 한편 노선선정 과정에서는 구체적인 사업 범위가 결정되지 않음에 따라 각 대안에 대한 기본적인 공사 정보만이 활용 가능하다. 따라서 설계단계 공사비 산정모델에서는 사업 초기단계에서 획득 가능한 기본적인 데이터만을 입력값으로 사용하도록 구축되어야 한다.

기존 공사비 데이터에 대한 분포를 분석한 결과 단위길이당 공사비를 활용한 공사비 산정모델은 오차가 크게 발생할 뿐만 아니라 다양한 공사의 특성을 반영할 수 없음이 확인되었다. 따라서 단위 길이당 공사비를 활용하고 있는 한국도로공사와 한국개발연구원의 공사비 산정모델은 설계단계의 공사비 산정모델 구축에 부적합하다. 또한 기존 공

사비 산정모델은 도로의 등급, 지형 및 지역 여건, 성능기준 등에 대한 다양한 도로의 특성을 반영하지 못하고 도로를 단순하게 신설 또는 확포장으로 구분하였으며, 적용 대상 사업을 단순하게 차선수로 구분함에 따라 실무 적용에 한계가 있다.

이에 반해 미국 DOT에서 활용하고 있는 공사비 산정 모델에서는 단위 길이당 공사비가 아닌 대표 공정에 대한 단가 정보와 수량 정보를 활용함으로써 보다 다양한 공사의 특성을 반영할 수 있게 구축되었다. 따라서 본 연구에서 제시하고자 하는 도로공사 개략공사비 산정 모델 Framework는 이러한 공사비 산정 모델을 벤치마킹하여 다음과 같은 방안으로 구성하였다. 첫째, 다양한 공사의 특성을 반영할 수 있도록 대표물량에 의한 공사비 산정 방식을 활용한다. 둘째, 도로공사의 유형별 특성을 반영하기 위하여 도로 유형에 따른 각각의 공사비 산정모델을 제안한다. 셋째, 공사비 산정모델의 정확도를 향상시키기 위하여 해당 지역의 지반조건 등 사업특성을 고려할 수 있는 공사비 보정계수를 제시한다.

4.2 개략공사비 산정모델의 제시

기존 문헌 및 설계사례 분석, 전문가 자문, 공사비 자료 분석을 통하여 도출된 개략공사비 산정모델 Framework는 그림 3과 같다. 본 연구에서 제시하고자 하는 개략공사비 산정 모델의 Framework는 다양한 공사의 특성을 반영하기 위하여 대표공정에 의한 공사비 산정방식을 활용하고 있다. 따라서 현행 공사비 체계 분석을 통하여 공사비에 영향을 미치는 주요공정을 도출함으로써 공사비 산정 모델의 기반을 제시한다. 도출된 대표공정의 단가를 제시함으로써 사용자가 수량을 입력함으로써 대표공정의 공사비를 산출하게 된다. 이 때 사업 초기 단계에는 사업의 범위가 구체적으로 결정되지 않기 때문에 대표공정에 대한 직접적인 수량 산출이 어렵다. 따라서 노선 대안 선정 단계에서 획득 가능한 데이터로 구성된 수량 산출을 위한 가이드라인을 제시한다. 각 대표공정에 대한 공사비가 결정되면 대표 공정에 포함되지 않은 기타 공정에 대하여 시설물별 특성을 반영할 수 있는 공사비 보정계수를 통하여 최종 공사비를 산출할 수 있게 한다.

본 연구에서는 도로공사 개략공사비 산정모델 Framework의 구축을 위하여 다음과 같은 절차적 방법론을

공종	규격	단위	단가	수량	금액
동상행차중도철도차선	T=22CM	M3	3,578	1,373	4,912,594
보조기중도철도차선	T=30CM	M3	3,342	30,873	103,177,566
공사비				196,752,000,000	

그림 3 도로공사 개략공사비 산정모델 Framework

정립하였다. 첫째, 기존 공사 자료를 수집함으로써 공사비 산정 모델 구축을 위한 기반을 조성한다. 이때 수집된 도로공사 자료는 전체 도로공사에 대한 대표성과 신뢰성을 확보하고 있어야 한다. 따라서 대표성을 확보하기 위한 최소 샘플 규모를 결정하기 위하여 중심극한정리를 활용하였다. 중심극한정리는 정규분포의 분석방법을 활용한 표본 크기 결정 방법으로 30개 이상의 표본을 보유한 샘플에 적용할 수 있다. 중심극한정리는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다(이근희, 2003). 본 연구에서는 설계단계 공사비 산정모델의 신뢰도 95%로 오차범위를 10%로 정의하여 중심극한 정리에 적용한 결과 적정 표본 크기는 97건으로 정의되었다.

$$n \geq \left(\frac{z_{\alpha/2}}{4E} \right)^2 \quad \text{식 (1)}$$

여기서 : n = 표본의 크기, E = 오차의 범위, $z_{\alpha/2}$ = Z-value

둘째, 수집된 공사자료의 내역서 분석을 통하여 대표공정을 제시한다. 본 연구에서는 대표공정의 적정 규모를 분석하기 위하여 수집된 공사비 자료를 기반으로 하여 공사별 공정 규모에 대한 분석을 사용하였다. 토공구간에 대한 공정 수는 최소 253건에서 728건으로 평균적으로 481건의 공정이 존재하였다. 대표 공정은 전체 공정을 대표할 수 있을 뿐만 아니라 사용자가 관리할 수 있는 규모로 결정되어야 한다. 따라서 기존 공사의 공정 수의 10%인 50건을 적정 대표공정의 규모로 정의하였다(표 3). 대표공정을 도출하기 위하여 먼저 내역서의 변환작업을 수행하여야 한다. 현행 내역서 체계는 일위대가와 실적공사비를 병행하여 사용하고 있으며, 설계회사 및 사업별로 내역서 작성 방식에서 차이가 발생하고 있다. 예를 들어 각 공정의 자재비의 경우 일반적으로 각 공종의 항목에 포함되지만 일부 사업의 경우 부대공에 포함되어있다. 따라서 이러한 내역서를 통일된 기준으로 정리하여 대표공정 도출을 위한 기반을 조성하여야 한다. 그리고 상관관계분석을 통하여 공사비에 큰 영향을 주는 주요 영향인자를 도출하여야 한다.

표 3 기존 공사의 공정 분석을 통한 적정 대표공정 규모 설정

최대값	최소값	평균	표준편차	적정대표공정
728	253	481	106	50

셋째, 기타 공정 및 시설물에 특성에 따라 최종 공사비를 보정할 수 있는 공사비 보정계수를 제시한다. 도로공사 개략공사비 산정모델 Framework에서는 대표공정의 단가와 수량을 바탕으로 공사비 예측을 실시하기 때문에 대한 기타 공정에 대하여 공사비 보정계수를 활용하여 최종 공사비를 보정 필요가 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 회귀분석을 활용한 공사비 보정 방식을 제안한다. 회귀분석을 통하여 최종 공사비에 대한 각 대표공정의 영향 정도를 분석

할 수 있을 뿐만 아니라 최종 공사비를 각 대표공정의 공사비에 대한 회귀분석식으로 표현할 수 있다.

넷째, 개략공사비 산정모델 Framework의 사용성을 증대시키기 위하여 대표공정의 수량 산출을 지원할 수 있는 스킵모델 또는 사례기반형 모델을 제시한다. 이 때 입력값은 설계 초기단계에서 획득 가능한 데이터인 공사 유형, 도로 구분, 노선의 시·종점, 도로 연장, 종류 그리고 설계 속도 및 노선 폭을 포함한 설계 등급 등의 자료로 구성한다.

5. 결론

본 연구에서는 설계단계에서 활용 가능한 도로공사 개략공사비 산정모델 Framework를 구축하기 위하여 국내외 개략공사비 산정모델의 현황 및 연구동향을 분석하였다. 그리고 기존 도로공사 자료를 분석함으로써 현재 사용되고 있는 단위길이당 당가를 활용한 도로공사 개략공사비 산정모델의 한계를 지적하였다. 그리고 이를 극복하기 위한 방안으로써 대표물량을 활용한 공사비 산정모델 Framework를 제시하였다. 본 연구에서 제시한 공사비 산정모델 Framework는 대표공정의 수량과 단가를 활용함으로써 대표공정의 공사비를 산출한 후 기타 공정의 공사비는 시설물별 보정계수를 활용하여 최종 공사비를 산정하도록 구축되었다. 또한 사용자가 대표공정의 수량입력에 참고할 수 있도록 가이드라인을 제시할 계획이다.

하지만 본 연구에서는 기존 공사 자료가 공사비 산정모델 Framework의 구축을 위한 방향 설정에 사용되었을 뿐 실제 모델 수립과 모델의 적정성 검증에 활용되지는 못하였다. 따라서 실제 공사비 자료를 분석함으로써 본 연구에서 제시한 공사비 산정모델의 적용성을 검증하고 제시된 모델의 정확도 및 사용성에 관한 후속연구가 수행되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 건설기술기반구축사업의 연구비지원(과제번호 : 06 기반구축 A03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 건설교통부(2004), "도로업무편람", 건설교통부
2. 김선국, 신진수, 구인완, 김용구(2000) "계획단계 도로공사의 통계적 코스트 모델", 대한토목학회논문집, Vol 20 No.2-D, pp.171-180
3. 신진수(1999), "공사실적자료에 의한 건설사업비 산정시스템 개발에 관한 연구보고서(최종)", 건설교통부
4. 이근희(2003), "사회과학 연구방법론", 법지사
5. 박신, 안용선, "국내 공공 건설공사 예비비제도 적용 개선 방안", 대한건축학회 논문집, v.20 n.4, 2004, pp. 101-208
6. 박종현, 이태식(2002) "도로공사 공사비 분석체계 구축", 대한토목학회 논문집 Vol. 22 No. 2-D, pp. 103-112
7. 한국건설기술연구원, "도로 설계 절차 지침", 1999
8. 한국개발연구원(2004), "도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완(제4판)", 한국개발연구원 재정·공공투자관리연구부
9. 한국건설기술연구원(1999), "도로 설계 절차 지침", 한국건설기술연구원
10. Ahmed A. Shaheen, Aminah Robinson Fayek, S. M. AbouRizk(2007), "Fuzzy Numbers in Cost Range Estimating", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 133, No. 4, pp. 325-334
11. Chester G. Wilmot, Bing Mei(2005), "Neural Network Modeling of Highway Construction Costs", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 131, No. 7, pp. 765-771
12. Department of Transportaton(2002), "Construction Cost Estimation Preparation Manual for Preliminary Design", The State of New Jersey
13. Department of Transportaton(2002), "Preliminary Estimation 2002", The State of Utah
14. Jui-Sheng Chou, Linlin Wang, Wai Kiong Chong, and James T. O'Connor(2005), "Preliminary Cost Estimates Using Probabilistic Simulation for Highway Bridge Replacement Projects ", Construction Research Congress 2005
15. Parsons Brinckerhoff Americas(2006), "Projected Total Cost Estimate", Texas Department of Transportaton
16. Sevgi Zeynep Dogan, David Ardit, H. Murat Günaydn(2006), "Determining Attribute Weights in a CBR Model for Early Cost Prediction of Structural Systems", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 132, No. 10, pp. 1092-1098

Abstract

Early cost estimation promote efficient budget plan by comparing alternatives and presenting cost information. However it is hard to predict accurate cost because of vague cost standard and lack of available information in the early stage. The previous cost model has limitations in the accuracy because they are simple linear model which uses the unit cost per kilometer. This study presents the framework of early cost estimation for road construction projects to overcome the limitation of previous cost model. This study analyzed domestic and foreign cost model and cost data of previous road construction project to present method of cost model framework.

Keywords : Cost, Cost model, Road construction, Quantity of standard work