

# PSC BEAM 교량 공사비 영향요인을 이용한 개략공사비 산정모델 개발

Approximate Estimating Model for PSC BEAM Bridge Using Influence Factors

강 찬 성\* · 임원석\*\* · 김경민\*\*\* · 김경주\*\*\*\*  
Kang, Chan Sung · Lim, Won Seok · Kim, Kyoungmin · Kim, Kyong Ju

## 요 약

대규모 재원이 투입되는 건설공사의 공사비를 합리적인 방법으로 적정하게 예측하는 것은 사업비 관리 측면에서 필수적이거나 국내의 경우, 선진국과 비교하여 상대적으로 공사비 예측 기술이 미흡한 수준으로 사업비 관리를 체계적으로 수행하기에는 미비한 실정이다. 본 연구에서는, 개략공사비 산정모델 개발의 기본방향을 설정하고, 기획·설계 단계에 대한 개략공사비 산정 모델의 신뢰도 향상을 위한 검증과 데이터 추가분석을 수행하고자 한다. 공사비 예측기술 개발과 사업비 관리 인프라 기반조성을 통하여 건설공사의 품질을 확보하면서 예산 낭비 방지와 국가재원의 효율적 집행이 가능하며, 사업비 관리기술의 경쟁력을 강화하여 건설 산업의 수익성을 제고할 수 있을 것이다.

키워드: 개략공사비 산정(Approximate Estimating), 사업비 관리(Cost Management), 공사비 영향요인(Phased Influence Factors)

## 1. 서 론

「도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판, 한국개발연구원 2004)」와 「한국도로공사 고속도로 건설 평균단가」에서는 도로부문 사업의 비용 추정방법, 항목, 평균단가 등에 대하여 고속도로 공사를 대상으로 과거 실적자료를 활용하여 추정하고 있으며, 국도 적용시는 도로폭원에 비례하여 적용하고 있다. 「공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침(건설교통부 2004)」에서는 최근 2년내 완료한 같은 등급의 유사도로 실시설계 2건이상의 단위 공사비 평균치를 사용하고 있다. 예타 지침과 투자평가지침은 유사 실적자료를 근거로 하여 통계적 기법을 활용한 기본단가법이라고 할 수 있다. 또한 「도로업무편람(건설교통부 2006)」에서는 폭, 연

장을 고려하여 산정하고 있다.

국내의 공공 부문은 기획예산처의 총사업비 관리지침에서 대규모 공사의 경우에 한하여 기본적인 틀이 마련된 상태이지만, 체계적이고 통합적인 사업비 관리체계로서는 시작단계라고 할 수 있다. 선진국에서는 사업비관리에 관한 전문적인 서비스를 제공하는 전문 업역으로 민간 협회 차원에서 공사비 예측 업무에 관한 실무 기준을 제공하고 있다. 미국의 경우, 캘리포니아 교통국에서는 유사 시설물별 공사비 실적데이터를 축적하여 개산견적에 활용할 수 있도록 다양한 기초 데이터를 제공하고 있다(김경주 2007). 국내의 경우, 선진국과 비교하여 상대적으로 공사비 예측기술이 미흡한 수준으로 사업비 관리를 체계적으로 수행하기에는 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 사업초기단계의 정보수준을 바탕으로 공사비 산정결과의 신뢰도를 높일 수 있는 개략공사비 산정 모델을 개발하고자 한다. 사업 수행단계별로 활용할 수 있는 정보 수준은 제한적이므로 기획 및 설계단계에서 가용한 정보를 도출하기 위하여 문헌조사와 설문조사를 수행하여 단계별 사업비 예측 프로세스와 가용한 정보수준을 분석하였다. 또한, 사업 수행단계별로 발생하는 정보를 기반으로 공사비 영향요인을 도출하였으며, 기획 및 설계 단계의 개략공사비 산정 모델 개발방향을 제시하고, 설계 단계에서 교량의 주요 부위의 특성 이용한 개략공사비 모델을 개발하였다.

\* 일반회원, 중앙대학교 일반대학원 토목공학과 석사과정(교신저자) kagreement@gmail.com

\*\* 일반회원, 중앙대학교 일반대학원 토목공학과 석사과정 supreme80@paran.com

\*\*\* 일반회원, 중앙대학교 일반대학원 토목공학과 박사과정 kmkim@wm.cau.ac.kr

\*\*\*\* 종신회원, 중앙대학교 건설환경공학과 교수, 공학박사 kjkim@cau.ac.kr

본 연구는 건설교통부 연구비 지원에 의한 연구의 일부임. 과제번호 06기반구축A03

## 2. 사업 수행단계별 사업비 예측 프로세스 분석

본 연구에서는 공사비 예측기술의 적용 단계와 활용 가능한 발생 정보량을 분석하기 위하여 도로 건설사업을 기획 단계와 설계 단계로 구분하였으며, 설계 단계는 다시 설계 완료 공정률에 따라 계획, 기본 그리고 실시설계 단계로 세분하였다. 기획 단계는 사업의 타당성을 검토하고 추진여부를 결정하게 되는데, 경제성 분석을 거쳐 대상 사업을 선정하기 위한 업무가 주로 수행된다. 계획 설계단계에서는 기획 단계에서 검토한 대안 노선에 대하여

최적 노선을 선정하고 구조물의 설계대안 평가가 주요업무로 수행된다. 기본 및 실시 설계 단계에서는 도로(선형, 포장), 구조물 그리고 기타 상세 설계로 이루어지는데 대상 사업에 대한 계획을 구체화하고, 최종적으로 공사비 예정가격을 산정하게 된다. 기획 및 설계의 각 단계별로 실무에서 수행하는 주요업무, 공사비와 관련한 의사결정 수준, 개략공사비 예측기술의 사용 현황, 예측기술의 필요성 등에 대하여 엔지니어링 회사를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 공사비 예측기술의 사용여부에 대한 질문에 58%가 현재 사용하지 않고 있다고 응답하였으며, 사용한다고 응답한 실무자의 대부분은 예타 표준지침 단가,

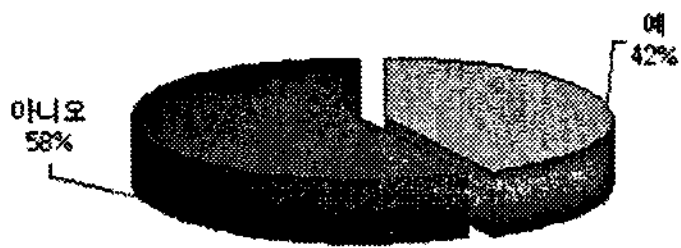


그림 1. 개략 공사비 예측기술 사용 여부

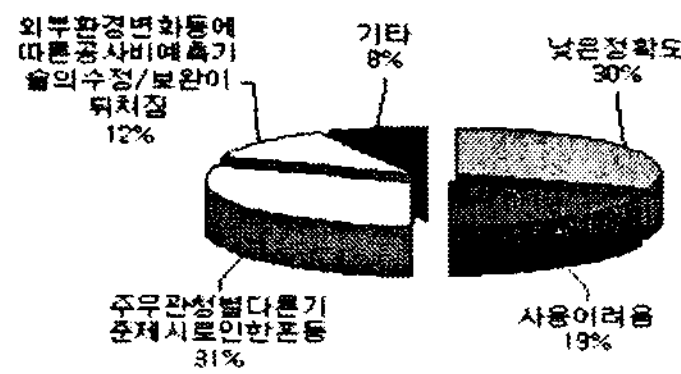


그림 2. 사용하지 않는 사유

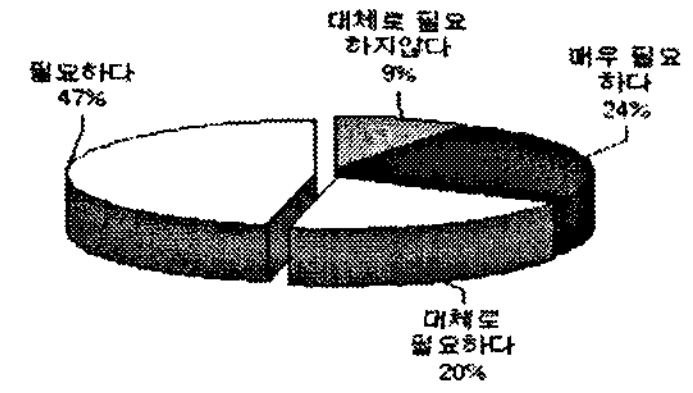


그림 3. 개략공사비 예측기술의 필요성

표1. 사업 수행단계별 사업비 예측 프로세스 분석

수행 단계	기획 단계 (타당성 조사)		설계 단계			
	계획 설계	기본 설계	실시 설계			
주요 업무 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>대상 사업 선정</li> <li>교통/도로 현황조사 및 수요 예측</li> <li>노선 대안 및 차로수 검토</li> <li>경제성 분석</li> <li>환경영향 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계기준 설정</li> <li>최적 노선 선정</li> <li>교통수요 분석/예측</li> <li>구조물 위치 및 형식선정 (설계대안 평가)</li> <li>노선 측량</li> <li>토질 조사</li> <li>환경 영향 저감대책</li> <li>VE/LCC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>선형 설계 (표준횡단구성, 도로 선형, 교차로, 진출입 등)</li> <li>포장 설계</li> <li>세부 교통 분석</li> <li>구조물 가설 공법 선정</li> <li>구조물 기본설계</li> <li>토질 시험</li> <li>VE/LCC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>종합 교통대책 수립</li> <li>공종별 세부 설계                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토공(토공량, 운반거리)</li> <li>- 구조물 상세(배근도)</li> <li>- 배수시설</li> <li>- 부대시설 등</li> </ul> </li> <li>공사비 및 보상비 산출</li> <li>경제성 분석</li> <li>설계도서 작성</li> <li>인허가 서류 작성</li> <li>환경영향저감 대책 수립</li> <li>VE/LCC</li> </ul>		
공사비 관련 의사결정 목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>대상 사업 선정</li> <li>대안 노선 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최적 노선 선정</li> <li>구조물 위치/형식 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>선형/포장 설계</li> <li>구조물 기본설계</li> <li>토공 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공종별 세부사항 설계</li> <li>최종 공사비 결정</li> </ul>		
정수준 (설계대안 평가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>노선별 공사비 (구조물 구간/토공구간 비율, 토공량 등)</li> <li>시공성, 지장물 현황</li> <li>환경 영향</li> <li>사업 추진방식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>노선별 공사비</li> <li>시공성, 지장물 현황</li> <li>환경 영향</li> <li>구조물 위치/형식 적절성</li> <li>가설공법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>평면/종단/교차로 선형</li> <li>포장재료별 공사비</li> <li>설계기준</li> <li>가설공법별 공사비</li> <li>부위별 공사비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계기준</li> <li>주요 물량</li> <li>주요 자재단가</li> </ul>		
공사비 관련 자료(정보) 활용수준 (개산전적 모델)	예타 표준지침 단가 공공투자평가 지침 단가 한국도로공사 평균 단가 유사 사업 통계 데이터	유사 사업 통계 데이터 공공투자평가 지침 단가 한국도로공사 평균 단가	유사 사업 통계 데이터 한국도로공사 평균 단가	주요공종의 기초물량 산정방법 표준품셈/실적단가		
개산전적 모델 활용 목적	사업비 추정	대안 노선별 공사비 추정 구조물별 개략공사비 추정	구조물별 개략공사비 추정	공사비 예정가격 추정		

공공투자 평가 지침 단가, 한국도로 공사 평균 단가, 유사 사업 통계 데이터를 주로 활용하고 있는 수준이었다. 현재 적용하고 있는 공사비 예측기술을 사용하지 않는 사유는 낮은 정확도 30%, 주무관청별 다른 기준체시로 인한 혼동 31%, 사용의 어려움 19% 등을 주요 원인으로 응답하였다. 공사비 예측기술의 필요성에 대한 질문에는 응답자중 90%가 필요하다고 답변하였다. 설문 결과, 실무에서의 공사비 예측기술 적용수준은 미흡한 수준이며, 건설 산업의 경쟁력을 제고하기 위해서는 예측기술의 개발과 체계적이고 지속적인 관리 방안, 예측결과의 신뢰도 향상, 일괄적인 적용기준 등의 정비가 시급하다고 할 수 있다.

### 3. 개략공사비 산정모델 개발

개략공사비 산정 모델을 구축하기 위하여 본 연구에서는 일반 국도를 대상으로 최근 5년(2001년도 이후) 내에 설계완료된 사업 25건의 PSC Beam교(64건)을 대상으로 설계 내역서, 수량산출서, 종합 보고서, 설계도면 등 공사비 분석을 위해 필요한 기초자료를 조사/수집하였고, 분석을 통하여 공사비영향요인을 도출하였다.

공사비영향요인 도출을 위하여, 수집된 각 교량에 대하여 경간 수, 경간 길이, 교량 폭, 면적, 기초형식, 가설위치(육상/하상), 교대/각 높이 등의 정보에 따라 분류하였다. 수집된 공사비 데이터를 상부공, 하부공(교대, 교각, 기초), 토공, 부대공 공사비로 나누어 공종별 공사비에 대한

내역분기 작업을 수행하였다.

그림 4는 사업 수행단계별 가용한 정보를 기반으로 한 개략공사비 산정 모델의 프레임워크를 나타내고 있다. 기획 단계에서는 공사비를 추정할 수 있는 가용 정보가 극히 제한적이며, 노선, 연장, 차로 수, 폭원 가설 위치 등의 기본적인 사항만 활용 가능하다. 설계 단계에서는 계획→기본→실시 설계로 진행됨에 따라 구조물 형식, 구조물 제원, 주요 공종 및 물량에 대한 정보가 발생한다. 기획 및 설계 단계별로 가용한 정보와 공사비 영향요인을 기반으로 하여 데이터 구축 시 사용되지 않은 PSC Beam 5개 교량(표 2)에 대하여 개략공사비를 추정하였다.

상부공사비는 면적당 상부공사비 단가를 이용하였고, 하부공사비는 교대/교각 높이당 하부공사비 단가를 이용하였다. 토공 및 부대공은 설계가격(순공사비)의 평균 비율을 산정하여 공사비를 추정하였으며, 토공 4.95%, 부대공 11.48%를 적용하여, 건설공사비 지수는 2006년 12월을 기준으로 설정된 기존의 지침과 추정 모델에 의한 공사비를 도출하였다.(표 3)

실무에서 많이 활용되고 있는 「공공 교통시설 개발 사업에 관한 투자평가지침서」, 「예비타당성조사 표준지침」, 「도로업무편람」의 표준공사비 단가를 사용하여 추정된 공사비와 비교를 통하여, 그림 5와 표 4에 나타난 바와 같이, 교량의 주요부위(상부/하부)의 단가를 이용한 설계단계(안)의 추정편차의 폭이 가장 좁게 나타났다. 이를 통하여 공사비를 추정할 수 있는 정보의 수준에 따라서 추정 결과의 신뢰도가 개선됨을 예측할 수 있다.

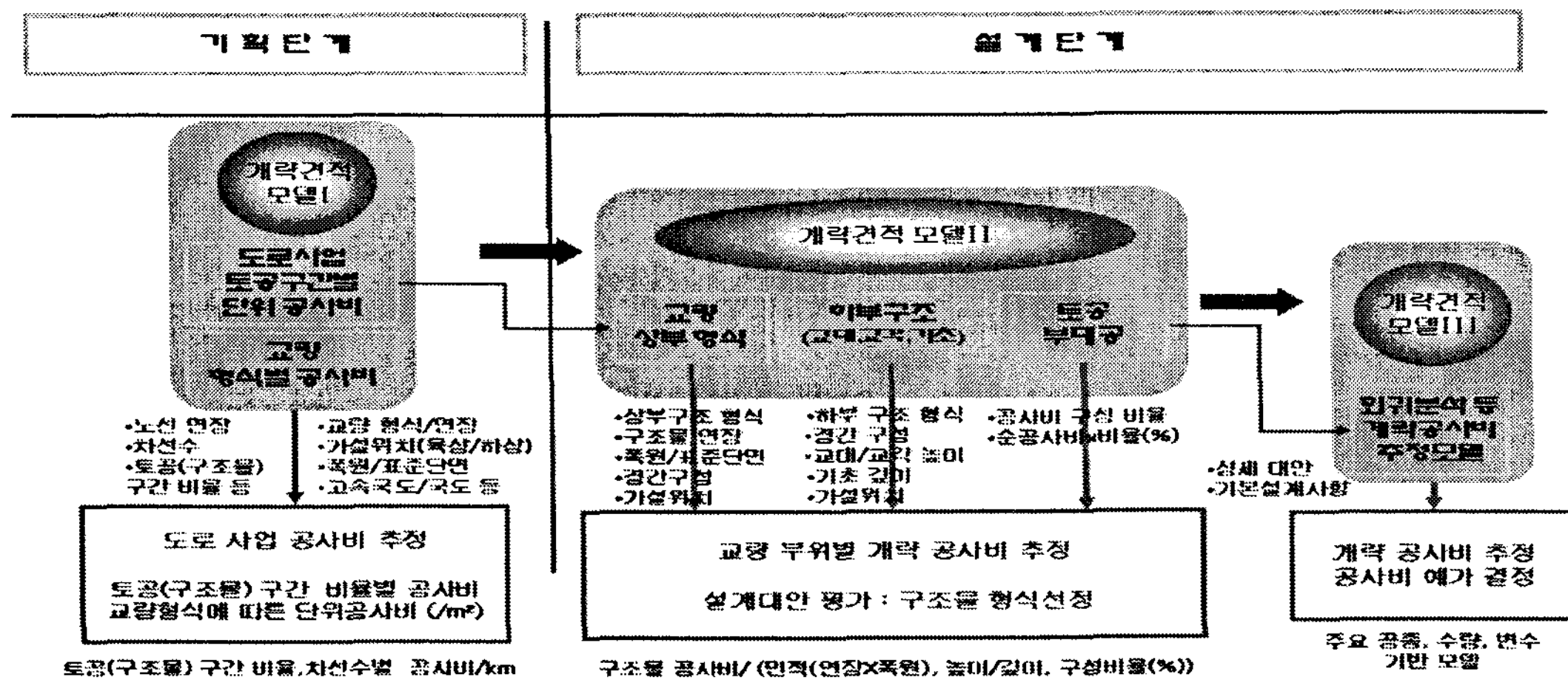


그림 4. 사업수행 단계별 개략공사비 산정 모델 Framework

표 2. 비교/분석용 표본의 교량 기본 정보

교량정보	01교	02교	03교	04교	05교
교량형식	PSC Beam교	PSC Beam교	PSC Beam교	PSC Beam교	PSC Beam교
가설위치(육상/하상)	육상	육상	하상	하상	하상
차로수	4차로	4차로	4차로	4차로	4차로
경간장	25m	30m	35m	30m	30m
경간수	1경간	1경간	3경간	3경간	4경간
기초형식	말뚝	말뚝	직접+말뚝	직접+말뚝	말뚝
설계준공년도	2003.12	2004.7	2005. 10	2003.6	2002.12

표 3. 단위단가표

구분	설계가격	투자평가지침		예비타당성 조사 표준지침				도로업무편람		설계단계 모델(안)		
		단가 (원/m)	공사비	단가 (원/m)	공사비	단가 (원/m <sup>2</sup> )	공사비	단가 (원/m <sup>2</sup> )	공사비	상부 (원/m <sup>2</sup> )	하부 (원/m)	공사비
01교	848,568,743	32,000,000	800,000,000	24,086,280	602,157,000	969,230	506,422,675	1,482,000	774,345,000	489,551	30,438,592	953,926,510
02교	867,652,566	32,000,000	960,000,000	24,086,280	722,588,400	969,230	613,522,590	1,482,000	938,106,000	489,551	30,438,592	946,543,593
03교	2,393,666,338	32,000,000	3,369,600,000	24,086,280	2,536,285,284	969,230	2,133,052,307	1,482,000	3,261,585,600	497,548	11,556,568	2,332,962,405
04교	2,413,425,408	32,000,000	2,880,000,000	24,086,280	2,167,765,200	969,230	1,831,844,700	1,482,000	2,800,980,000	497,548	11,556,568	2,080,307,118
05교	3,191,486,788	32,000,000	3,840,000,000	24,086,280	2,890,353,600	969,230	2,442,459,600	1,482,000	3,734,640,000	497,548	15,859,360	3,174,806,089

표 4. 추정방법에 따른 편차

구분	공사비 영향 요인		편차	비고
투자평가 지침서	교량 형식		-5.72%	표준단가/m (원단위)
	교량 연장		~	
	고속도로/국도		40.77%	
예비 타당성 조사 표준지침	교량형식		-40.32%	표준단가/m <sup>2</sup> (원단위)
	차로수			
	교량연장, 폭원			
	고속도로/국도			
도로 업무 편람	교량형식		-8.75%	표준단가/m <sup>2</sup> (원단위)
	교량연장, 폭원		~	
	고속도로/국도		36.26%	
설계 단계 모델 (안)	상부	하부	-13.80%	(상부) 표준단가/m <sup>2</sup>
	교량형식	하부, 기초형식		
	육상/하상	육상/하상		
	교량 연장	교대/교각 높이		
	차로수	차로수		
	경간 구성	경간 구성		

4. 결론

본 연구에서는 문헌조사와 설문을 통하여 사업수행단계 별 사업비 예측 프로세스를 분석하였으며, 공사비 예측에 활용할 수 있는 정보수준을 분류하였다. 그리고 단계별 공사비 영향요인을 도출하여 기획 및 설계단계의 개략공사비 산정 모델의 프레임워크를 제안하고, 교량 주요부위의 특성을 이용하여 설계단계 모델(안)을 개발하였다.

기존 지침에서 제공하는 단가로 추정된 공사비와 비교하여 설계단계 모델(안)의 추정공사비가 실제 설계가격과의 편차가 줄어드는 결과가 나타났다.

개발된 모델에 대한 지속적인 검증과 데이터 추가분석 등의 작업을 수행을 하고, 공사비 예측기술 개발과 사업비 관리 인프라 기반 조성을 통하여 건설공사의 품질을 확보한다면 효율적이고 신뢰성 있는 예정 가격의 추정이 가능할 것이다. 또한, 사업비 관리기술 측면에서의 경쟁력을 강화하여 건설 산업의 수익성을 제고할 수 있을 것이다.

향후 연구방향은 연구결과인 모델 프레임워크를 발전시켜 추정 결과의 신뢰도를 개선하고, 기존 예측기법과의 비교분석을 통해 지속적인 검증을 수행하고 최종적으로 개략 공사비 산정 모델을 개발할 계획이다.

참고문헌

1. 건설교통부, “공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침”, 2004
2. 건설교통부, “도로업무편람”, 2006
3. 김경주, “품셈 이론과 실제”, 구미서관 2007
4. 한국개발연구원, “도로·철도 부문사업의 예비타당성조사표준지침 수정·보완 연구-제4판”, 2004

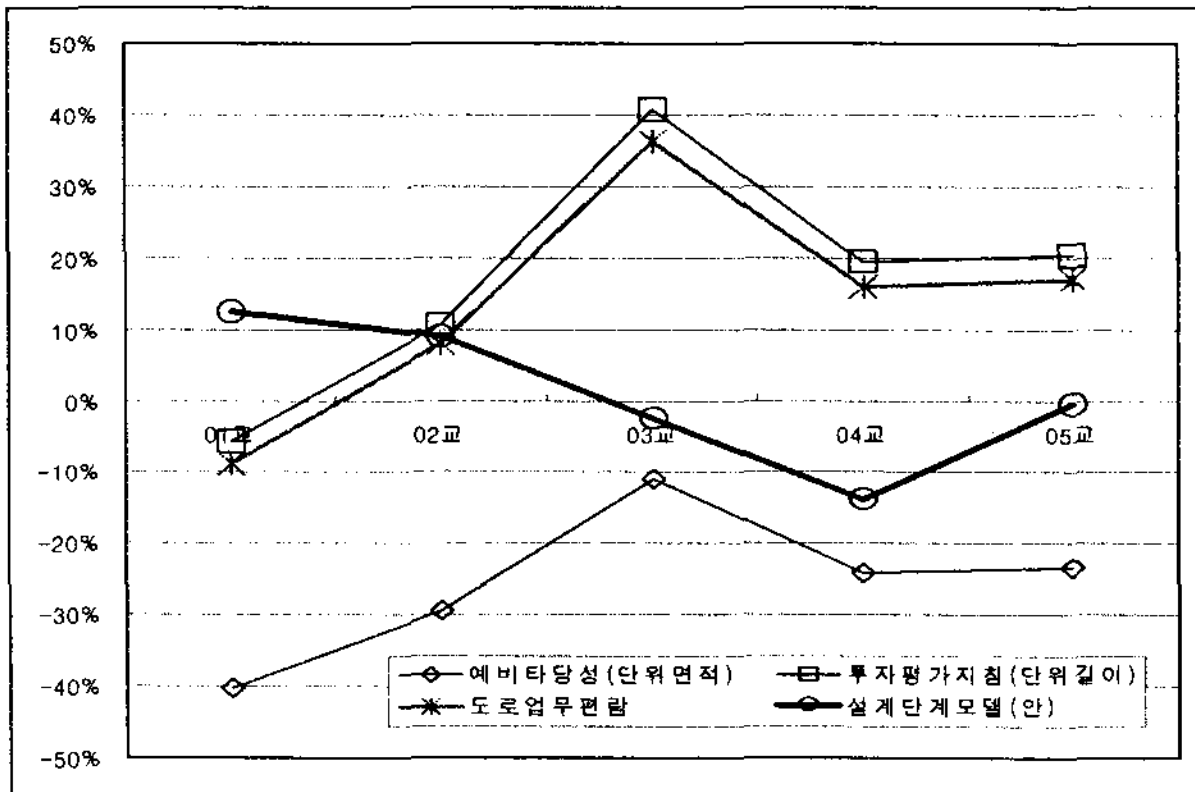


그림 5 추정방법에 따른 편차

Abstract

This study attempts to analyze estimating process and the level of information performing literature review and questionnaire and identify phased influence factors on construction cost using phased information of project and suggests framework of approximate estimation model at the planning and design stage. This paper suggests phased influence factors on construction cost and framework of approximate estimation model for integrated project cost management.

Keywords : Approximate Estimating, Cost Management, Phased Influence Factors