

대표공종 기반의 P.S.C 박스 거더교 개략공사비 산정모델 개발

-상부공사 중심으로-

Development of an Activity-Based Conceptual Cost Estimating Model for P.S.C Box Girder Bridge

조지훈* · 김상범**
Cho, Ji-Hoon · Kim, Sang-Bum

요 약

국내 도로건설사업은 평균 단가 기준으로 개략공사비를 산정한다. 도로의 기초자료를 갱신함으로써 평균 단가를 수정하고 있으나 공사 특성을 전부 반영하기에는 미흡한 실정이다. 설계 진행단계에서 설계 대안을 평가하는데 활용할 수 있는 공사비 예측모델의 필요성이 제기되는 가운데 대표공종을 통해 표준물량을 산출하고 개략공사비 산정모델개발을 통해 실질적인 공사비 예측이 가능한 모델을 개발하고자 한다. 본 연구에서는 Prestressed Concrete Box Girder Bridge의 상부공사를 중심으로 연구를 수행하며 2000~2007년 사이에 수행되었던 구조물공 41건에 대한 기초자료를 수집하고 토목공사 수량산출기준에 의한 내역서를 기반으로 Grouping을 실시하여 대표적 특수교량인 ILM(Incremental Launching Method), MSS(Movable Scaffolding System), FSM(Full Staging Method), 그리고 FCM(Free Cantilever Method)등 교량 형식별로 총공사비에서 공사비 비중 및 해당 공종에서의 중요도가 높은 항목을 중심으로 설계 초기단계에서 가용한 정보 수준을 고려하여 대표공종 선정한다. 교량 형식별 선정된 대표공종을 살펴보면 P.S.C 강재설치 및 긴장작업/P.S.C BOX/자재대 및 자재운반비/철근가공 및 조립/증기양생/콘크리트 타설/거푸집/교면 방수/동바리 등 교량형식별 특수성을 제외하면 대표공종들이 순공사비에서 차지하는 비중이 비슷함을 알 수 있다. 공종들이 총공사비에서 차지하는 비율은 ILM(99.47%)/ MSS(99.22%)/ FSM(98.18%)/ FCM(98.12%)로 나타났다.

키워드: 개략공사비, P.S.C Box Girder Bridge, Grouping, 대표공종

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 도로건설사업은 평균 단가 기준으로 개략공사비를 산정하는 실정을 고려하여 본 연구에서는 도로의 기초자료를 갱신함으로써 대표공종을 기반으로 표준 단면물량을 획득함으로써 설계 진행단계에서 설계 대안을 평가하는데 활용할 수 있는 공사비 예측 산정모델개발을 통해 실질적인 공사비 예측이 가능한 모델을 개발하고자 한다.

본 연구는 궁극적으로 사업비 관리 시스템의 개선을 목적으로 하며, 세부적으로 설계단계에서의 개략공사비 산정의 정확도를 높이고자 하는 취지에서 시

작되었다. 본 연구의 자료를 기반으로 기획단계에서의 개략공사비 추측 모델 역시 개발 예정이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 대표공종의 단위물량을 이용한 교량의 개략공사비 산정모델 개발에 목표를 둔다. 건설공사 적정 공사비 산정 및 관리 시스템을 구축하기 위해서 실제 교량공사에서 투입되는 물량을 수량산출서를 기반으로 내역분기 후 각 부위별(상부공, 하부공, 부대공, 토공)로 대표공종을 추출하여 실제 물량을 산출하고 교량 특성별 표준단위물량을 제공한다. 산출된 표준단위물량을 기준으로 공사시기, 물가 상승, 일반 단면의 변경, 연장 길이 등 여러 영향요인을 적용하여 정확한 공사비를 추정하는 것이 본 연구의 목표이다. 본 절에서 기술하는 연구과정은 연구를 진행하는 과정 중 대표공종 추출에 중점을 두고 기술하였으며 그 방법론은 다음 그림 1과 같다.

* 일반회원, 동국대학교 사회환경시스템공학과, 석사과정,
79drive@hanmail.net

** 중신회원, 동국대학교 사회환경시스템공학과 조교수, 공학박사,
kay95@dgu.edu

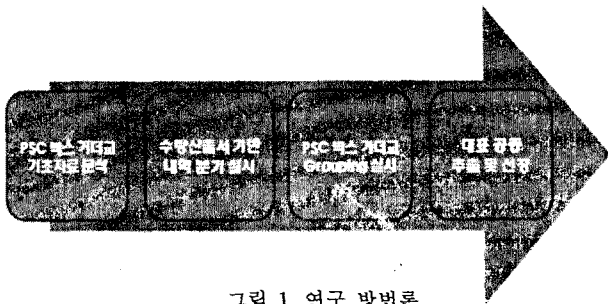


그림 1. 연구 방법론

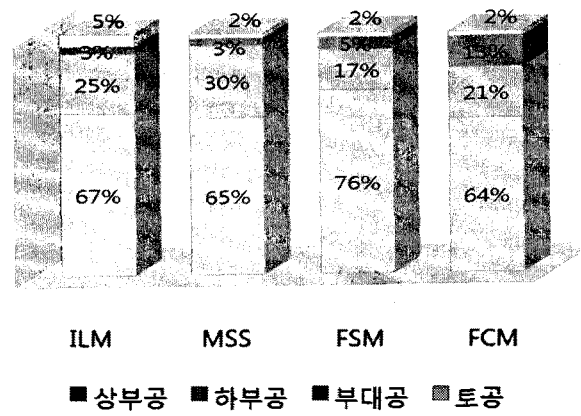


그림 2. 기초자료 현황 분석

2. P.S.C 박스 거더교 기초자료 분석

2.1 개략공사비 산정을 위한 기초자료 수집

본 연구를 위해 고속도로와 고속국도를 대상으로 2000~ 2007년 내에 설계완료를 통해 국내에서 발주되었던 총 41건의 P.S.C(Prestressed Concrete) Box Girder Bridge의 자료의 수집 및 분석을 실시하였다.

표 1. 기초자료 수집 및 분석

PSC 공법	고속도로	국도	합계
ILM 공법	13(81%)	4(16%)	17(41%)
MSS 공법	2(13%)	8(32%)	10(24%)
FCM 공법	0(0%)	6(24%)	6(15%)
FSM 공법	1(6%)	7(28%)	8(20%)
합계	16건	25건	41건

한국도로공사와 지방청 등에서 발주된 특수교량은 총 41건이며 교량 현황을 살펴보면 I.L.M(Incremental Launching Method)공법 현장이 17건, M.S.S(Movable Scaffolding System)공법 10건, F.C.M(Free Cantilever Method)공법 6건, 그리고 F.S.M(Full Staging Method)공법 8건 등으로 구성을 이루고 있다.

2.2 기초자료에 대한 현황 분석

설계 내역서, 수량산출서, 종합 보고서, 설계도면 등 공사비 분석을 위해 필요한 기초자료를 수집하였고, 수집된 41건의 교량을 토목공사 수량산출기준에 의한 내역서¹⁾ 기준으로 부위별 공사비를 산출하고, 부위별 공사비를 집계하여 각 부위별 순공사비를 도출하였다. PSC 박스 거더교의 부위별 공사비와 구성 비율을 살펴보면 그림 2와 같다.

ILM/MSS/FCM/FSM 공법별로 구성된 부위별 공사비를 확인한 결과 FSM교량의 경우에는 상부공사

비 76%, ILM/MSS/FCM의 경우에는 64%~67%의 공사비 구성 비율을 보이고 하부공사비의 경우 MSS(30%), ILM(25%), FCM(21%), FSM(17%)의 순서로 비율이 구성되어 있다. 부대공사비나 토공사비의 경우 FCM의 부대공사비(13%)를 제외하고는 대체적으로 5%내에서 유사한 비율의 공사비를 차지함을 알 수 있다.

3. 수량산출서 기반의 내역 분기

토목공사 수량산출기준에 의한 내역서를 기반으로 구조물공의 내역 분기를 실시하였다. 상부공사 중심으로 분기한 내역은 다음과 같은 분류기준을 따른다.

표 2. 수량산출기준에 의한 분류기준

부위별	내역 분기 기준 (28항목)			
	거푸집	강관 비계	동바리	표면처리
상부공	콘크리트 타설	철근가공 조립	교량 받침	증기 양생
	PSC Box용 동바리	신/구 콘크리트 접착제	PSC강재 설치 및 긴장	무수축 콘크리트
	교면방수	스페이서	Notch	스치로폴
	아스팔트 방수	교대보호 블록	배수 시설공	다웰바 설치
	교명판 및 설명판	콘크리트 양생	점검용 계단	콘크리트 생산
	PSC Box	낙하물 방지공	Cover Plate	자재대 및 운반비

4. P.S.C 박스 거더교의 Grouping 현황

총 41건의 교량 현황자료를 분류기준에 맞게 내역 분기후 상부 공종과 하부 공종으로 그룹핑을 실시하

1) 건설교통부(2007), 토목공사 수량산출 기준지침서

였다. 타입별로 살펴보면 ILM 상부공종(16개)/하부공종(75개), MSS의 상부공종(15개)/하부공종(58개), FSM 상부공종(15개)/하부공종(59개), FCM 상부공종(15개)/하부공종(60개)로 나타난다. 타입별 공종들을 살펴보면 다음 표3과 같다.

표 3. 교량 형식별 Grouping 현황

	ILM	MSS	FSM	FCM
1	거푸집(7)	거푸집(7)	거푸집(7)	거푸집(7)
2	동바리(4)	동바리(4)	동바리(4)	동바리(4)
3	철근가공조립(4)	철근가공조립(4)	철근가공조립(4)	철근가공조립(4)
4	Con'c타설(4)	Con'c타설(4)	Con'c타설(4)	Con'c타설(4)
5	표면처리(2)	표면처리(2)	표면처리(2)	표면처리(2)
6	강재설치긴장(15)	강재설치긴장(15)	강재설치긴장(15)	강재설치긴장(15)
7	Notch(1)	Notch(1)	Notch(1)	Notch(1)
8	접착제(2)	접착제(2)	접착제(2)	접착제(2)
9	무수축Con'c(2)	무수축Con'c(2)	무수축Con'c(2)	무수축Con'c(2)
10	스페이서(2)	스페이서(2)	스페이서(2)	스페이서(2)
11	자재대/운반비(9)	자재대/운반비(9)	자재대/운반비(9)	자재대/운반비(9)
12	교면방수(2)	교면방수(2)	교면방수(2)	교면방수(2)
13	P.S.C Box(7)	P.S.C Box(16)	P.S.C Box(16)	P.S.C Box(16)
14	양생(3)	스티로폼(3)	배수시설(3)	양생(3)
15	낙하물방지(1)	낙하물방지(1)	방수공(2)	배수시설(3)
16	강관비계(2)			

거푸집/동바리/철근 가공 및 조립/ 콘크리트 타설/ 표면처리/P.S.C. 강재 설치 및 긴장/Notch/신구 콘크리트 접착제(에폭시)/무수축 콘크리트/스페이서/자재대 및 운반비/교면방수/P.S.C Box 등 13공종이 교량 형식별 타입에서 공통적으로 적용되며, P.S.C Box/콘크리트 양생/중기양생/슬래브 양생/낙하물방지공/강관비계시설/배수 시설공 등이 공법별로 추가적으로 나타남을 확인 할 수 있다. P.S.C Box공의 하부공종은 두가지(7항목/16항목)로 구분되어지는데 그 근거는 공법별 가시설 제작 및 설치 방법이 다름에서 기인한다. P.S.C 강재 설치 및 긴장작업의 경우 긴장/고정/연결정착 장치에 투입되는 관련 자재들(쉬스관/강연선/강봉 등)의 다양성과 부수적인 자재들이 토목 수량산출 기준지침서에 상세 분류되어있다.

5. 대표공종 추출 및 선정

수집된 41건의 PSC 박스 교량 실시설계자료의 공사비 구성 비율 분석을 통하여 공사비 비중 및 해당 공종에서의 중요도가 높은 항목을 중심으로 설계 초기단계에서 가용한 정보 수준을 고려하여 대표공종 선정하였다.

5.1 타입별 대표공종 분석 현황

Grouping을 통해 선정된 교량 형식별 공종을 기반으로 각 타입별 대표공종을 추출하였다. 각 형식별로 대표공종의 개수와 차지하는 누적비율을 살펴보면 아래 그림과 같다.

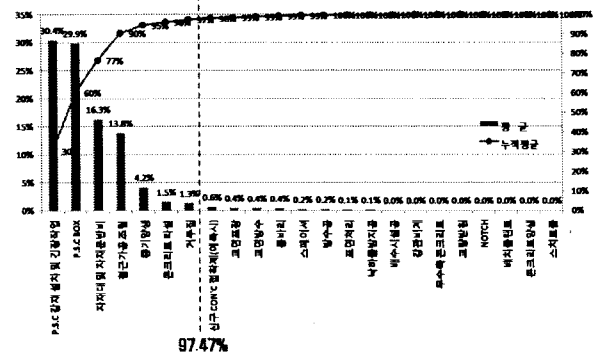


그림 3. ILM 공종 비율 현황

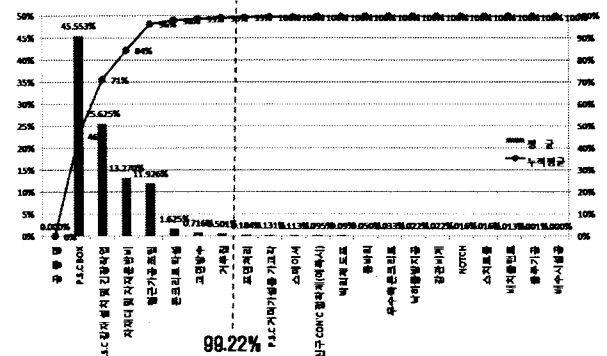


그림 4. MSS 공종 비율 현황

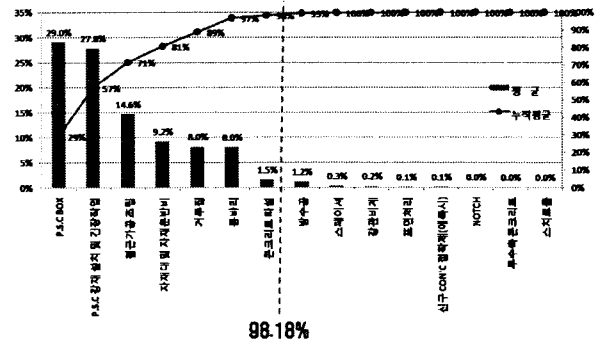


그림 5. FSM 공종 비율 현황

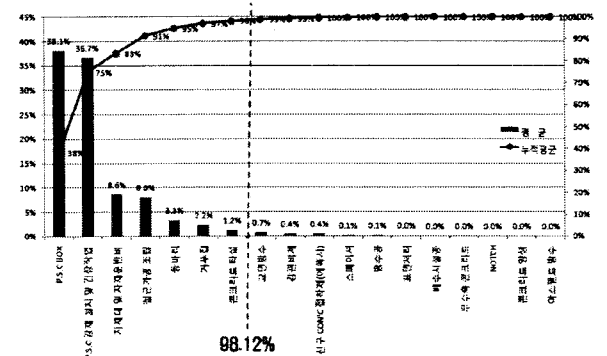


그림 6. FCM 공종 비율 현황

도출된 공사비 구성비율 순위를 토대로 대표공종으로 선정하여 상부공사비 구성비율을 분석하였다.

표 4. 상부공 대표공종의 공사비 구성비율

공종		ILM	MSS	FSM	FCM
대표 공 종	P.S.C 강재설치 및 긴장작업	30.44%	25.63%	27.80%	36.70%
	P.S.C BOX	29.87%	45.55%	29.03%	38.15%
	자재대 및 자재운반비	16.33%	13.27%	9.17%	8.56%
	철근가공 조립	13.84%	11.93%	14.60%	8.05%
	중기양생	4.16%	-	-	-
	콘크리트 타설	1.53%	1.63%	1.51%	1.22%
	거푸집	1.29%	0.50%	8.05%	2.20%
	교면 방수	-	0.72 %	-	-
	동바리	-	-	8.023%	3.26%
소계	97.47%	99.22%	98.18%	98.12%	
기타공종	2.53%	0.78%	1.82%	1.88%	
합계	100%	100%	100%	100%	

각 공법별로 상위 97.47~99.22%이상을 차지하는 상위공종 7가지를 대표공정으로 도출할 경우 대표공정의 공사비가 상부공사 전체 공사비에서 차지하는 비율은 41개 현장마다 교량형식별 편차 -1.16%~+0.59% 이내에서 그 비율이 유의함을 알 수 있다. 교량 형식별 상세 편차를 살펴보면 아래 표5와 같다.

표 5. 대표공종의 교량형식별(상부공)의 편차

상부 구조공		대표공정 공사비 비율(평균)	편차	
형식	건수		(-)	(+)
ILM	17	97.47%	1.16	0.23
MSS	10	99.22%	0.37	0.56
FSM	6	98.18%	0.02	0.59
FCM	8	98.12%	0.31	0.43

6. 결론

본 연구에서는 토목공사 수량산출내역서를 기반으로 P.S.C Box 내역서 및 수량산출서 분석을 통하여, 설계완료된 41건의 교량 상부공사를 중심으로 형식별 공사비 점유비율을 분석을 실시하여 각 형식별로 7가지의 대표공종을 선정하였고, 대표공종의 점유비율을 통하여, 평균 공사비의 99.47~99.22%와 편차 -1.16~+0.59의 편차를 도출하였다. 산출된 대표공종의 편차분석을 통하여 데이터의 신뢰성을 확인하였으며, 도출된 대표공종과 편차분석을 통해 대표공종들이 각 교량 형식별 공사비 비율에 적합한 수치임을 도출하였다.

본 연구를 통하여 P.S.C Box 교량에 대한 교량 형식별 설계데이터의 체계적인 분석을 통하여 보다 정확한 개략 공사비 산정의 기반을 확립하였다. 향후 본 연구에서 제시된 대표공종 기반의 물량 산출 결과를 기반으로 하여 신뢰성 있는 실적 단가를 활용한 보다 체계적이고 구체적인 개략공사비 추정은 물론 사업비 관리 시스템 개선에 기여할 것으로 예상된다.

앞으로 설계프로세스에서 가용한 정보로부터 본 논문에서 제시된 개략공사비 추정에 필요한 입력값들을 추출하기 위한 모델링 작업이 적절한 검증과 함께 이루어질 것이다. 개발된 모델은 향후 국도 공사의 개략공사비 온라인 시스템 개발에 활용될 예정이다.

참고문헌

1. 건설교통부(2004), "P.S.C 박스 거더교 설계 선진화를 통한 물량절감"
2. 건설교통부(2007), "도로업무편람"
3. 건설교통부(2007), "토목공사 수량산출 기준지침서"

Abstract

Conceptual cost estimates for domestic highway projects have generally been conducted using governmental unit-price references. Inaccuracies in governmental unit-price data has repeatedly addressed in the Korean construction industry which often lead to poor decision making and cost management practices. Thus, needs for developing a better way of conceptual cost estimating has been widely recognized. This research is considered as the first step in developing such model using real-world cost data based on actual construction activities.

The data analyzed in this paper includes 41 P.S.C (Prestressed Concrete) Box bridges which broke into 4 categories based on construction methods such as I.L.M(Incremental Launching Method), M.S.S(Movable Scaffolding System), F.S.M(Full Staging Method), and F.C.M(Free Cantilever Method). Actual design documents including actual cost estimating documents, drawings and specifications were carefully reviewed to effectively break down cost structures for PSC girder bridges. Among more than 40 cost categories for each P.S.C girder bridge type, 7 of them were identified which accounted for more than 95% of total construction cost (ILM: 99.47%, MSS: 99.22%, FSM: 98.18%, and FCM: 98.12%). In order to validate the clustering of cost categories, the variation of each cost category has been investigated which resulted in between -1.16 % and 0.59%.

Keyword : Activity-Based Conceptual Cost Estimating, P.S.C Box Girder Bridge, Grouping, Breakdown of Standard Work
