

자연형 하천공사 개략공사비 산정모델의 개발

An Approximate Cost Estimating Model for Eco-River Facility Construction Project at Planning Stage

최 인 욱*
Choi, Inwook

이 시 욱**
Lee, Siwook

우 성 권***
Woo, Sungkwon

요 약

90년대 중반이후 도시하천을 중심으로 추진되던 자연형 하천 정비사업은 2008년 4월 하천법의 개정으로 인해 하천의 친환경적인 기능이 더욱 강조되어, 그 적용 분야는 지방하천까지 폭넓게 확대 되었다. 그러나 기존의 이·치수형 하천정비사업에 초점을 맞춘 하천의 개략공사비 산정모델은 자연형 하천공사에 실시되는 주요공종을 포함하고 있지 않아, 축제공, 호안공사가 전부인 소규모 하천정비공사를 제외하고는 그 적용성이 많이 떨어진다. 따라서 본 연구는 최근의 친환경적인 기능을 강조하는 하천정비공사의 패러다임 등 하천시설공사 관련 환경 및 정책 변화에 따라서 기획 및 설계 단계에서 적용될 수 있는 자연형 하천공사 개략공사비 산정모델을 개발하는 것을 목적으로 한다.

키워드 : 개략공사비, 자연형 하천, 자연형 하천 공법

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

갈수록 대형화, 복잡화 되어가는 건설사업에서 공사비의 정확한 예측은 국가재원이 투입되는 건설공사에서 특히 중요하며, 합리적인 공사비 예측모델은 발주자 뿐 만 아니라 대부분의 건설 사업자에게 폭 넓게 적용될 수 있다. 따라서 적정한 공사비를 예측하고 적용하는 것은 건설사업 시행에 있어서 필수적인 요소이다.

최저가 낙찰제를 통한 건설 수주시장은 낮은 낙찰률과 과도한 경쟁 등으로 인한 건설업계의 부실시공, 수익성 하락을 야기하였다 따라서 적정공사비 산정에 관한 필요성이 꾸준히 제기되었다. 특히 하천시설물공사의 경우 비교적 정형화 되어있는 도로, 교량 등의 시설물과는 달리 비정형적인 하천의 특성으로 인해 개략공사비 산정에 많은 어려움이 존재한다.

하천 시설물 개략공사비 산정에 관한 연구는 하천의 통수는 증대를 위한 이치수형 하천 개략공사비 산정(이시욱 외 2009)을

중심으로 이루어져 왔다. 그러나, 2008년 4월 개정된 하천법에서는 하천의 친환경적인 개념을 더욱 강조하여, 하천기본계획(구 하천정비기본계획) 수립 시 하천환경 등의 보전 또는 복원을 위한 보전지구 또는 복원지구 그리고 하천공간의 활용을 위한 친수지구를 지정하여 하천기본계획 및 설계 시 이를 반영하게 하였다.

자연형 하천이란 “그 하천이 지닌 본래의 자연성을 최대한 살릴 수 있도록 조성된 하천”을 가리키는 것으로, 이·치수 기능뿐 만 아니라 하천을 여러 오염원으로부터 보호하고 하천의 생태적 회복 및 인간의 삶의 질 향상을 위한 환경개선이 크게 강조되는 점이 기존의 하천개념과 구별된다(환경부 2002). 이처럼 하천공사의 패러다임이 변화함에 따라 여울, 수제, 어도, 징검다리 등 그에 맞는 공법이 개발되었으며, 현재 적용되고 있다.

기존의 이·치수형 하천정비사업에 초점을 맞춘 이·치수형 하천의 기획단계에서의 개략공사비 산정모델은 자연형 하천공사에 실시되는 공종을 포함하고 있지 않아, 축제, 호안공사가 전부인 소규모 하천정비공사를 제외하고는 그 적용성이 많이 떨어진다. 따라서, 본 연구에서는 이미 시공되었거나 시공 중인 자연

* 일반회원, 인하대학교 토목공학과 대학원, 석사과정, inwook@inha.ac.kr

** 일반회원, 인하대학교 토목공학과 대학원, 박사과정, leesw@inha.ac.kr

*** 종신회원, 인하대학교 토목공학과 부교수, 공학박사(교신지자), skwoo@inha.ac.kr

형 하천 정비사업의 실적데이터를 수집·분석하여 기존의 이·치수형 하천의 기획단계에서의 개략공사비 산정모델에 추가로 이·치수형 하천 정비사업과 차별되는 자연형 하천 개략공사비 산정모델을 개발한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 주요 대상은 친환경 개념과 기능을 가지는 자연형 하천으로 기존의 이·치수 하천기능에서 독립적인 것이 아닌 추가되는 개념으로 접근된다. 따라서 자연형 하천공사는 환경기능만을 강조하는 것이 아니라 이·치수 기능도 함께 적용하여야 한다. 본 연구는 자연형 하천 정비 사업에서 기존의 이·치수형 하천과 차별되는 시설물에 관한 공종의 개략공사비 산정을 연구범위로 설정하며, 자연형 호안공사, 자연형 구조물공사, 식생공사를 포함한다.

실적자료는 2002년 이후 설계 완료된 자연형 하천 정비사업의 설계보고서, 설계내역서, 단가산출서, 수량산출서, 설계도면 등을 중심으로 수집하였으며, 이는 사업건수로는 32건, 제방단위로 분개 시 81개소이다.

연구방법은 그림1과 같다. 수집된 실적자료를 바탕으로 자연형 하천공사의 특성을 파악하고, 하천 시설물의 유형을 분석한다. 분석된 자료의 형식에 따라 실적자료 분류 및 자연형 하천 시설물공사 공종파악을 실시하고 자연형 하천에 추가되는 시설물의 유형을 선정하여 각 시설물별 공사특성 및 영향인자를 분석하여 시설물별 공사비를 산정한다. 자연형 하천 실적내역과 개략공사비 산정을 위해 제시된 모델을 비교 검증하여 모델의 적정성 여부를 제시한다.

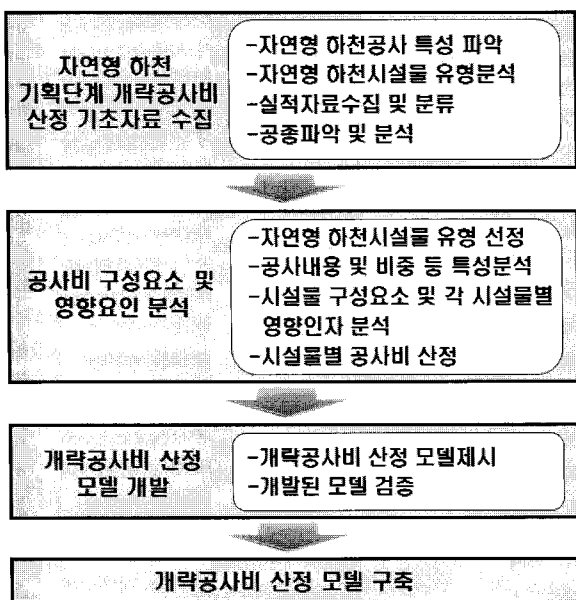


그림1. 자연형 하천 개략공사비 산정 연구방법

2. 선행연구 고찰

건설사업 초기단계 개략공사비 산정에 대한 연구는 하천분야를 제외한 도로, 터널, 공동주택 등의 분야에서 이루어져 왔으나, 하천분야에 관한 연구는 비교적 활발히 이루어지지 못하였다. 하천공사는 공사의 특성상 공사비에 영향을 미치는 요소가 다양하며, 예측이 힘든 공사 특성을 가지고 있다. 하지만 하천공사비의 예측 방법론은 도로, 터널 등의 시설물의 공사비 예측 방법론과 과거 실적자료를 사용하는 방법에 있어서는 유사하며, 따라서 건설사업 타 분야의 과거 연구사례를 분석하는 것은 하천공사 개략공사비 산정모델 구축에 있어서 중요한 과정이라 할 수 있다.

지세현(2008)은 공공아파트 수장공사를 중심으로 수량기반 공사비 분석방법인 면적형 수량분석 방법을 제안하고 데이터베이스를 구축한 후 세목수량 예측중심 공사비 예측방법의 적용 가능성을 확인하였다. 김병수(2007)은 현재 사용되고 있는 국내 외의 개략공사비 산정기술 현황을 토대로 사업 수행 시 발생하는 가용한 정보를 바탕으로 공사비 영향인자와 공사비의 상관성을 분석하여 설계단계에서의 정확한 공사비 산정모델 구축을 위한 기초연구를 실시하였다.

본 연구에서 구축하고자 하는 모델은 사업초기 계획단계에서의 정보를 바탕으로 공사비를 예측한다. 사업초기단계 공사비에 측에 관한 연구는 다양한 분야에 걸쳐 실시되었다.

성기훈(2008)은 건설사업의 중요한 의사결정은 프로젝트 초기단계에서 이루어진다는 점에 착안하여 초기단계에 정확한 비용예측을 목적으로 파라메트릭 방법을 사용하여 공사비 예측방법을 제안하였다. 또한 실적자료를 분석하여 공사비와 영향인자 간의 상관관계를 분석하였다. 강천성(2008)은 설계 기획단계에서 가용한 정보를 활용하여 공사비를 예측할 수 있는 사례기반 추론 PCS BEAM교의 개략공사비 산정모델을 개발하고 유사사례 공사비를 이용하여 신규 공사비를 추정하는 개략공사비 산정 모델을 제시하였다. 최석진(2008)은 현행 도로공사비 산정기준을 개선하여 보다 다양한 공사특성을 반영하는 도로공사비 예측 모델을 개발하였다. 기존 공사비 예측기준에 대한 분석을 통해 문제점을 파악하고 CBR(Case Based Reasoning)기법을 활용하여 사업 초기단계에서 활용 가능한 사업정보를 바탕으로 한 공사비 예측모델을 제시하였다.

본 논문은 신정민(2008)의 연구와 이시욱(2009)의 이·치수형 하천공사 개략공사비 산정모델 개발 연구와 연계된 자연형 하천분야 개략공사비 산정모델 개발에 관한 연구로서 이시욱(2009)의 연구에서 제시한 개략공사비 산정모델에서 추가적인 연구를 통해 자연형 하천분야 개략공사비 산정모델을 개발한다.

이시욱(2009)은 이·치수형 하천공사 개략공사비 산정 모델

을 제시하고 검증을 통해 그 적정성을 검토하였다. 실적자료를 바탕으로 공사비를 크게 축제공, 호안공, 구조물공, 부대공, 기타공의 5개 대 공종으로 나누어 산정하였다.

축제공은 실시설계 내역서를 바탕으로 대표공종을 추출하고, 대표공종을 제외한 Minor공종은 통계기법을 활용하여 요율을 산정하는 방법론을 사용한다. 축제공의 대표공종을 추출하기 위하여 수집된 실시설계 내역서를 바탕으로 각 대공종의 공사비에서 하위 세부공종이 차지하는 공사비 비중분석을 실시하였다. 대표공종은 축제공 공사비에서 차지하는 세부공종의 공사비 비중이 5%이상인 것을 기준으로 추출하였으며, 전문가 자문을 통해 이를 검증하고 5% 미만의 세부공종 중 대표공종의 특성을 갖는 것을 추가하였다.

호안공의 세부공종에 대한 비중분석을 실시한 결과, 호안공의 경우 호안공 총공사비에 대한 비탈댐기(돌망태, 돌붙임 등)의 공사비 비중이 상당히 큰 것을 알 수 있었고, 전문가 의견과 하천 실무요령(2006)을 참고하여 다양한 비탈댐기 공법 및 규격에 대해 고려하였다. 또한 본 개략공사비 산정 모델에서는 대표적인 호안공법 이외에도 호안공에 필수 요소인 필터매트와 밀다짐공에 필요한 사석부설을 추가하여 개략공사비 산정의 정확도를 높이고자 하였다.

구조물공은 하천에 설치되는 구조물로서 배수시설, 하상유지공, 보 등이 속한다. 실시설계 내역서를 분석한 결과, 구조물공은 여러 종류의 구조물 공종들이 같은 공종으로 합쳐져서 제시되기 때문에 대표공종을 파악하기가 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 하천정비기획단계에서 구조물공 공사비 산정 방법과 같은 방식으로 개소 및 규격에 해당하는 약식단가를 곱하여 공사비를 산정한다.

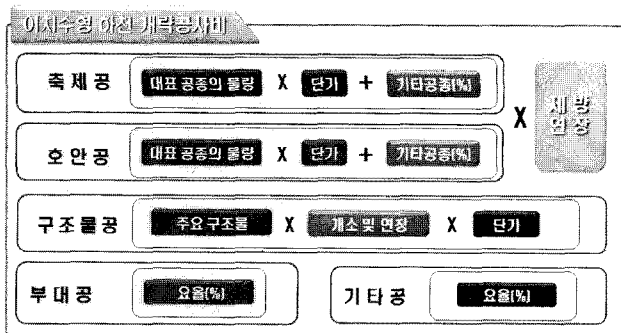


그림2. 이치수형 하천개략공사비 산정방법론(이시욱 외 2009)

다시 말해, 축제공, 호안공은 수집된 실시설계 내역서를 바탕으로 파악된 세부공종에서 대표공종을 추출하여 대표공종의 물량에 단가를 곱하는 방식으로 산정되며, 구조물공은 개소별/단위별 단가를 산정하여 각 규격에 따른 설치길이와 개소수를 바

탕으로 공사비를 산출한다. 비교적 정량적인 공사비 요소인 축제공, 호안공, 구조물공의 공사비에 반해 부대공, 기타공은 축제공, 호안공, 구조물공의 공사비의 요율에 그림2와 같이 공사비가 산정된다.

본 연구는 이·치수형 하천 개략공사비 산정모델에 추가하여 자연형 하천 개략공사비 산정모델을 개발하였다.

3. 자연형 하천공사 공종분석

3.1 자연형 하천공사의 특성

하천은 이수, 치수, 환경 등 3대 기능이 있다(하천복원 가이드라인 2006). 이수, 치수의 기능을 강조한 70~80년대의 하천 정비사업의 특징은 하천재해 방지를 위한 하천의 직강화와 높은 제방, 인공적으로 조성된 저수로 등으로 대표된다. 그러나, 생활하수의 유입 등으로 오염된 하천은 미관침해, 수질오염등의 이유로 친수기능이 강조된 자연형 하천으로의 변화를 필요로 하게 된다.

환경기능을 강조하는 자연형 하천정비 사업은 하천 형태의 직강화가 아닌 사행화 그리고 자연형 재료의 사용 등이 그 특징이다. 자연 형태로의 복원뿐만 아니라, 식생이나 여울, 소 등 하천의 정화기능 또한 자연 형태로 복원시키는 것이라 할 수 있다.

그림3은 오산천의 자연형 하천복원의 예이다.(하천복원 사례집 2006)

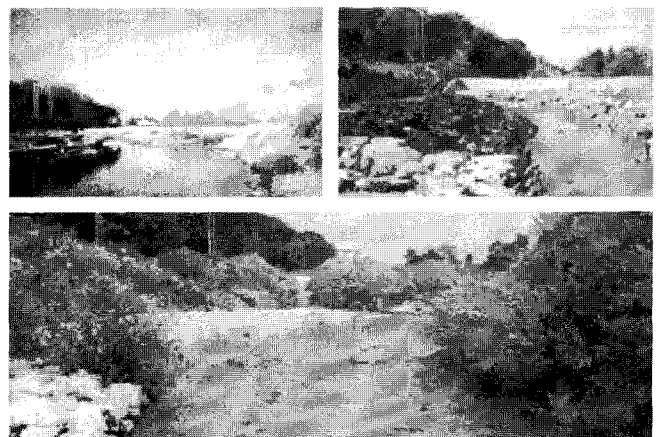


그림3. 오산천 복원전(좌상 1997), 복원후(우상, 하2000)

3.2 분석자료 수집 현황

총 81개의 프로젝트에 해당하는 내역서, 설계서, 수량산출서로 구성된 실적자료를 수집하여 그 내용을 토대로 자연형 하천공사의 공종을 분석하였다.

수집된 실적자료 제방정보의 구성은 그림4,5와 같다.

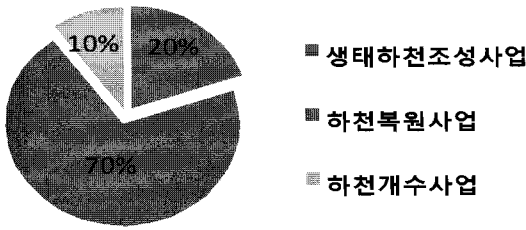


그림 4. 실적자료의 공사유형별 분류

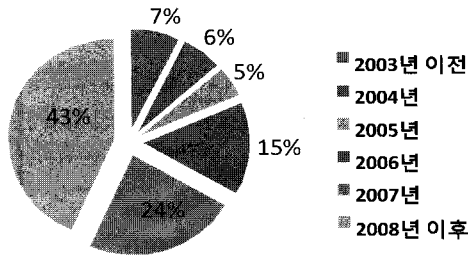


그림 5. 실적자료의 설계년도별 분류

실적자료에 따른 공사유형은 하천복원사업이 70%로 가장 많고 생태하천조성사업이 20% 그리고 하천개수사업이 10%를 차지한다. 자연형 하천에 포함되는 하천복원과 생태하천조성사업 실적자료를 바탕으로 자연형 하천공사 내역을 파악한다. 수집된 자료의 설계년도는 67%가 2007년 이후 설계된 자료이며 이를 통해 최근 자연형 하천의 공사가 활발히 진행됨을 알 수 있다.

3.3 자연형 하천공사 공종분석

자연형 하천공사의 대공종은 자연형 호안공, 자연형 구조물공, 식생공 3가지 공종으로 분류되며, 기존 이·치수형 하천모델(이시욱 외 2009)에 자연형 하천 공사비 산정모델이 추가되는 형태로 이루어져 있다.

자연형 하천의 공종은 대공종과 그 하위개념인 세부공종으로 나눌 수 있는데, 대공종은 이·치수형 하천의 축제, 호안, 구조물공과 같은 수준의 대공종으로 분류되며, 자연형 하천의 세부공종은 공사에 있어서 필수적인 공사요소에는 포함되지 않고, 사용자의 선택 여부에 따라 공사비의 추가와 삭제가 가능한 공종으로 구성되어 있다. 자연형 하천 구조물의 경우 공사에 있어 필수적인 요소가 아닌, 사용자의 선택에 따라 공사 시행여부가 결정되는 공종들이 대부분이며, 따라서 개략공사비 산정단계에서도 사용자의 선택에 따라 공사비가 책정될 수 있도록 개발하였다.

3.3.1 자연형 호안공 대표공종 분석

자연형 호안공의 공종은 예코매트, 그린매트 등으로 호안공사

시 적용되는 호안 마감재료로 구성되어 있으며, 이는 기존 이·치수형 개수공사에서 사용되는 콘크리트 호안, 석축, 돌망태, 호안블럭 과는 차별화 된 재료들로 자연형 하천을 구성하는 중요한 요소이다. 따라서 표1에서 제시되는 호안 마감재료를 이용한 하천의 친자연화는 시각적으로 가장 넓은 부분을 구성하는 하천 제방에 이루어지는 공사로서 그 중요성이 매우 크다.

자연형 호안공의 호안 재료를 구성하기 위해 실적자료를 바탕으로 자연형 호안공사에서 사용되는 호안 재료의 공사 빈도수를 조사하였다. 공사 빈도수는 수집된 실적자료 81건에 대한 공사 빈도수이며, 그 내용은 표1과 같다. 5건 미만의 공사 빈도수의 자연형 호안공 선택공종은 실제 사용빈도수가 적다고 예측하여 포함하지 않았다.

표 1. 자연형 호안공 공종분석

세부공종	공사빈도
예코매트	17
그린매트	14
스톤네트	14
코이어네트	11
코이어롤	9
자연석 붙임	8
조경석 쌓기	8
식물재 호안	6
계단호안	5
옹벽녹화공	5

3.3.2 자연형 구조물공 대표공종 분석

자연형 구조물공의 공종은 하천 환경공, 친수 시설물공, 포장공의 세가지로 나누어지며, 하천 환경공의 경우 하천의 자연적인 기능 회복을 위한 공종인 여울, 수제 등으로 구성되어 있다. 친수시설물은 징검다리, 친수계단, 관찰데크로 구성되며, 이는 하천의 자연적인 기능회복 보다는 주민들의 친수환경 조성을 위한 구조물로 구성되어 있다. 하천 환경공과 친수 시설물공의 대표공종을 선정하기 위해 실적자료를 바탕으로 공사비 비중 및 공사 빈도수를 조사하였으며, 그 결과는 표2와 같다.

표 2. 자연형 구조물공 공종분석

공종분류	세부공종	공사비비중	공사빈도
하천 환경공	여울	6.19%	11
	징검여울	3.02%	6
	수제	4.15%	18
	어도	6.10%	23
	습지공	4.97%	13
친수 시설물공	징검다리	7.44%	20
	친수계단	3.45%	35
	데크	6.11%	33
포장공		21.35%	41
기타 공종		9.21%	4

포장공의 경우 기존 도로에서 사용되던 포장 재료와는 달리 하천 고수부지 상에 친수환경을 조성하기 위한 자전거도로 산책로 등의 포장공사이며, 이는 기존 이·치수하천의 포장공사와는 포장재료 면에서 큰 차이를 보인다. 포장공사의 대표공종 산정은 자연형 호안공과 같이 포장재료의 공사 빈도수를 산정하여 도출하였다.

3.3.2 식생공 대표공종 분석

식생공 대공종의 경우 자연형 하천을 구성하는 구조물이 아닌 친자연 환경을 구성하기 위한 식재들로 이루어져 있으며, 이는 교목류, 관목류, 초화류로 분류된다. 이러한 분류는 내역서 상 분류 기준이며, 교목, 관목, 초화에 따라 단위면적당 식재의 밀도 및 단가차이가 크므로 식생공의 제시된 3가지 분류 방법을 본 연구에도 적용한다.

표 3. 자연형 하천공사 공종분석

대공종	세부공종	
자연형 호안공	예코매트	
	그린매트	
	스톤네트	
	코이어네트	
	코이어롤	
	자연석 붙임	
	조경석 쌓기	
	식물재 호안	
	계단호안	
	옹벽녹화공	
자연형 구조물공	하천 환경공	여울
		징검여울
		수제
		여도
		습지공
	친수 시설물공	징검다리
		친수계단
		관찰데크
		투수콘크리트
	포장공	아스콘 포장
		블럭포장
		잔디블럭포장
		판석포장
		FC도 포장
		해미석
식생공	교목류식재	
	관목류식재	
	초화류식재	
	흙포장	

4. 주요 공종별 공사비 산출 방법론

4.1 자연형 호안공

자연형 호안공의 예코매트, 그린매트 등의 공종은 기존 이·치수형 하천공사 공사비 산정 모델(이시욱 외 2008)에 자연형 호안 재료가 추가된 것으로 기존 모델에서의 호안공사 물량에 자연형 마감재료를 선택하여 그 공사비를 더하는 것으로 개략공사비를 산출한다.

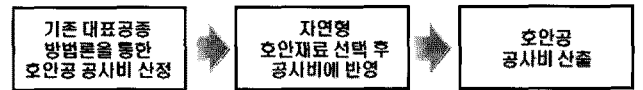


그림 6. 자연형 호안공 공사비산정 프로세스

기존 대표공종을 통한 호안공 물량 방법은 실적공사자료를 바탕으로 하고, 전문가의 자문과 하천공사실무설계요령(건설교통부 2006)을 참조하여 개략공사비 모델 사용자의 입장에서 사용되어 질 수 있는 호안공법을 대표공종으로 산출하는 방법으로 이루어진다. 제방의 사면을 따라 실시되는 공사특성에 따라 호안연장에 따른 공사비를 산출하며, 사용자가 연장을 입력시 공사비가 산정되는 방식으로 이루어진다.

4.2 자연형 구조물공

자연형 구조물은 기존 이·치수형 하천공사에 자연형 구조물이 추가된 것으로 하천 환경공으로는 여울, 수제, 여도 등이 포함되고, 친수 시설물 공으로는 징검다리, 친수계단, 데크 등이 포함된다. 각 구조물에 따른 대표물량을 산출하여 단위면적(m²)당 세부공종의 물량을 제시한다. 제시된 물량은 실적 내역서를 바탕으로 각 공사에서 사용된 평균적인 물량이며 대표공종에 포함된 각각 공종의 물량을 대표한다. 대표공종에 포함되지 않은 세부공종들은 차지하는 비중이나 공사 실시 중 포함되는 빈도수가 비교적 작은 공종들로 기타공종으로 분리되어 산출된다. 기타공종은 전체공사비에 대한 비율로 산정되며, 그 비율은 5%이 내이다.

표 4. 여울공사의 대표공종 및 단위물량

세부공종	대표공종	물량	단위
여울	터마기/수중파기	0.331	m ³
	전석(자연석)쌓기	0.364	m ³
	집석부설	0.561	EA
	말뚝박기	0.893	m ²
	스톤매트	0.144	m ²
	스톤네트	0.141	m ²
	기타 여울공	3.391	%

자연형 구조물 중 하나인 여울공사의 대표공종과 대표물량은 표4와 같으며, 기타여울공의 전체 공사비중 차지하는 비율은 3.391%이다. 공사비 산정은 제시된 물량에 각 대표공종의 단가를 곱하여 산정되며, 기타여울공을 제외한 대표공종의 공사비 합계에 따른 기타여울공 공사비의 비중을 통해 기타여울공 공사비가 산출된다. 대표공종의 공사비 합과 기타여울공의 공사비의 합계로 전체 여울공사의 공사비가 산정된다.

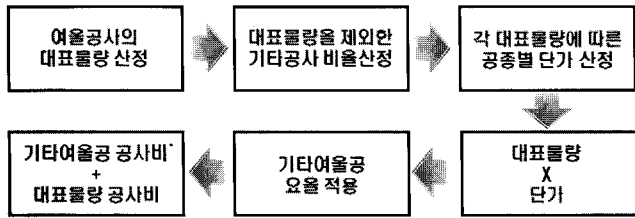


그림7. 여울공사 공사비산정 프로세스

표 5. 어도공사의 대표공종 및 단위물량

세부공종	대표공종	물량	단위
어도	구조물 헐기	0.231	m ²
	터파기	2,851	m ³
	되메우기	1.1	m ³
	잔토처리	1,562	m ³
	사석부설	0.153	m ³
	무근콘크리트타설	0.022	m ³
	철근콘크리트타설	0.102	m ³
	철근가공 및 조립	0.01	Ton
	거푸집/유로폼	0.284	m ²
	물막이공	0.893	m ³
	물푸기공	0.696	hr
	어도블럭설치	0.071	EA
	모르터주입	0.144	m
	수평장성지수제	0.041	m
기타 어도공	3.14	%	

표 6. 징검다리공사의 대표공종 및 단위물량

세부공종	대표공종	물량	단위
징검다리	터파기	2,673	m ³
	전석놓기	0.906	m ²
	사석부설	2,771	m ³
	콘크리트 타설	0.302	m ³
	거푸집	0.962	m ²
	징검다리 놓기	1,005	Ton
	말뚝설치	7,016	EA
	기타 징검다리공	1.74	%

표 7. 데크공사의 대표공종 및 단위물량

세부공종	대표공종	물량	단위
데크	터파기	0.384	m ³
	되메우기	0.243	m ³
	콘크리트 타설	0.332	m ³
	거푸집	1,269	m ²
	볼트설치	60,853	EA
	목재, 철공가공조립 및 설치	0.175	Ton
	오일스테인처리	3,258	m ²
기타 데크공	5.12	%	

자연형 구조물공에 포함되는 여울공사 이외의 구조물도 같은 방식으로 공사비가 산정되며, 비교적 공사비 비중이 큰 자연형 구조물의 대표공종 및 물량은 표5, 표6, 표7과 같다.

포장공은 자연형 구조물 내에 포함되는 공종이나, 여타 다른 공종과는 그 구성에서 차이가 있다. 자연형 포장공사의 경우 기존 이·치수형 하천에서의 포장공사와는 다르게 자전거도로 또는 산책로 등의 친수기능을 위한 포장공사이므로, 그 공종면에서 많은 차이가 있으며, 포장의 재료 또한 그 쓰임새에 따라 다양하다. 또한, 산책로의 경우 대부분 포장을 위한 기초단체인 보조기층다짐이나 콘크리트타설 등의 지반보강 공사가 생략되는 경우도 많으므로 개략공사비 산정모델 상에서 그 필요성에 따라 지반보강 공사를 선택 할 수 있도록 하였다.

포장공사의 대표공종은 표8과 같으며, 포장마감재료로 구성된 칼라투스콘, 칼라아스콘 등의 공종을 마감재료로 선택한 후 지반보강공사 실시여부에 따라 사용자가 선택 시 터파기, 되메우기 등의 공종의 공사비가 산출된다.

표 8. 포장공사의 대표공종 및 단위물량

세부공종	대표공종	비고			
포장공	칼라투스콘 포장	사용자의 선택에 따른 포장마감재료			
	칼라아스콘 포장				
	화강석판석 포장				
	자연석판석 포장				
	진디블럭 포장				
	마사트 포장				
	지입로(헤미석) 포장				
	흙 포장				
	벽돌 포장				
	자갈 포장				
	우레탄 포장				
	대표공종			물량	단위
	터파기			0.256	m ³
	되메우기			0.164	m ³
잡석부설	0.07	m ³			
거푸집 동바리	0.31	m ²			
콘크리트타설	0.048	m ³			
보조기층포설 및 다짐	0.174	m ³			
불임 물탈 설치	0.007	m ²			
화강경계석 설치	0.411	m			
기타 포장공	11.73	%			

4.3 식생공

실적자료상의 식생공사 공사비는 자연형 하천 주변에 이식되는 식재들의 가격들로 구성되어 있다. 이러한 식재들의 종류는 매우 다양하여 공사비 예측에 어려움이 있으나, 본 연구에서는 교목류, 관목류, 초화류 3가지로 식재를 분류하여 각각 종류별로 식재면적당 밀도를 산정하는 방안을 제시하였다.

표 9. 식재 분류별 단위 면적당 평균밀도

세부공종	밀도	단위
교목류	1,556	m ²
관목류	11,39	m ²
초화류	21,245	m ²

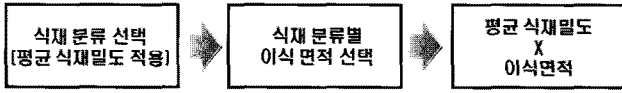


그림8. 식생공 공사비 산정 프로세스

4.4 대공종 공사비 산정 방법론

각 대공종에 따른 공사비 산정 방법론은 그림9와 같다.

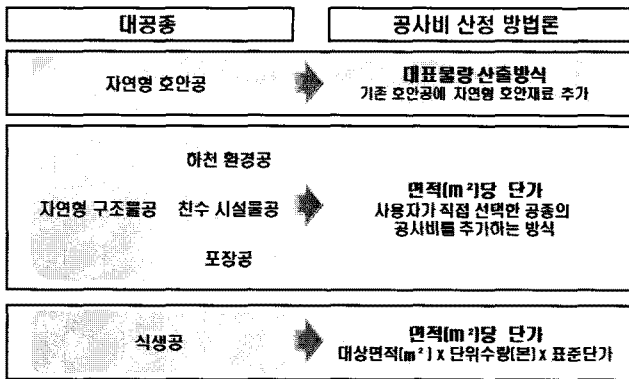


그림9. 자연형 하천공사 개략공사비 산정 방법론

자연형 하천공의 경우 대표수량 산출방식에 자연형 호안재료를 추가하는 방식으로 연구 되었으며, 자연형 구조물공의 경우 물량을 제시하고 단가를 입력하여 면적당 단가를 제시하는 방식으로 공사비가 산정방법을 제시하였다.

식생공은 실적자료의 식생면적 및 식재 개체 수 산정을 통해 얻어낸 단위면적당 식생밀도를 제시하여 식생밀도에 단가를 곱하는 방법론으로 개략공사비 산정모형을 구축하였다. 단, 공사비 산정모형의 단가는 현행 공사비 산정 절차에서 표준품셈, 실적공사비, 견적 등 각 공사의 특성 및 참여주체간 협의에 따라 결정되며, 본 모형의 검증에서는 실적공사비를 통한 단가를 사용하였다.

5. 개발된 모형의 적용 및 검증

본 연구를 통해 개발된 자연형 하천공사 개략공사비 산정모형은 과거 실적자료를 이용하는 것이며, 다양한 공사유형을 포함한 실적자료를 통해 공사비 체계를 분석하여 향후 실시될 공사에 대해 그 공사정보를 반영하는 것을 기본으로 한다.

본 모형은 기존 이·치수형 하천 개략공사비 산정모형(이시욱 외 2009)에 추가되는 모형로서 기존 이·치수형 하천공사를 위한 공사비 산정모형에 자연형 하천공사 시 추가되는 자연형 호안재료, 자연형 구조물, 식생공사의 공사비를 더하여 산출한다. 또한 자연형 하천에 추가되는 공종들만을 선택하여 자연형 하천공사 개략공사비만을 산출할 수도 있다. 최종 개발된 모형에 적용되는 단가는 각 공종별 표준단가를 적용하여 공사비를 산출한다.

수집된 실적자료를 통해 구축된 공사비 산정모형에 과거 공사 사례를 적용하여 그 적정성을 검증하였다. 최근 새롭게 시행되고 있는 자연형 하천공사의 특성상 현재 실시된 공사 내역이 많지 않아 개발 모형에 사용된 실적자료를 제외한 5개 사례에 대하여 검증을 실시하였다.

자연형 하천공사의 세부공종은 사용자의 선택 여부에 따라 추가되는 공종이며, 따라서 모든 자연형 하천공사의 공종을 하나의 제방사레가 포함하지 못하고 있다. 본 연구에서는 자연형 하천공사의 세부공종을 비교적 많이 포함하고 있는 하천사레 5건에 대하여 검증을 실시하며 그 제방정보는 표10과 같다.

검증결과는 표11과 같으며 자연형 하천공사 개략공사비는 하천공사의 기획단계가 정의되어 있는 하천정비기본계획에서도 예측하고 있지 않아 비교 검증대상 없이 실적공사비와 본 모형에 의한 예측공사비만을 비교한다.

실적공사비와 본 모형에 의한 공사비의 오차범위는 -11.66%에서 +27.35%로 자연형 하천의 경우 공사비 비교대상 모형이 존재하지 않으나, 하천공사 기획단계 초기 AACE의 예측범위를 참고할 때 기준 오차율 +50~-30%보다 높은 정확도를 보인다. 그러나 천안천과 같이 비교적 높은 오차율을 보이는 제방은 본 공사비 산정모형에서 제시하고 있지 않은 자연형 추가 공종을

표 10. 검증 제방 정보

제방명	하천 연장	설계년도	공사유형	호안공법	선택공종 포함여부									
					여울	징검여울	수제	여도	습지	징검다리	진수계단	관찰데크	포장	식생
중랑천	5700m	2004.8	하천복원	스톤넬트	○		○	○		○	○	○	○	○
안양천	6290m	2004.6	생태하천조성	에코매트		○	○			○			○	○
천안천	2914m	2005.8	하천복원	자연식생기	○				○	○	○	○		
전천	3200m	2006.6	생태하천 조성	식물재 호안	○			○		○	○	○	○	
기름정천	2930m	2006.2	하천복원	코이어 네트						○		○	○	○

다수 포함하고 있었고, 이러한 이유로 오차율이 크게 나타난 것으로 보인다. 자연형 공사에 추가되는 모든 공종을 포함할 수 없는 산정모델의 특성에 따라서 실적자료 내역서 상에서 예측할 수 없었던 시설물의 경우 사용자가 직접 입력하여 공사비를 추가할 수 있는 방법으로 본 모델은 개발되었다.

표 11. 자연형 하천 개략공사비 산정모델 검증결과

(단위 : 원)

세방명	자연형 하천 순공사비	추정 자연형 하천 순공사비	오차율
중량천	10,641,984,268	12,662,897,115	18.99%
인양천	2,421,451,063	2,235,725,717	-7.67%
천안천	9,842,008,253	12,533,797,510	27.35%
전천	2,716,815,579	2,400,034,883	-11.66%
가음정천	2,551,771,758	2,802,866,099	9.84%

6. 결론

건설사업에서의 정확한 공사비 예측방법은 국가 예산의 효율적인 사용을 위해 매우 중요할 뿐 만 아니라 발주자를 비롯한 대부분의 건설사업자에게 있어서도 매우 중요한 요소이다. 특히 도로, 터널 등 타 건설분야에 비해 비교적 활발하게 진행되고 있지 못한 하천분야의 공사비 산정방법의 개발은 현재 많은 재원이 투입되고 대형화 되어가고 있는 하천공사에 있어서 필수적이다.

본 연구는 최근 자연형 하천으로의 패러다임 변화에 따라 그 활용성이 저하된 기존 이·치수형 하천공사 공사비 산정 방법론에 자연형 하천공사 공사비 산정방법론을 추가하여 현재 하천공사 발주의 대부분을 차지하고 있는 자연형 하천공사 개략공사비 산정을 최종 목표로 하였다. 따라서 기획단계에서 산정 가능한 개략공사비 산정 방법론을 개발하였고 5건의 실제 공사사례에 대한 적정성 여부를 판단하였다. 본 연구의 세부 내용들을 요약 정리하면 다음과 같다.

첫째, 실적자료 기반의 개략공사비 산정모델을 개발하기 위해 2002년 이후 실시된 자연형 하천공사 실적자료 81건을 수집하여 세부공사 내역을 파악하였다.

둘째, 이·치수형 하천에 추가되는 자연형 하천공사의 대공종 및 선택공종을 도출하고 실적 자료들을 데이터베이스에 축적하였다.

셋째, 자연형 하천공사의 각 세부공종에 포함된 공사내역을 분석하여 대표공종을 도출하고 대표공종에 따른 단위면적당 물량을 산출하였다.

넷째, 대표공종에 기준단가(원/m²)를 적용하고 공사면적을 입력하여 공사비를 산출하는 모델을 제시하였다.

마지막으로 개발된 모델에 따라 5건의 공사사례를 검증하여 자연형 하천 개략공사비 산정모델의 적정성을 판단하였다.

검증에 따른 자연형 하천 개략공사비 산정 방법론은 합리적인 방법이라고 판단된다. 그러나 산정모델상에서 선택공종으로 포함되지 않은 공종으로 인해 공사비 오차가 발생할 수 있다 그러나, 자연형 공사에 추가되는 모든 공종을 포함할 수 없는 산정모델의 특성에 따라서 실적자료 내역서 상에서 예측할 수 없었던 시설물의 경우 사용자가 직접 입력하여 공사비를 추가할 수 있는 방법으로 전체 공사비에 반영할 수 있다.

최근 변화되고 있는 하천공사 양상에 따라 현재 활발히 진행되고 있는 자연형 하천 개략공사비 산정 모델의 필요성은 앞으로 더욱 커질 것이며, 본 모델을 통해 개략공사비의 적정성이 증대되기를 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 건설기술기반구축사업의 연구비지원(과제번호:06기반구축A03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 건설교통부(2005), "하천설계기준".
- 건설교통부(2006), "하천공사실무설계요령".
- 청문각(2006), "하천복원사례집".
- 환경부(2002), "하천복원가이드라인".
- 강찬성·이건희·김경민·김경주 "사레기반추론을 이용한 개략공사비 산정모델 개발, PSC BEAM교를 중심으로", 건설관리학회 학술발표대회 논문집, 한국건설관리학회, 2008.11, 2008, pp. 445~448.
- 김병수·권석현 "RC라멘교의 기본설계단계 개략공사비 산정모델", 한국건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, v.10 n.2, 2009.03, 2009, pp.111~121.
- 성기훈·박문서·이현수·지세현 "파라메트릭 방법을 이용한 사업초기 단계의 공사비 예측방법", 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 한국건설관리학회, 2008.11, 2008, pp. 219~224.
- 신정민·우성권·이시욱·김옥기 "하천시설물 공사의 기획단계 개략공사비 산정체계 개발", 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제28권 제3D호, 2008, pp.371~381.
- 이시욱·이정운·박성환·최재준·우성권 "이치수형 하천공사 개략공사비 산정모델 개발", 건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, 2009.07
- 지세현·박문서·이현수·성기훈·윤유상 "공사비 예측을 위한 수량기반 데이터 분석방법, 공공아파트 수장공사 중심으로",

건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, v.9 n.6 2008.12,
pp. 235~244.

최석진 · 여동훈 · 한승현 “기획단계 도로공사 개략공사비 산정
모델에 관한 기초연구”, 대한토목학회 정기학술대회 논문
집, 대한토목학회, 2008, pp.1900~1903.

논문제출일: 2009.03.31

논문심사일: 2009.04.03

심사완료일: 2009.04.08

Abstract

After the middle of 90's, the eco rivers maintenance enterprise was propelled about city rivers. The environmental function is more emphasized because of revising the rivers law enforced at 2008.4. Also, the field of application is being magnified. It is difficult to apply that the conceptual public work expense estimating model of the rivers which adjusts a focus at open channel rivers excepts the small-scale rivers maintenance public work. The research presents a eco rivers public work conceptual public work expense estimating model frame work. It suits the change of the rivers environmental renewal construction paradigm. It develops the conceptual public work expense estimating plan of the rivers at the planning phase using the collection and analysis of the data. As a result, riffle, spur dyke, stepping stones, fish way and etc are added. Consequently, it brings the hydrophilic function is considered seriously conceptual public work expense estimating model of the eco rivers.

Keywords : *Conceptual Estimation, Eco-River, Methodology of Eco-River Conceptual Estimation*
