이 · 치수형 하천공사 개략공사비 산정모델 개발

Development of an Approximate Cost Estimating Model for River Facility Construction at Planning Stage

이 시 욱* 이 정 윤** 박 성 환*** 최 재 준**** 우 성 권*****

Lee, Siwook Lee, Jeongyoon Park, Sunghwan Choi, Jaejoon Woo, Sungkwon

요 약

하천시설공사의 경우, 비정형적인 하천공사의 특성과 개략 공사비 산정을 위한 기준단가의 부재와 기본 설계단계 부재에 따른 가용정보의 부족 및 변동의 가능성 등의 특징으로 개략공사비 산정에 많은 어려움이 존재한다. 기존의 하천공사의 개략공사비 산정은 하천제방의 대표 단면의 물량 산출을 통한 대표 단면 공사비 산정 후, 이에 단순히 연장(m)을 곱하는 방식을 적용하고 있다. 본 연구에서는 체계적인 개략공사비 산정 방법론이 존재하지 않는 하천공사의 개략공사비 산정 방법론을 제시하는데 있어, 기본설계가 없는 하천시설물공사의 특성을 고려해 기획단계에서의 개략공사비 산정 모델을 개발하고자 한다. 이를 통해 국가예산이 투입되는 공공공사에서 국가예산의 낭비를 방지하고, 보다 체계적이고 정확한 공사비 산출을 가능하게 하고자 한다.

키워드 : 하천공사, 기획단계, 개략공사비 산정

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

하천은 인류문명의 탄생을 가능하게 했으며, 인류의 역사와 함께 해왔다. 인류는 식수나 농업용수 등 각종 용수의 공급원으로서, 수운처럼 교통수단으로서 각종 편리를 누렸으며, 한편으로는 범람으로 인해 대재앙을 피하기 위한 노력을 해왔다. 하천의 이러한 기능들은 이수기능, 치수기능이라고 하며, 과학기술이 비약적으로 발전해가는 오늘날에도 인류의 생활은 하천의 범람 등 자연재해를 완벽히 피하지 못하고 있다.

국내의 경우 치수목적의 하천개수사업은 1970년대부터 본격화되어 근래에는 수자원 장기종합계획, 유역종합치수계획, 하천기본계획 등을 통해 정부의 주도하에 꾸준히 하천 관리사업이 실시되고 있다.

하천시설공사의 경우 비정형적인 하천공사의 특성과 개략 공사비 산정을 위한 기준단가의 부재와 기본 설계단계 부재에 따른 가용정보의 부족 및 변동의 가능성 등의 특징으로 개략공사비 산정에 많은 어려움이 존재한다. 기존의 하천공사비 개략산정 방법은 유사 형태의 공사 내역서와의 비교를 통한 개략적인 공사비를 산출하거나, 하천제방의 대표 단면의 물량을 산출하여 대표단면의 공사비를 산정 후 연장(m)을 곱하는 방법이다.

하천공사의 경우 실시설계를 하기 전 기획단계에서 하천정비기본계획을 참고하여 개략적인 발주 금액을 추정할 수 있으나, 이 산정 방법은 공사의 특성을 전혀 반영하지 않으며 단순히 일률적인 요율의 획일적인 적용으로 공사비를 산정하는 방식이다. 특히 공사의 특성에 따라 부대공과 제잡비의 차이가 발생하지만, 하천정비기본계획에서의 개략공사비 산정 방법에서는 전혀 이를 반영하지 않고 있다는 한계를 보이고 있다.

하천시설공사의 기획 및 기본설계 단계, 다시 말해서 상세한 정보가 확정되는 실시설계 이전 단계에서 개략적으로 공사비를 추정하는 체계적이고 과학적인 방법론은 현재 존재하지 않으며 관련된 선행 조사나 연구 또한 찾아보기 어렵다. 결국, 하천공사

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

** 일반회원, 인하대학교 토목공학과 대학원, 석사과정, jandsea@inhaian.net

*** 일반회원, 인하대학교 토목공학과 대학원, 석사과정, chaos1804@nate.com

**** 일반회원, (주)롯데건설, 공학석사, chlwowns00@naver.com

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

의 특성과 다양한 영향요소들을 고려한 공사비 산정 기준과 모델이 존재하지 않음으로 인해 엔지니어링 업체의 견적을 검토함에 있어 기준과 데이터의 부재 등과 같은 어려움이 존재하고 있는 것으로 파악되었다.

본 연구의 목적은 개략공사비 산정의 정확도를 높일 수 있는 보다 체계적이고 과학적인 이 · 치수형 하천시설물 공사의 개략공사비 산정 모델의 개발이다. 이를 통해 기획단계에서의 하천시설물 공사의 체계적인 개략견적을 가능하게 함으로써, 국가재원이 투입되는 하천시설물에 관한 공공공사에서 품질을 확보하면서 예산낭비를 방지할 수 있도록 적정 공사비의 책정을 가능하게 하는 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

건설프로젝트 비용의 견적은 견적작업을 수행하는 목적과 견적자에게 제공 가능한 정보의 양과 상세도에 따라 크게 개략견적과 상세견적 2가지로 나눌 수 있다(Peurifoy and Oberlender, 1989). 일반적으로, 프로젝트의 기획이나 타당성 검토단계, 또는 공사계획은 확정이 되었으나 설계가 완료되지 않아 도면이나 시방서 등의 자료들이 준비가 되지 않은 단계에서는 개략견적이 사용되며, 그 개략견적의 기법 중세서도 비교적 활용도가 높은 방법이 과거 실적을 이용하는 견적이다(우성권 외, 2001).

본 연구는 공사비에 영향을 끼치는 영향요소를 파악하고 기획단계에서의 적정공사비를 산정할 수 있는 모델의 기본 체계(Framework)의 개발에 관한 연구를 수행하였던 신정민 외(2008)의 연구를 선행연구로 하여, 하천 제방공사의 개략공사비를 산정할 수 있는 체계적이고 과학적인 개략공사비 산정 모델을 개발하였다. 연구의 범위 또한 신정민 외(2008)와 마찬가지로 하천공사의 주요 부분을 차지하는 치수부분에 해당하는 개수공사, 제방보강공사로 그 범위를 한정하였다. 턴키 혹은 저가 입찰방식 등에 의한 계약방식에 대한 고려는 연구의 범위에 포함하지 않았으며, 실적자료 수집 대상에서도 제외하였다.

선행연구에서의 실적자료의 수집은 분석의 일관성을 위해 국가하천만을 대상으로 하였으나, 지방하천의 경우에도 국가하천과 공사의 과정이 동일하기 때문에 실적자료 및 분석자료에 포함시켰으며, 실적자료의 수집은 2000년 이후 설계 완료된 자료를 대상으로 설계보고서, 설계내역서, 단가산출서, 수량산출서, 설계도면 등을 포함하였다.

연구의 진행 순서는 실적자료의 수집 및 분석을 통하여 하천시설물의 공사 내용 및 비중 등 특성을 분석하여 대표공종을 추출한 후, 대표 단면에 따라 산출된 대표공종의 물량에 공사비 실적자료 데이터베이스 구축을 통해 생성되어 있는 단가자료를 적용하여 공사비를 산출하고, 마지막으로 검증을 통해 개략공사비 산정 모델의 오차율을 측정하는 것으로 하였다. 연구의 흐름에 대한 자세한 내용은 그림 1을 참고한다.

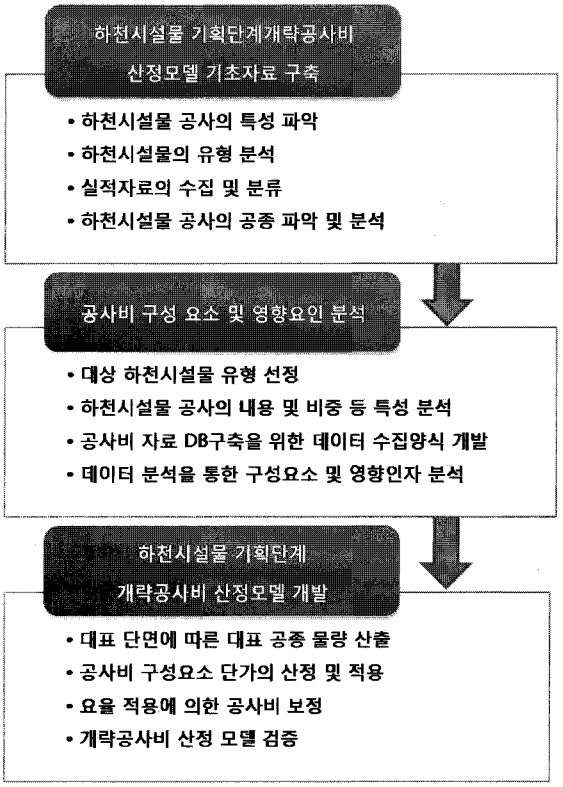

그림 1. 연구의 흐름

2. 하천시설공사의 특성

하천시설공사는 해당 지역의 특성과 지형의 다양성으로 인해 공사 유형과 시설물 형상이 정형적이지 않다는 특징을 갖고 있다. 이로 인해 도로의 등급, 차선 수, 신설공사와 확장공사 등의 특성에 따른 성격 구분이 가능하며 사업 기획단계에서는 단위기준(연장, km)에 따른 단가를 이용한 공사비 산정이 적용되는 도로건설공사와 같은 공사비 산정의 표준화된 정량적 기준 단가 설정이 어렵다.

국내에서 발주되는 총 사업비 500억 이상의 공공 건설사업은 예비타당성조사의 적용 대상이 되며, 이러한 예비타당성조사에서는 기준단가를 활용한 개략적 공사비 추정값이 산정되어 활용되고 있으나, 하천시설공사는 그 발주 규모가 크지 않아 예비타당성조사 실시 기준에 해당되지 않는 경우가 대부분이며, 사업 초기단계에서 개략적인 공사비 추정을 위한 단위 기준단가가 존재하지 않는 현실적 한계가 있다.

또한, 국내에서 수행되는 공공건설사업의 경우 기획 및 타당성 조사 단계에 이어 기본설계와 실시설계가 이루어지는 절차를

거치게 되어 있으나, 하천시설공사의 경우, 사업 기획단계에서 유역의 강우, 하천의 유량, 하도특성 등의 제반사항을 조사 분석하여 하천에 관한 종합적인 정비 계획인 "하천정비기본계획"을 수립하고 있으며, 이러한 하천정비기본계획에 근거하여 실시설계를 수행한다. 이처럼 기획단계(하천정비기본계획)에서 실시설계로 직접 이어지고 있으며, 두 단계 사이에 존재하는 시간 간격은 큰 차이가 나는 경우가 대부분이라 실시설계가 이루어지기 전까지는 가용한 정보가 많지 않다는 한계가 존재한다. 만약 가용한 정보가 있다고 하더라도 실시설계단계에서 변경되는 경우가 많아 공사비 추정에 많은 어려움이 존재한다.

3. 실적자료 수집/분석을 통한 대공종별 분석

3.1 실적자료의 수집 및 분석

3.1.1 실적자료 수집

표준 공사비분석 체계 및 공사비 모델을 도출하기 위해서는 공사에 포함되는 주요공종 및 영향요인 분석이 필요하다. 본 연구에서는 총 80건(국가하천 56건, 지방하천 24건)의 프로젝트에 해당하는 내역서, 설계서, 수량산출서로 구성된 실적자료를 수집하여 분석하였다.

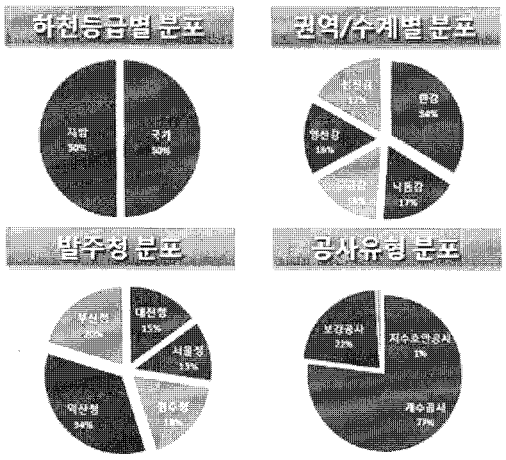

그림 2. 수집데이터의 특성별 분포

그림 2와 같이 확보된 자료를 특성별로 분류하면 하천 등급별로는 국가하천과 지방하천이 동일한 비율로 구성되어 있으며, 권역/수계별로는 낙동강, 한강, 영산강, 섬진강, 금강권으로 나눌 수 있다.

또한 발주청별로는 익산청이 가장 많은 부분을 차지하고, 부산청, 대전청, 서울청, 원주청의 자료가 고루 분포되어 있다. 공사유형별로는 개수공사, 보강공사가 대부분이며 일부 저수호안공사가 포함되어 있다.

3.1.2 실적자료 분석

본 연구에서는 효율적인 공종 및 내역분석을 위하여 공사비 수집양식의 개발을 통한 실적 데이터 베이스를 구축하였으며, 이러한 데이터베이스를 분석하여 대공종의 세부공종을 도출하였다.

본 연구에서는 신정민 외(2008)의 6개 대공종 구성을 기반으로 공사비 모델을 구축하며, 대공종 별로 적합한 개략공사비 산정방법론을 적용하기 위하여 각 대공종의 대표공종을 추출하기 이전에 각 사업별 실시설계 내역서를 바탕으로 대공종에 포함되는 세부 공종의 수량분포 및 공종의 유형 파악에 대해 분석하였다. 이러한 분석은 축제공, 호안공, 구조물공에 대하여 실시하였으며, 각 대공종의 공종수량을 분석한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 각 대공종의 공종수량 분포 파악

대공종	세부공종개수	최소값	최대값	평균 공종개수	표준편차
축제공	74	2	29	13.45	4.56
호안공	113	1	20	9.04	4.84
구조물공	345	1	81	32.49	19.03

구조물공의 경우 각 재료의 규격이 다양하여 상대적으로 많은 공종들이 포함되어 있었고, 축제공과 호안공의 경우에는 같은 세부 공종의 내역으로 판단되지만 실시 설계 내역서 상의 공종명이 다르게 표현된 세부 공종이 다수 존재하였다. 우선적으로 이러한 세부 공종에 대해 공종명을 일원화하는 작업을 실시하였으며, 몇 개의 사업에서는 특수한 형태의 공종이 존재함을 파악할 수 있었다.

부대공과 기타공은 축제공, 호안공, 구조물공과는 달리 대표공종에 의해 개략공사비를 산정하는 체계가 아닌 요율에 의해 공사비를 산정하는 방법론을 적용하기 때문에 수량분포에 대한 분석 대상에서 제외하였다.

각 대공종의 대표공종들을 제외한 기타(Minor) 공종들과 부대공, 기타공의 요율산정을 위하여 프로세스는 그림 3과 같다.

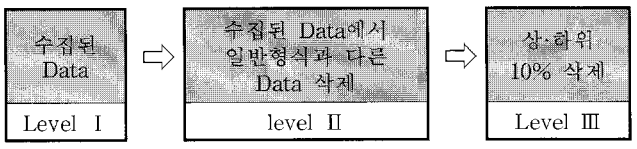

그림 3. Minor 공종 요율 산정을 위한 프로세스

수집된 데이터를 바탕으로 각 제방의 내역서를 분석한 뒤, 수집된 실시설계 내역서 중 일반적 내역서의 형태와 분류기준이 다른 내역서는 이상치 내역서로 판단하고 분석에서 제외시켰으며, 이상치들의 영향을 줄이기 위하여 10% 절사평균(Trimmed Mean)을 적용하여 분석하였다.

3.2 하천시설물공사의 대공종별 분석

신정민 외(2008)의 연구에서는 축제공, 호안공, 구조물공, 차수공, 부대공, 기타공 등의 각 대공종 별로 접근 방법을 달리 하였으며, 이렇게 산정된 각 대공종의 합을 하천공사의 순공사비로 산정하였다. 본 연구에서도 이러한 대공종별로 다른 접근 방법을 적용하여 개략공사비를 산정하는 것으로 하며, 각 대공종별 분석 결과는 다음과 같다.

3.2.1 축제공의 대표 공종 추출

축제공과 호안공은 대표물량 방식에 의해 산정된 개략공사비에 Minor 공종에 대한 요율에 의한 개략공사비를 더하여 축제공과 호안공에 대한 각각의 개략공사비를 산정한다. 이 방법론은 각 대공종의 대표공종을 추출하고 대표단면으로 물량을 산출하여 개략공사비를 산정하게 되며, 대표공종이외의 세부공종들은 기타(Minor) 공종으로서 요율에 의해 개략공사비를 산정하는 것이다.

대표 공종은 축제공 공사비에서 차지하는 세부공종의 공사비 비중이 5% 이상인 것을 기준으로 추출하였으며, 전문가 자문을 통해 이를 검증하고 5%미만의 세부 공종 중 대표 공종의 특성을 갖는 것을 추가하였다. 특히 절토면 고르기와 평떼의 경우, 총 공사비에서 차지하는 비율이 평균 5%미만으로 대표공종에 포함되지 않지만, 축제공 공사비에 영향을 미치는 공종인 면고르기와 비탈면 보호공의 세부공종이므로 대표 공종에 포함시켰다.

표 2는 축제공의 전체 순공사비에서 하위 세부 공종이 차지하는 공사비 비중 분석을 통해 대표 공종을 추출한 결과이다.

표 2. 축제공 대표공종

No	대표공종	유형	비중
1	면고르기	성토면고르기	4.6%
2		절토면고르기	3.2%
3	비탈면 보호공	줄떼	13.1%
4		평떼	0.5%
5		거적떼	11.9%
6	순성토		50.9%
7	사토		47.4%
8	유용성토		21.2%
9	흙쌓기		8.2%
10	범면다짐		2.6%

본 연구에서 추출한 축제공의 대표공종은 축제공의 순공사비에 대해 평균 88% 수준의 Coverage를 보이고 있으며, 이를 통해 본 연구에서 추출한 대표공종은 축제공 공사비를 대표하는 특성을 갖고 있다고 판단할 수 있다. 또한 본 연구의 대표공종의 Coverage는 하천정비기본계획 상의 대표 공종의 Coverage 71%보다 높은 수준을 보이고 있다(그림 4 참조).

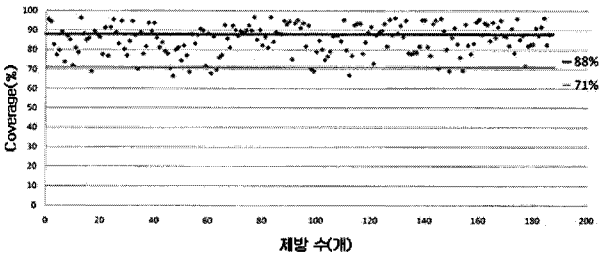

그림 4. 축제공 대표 공종의 Coverage(%)

표 3. 축제공 기타(Minor) 공종 요율

데이터 개수	185	y = x + 0.1481*y ∴y=1.174x x : 기타 축제공을 제외한 축제공 공사비 합 y : 전체 축제공 공사비합
평균	14.81%	
중위수	13.30%	
표준편차	7.70%	
최대값	33.50%	
최소값	3.24%	

표 3은 축제공의 대표공종 이외의 세부공종, 즉 기타(Minor) 공종에 대한 요율로서 분석 결과, 평균 14.81%의 요율을 나타내고 있다. 이 결과는 그림 3의 기타(Minor) 공종 요율 산정을 위한 프로세스에서 Level Ⅲ까지의 모든 분석을 마친 결과값이다.

3.2.2 호안공의 대표 공종 추출

호안공 역시 축제공과 마찬가지로 비중 분석을 통해 대표공종을 추출하였다(표 4 참조).

호안공의 경우 호안공 총 공사비에 대한 비탈덮기(돌망태, 돌붙임 등)의 공사비 비중이 상당히 큼을 알 수 있었으나 수집된 실시설계 내역서에는 일부에서만 비탈덮기 공법에 대한 내역이 존재하였다. 전문가 면담 결과 수집된 실시설계 내역서에는 존재하지 않지만, 일반적으로 널리 쓰이는 비탈덮기 공법 및 규격에 대한 고려가 필요함을 알 수 있었다. 따라서 보다 객관적이고 현실적인 호안공 공사비 산정을 위해 전문가 의견과 하천실무요령(2006)을 참조하여 다양한 비탈덮기 공법 및 규격에 대해 고려하였다.

그림 5에서 보는 바와 같이 본 연구에서 추출한 호안공의 대표공종은 순공사비의 평균 90% 수준의 Coverage를 보이고 있으며, 이를 통해 본 연구에서 추출한 대표공종은 호안공 공사비를 대표하는 특성을 갖고 있다고 판단할 수 있다. 또한 본 연구의 대표공종의 Coverage는 하천정비기본계획의 대표 공종의 Coverage 75%보다 높은 수준을 보이고 있다.

표 5는 호안공의 대표공종 이외의 세부공종, 즉 기타(Minor) 공종에 대한 요율로서 분석 결과, 평균 9.80%의 요율을 나타내고 있다.

표 4. 호안공 대표공종

No	대표공종	세부공종	규격(선택사항)	비중
1	비탈 덮기	돌망태	조합형돌망태	80.70%
2			사각형돌망태	
3			타원형돌망태	
4			옹벽형돌망태	
5			매트리스형돌망태	
6		돌붙임	-	
7		돌쌓기	-	
8		전석쌓기	-	
9		호안블럭	식생 호안	
10			콘크리트 호안	
11	필터매트		350g/m2	6.1%
12			500g/m2	
13	사석부설		-	21.3%

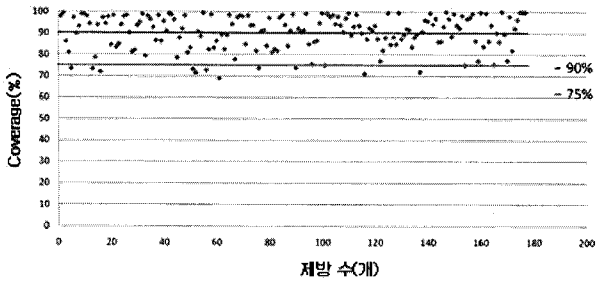

그림 5. 호안공 대표 공종의 Coverage(%)

표 5. 호안공 기타(Minor) 공종 요율

데이터 개수	177	y = x + 0.098*y ∴y=1.109x x : 기타 호안공을 제외한 호안공 공사비 합 y : 전체 호안공 공사비합
평균	9.80%	
중위수	7.91%	
표준편차	8.04%	
최대값	31.02%	
최소값	0.01%	

3.2.3 구조물공

구조물공은 하천에 설치되는 구조물로서 배수통문, 배수암거, 배수통관 등의 배수시설과 낙차공, 대공 등의 하상유지공, 수위를 높이고 조수의 역류를 방지하기 위하여 하천의 횡단방향으로 설치하는 보 등을 말한다.

내역서 분석결과 구조물공은 여러 종류의 구조물공 공종들이 같은 공종으로 합쳐져서 제시되기 때문에 대표공종을 파악하기가 어렵다. 예로써 배수관 설치에 포함되는 무근 콘크리트 타설과 옹벽에 포함되는 무근 콘크리트 타설이 하나로 합쳐져서 내역서 상에 존재하기 때문에 실시설계 내역서를 통해서 구조물의 개소 및 규격에 따라 대표공종을 추출하기에는 한계가 있다.

따라서 구조물공의 경우 하천정비기획단계에서 구조물공 공사비 산정 방법과 같은 방식으로 개소 및 규격에 해당되는 약식단가를 곱하여 공사비를 산정하는 것이 대표물량 방식보다 더 정확한 값을 얻을 수 있다고 판단하여 개소 및 규격에 따른 단가 산출방식을 적용하였다. 앞 장의 표 6은 각 구조물공 대표 시설물 별로 개략공사비 산정에 필요한 인자를 정리한 것이다.

표 6. 구조물공 대표 시설물과 공사비 영향 인자

No	대표 시설물		공사비 영향 인자
1	배수관	구체	규격, 연장, 개소수
		날개벽	
		자동문비	
2	배수문	구체	규격, 연장, 개소수
		날개벽	
		핀잭	
3	옹벽공		연장(m)
4	보		연장(m)
5	수로이설		연장(m)

3.2.4 차수공

차수공의 경우에는 일반적으로 기획단계에서 그 시공여부를 판단할 수 없어 기획단계 개략공사비 산정모델에 반드시 필요한 공종은 아니지만, 차수공을 개략공사비 산정 모델에 포함시킴으로써 개략공사비 산정의 범위를 넓힐 수 있다. 즉, 차수공을 실시할 경우의 총공사비를 개략적으로 예측할 수 있게 되어 유연한 계획 수립에 도움이 될 수 있다.

차수공은 크게 강재널말뚝 공법, 심층혼합처리공법, 주입공법, 고압분사교반공법, 지중연속공법등이 있으며 본 연구의 개략공사비 산정 모델에서는 국내 건설현장에 주로 적용되고 있는 차수공법 6가지를 표 7과 같이 제시하여 필요시 차수공을 포함하여 개략공사비를 산정할 수 있도록 하였다.

표 7. 차수공 주요공법

공법	공사비 산정 방법
① Sheet - pile 공법	선택된 공법의 단면적(m2) 및 체적(m3) 당 공사비
② D. W. M 공법	
③ J. S. P 공법	
④ C. I. P 공법	
⑤ S. C. W 공법	
⑥ G. I. M 공법	

3.2.5 부대공의 적용 요율 산정

축제공, 호안공에서의 기타(Minor) 공종의 요율값 평균을 추정하는 프로세스와는 달리 부대공은 그 내역서의 형태가 제방마다 비슷하기 때문에 부대공 요율값은 그림 6과 같이 Level Ⅲ 단계를 생략한 두 가지 단계에 의해서 산정하였다.

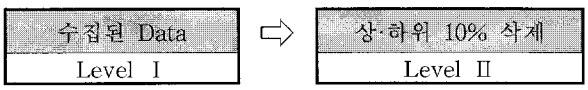

그림 6. 부대공 요율 산정을 위한 프로세스

또한 부대공의 요율값은 차수공의 유무에 따라서 그 값이 다르기 때문에 이를 반영하여 데이터를 분석하였다. 부대공의 적용 요율은 표 8과 같다.

표 8. 부대공 요율

차수공無		차수공有	
데이터 개수	195	데이터 개수	22
평균 요율	6.21%	평균 요율	8.44%
중위수	4.55%	중위수	5.77%
표준편차	4.95%	표준편차	7.76%
최대값	20.77%	최대값	31.78%
최소값	0.32%	최소값	0.97%

3.2.6 기타공의 적용 요율 산정

기타공은 하천시설공사의 주요공종에 포함되지 않으나, 본 연구의 공사내역 중 부체도로공, 포장공의 항목은 순공사비에 포함되기 때문에 주요공종을 제외한 기타 공사 내역은 기타공으로 분류하였다.

요율 산정 프로세스는 부대공과 동일하며, 기타공은 부대공과 달리 차수공 유무이 결과값에 영향을 미치지 않는 공종들로 구성이 되어 있으므로, 이에 대한 결과값 분석은 수행하지 않았으며, 기타공의 요율에 대한 결과값은 표 9와 같다.

표 9. 기타공 요율

데이터 개수	211
평균 요율	4.46%
중위수	3.15%
표준편차	4.10%
최대값	14.83%
최소값	0.00%

4. 대표단면의 결정

4.1 대표단면의 결정

최재준 외(2008)는 하천의 대표단면을 결정함에 있어 그 형태가 공사의 유형이나 발주청, 권역 등에 따라 결정되는 것이 아니라, 공사가 수행되는 각 제방마다 단면의 형상이 결정되기 때문에 이를 공사의 특성을 결정요소로 하여 대표단면을 정형화한다는 것은 불가능하다고 분석하였다.

이러한 하천의 단면 결정에 대한 특성을 반영하여 이 연구에서는 이미 공사가 이루어진 국가하천과 지방하천의 설계서와 실시설계 내역보고서를 바탕으로 여러 가지 형태의 제방을 대표성을 띤 몇 개의 제방형태로 나누고 정형화된 단면형태를 선정하

표 10. 축제 대표공종의 물량산출 (단면유형 1 예시)

공종		물량산출 식
면 고르기	성토면	$\sqrt{(\frac{\text{뒷비탈제방고}}{\text{뒷비탈경사}})^2+\text{뒷비탈제방고}^2}+\sqrt{\text{여유고}^2+(\frac{\text{여유고}}{\text{앞비탈경사}})^2}$
	절토면	성토면물량 x 0.5
비탈면 보호공	제외지	$\sqrt{\text{여유고}^2+(\frac{\text{여유고}}{\text{앞비탈경사}})^2}$
	제내지	$\sqrt{(\frac{\text{뒷비탈제방고}}{\text{뒷비탈경사}})^2+\text{뒷비탈제방고}^2}$
법면다짐		$\sqrt{(\frac{\text{뒷비탈제방고}}{\text{뒷비탈경사}})^2+\text{뒷비탈제방고}^2}+\sqrt{(\frac{\text{앞비탈제방고}}{\text{앞비탈경사}})^2+\text{앞비탈제방고}^2}$
순성토, 유용성토, 사토		신설제방과 기존제방의 단면적차를 통하여 순성토, 유용성토,사토의 물량 산출
흙쌓기		순성토 + 유용성토

표 11. 호안 대표공종의 물량산출 (단면유형 1 예시)

공종	물량산출 식
비탈덮기	$\sqrt{(\text{앞비탈제방고}-\text{여유고})^2+(\frac{\text{앞비탈제방고}-\text{여유고}}{\text{앞비탈경사}})^2}$
필터매트	$\sqrt{(\text{앞비탈제방고}-\text{여유고})^2+(\frac{\text{앞비탈제방고}-\text{여유고}}{\text{앞비탈경사}})^2+4m^2}$

표 12. 구조물공 물량산출 (Sample)

배수관 구체 D600 (25m)			
공 종 명	규격	단위	수량
철근 콘크리트	레미콘 25-21-08	m3	43.8
무근 콘크리트	레미콘 25-18-08	m3	4.8
흄관 (D600mm)	(2.5m=1본)	본	10본
거푸집	합판3회	m2	74.6
철근	SD30	ton	1.6

였으며, 전문가의 자문을 통해 제방 대표단면을 그림 7, 8, 9, 10과 같이 4가지 단면유형으로 정의하였다. 각 대표단면의 최종적 결정을 위해 필요한 영향인자는 하천설계실무요령(2006)과 수자원설계실무(2007)을 참고하여 결정하였다. 이렇게 결정된 대표단면에 각 대표단면의 단면유형에 관계없이 단면형성에 영향을 미치는 공통의 영향인자인 계획홍수량, 계획홍수위, 평수위, 여유고, 둑마루폭 등과 추가적으로 필요한 영향인자인 제방고, 비탈경사 및 길이, 턱길이 등을 사용자가 직접 그 값을 결정하고 입력하는 방식으로 대표단면을 결정하도록 하였다.

본 연구에서는 최재준 외(2008)의 연구에서 개발된 대표단면의 단면유형을 활용하여 축제공과 호안공의 대표물량 산출에 적용하였다.

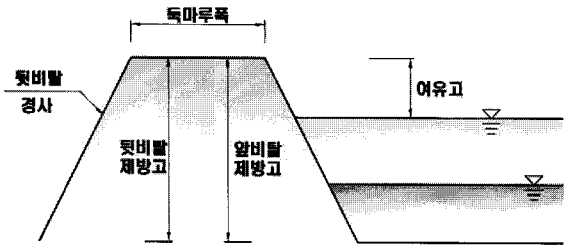

그림 7. 제방단면 단면유형 1

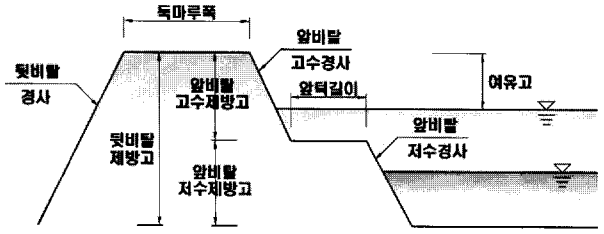

그림 8. 제방단면 단면유형 2

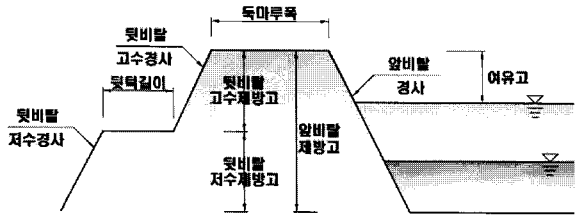

그림 9. 제방단면 단면유형 3

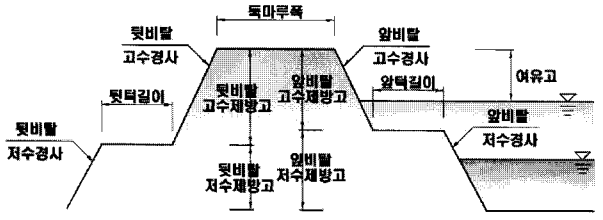

그림 10. 제방단면 단면유형 4

단면유형 1은 가장 기본적인 형태의 단면으로 공통의 영향인자 외에 앞비탈과 뒷비탈 제방고, 비탈경사가 단면구성요소가 된다. 단면유형 2와 단면유형 3은 기본형태의 단면에서 각각 제외지와 제내지 측에 앞턱과 뒷턱이 추가된 형태이며, 마지막으로 단면유형 4는 기본형태의 단면에서 제내지와 제외지에 앞턱이 추가된 형태이다.

4.2 대표단면을 이용한 물량산출 방법

단면유형1의 축제공과 호안공의 대표공종의 물량산출식을 정리하면 앞 장의 표 10, 11과 같으며, 표 12는 배수관 구체(D600)의 물량산출의 예시이다.

단면유형 2, 3, 4 역시 단면유형 1과 같은 방식으로 물량이 산출되며, 구조물공은 각 구조물의 규격, 개소, 연장에 따라 물량이 산출된다.

5. 이치수형 하천공사 개략공사비 산정 모델

5.1 이치수형 하천공사 개략공사비 산정 모델

본 연구에서 개발한 이치수형 하천공사 개략공사비 산정모델은 각 대공종의 대표공종 별 특성을 반영하여 각각의 대공종별 개략공사비 산정방법이 구분된다. 그림 11과 같이 각 대공종별로 대표공종을 활용한 대표물량 방식의 공사비 산정 방식과 요율을 활용하는 방식, 종류 및 개소수에 따른 공사비 산정 방식, 공법 당 단가를 적용하는 방식을 각 대공종의 특성에 맞게 달리 적용하였다.

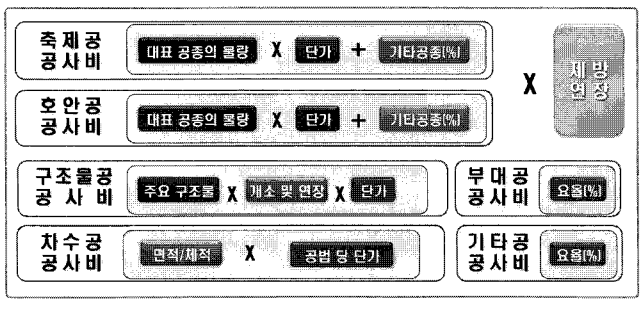

그림 11. 대공종별 개략공사비 산정 모델

각 공종별로 적용되는 공종구성 및 요율은 본 연구의 3장에 제시하였으며, 축제공과 호안공의 대표물량 산출에 적용되는 대표단면은 본 연구의 4장에서 제시하고 있다. 이러한 개략공사비 산정 방법론을 통하여 대공종별 개략공사비가 산정되며 이 공사비들의 합이 해당 이치수형 하천공사의 직접공사비에 대한 개략공사비가 된다. 여기에 추가적으로 고려되어야 하는 간접공사비는 법정 요율을 적용하여 산출하는 것으로 한다.

5.2 산정 모델의 검증

본 연구의 기본설계 단계에서의 하천공사 개략공사비 산정 모델을 검증함에 있어, 객관적이고 명확한 검증을 위해서는 기존의 방법론과의 비교가 필요하나, 대부분의 하천공사는 기획단계 이후에 기본설계단계를 생략하고 실시설계를 시행하는 것이 대부분이다.

하천공사의 기획단계는 하천정비기본계획이라고 하며, 이는 하천의 유역에 대하여 강우, 하천의 유량, 하도특성, 환경, 수자원개발 및 하천의 홍수관리 등에 대한 전반적인 사항을 조사하여 하천에 관한 종합적인 정비, 보전, 이용이 되도록 수립되었다.

하천정비기본계획은 하천제방에 대한 표준단면도와 개략적인 공사비를 제시하는데, 본 연구의 개략공사비 산정 모델은 하천정비기본계획 상에 나와 있는 정보를 활용하여 개략공사비를 산정하고 있다. 따라서 본 연구의 개략공사비 산정 모델에 대한 기존 방법론과의 검증은 하천공사의 동일 구간에 대하여 하천정비기본계획의 개략적인 추정공사비와의 비교를 통해 오차율을 파악하는 것으로 한다.

검증에 사용되는 데이터는 동일 하천에 포함되어 있는 구간에 대한 데이터로 하천정비기본계획에서 제시한 4개의 구간에 대한 표준단면은 동일하며, 검증대상인 4개의 구간에 대한 개략적인 정보는 다음과 같다.

표 13. 검증대상 하천공사 개요

공사명	한강 어천제 개수공사
하천등급	지방하천
발주청	원주청
설계기준연도	2005.9
계획 홍수량(㎥/sec)	1,215
계획 홍수위(m)	EL 343

표 14. 검증대상 제방개요

구분	신월 2지구	덕우 2지구	석곡 1지구	석곡 8지구
축제연장(m)	510	525	430	653
호안연장(m)	510	530	455	666

4개의 구간을 대상으로 검증해 본 결과, 그림 12에 보이는 바와 같이 본 연구를 통해 제시된 모델에 의한 공사비 추정의 정확도가 하천정비 기본계획에 의한 공사비 추정금액보다 정확도가 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 하천정비 기본계획에서의 개략공사비 산정체계에서는 대표공종의 수가 적고 이를 보완하기 위해 일률적으로 부대공 10%, 제잡비 50%로 채우는 방법으로 공사비를 산정하였기 때문에 본 연구의 개략공사비 산정 모델에 비해 정확도가 떨어진다고 판단 할 수 있다.

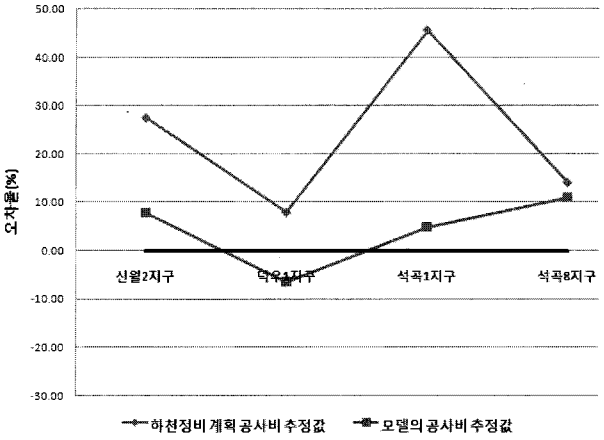

그림 12. 공사비 오차율의 비교

6. 결론

건설공사의 소요 비용을 예측하고 산정하는 작업은 건설사업의 진행 과정 중 일부 단계에서만 수행되는 일회성 업무가 아니라, 건설사업의 기획 및 조사(예비타당성조사와 타당성조사)단계, 기본 및 실시설계 단계, 입찰 및 계약단계, 그리고 시공과정 및 준공에 이르기까지 거의 모든 생애주기에 걸쳐서 지속적이고 반복적으로 수행되는 작업이다. 또한, 비용 산정의 주체 또한 생애주기에 걸쳐서 발주자, 설계자, 시공자 등으로 매우 다양한 구성원에 의해서 수행되는 업무라는 특성을 가지고 있다. 공사비용의 예측 및 산정은 건설사업의 생애주기 중 어느 단계에서 이루어지는지 그리고 수행주체가 누구냐에 따라서 그 목적과 결과값에 대한 활용도가 달라지며, 요구되는 정확도 또한 달라진다.

본 연구에서는 실적데이터의 수집 · 분석을 통해 이 · 치수형 하천시설물 건설공사의 대표공종과 대표단면의 산정을 활용한 기획단계에서 적용 가능한 개략공사비 산정 모델을 개발하였으며, 기존의 하천정비기본계획단계에의 개략적인 공사비와의 비교를 통한 검증을 실시하였다. 검증결과 본 연구에서 개발한 모델의 개략공사비 산정에 대한 정확도가 기존의 하천정비기본계획에서의 추정공사비에 의한 정확도보다 더 높은 것을 확인할 수 있었다.

이렇게 본 연구에서 개발된 개략공사비 산정모델을 활용하여 하천공사 공사비 산정에 있어서의 정확도 향상 및 산정절차 간소화를 기대할 수 있을 것이다.

향후 연구에서는 본 연구에서 개발된 개략공사비 산정모델에 대한 추가적인 검증 및 보완을 수행하여 더욱더 공사비 예측의 정확도를 향상시키고, 실무에 적용하기 쉬운 모델을 개발하도록 해야 할 것이다. 또한 최근의 하천법 개정(2008.4 시행)으로 인해 추진되고 있는 자연형 하천에 대한 공사비 산정 모델을 개발

하는 연구를 수행하여 이치수형 하천공사 뿐만 아니라 자연형 하천공사까지, 하천공사를 수행함에 있어 필요한 유형에 따라 공사비를 예측해볼 수 있는 통합된 개략공사비 산정 모델을 개발하는 연구가 향후 연구로서 필요할 것이라고 판단된다.

감사의 글

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

참고문헌

건설교통부(2001), 치수사업 경제성 분석 개선방안 연구
건설교통부(2004), 한국하천일람
건설교통부(2005), 하천설계기준
건설교통부(2006), 하천설계실무요령
구미서관(2007). 수자원 설계실무
신정민, 우성권, 이시욱, 김옥기(2008). "하천시설물 공사의 기획단계 개략공사비 산정체계 개발", 대한토목학회 논문집, 대한토목학회, Vol.28 No.3D, pp.371-381
최재준, 박성환, 이시욱, 이정윤, 최인욱, 우성권(2008), "하천시설 개략공사비 산정을 위한 제방 대표단면 유형의 선정과 활용", 대한토목학회 2008년도 정기 학술대회논문집, 대한토목학회, pp. 1843~1846
우성권, 정영수(2001). "공사 실적자료를 이용한 개략 견적시스템의 보정계수 Database 구축 및 활용 사례", 대한토목학회논문집, 대한토목학회, Vol.21, No.5D, pp. 695~702
Peutifoy, R.L., Oberlender, G.D.(1989), Estimating Construction Cost, McGraw-Hill, Inc., New York, N.Y.

논문제출일: 2009.03.31
논문심사일: 2009.03.31
심사완료일: 2009.04.02

Abstract

The case of rivers facilities works, expense the standard unit cost for the quality and a rough public corporation expense estimating of the rivers public corporation which is fixed form with the information available which it follows basic design phase absently and possibility of fluctuation. It exists many difficulties in rough public corporation expense estimating. The rivers public corporation expense rough estimating method of existing produces does not exist the amount of material of representative section of the rivers dike and the rough public corporation expense estimating method which is systematic with the method which multiples the seniority (M). The research sees the rough public corporation expense predictive model from the planning stage which is not basic design to consider the quality of the rivers facility public corporation. From this study, it can prevent the waste of national budget from the general public corporation and is more accurate and public corporation expense production possibly.

Keywords : *rivers facilities works, the planning stage, rough estimating method*