

# 오브젝트-파라미터기반 건축마감공사비 개선견적 모델

## Object & Parameter based Schematic Estimation Model for Predicting Cost of Building Interior finishings

구 교 진*	박 성 호**	박 성 철***	송 종 관****
Koo, Kyo-Jin	Park, Sung-Ho	Park, Sung-Chul	Song, Jong-Kwan

### 요 약

건설 프로젝트의 수익성 및 타당성을 판단하기 위한 기준으로 설계초기단계에 활용되는 개선견적은 설계의사결정 업무와 밀접한 연계성을 가지고 수행되어야 할 뿐만 아니라, 정확하고 신뢰성 있는 견적결과를 도출해야 한다. 설계초기단계에서 설계자의 의사결정 지원과 설계변경에 대한 즉각적인 대처를 위해 프로토타입기반 개선견적 시스템이 개발되었지만, 파라미터에 의해 산정되는 공사항목 및 사용자에게 의한 추가공사에 대한 공사비 고려가 미흡하였다. 따라서 본 연구에서는 견적의 정확도를 향상시키기 위해 실제 고층 오피스 빌딩 프로젝트의 실적자료 분석을 통해 기본설계단계에서 오브젝트-파라미터기반 건축마감공사비 산정 모델(Object & Parameter based Schematic Estimation Model, OPSEM)을 개발하였다. 모델 개발을 위해 공사비 내역서, 도면으로부터 얻은 작업항목에 대한 정보를 분석 및 분류하고, 각 작업항목 속성에 맞는 공사비 산정 방식을 제안하였다. 본 연구의 실무 효용성 검증을 위해 유사 사례 프로젝트를 바탕으로 기존의 견적방식과 제시된 모델을 활용한 견적방식의 오차율을 분석하여 정확도 비교를 실시하였다.

키워드 : 개선견적, 건축마감공사비, 오브젝트, 파라미터, 추가공사

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내 건설산업은 세계경제의 개방·통합화 추세에 따른 급격한 다변화적인 환경 속에서 프로젝트 수익성 및 타당성의 판단 기준이 되는 설계초기단계의 사업비 산정은 그 중요성이 점점 확대되고 있다. 설계초기단계의 사업비 관리는 공사비에 영향을 주는 여러 가지 변수들을 고려하여 총공사비 및 세부내

역을 적정하게 산정하는 것으로 이러한 개선견적의 신뢰성은 프로젝트 수행의 성과를 좌우한다고 할 수 있다(Adrian 1993). 개선견적에 대한 기존의 연구는 설계초기단계에서 설계자의 의사결정 지원이 어려울 뿐만 아니라, 설계변경 등에 따른 문제에 능동적으로 대처하기가 힘들다. 특히, 고층 오피스빌딩 프로젝트의 경우에 주로 사용되고 있는 단위면적법과 같은 개략견적 방법은 발주자의 요구사항이 다양하기 때문에 설계의사결정의 범위가 넓어져 현실적으로 적용하는데 큰 어려움이 있다(김기홍 외 2005).

이와 같은 문제점의 해결을 위해 최근 주요 설계의사결정을 유동적으로 지원할 수 있고, 건축 마감공사비에 대한 용이한 견적결과를 예측 및 조정하기 위한 프로토타입기반 개선견적 모델이 개발되었다(김해곤 외, 2007). 그러나 부위별 프로토타입만을 기반으로 하는 견적방법은 정확성 확보에 한계가 있으며, 연면적, 건축면적 등과 같은 프로젝트 파라미터에 의해 용이하게 산정될 수 있는 작업항목에 대한 연구가 미흡하였다. 이에 본 연구에서는 보다 정확하고 신뢰성 있는 견적결과를 예측할 수 있는 오브젝트-파라미터기반 개선견적 모델을 개발하고자 한다.

\* 종신회원, 서울시립대학교 건축학부 교수, 공학박사, kook@uos.ac.kr

\*\* 일반회원, 서울시립대학교 대학원 건축공학과 석사과정(교신저자), zpsh1207@yahoo.co.kr

\*\*\* 일반회원, 서울시립대학교 대학원 건축공학과 박사과정, pcs9530@hanmail.net

\*\*\*\* 일반회원, 서울시립대학교 대학원 건축공학과 석사과정, song5216@hotmail.com

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2007년도 건설기술혁신사업(과제번호 : 05기반구축 D05-01)의 지원으로 이루어졌음.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 주요 의사결정이 공사비에 가장 큰 영향을 미치는 기본설계단계에서 설계자의 공사비 산정을 지원하는 모델을 개발하고자 한다. 모델의 적용 대상 프로젝트는 지상 15층 이상, 연면적 15,000m<sup>2</sup> 이상의 SRC조 고층 사무소 프로젝트로 제한하고, 건축마감공사비 산정 모델 개발로 범위를 설정하였다. 연구의 방법 및 수행절차는 다음과 같다.

- 1) 공사비 예측에 관한 기존 국내외 연구 및 시스템을 조사하고, 문제점을 고찰한다.
- 2) 설계초기단계에서 건축 마감공사비를 보다 정확하게 산정할 수 있는 모델의 필요성을 제시한다.
- 3) 사례 프로젝트를 기반으로 공종별 내역서를 분석한 후에 각 작업항목의 특성에 맞게 분류하고 각 구성요소의 관계식을 정립한다.
- 4) 제안된 모델의 타당성을 검증하기 위해 사례 프로젝트를 대상으로 기존 견적방식과 본 모델의 결과값 비교를 통해 실무 효용성 평가를 실시한다.

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 기존 개산견적 모델

사업초기단계에서 보다 정확한 개산견적을 위해 수많은 모델들이 제안되고 있고, 이들 모델의 대부분은 확률론적 방법으로 연구가 진행되었다. 확률론적 방법은 단위면적당 비용을 통한 산정방식(Hartgen and Talvitie 1995), 회귀분석과 시계열분석 등을 이용한 통계적 모델(Koppula 1981, Herbsman 1986, Hartgen et al. 1997, Hegazy and Ayed 1998), 그리고 인공신경망 기법, 유전자 알고리즘, 사례기반추론 등이 있다. 이러한 방법들은 사업초기단계의 부족한 정보를 이용하여 공사비를 쉽게 산정할 수 있으나, 설계의사결정이 반영되기 어려운 단점이 있다.

실적자료를 통한 확률적 회귀분석 모델을 제시한 연구(전재열 외 2003, 박효열 외 2004, 김기홍 외 2005, 구원용 외 2007)에서는 프로젝트 초기에 요구 되어지는 정보가 아닌 공종별 공사비 분류체계를 사용하여 설계단계 개산견적 모델에 반영하기에는 근본적인 어려움이 있었다. 또한 공사비가 각 작업항목별 세부물량과 단가로 분류되기 어려워 설계변경에 대해 능동적으로 대처할 수 없었다.

## 2.2 기존 개산견적 시스템

설계자가 부위별로 구체적인 사양을 결정하며 견적을 실시하는 부위별 견적방식을 활용한 시스템들이 개발되어왔다. 국외의 CAD기반 견적시스템인 Autodesk®의 Revit® Architecture 2008은 어셈블리의 개념을 활용하여 건축 부위정보를 사용자에게 제공하지만, 사용자는 모델 구축을 위해 부위별 작업항목들을 일일이 입력하기 때문에 많은 시간이 소요된다(Staub-French 2003, Koonce 2003). 그리고 BSD(Building Systems Design, Inc.)의 CostLink/AE®은 RSMeans Building Construction Cost Data기반의 시스템으로 부위별로 세부적인 사양을 결정하면서 견적한다. 그러나 설계 구조가 복잡하고, 시스템 운영 인터페이스 흐름과 설계 프로세스와의 불일치 때문에 견적 경험이 부족한 사용자가 운용하기에는 어려움이 있다.

김해곤 외(2007)의 연구에서는 프로토타입기반 개산견적 시스템을 개발하였다. 이는 실적데이터로부터 구성된 프로토타입의 변경을 용이하게 지원하는 기능이 있어, 설계변경에 따른 마감사양 조정이 가능하나, 프로토타입 작업항목 이외의 작업항목에 대해서는 분석이 미흡하여 개산견적 시스템의 정확한 공사비 산출 측면에서 한계점이 있었다.

## 3. 기본설계단계 건축마감공사비 개산견적 모델구축 프로세스

### 3.1 개산견적 작업항목의 속성

기본설계단계에서 설계자는 부족하고 한정된 설계정보를 바탕으로 개산견적을 실시하기 때문에 정확성 확보 측면에서 어려움이 존재한다. 김해곤 외(2007)의 연구에서는 사례 프로젝트를 기반으로 새로운 프로젝트에 맞게 '부위별 프로토타입'을 변형 및 적용시켜서 설계초기단계에서 보다 용이하게 개산견적을 할 수 있었다. 부위별 프로토타입은 부위별(바닥, 벽, 천정)로 사용되었던 사례들로 하나의 베이스 객체를 상속(Inheritance)받아 새로운 객체를 구성한다. 그리고 프로토타입은 자신의 고유 데이터인 단가, 품질 등의 속성(attribute)을 가지면서 유형화되고 그룹핑되어 대표성을 가진 원형이나 초기형태를 의미한다고 할 수 있다. 이와 같이 프로토타입을 활용하여 기본설계단계에서의 개산견적이 가능해졌지만, 부위별 프로토타입을 구성하는 하위 레벨의 구성항목들을 고려하지 않아 오차율이 높았다.

본 연구에서는 사용된 '오브젝트'는 위의 부위별 프로토타입이 가진 특성이외에도 주요항목과 부속항목간의 관계식 및 비

(非)오브젝트 작업항목의 파라미터 관계식등과 관련된 행위 (behavior)를 수행한다. 이를 통해 이전보다 가능한 한 개선견적의 오차율 범위를 축소하여 보다 정확한 견적이 가능하다. 오브젝트를 활용하면 DB에 저장된 각 실에 따른 부위별 실적 오브젝트를 통해, 새로운 프로젝트의 공사비 예측 및 조정 시, 견적 경험이 부족한설계자의 의사결정을 지원하여 업무의 효율성을 높일 수 있다. 본 연구에서는 이러한 오브젝트에 의해 공사비 산정이 가능한 공사항목을 '오브젝트 작업항목' 이라 한다. 오브젝트 작업항목은 표 1과 같이 하나의 오브젝트를 구성하기 위한 '테라조(25mm)' 또는 '바닥미장(25mm)' 과 같은 항목들로서 이들은 부위를 구성하는 구성자재(product)의 개념뿐 아니라, 노무비 및 기타 공구손료 등으로 구성되는 작업(process)의 개념을 포함하고 있다. 표 1 상단의 오브젝트 구성 단면도는 설계자가 참조(또는 작성)하는 기존(또는 신규) 프로젝트의 실내재료마감상세도에 표기되는 일반적인 형식이다. 그러나 견적을 위한 본 연구에서는 단순히 테라조(25mm)라는 항목이 자재의 단가만을 의미하지 않고, 단가 28,500원에는 일위대가 하나의 Activity를 구성하는 자재 단가와 노무비 및 기타 공구손료 등이 포함되어 있다.

표 1. 오브젝트의 예

오브젝트 1		오브젝트 2	
항목	단가 (원)	항목	단가 (원)
테라조(25mm)	28,500	인조대리석(15mm)	103,869
바닥미장(25mm)	3,500	바닥미장(25mm)	3,500
합계	32,000	합계	107,369

오브젝트 작업항목은 실내재료마감상세도에 표 1처럼 표현이 되지만, 표 2에서 (2)의 방습벽 점검구, 접합강화유리 캐노피설치 등과 같은 작업항목은 오브젝트의 속성을 지니지 않는 비(非)오브젝트 항목으로 도면의 실내재료마감상세도에 표현되지 않는다.

설계초기단계에서 연면적이나 층수와 같은 대표적인 파라미터에 의한 개선견적은 단위면적법에 의해 전체 사업비를 용이하

표 2. 오브젝트 속성이 없는 작업항목들

구분	(1) 오브젝트 작업항목	(2) 비(非)오브젝트 작업 항목
작업 항목	0.5B벽돌쌓기	(3)방습벽 점검구
	1.0B벽돌쌓기	접합강화유리 캐노피설치
	블록보강쌓기	수밀코킹
	고무아스팔트 도막공사	BIRD SCREEN설치
	침투성 방수	KEY CABINET
	방수모르타르 바름	(4)회전문
	AL 천정재	팬코일유니트커버
	경량철골천정틀	안내데스크
	AL몰딩설치	유리면PIN공법
	...	...

고 빠르게 산출할 수 있다. 표 2의 (3)과 같은 '방습벽 점검구'는 연면적과 같은 파라미터에 의해 산정될 수 있는 항목으로 본 연구에서는 이러한 공사항목을 '파라미터 작업항목' 이라 한다. 그러나 파라미터 작업항목은 설계 초기단계에서 잦은 설계변경요구를 즉각적으로 반영하기에는 한계점이 있다. 앞서 언급한 오브젝트와 파라미터의 관계는 개선견적의 정확도와 용이성 측면에서 상호보완적이기 때문에 이들을 조합한 개선견적 모델은 효율적인 시스템이 될 수 있다. 또한, 비(非)오브젝트 항목 중 표 2의 (4)와 같은 '회전문'은 오브젝트나 파라미터에 의한 산정이 어렵다. 이처럼 설계자의 의도에 의해 결정되는 공사를 본 연구에서는 '추가공사 항목' 이라 한다.

### 3.2 OPSEM의 프레임워크

기존 연구보다 신뢰성 있는 개선견적을 위한 요구조건을 반영한 오브젝트-파라미터기반 개선견적 모델(Object & Parameter based Schematic Estimation Model, 이하 OPSEM)의 프레임워크를 그림 1에 도식화 하였다. 먼저 신규 프로젝트의 개선견적을 위해서 사례 프로젝트를 기반으로 공종별 내역서, 도면, 수량산출서 등을 분석하여 부위별 분류체계

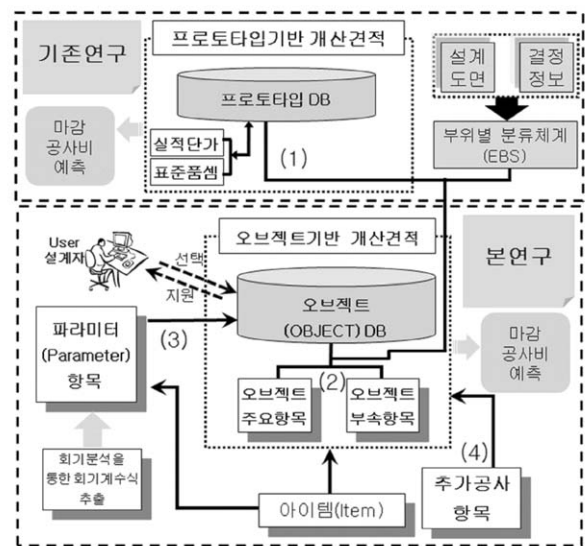


그림 1. OPSEM의 프레임워크

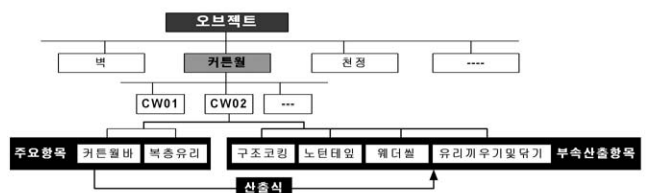


그림 2. 오브젝트의 주요항목과 부속항목 예시

(Element Breakdown Structure, 이하 EBS)를 적용한 오브젝트DB가 구축된다(그림 1의(1)). 그리고 그림 2와 같이 EBS에 의해 분류되고 설계자의 입력에 의해 구해지는 주요 작업항목과 주요항목의 수량에 따라 구해질 수 있는 부속 작업항목으로 분리하고, 이를 통해 두 항목간의 관계식을 정립한다(그림 1의(2)). 또한 비(非)오브젝트 작업항목인 파라미터 작업항목(그림 1의(3))과 추가공사 항목(그림 1의(4))을 분류한 후, 산출식 및 공사비 산정방식을 제시한다. 이와 같이 설계자는 수동적인 산출방식이 아닌 OPSEM을 통해서 원하는 오브젝트를 용이하게 선택하고 수정할 수 있어 개선견적의 효용성이 높아질 수 있다.

### 3.3 개선견적의 작업항목 분류

사례 공사비 내역서를 통해 얻은 정보로부터 오브젝트의 주요 작업항목과 부속 작업항목, 파라미터 작업항목, 그리고 사용자에게 의한 추가공사 항목을 분류하였고(표 3), 각 항목에 대한 정의는 다음과 같다.

표 3. 작업항목 분류 예

	오브젝트		파라미터 작업항목	추가공사 항목
	주요 작업항목	부속 작업항목		
공 사 항 목	0.5B벽돌쌓기	시멘트 벽돌	방습벽접경구	장애인램프 핸드레일
	1.0B벽돌쌓기 (1)	벽돌소운반	수일코킹 (2)	접합강화유리 캐노피설치 (4)
	블록보강쌓기	스트롱	라인마킹	회전문
	고무아스팔트 도막공사	양가설치 보강근	조명박스 (루버포함)	BIRD SCREEN설치
	우레탄고무계 도막공사	블록메쉬	팬코일유니트커버	장애인 슬라이딩문
	침투성 방수	기계휀니셔 마감	SST핸드레일/계단	KEY CABINET
	방수모르타르 비름	조면처리	안전난간대/기계실	U-PROFILED GLASS공사
	...	...	...	...
	경량철골천정틀	BUTTHINGE	카스토퍼	강화유리문
	AL몰딩설치	DUMMYTRIM	오픈트렌치	유리면PIN공법
AL천정재	DEADLOCK	충간방화구획	안내데스크	

#### 1. 오브젝트 주요 작업항목

표 3에서 (1)의 '블록보강쌓기'는 하나의 오브젝트를 구성하기 위해 실내재료마감상세도에 표기되는 항목 중에서 가장 주(主)가 되는 작업항목이다(그림 3 참고).

#### 2. 오브젝트 부속 작업항목

표 3에서 (2)의 '스트롱 양가설치'는 오브젝트의 주요 작업항목처럼 실내재료마감상세도에 표기되지 않지만, 내역서에는 표기되어 부수적으로 오브젝트 주요 작업항목(블록보강쌓기)에 연계되는 항목이다.

#### 3. 파라미터 작업항목

표 3에서 (3)의 '라인마킹'은 오브젝트로 구성할 수 없지만, 공사개요에 의한 파라미터 정보(연면적, 건축면적 등)를 활용하여 개략적으로 산출이 가능한 항목이다.

#### 4. 추가공사 항목

표 3에서 (4)의 '회전문'은 오브젝트나 파라미터에 의해 산정될 수 없는 항목으로 실적 공사의 내역서상에서 각 프로젝트마다의 특수성을 띠고, 발주자 및 설계자의 설계의사가 직접 반영되는 항목이다.

#### 5. 아이템

아이템은 오브젝트의 주요항목과 부속항목, 파라미터 항목을 이루는 가장 하위단계의 구성요소이다. 예를 들어, 속빈블록시멘트(표 4의 (1))는 블록보강쌓기 작업항목의 아이템 중에서 가장 대표성을 띤 주요 아이템이 된다. 그리고 시멘트, 모래, 자갈 등(표 4의 (2))은 주요 아이템을 구성하기 위해 필요시 되는 부속 아이템으로 분류된다. 아이템들의 단가는 계속 변화되기 때문에 추후 아이템 단가의 변동 시, DB상에서는 아이템들의 단가만 바뀌게 되면 모든 오브젝트 항목의 가격이 맞물려 변경될 수 있다.

표 4. 아이템 분류 예

작업항목	아이템	품명	규격
블록보강쌓기 (사춤,한면치장) 규격 190*190*390 단위 M2	주요 아이템 (1)	속빈시멘트	190*190*390mm
	부속 아이템	블록	서울
	부속 아이템	시멘트	(별도)
	부속 아이템	모래	(별도)
	부속 아이템	자갈	(별도), 25mm,#57
	부속 아이템 (2)	노무비	조적공
	...	...	...

## 4. OPSEM의 마감공사비 산정방식 적용

### 4.1 사례프로젝트 개요

실무 적용성을 확인하기 위해 건물용도가 오피스 건축물인 두 개의 사례 프로젝트를 사용하였고, 표 5는 사용된 프로젝트의 개요를 나타낸 것이다.

### 4.2 작업항목에 따른 공사비 비중

본 연구에서는 우선 파라미터 작업항목을 실적 공사비 내역서로부터 추출하기 위해 1차 분류에서 오브젝트와 비(非)오브젝트

표 5. 사례 프로젝트 개요

항목	프로젝트 1	프로젝트 2
연면적	31,621㎡	60,687 ㎡
건축면적	1,711㎡	1,441 ㎡
건물규모	지하 4층 / 지상 18층	지하 8층 / 지상 29층
기준층	지상 5~17층 (13개층)	지상 4~13층(10개층) / 지상 17~24층(8개층)
주요 외장재	커튼월	커튼월
구조	RC / SRC	RC / SRC
공사기간	20 개월	24 개월
높이	78.8 m	119.5 m

항목을 구분하였고, 2차 분류에서는 견적분야에서 30년 이상의 실무경력이 있는 전문가들의 면담을 실시하여 비(非)오브젝트 항목들로부터 파라미터 작업항목을 분류하였다. 마지막으로 회귀분석을 통해 검증을 실시하여 파라미터 작업항목의 최종 분류하여, 표 6과 같이 전체 마감공사비 대비 오브젝트, 파라미터, 추가공사 항목의 전체 공사비에 대한 비율을 분석하였다. 이를 통해 오브젝트 작업항목(주요작업항목과 부속작업항목)이 프로젝트 1과 2에서 각각 72.5%, 83.6%로 높은 비중을 차지하고 있었다. 이는 오브젝트 항목들이 마감공사비 산정에서 상당히 중요하고 공사비 조정에 민감하게 반응하는 항목임을 보여준다. 또한 오브젝트 활용 시 대다수 사무소 건축물들은 동일한 기준층으로 구성되어 있는 경우가 많기 때문에 개산견적을 보다 쉽

고 빠르게 할 수 있다. 한편, 파라미터 항목은 총 마감공사비의 평균 약 10%, 추가공사 항목은 평균 약 12%를 차지하고 있기 때문에 개략 공사비 산정을 위해서는 파라미터 및 추가공사 항목들을 반드시 고려해야 한다.

표 6. 실적데이터 작업 항목별 분류

작업항목		프로젝트 1			프로젝트 2		
분류 1	분류 2	개수	비율(%)	공사비 비율(%)	개수	비율(%)	공사비 비율(%)
오브젝트	주요 작업항목	171	51.7	67.5	683	77.2	77.1
	부속 작업항목	52	15.7	5.0	62	7.0	6.5
파라미터 작업항목		62	18.7	12.4	66	7.5	7.8
추가공사 항목		46	13.9	15.2	74	8.4	8.6

4.3 오브젝트 작업항목의 공사비 산정

그림 3은 표 5의 프로젝트 1의 수량산출서, 일위대가 및 내역서에 포함되어 있는 작업항목을 오브젝트 작업항목, 파라미터 작업항목 그리고 추가공사 항목으로 분류한 예를 나타낸 것이다. 그림 3에서 (1)의 오브젝트(Object) 주요 작업항목인 블럭보강쌓기(사춤1중, 한면치장)는 그림 3의 (5)에 있는 보강블록 치장쌓기 수량페인트 (5)를 나타낸다. 또한, 부속 작업항목인 스트롱 앙카설치(그림 3의 (2))는 오브젝트 주요 작업항목과 같이 도면상에 나타나지는 않지만, 부수적으로 주요 작업항목에 연계가 되어 있어 그림 3의

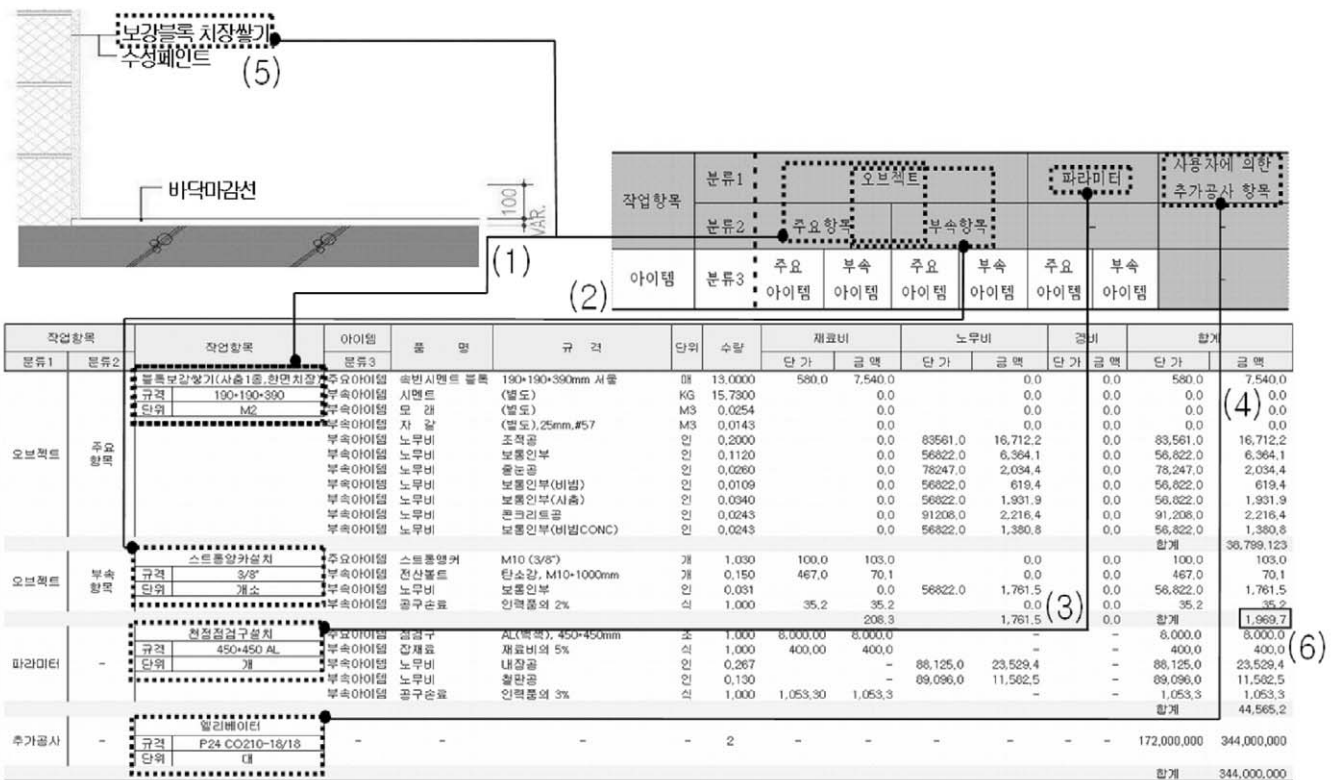


그림 3. 실적자료의 작업항목별 분석

(6)과 같이 블록보강쌓기 M<sup>2</sup> 당 1,909.7원 이라는 값이 산정된다. 그리고 그림 3의 (3)과 (4)는 각각 파라미터에 작업항목과 추가공사 항목을 나타내고 있다. 이는 4.4와 4.5에서 보다 자세히 내용을 다루므로 자세한 설명은 생략한다. 작업항목 분류 중 가장 하위 단계에 있는 분류 3의 주요 아이템은 3.2의 표 4의 (1)과 같은 유형의 것들로서 오브젝트 주요 작업항목을 구성하는 아이템들 중에서 '속빈 시멘트 블록'이 된다. 이는 아이템 그룹 내에서 가장 주(主)가 되는 아이템이고, 표 4의 (2) 부속아이템은 주요 아이템과 연계된 재료 및 노무 관련요소로 각종 잡재료나 노무비, 공구손료 등이 있다.

개산전적 시 오브젝트를 활용할 경우에는 주요 작업항목과 직접적으로 연결되어 있는 부속 작업항목들을 반드시 고려해야 한다. 김해곤 외(2007) 연구의 오브젝트기반 개산전적 시스템(OBSES)에서는 부속 작업항목을 고려하지 않아서 총공사비의 관점에서 오차가 발생하게 된다. 예를 들면, 그림 4와 같은 가상의 사무실 마감공사비에 대한 개산전적에서는 설계자가 원하는 바닥, 벽, 천정 오브젝트를 선택한 후에 공사비를 산정하면 각각 539,983원, 261,269원, 123,768원으로 총 925,020원의 비용이 든다. 이외에도 오브젝트의 부속 작업항목(표 7의 (1))인 걸레받이비드, 미장코너비드, 재료분리대설치 비용을 계산해보면 다음과 같다.

- 51.02(사무실 #1의 걸레받이비드 물량) × 3,419원(M당 걸레받이비드 단가) = 174,437원(표 7의 (2) 참고)
- 89.1(사무실 #1의 미장코너비드 물량) × 3,359원(M당 미장코너비드 단가) = 299,287원(표 7의 (3) 참고)
- 2.14(사무실 #1의 재료분리대설치 물량) × 14,178원(M당 재료분리대설치 단가) = 30,340원(표 7의 (4) 참고)

이와 같이 오브젝트 주요 작업항목과 함께 오브젝트의 부속 작업항목 공사비 총 504,064원을 고려해야 보다 정확한 견적값을 도출할 수 있다. 사용자가 오브젝트를 선택 시, 견적시간을 단축시키고 보다 신뢰성 높은 견적결과를 도출하기 위해 표 5의 2개 사례 프로젝트 일위대가 및 수량산출서로부터 약 50개의 오브젝트 부속 작업항목에 대한 산식을 정립하고, 부속 작업항목을 가진 오브젝트 선택 시 자동계산에 의해 시스템에서 실행되도록 하였다.

표 7. 오브젝트의 부속 작업항목

	부위	부속공사		물량	단위
		구분	산식		
오브젝트의 부속작업항목 (1)	벽	걸레받이비드(2)		51.02	M
		COST	51.02 × 3,419 = 174,437원		
	벽	미장코너비드(3)		89.1	M
		COST	89.1 × 3,359 = 299,287원		
	바닥	재료분리대설치(4)		2.14	M
		COST	2.14 × 14,178 = 30,340원		

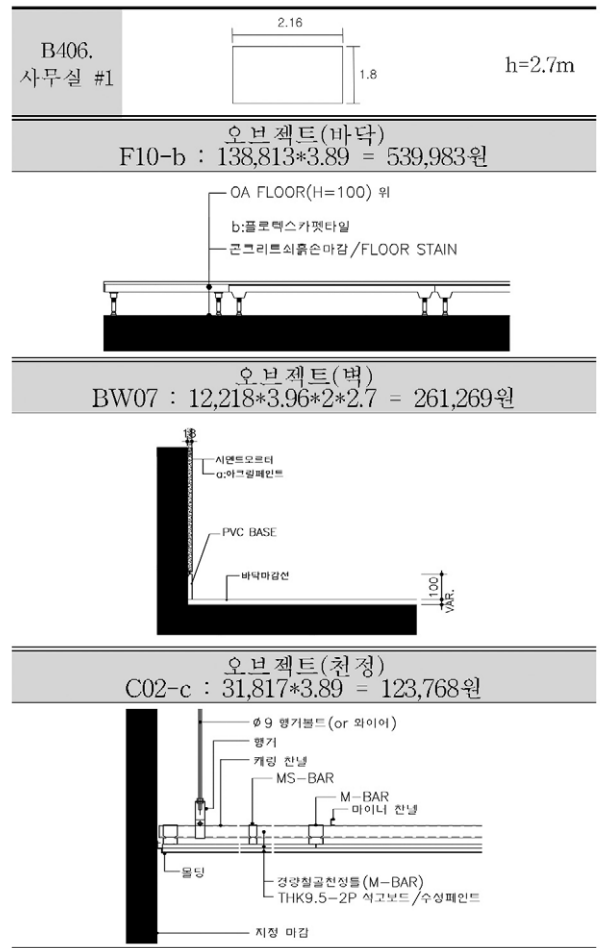


그림 4. OPSEM의 개산전적 예

#### 4.4 파라미터 작업항목의 공사비 산정

기본설계단계 마감공사비 산정에서 분류된 파라미터 작업항목 대한 공사비를 예측하기 위해 설계도서의 완성이 미비한 기본설계 단계에서 획득할 수 있는 정보(연면적, 건축면적, 지상·지하층연면적, 지상·지하층수, 외벽면적, 외벽개구부 면적 등)인 건축개요적 영향요인을 활용하였다. 파라미터에 의한 개략적인 설계가 진행되는 기본설계단계에서 건축개요 정보들에 의해 쉽고 빠르게 계산될 수 있다. 또한 파라미터에 의한 견적은 작업항목의 속성에 따라서 편차가 크고, 오브젝트 작업항목에 비해 정확도가 낮다. 그러나 표 6에서 파라미터 작업항목은 총 마감공사비 중에서 약 10%를 차지하기 때문에 사업비 예측의 신뢰성을 향상시키는 차원에서 고려되어야 한다.

그림 5는 파라미터에 의한 작업항목의 분석절차를 도식화 한 것이다. 첫째, 파라미터 작업항목의 산정을 위해 유사 사례를 선정하고 수집한다(그림 5의 (1)). 그리고 실적 사례의 내역서를 분

석하고(그림 5의 (2)), 파라미터 공사항목을 분류한다(그림 5의 (3)). 이렇게 추출한 파라미터 항목들을 대상으로 공사비 산정을 위해 연면적, 지상층 연면적, 지하층 연면적, 주차대수와 같은 독립변수를 추출한다(그림 5의 (4)). 최종적으로 사례프로젝트 간 동일항목을 비교하여 회귀계수를 추정하고, 선정된 독립변수들을 오브젝트-파라미터 기반 건축마감공사비 산정 모델에 적용시킨다(그림 5의 (5)와 (6)).

위와 같은 분석절차로 2개의 실적 공사의 내역서로부터 파라미터 작업항목을 추출하였고, 해당 프로젝트의 연면적, 지상층 연면적, 지하층 연면적 등과 같이 설계초기에서 얻을 수 있는 정보를 각 파라미터 작업항목과 비교한 후, 가장 큰 추출회귀계수 값(기울기)이 도출되는 독립변수를 사용하였다(표 8 참고). 통계적인 유의성 확보에는 사례의 수가 적지만, 지속적으로 사례가 축적되어 신뢰성을 갖게 될 때를 고려한 초기단계의 회귀분석 방법론 차원에서 연구가 진행되었다.

최종적으로 오브젝트-파라미터 기반 개산견적 시스템에 적용되어질 추정된 회귀식을 도출하기 위해 회귀계수 추정법으로는 최소제곱법을 사용하였고, Microsoft Excel XP® 프로그램의 데이터분석 중 회귀분석 기능을 활용하였다. 예를 들어, 아래의 식(1)을 바탕으로 층간 방화구획의 회귀식을 추정하기 위해 2개의 프로젝트에서 추출 회귀계수가 가장 유사한 지상층연면적을 독립변수로 사용하고 다음과 같이 독립변수값(x)과 수량(Y)과의 추정된 회귀식을 도출하였다.

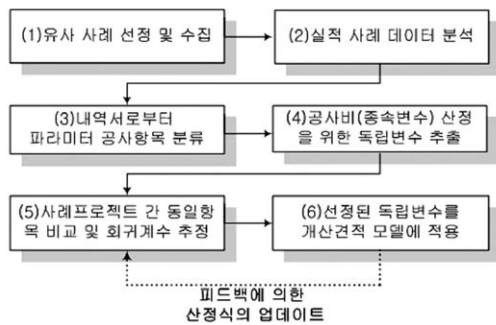


그림 5. 파라미터 작업항목 분석 프로세스

$$y_i \text{ 층간방화구획} = \beta_0 + b_1 \text{ 층간방화구획} \times x_i \text{ 지상층연면적} \quad (1)$$

( $y_i$  층간방화구획 :  $i$ 번째 프로젝트의 층간방화구획 수량,  $\beta_0$  : 회귀계수 절편,  $b_1$  : 층간방화구획의 회귀계수(기울기),  $x_i$  지상층 연면적 :  $i$ 번째 프로젝트의 지상층연면적)

위의 식을 바탕으로 엑셀에서 절편과 기울기의 회귀계수를 구하기 위한 회귀식은 다음과 같다.

- 회귀계수(절편)  $\beta_0$  = INTERCEPT(각 데이터의 수량범위( $y_1, y_2$ ), 각 데이터의 독립변수값( $x_1, x_2$ ))
- 회귀계수(기울기) = SLOPE(각 데이터의 수량범위( $y_1, y_2$ ), 각 데이터의 독립변수값( $x_1, x_2$ ))

그림 6은 위의 절차를 거쳐 도출된 층간방화구획과 SST핸드레일에 대한 회귀계수식을 나타낸 것이다. 층간방화구획의 경우(그림 6의 (1)) 절편이 1150, 기울기가 0.061이 산출되어 회귀식  $y=0.061x - 1150$  을 도출하여 시스템에 내장 함수로서 활용된다.

#### 4.5 사용자에 의한 추가공사 항목의 산정

추가공사 항목은 개산견적 시 상세한 결정이 요구되는 항목이 기보다는 개별 프로젝트의 설계 반영 여부에 따라 결정되는 공사비 비중이 큰 항목이다. 이러한 특정 공사들은 발주자의 의도에 따라서 대안별로 공사비용면에서 큰 차이를 나타낼 수 있기 때문에 개산견적 시 고려해야 신뢰성 있는 견적을 할 수 있다.

표 6의 프로젝트 1과 2가 각각 15.2%, 8.6%의 상당한 공사비 비중을 차지하고 있는 것으로 봤을 때, 파라미터 작업항목과 더불어 추가공사 항목들이 직접적으로 마감공사비의 예측에 미치는 영향도 크다는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 공사비 항목의 한 분류로서 '추가공사 항목'을 고려하였고, 추가공사 항목의 예로는 '엘리베이터, 무빙워크, 헬리포트 설치, 창상부 보강, 아트타일 배면마감, 전동롤스크린' 등이 있다. 추가공사 항목은 오브젝트 또는 파라미터 작업항목으로 결정될 수 없는 항목들이

표 8. 파라미터 작업항목의 회귀계수 추정

NO.	파라미터 작업항목	단위	사용된 독립변수	프로젝트 1			프로젝트 2		
				독립변수값(x)	수량(y)	추출회귀계수1(기울기)	독립변수값(x2)	수량(y2)	추출회귀계수2(기울기)
1	방습벽점검구	개소	지하층연면적	8,619	292	0.0339	23,857	882	0.037
2	SST핸드레일	M	지상층연면적	22,567	433	0.0192	37,190	597	0.0161
3	수밀코킹(10mm)	M	지상층연면적	22,567	10,155	0.45	37,190	11,529	0.31
4	카스토퍼	EA	주차대수	188	376	2	245	490	2
5	콘크리트연석	M	연면적	31,186	333	0.0107	60,628	893	0.0147
6	코너보호대(기둥)	M	연면적	31,186	181	0.0058	60,628	267	0.0044
7	라인마킹	M	연면적	31,186	2,097	0.0672	60,628	2,855	0.0471
8	층간방화구획	M <sup>2</sup>	지상층연면적	22,567	2,530	0.1121	37,190	3,424	0.0921
	...		...	...	...	...	...	...	...

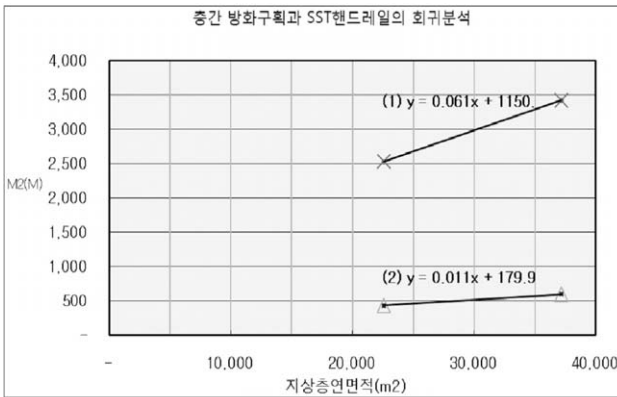


그림 6. 중간 방화구획과 SST핸드레일의 추정 회귀식

다. 그래서 그림 7과 같이 시스템 측면에서 추가공사 항목의 견적은 오브젝트와 파라미터 작업항목으로 산출된 마감공사비에 설계자의 의사결정을 토대로 결정된 공사항목을 추가 또는 삭제(그림 7의 (1))할 수 있을 뿐만 아니라, 가격의 유동성을 고려한 단가의 사용자 직접 입력 기능(그림 7의 (2))을 포함하도록 하였다. 또한 그림 7의 (3)과 같이 오브젝트와 파라미터 작업항목의 공사비 총 금액에 추가공사에 대한 변경 금액을 표시하여 실시간으로 총 공사비를 확인할 수 있도록 하여 사용자의 편의성을 도모하였다.

### 5. 유효성 검증

많은 선행연구에서 개산견적 시스템에 대한 필요성을 제기해 왔으나, 설계업무와의 비연계로 인해 실무적용에 어려움을 겪고 있다. 이를 해결하기 위한 방안으로 본 연구에서는 작업항목을 오브젝트기반 작업항목, 파라미터에 의한 작업항목, 사용자에 의한 추가 작업항목 등으로 분류하고 구성요소간의 관계를 정립하여 발전시킨 '오브젝트-파라미터 기반 기본설계단계 견

적용대상 추가항목				추가공사항목 (2)					
번호	품명	단가	수량	번호	품명	단가	수량		
<input type="checkbox"/>	1	무빙워크	150,000.00 원	3	<input type="checkbox"/>	1	무빙워크	150,000.00 원	3
<input type="checkbox"/>	5	주방기구	127,000.00 원	3	<input type="checkbox"/>	5	주방기구	127,000.00 원	3
<input type="checkbox"/>	6	엘리베이터	181,000.00 원	3	<input type="checkbox"/>	6	엘리베이터	181,000.00 원	3
<input type="checkbox"/>	8	key 캐비닛	670,000 원	1	<input type="checkbox"/>	8	key 캐비닛	670,000 원	1

(1)

총 금액 :	57,950,156,000 원	(3)
변경 금액 :	+1,374,670,000 원	
차액 :	59,324,826,000 원	

그림 7. 추가공사 항목의 산정

측마감공사비 산정 모델'을 개발하였다.

개산견적의 정확도는 설계도서가 완성되지 않은 단계이기 때문에 부정확할 수밖에 없으며, 이 정확도를 정량적으로 측정하여 시스템의 실무 적용성 및 효용성을 검증하였다. 사례적용을 위해 앞서 활용되었던 두 개의 실제 프로젝트와 비슷한 규모의 프로젝트의 도면, 물량산출서, 그리고 내역서를 활용하였다.(표9)

표 9. 검증용 사례 프로젝트 개요

항목	검증용 프로젝트		
연면적	60,307 m <sup>2</sup>	주요 외장재	커튼월
건축면적	4,311 m <sup>2</sup>	구조	RC / SRC
건물규모	지하 5층 / 지상 20층	공사기간	25 개월
기준층	지상 4-19층(16층)	높이	92.7 m

실무 효용성 검증을 위해 사례 프로젝트의 기준층(4-19층)의 실내에 해당하는 건축 마감공사비를 기존연구의 견적방식과 오브젝트기반 개산견적 시스템을 활용한 방식, 그리고 오브젝트-파라미터기반 개산견적 시스템으로 각각 수행하고, 그에 소요되는 결과물의 실제공사비 대비 오차율(%)을 비교하였다. 마감공사비 산출에 사용된 실은 총 7개로 ELEV, 홀 #1-2, 전실 #1-2, 화장실(남, 여), 사무실로 선정하였다. 검증을 실시한 결과 김해곤 외(2007)의 OBSES에서는 부위별 프로토타입만을 대상으로 했기 때문에, 오브젝트의 부속항목, 파라미터 및 추가 공사항목을 고려하지 않아 견적방식에 따른 실제공사비 대비 오차율(%)은 표 10과 같이 24.2%, OPSEM에서는 6.4%로 나타났다. 이와 같이 본 시스템을 활용할 경우 설계 대안에 대한 정확한 공사비 산정 측면에서 OBSES에 비해 상당히 효과적으로 견적의 오차를 크게 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

표 10. 실무 효용성 검증 결과

사례 프로젝트 기준층(4-19층)	견적방식	공사비 (원)	실제공사비 대비 오차율(%)
ELEV 홀 #1-2, 전실 #1-2, 화장실(남, 여), 사무실	OBSES	2,864,524,751	24.2
	OPSEM	3,538,004,755	6.4
실제 공사비 : 3,781,381,751 원			

### 6. 결론

건설 프로젝트에 있어서 정밀한 사업비 예측은 발주자, 설계자, 시공자에게 큰 영향을 미치고 사업의 성공으로 연결되기 때문에 매우 중요하다. 그래서 개산견적은 공사비를 고려한 설계 의사결정 업무와 밀접한 연계성을 가지고 수행되어야 할 뿐만 아니라, 정확한 공사비 산출을 그 목적으로 한다. 개산견적에 관



## 참고문헌

한 기존의 방법과 모델들은 보다 신뢰성 있는 견적 결과를 도출하기 위해 계속 진행되어 왔다. 하지만, 공사비 예측업무가 설계 의사결정 업무와 정밀성과 유연성을 가지고 연계되지 못하였고, 그에 따른 성과물을 기반으로 하는 견적 방법에 대한 연구는 미흡했다.

본 연구에서는 설계자의 의사결정을 지원하여 업무의 효율성을 높일 수 있는 오브젝트기반 개산견적 방식과 용이하게 공사비 산출을 할 수 있는 파라미터기반 견적방식, 이들의 상호 보완적 관계를 조합한 개산견적 방법을 제시하였다. 또한, 사용자에 의한 추가공사 항목 공사비를 고려하여 보다 정확한 개산견적 결과를 도출할 수 있는 오브젝트-파라미터기반 건축마감공사비 산정 모델을 개발하였다. 제안된 모델에서는 다양한 마감공사비 항목 및 구성요소들의 단가정보를 묶은 오브젝트 작업항목과 건축물의 연면적, 건축면적 등의 독립변수에 의해 산출되는 파라미터 작업항목, 프로젝트의 특정 공사인 추가공사 항목으로 분류하고 각 속성에 맞는 공사비 산출식을 정립하여 이전 방식보다 신뢰성이 향상된 견적결과를 도출할 수 있도록 하였고, 제시된 모델을 바탕으로 시스템을 구축하였다. 시스템의 유효성 검증을 위해 유사사례 프로젝트의 16개층으로 구성된 기준층의 7개실을 대상으로 건축 마감공사비 개산견적 결과의 오차율을 분석하였다. 분석결과, 본 시스템을 활용할 경우 기존의 개산견적 방식보다 더 효과적으로 정확한 공사비를 산정할 수 있었다.

향후 다양하고 충분한 유사 사례프로젝트의 추가적인 DB구축을 통해 파라미터 항목의 회귀분석을 활용한 공사비 산출식의 신뢰도를 향상시켜야 할 것이다. 또한, 마감공사비의 예측 정확도를 보다 향상시킬 수 있는 재료의 실적단가 업데이트에 관련한 연구가 필요할 것이며, 파라미터 작업항목의 공사비 산정에 있어서 사례 DB 추가 시, 회귀식이 지속적으로 업데이트가 가능한 시스템에 대한 연구가 필요할 것이다.

1. 김기홍, 박찬식, 장선호 (2005). “고층 사무소건축의 공사비 계획을 위한 웹 기반 개산견적 프로그램.” 한국건설관리학회 논문집, 6(2), pp. 69-74
2. 김해근, 박성철, 구교진, 홍태훈, 현창택 (2007). “프로토타입 기반 기본설계단계 건축마감공사비 산정 모델.” 한국건설관리학회 논문집, 8(2), pp. 110-118
3. 구원용, 김정곤, 이준석, 박형근 (2007). “공공건축물의 초기 공사비 산정방법 연구.” 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 8(6), pp. 261-262
4. 박효열, 송용식, 김선국 (2004). “공동주택 실적공사 표준 DB를 이용한 COST MODEL.” 대한건축학회논문집, 20(5), pp. 136-138
5. 손보식, 이현수, 김성태 (2007). “영향변수에 따른 수량변화 분석을 이용한 기본설계단계의 개산견적 모델 개발.” 한국건설관리학회 논문집, 8(2), pp. 155-157
6. 전재열 (2003). “실적자료 분석에 의한 적정 공사비 산정방법의 전산화 알고리즘 구축에 관한 연구” 한국건설관리학회 논문집 4(4), pp.192-194
7. Adrian, J. (1993). Construction estimating an accounting and productivity approach, 2nd Ed. Stipes Publishing Company.
8. Hartgen, D. T., Bowman, V. B., and Horner, M. W. (1997). “Baseline market forecasts for state highway construction engineering, maintenance and administration programs 1997-2001.” Transportation Publication, 151, Center for Interdisciplinary Transportation Studies, Univ. of North Carolina, Charlotte, N.C., U.S.A.
9. Hartgen, D. T., and Talvitie, A. P. (1995). “Comparative performance of transportation systems: Pitfalls and prospects.” Proceedings of World Conference on Transit Research, Sydney, Australia.
10. Hegazy, T. and Ayed, A. (1998). “Neural network model for parametric cost estimation of highway projects.” Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 124(3), pp. 210-218
11. Herbsman, Z. (1986). “Model for forecasting highway construction cost.” Transportation Research Record, 1056, Transportation Research Board, Washington,

- D.C., U.S.A., pp. 47-54
12. Koppula, S. D. (1981). "Forecasting engineering costs: Two case studies." *Journal of Construction Division, ASCE*, 107(4), pp. 733-743
  13. Staub-French, S., Fischer, M., Kunz, J., and Paulson, B. (2003). "A generic feature-driven activity-based cost estimation process." *Advanced Engineering Informatics, Elsevier*, 17(1), pp. 23-39

논문제출일: 2008.02.13

심사완료일: 2008.05.16

---

### Abstract

For deciding the profitability and feasibility of the construction project, the schematic estimation has to not only link the design decision-making but also estimate the cost with reliability. The prototype-based schematic estimation system was developed for easily linking with design-making and supports to evaluate the design alternatives in the design development stage but didn't consider the cost estimated by parameter and additional work items by users. This research presents the object-parameter based schematic estimation model in the design development stage that can lead to accurately estimate the cost by using historical data from the high-storied office buildings. For the development of the proposed model for schematic estimation, after analyzing and classifying the work items from the Bills of Quantities(BOQs) and drawings of historical data, this research proposed the methods of estimating cost in accordance with attributes of each work item. In addition, a case study is performed for the effectiveness as comparing the previous estimating method with the proposed model.

Keywords : schematic estimation, building interior-finishings, object, parameter, additional work