

영향변수에 따른 수량변화 분석을 이용한 기본설계단계의 개산견적 모델 개발

Development of Cost Estimating Model Using Quantity Variation Analysis by Influence Variables for the Schematic Design Phase

손 보 식* · 이 현 수** · 김 성 태***

Son, Bo-Sik · Lee, Hyun-Soo · Kim, Sung-Tae

요 약

본 연구는 건축공사 프로젝트의 기본 설계 단계에서의 개산견적 개념모델을 제안하고, 제안된 개산견적 개념을 적용하여 실제 주상복합 건물 프로젝트의 실적자료의 분석을 바탕으로 한 프로토타입 개발을 목적으로 한다. 국내의 건설산업은 급격한 시장 변화와 경쟁 심화의 과정을 겪고 있다. 특히 프로젝트의 조달 방식의 변화와 함께 입찰과 관련한 정보가 부족한 사업 초기, 기본설계 단계에서 중요한 의사 결정이 이루어지며, 이러한 의사 결정의 기준이 되는 개산 견적의 중요성이 더욱 증가되고 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 개산견적 방법을 분석하고 그것을 보완할 수 있는 공사 수량 변화 분석에 기반한 개산견적 방법을 제안하고 프로토타입을 구축하였다. 또한, 이 연구에서는 기존의 공종별 공사비 분류체계에 빌딩구성요소(BE)별 및 층별 수량 분류를 추가하고 있다. 이러한 개념을 바탕으로 제안 모델을 Q-BASE (Quantity Based Active Schematic Estimating) 모델로 정의하였다.

키워드 : 건축공사프로젝트, 개산견적, 수량변화, 영향변수, 빌딩구성요소, 프로토타입

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내의 건설산업은 급격한 시장 변화와 경쟁 심화의 과정을 겪고 있다. 특히 프로젝트의 조달 방식의 변화와 입찰과 관련하여 정보가 부족한 사업 초기, 기본설계 단계에서 의사 결정이 이루어지며, 의사 결정의 기준이 되는 개산 견적의 중요성이 더욱 증가되고 있다. 또한 신규 건설 시장의 감소에 따른 원가 경쟁이 가속화되어 공사비 개산 견적과 상세 견적의 차이에서

발생하는 예산 초과와 리스크도 커지고 있다.

그러나 기존의 연구문헌에서 제시하고 있는 개산견적 방법들은 합성가격¹⁾ 수준에서 몇 개의 변화된 영향 변수에 의해 공사비를 추정하는 방법을 사용하기 때문에 다양한 형상과 구조가 복합적으로 시도되는 건물에는 부적합하며, 주요 건설 자재의 시장 가격의 변화가 심한 현 시장에서 능동적인 대처가 어려운 한계가 있다. 또한 영향 변수들이 공사비 변화를 제대로 설명하지 못해 견적의 신뢰도도 부족한 실정이다. 이러한 방법은 발주자나 설계자가 기획 및 개념 설계단계에서 타당성 검토를 위해 사업 예산을 예측하는 용도로는 적합하지만, 개산견적에 기반을 두어 정액도급계약의 의사결정을 해야 하는 도급자의 입장에서는 조금 더 정밀하고 신뢰할 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 실무에서도 개산견적에 대한 관심과 실질적으로 적용 가능한 방법론에 대한 요구가 점차 커지고 있다.

따라서 본 연구에서는 기본 설계 단계에서 필요한 의사결정에 도움을 줄 수 있는 개산견적 개념모델을 제시하고, 이 모델을 근거로 하여 골조공사비에 대한 프로토타입을 개발하여 기존 견적의 정밀성, 연계성, 유연성을 향상시킬 수 있는 개산견적 모델의 개발을 연구의 목적으로 한다.

* 일반회원, 희림종합건축사사무소, 공학박사, bsson@crimail.net

** 종신회원, 서울대학교 건축학과 교수, 공학박사, hyunslee@snu.ac.kr

*** 일반회원, 서울대학교 건축학과, 석사과정, archt77@paran.com

이 논문은 건설교통 R&D정책인프라사업 06기반건축 A03과제(06~11) 건축공사 적정공사비 산정 및 관리시스템 개발 연구결과 일부임.

1) 공사비는 수량과 단가의 곱으로 산출되고 합성가격이란 이 둘을 곱한 금액 또는 그 집계금액을 의미하며, 기존의 개산견적 방법은 주로 합성가격 기준으로 공종별 공사비나 전체 공사비를 예측한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 도급업자(contractor)인 시공자의 기본설계 진행단계에서의 개선견적을 연구의 범위로 하며, 건축공사 프로젝트(building project)를 대상으로 하되, 제안하는 개선견적 방법을 실제적으로 구현하기 위한 프로토타입 개발은 주상복합건물 프로젝트의 골조공사비를 대상으로 수행한다. 또한 모델에서의 공사비는 제간접비를 제외한 직접공사비를 의미한다.

본 연구의 방법은 그림 1과 같다.

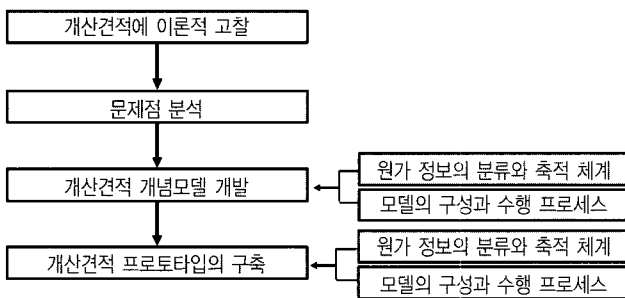


그림 1. 연구의 방법

2. 예비적 고찰

2.1 기본설계와 개선견적의 정의

페리와 브랜든(Ferry and Brandon 1999)은 건물의 공사비를 견적하는 모델들을 설계기반 공사비 모델이라고 정의하고 분류하였다. 이처럼 프로젝트의 공사비를 산정하기 위한 견적은 이를 수행하기 위한 정보의 원천이 되는 각 설계단계에 많은 부분 의존적일 수밖에 없으며, 견적의 각 단계는 설계의 진행단계와 밀접한 연관을 가지고 있다.

본 연구에서는 이러한 공사비 견적과 설계정보의 관계를 고려하여 설계진행 단계에 따른 견적의 종류와 단계를 기획 및 개념설계 단계의 견적은 개념견적(Conceptual Estimating)으로, 기본설계 단계의 견적은 개산견적(Schematic Estimating)으로, 실시설계 단계의 견적은 상세견적과 실행견적으로 구분하여 정의하였다.

기존 문헌과 연구에서 정의하고 있는 건설 프로젝트의 설계 진행단계와 이에 따른 견적의 종류와 단계를 정리해 보면 다음 그림 2와 같다.

	Ferry & Brandon, 1991	Adrain, 1983	Smith, 1995	ACE, 1995	Gould, 1997	강문환, 2006	본 연구
기획	기본단위견적 (single price method)		기본 견적 (preliminary)	원래견적 (order of magnitude)	개념견적 (conceptual)	개념개산	개념견적 (Conceptual)
계획		타당성 견적 (feasibility)	말기견적 (appraisal)	비 실행 견적 (budget)	개념견적 (schematic)	개산개산	개산개산 (Conceptual)
기본 설계		개산견적 (ACE approximate)	제안견적 (proposal)	상세견적 (definitive)	상세견적 (design develop)	개산개산	개산개산 (Conceptual)
실시 설계	부위견적 (itemental)	상세견적 (detailed)				상세견적	상세견적 (Definitive)
입찰 / 계약		관리견적 (operational)	승인견적 (approved)			관리견적	관리견적 (Operational)
시공	관리견적 (operational)	자산견적 (final)	관리견적 (pre-tender/cost-contrast)			자산견적	자산견적 (Achieved)
유지 / 보수			자산견적 (achieved)				
관점	방법 + 용도	용도	방법	방법	방법	방법 + 용도	방법

그림 2. 기본설계 단계와 개선견적

2.2 개선견적 관련 연구

국내외에서 연구된 개략견적 산출 방법론은 크게 3가지로 구분할 수 있다. 첫째로, 통계자료에 따라 단위면적, 체적, 설비 당 단위 단가를 결정한 뒤 곱하여 공사비를 산출하는 단위기준에 의한 방법, 둘째는 통계적 방법으로 이는 표준공중 대입법에 의한 공사비 산출로, 도출된 회귀식의 결과 중 설명력이 높은 것을 이용하여 나머지 공중에 대한 공사비를 추론하는 방법이 있다. 마지막으로, 인공지능을 이용한 방법으로 인공신경망(ANN, Artificial Neural Network) 기법, 시뮬레이션 기법, 사례기반 추론(CBR, Case-Based Reasoning) 기법 등이 있으며, 프로젝트별 입력 값과 목표 값인 건축공사비간의 관계를 신경망의 구조로 연결하고 학습시킨 후, 기억된 연결강도를 회상하여 학습에 사용되지 않았던 프로젝트의 실적데이터를 가지고 건축공사비를 추정하는 방법으로 분류된다.(Mckim 1993, Garza 외 1995, Creese 외 1995, Adeli 외 1998, Yeh 1998, Al-Tabtabai 외 1999, Karshenas and Tse 2002). 이러한 방법론에 대한 종류와 장단점은 표 1과 같이 정리하였다.

표 1. 기존 개산 견적 방법론 고찰

구분	단위기준에 의한 방법	통계적 모델과 시뮬레이션	인공지능을 이용한 방법
종류	· 평당단가 방법 (The physical dimensions method (ACE)) 김용민 1988, 김기동 1990	· 회귀식을 이용한 방법 (김기동 1990, 조지훈 1998, McCaffer 1975) · 몬테카를로 시뮬레이션 (백승호 1997)	· 인공신경망 (Artificial Neural Network; ANN, 박우열 2002, Adeli 1998) · 유전자 알고리즘법 (Genetic Algorithm; GA, 김광희 2003, Miller 1989) · 사례기반추론 (Case Based Reasoning; CBR, 김광희 2004, Watson 1995)
장점	· 신속, 간편	· 수학적 모델을 가정하므로 오차율을 줄일 수 있음	· 회귀식 보다 정확함 · CBR은 명확한 모형 구현과 유지관리가 용이
단점	· 오류발생 가능 · 복잡한 설계 적용 불가	· 시간변화 대응불가 · 선형관계의 신뢰도 문제	· 신경망 추론과정이 블랙박스 · 신경망구조, 매개변수 결정에 많은 시간 소요

2) 제간접비는 현장관리비, 본사관리비, 이윤 등을 의미한다. 이들은 견적시점의 기준이나 직접공사비에 대한 비율을 적용하여 산정한다.

3) Design-based building cost model

2.3 기존 개산견적 모델의 문제점

기존 개산견적 방법과 모델의 문제점을 3가지로 분류하여 제시하면 다음과 같다.

(1) 견적 오차 감소를 통한 정밀도 향상 요구

기본설계 단계의 개산견적을 기반으로 프로젝트의 수행여부나 입찰, 계약 등의 의사결정을 하여야 하는 경우, 이 때의 예상 이윤의 범위가 경쟁 심화로 인해 전체의 5% 범위 정도인 경우가 많은 것이 현실이며 5% 이하의 견적 오차를 요구하고 있는 경우도 많다. 그러므로 기존 문헌에서 제시하는 개산견적 단계의 이론적인 오차의 범위인 15% 정도로는 의사결정을 하기가 어려우며, 만약 프로젝트의 수주하였다 하더라도 공사비 초과 리스크에서 벗어날 수 없게 된다.

(2) 개산견적과 상세견적의 연계성 및 설명력 부족

기존 국내 연구의 개산견적 모델에서는 대부분 공사비 영향요인 변수에 따라 공종별 공사비를 합성가격 수준에서 예측하여 합산하는 방법을 적용하고 있으며, 상세견적에서는 공종별 세부 자원의 수량을 산출한 뒤, 현실 단가를 적용하여 공사비를 집계하는 방법을 사용하고 있다. 이처럼 공종별로 구분하여 견적하는 것은 공통적이지만, 합성가격으로 예측된 총액 기준의 공종별 공사비가 세부 수량과 단가로 전환되는 과정을 설명할 수 없으므로 견적 결과의 신뢰도는 떨어진다. 개산견적에서 빌딩구성요소⁴⁾(Building Element, 이하 BE)별 견적체계를 적용하는 선진 외국의 경우도 수량과 단가를 구분하지 않고 합성가격 기준의 BE별 단위공사비를 적용하고 있어, 상세견적 단계와의 연계성을 확보하기 어렵다.

(3) 시장 및 설계대안 변화에 능동적 대응 요구

기존의 개산견적 방법은 합성가격 기준의 공종별 공사비를 실적 데이터로 활용하므로 적용시점의 금액으로 환산하기 위해 공사비 지수(cost index)를 적용해야 한다. 하지만 건물의 유형별로 적용 가능한 공사비 지수가 부족하고, 그 정확성도 신뢰하기 어려운 현실이다. 또한 지수가 전년도나 전분기의 값을 제시하고 있어 과거 지수의 경향을 파악하기는 쉽지만 현재시점의 지수를 알기는 어렵다. 최근에는 주요건설자재의 시장가격이 급격히 변동하는 경향을 보이고 있어 이를 반영할 수 있어야 한다. 또한 설계 대안이 확정되지 않은 개산견적 단계에서 대부분 공

종별 분류체계에 따라 공사비 견적을 하고 있어 대안들의 다양한 변화에 효과적으로 대응하기 어렵다.

3. 개산견적 개념모델의 개발 및 제안

3.1 개산견적 개념 모델(conceptual model)

기존의 기본설계 단계의 개산견적 방법론들은 대부분 공종별 공사비에 영향을 미치는 영향변수를 기존 문헌이나 연구에서 도입하거나 추가하여 입력변수로 하고, 실적 공사비 데이터를 회귀분석 등의 통계분석 방법을 활용하여 입력변수와 출력변수인 공사비 사이의 관계함수를 도출한다. 이 관계식에 의해 합성가격 기준의 공종별 공사비를 추정하고 집계하여 전체공사비를 도출하게 된다. 실적 공사비 데이터 분석시점의 현가화에는 공사비지수를 적용한다.

이러한 기존 방법론이나 모델에서의 견적 개념과 비교하여 제안하는 개산견적 방법을 개념모델로 구성하여 도시하면 다음 그림 3과 같다.

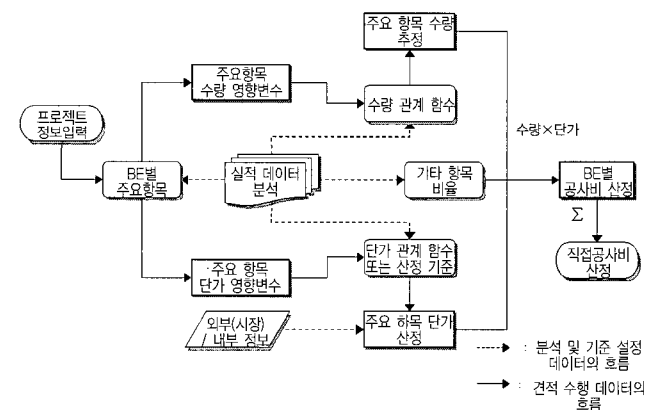


그림 3. 제안 개산견적 개념모델

제안 개산견적 개념모델은 기본설계 단계에서 확보 가능한 정보에서 영향변수를 도출하고, 이에 따른 BE별 공사에 소요되는 주요 자원의 수량을 추정하여, 이 수량에 단가 영향변수를 고려한 견적시점의 최신 단가를 곱함으로써 공사비를 예측하는 방법이다. 주요 자원 내역항목에서 제외된 기타 항목들의 공사비는 실적 데이터의 분석을 통해 전체 공사비에서의 구성 비율을 도출한다.

먼저 실적 공사비 정보의 분석을 통해 영향변수에 따른 수량을 추정하고 단가는 영향변수를 고려하여 실적 정보에서의 적용 사례 분석과 견적시점의 현실단가를 보완하여 산정한 후, 두 요소를 곱하여 공사비를 산출하게 된다.

그리고 기존의 공종별 분류체계에 따른 공사비 정보에 BE별

4) 빌딩구성요소는 지하구조, 지상구조, 외피, 내부마감, 설비, 전기 등으로 구분한다.

분류 정보를 추가하여 공사비 실적 정보를 축적함으로써, 이 실적 공사비 정보를 분석 및 활용하여 구축되는 개산견적 모델이 형상 및 개략 치수의 변화, 공간 및 층별 용도 변화, BE별 구조나 자재 및 시스템의 변화 등의 설계 대안 변화에 능동적으로 대응할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 개념을 바탕으로 제안 모델을 Q-BASE (Quantity Based Active Schematic Estimating) Model로 정의한다.

3.2 원가정보 분류 및 축적체계 제안

공사비를 견적하거나 원가정보를 축적하기 위해서는 정보 분류 체계의 정립이 필요하다.

기본설계에 따른 설계대안의 변화에 대응할 수 있는 개산견적 모델이 되기 위해서는 공사 수행을 위한 기능적(공종별) 비용분류와 회계처리 등을 위한 목적(비목별) 비용분류 외에도 대상 건물의 BE별 분류가 추가로 필요하다. 본 연구에서는 국내의 현실에서 용이하게 적용될 수 있도록 BE별 분류를 일부 수정하여 제시한다.

각 BE를 공사 수행을 통해 완성하기 위해서는 각 요소의 공사를 위한 공종(trade)이 필요하게 된다. 결국 두 개의 다른 분류를 연계시키기 위해서는 각 분류의 요소들을 서로 연결시켜야 한다. 이러한 연계개념을 매트릭스(matrix) 형태로 정리해보면 다음 표 2와 같다.

표 2. 공종별 분류와 BE별 분류의 연계 방안

BE별 (본연구)	건축공사																									
	공통/가설	토공/흙막이	골조	외장/지붕	내부마감	토목/조경	설비	전기	공통/가설	가설	토공	철골	조적	방수	미장	타일/석	창호	유리	수장	도장	금속	기타	조경공사	설비공사	전기공사	
공통/가설	■																									
토공/흙막이		■																								
골조			■																							
외장/지붕				■																						
내부마감					■																					
토목/조경						■																				
설비							■																			
전기								■																		

이러한 연계 방안에 따라 기존의 공사비 분류 구조에 BE별 분류를 추가하여 공사비 세부 연계 구조를 도식하면 다음 그림 4와 같다.

제안된 공사비 정보 분류체계의 기본 구조를 바탕으로 실제 공사비 견적에 적용될 수 있는 분류체계와 견적 정보를 축적할 수 있는 체계를 개념적으로 정리해 보면 다음 그림 5와 같다.

기존의 일반적인 공종별 공사비 분류체계로 구성된 공사비 정보에 BE별과 층별로 분류된 수량 정보를 전산 코드화를 통해 연결시켜주어야 한다. 이는 수량산출 단계에서 분류코드를 추가한

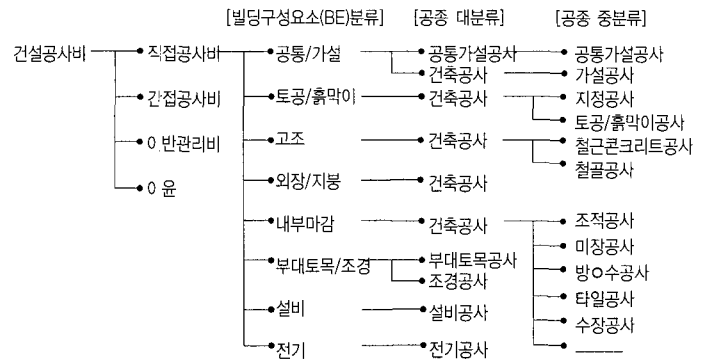


그림 4. 제안 분류 체계에 따른 공사비 연계 구조

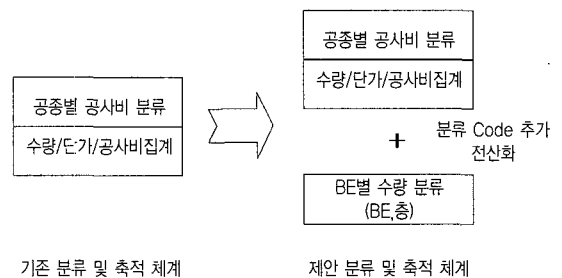


그림 5. 공사비(비용) 정보 축적 체계 제안

다면 적용에 큰 어려움은 없을 것이다. 따라서 두 분류가 전산화된 코드체계에 의해 연계된다면 공사비 정보가 기존 체계보다 더욱 다양하고 유용하게 활용되어 건설산업의 원가 경쟁력 향상에 기여할 것이다.

3.3 개산견적 모델의 구성 및 수행 프로세스

(1) 개산견적 모델의 구성

본 연구에서 제안하는 개산견적 모델의 주요 목적과 용도는 기본설계 단계에서 프로젝트의 공사비를 추정하여 프로젝트의 수주나 입찰 등을 위한 의사결정을 지원하는 것이다. 이러한 목적과 용도에 부합하기 위해서 모델은 기본적으로 견적을 수행하는 기능을 할 수 있어야 한다. 하지만 견적 수행을 위해서는 견적의 기준이 되는 공사비 영향변수와 견적관계함수 등의 지식이 설정되어 있어야 하고 이 지식을 설정하기 위해서는 실적 프로젝트의 데이터를 분석하는 기능을 포함하고 있어야 한다. 이러한 견적 모델의 기능과 제안한 개념모델을 바탕으로 개산견적 모델의 구체적인 기능과 구성을 정리해보면 다음 그림 6과 같다.

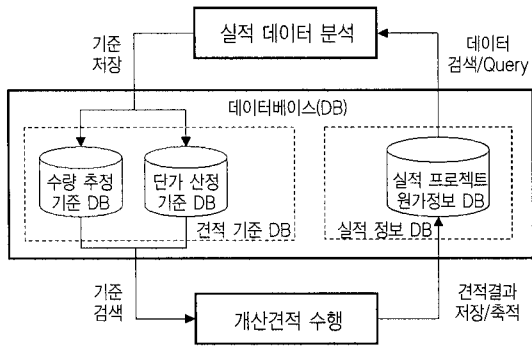


그림 6. 제안 개선견적 모델의 구성

이 그림에서 알 수 있듯이 제안된 개선견적 모델은 크게 3개의 부분으로 구성된다. 실적 프로젝트 원가정보를 분석하여 견적기준을 설정하는 부분, 설정된 견적 기준에 따라 개선견적을 수행하는 부분, 모델에서 활용되는 주요 정보가 축적되어 있는 데이터베이스 부분이다. 이 데이터베이스는 다시 소요 자원의 수량 추정 기준 및 단가 산정 기준 데이터베이스와 실적 프로젝트의 원가정보 데이터베이스 부분으로 구성된다.

(2) 실적 데이터 분석 프로세스

실적 데이터의 분석은 개선견적 모델이 견적을 수행하는데 필요한 기준과 공사비 견적관계함수들을 도출하기 위한 것이다. 실적 데이터 분석 과정은 항목 분석 프로세스, 수량 분석 프로세스, 단가 분석 프로세스의 3개의 부분과 단계로 크게 구성된다.

먼저 BE별 공사비의 구성 항목 분석 프로세스부터 시작한다. 이는 BE별 공사비의 내역 구성을 분석하여 공사비에서 상대적으로 큰 비중을 차지하는 소수의 주요 내역 항목을 도출하고, 상대적으로 작은 공사비 비중을 차지하는 항목들은 기타 내역항목으로 분류하여 BE별 공사비에 대한 구성비율을 산출한다. 기타 항목들의 공사비는 주요항목의 공사비를 우선 계산한 후 산출된 구성비율을 곱하여 전체공사비 산정에 반영한다.

다음으로는 도출된 주요 내역 항목들의 수량을 분석하는 과정이다. 주요 내역 구성 항목들의 수량 영향변수를 도출하고 이 영향변수와 수량 사이의 관계함수를 도출한다. 이 관계함수를 통해 주요 내역항목의 수량을 추정하게 된다. 마지막으로 각 수량에 적용될 단가를 산정하기 위한 단가 분석 과정이다. 단가 분석 과정도 수량 분석 과정과 비슷한 방법으로 수행된다. 이 분석 과정들을 통해 공사비 주요항목, 기타항목비율, 주요항목 수량과 단가의 영향변수 및 관계함수를 도출하고 견적 기준 데이터베이스(DB)에 저장하게 된다. 이러한 실적 데이터 분석의 전체 과정을 정리하여 표현하면 다음 그림 7과 같다.

실적 프로젝트의 데이터 분석은 정기적으로 개선견적 기준을 갱신하기 위해 실시되거나 새로운 실적 프로젝트의 데이터가 다양하게 추가되어 기준을 재분석하고 설정할 필요가 발생할 때 실시될 수 있으며, 일반적으로는 분기나 반 기 정도의 간격으로 갱신 유지하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 단가 분석은 대부분의 건설회사 내에 이미 구축되어 있는 자재정보 시스템이나 실행예산단가 정보 시스템 등을 통해 자재나 노무 단가의 시장 변화를 항상 검색하고 현실 단가를 능동적으로 반영할 수 있으므로 정기적 갱신의 필요성이 상대적으로 적다.

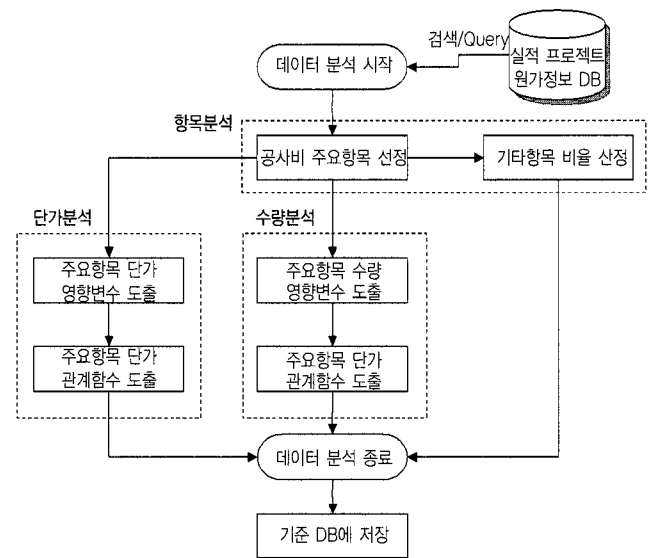


그림 7. 실적 데이터 분석 전체 프로세스

(3) 개선견적 수행 프로세스

제안 모델의 주 용도와 핵심 기능은 바로 개선견적 수행이다. 이 개선견적에 활용될 각각의 기준을 설정하고 갱신하는 실적 프로젝트 데이터에 대한 분석 프로세스는 앞서 설명한 바와 같고 분석의 결과로 견적기준이 설정되어 있다는 가정 하에 기본 설계 단계의 개선견적 수행 프로세스를 자세히 정리하고 정의하면 다음 그림 8과 같다.

이 프로세스에 나타난 바와 같이 먼저 개선 견적하고자 하는 대상 프로젝트의 기본설계 단계에서 확보 가능한 기본 개요 및 설계변수들을 입력하게 된다. 다음으로 견적하고자하는 BE별 공사비의 주요 내역항목을 수량 추정 기준 DB에서 검색하여 선정하고, 각 항목의 수량을 수량 추정 기준 DB에 저장되어 있는 수량 영향변수와 관계함수식을 적용하여 도출한다. 주요 내역 항목의 단가는 단가 산정 기준 DB에 저장되어 있는 기준에 따라 설정하고 수량에 적용하여 주요항목 공사비를 산출한다. 이 주요항목 공사비에 기타항목 공사비의 비율을 적용하게 되면 구하

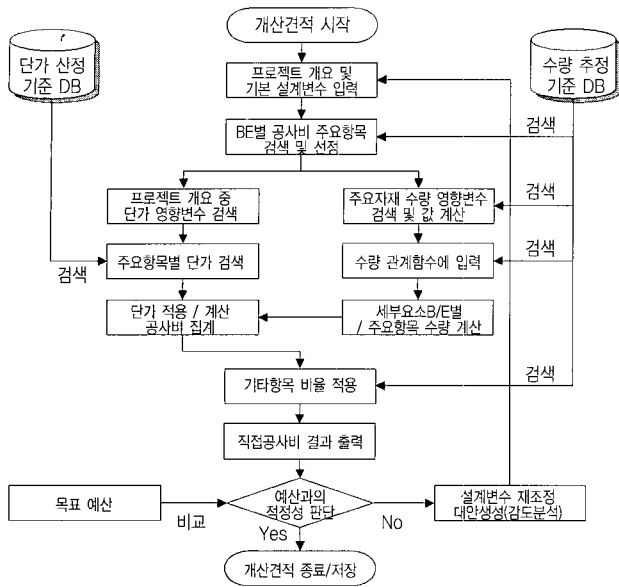


그림 8. 제안 모델의 개산견적(연산) 프로세스

공간의 형태와 구조방식도 다르게 적용된다.

이러한 건물 구조체의 분류에 따라 골조의 각 세부요소를 구축하기 위해 소요되는 공사비의 분류와 구성을 정리하면 다음 그림 9와 같다. 이 골조 공사비는 철근콘크리트 구조의 주상복합건물의 경우, 기존의 공중별 분류에 해당하는 철근콘크리트 공사비와 동일하다.



그림 9. 골조의 공사비 분류(주상복합건물 경우)

(2) 실적 프로젝트 데이터의 특성

고자 하는 BE의 직접공사비가 산출된다.

이러한 견적(연산) 과정을 거쳐 출력된 BE별 직접공사비가 목표하거나 예상하였던 목표 예산과 차이가 발생하게 되면 앞의 그림 8에서와 같이 영향변수인 설계변수를 재조정하여 이에 따른 수량변화에 의한 공사비 변화를 살펴보는 민감도 분석과 대안 분석 등을 실시할 수 있다.

프로토타입을 구현하기 위해 실적 프로젝트의 데이터를 수집하였다. 본 연구에서 제시하는 개산견적 모델은 기본적으로 BE별 분류체계를 따르고 있으므로 실적 데이터도 이러한 분류체계에 의한 자료이거나 아니면 최소한 층별로 구분된 자원의 수량

표 3. 실적 주상복합 프로젝트들의 기본개요

4. 개산견적 프로토타입 구축

4.1 실적 데이터 분석 개요

(1) 프로토타입의 범위

제안된 개념모델을 프로토타입으로 구현하기 위해, 빌딩공사 중 주상복합 프로젝트의 건축공사비를 대상으로 하여 BE별 건축공사비 중에서 상대적으로 큰 비중을 차지하고 있는 건물의 골조(structure/shell)에 대한 공사비를 추정하는 개산견적 프로토타입을 개발하고자 한다.

BE의 주요구성요소인 골조의 지하부분은 다시 기초부와 지하부로 나누어 추정하는 것이 편리하다. 지상 골조는 저층부분을 상업시설 공간으로 구성하고, 그 위의 기준층에는 주거시설로 구성하는 것이 보편적이다. 저층 상업공간은 넓고 높은 공간을 요구하므로 층고도 높고 구조도 RC 라멘(reinforced concrete rahmen) 구조를 택하는 것이 일반적이며, 그 위의 기준층 주거공간은 주거공간에 필요한 최소의 층고로 동일하게 반복되며 RC 벽식 구조를 취하는 것이 일반적이다. 이처럼 용도에 따라

프로젝트 구분	용도	공기	착공 연월	지하 구조	지상 구조	기준 층고	총 연면적	대지면적	세대 수	평균 평형	지상 층수	지상/지하	분석 적용 부분
P01	A+OT+근생	33	2001/01~2004/09	RC라멘	RC벽식저층철골	2.80	29,955	2,448	258	17	1	21/6	F, Sb, Tp
P02	OT+근생	25	2002/05~2004/05	RC라멘	RC벽식	2.90	21,888	2,127	210	23	1	15/3	F, Sb, Lw, Tp
P03	OT+근생	30	2002/05~2004/10	RC라멘	RC벽식	2.90	28,939	1,937	527	11	1	20/6	F, Sb, Lw, Tp
P04	A+O+근생	32	2002/05~2004/12	RC라멘	RC벽식	2.90	59,601	6,393	222	47	1	25/4	F, Sb
P05	OT+근생	23	2002/07~2004/06	RC라멘	RC벽식	2.90	34,288	5,903	325	14	1	8/4	F, Sb, Lw, Tp
P06	OT	26	2002/08~2004/09	RC라멘	RC벽식	2.85	17,919	1,672	123	33	1	15/4	F, Sb, Lw, Tp
P07	A+근생	31	2002/01~2004/07	RC라멘	RC벽식	2.60	23,124	5,455	154	30	1	21/3	Sb
P08	OT+근생	37	2000/02~2004/02	RC라멘	RC벽식	3.00	64,987	5,975	220	51	2	37/5	F, Sb, Lw, Tp
P09	A+근생	27	2001/03~2003/04	RC라멘	RC벽식	2.70	29,483	3,290	293	17	1	14/4	Sb, Lw, Tp
P10	OT+근생	32	2002/05~2004/12	RC라멘	RC벽식	2.80	44,365	3,740	628	16	1	27/3	F, Sb, Lw, Tp
P11	OT+근생	29	2002/06~2004/10	RC라멘	RC벽식	3.40	31,590	2,238	408	12	1	15/6	F, Sb, Lw, Tp
P12	OT+O+근생	28	2001/01~2004/09	RC라멘	SRC라멘	3.50	47,509	2,930	476	18	1	23/7	Sb
P13	OT+O	40	2002/02~2004/04	RC라멘	RC라멘와이드탑	3.30	186,906	14,044	1,080	29	2	39/5	Sb, Lw, Tp
P14	OT+O+근생	24	2003/03~2005/02	RC라멘	RC라멘SPS골법	3.90	16,472	1,411	208	15	1	15/4	F, Tp
P15	OT+근생	33	2003/05~2006/01	RC라멘	RC라멘	3.80	47,792	4,041	576	15	1	19/6	F, Sb, Lw, Tp
P16	A+OT+근생	40	2003/12~2007/04	RC라멘	RC벽식	2.80	28,563	3,978	102	56	1	32/3	F, Sb, Lw, Tp
P17	A+OT+근생	40	2003/12~2007/04	RC라멘	RC벽식	2.80	49,934	6,286	212	38	3	29/3	Sb, Tp
P18	OT	24	2002/12~2004/11	RC라멘	RC벽식	2.78	18,415	3,494	216	21	4	15/1	Sb
P19	A+OT+근생	46	2003/03~2006/11	RC라멘	RC벽식	3.10	64,824	6,665	266	71	2	40/4	Sb
P20	OT+근생	25	2003/10~2005/10	RC라멘	RC벽식	2.80	15,839	4,265	162	23	2	15/1	F, Sb, Lw
P21	OT+근생	25	2001/01~2004/09	RC라멘	RC벽식	2.80	17,866	4,195	178	23	2	15/2	Sb, Lw
P22	OT+근생	25	2001/01~2004/09	RC라멘	RC벽식	2.80	19,949	4,803	217	23	2	15/1	Sb, Lw

참고: A=아파트, OT=오피스텔, O=오피스, 근생=근린생활, F=기초골조, Sb=지하골조, Lw=지상저층골조, Tp=지상기준층골조

정보를 가지고 있어야 한다. 그래서 국내 건설 대기업 A사와 B사에서 최근 수년 내에 착공된 22개 주상복합 프로젝트의 원가 데이터, 특히 골조공사 수량 데이터를 보유하고 있어 실시설계가 완성된 후의 실제 공사수행을 위한 실행예산의 데이터를 수집하였다. 각 실적 프로젝트의 공사비 데이터와 함께 실시설계도면도 함께 입수하였다. 프로젝트의 주요 개요는 표 3과 같다.

(3) 공사비 주요항목 및 비율 산정

본 연구에서 사용된 실적 프로젝트들 중에서 철근콘크리트 구조로 되어 있으며 골조공사비 내역의 확보가 가능한 9개 프로젝트의 골조공사비 내역을 분석하였다. 먼저 실행예산 내역을 분석하여 주요(내역)항목과 기타(내역)항목⁵⁾을 구분하여 정리하면 다음 표 3과 같다.

표 4. 골조공사비 내역항목의 구성

구분	내역 항목	공사비 구성비율	비고
주요항목	주요자재 항목 (직접 추정)	콘크리트(자재) 철근(자재) 거푸집설치(자재+노무)	97.5%
	간접계산항목	콘크리트타설(할증제외) 철근가공/조립(할증제외)	
기타항목 (요율 적용)	거푸집정리/소운반, 현장청소 및 정리비, 단열재 타설부착, 지수관, 와이이어메쉬깔기, 가스압접, 철근이음 등등	2.5%	자재비/노무비/경비

골조공사비의 주요자재항목은 레미콘, 철근, 거푸집의 3가지 항목이다. 간접적으로 자동계산에 의해 산출이 가능한 간접계산 항목의 수량은 3가지 주요자재항목의 수량에서 자재의 손실을 감안한 할증을 제외한 정미수량으로 구해진다. 레미콘과 철근은 자재비와 노무비가 분리되어 계산되고, 거푸집은 자재비와 노무비가 함께 포함되어 계산되는 항목이다. 주요항목이 차지하는 비율이 약 97.5% 이고 기타항목은 2.5%로 분석되었다. 결국 골조공사비는 3가지 주요 자재 항목의 수량을 예측할 수 있으면 전체 골조공사비를 계산에 의해 산정할 수 있음을 알 수 있다.

4.2 주요항목 수량 분석

(1) 기초 골조 수량 분석 및 관계함수

5) 철근콘크리트 공사의 기타항목 중에서 강관동바리 항목은 회사에 따라서 철근콘크리트 공사에 포함하기도 하고 가설공사에 포함하기도 한다. 본 연구에서는 가설공사에 포함되는 것으로 가정하고 항목에서 제외하였다. 층바닥면적과 층고만 알면 체적으로 쉽게 구할 수 있는 항목이다.

도심지에서 지하구조물이 지하 3~4층(약 12m) 이상 아래로 내려가는 주상복합건물의 기초는 대부분 매트 기초의 형태이다. 실적 프로젝트 개요의 설계 정보 중에서 기초 골조의 주요 자재 항목 수량에 영향을 주는 주요변수를 분석하기 위해 상관 분석을 실시하였다. 상관분석 결과, 대부분의 설계변수와 기초두께의 상관관계 계수⁶⁾가 ±0.5 이하로 나타나 큰 영향을 미치는 변수를 파악하기는 어려웠다. 철근수량의 산출기준이 되는 콘크리트 단위체적당 철근량도 특별한 영향변수를 파악하기 어렵다. 따라서 기초두께는 지질조사서가 없는 경우에는 기초두께의 평균값인 1.4m를 적용하기로 한다. 만약 지질조사서가 확보된다면 구조계산에 의해 기초를 설계하고 수량을 산출할 수 있을 것이다. 또한 기초 콘크리트 단위체적당 철근량도 실적의 평균값인 0.086 ton/m³을 적용하기로 한다.

이를 바탕으로 지하 기초 골조의 주요 자재항목 수량의 산출식을 다음 식 (1), (2), (3)과 같이 정의한다.

$$Q_{Con-f} = A_f \times T_f \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_{Re-f} = Q_{Con-f} \times UQ_{Re/Con-f} \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_{Fo-f} = P_f \times T_f \dots\dots\dots (3)$$

여기서,
 Q_{Con-f} : 지하 기초 콘크리트 수량(m³)
 Q_{Re-f} : 지하 기초 철근 수량(ton)
 Q_{Fo-f} : 지하 기초 거푸집 수량(m²)
 A_f : 기초 면적(m²) ← 기본설계 개요
 P_f : 지하 기초 둘레 길이(m) ← 기본설계 개요
 T_f : 기초 두께(m) ← 1.4m(지정값)
 $UQ_{Re/Con-f}$: 기초 콘크리트 체적당 철근 수량 (ton/m³) ← 0.086 ton/m³(지정값)

(2) 지하 골조 수량 분석 및 관계함수

일반적으로 기존 연구 등에서 알려진 단위면적당 골조수량에 영향을 미치는 설계변수로는 층고, 외벽두께, 코어면적, 기둥의 크기 및 간격, 슬라브 두께, 형상계수 등을 들 수 있다. 하지만 본 연구는 기본설계단계의 개산전적을 범위로 하므로 외벽두께, 기둥의 크기 및 간격, 슬라브 두께 등의 상세 설계 요소에 대해서는 파악하기 어렵다. 건물의 대표적인 형상계수로는 벽바닥비(wall to floor ratio)가 있다. 이 벽바닥비는 해당공간의 전체 외벽면적을 전체 바닥면적으로 나눈 값으로 건물의 형상이 수량에 영향을 주는 정도를 잘 표현해주는 계수로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서도 이 형상계수를 영향변수의 대상에 포함하였다.

6) 상관계수는 +1에서 -1까지의 범위를 가지며 +1에 가까우면 강한 양의 상관관계(선형관계)가, -1에 가까우면 강한 음의 상관관계가 있는 것으로 판단한다.

일반적으로 철근콘크리트 구조의 건물의 골조 수량은 콘크리트 수량을 먼저 추정하고 철근과 거푸집 수량은 이에 대한 비율로 쉽게 약산할 수 있는 것으로 알려져 있다. 콘크리트의 수량이 많아지면 철근량과 거푸집량이 비례하여 증가할 것이라는 것은 직관적으로도 알 수 있고 통계적 분석 결과로도 널리 알려져 있다. 그러나 본 연구에서는 건물의 골조를 형상과 구조 특성별로 4개의 세부요소로 나누었기 때문에 건물 전체에 대한 일반적인 통계치를 적용하기에는 무리가 있다고 판단하여 다른 영향변수를 찾아보았다.

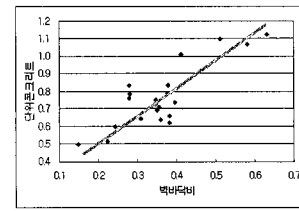
이처럼 기본설계 단계에서 파악될 수 있는 설계정보들 중에서 주요 수량 영향변수를 도출하기 위해 단위면적당 자재 수량과 설계 변수들 간의 상관분석을 실시하였다. 표 5의 상관관계 분석 결과, 추정하고자하는 값인 지하 단위면적당 콘크리트, 철근, 거푸집의 수량은 형상계수인 벽바닥비와 0.8 이상의 강한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 철근과 거푸집 수량은 일반적으로 알려진 바와 같이 콘크리트 수량과 상관관계가 큰 것으로 나타났지만, 벽바닥비와 더 큰 상관관계가 있는 것으로 나타나 벽바닥비를 영향변수로 선택하는 것이 적합하다고 판단하였다. 이러한 상관관계를 산점도를 통해서 파악해 보면 다음 그림 10과 같다.

표 5. 지하 골조 수량 영향변수의 상관분석 결과

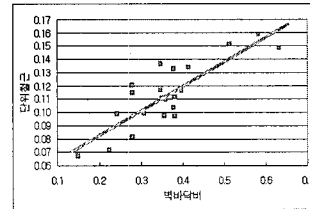
	지상층수	지하층수	지하연면적 m ²	지하층고 m	벽/바닥 비율 (면적비)	코어 비율 (면적비)	콘크리트 트량도 kg/cm ²	콘크리트		철근		거푸집	
								지하면적당 자재수량 (m ³ /m ²)	지하면적당 자재수량 (ton/m ²)	콘크리트 트량도 (m ³ /m ²)	지하면적당 콘크리트 수량 (m ³ /m ²)	지하면적당 콘크리트 수량 (m ³ /m ²)	지하면적당 콘크리트 수량 (m ³ /m ²)
지상층수	1.00												
지하층수	0.22	1.00											
지하연면적	m ²	0.62	0.48	1.00									
지하층고	m	-0.50	-0.33	-0.41	1.00								
벽/바닥 비율 (면적비)		-0.54	0.03	-0.63	0.49	1.00							
코어 비율 (면적비)		0.37	0.25	0.23	-0.17	-0.17	1.00						
콘크리트 트량도	kg/cm ²	0.54	0.41	0.83	-0.44	-0.57	0.62	1.00					
콘크리트 지하면적당 자재수량 (m ³ /m ²)		-0.40	0.16	-0.45	0.29	0.84	0.03	-0.35	1.00				
콘크리트 지하면적당 자재수량 (ton/m ²)		-0.53	0.03	-0.62	0.34	0.83	-0.22	-0.57	0.83	1.00			
콘크리트 트량도 (m ³ /m ²)		-0.21	-0.23	-0.29	0.13	-0.03	-0.40	-0.36	-0.32	0.26	1.00		
콘크리트 지하면적당 자재수량 (m ³ /m ²)		-0.74	-0.30	-0.73	0.53	0.82	-0.28	-0.69	0.71	0.74	0.05	1.00	
콘크리트 지하면적당 자재수량 (m ³ /m ²)		-0.19	-0.53	-0.13	0.18	-0.31	-0.34	-0.25	-0.66	-0.39	0.50	0.06	1.00

상관분석을 통해 선택된 영향변수인 벽바닥비와 지하연면적당 콘크리트, 철근, 거푸집의 수량과의 관계함수를 도출하기 위해 대표적인 모수추정 방법의 하나인 회귀분석을 활용하여 관계함수를 도출하기로 한다. 앞의 그림 9의 산점도에 나타난 바와 같이 종속변수와 독립변수간의 관계가 선형을 보이고 있음을 알 수 있고, 선형관계를 적합 시키기에 편리한 단순선형회귀모형으로 가정하여 함수관계를 파악하는 것이 적합하다고 판단하였다.

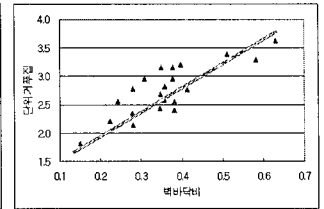
회귀분석을 통해 도출된 직선회귀식은 다음 식 (4), (5), (6) 과



(a) 벽바닥비와 단위콘크리트 수량



(b) 벽바닥비와 단위철근 수량



(c) 벽바닥비와 단위거푸집 수량

그림 10. 벽바닥비에 따른 지하 골조 단위수량 산점도

같다. 도출된 3개의 회귀직선식이 유의확률⁷⁾ 0.01 이하로 모두 유의한 것으로 판단되었고 회귀식의 설명력을 보여주는 결정계수(R²)도 약 0.7 정도로 전체의 변동을 잘 설명하고 있는 것으로 판단된다.

$$UQ_{Con-sb} = 1.3249 \cdot WFR_{sb} + 0.2891 \quad (R^2 = 0.7006) \quad \dots \dots \dots (4)$$

$$UQ_{Re-sb} = 0.1818 \cdot WFR_{sb} + 0.0478 \quad (R^2 = 0.6917) \quad \dots \dots \dots (5)$$

$$UQ_{Fo-sb} = 3.3168 \cdot WFR_{sb} + 1.5579 \quad (R^2 = 0.6719) \quad \dots \dots \dots (6)$$

여기서,
 UQ_{Con-sb} : 지하 면적당 콘크리트 수량(m³/m²)
 UQ_{Re-sb} : 지하 면적당 철근 수량(ton/m²)
 UQ_{Fo-sb} : 지하 면적당 거푸집 수량(m²/m²)
 WFR_{sb} : 지하 벽바닥비(지하 전체 벽면적에 대한 바닥면적비) ←기본설계 개요

(3) 지상저층 골조 수량 분석 및 관계함수

대부분의 주상복합건물에서는 지상의 저층부인 상업부분과 기준층부인 주거부분 사이의 구조적인 변화를 수용할 수 있는 트랜스퍼 거더(transfer girder) 부분을 두게 되는데, 본 연구에서는 이 트랜스퍼 거더의 골조 수량을 지상 저층부 골조 수량에 포함하여 분석하였다. 표 3에서 지상부 일부 또는 전체가 철골 철근콘크리트(SRC) 구조로 된 몇 개의 프로젝트는 제외하였다.

상관분석 결과, 지상저층 골조 수량도 지하층과 유사하게 형

7) 회귀식의 검증에 위한 분산분석 결과에서 유의확률(유의한 F값)이 유의 수준(α) 0.01 이하면 도출된 회귀식이 극히 유의하다고 판단하고, 0.05~0.1 이하면 유의하다고 판단한다.

상계수인 벽바닥비와 0.85 이상의 강한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 상관관계를 산점도를 통해서 파악해 보면 다음 그림 11과 같다.

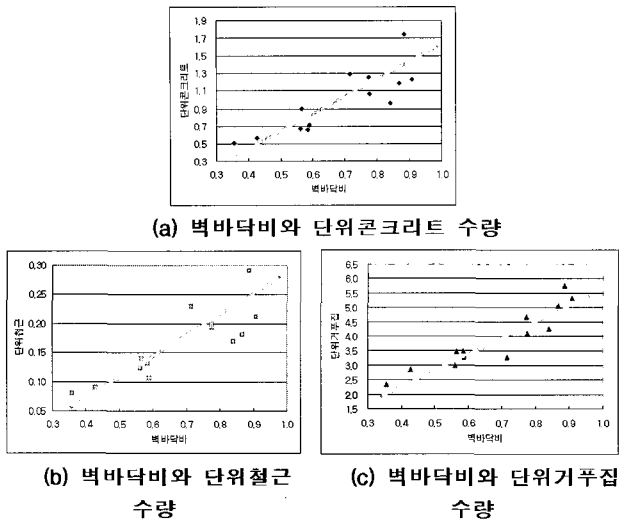


그림 11. 벽바닥비에 따른 지상저층 골조 단위수량 산점도

이 산점도를 바탕으로 지하층에서와 동일하게 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석을 통해 도출된 직선회귀식은 다음 식 (7), (8), (9) 와 같다. 도출된 3개의 회귀직선이 모두 유의한 것으로 판단되었고 회귀식의 설명력을 보여주는 결정계수(R²)도 0.7 이상으로 전체의 변동을 잘 설명하고 있는 것으로 판단된다.

$$UQ_{Con-sp-lw} = 1.6872 \cdot WFR_{sp-lw} - 0.1650 \quad (R^2 = 0.7157) \quad \dots \dots \dots (7)$$

$$UQ_{Re-sp-lw} = 0.2849 \cdot WFR_{sp-lw} - 0.0284 \quad (R^2 = 0.7163) \quad \dots \dots \dots (8)$$

$$UQ_{Fo-sp-lw} = 5.3426 \cdot WFR_{sp-lw} + 0.2844 \quad (R^2 = 0.8483) \quad \dots \dots \dots (9)$$

여기서,

- UQ_{Con-sp-lw} : 지상저층 면적당 콘크리트수량(m³/m²)
- UQ_{Re-sp-lw} : 지상저층 면적당 철근 수량(ton/m²)
- UQ_{Fo-sp-lw} : 지상저층 면적당 거푸집 수량(m²/m²)
- WFR_{sp-lw} : 지상저층 벽바닥비(지상저층 전체 벽면 적에 대한 바닥면적비) ← 기본설계 개요

(4) 지상기준층 골조 수량 분석 및 관계함수

지상기준층 골조 수량 분석을 위한 실적 프로젝트는 지상부가 철골철근콘크리트(SRC) 구조이거나 여러 개의 동으로 구성되어 일반 아파트의 형태를 띠는 몇 개의 프로젝트는 제외되었다.

지상 기준층 주거부 연면적당 골조의 자재 수량에 영향을 미칠 수 있다고 예상되는 영향변수들을 도출하기 위한 상관분석 결과, 지하층 및 지상 저층과 유사하여 형상계수인 벽바닥비와 0.85 이

상의 강한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 상관관계를 산점도를 통해서 파악해 보면 다음 그림 12와 같다.

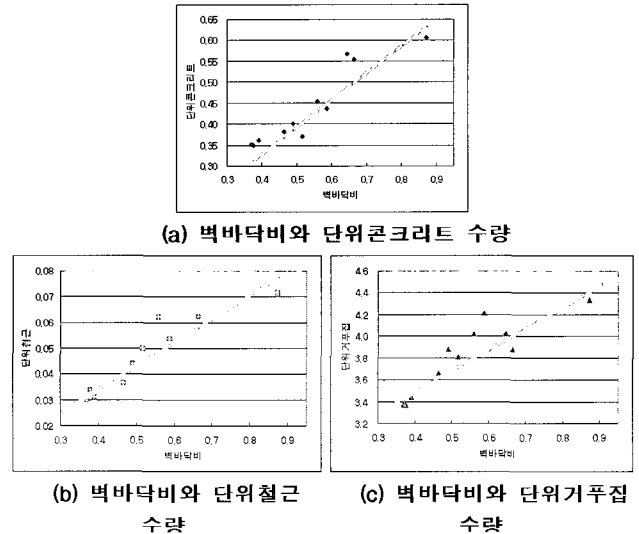


그림 12. 벽바닥비에 따른 지상기준층 골조 단위수량 산점도(RC 벽식)

이 산점도를 바탕으로 지하층 및 지상 저층에서와 동일하게 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석을 통해 도출된 직선회귀식은 다음 식 (10), (11), (12)와 같다. 도출된 3개의 회귀직선이 모두 유의한 것으로 판단되었고 회귀식의 설명력을 보여주는 결정계수(R²)도 0.7 이상으로 전체의 변동을 잘 설명하고 있다.

$$UQ_{Con-sp-tp} = 0.5855 \cdot WFR_{sp-tp} + 0.1234 \quad (R^2 = 0.8703) \quad \dots \dots \dots (10)$$

$$UQ_{Re-sp-tp} = 0.1005 \cdot WFR_{sp-tp} - 0.0031 \quad (R^2 = 0.7317) \quad \dots \dots \dots (11)$$

$$UQ_{Fo-sp-tp} = 1.9376 \cdot WFR_{sp-tp} + 2.7750 \quad (R^2 = 0.7817) \quad \dots \dots \dots (12)$$

여기서,

- UQ_{Con-sp-tp} : 지상기준층 면적당 콘크리트수량(m³/m²)
- UQ_{Re-sp-tp} : 지상기준층 면적당 철근 수량(ton/m²)
- UQ_{Fo-sp-tp} : 지상기준층 면적당 거푸집 수량(m²/m²)
- WFR_{sp-tp} : 지상기준층 벽바닥비(지상기준층 전체 벽 면적에 대한 바닥면적비) ← 기본설계 개요

4.3 주요자재항목 단가 분석 및 기준

전체 골조공사비를 예측하기 위해서는 주요자재 항목의 수량에 따른 노무 수량과 자재 및 노무 단가를 산정하여야 한다. 골조공사비는 이 수량과 단가의 곱으로 산출되기 때문이다. 따라서 본 절에서는 주요자재 항목의 단가와 주요자재 항목을 시공하기 위한 작업의 노무 단가를 실적 프로젝트에 대한 분석과 건설회사에서 실제 적용 중인 기준 등을 조사하였다.

이를 종합해보면 결국 골조공사비의 5개의 주요 내역항목의

단가는 실적 프로젝트의 데이터를 직접 분석하는 것보다는 각 회사의 실제 적용 기준을 조사하여 설정하는 것이 용이할 것으로 판단된다. 대부분의 건설회사는 자재 공급업체나 협력업체와의 분기나 연간계약 등을 통해 실제 적용할 단가 기준을 설정하여 적용하고 있다. 골조공사비 주요내역항목 분석에서 나타난 분류를 바탕으로 단가기준 설정 방안을 정리하면 다음 표 6과 같다.

표 6. 골조공사비 주요내역항목의 단가 기준 설정 방안

구분	내역 항목	수량	단가	비고	
주요 항목	주요 자재항목	콘크리트 (자재)	함수관계로 도출	규격별, 지역별 기준/연간계약	실적용 기준
		철근 (자재)	함수관계로 도출	규격별, 지역별 기준/연간계약	실적용 기준
	거푸집 (자재+노무)	함수관계로 도출	종류별 구분 (일반/합벽/유로폼.)	실적용 기준	
	간접계산항목	콘크리트타설 (노무)	자재의 99% (할증고려)	초고층 구분	실적용 기준
철근가공/조립 (노무)		자재의 97.1% (할증고려)	공장가공/현장조립 현장가공/현장조립	실적용 기준	

4.4 프로토타입 구축

(1) 프로토타입의 시스템 구조

앞에서 정의한 개선전적 모델의 구성을 기본으로 하고 골조 공사의 수량 추정 관계 함수식 및 단가 산정 기준 등을 반영하여 그림13과 같은 프로토타입의 시스템 구조를 정의하였다.

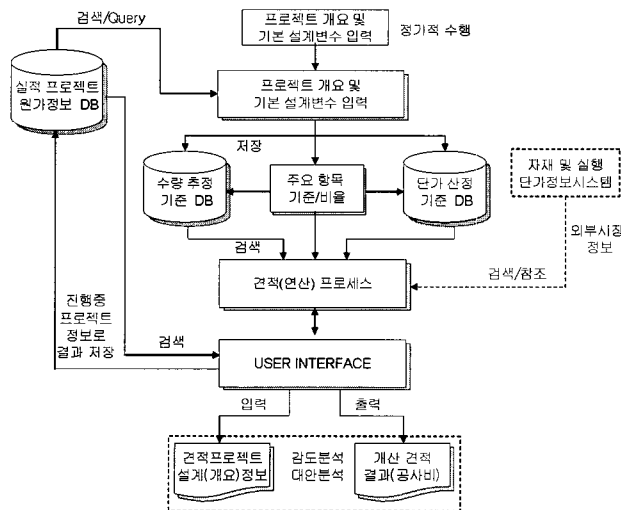


그림 13. 프로토타입의 시스템 구조

(2) 프로토타입의 구현

프로토타입은 제안 개선전적 모델의 유용도와 핵심기능인 견적(프로젝트 정보 입력 및 연산) 부분과 정보 검색 부분을 동일

한 창(window)에서 일괄적으로 수행할 수 있도록 구성하였다. 프로토타입은 Microsoft Visual Basic과 Access로 프로그래밍 되었다.

프로젝트 정보 창은 다음 그림 14와 같이 다시 프로젝트를 종합적으로 판단하고 비교, 분석할 때 필수적인 정보로 구성된 프로젝트 기본 개요 입력 창과 BE별 공사비에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 주요 영향변수들의 세부 정보를 입력하는 상세 BE 정보 입력 창으로 구분되어 있다.

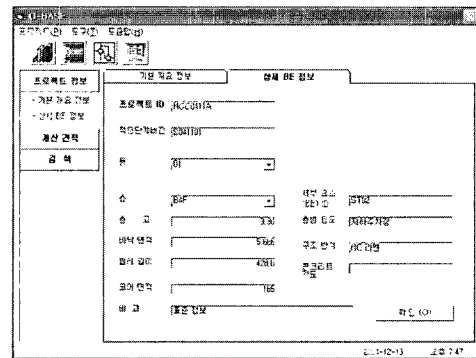


그림 14. 프로젝트 정보 입력 화면

그림 15는 개선전적 수행 부분을 보여준다. 입력된 설계정보에 따라 영향변수들의 값이 정해지면 수량추정 기준 DB에서 수량 추정 관계함수를 불러와 세부요소별 주요항목의 수량을 계산하고 단가 기준 DB에서 각 주요항목의 단가를 검색하여 적용하면 각 세부요소 BE별 공사비가 산출된다. 그림16은 견적 결과의 출력 화면을 보여준다.

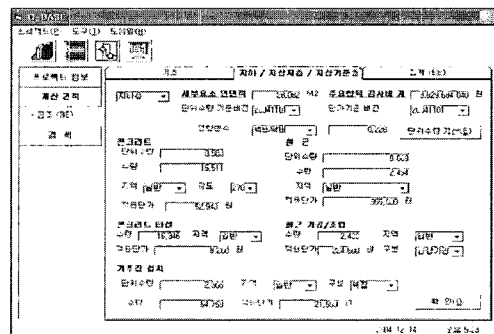


그림 15. 개선전적 수행 화면

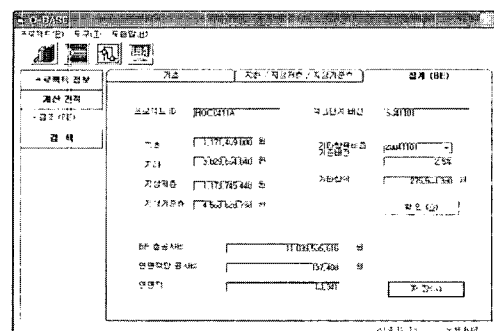


그림 16. 개선전적 결과 출력 화면

프로젝트 견적 결과 검색 부분에서는 제안 모델의 주요 활용 방안인 다양한 입력 조건의 변화에 따라 수행된 개선견적 결과들을 상호 비교하여 대안분석과 민감도분석의 결과를 확인해 볼 수 있다(그림 17). 다양한 조건들은 적용단계 버전 정보에서 견적이 수행된 프로젝트의 단계와 시점을 알 수 있으며 동일시점이라도 입력조건이 달라짐에 따라 버전이 구분될 수 있도록 정의되어 있다. 이를 통해 제안 모델의 주요 활용방안인 시장 및 설계대안 변화에 따른 민감도분석을 보다 빠르고 용이하게 시뮬레이션할 수 있다.

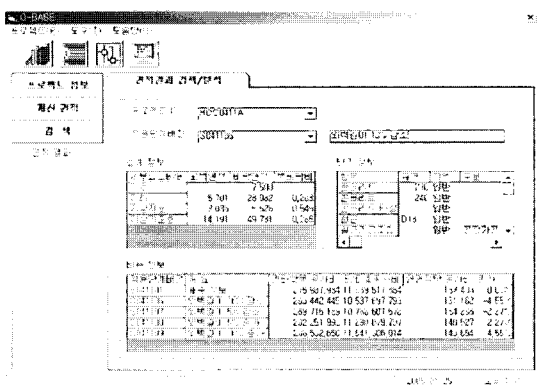


그림 17. 프로젝트 견적결과 검색화면

(3) 프로토타입의 활용 대상 및 방안

본 프로토타입의 적용 대상은 도심지 주상복합건물의 골조공사비에 한정되어 있다. 주상복합건물은 다양한 용도의 공간들로 구성되며, 공간의 필요성에 따라 골조의 구조방식도 조금씩 달라진다. 따라서 본 프로토타입은 이러한 특성을 잘 반영하여 견적이 수행될 수 있도록 설계되었다. 이러한 개념은 다른 BE에 대한 개선견적에서도 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

제안된 프로토타입을 활용하기 위해서는 기존의 공종별 공사비 분류체계에 BE별 또는 층별 자원의 수량 분류를 추가해야 한다. 이는 상세설계에 따른 소요 자원 수량산출 과정이 공간 개념에 따라 BE와 부위별로 수행되므로 이 과정에서 분류코드 정도만 추가해 준다면 쉽게 연계될 수 있을 것이다. 이러한 BE 또는 층별 수량 분개 자료는 건설공사 자재 조달 및 관리와 공정관리에서 효과적으로 활용될 수 있다.

또한, 프로토타입의 전산화를 통해 제안 모델의 장점인 대안 분석, 민감도 분석 등의 시뮬레이션 기능을 훨씬 빠르고 용이하게 구현할 수 있게 한다. 제안 모델이 수량과 단가를 구분하여 영향변수에 따라 수량을 추정하고 단가를 산정하여 두 값을 곱하여 공사비를 산출하는 견적 방법을 적용하고 있기 때문에 영향변수의 값을 조정하여 단계별로 입력해 봄으로써 대안분석 또는 민감도분석 등의 시뮬레이션이 가능하다. 이를 통해 설계와

원가 관련 의사결정 지원과 리스크 대응에 효과적으로 활용될 수 있을 것이다. 결국 프로토타입은 제안 모델의 장점들을 실제적으로 구현해 줌으로써 제안 모델이 기존 모델을 개선할 수 있음을 증명하는데 있어 중요한 역할을 할 것이다.

5. 결론

기존의 개선견적 방법과 모델들은 견적의 정밀성, 연계성, 유연성이 부족한 것으로 분석되었고 이런 문제의 근본적인 원인은 공사비 예측이 합성가격의 공종별 집계금액 기준으로 이루어지기 때문으로 분석되었다. 이를 개선하기 위해 실적 공사비 정보를 각각 수량과 단가로 분리하여 분석하고, 영향변수에 따른 주요자원의 수량을 추정하고 단가를 산정하여 이를 합산하는 접근방법을 수립하였다. 또한 기존의 공종별 공사비 분류체계에 빌딩구성요소(BE)별과 층별 수량 분류를 추가하는 개념을 정립한 수량변화 분석 기반의 개선견적 모델(Q-BASE Model, Quantity Based Active Schematic Estimating Model)을 구축하였다.

이러한 개념을 바탕으로 주상복합건물 건축공사의 BE 중에서 공사비 비중이 큰 골조공사비를 대상으로 프로토타입을 개발하였다. 실적데이터를 통해 골조공사의 수량추정 및 단가산정 기준을 도출하였기 때문에 영향변수의 변화에 따른 단계별 적용을 통해 대안분석 및 민감도 분석 등의 시뮬레이션을 할 수 있다. 이를 통해 개선견적의 정밀성을 향상 시킬 수 있고 제안 모델이 BE나 시스템의 설계 대안 변화에 따른 수량과 구성항목의 변화를 평가하여 상세견적의 연계성을 확보 할 수 있다. 또한 시장 및 설계대안의 변화에 따른 공사비 민감도를 시뮬레이션함으로써 정보가 부족한 개선견적에서 리스크에 대응(유연성)할 수 있다.

제안 모델은 건축공사 프로젝트의 기본설계 단계에서 활용될 수 있는 개선견적 방법이다. 그러나 제안 모델의 실효성과 타당성을 검증하기 위해서는 제안 모델과 기존 모델을 비교 적용한 사례 분석이 향후 연구로 수행되어야 할 것이다. 또한 제안 모델의 범용성을 충분히 입증하기 위해서는 다양한 건물 유형과 구조 방식에 대한 실적 정보의 체계적인 축적과 분석이 필요하다. 이를 통해 제안 모델을 건축공사비 개선견적 시스템으로 발전시킬 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 김기동 (1991), 우리나라 공동주택의 코스트 모델 개발에 관한 연구, 서울대 박사학위 논문.
2. 김광희·강경인 (2003), "공동주택 프로젝트의 초기 공사비

- 예측을 위한 신경망 학습에 유전자 알고리즘을 적용한 모델에 관한 연구.”대한건축학회논문집, 제19권 제10호, pp.133~142.
3. 김광희·강경인 (2004), “사례기반추론 기법을 이용한 공동주택 초기 공사비 예측에 관한 연구.”대한건축학회논문집, 제20권 제5호.
 4. 김문한 (2006), 건축생산관리학, 기문당, pp.251~253.
 5. 김용민 (1988), “공동주택의 개산견적에 관한 사례연구.”대한건축학회학술발표논문집, 제8권, 제2호, pp.745~748.
 6. 박우열·차정환·강경인 (2002), “신경망이론을 이용한 공동주택 초기사업비 예측에 관한 연구.”대한건축학회논문집, 제18권 제7호.
 7. 백승호·김선국·한충희 (1997), “시뮬레이션을 이용한 통계적 코스트 모델의 유효성 검증방법.”대한건축학회학술발표논문집, 제17권 제2호.
 8. 박현석·정영수·이영환·이복남 (1999), “실적공사비 기반의 개략견적 시스템 개발.”대한건축학회학술발표논문집, 제19권 제2호, p.939.
 9. 조지훈·김선국·신진수·한충희 (1998), “유사프로젝트에 의한 건설 사업비 산정 코스트 모델 개발.”대한건축학회학술발표논문집, 제 18권 제2호.
 10. AACE (1995), Cost Engineers' Notebook, AACE.
 11. Adeli, H. and Wu, M. (1998), “Regularization neural network for construction cost estimation.”Journal of Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 124(1), pp.18~24.
 12. Adrain, J. J. (1993), Construction Estimation, STIPES Publishing Company.
 13. Smith, N. J. (1995), Project Cost Estimating, Thomas Telford, London.
 14. Ferry, D. J. and Brandon, P. S. (1999), Cost Planning of Building, 7th ed. Blackwell Science.
 15. Gould, F. E. and Joyce, N. E. (2003), Construction Project Management, 2nd ed., Plentice-Hall.
 16. McCaffer, R. (1975), “Some analysis of the use of regression as an estimating tool.”Quantity surveyor, 32, pp.81~86.
 17. Miller, G., Todd, P., and Hedge, S. (1989), “Designing neural networks using genetic algorithms.”pp.379~384.
 18. Mckim, Robert (1993), “Neural Network Applications to Cost Engineering.”Cost Engineering, AACE, Vol.35, No.7, pp.31~35.
 19. Wason, I. (1995), “CBRefurb:Case-Based Cost Estimation, Case Based Reasoning: Prospects for Application.”IEE Colloquium on 7, Mar. 1995.
 20. Garza, Jesus M. de la and Rouhana, Khalil G. (1995), “Neural Networks Versus Parameter-based Application in Cost Estimation.”Cost Engineering, AACE, Vol.37, No.2, pp.14~18.

논문제출일: 2007.05.11

심사완료일: 2007.07.12

Abstract

The purpose of this research is to develop a conceptual model and prototype that establishes a new approach for building cost estimating in the schematic design phase. This research use the method that analyzes quantity and unit price separately to enhance schematic cost estimating through conducting literature review and analyzing existing schematic cost estimating methods. In addition, this study proposes the concept of cost breakdown structure including two more classifications: building element and floor compared to existing one only classified by trade. Thus, a Quantity Based Active Schematic cost Estimating(Q-BASE) model is developed founded on those two concepts.

By applying proposed schematic cost estimating model, historical structure cost of residential complex building project is analyzed, and then, based on this analysis, prototype is implemented.

Keywords : Building Project, Schematic Cost Estimating, Quantity Variation, Influence Variable, Building Element, Prototype