

BIM기반의 초고층 빌딩 내부 마감 개략건설적 코스트모델 개발

정수원¹ · 권순욱*

¹성균관대학교 U-City공학과

Framework of Conceptual Estimation Model for BIM based Internal Finishes of High-rise Building Project

Chung, Suwan¹, Kwon, Soonwook*

¹Department of U-City Design and Engineering, Sungkyunkwan University

Abstract : Previous studies reveal the need for a tool to cost estimation of building design in early design stages. This paper proposes an internal finishes cost model tool to address this need. The tool allows users to evaluate the functionality, economics and quality of finishes concurrently with high-rise building design. Lack of information in the early stages of the project enables a relatively accurate estimates of work to raise up. Measurements are automatically extracted from simple design information and profile driven estimates are revised in real-time. The data model uses a flexible unit rate system that can easily be extended to other estimate dimensions such as mix-use building surcharge rate estimation. The approach illustrated in this paper is applicable to BIM tool conceptual estimation that support for massing purposes other than the one chosen for this study.

Keyword : Conceptual estimation, BIM based, Cost model

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 산업은 타 산업에서 생산된 제품을 건설현장에서 조합, 조립 또는 가공하여 시설물을 구축하는 산업으로, 설계도면에는 건축가의 의도와 함께 현장시공을 위한 제품의 규격, 설치방법, 제품들의 조합과 같은 상세한 정보들이 포함되게 된다(Seeley1997). 이 중 건설프로젝트는 기획단계에서 소요예산을 책정하고, 설계 단계에서는 예산범위 내에서 효율적이고 실용적인 대안을 찾고자 하는 노력이 이루어진다. 따라서 프로젝트의 기획부터 시공 완료까지 수차례에 걸친 공사비예측 및 확인, 정산과 같은 절차가 매우 중요하며 기획에서 실시설계의 물량산출 이전단계까지 공사비 예측과 비용확인 과정의 중요성이 강조된다.

그러나 영국, 미국 등의 경우와 달리 국내의 경우 기획 및 설계단계에서 공사비 예측방법 및 관리 프로세스가 표준화 및 자동화가 수립되지 못하고 있는 실정이다.

건설프로젝트는 그 규모와 용도에 따라 지속적으로 복잡화, 대형화되고 있다. 특히 대형 복합용도 시설물의 경우

복수의 서로 다른 용도를 가진 시설물들의 고유한 조합으로서, 이러한 복합용도 시설물은 계획하고자 하는 프로젝트와 동일한 용도별 조합을 갖는 유사 프로젝트를 찾기 어려운 경우가 많다. 또한 건설 전 생애주기(Life Cycle)에 걸친 BIM의 활용에 있어 사업초기 단계에 BIM Schematic Modeling Data로 부터 개략 공사비를 추정하고 그에 대한 지속적인 협업, 의사결정 작업은 이루어지지 않고 있는 실정이다. 그 원인은 각 설계사 및 대형 건설사 자체적으로 실적공사비를 이용한 평 단가 추정 방식에서 벗어나지 못하고 있어 신뢰도 하락 및 발주처의 요구에 따른 대안평가에 취약하게 된다. 사업초기 단계에서 공사비 추정과 BIM 활용의 어려움은 설계도서의 미비가 가장 큰 원인으로, 사업초기단계에서는 매스모델링 정도의 정보만을 활용할 수가 있다. 또한 내부 인테리어 디자이너에 의한 의사결정 과정에는 과도한 시간과 노력을 요구할 뿐만 아니라, 결정된 정보가 부족한 설계초기단계에서 설계자가 고려하는 설계 대안들의 공사비 비교·분석을 통해 최적의 대안 선정에 활용하기 어려운 실정이다(김해공 et al. 2007). 특히 공동주택과 같이 정형화된 시설물에 비해 다양한 설계요소를 가진 초고층 빌딩의 경우 설계의사결정에 따라 공사비의 변동범위가 상대적으로 넓기 때문에 사업비 관리가 더욱 요구된다.

따라서 본 연구에서는 초고층 빌딩 프로젝트에서 내부 마감 공중에 대한 초기 의사결정을 용이하게 하기 위해 국내

* Corresponding author: Kwon, Soonwook, School of Civil and Architectural Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 400-746, Korea
E-mail: swkwon@skku.edu
Received December 17, 2013; revised January 16, 2014
accepted January 27, 2014

공공 발주기관과 대형 건설사 공사비 전문가와 면담조사 및 현행 공사비예측 및 관리 시스템 현황을 조사하여 초고층 빌딩 내부마감 공사비에 대한 연구를 진행하였다.

또한 국내 초고층 복합용도 프로젝트를 수행한 견적 전문가와 면담조사를 실시하여 그들의 견적 단가와 공사의 품질 표준을 도출하여 국내 실정에 적합한 공사비 예측, 코스트 모델을 제시하고자한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서의 코스트 모델링은 설계프로세스의 기획조사 및 계획설계 단계에서 활용 가능한 것으로 한정 하였다.(Fig. 1)

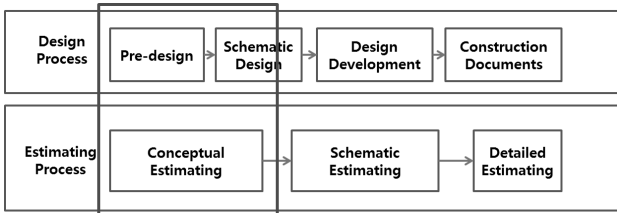


Fig. 1. Design and Estimating Process

국내 복합용도 건축 공사비 예측기술 발전을 위한 방향제시 등을 목적으로 하여, 효율적 실적 공사비 분석 및 저장, 단계별 공사비 예측 방법론, 사업 초기단계에서 장식성 공사를 제외한(F/F제외) 내부마감 공사비 도출방안을 제시하고자 다음의 절차와 방법으로 진행하였다.(Fig. 2)

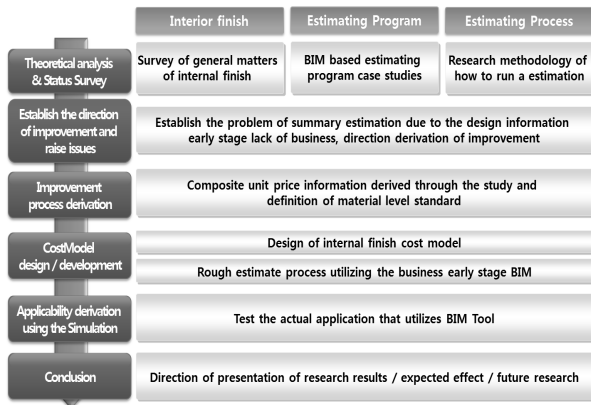


Fig. 2. Research Process

- 1) 문헌조사로 공사비 예측관련 연구를 정리, 분석하여 건설프로젝트 프로세스 및 공사비 예측 및 관리기술에 대하여 고찰한다.
- 2) 공사비 예측방법, 프로세스, 비용분석에 초점을 맞추어 국내 현황을 분석하고 문제점을 진단한다.
- 3) 전문가 면담 및 설문조사 등을 토대로 내부마감 부분 단가 및 등급을 도출한다.

- 4) 국내 건설공사 공사비 예측 및 관리 분야 발전방향을 데이터베이스 개념모델, 공사비 예측방법, BIM Tool에서의 적용 방안 중심으로 제시한다.

2. 예비적 고찰

2.1 선행연구분석

프로젝트 초기의 공사비예측에 관한 연구는 1960년대 면적당 단가에서 시작되었다. 단위기준 견적방식의 한계점은 단위면적당 단가의 정기적 업데이트가 필요하다는 것과 복잡한 설계의 프로젝트의 경우 적용 불가하다는 점이다(AACE 1999). 70년대의 통계적 방법을 이용한 회귀분석에 대한 연구는 시간의 변화에 대한 동적인 대응이 어렵고 상관관계가 매우 낮은 경우에도 선형관계가 존재하는 문제점이 있으며(김기동 et al. 1990), 1980년대 통계적인 산출과 인공지능 및 지식기반 시스템이 발전되었다. 통계적 산출 방식인 몬테카를로 시뮬레이션(MCS)의 경우 변수들 간 선형관계의 신뢰도에 관한 문제점이 있다(백승호 et al. 1997). 이후 인공신경망(Artificial Neural Network; ANN), 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm; GA)(김광희 2003, 2004), 표준 DB(박효열 et al. 2004)를 이용한 방법이 연구되었으며, 특히, 인공지능과 관련된 사례기반추론(case based reasoning, CBR)이 새롭게 대두되고 있다. 그러나 사례기반 추론(CBR)의 경우에도 새로운 유형의 문제에 대한 해결 방안 제시가 어렵다는 한계가 있다(손보식 et al. 2008).

이와 같은 기존 연구는 총공사비, 실행예산, 공사원가, 예정가격 등의 공사비 예측 중심으로, 공사비 예측의 정확도에 주된 관심을 가지고 있다. 기존 연구는 초기단계에서 도출되는 정보의 정도, 복합용도 프로젝트에서 코스트 모델의 역할을 설명하는데 한계를 보인다. 또한 프로젝트 초기 단계 정보량과 목적에 따른 공사비 예측방법의 구분과 실적데이터 분석 및 활용과 관련된 연구가 부족하였다.

2.2 코스트 모델링

모델링은 실제 상황을 가상으로 재현하는 것으로 관찰 및 측정 가능한 실제 시스템에서의 모든 행위에 대한 이해를 바탕으로 미래의 상황을 통제 및 조정이 가능하도록 표현하고 예측하기 위해 사용되는 방법이다(Brandon & Moore 1983). 코스트모델링의 목표는 미래를 정확하게 예측하는 것으로, 과거 프로젝트의 비용정보의 분석이 무엇보다 중요하고, 이를 기반으로, 추측, 가정, 보정과 같은 행위가 필요하게 된다. 건설프로젝트의 코스트 모델은 프로젝트 설계의 최적화 또는 비용예측의 정확도를 높이기 위한 모든 비용 관련 요소와 전체 비용의 범위를 제시하는 것으로 Wilson (1984)은 목적에 따라 다음의 두 가지로 분류하였다.

- 1) 설계최적화 목적 : 프로젝트의 비용효율성 추가와 생애주기비용(life cycle cost)을 고려한 비용계획이 코스트 모델의 최우선 과제로 대안과의 비교를 통하여 최적 안을 선하는 것으로 설계타입 모델(design type model)
- 2) 입찰금액 예측의 목적 : 입찰자의 투찰금액에 가장 근접한 금액을 예측하고, 시장가격 변화에 중요한 요인 및 가변적인 입찰자의 입찰금액을 대비한 예비비(contingency)를 예측하는 것으로 예측적 모델(predictive model) 본 연구에서의 코스트 모델링은 예측적 모델(predictive model)을 사용하게 된다.

2.3 내부마감 일반사항

마감공사는 일반적으로 건축공사의 최종성과물을 완성하기 위해 기초 및 구조체 공사 작업 후에 수행되는 일련의 후속공사를 의미하며 조적공사, 미장공사, 창호공사, 방수공사, 타일공사, 수장공사 등 다양한 공종이 해당한다(김영재 et al. 2003). 마감공사는 공종이 다양하고 여러 관련 공종들이 동시에 진행되며 반복적으로 진행된다는 특징이 있다. 내부마감 공사비는 전체 건축 공사비의 16~17%를 차지하며 노무비에 대한 의존도가 크다는 특징을 가진다.

내부마감 공사는 마감재 설계 및 대안 선정 시 수많은 마감재 정보가 발생 되며, 마감재 정보발생에 따른 원가 변경 관리가 안돼서 프로젝트 관리자 및 참여자들에게 원가관리 문제와 정보관리 측면의 문제점이 발생 되고 있다.(이훈구 2008)

2.4 BIM기반 견적 연구

기본설계 단계에서는 개략적인 설계 정보만 제공되므로 내역작성에 필요한 충분한 정보를 설계도면으로부터 확보하는 것이 어렵다. 이와 같은 설계정보의 부족으로 인한 문제는 BIM 기반 견적 작업에 있어서도 마찬가지로 나타난다. 오세욱 외(2001)는 CIC(Computer Integrated Construction)를 기반으로 설계와 시공의 매개체 역할을 담당하는 견적단계에서 물량 산출 및 계약단가를 산정하고 설계단계에서 생성되는 기본물량 정보를 변환하여 공정관리와 원가관리의 작업흐름을 원활히 진행하기 위한 견적자동화 시스템 구축방안을 제시하였다. 진상윤 외(2008)는 BIM 기반 견적자동화 체계구축을 위한 기반 연구로 다양한 3D CAD Modeler로부터 물량 산출을 자동화하기 위해 Modeler가 내부적으로 가지고 있는 Quantity Data Type을 추출하고, 이를 분석 및 검증할 수 있는 체계 개발하였으며, 최철호 외 (2006)는 3D 모델을 기반으로 한 상용화된 5D CAD 시스템인 Constructor의 기본개념을 살펴보고 Recipe 기반의 물량 산출모듈에 대한 시범적용을 통해 앞으로의 기대효과 및 3D CAD기반 응용시스템 연구방향을 제시하

였다. 3D CAD 기반 견적의 작업시간이 2D CAD 기반 견적에 비해 오래 걸리는 것을 해결하기 위한 방안으로 마감 부분 모델링 자동화 제시에 대한 연구(김성아, 2009), 리모델링 공사를 대상으로 BIM 적용 프레임워크와 BIM 데이터베이스를 제시, 객체의 위치변수를 설정하여 표준품셈 DB와 연계방안 제시하는 연구(이동건 2010)도 있었다. 그러나 대부분 BIM기반 물량산출 자동화 또는 BIM 기반 물량산출결과의 정확도 향상을 위한 방안 제시에 대한 연구들이며, 기본도면이 나온 이후의 개략전적 관련 연구들이 대부분이다.

사업초기 단계의 부족한 정보들을 이용하고 BIM의 3D적 특성을 활용하여 개략전적을 하는 연구로는 프로젝트 초기 단계에서 VA-Cityplanner를 사용하여 BIM 기반 개략 마감 공사비 산출 방법을 제안, 유닛 분류의 등급을 통한 비용 산출 제시하는 연구(전영진 2009)가 있었으며 중간설계단계에서 콘크리트, 거푸집 물량은 객체정보에 의하여 자동 산출하고, 철근 물량은 설계속성정보에 의한 표준 D/B의 Case를 활용하여 예측하는 연구(박영진 2011)가 있었다.

관련 해외 연구로는 Franco K.T. Cheung 외(2012)가 제안한 사업 초기단계 구글 스케치업을 활용한 단계별 비용추정 방식이 있으나 단일용도 건물을 대상으로 활용 가능한 방식이었다.

본 연구는 유닛 분류의 등급을 통한 비용 산출 연구에서 더 나아가 각 건설사별로 상이한 수준의 마감자재 등급에 대한 표준을 설정하고 견적 전문가들의 직관적 공사비 산정 Data를 설문을 통해 취합, DB로 활용하여 내부 마감 공사비를 산정하게 된다. 또한 벽, 천정, 바닥 부위 공사비의 가중치와 고층부 공사비 할증에 대한 변수를 고려한 복합단가를 BIM툴에서 가능하게 하는 코스트 모델을 제안한다.

3. 기존 내부마감 개략전적

3.1 초기단계 내부마감 공사비 예측방법

초기단계에 내부마감 공사비를 예측하는 방법으로는 전체 건축공사비용에서 마감공사의 보합을 토대로 개략공사비 산출하는 방법(박영진 2008)과 실적공사비 Data를 활용한 평 단가를 주로 활용하고 있었다. 이러한 예정가격의 산정 구조는 부위별로 상이한 내부마감공사의 특성을 전혀 반영하고 있지 못하고 있다. 따라서 건설공사의 단계별 혹은 사업 전체에 대한 구체적인 적정 공사비에 대한 개념은 국내 건설 산업에서 정립되지 못하였다. 기존 실적공사비 자료를 활용하여 실 유형 및 등급에 유사한 공사에서부터 도출하는 방법은 유사 사례가 적고 변수요인이 많은 초고층 프로젝트에 대한 견적 정확도가 낮다는 단점이 존재한다.

내부마감공사의 공사비 예측을 위해서 견적자가 고려해야

할 설계정보로는 Table 1과 같다.

Table 1. List of matters to be considered in internal finish work

Region	Affected information	Detailed regions and outputs
Floor	Areas by floor/type	The quantities of the ground and finish of the floor
Ceiling		The quantities of the ground and finish of the ceiling
Wall	Areas by type, ceiling height	Kinds and quantities of walls
Wall finish		The quantities of the ground and finish of the wall finish
		The quantities of baseboards and moldings

이러한 고려사항을 토대로 발주자의 요구사항 등급적인 요소를 고려하여 인테리어 디자이너가 내부마감 디테일을 완성하면 견적자가 마감자재별 단가를 도출해 내고 개략적인 산정이 가능하게 된다.

Table 2. Forms of internal finish composition and matters to be considered when estimating finishing materials

Part	Form of composition and finishing material	Remark
Ceiling	Ceiling structure, the degree of complication of single ceiling	Change elements -design -grade application
	Existence of lamp boxes, sizes and kinds of lamp boxes	
	Kinds of finishes	
	Existence of air bars and moldings	
Floor	Domestic / imported	Change elements -design -grade application
	Kinds of carpets	
	Kinds of piles	
Wall	Sizes and composition forms of upper molding regions	Change elements -design -grade application
	Existence of middle molding regions, upper/lower part division of wall plates	
	Kinds of major finishing materials of walls	
	Existence and kinds of panels	
	Sizes and composition forms of lower moldings	

기존 공사비 예측방식(Table 2)에서 알 수 있듯이 내부마감 디테일이 정해지지 않은 초기 사업단계에서 내부마감 공사비를 예측하는 것은 매우 어렵고 시간이 오래 걸린다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 내부마감 디자인 등급을 미리 정의하고 그에 따른 내부마감 복합단가를 적용한 등급별 내부마감 공사비 CBS(Cost Breakdown Structure)를 제안하게 된다. 단가 DB로 활용 가능하도록 용도별 등급별 3단계로 구분하여 단가정보를 사용한다. 표준 자재사양을 컨셉 이미지로 제시하여 발주자 및 인테리어 디자이너의 초기 의사결정에 도움을 주고 그보다 하위 또는 상위 등급에 대한 대안평가에도 활용 되도록 한다.

3.2 BIM Tool을 활용한 견적

BIM툴에서의 견적은 크게 3가지 방법으로 구분된다. 첫째 공간정보로부터 물량을 산출하여 물량정보를 토대로 견적을 하는 방식이 있다. 이 방식의 장점은 설계변경에 대한 유연성이 크다는 것이나 자동화가 이루어지기 힘들다. 이러한 방식의 대표적인 BIM tool은 Revit과 ArchiCAD가 있다. 두 번째 방식은 BIM의 공간모델 데이터에 실용도 및 세부 공중에 대한 사항을 레벨링, 맵핑하여 자동견적을 하는 방식이 있다(김성아 et al. 2009). 이 경우 별도의 연결된 DB 모델이 필요하게 되고 이것을 BIM tool인 Revit, ArchiCAD와 연동되어 공간정보에 속성정보와 단가DB를 입혀서 자동화를 이끌어내게 된다. 이러한 방식의 tool로는 VICO Software, MassMate, Timberline, 고려전산에서 개발한 내부마감 물량산출프로그램인 FIN 등이 있다(Fig. 3)

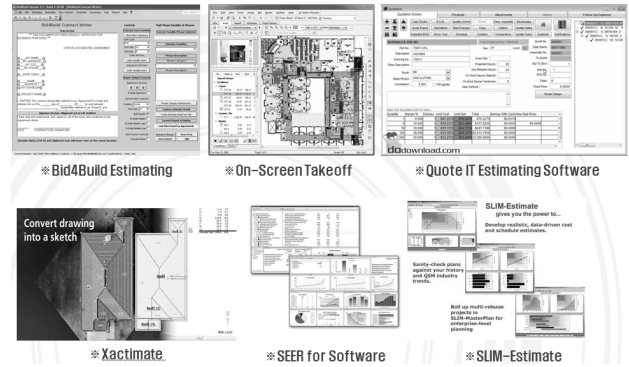


Fig. 3. Present state of preliminary estimation programs

세 번째 방식은 BIM의 방대한 라이브러리 자료를 활용하여 공간을 미리 정의하여 자동화된 견적을 수행하는 방식이 있다. 이 경우 자동화도는 가장 우수하나 자재변경, 인테리어 수준의 변경에 유동적으로 대처하지 못한다. 이러한 견적 방식은 PC부재를 주로 사용하는 독일의 경우 주로 쓰이며, BIM tool로는 ALLPLAN, MicroStation 등이 있다. 3가지 견적 Tool에서의 방식은 기본설계 수준의 기본도면이 필요하며 사업초기단계의 기본적인 Schematic Modeling 단계에서는 사용하기 어렵다는 한계점을 보인다. 따라서 본 연구에서는 초기 모델링 데이터에서 실 용도와 마감자재 등급의 레벨 수준에서 모델링 데이터에 맵핑하여 사용하는 방식을 사용하며 이와 유사한 프로그램으로는 Beck Technology사(社)에서 개발한 DProfiler가 미국에서 널리 활용되고 있었다(Fig. 4)

DProfiler에서는 상위레벨의 구성요소로 이루어진 모델을 작성하여 시각화, 공간의적정성, 원가모델링/견적, 시공순서, 에너지성능, 리스크분석 등을 포함한 제반작업을 MACRO레벨에서 가능하게 해준다. 그러나 이 프로그램에서는 BIM의 3D공간정보를 활용하지 못하고 내부마감의 경우 평 단가를 이용하여 견적하는 방식을 사용하여 기존 2D

도면을 통한 견적수행 방식과 크게 차이가 없었다. 따라서 본 연구에서는 부위별 공사비의 가중치를 고려할 수 있는 BIM기반 코스트 모델을 제안하고자 한다.

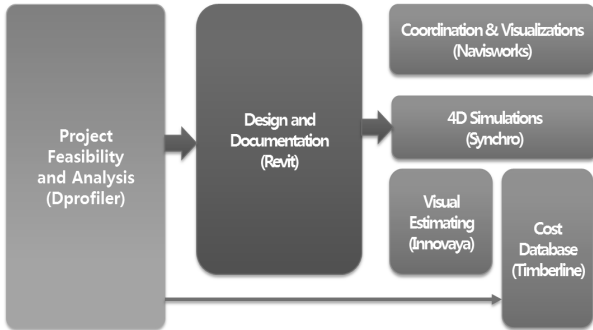


Fig. 4. Positioning of DProfiler (www.beck-technology.com)

4. 내부마감 코스트모델 개발

4.1 내부마감 복합단가 조사

BIM Tool에서 활용 가능한 Cost DB를 도출하기 위한 프로세스는 Fig. 5에서 보듯이 먼저 CBS(Cost Breakdown Structure)를 정의하게 된다. 사업초기 부족한 정보를 토대로 개략견적을 수행하기 위해 실용도 및 마감자재 등급을 영향요인으로 설정하여 CBS를 구성하였다.

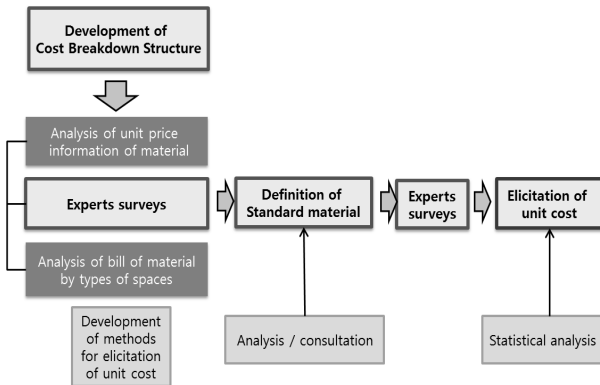


Fig. 5. Developing Process of Unit cost

본 연구에서는 복합용도건물 내의 공간 용도를 대형 건설 프로젝트에서 계획되는 다양한 실용도 중 내부마감 공사비 및 물량 비중이 가장 큰 5가지 용도인 주거, 업무, 호텔, 로비, 상업시설로 구분하여 복합단가를 조사하였다.

각각 용도건물별 과거 3개년 내의 내역서를 분석, Fig. 6과 같이 동일 자재항목을 도출하여 표준사용 자재를 정의하였다. 이는 각 건설회사 및 설계사무소 자체적으로 활용하고 있는 단가DB의 상이함과 등급수준의 차이를 최소화하여 보다 객관적인 표준등급에 대한 복합단가를 제시하고자 함

이며 대형 건설사 견적 전문가의 지문을 통해 보완되었다.

ITEM	standard	unit	material	labor	expense	total
tiling	floor.base 56mm+press5mm	M2	1,467.0	17,854.0	0.0	19,321.0
tiling	floor.base41mm+press5mm	M2	1,467.0	17,854.0	0.0	19,321.0
tiling	floor.base33mm+press5mm	M2	1,467.0	17,854.0	0.0	19,321.0
tiling	wall.base18mm+press6mm	M2	1,875.0	28,669.0	0.0	30,544.0
MDF baseboard	H100*9T, sliced veneer sheet	M	889.0	2,276.0	0.0	3,165.0
protection mortar coating	floor 18mm	M2	0.0	7,024.0	0.0	7,024.0
protection mortar coating	floor24mm	M2	0.0	7,024.0	0.0	7,024.0
protection mortar coating	wall 18mm	M2	0.0	9,557.0	0.0	9,557.0
mortar coating	floor 20mm	M2	0.0	5,738.0	0.0	5,738.0
mortar coating	floor 23mm	M2	0.0	5,738.0	0.0	5,738.0
mortar coating	floor 27mm	M2	0.0	8,221.0	0.0	8,221.0
mortar coating	floor 30mm	M2	0.0	11,081.0	0.0	11,081.0
mortar coating	inner wall 18mm	M2	0.0	15,706.0	0.0	15,706.0
mortar coating	inner wall 24mm	M2	0.0	16,695.0	0.0	16,695.0
mechanical concrete finishes		M2	46.0	4,868.0	29.0	4,943.0
concrete finishes	inner wall	M2	45.0	4,455.0	0.0	4,500.0
concrete finishes	inner ceiling	M2	54.0	5,248.0	0.0	5,302.0
concrete finishes	outer wall	M2	48.0	4,675.0	0.0	4,723.0

Fig. 6. Output of representative materials classification and specification

수차례의 지문을 통해 정립된 용도별 표준자재 사양에 대한 개략적인 추정금액을 견적 전문가에게 설문조사를 통하여 구하였다. Table 3, 4는 주거 및 업무시설 표준자재사양 목록 Sample을 나타낸다.

Table 3. Defined Standard materials List of office

Office		
Floor	mortar coating	27mm
	tile facing(VIP)	450*450*3.0mm(marble)
Ceiling	lightweight steel Ceiling frame	M-BAR
	Fireproof ceiling panel	Ascal, 6*300*600
Wall	mortar coating	Inner wall 20mm
	Water paints	Inner wall 3times
Baseboard	ceramic painting	2times
	Installing base bead	T2.0 SSSL PL

설문의 진행은 앞서 제시한 5가지 용도시설(주거, 업무, 호텔, 로비, 상업시설)에 대한 표준 마감자재 사양을 제시하고 그러한 자재로 건축공사를 수행하였을 경우 내역서/물량산출 작업을 토대로 추정 공사금액을 선택하도록 하고 그보다 상위등급, 하위등급의 경우의 가중치를 조사하였다.

대형건설사 및 설계사무소 8개사 총 24명의 견적팀 전문가에게 설문을 실시하여 각 용도별 3가지 등급의 복합단가를 도출하게 되었다. Fig. 7과 같이 등급은 표준자재사양을 B등급으로, 그보다 상위등급은 A등급, 하위등급은 C등급으로 표기하였다.

Table 4. Standard materials List of residential facilities

papering		
living room	silk wallpaper(base)	DID COLORS 5508-2
	silk wallpaper(point)	seoul DAON 2112-1
	silk wallpaper(ceiling)	seoul plane(no pattern) 303-1
kitchen	silk wallpaper(base)	DID COLORS 5508-2
	silk wallpaper(ceiling)	seoul plane(no pattern) 303-1
bedroom	silk wallpaper(base)	DID wallpaper D&D 65271-1
	silk wallpaper(point)	DID wallpaper D&D 65271-2
	silk wallpaper(ceiling)	seoul plane(no pattern) 303-1
entrance	silk wallpaper(ceiling)	seoul plane(no pattern) 303-1
carpenter work		
living room	ceiling molding	White2stair(30*12)
	lamp cover	rectangular timber 30*30*12
	lamp cover	domestic MDF 12T*1220*2440
	art wall base	rectangular timber 30*30*12
	art wall base	quasi water proof plywood 11.5T*1220*2440
	art wall flooring	dong-hwa design wall-natural 9T*210*790
bathroom	door leaf	homeCC ABS door(061,061-2)
	door handle	jung-hwa tech 2000 GR
	door frame	PVC 140mm 3
	door stud	60*12 #3 wach oak
kitchen	door frame	PVC 140mm 3
bedroom	ceiling molding	White2stair(30*12)
bedroom	ceiling molding	White2stair(30*12)
flooring work		
living room	floor	KCC gang maru GMG0402AP oak
	baseboard	baseboard 90*9 wash oak
kitchen	floor	KCC gang maru GMG0402AP oak
	baseboard	baseboard 90*9 wash oak
bedroom	floor	KCC gang maru GMG0402AP oak
bedroom	baseboard	baseboard 90*9 wash oak
bathroom		
bathroom	ceiling dome	(NMP)sound absorption flexible1.5M
		(NMP)ceiling center1300*1750
		(NMP)ceiling access hole750*900
		(NMP)ventilatorJV-201S
tiling		
living room	art wall tile	BOM crimamafil 600*600
bathroom	floor	(NMP)300*300AB948
	wall	(NMP)point tile 110*500AB vianko
kitchen	wall	(NMP) 300*600KWP9588
	wall	KPW 9588 (300*600)
entrance	floor	YR109D (600*600)

Division		Walls	Background	Finish
Room types	Grade			
Office (wall)	A	D/W 100C-STUD two layers	plaster board	Vinyl paint
	B	D/W 100C-STUD two layers	plaster board	Water paint
	C	D/W 100C-STUD two layers	plaster board	Water paint
Office (floor)	A	Cement mortar applying 30mm	Carpet Tiles	
	B	Cement mortar applying 30mm	Deluxe Tiles	
	C	Cement mortar applying 30mm	Deluxe Tiles	
Office (ceiling)	A	TH-BAR	Rockwool sound absorption Tex 15T	
	B	TH-BAR	Rockwool sound absorption Tex 15T	
	C	M-BAR	Ascaltex	

Fig. 7. Levels of materials by grade (office)

설문결과를 종합 분석해 보면 주거시설 표준단가는 약 56~74만원/m²으로 분석되었고 상위등급에 대한 할증%는 14%의 상승이, 하위등급은 9%의 공사비 하락으로 도출되었다.(Fig. 8)

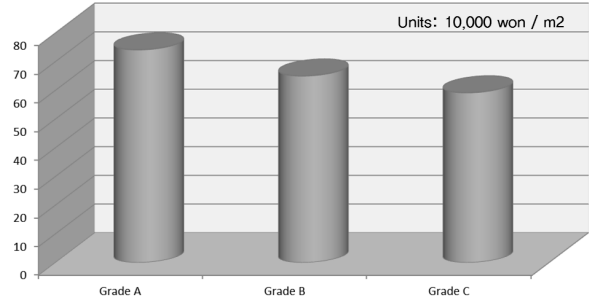


Fig. 8. Analysis of the results of the questionnaire survey (residential facility)

마찬가지로 업무시설의 경우 표준자재 공사비는 46~66만원/m², 상위등급 19%상승, 하위등급 12%하락으로 분석되었고 나머지 용도시설에 대해서도 복합단가를 도출해 낸 뒤 BIM Tool에서 활용되어질 Cost DB로서 정리하였다.(Table 5)

Table 5. Group for the preparation of price DBs

Division	Residential					Office					Hotel					Lobby					Commercial				
	Grade A	Grade B	Grade C	Remark	Grade A	Grade B	Grade C	Remark	Grade A	Grade B	Grade C	Remark	Grade A	Grade B	Grade C	Remark	Grade A	Grade B	Grade C	Remark					
	58~78	65~85	76~96	Based on statistical analysis of the survey conducted	39~59	46~66	57~		64~84	78~98	94~114		63~83	74~94	92~112		43~63	50~70	63~83						

또한 구해진 단가의 시점보정은 한국건설기술연구원 건설공사비지수를 활용하여 준공연도 기준의 내부 마감공사비를 현재 연도 기준의 금액으로 환산이 가능하게 한다.

장식성 공사(F/F) 및 수입산 마감자재에 대한 부분은 고려하지 않은 공사비로서 대형 건설사 C사의 초고층 복합용도 건물의 인테리어 예상 공사비가 하급 40~50만원/m², 중급 60~70만원/m², 상급 75~85만원/m²인 것과 비슷한 양상으로 조사되었다.

4.2 마감 부위별 공사비 예측

BIM의 3D Modeling Data 이용의 장점으로는 공간영역별 견적뿐만 아니라 2D도면에서의 단순한 평 단가를 통한 견적과는 차별화된 공간정보를 활용한 견적이 가능하다는 것이다. 내부마감의 부위별(벽, 바닥, 천정) 공사비의 비율을 구하여 천정고의 변화 및 비정형 벽체에 대한 공사비 추정 이 가능해 진다. 이를 통해 더욱 정확한 개략견적이 가능하게 된다. 예를 들어 천정고가 2.6m에서 3m로 상승하게 되면 바닥과 천정의 물량은 변동이 없으나 벽부위의 내부 마감 물량이 증가되게 된다. 이를 적용하기 위해 BIM툴을 이

용하여 기획설계 단계에서 용도별 공간정보를 구성하고 활용하는 것이 필요하다. 업무시설 표준자재 사양 도출 내역서를 토대로 부위별 공사비 비율을 구해본 결과 벽에 대한 공사비의 비율이 61%, 바닥은 18%, 천정은 21%의 양상으로 나타났다.(Fig. 9)

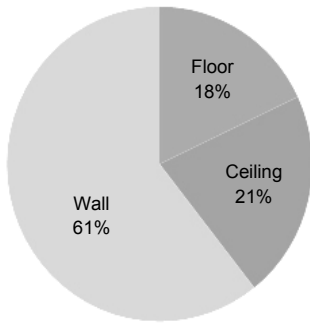


Fig. 9. Percentage of business facilities site-specific construction costs

또한 건물의 고층화에 따른 할증요소도 고려해야 할 사항이다. 초고층 할증요소는 문헌조사 및 기업내부 자료 등을 참고하여 자재 양중, 노무할증에 대한 고려를 계수화 하여 BIM tool 상에서 추가적용이 가능하도록 한다.1) 내부마감 공사의 경우 노무비에 대한 비중이 크므로 인력/자재 양중에 의한 할증사항을 고려하여 할증계수를 구한다. 양중, 인력에 대한 기본가정은 다음과 같다.

- 설치시간 상승비율 : 50~100층에 대하여 10개층 마다 5%, 100~130층에 대하여 10개층 마다 3%
- 인력/자재 인양시간 : 90m/m HOIST사용, 5인 1개 팀으로 작업인원 구성, 1일 작업가능시간 : 8*60분=480분, HOIST 대기시간:1.5분, HOIST 탑승시간:0.5분

$$MRTT1_n = \frac{2^* \sum_{i=1}^n FH_i}{HS} \Rightarrow MRTT2_n = MRTT1_n + \sum_{i=1}^n PDT_i \Rightarrow MRTT3_n = DT * MRTT2_n$$

$$MLPR_n = \frac{MRTT3_n}{WH}$$

MRTT(Material Return Trip Time)
 FH_i: The height of the n-stories (m), HS: Hoist speed (m/s), i: Stories,
 PDT_i: Hoist up to the first floor of the n-stories service time, DT: Lifting the number of day,
 WH: Working hours per day (Assumed to be 8*3600seconds.)

Fig. 10. Equation of Premium(high-rise)

위에 제시된 가정을 Fig.10의 산정식에 대입하여 층별 할증계수 그래프를 Fig. 11과 같이 구하였다. 본 연구에서 제안하는 코스트모델에 초고층 할증계수를 활용하게 된다.

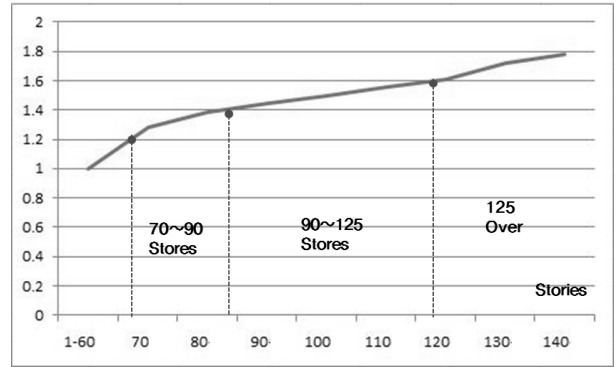


Fig. 11. Graph of Premium estimated factor

고층화에 대한 할증계수는 BIM 속성정보 부여 시 층수에 따른 변수요소를 넣음으로 이루어지나 60층 이상의 실에 대해서만 적용하도록 한다(이종산, 2011).

5. 코스트모델 적용

5.1 BIM Tool로의 적용방법

본 연구에서 제안하는 내부마감 개략견적 프로세스는 다음 fig 12와 같다.

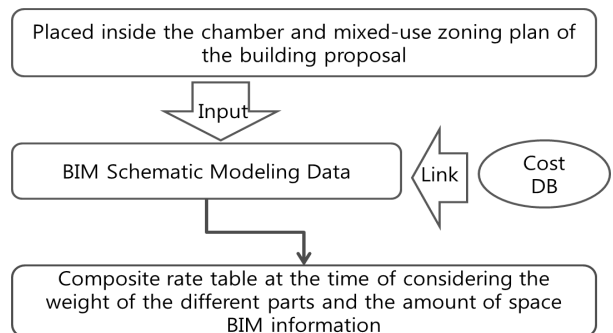


Fig. 12. Process of proposed cost model

인테리어 디자이너와 발주자가 초기 사업구상 단계에서 복합용도 건물 내부공간 활용에 대한 의사결정을 표준자재 수준을 통해 선정하게 되면 BIM Schematic Modeling 상에 내부 공간에 대한 영역을 설정하게 되고 그 속성정보 안에 복합단가 DB에서 도출된 용도별 등급별 단가를 입력하여 변수항목 중 m²당 단가를 정의한다. 그것을 토대로 벽, 바닥, 천정의 자동 계산된 면적에 부위별 가중치를 고려하여 실 용도별 내부마감 공사비를 산정하게 된다.

단순 평당 단가를 이용한 것이 아닌 계량적/요소별 단가를 이용하여 공사비를 추정하는 방식으로 평당 단가체계의 단점으로 지적된 불일치조성, 방어곤란, 생략에 따른 에러 유발, VE 저해 등을 보완하고 견적의 정확도 향상 및 견적의 일관성 향상, 단계별 비교가능, 의도하지 않은 고급화 방지가 가능하게 된다. 본 연구에서 제시한 코스트 모델을 활용

1) 참고 : "Decision support system of schematic design, cost and schedule for super tall building construction" 이종산, 2011

하면 천정고의 변동, 비정형적인 벽체가 있는 실의 내부 마감 공사비에 대해서도 정확도를 확보할 수 있게 된다.

5.2 BIM Tool을 활용하여 Test

본 연구에서 제안한 내부마감 개략전적 코스트모델을 실제 BIM Modeling Data에 활용하여 적용 가능성을 판단한다. 사용된 BIM툴로는 GraphiSoft의 ArchiCAD16을 활용하였고 업무공간에 대한 부위별 가중치 및 복잡단가를 적용하기 위하여 업무공간 Modeling Data를 디자인하여 수행하였다.(Fig. 13)

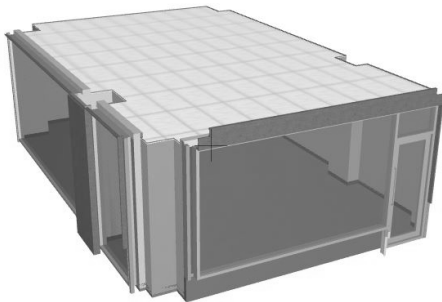


Fig. 13. Conceptual Design Modeling for testing

디자인된 모델링에 영역설정메뉴에서 영역 분류를 Cost DB가 포함된 C등급으로 부여하였다. 영역 선택화면에서 변수설정에 단위 면적당 단가가 표시되고 각 실 용도별 단가 정보를 참고하여 벽, 바닥, 천정 마감재의 면적별 가중치를 고려 개략공사비를 산정할 수 있게 된다(Fig. 14).

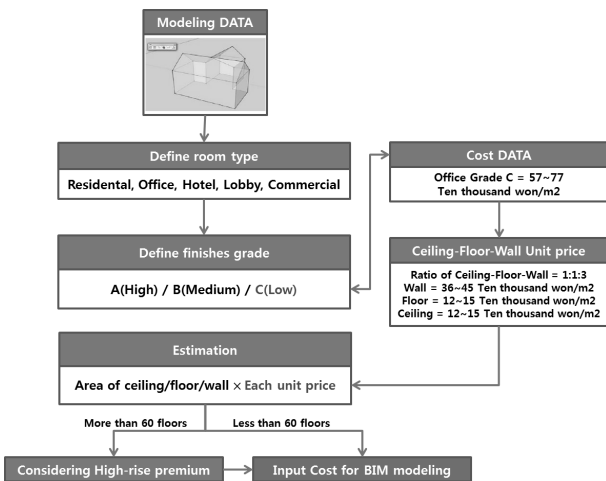


Fig. 14. Cost model using Process

대안평가 및 의사결정을 위하여 같은 실에 대하여 천정고가 2.7m에서 3.3m로 변경되었을 경우의 공사비 변동 또한 BIM기반의 모델링 데이터로 쉽고 빠르게 전적이 가능하게 된다.(Table 6)

Table 6. Evaluation of alternatives due to the change in ceiling height

Alt 1		Alt 2	
Interior Finishes	Office Grade C	Interior Finishes	Office Grade C
ceiling height	2700mm	ceiling height	3300mm
Total - cost	7,520,000 won	Total - cost	9,180,000 won

업무시설 C등급의 단가를 적용하여 Test를 실행한 결과 Alt 1의 내부마감 공사비는 약 752만원으로 나타났고 Alt 2의 공사비는 약 918만원으로 산정되었음을 알 수 있었다. 이를 통해 초기단계 의사결정에 활용될 수 있음을 확인할 수 있다. 그 외에 앞서 구한 저층부, 고층부 내부마감 공사비의 할증계수를 변수입력 시트에 추가하여 초고층 내부마감공사에 대한 견적 또한 가능하게 하였다.

6. 결론

본 연구에서는 사업초기단계 설계도서가 없는 기획설계 단계에서 내부마감에 대한 코스트모델을 제시하였다.

먼저, 개략전적 단계에서 활용 가능한 정보를 분석하여 내부마감 공사비 정보 위계를 설정하여 용도별, 등급별 단가를 설정하였다. 그 이후 등급체계를 표준화, 정립하여 건축자의 직관에 의한 추정 공사비를 설문을 토대로 분석하여 도출하였다.

또한 BIM의 공간적 정보를 활용하여 견적의 정확도를 높이기 위해 부위별 가중치를 이용한 방안을 제시하였고 고층화에 따른 할증계수 또한 도출하여 대형 복합건물 프로젝트에 사용가능한 코스트모델을 제안하였다. 이후 BIM툴에서 사용가능한 Cost DB형태로 정리하고 이 정보를 토대로 BIM공간속성에 공사비DB를 구축하고 내부마감 개략전적 코스트모델의 활용가능성을 Test하였다.

제시된 코스트모델을 적용하면 등급별 대안산정 및 BIM기반 공간정보를 활용하여 초기 매스모델링 단계에서도 비교적 신속하고 직관적인 개략전적이 가능하다. 그러나 벽, 바닥, 천정 부위별 가중치에 대한 정밀도 및 신뢰도 향상, 실제 초고층 프로젝트를 통한 검증, BIM툴 자체적인 자동화가 가능하도록 향후 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 지속적인 단가DB 업데이트와 보다 정밀한 표준자재 도출 등의 향후 연구를 통해 별도의 프로그램을 필요로 하지 않고 BIM툴 안에서 보다 정확한 초고층 내부마감 개략전적이 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 국토교통부의 City 석박사과정지원사업으로 지원 되었음. 본 연구는 PB 코리아의 지원으로 수행된 “초고층빌딩 개선전적 코스트 모델 및 시스템 개발”의 연구결과를 일부 활용하여 수행되었음.

References

- Kwon, O-Cheol, Jo, Chan-Won and Cho, Joowon (2011). “Introduction of BIM Quality Standard for Quantity Take-off”, Korea Institute of Building Construction, 11(2), pp. 171-180.
- Kim, Bo-Min, Jeon Hyung-Jun, Jang, Se-Jun, Yun, Seok-Heon and Paek, Joon-Hong (2008). “A study of the improving effectiveness of quantity estimation with BIM”, *Architectural Institute of Korea, Conference Proceedings*, Vol. 28, pp. 705-708.
- Oh, Se-Wook, Sung, Baek-Joon, Kim, Young-Suk and Kim, Jung-Ryul (2001). “The development of an automated cost estimating system using 3D CAD building element information”, *Architectural Institute of Korea, Conference Proceedings*, Vol. 17, pp. 103-112.
- Kim, Seong-Ah (2009). “A development of a automated model system for building interior to improve productivity of BIM-based quantity take-off”, Civil, Architectural and Environmental system engineering SunhKyunKwan University, PhD thesis.
- Lee, Jong-San (2011). “Decision support system of schematic design, cost and schedule for super tall building construction”, Department of Architecture Seoul National University, PhD thesis.
- Park, Young-Jin-Won, Seo-Kyung-Han, Choong-Hee-Lee, Jun-Bok(2011), “ A Study on 3D BIM Collaborative Approximate Estimating Model of Structural Work for Apartment Projects”, *Korean journal of construction engineering and management*, Vol. 27 No. 6 pp. 123~130
- Kim, Hae-Gon, Park, Sung-Chul, Koo, Kyo-Jin, Hong, Tae-Hoon and Hyun, Chang-Taek (2007). “Prototype-based Cost Estimating Model for Building Interior Construction in Design Development Stage”, *Korean journal of construction engineering and management, KICEM*, 8(2), pp. 110-118.
- Kim, Hyung-Jin and Cho, Su-Kyung (2012). “A cost estimating system for large mixed-use building projects in the conceptual phase”, *Korean journal of construction engineering and management*, Vol. 13, pp. 55-59.
- Franco K.T., Cheung, Jonathan, Rihan, Joseph, Tah, David and Duce, Esra Kurul (2012). “Early stage multi-level cost estimation for schematic BIM models” *Automation in Construction*, 27, pp. 67-77.
- Beck-Technology, “DProfiler Product Overview”, www.beck-technology.com

요약: 건설 프로젝트는 생산과정 이전에 설계도면을 바탕으로 예상되는 비용이 산정되며, 기획단계는 소요예산을 책정하고 설계단계는 예산에 합당한 효율적 대안을 찾으며, 정확한 입찰금액을 예측하기 위해 수차례 이루어진다. 특히, 물량산출 이전까지 예측되는 공사비의 정확도와 신뢰도는 매우 중요하다. 그러나 국내의 경우 면적당 단가 방식 공사비 예측을 벗어나지 못할 뿐 아니라, 단계별 예측방법, 프로세스, 데이터 분석 및 관리기술 등이 표준화되어 체계적이고 종합적으로 관리되지 못하고 있다. 그리고 복합용도 프로젝트에서의 견적은 그 사례도 적고 단가정보를 얻기가 매우 어렵다. 이에 국내 복합용도 프로젝트 공사비 예측기술 및 관리기술 발전을 위하여 BIM의 공간정보를 활용한 내부마감 개략전적 코스트 모델을 개발하여 제시하였다.

키워드 : 공사비, 초기사업비예측, 코스트모델