

공사비 예측을 위한 수량기반 데이터 분석방법 : 공공 아파트 수장공사 중심으로

Method of Quantity Data Analysis for Building Construction Cost Estimation
: Focusing on Finish Work of Public Apartment Project

지세현**
Ji, Sae-Hyun,

박문서**
Park, Moonseo,

이현수***
Lee, Hyun-Soo,

성기훈****
Seong, Ki-Hoon

윤유상*****
Yoon, You-Sang

요 약

건설산업은 발주자가 생산활동(시공) 이전에 소요되는 비용을 예측하여 수급자에게 도급주는 형식을 취한다. 따라서 공사비 예측은 건설 프로젝트 전 단계에 걸쳐 수차례 이루어져야 하며, 발주자와 수급자 모두에게 중요하다. 그러나 국내의 경우 단가물량내역 완료전 공사비 예측은 실적자료를 이용한 면적당 단가방식을 벗어나지 못하고 있으며 이를 보완하기 위한 정형화된 절차와 방법이 미비한 것이 현실이다. 이에 본 연구는 국내 공공 아파트 사업 주동을 대상으로 수량기반 공사비 분석 방법인 면적형 세대별 수량분석 방법을 제안하고 데이터베이스를 구축한 후 유효성과 세목수량 예측중심 공사비 예측방법의 적용성을 확인하였다. 이로써 건설프로젝트 전체 라이프사이클에 대한 공사비정보의 일관성 있고 상호 연계된 관리가 가능할 것으로 예상되며, 예측 결과가 세목 수량과 단가의 곱으로 이루어져 각종변경 및 연계확보, 시점의 변화, 제도의 변화에 탄력적으로 적용될 수 있다. 따라서 본 연구는 건설 공사비정보를 수량기반 데이터 형태로 집 관리할 수 있는 방법을 제시하고 그 효용성을 확인하였다는데 그 의미가 있다.

키워드: 공사비, 데이터베이스, 예측, 수량, 수장공사

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설산업은 발주자가 생산활동(시공) 이전에 소요되는 비용을 예측하여 수급자에게 도급주는 형식을 취한다. 따라서 공사비 예측은 건설 프로젝트 전 단계에 걸쳐 수차례 이루어져야 하며, 발주자는 적정 예산 책정을 위해, 수급자는 합리적인 입찰가격

예측을 위해 공사비 예측은 매우 중요하다. 국내 공공부문의 경우 기획단계에서 수요기관 또는 타당성 평가기관을 통한 최초 사업비 산정이 이루어지고, 이후 투자심사 기관에서 적정성을 검토하여 승인하며, 예산이 책정되면 설계과정에서 예산범위를 벗어나지 않도록 지속적인 관리행위가 이루어진다. 그러나 단가물량내역이 완료되기 전까지의 공사비 예측방법은 유사 프로젝트 실적자료를 이용한 면적당 단가방식을 벗어나지 못하고 있고, 이를 보완하기 위한 정형화된 절차와 방법이 미비한 것이 현실이다. 따라서 물량내역 완료 전까지 설계자 또는 설계 감독자의 경험과 직관에 의존하게 되므로 체계적인 사업비 관리의 한계를 보인다. 사업비 예측의 핵심은 실적 공사비 정보의 분석과 관리임을 인식한 일본, 미국, 영연방 등의 국가들은 주체공사비 기준금액 일람표(일본), UNIFORM II(미국), Standard Form of Cost Analysis(SFCA, 영연방)과 같은 표준 분석 및 관리방법을 개발하여 사용하고 있다. 그러나 국내의 경우 표준화된 비용분석 방법 및 형식이 없으며, 일부 건설사, 공기업, 정부기관 등이 각자의 필요에 따라 각각 다른 방법 및 형식을 취하고 있

* 일반회원, 서울대학교 대학원, 박사과정, oldclock@snu.ac.kr

** 종신회원, 서울대학교 건축학과 부교수, 공학박사(교신저자), mspark@snu.ac.kr

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

**** 일반회원, 서울대학교 대학원, 석사과정 rp82@snu.ac.kr

***** 일반회원, 서울대학교 린건설연구단, 공학박사 ys0824@snu.ac.kr

본 연구는 건설교통부 R&D정책인프라(06기반구축A03) 및 건설기술혁신사업(05기반구축D05-01) 결과의 일부임

다.

이에 본 연구는 물량산출이 이루어지는 상세설계 이전단계에서 공공 아파트 수장공사 공사비 예측 효율 및 정확도 향상을 위한 실적 공사비 정보 분석 및 저장 방법을 제안하고자 한다. 또한, 제안된 분석 방법을 적용해 공공 아파트 수장과목의 세목수량을 분석 데이터베이스를 구축한 후 구축된 수량정보의 효용성을 확인하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 공공 아파트 프로젝트에서 높은 비중을 차지하는 수장과목을 대상으로 효율적 공사비 예측을 위한 공사비 수량 데이터 저장 및 분석 방법을 제시하고자 다음과 같은 절차와 방법으로 진행하였다.

- 1) 문헌조사로 공사비 예측, 공사비 데이터 분석방법 관련 연구를 고찰한다.
- 2) 공사비 내역서의 구조를 분석하여 국내 실정에 적합한 공사비정보 저장 방법을 제시한다.
- 3) 분석대상 프로젝트의 도면, 예산내역서, 수량산출서를 분석하여 특징을 파악하고 분석방법을 제시한다
- 4) 제시된 분석방법으로 공공 아파트의 수장과목의 세목수량 데이터베이스를 구축하고 그 효용성을 검증한다.

2. 예비적 고찰

2.1 선행연구 분석

최석인 외 3인(1997)은 교육시설의 구체를 기초, 바닥판, 보, 기둥, 벽, 계단으로 구분하고 회귀분석을 이용하여 콘크리트, 거푸집, 철근의 수량을 산정하였다. 김광희(2003, 2004)는 공사비 예측에 인공지능망, 유전자 알고리즘과 같은 인공지능을 적용하였으며, 박효열 외 2인(2004)은 공동주택 실적공사 표준 데이터베이스를 이용, 해당공사의 물량을 추출하여 일위대가를 곱한 후 연면적으로 나누어 단위면적당 공사비를 선정하여 신규 프로젝트의 공사비를 예측하였다. 전석환과 최인석(2005)은 실적공사비 예측을 위하여 도급금액을 각 공종별로 분석하고 회귀식을 도출하여 공종별 실행금액을 예측하는 방법을 연구하였고, 손보식(2005)은 주상복합건물의 골조 공사비 예측을 위하여 공사비 영향변수 기반의 관계함수를 이용, 철근, 거푸집, 콘크리트 등의 주요항목 수량예측 중심의 견적 시스템을 개발하였다. 특히, 손보식(2005)은 철근콘크리트 공종의 세목별 수량과 단가 정보를

저장하는 데이터베이스를 각각 구축하였다는데 큰 의미를 가진다. 지세현 외 3인(2008)은 효율적인 실적 공사비 관리를 위하여 구성요소별 6개 공종으로 표준화 하고 각 공종의 과목별 세목의 수량 정보를 데이터베이스화 하는 공사비데이터 개념모델 CUBE (Construction Unlimited dataBase structure for cost Estimation)을 제시하였다. 이와 같이 최근의 공사비 예측 관련 연구는 과거의 면적당 단가 방식을 지양하고, 인공지능의 도입과 수량 예측을 통한 예측 정확도 향상에 집중되고 있다. 그러나 공사비 예측의 바탕이 되는 실적 공사비정보의 효율적 저장을 위한 데이터베이스와 데이터 자체의 분석방법에 관련된 연구는 부족하였다.

2.2 용어정의

- 1) 세목(items) : 공종별 분류체계를 사용하는 건축의 견적에서 나누어지는 최소단위를 세목이라 한다. 예) 철근, 철근가공조립, 거푸집, 천정지바르기, 벽지바르기, 바닥재설치 등
- 2) 과목(works) : 세목의 그룹으로 내역서 및 공사관리의 기본 관리단위를 과목이라 한다. 예) 건축의 가설공사, 철근콘크리트공사, 수장공사, 목공사 등
- 3) 공종(work packages) : 과목의 그룹을 공종이라 하며 종목이라 하기도 한다. 예) 건축, 토목, 기계, 전기, 통신, 조경 등
- 4) 구성요소(quantity takeoff elements) : 건축 프로젝트 설계시 수량산출과 집계는 지상의 각 건물, 지하 주차장, 대지단위(전기외선, 옥외설비, 조경, 부대토목 등)로 구분되어 작성되며 이를 구성요소라 한다.

3. 공사비 데이터 분석

3.1 CUBE¹⁾

국내 공공 건설 프로젝트는 6개 공종으로 구성된 공종별 분류체계를 사용하며 4개 공사(시설, 전기, 기계, 통신공사)로 분리하여 발주된다. 내역은 공종별 과목 공사비의 합으로, 각 과목은 세목수량 합계에 단가를 곱한 후 합한 형태로 표현된다. 즉, 공사비 예측과 공사관리 등의 기본단위인 구성요소별 수량확인 및 비용예측/관리에 매우 불편하며, 서로 연관된 각 공종의 관계와 그 구조를 표현하는데 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하고자

1) 지세현 외 3인 (2008), "건설공사 공사비 예측 및 관리기술 발전방향: 호 주사례를 중심으로" 한국건설관리학회논문집 제9권 2호, 한국건설관리학회, pp. 170~181에서 인용

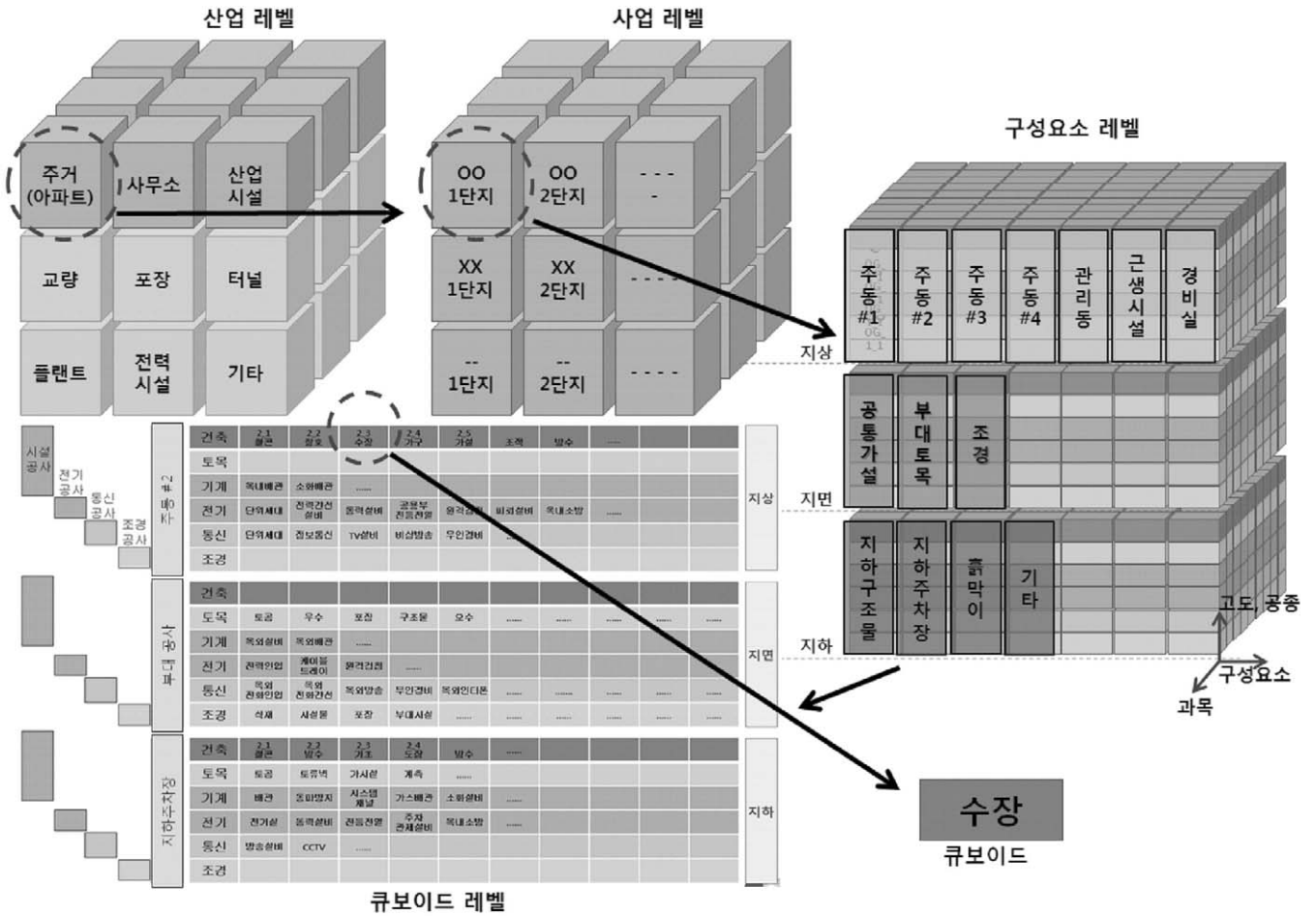


그림 1. CUBE의 구조

지세현 외 3인은 구성요소별, 공종별, 계약주체별 차원의 집합으로 이루어져 보다 효율적인 데이터 관리가 가능한 데이터베이스 구조인 CUBE를 제안하였다. 이에 본 연구는 CUBE를 공사비 분석 데이터 저장방법론으로 선정하였다. 기존의 공사비정보는 총액기준의 금액정보로 공사비 예측을 위해서는 시간/지역/규모보정이 필요하여 예측값의 불확실성을 높게 되며, 규모, 계획, 등급조정 등의 변경을 수용하기 어려워 '회 사용'이라는 한계를 가진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 제시된 CUBE는 공사비예측을 궁극적 목표로 공사비정보의 저장과 사용의 편리성을 높이기 위한 수량정보 기반의 데이터베이스 구조(database structure based on quantity data)이다.

건축 프로젝트 설계시 물량의 산출과 집계는 지상의 각 건물, 지하 주차장, 대지단위(전기외선, 옥외설비, 조경, 부대토목공사 등)의 구성요소 단위로 이루어지고 이들은 다시 지상(각 건물), 지면(전기외선, 옥외설비 및 단지조성을 위한 조경 및 부대토목공사 등), 지하(지하 주차장과 이를 위한 토목공사 등)의 고도별 공간으로 구분될 수 있다. 또한, 각 구성요소의 공사비정보는 토

목, 건축, 기계, 전기, 통신, 조경의 6개 공종의 단수 또는 복수의 조합으로 구성된다. 각 공종의 각 과목은 다시 세목으로 세분되어 수량을 산출하고 집계된다. 이러한 구조를 정확하게 반영한 데이터베이스 구조가 CUBE로, 구성요소, 공종, 과목, 세목별 데이터를 저장하고 상호간의 관계를 효율적으로 설명할 수 있다. 그림 1의 구성요소레벨에서 X축은 구성요소를 Y축은 과목을 Z축은 공종을 의미한다. 동시에, 지상, 지면, 지하의 고도별 공간으로 요소를 구분하여 각 요소를 건축, 토목, 기계, 전기, 통신, 조경의 6가지 공종으로 표현한다. 또한 사업레벨과 산업레벨로의 무한한 확장이 가능하다. CUBE는 정보를 집약적으로 표현하여 여러 차원의 정보를 한눈에 쉽게 볼 수 있으며, 무엇보다 건설 프로젝트 공사비 정보를 가장 효율적으로 저장하고 인출할 수 있고, 보는 각도와 조합에 따라 다른 종류의 정보를 제공한다. 이러한 CUBE의 궁극적인 목적은 실제 프로젝트 각 세목의 수량을 체계적이고 종합적으로 관리하여 효율적으로 공사비를 예측하는 것으로, 공사비 구조와 각 공종, 과목, 비목의 관계를 한눈에 표현하는 다차원 데이터베이스 구

조로 구성요소별, 공종별, 계약주체별로 요구되는 차원의 집합으로 이루어진다(지세현 외 2008).

전술한 CUBE의 개념을 확장하면 그림 1과 같이 산업레벨(industry level, Level 1), 사업레벨(project level, Level 2), 구성요소레벨(quantity takeoff element level, Level 3)과 구성요소를 구성하는 정보저장의 기본단위인 큐보이드레벨(cuboid level, level 4)로 구성된다. 큐보이드에는 분석하고자 하는 대상 정보의 속성(또는 수량변화 영향요인)과 분석된 세목의 수량이 저장되며, 저장된 수량정보는 공사비 예측 및 확인시 유용하고 편리하게 이용될 수 있다. CUBE를 활용한 공사비 예측 결과는 단가가 기재된 수량산출서와 같은 형태인 세목 물량과 단가의 곱으로 이루어져 연계확보 및 변경사항의 반영 측면에서 유리하다. 특히, 사용하고자 하는 단가정보(표준품셈, 실적단가)의 종류에 관계없이 능동적이고 신속한 결과를 보일 수 있고, 공사비 산정 시점의 변화, 제도의 변화에도 즉각적인 반응을 보일 수 있다.

3.2 분석대상 사업개요

분석대상 사업은 국내 A공사에서 발주한 AA지구 아파트 공사 9개 단지를 사용하였으며, 표 1과 같이 49㎡형(3개 타입), 59㎡형(4개 타입), 84㎡형(3개 타입), 114㎡형(1개 타입)으로 구성되며 총 90개동 4,809세대이다.

표 1. 분석대상 프로젝트 개요(면적형 타입별 세대수)

단지	1	2	4	5	6	7	8	9	10	합계	
49㎡형	A타입		132	158			58	95	43	468	
	B타입		212	162			92	159	15	640	
	C타입		50	52				52	28	182	
	소계		394	372			150	306	86	1,308	
59㎡형	A타입	126	46	24	142	84	52	56	94	718	
	B타입						24		24	104	
	C타입						24		24	104	
	D타입						12		13	55	
소계	126	46	24	142	84	112	56	155	236	981	
84㎡형	A타입	22	164	122	152	48	52	116	66	24	766
	B타입	64	64	102	28	112	82	46	52	92	642
	C타입	70	66	106	28	98	82	42	52	98	642
	소계	156	294	330	208	258	216	204	170	214	2,050
114㎡형		102							210	158	470
합계	282	442	748	722	342	328	410	841	694	4,809	

3.3 면적형 세대별 세목수량 분석

분석대상 사업의 도면 분석결과 다양한 평면형태, 세대조합,

형태의 변화를 포함하는 최근 아파트의 건축 트렌드 보이고 있었다. 그림 2과 같이 동일면적형이라도 평면형태, 필로티 세대수, 엘리베이터 1대당 단위 세대수, 최상층 층수변화 등 다양한 형태적 차이를 나타낸다. 또한, 수량산출서 분석 결과 철근콘크리트 과목의 수량산출 기본단위는 기초, 기둥, 보 등과 같은 부위별인 반면, 수장 등의 다른 과목들은 각 면적형별 기준평면을 기본으로 공용 또는 추가부분을 가감하는 방법이 사용되었다. 이 방법은 도면을 바탕으로 수량을 산출하는 설계(적산)시에는 효율적이거나, 시공 또는 실적 공사비의 분석시 그 활용도가 매우 떨어진다. 따라서 본 연구에서는 CUBE Level 3의 아파트동 구성요소의 과목별 수량과 수량변화 영향요인을 각각 분석하는 방법론을 제시하고자, 도면을 분석하여 각 동별, 면적형별, 타입별 수량변화 영향요인을 추출하였고, 물량내역서의 세목수량을 각 면적형 세대별 단위로 수량을 분석하는 방법을 개발하였다

이 방법은 그림 3 및 식 (1)과 같이 해당 건물 과목의 전체 세목수량을 면적형 구역 연면적비로 나누어 면적형 구역별 물량으로 분개한 후 다시 세대수로 나누어 단위세대별 수량으로 분석하는 방법으로, 비교적 간단한 방법으로 단시간에 세목물량 정보의 분석이 가능하다. 또한, 수량분석 결과와 함께 도면을 분석하여 추출된 수량변화 영향요인이 함께 저장되게 된다. 따라서 단위세대별 세목수량 분석방식의 가장 큰 장점은 쉽고 간편한 방법으로 세목수량 분석이 가능하며, 수량변화 영향요인이 함께 저장되므로 공사비 예측시 아파트 각 동의 가변적 면적형 조합과 평면구성, 요구변화 등에 탄력적으로 대응할 수 있다는 것이다.

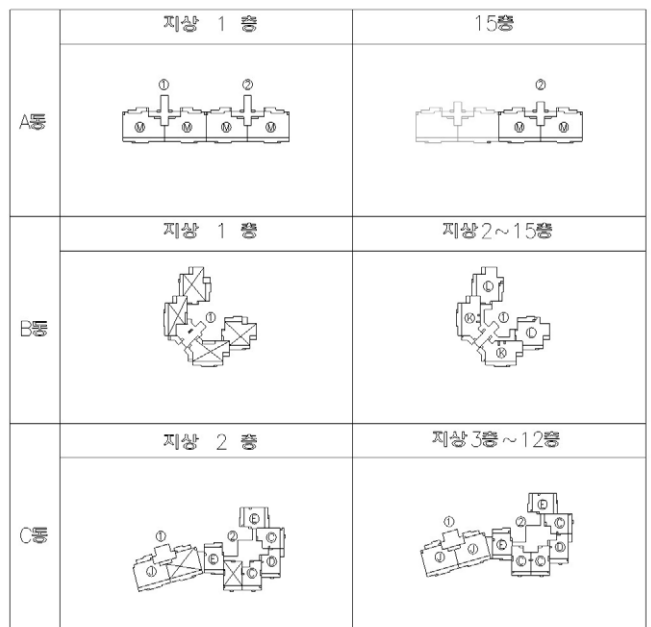


그림 2. 84㎡+49㎡형 조합 평면형태

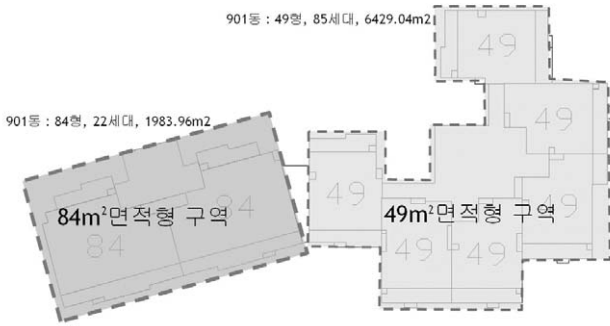


그림 3. 단위건물의 면적형 구역별 구분

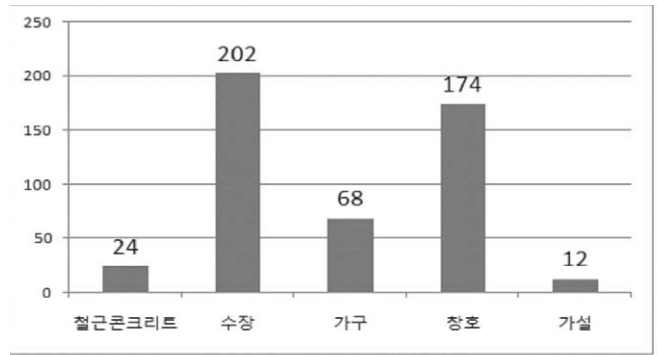


그림 4. 공사비 상위 5대 과목의 세목 수 비교

$$QI_{hi} = \frac{QI_{bi}}{N_{hz}} \times \frac{S_t}{S_{zi}} \dots \dots \dots (1)$$

- QI_{hi} = 단위세대별 세목수량
- QI_{bi} = 단위건물 세목수량
- N_{zi} = 면적형구역 세대수
- S_t = 건물연면적
- S_{zi} = 면적형구역 연면적

3.4 분석대상 과목 선정

분석대상 과목의 선정을 위하여 표 1의 분석대상 사업의 과목별 금액구성비를 분석한 결과 아파트사업의 주동의 공사비가 건축공사비의 평균 77.61%를 차지하고 있었으며, 아파트 공사비 중 각 과목별 금액비는 철근콘크리트 과목이 평균 42.52%, 수장 9.20%, 가구 6.90%, 창호 6.20%, 가설 5.05% 순이며, 나머지 과목은 5% 미만의 비율을 차지하고 있다. 각 과목별 세목의 수는 그림 4와 같이 철근콘크리트 24개, 수장 202개, 가구 68개, 창호 174개, 가설 12개였으며, 공사비 구성비율 45.52%로 24개 과목 중 가장 높은 공사비 비율을 차지하는 철근콘크리트의 경우 구성 세목의 수가 24개로 면적형 세대별 수량분석에 매우 효율적일 것으로 예상된다. 그러나, 본 연구에서 제시한 단위세대별 세목수량 분석방법의 유효성 확인을 위하여 공사비 비율이 두 번째로 높으며 비교적 세목의 수(202개 항목)가 많은 수장공사를 분석대상 과목으로 선정하였다.

3.5 데이터베이스 구축

전술한 면적형 구역별 세목수량 데이터베이스는 다음과 같은 절차와 방법으로 구축하였다. 첫째, 표 1과 같은 분석대상 프로젝트의 도면자료, 공사비내역 및 수량산출 자료를 각각 수집하

였다. 둘째, 도면을 분석하여 수량변화 영향요인을 추출하였다. 수량변화 영향요인은 면적형(49, 59, 84, 114 중 1가지), 세대수(정수), 면적형 구역 연면적(㎡), 구성(2세대, 2+2세대, 5세대 등), 엘리베이터 1대당 기준층 세대수(정수), 층수(정수), 필로티 세대수(정수), 최상층 변화 세대수(층수 및 세대수, 정수), 평면형태(—형, L형, —+L형), 평형구성(면적형별 단독 또는 혼합)으로 구분하고 입력하였다. 셋째, 각 세목의 수량정보는 (주)고려전산의 EMS2004, K-FIN2004 프로그램을 사용하여 분석하였다. 이와 같이 분석된 수량변화 영향요인과 세목수량 정보는 단지별 건물단위로 입력하였고, 이 자료는 다시 면적형별 자료로 분류될 수 있도록 하여 총 98개 면적형 세대별로 세목수량 정보를 데이터베이스화 하였다.

분석대상으로 선정한 수장과목의 수량산출의 기준은 단위세대에 사용되는 세목과 공용 또는 일부에 사용되는 세목이 나누어 산출된다. 단위세대 세목은 각 면적형의 타입별 기본평면을 기준으로 하여 판상형, 측형, 타워형 등으로 나누어 세목 일부 수량을 가감하여, 해당 동의 세대수만큼 곱하여 산출된다.

분석대상사업의 경우 총 세목은 203개로 구성되나 각 세목의 규격과 단가(대상사업의 예산내역 단가)를 고려하여 일부 규격 및 단가가 같은 세목들-각 면적형별 세대의 침실, 주방, 거실로 나누어진 벽지 바르기(몰탈면), 벽지 바르기(석고보드면), 천정지 바르기(석고보드면)-은 통합하여 40여개 항목으로 분석하였다. 또한 각 세목별 금액구성비를 분석한 결과 온돌마루판이 수장공사의 53.55%, 벽지 바르기는 7.82%, 천정지 바르기가 3.50%로 3개의 주요 세목이 수장공사비의 64.87%로 높은 구성비를 차지하고 있었다. 수량변화 영향요인은 면적형, 세대수, 연면적, 1층당 세대수, 엘리베이터 1대당 기준층 세대수, 층수, 필로티 세대수, 최상층변화 세대수, 평면형태, 평형구성, 방개수, 욕실 수, 드레스룸, 베이 등으로 분석되었다.

표 2. 수장과목 수량정보 분석결과(5단지)

구분	501	502	503		504		505		506		507	508	509	
면적형	59	49	49	59	49-A	49-B	49-A	49-B	59	84	84	84	84	
세대수	54	63	63	60	63	60	63	60	28	56	54	54	44	
면적	4472.31	4530.71	4530.71	4683.42	4530.71	4549.72	4530.71	4589.99	2276.27	6171.18	5932.77	5932.77	4907.92	
구성	2+2세대	5세대	5세대	2+2세대	5세대	2+2세대	5세대	2+2세대	2세대	4세대	2+2세대	2+2세대	2+2세대	
엘리베이터 1대당 기준층 세대수	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	
층수	15	13	13	15	13	15	13	15	15	15	14	14	12	
필로티 세대수[총(세대)]	2(2)	2(1)	2(1)		2(1)		2(1)		2(1)	2(2)			2(2)	
최상층변화 세대수	15층(2)										14층(2)	14층(2)		
평면형태	—	L	L+-	L+-	L+-	L+-	L+-	L+-	L+-	L+-	—	—	—	
평형구성	59단독	49단독	59혼합	49혼합	49혼합	49혼합	49혼합	49혼합	59혼합	59혼합	84단독	84단독	84단독	
품명	단위	세대당 수량												
석고판	m ²	1.51	0.94	0.81	0.88	0.45	0.47	0.68	0.72	1.13	1.53	2.36	2.36	2.90
합성수지천정재	m ²	6.04	3.58	4.59	4.98	3.49	3.68	3.47	3.70	5.27	7.15	6.83	6.83	6.83
열경화성 수지천정재	m ²	3.07	1.11	0.55	0.59	0.55	0.58	0.55	0.59	3.07	4.16	0.00	0.00	4.47
강화온돌마루	m ²	50.56	44.30	45.47	49.35	43.22	45.57	43.03	45.77	53.46	72.47	72.23	72.23	72.23
툰키펫트	m ²	0.00	0.32	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
친환경벽지바름(몰탈면)	m ²	78.96	62.97	68.19	74.01	59.56	62.80	59.30	63.08	64.59	87.56	112.48	112.48	112.22
친환경벽지바름(석고보드면)	m ²	20.51	26.38	22.29	24.20	28.22	29.75	28.09	29.88	35.35	47.92	22.71	22.71	22.98
친환경천정지바름(석고보드면)	m ²	53.34	47.70	48.44	52.58	46.42	48.95	46.22	49.16	58.97	79.93	76.19	76.19	76.19
시멘트판못붙임(천정)	m ²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.88	0.00	0.00	0.00
세라믹몰딩/점토벽돌상부	m	0.27	0.23	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.19	0.27	0.27	0.33
세라믹몰딩/3층	m	1.63	1.98	1.57	1.70	1.50	1.59	1.62	1.72	1.96	2.66	2.06	2.06	2.53
드레스룸 경량칸막이	m ²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	2.23	2.79	2.79	2.79
주방 경량칸막이	m ²	1.05	0.66	0.82	0.89	0.73	0.77	0.73	0.77	0.75	1.02	1.05	1.05	1.05
방습필름설치(지붕)	m ²	2.17	6.23	4.09	4.44	4.07	4.29	3.98	4.23	5.29	7.17	2.41	2.41	2.97
압출법보온판(벽공간)	m ²	0.00	1.34	0.66	0.72	0.67	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
압출법보온판(벽공간)	m ²	2.06	4.39	2.76	3.00	5.03	5.31	5.01	5.33	5.31	7.19	4.61	4.61	5.95
유리면보온판(벽공간)	m ²	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.13	0.00	0.00	0.00
유리면보온판 본드붙임	m ²	12.65	3.90	7.43	8.06	4.24	4.47	4.22	4.49	8.58	11.63	8.92	8.92	9.60
압출법보온판 본드붙임	m ²	1.04	1.15	1.05	1.14	1.09	1.15	1.08	1.15	0.62	0.84	0.00	0.00	0.00
압출법보온판 본드붙임	m ²	0.60	0.48	0.49	0.53	0.24	0.25	0.24	0.25	0.29	0.39	1.33	1.33	1.40
비드법보온판 타설부착	m ²	2.74	1.68	2.06	2.23	1.45	1.53	1.45	1.54	2.29	3.10	3.18	3.18	3.83
비드법보온판 타설부착	m ²	0.00	3.00	1.48	1.60	1.10	1.16	1.09	1.16	3.25	4.40	0.00	0.00	0.00
비드법보온판 타설부착	m ²	0.56	0.46	0.51	0.55	0.41	0.43	0.41	0.43	0.56	0.76	0.96	0.96	1.03
압출법보온판 타설부착	m ²	4.33	0.98	2.30	2.50	2.47	2.60	2.46	2.62	1.12	1.52	6.14	6.14	7.53
비드법보온판 천정속넣기	m ²	3.07	1.11	0.55	0.59	0.55	0.58	0.55	0.59	3.07	4.16	0.00	0.00	4.47
비드법 보온판 바닥 깔기	m ²	0.00	6.23	3.18	3.45	3.23	3.40	3.14	3.34	4.72	6.40	0.00	0.00	0.00
압출발포폴리스티렌 타설부착	m ²	12.36	6.99	9.24	10.03	6.30	6.64	6.27	6.67	8.90	12.06	12.45	12.45	12.49
압출발포폴리스티렌 타설부착	m ²	8.98	7.67	7.99	8.68	7.73	8.15	7.70	8.19	9.83	13.32	9.85	9.85	9.77
유리면흡음판설치(벽)	m ²	1.40	0.57	0.87	0.94	0.58	0.61	0.73	0.78	0.67	0.90	1.45	1.45	1.78
유리면흡음판설치(천정)	m ²	0.54	0.22	0.33	0.36	0.23	0.24	0.23	0.25	0.26	0.35	0.57	0.57	0.70
벽합지판별설치(지지핀공법)	m ²	0.00	1.84	0.90	0.98	2.00	2.11	1.99	2.12	0.00	0.00	2.65	2.65	2.65
벽합지판별설치(지지핀공법)	m ²	12.18	14.36	12.71	13.80	14.12	14.88	14.05	14.95	17.99	24.39	12.84	12.84	12.87
벽합지판별설치(지지핀공법)	m ²	10.40	11.79	10.40	11.28	13.64	14.39	13.58	14.45	19.39	26.28	7.41	7.41	7.79
벽합지판별설치(지지핀공법)	m ²	4.57	4.14	4.18	4.53	3.84	4.05	3.82	4.07	5.80	7.86	11.22	11.22	11.23
벽합지판별설치(지지핀공법)	m ²	0.00	0.93	0.46	0.50	0.47	0.49	0.46	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
벽합지판별설치(지지핀공법)	m ²	0.54	0.54	0.52	0.56	0.53	0.55	0.52	0.56	0.44	0.59	0.54	0.54	0.54

4. 수량정보의 유효성 확인

4.1 확인방법

3장에서 분석된 공사비 수량정보의 유효성을 확인하기 위해

여 A공사에서 발주한 설계연도와 지역이 다른 BB지구 1단지 106동 건물을 비교대상으로 선택하였다. 비교대상 건물은 그림 5 및 표 3과 같이 연면적 7,613.61m²의 72세대 15층 규모로 59m²형 44세대와 114m²형 28세대로 구성된다.

· 방법 1(사례기반) : 데이터베이스에서 수량변화 영향요인을

고려하여 유사한 면적형별 사례를 직관적으로 복수 추출한다. 추출된 면적형별 복수 사례들의 각 세목수량의 평균을 각각 계산하고, 이 결과에 비교대상의 면적형별 세대수를 각각 곱한다. 면적형별로 나누어 계산된 세목별 수량을 모두 합한 후 비교대상과 동일한 단가를 적용하여 총 수장과목 공사비를 구하고 비교대상과의 차이를 비교한다.

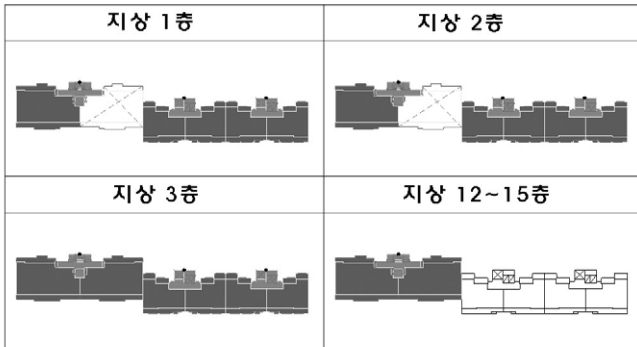


그림 5. 비교대상 건물 평면

표 3. 비교대상 건물 건축개요

구분	106-A	106-B
면적형	59	114
면적형별 세대수	44	28
면적형별 연면적	3604.06m ²	4009.55m ²
구성	4	2
엘리베이터 1대당 기준층 세대수	2	2
층수	11	15
필로티 세대수		1세대 2층
최상층변화 세대수		
평면형태	- 형	- 형

· 방법 2 (평균기반) : 데이터베이스에서 면적형별 각 세목의 평균수량 구한다. 이 평균수량에 구하고자 하는 면적형별 세대수를 각각 곱한다. 면적형별로 나누어 계산된 세목별 수량을 모두 합한 후 비교대상과 동일한 단가를 적용하여 총 수장과목 공사비를 구하고 비교대상과의 차이를 비교한다.

방법 1의 적용을 위하여 수량변화 영향요인을 고려하여 비교대상과 유사한 규모의 세대수와 면적의 사례를 선택한 후 층수와 구성을 고려하였다. 그리고 필로티 세대수와 최상층 세대수를 확인하고 마지막으로 평면형태와 평면구성을 고려하여 표 4과 같이 59m²형은 5개의 유사사례를 114m²형은 1개의 유사사례를 선정하였다.

방법 2를 사용하기 위해서는 분석된 데이터 값의 히트리지 정도 파악이 요구된다. 이에 분석된 데이터를 각 면적형별로 추출,

정리하여 각 세목수량에 단가를 곱한 총액의 통계적 수치-평균, 표준편차, 비대칭도와 첨도²⁾-를 구하여 표 5와 같이 정리하였다. 중앙부 밀집정도를 파악할 수 있는 첨도는 84m², 114m², 49m², 59m²형 순으로 양의 큰 값을 나타내어 모두 정규분포보다 더 높은 중앙부 밀집정도를 나타내었다. 좌우대칭 정도를 나타내는 비대칭도는 59m², 49m², 114m², 84m²형 순이었으며, 49m²형과 59m²형은 비대칭도가 0에 가까운 매우 대칭적 형태를 나타내었고, 114m²형은 오른쪽에 84m²형은 왼쪽에 꼬리를 가진다.

표 4. 유사사례 선정결과

구분	59m ² 형						114m ² 형
	104	204	607	609	1004	912	
면적형	59	59	59	59	59	114	
세대수	38	46	38	46	38	28	
면적	3103.27	3749.87	3147.19	3748.19	3134.14	3967.74	
구성	2+2세대	2+2세대	2+2세대	2+2세대	2+2세대	2세대	
엘리베이터 1대당 기준층 세대수	2	2	2	2	2	2	
층수	10	12	11	12	10	14	
필로티 세대수[층(세대)]			2(2)		2(2)		
최상층변화 세대수	9층(2)	11층(2)	10층(2)	11층(2)			
평면형태	-	-	-	-	L+-	-	
평면구성	59단독	59단독	59혼합	59단독	84혼합	114단독	

방법 2 사용을 위하여 데이터베이스에서 평균값으로 추출되는 데이터는 59m²형과 114m²형으로, 앞에서 살펴본 바와 같이 59m²형은 매우 좌우 대칭적이고 표준정규분포 정도의 중앙 집중도를 가진다. 따라서 59m²형의 산술평균의 대표성이 우수한 것으로 볼 수 있다. 114m²형은 우측 꼬리형의 대칭을 이루지만 비교적 높은 중앙 집중도를 보였다. 또한 근접정규분포상의 표준

표 5. 분석 데이터의 통계적 수치

	49m ² 형	59m ² 형	84m ² 형	114m ² 형
평균(원)	2,875,274	3,394,076	4,718,242	6,619,884
표준편차	118,368	270,968	373,896	319,802
비대칭도	0.2201	-0.0495	-1.5424	1.0426
첨도	0.2621	0.0929	4.5250	2.3692

2) 좌우대칭인 정규분포에서 이탈한 정도를 파악하기 위한 지표로, 비대칭도(skewness)와 첨도(kurtosis)를 사용하는데, 비대칭 값이 0에 가까우면 좌우대칭을, 양수이면 오른쪽, 음수이면 왼쪽에 꼬리를 가진 분포임을 의미하며, 첨도값이 0에 가까우면 정규분포에 가까우며, 양수이면 정규분포보다 더 많이 중앙에 밀집해 있음을 음수이면 더 적게 밀집해 있음을 의미한다.

3) 다양한 변수들의 값이 거의 유사한 모양의 분포를 가지는 경우 히스토그램 막대의 높이가 정점을 향해 점점 오르다가 다시 점점 하향곡선을 그리는 정규분포에 근접할 경우 표준편차를 이용해 자료의 히트리지 상태를 쉽게 유추하는 방법으로 근접정규분포상의 표준편차에 관한 경험치가 사용되며, 평균을 중심으로 $X \pm 1\sigma/2\sigma/3\sigma$ 에 자료의 약 68%/95%/99.7%가 존재한다. (X:평균, σ :표준편차)

편차에 관한 경험칙을 이용 $X \pm 3\sigma$ 수준의 값을 비교한 결과 59 m²형은 평균값에서 $\pm 24\%$ 114m²형은 $\pm 14\%$ 범위 내에 자료의 99.7%가 존재하고 있어, 114m²형 또한 산술평균의 대표성이 충분한 것으로 확인되었다.

4.2 결과 및 분석

본 연구에서 제시한 수량기반 데이터 분석방법과 저장된 수량 정보의 효용성 확인을 위하여 비교대상 건물을 선정하여 실제 공사비와 CUBE를 이용해 예측된 공사비를 비교하였다. 그러나, 데이터베이스에 저장된 자료의 프로젝트 특성과 비교대상의 특성이 다를 수 있으며, 분석결과 실제 건물의 내역서와 CUBE를 이용한 예측결과 내역서의 세목구성에 다소 차이를 나타내었다. 이는 지역적 차이에 따라 사용된 단열재 차이, 설계 개념 또는 공법적 차이에 따른 것이었다. 따라서 보다 정확한 분석을 위하여 각 세목의 사용위치와 목적에 따라 다음과 4가지 자재류 그룹으로 통합 분류하여 분석을 실시하였다.

- 천정재류 : 석고판, 합성수지 천정판, 열경화성 수지천정판 등
- 바닥재류 : 강화온돌 마루판, 룸카펫트 등
- 벽지류 : 벽지바름, 천정지바름 등
- 칸막이/단열재/기타류 : 건식벽체류, 경량칸막이류, 압출법 폴리스티렌, 비드법 보온판, 유리면 흡음판, 벽합지판넬, 세라믹몰딩 등

자재류 그룹을 분류한 목적은 분석된 데이터베이스와 예측 대상의 모든 세목이 동일할 수 없으며, 각 세목별 수량의 비교 및 분석이 어렵기 때문이다. 이에 본 연구에서는 각 그룹의 공사비가 총 수장과목 공사비에 주는 영향력을 각 그룹이 차지하는 금액비로 정하여 실제 수장과목 총금액 대비 각 그룹별 예측 공사비 변화량비(Cost Variation of subject per Total cost ratio, CVT)를 식 (2)와 같이 정의하고 사용하였다. CVT가 0에 가까울수록 각 그룹별 예측이 실제값에 가까운 것이고, 클수록 그 차이가 큰 것으로 볼 수 있다.

$$CVT = \frac{C_{Sa} - C_{Se}}{C_T} \dots \dots \dots (2)$$

C_{Sa} : 과목(그룹)별 실제 공사비
 C_{Se} : 과목(그룹)별 예측 공사비
 C_T : 과목총 공사비(실제)

전술한 검증 방법으로 CUBE를 이용한 수장과목 공사비 예측 결과 표 6과 같이, 총액기준으로 방법 1을 사용할 경우 비교대상 건물의 실제 공사비 대비 -0.17%의 차이를 보였고, 방법 2를 사용한 경우 -1.99%의 차이를 나타냈다. 각 그룹별 CVT는 바닥재류와 벽지류는 약 1% 미만으로 낮았으나, 천정재류가 약 2%, 칸막이/단열재/기타류가 방법 1은 3.85%, 방법 2는 5.12%의 결과를 보였다. 분석결과 본 연구에서 제시한 면적형 세대별 세목 수량 분석방법은 비교적 유효한 방법임을 확인할 수 있었다.

표 6. 수장과목 공사비 예측 검증결과

	실제 공사비	방법 1		방법 2	
		예측값	CVT	예측값	CVT
총액	339,496,854	337,889,750	0.17%	332,749,047	1.99%
천정재류	12,565,820	19,645,678	2.09%	19,713,286	2.11%
바닥재류	138,183,752	141,150,915	0.87%	140,332,850	0.63%
벽지류	46,159,250	47,570,252	0.42%	47,622,376	0.43%
칸막이/단열재/기타류	142,588,033	129,522,905	3.85%	125,080,535	5.12%

5. 결론

본 연구는 국내 건설 프로젝트 상세설계(수량산출) 이전단계에서 공공 아파트 수장공사 공사비예측 효율 및 정확도 향상을 위한 실질 공사비정보 분석 및 저장 방법론과 표준 분석방법을 제안하고 그 유효성을 데이터베이스 외부 사례와 비교하였다. 이러한 연구를 통하여 다음과 같은 측면에서 기존연구와의 차별성을 찾을 수 있다. 첫째, 국내에서 범용되는 공종별 공사비분류 체계에 기반을 둔 효율적 데이터베이스 구조인 CUBE의 확장형태를 제시하였다. CUBE는 설계시 수량산출, 시공시 공정계획 및 공사관리의 기본단위인 구성요소를 기준으로 공종, 과목, 세목의 정보를 저장하기 때문에 건설프로젝트의 라이프사이클 전체에 대한 일관성 있고 상호 연계된 관리를 가능하게 한다. 둘째, 아파트 주동을 대상으로 제시된 CUBE의 큐보이드 레벨 정보 저장을 위하여 표준 공사비 분석방법으로 단위세대별 세목수량 분석방법을 제시하였다. 그리고 이 방법을 수장공사에 적용하여 데이터베이스를 구축하였고, 수량정보의 유효성을 확인하였다. 셋째, CUBE의 각 큐보이드에 대상정보의 속성(또는 수량 변화 영향요인)과 분석된 세목의 수량정보를 저장하는 형태의 수장과목 세목수량 데이터베이스를 구축하고, 수량예측 중심 공사비 예측방법의 적용성을 확인하였다. 이와 같이 저장된 수량 정보는 공사비 예측 및 확인에 유용하며, 예측 결과가 세목 수량과 단가의 곱으로 이루어져 각종변경 및 연계확보, 시점의 변화, 제도의 변화에 유리하다. 이러한 측면에서 본 연구는 국내 건설

프로젝트의 공사비정보를 수량기반 데이터 형태로 집적, 관리하기 위한 효율적 방법을 제시하고 그 효율성을 확인하였다는데 큰 의미가 있다.

그러나 본 연구는 A공사 아파트 프로젝트의 주동의 수장과목을 대상으로 실시한 바, 모든 아파트 프로젝트의 경우를 일반화 하는데에 한계를 가지며, 타 과목, 공종, 구성요소 및 사무소, 산업시설과 같은 기타 프로젝트에 대한 확대 적용성과 공사비 예측을 위한 유사사례 선정방법 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 김광희, 강경인 (2003). "공동주택 프로젝트의 초기 공사비 예측을 위한 신경망 학습에 유전자 알고리즘을 사용한 모델에 관한 연구", 대한건축학회논문집 구조계 제19권 10호, 대한건축학회, pp. 133~142
2. 김광희, 강경인 (2004). "유전자 알고리즘에 의한 신경망 구조의 최적화를 이용한 공동주택 초기 공사비 예측에 관한 연구", 대한건축학회논문집 구조계, 제20권 2호, 대한건축학회, pp. 81~88
3. 김문한 (2006). 건축생산관리학, 기문당, pp. 251~253, 255, 260
4. 박우열 외 3인 (2002), "신경망이론을 이용한 공동주택 초기 사업비 예측에 관한 연구", 대한건축학회논문집 구조계 제 18 권 7호, 대한건축학회, pp. 155~162
5. 박효열 외 2인 (2004). "공동주택 실적공사 표준 DB를 이용한 COST MODEL", 대한건축학회논문집 구조계 제 20권 5 호, 대한건축학회, pp. 129~136
6. 손보식 (2005). "영향변수에 따른 수량변화 분석 기반의 건축 공사비 개선견적 모델", 서울대 박사학위 논문
7. 이유섭 (2003). "코스트 중요항목 분석을 통한 공사비 예측모델 연구", 한국건설관리학회논문집 제4권 4호, 한국건설관리학회, pp. 212~219
8. 이동원, 김성호 (2006) 엑셀을 이용한 현대통계학, 서울경제 경영, pp. 82~85
9. 일본 도시재생기구 본사 기술코스트 관리실(2006). 임대주택 주체공사비 기준금액 일람표, 평성 18년도, 도시재생기구
10. 전석한, 최인성 (2005). "실적공사비 산정시스템에 관한 연구 공동주택을 중심으로-", 한국건축시공학회논문집 제5권 1호, 한국건축시공학회, pp. 111~121
11. 지세현 외 3인 (2008), "건설공사 공사비 예측 및 관리기술 발전방향: 호주사례를 중심으로" 한국건설관리학회논문집 제9권 2호, 한국건설관리학회, pp. 170~181
12. Australian Cost Management Manual Volume 1 (2006). 3rd edition, AIQS
13. Ivor H. Seeley (1997). Quantity Surveying Practice, 2nd edition, Antony Rowe Ltd.

논문제출일: 2008.05.19

심사완료일: 2008.07.17

Abstract

Construction projects have unique characteristics that these may be carried out by contractors thus, cost should be estimated before execution. The importance of cost estimation and cost check has become increasingly emphasized in all phases of construction project that would be performed numerously. It is needed that owner have to estimate reasonable budget, and contractor should predict the bid price. However, there are lack of standard cost estimation method before quantity takeoff, cost analysis method, and cost database thus, the method of area cost, such as square foot method, is as used as ever in Korea. Therefore, this research suggested standard cost database structure CUBE, and analysis method of item quantity per one household categorized by area type. Whereafter, database of all item quantity of finish work has been built with 90 building cost data, and validated it's availability. In this respect, the suggested method and the findings from this research are expected to help enhancing the efficiency and productivity of cost estimation in Korea

Keywords : Cost, Database, Estimate, Quantity, Finish work