

## 경계조건 분석을 통한 LCCBS 연계방안

# A Linkage Method for the Life Cycle Cost Breakdown Structure through an Analysis of Boundary Conditions

정 재 혁

김 태 희\*

Jeong, Jae-Hyuk

Kim, Tae-Hui\*

Department of Architectural Engineering, Mokpo National University, Muan-gun, Jeonnam, 534-729, Korea

### Abstract

Costs and expenses are intertwined and incurred throughout an entire construction project, even from the pre-construction phase, and each phase has a different impact on the life cycle cost (LCC). However, the cost breakdown structure (CBS) is different in each phase of a building construction project, which makes it hard to reasonably calculate construction cost. For this reason, the boundary conditions were analyzed in this study based on the life cycle cost break structure (LCCBS). In addition, breakdown factors were analyzed based on the boundary conditions to derive a linkage method. The validity of the linkage method was verified through application to actual construction projects. Through the analysis, it was found that the problem of items being left out was reduced by more than 97.2 percent, and the work was done an average of 6 hours faster compared to the conventional method. It is expected that by applying the new LCC system, LCC will be both reduced and calculated in a more efficient manner.

Keywords : cost breakdown structure, life cycle cost, boundary conditions, life cycle cost breakdown structure

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

생애주기비용(Life Cycle Cost, 이하 LCC)은 건축 프로젝트의 Life Cycle상에서 발생하는 전체비용을 의미한다. 이러한 전체비용은 기획단계, 설계단계, 시공단계, 유지관리단계, 폐기처분단계 등의 프로젝트 시행과정 전 단계에서 상호 연관되어 비용이 발생된다. 예를 들어, 시공단계에서 발생하는 건축비용은 직간접적으로 계획 및 설계단계에서 결정된 비용요인의 영향을 받기 때문에 전적으로 시공단계만으로 비용관리가 가능한 것이 아니다. 즉, 시공단계에서의 발생비용은 계획 및 설계단계의 조정에 의해서 결정되고 유지관리 단계에서는 시공단계의 비용요소에 의한 영향을

받는다[1].

비용요소들의 효율적인 관리를 위해서는 건축프로젝트의 각 단계별 비용분류체계(Cost Breakdown Structure, 이하 CBS)가 서로 명확하게 정립되어야 한다. 그러나 현재 건설업은 업무주체가 상이한 특징을 가지고 있으므로 각 단계별로 발생하는 프로젝트의 공수가 어렵고, 설계자 및 엔지니어들은 초기공사비를 적절하게 예측하고 산정하는데 많은 시간과 비용을 투자하고 있다[2].

건축공사에서의 공사비 산정은 공종별 분류체계를 따르고 유지관리비 산정은 부위별 분류체계를 따르고 있어 서로간의 연결이 유연하지 못하여 건축물의 LCC를 산정하는데 어려움이 따른다. 또한 기존 건축 프로젝트의 각 단계별 CBS 관련연구는 각 단계의 비용요소에 국한되어 연구가 진행되어왔다[3,4,5]. 이러한 CBS는 각 단계를 서로 연계하는데 구속조건이 발생하고 건축공사비를 적절하게 예측하거나 산정하는데 어려움이 따른다. 특히 LCC를 산정하는데 있어 각 단계별로 호환하기 위해 작업 간에 내재하고 있는 관계성의 경계조건을 정의 하고 건축물의 각 단계별

Received : September 4, 2012

Revision received : March 3, 2013

Accepted : April 15, 2013

\* Corresponding author : Kim, Tae-Hui

[Tel: 82-61-450-2459, E-mail: thkim@mokpo.ac.kr]

©2013 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

CBS간 경계조건에 따른 연계방안을 수립하는 것이 필요하다[6].

따라서 본 연구는 델파이 분석을 통해 개발되었던 Jeong et al.[6]의 생애주기비용분류체계(Life Cycle Cost Breakdown Structure, 이하 LCCBS)를 바탕으로 경계조건 분석체계를 정립하고 각 단계별 CBS의 경계조건을 분석하고 이에 따른 분절요인에 대한 연계방안을 제시하는데 목적이 있다.

### 1.2 연구의 범위 및 절차

건축프로젝트는 각 단계별로 많은 비용요소가 존재하고 이러한 비용요소들은 건축프로젝트의 목표, 시공위치, 발주자의 요구사항 등에 의해 건축프로젝트의 비용요소가 상이한 차이를 보인다. 본 연구는 LCC 산정을 위한 CBS의 경계조건을 분석하는 연구로써 LCC 산정을 위한 비용요소를 분석하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구는 Jeong et al.[6]에서 개발된 LCCBS를 연구범위로 한정하여 건축물의 각 단계별 경계조건을 정의하고 이에 따른 분절요인을 분석하였다. 또한 분석된 분절요인에 대한 문제점의 해결 방안을 제시하고자 하였다.

연구절차는 총 4단계로 나누어 진행된다. 첫째, 국내·외 건축물의 각 단계별 CBS의 경계조건에 관한 선행연구 및 CBS 종류를 분석한다. 둘째, 선행연구 되었던 LCCBS를 바탕으로 경계조건을 분석한다. 셋째, 분석된 경계조건을 바탕으로 LCCBS의 분절요인을 분석한다. 넷째, 분절요인에 따른 해결방안을 모색하고 분석된 분절요인의 유효성을 검증하기 위해 프로젝트에 사례 적용을 실시한다. 본 연구의 수행 절차는 Figure 1과 같다.

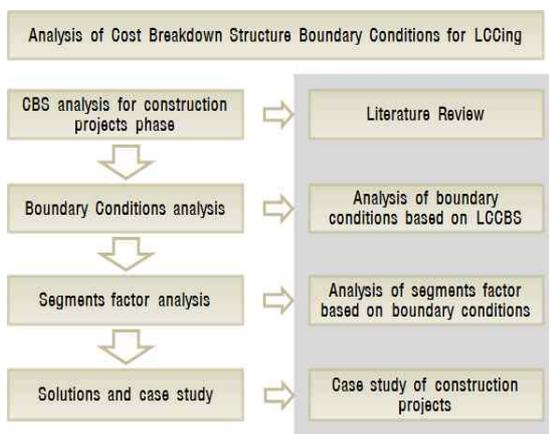


Figure 1. Research process

## 2. 경계조건 분석을 위한 예비적 고찰

### 2.1 기존연구 고찰

건축물의 각 단계별 LCCBS의 경계조건의 정의는 다음과 같다. 건축 공사비를 산정하는 과정에서 프로젝트 각 단계가 서로 연관하여 비용이 발생하게 되며 건축물의 각 단계가 유연하게 연결되는 과정에서 경제적인 비용이 산출된다. 하지만 분류체계가 서로 상이하여 각 단계별로 서로 연관하여 공사비를 산정하는데 문제점이 발생한다. 이때 서로 간에 유연한 연결을 위한 경계조건이 발행하며 서로 분절되는 분절요인 또한 발행한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 국내·외에 많은 연구가 진행되고 있다.

국내 경계조건 관련 선행연구는 Table 1과 같이 건축물의 부위에 관한 연구내용과 공중에 관한 연구내용으로 구분할 수 있으며 건설업무의 통합관리 및 연계모델에 관한 내용이 주를 이루고 있다. 부위요소를 기반으로 하는 연구내용으로 Kim et al.[5]의 건물 부위별요소의 경계조건 규명과 응용 사례를 연구에서는 공간정보와의 연계 모델을 제시하였고, Hyun et al.[7]의 공공아파트 건설공사의 공간별 공사비분류체계를 개발에서는 공공아파트의 공간별 CBS를 개발 하였다. Kang et al.[8]의 부위별 분류 체계를 통한 공사비 및 유지관리비를 분석에서는 교육시설물의 적정 공사비 및 유지관리비를 분석 하였다 .

공중요소를 기반으로 하는 관련 연구는 다음과 같다. Park et al.[4]의 건축단계별 비용절감 통합모형에 관한 연구에서는 비용요소들 간에 상관관계를 분석하여 건축비용 통합모형을 제시 하였으며, Park et al.[1]의 비용구조분석에 의한 건축단계별 공사비용 절감방안에서는 건축 제단계별로 구분되는 비용요인을 상호보완적인 비용요인으로 규명하고 이의 상관성을 유추하고 건축비용절감을 위한 건축 제단계별 공사비용 절감방법에 대하여 연구하였다.

하지만 국내 선행연구들은 건축 프로젝트의 각 단계에 대해서만 경계조건을 한정하여 분석되어 있어 건축 프로젝트 각 단계별로 경계조건을 분석하고 문제점을 도출하는데 무리가 따른다. 또한 요소별 분류체계에 대한 연구가 부족하고 건설 프로젝트 초기단계에서부터 적용하여 경계조건을 분석 하는데 연계성이 부족하여 정확한 분석이 어렵다.

Table 1. Domestic literature review

Researcher	Contents	
Kim et al.[6]	The Boundary Condition of Building Elements and a Case Study.	
Elements	Hyun et al.[7]	Development of the Space Cost Breakdown Structure for Multi-Family Housing Projects.
	Kang et al.[10]	A Study on the Analysis of Actual costs and Maintenance costs for Elemental Classification hierarchy.
Work	Park et al.[5]	Cost Model for Cost Saving on Each Building Phase by Integration of Cost Factor.
	Park et al.[2] (2005)	The Cost Saving Method on Each Building Phase by Analyzing the Cost Structure.

국외 관련자료는 건설정보분류체계를 중심으로 분석하였으며 건설정보분류체계로는 북미의 MasterFormat, 유럽의 Uniclass, ISO 표준분류체계, 영국의 분류면형분류체계 등을 분석하였다.

미국의 CSI(construction Specification Index)에서 개발된 Masterformat은 일반적으로 자재와 공중 중심으로 구성되어 있어 사업비 관리, 시방서 체계, 프로젝트 관리, 자료 정리 등에 있어서 효과적으로 활용되고 있다. 그러나 이는 영국의 분류면형 분류체계(Facet Breakdown)에 비해 표현과 사용목적에 제한 받을 수 있는 한계가 있어, 대안으로 Unifomat이 개발되었다. 유럽 SfB계열의 Uniclass는 기존에 유럽에서 CI/SfB, CAWS (Common Arrangement of Work Sections for Building Works), CESMM3(Civil Engineering Standard Method of Measurement, third edition)의 장점들을 취합하여 개발되었으며, ISO분류체계와의 연계성을 확보하여 CAWS를 비롯한 기타 기존의 분류체계의 특징들을 반영하고 있다. ISO 국제표준 건설정보 분류체계는 건설프로세스 단계에서 발생하는 의사전달의 인터페이스 문제를 효과적으로 해결하며, 건설정보의 통합화의 실현을 통해 정보유통의 기반조성 및 산업정보의 조직을 목표로 한다.

이에 대한 내용은 Table 2와 같다.

Table 2. Classification of overseas construction information

Classification	Content
Masterformat	Reporting activity strength of Economic valuation and Design Information.
Uniclass	The first Standard classification system to comply with ISO standards.
	Comprehensive purpose for construction project information, estimate/production cost information, specifications, book/data information.
ISO	Similar to facet of Uniclass and classifications of construction information. 16 facet are divided into 4 ranges.
facet Breakdown Structure	Integrate schema classifications of construction information used in the United Kingdom. Based 4 important schema such as CI/SfB, CAWS, CESMM3, EPIC.

## 2.2 비용분류체계

공사비 분류체계는 전체공사비를 나타내는 세부항목들을 체계적으로 정의한 것으로 공사비 모델에서는 이러한 분류체계에 따라 정보의 입력과 공사비의 출력이 이루어 지게 된다. 이러한 공사비 분류체계는 프로젝트 수행단계에 따라 주로 사업초기에는 요소별 분류체계의 형식을 따르며, 이후에는 공중별 분류체계의 형식으로 적용된다. 유지관리단계에서는 부위별 분류체계를 따르게 되며, 마지막 폐기처분 단계에서는 요소별 분류체계를 따르게 된다[7].

### 2.2.1 공중별 분류체계

공중별 분류체계에 의한 분류는 건물을 시공하는 자의 입장에서 만들어진 것으로 공중별로 나누어진 전문회사에 하청을 줄 때 정확한 비용추정을 위해 공정별 분류가 유리하다. 그러나 설계단계에 대안을 비교할 때 공중별 분류에 의한 데이터들은 하나의 공중 속에 여러 가지 기능을 하는 요소들을 포함하고 있기 때문에 실제로 명확한 비용 비교를 할 수 없다. 사례로 콘크리트 공중에는 골조에 사용되는 콘크리트비용, 외벽에 사용되는 콘크리트 비용 등을 포함할 수 있으며, 철골골조에 들어가는 비용은 철골공중과 철근콘크리트 공중에 분리하여 포함하고 있다. 그래서 철근콘크리트 골조와 철골골조 중 비용측면에서 어느 쪽이 유리한지 혹은 얼마나 비용이 절감되는 지를 확인하기 어렵다.

### 2.2.2 부위별 분류체계

부위별 분류체계에 의한 분류는 요소의 개념보다는 위치의 개념을 강조하기 위한 분류체계이다. 이러한 부위별 분류체계에 의해 분류된 비용은 상위레벨에서 층별로 집계 가능하여 시공단계에서의 관리 및 비용·공정 통합 운영 등에 효과적으로 적용할 수 있다. 그러나 현재 국내의 내역서 등과의 상이함에 따라 부위별 분류체계를 구성, 축적, 관리하기에는 한계를 지니며, 이를 개선하기 위한 노력이 국내에서도 활발히 진행되고 있다.

### 2.2.3 요소별 분류체계

국내에서는 기능적 특성에 따라 분류하는 분류체계를 “요소별 분류체계”와 “부위별 분류체계”로 혼용하고 사용하고 있다. 요소별 분류체계는 그 요소가 가지는 기능적 특성에 따라 분류된다. 즉, 위치의 개념보다는 기능적 개념을 강조하기 위한 분류체계를 요소별 분류체계라 할 수 있다. 이는 동일한 기능을 수행하는 요소들을 계층별로 분류함으로써 요구되는 기능의 요소를 선정할 때, 그 비용을 신속/정확하게 제시할 수 있도록 지원하여 발주자(고객)와 설계자의 의도에 적합한 의사결정을 지원하게 한다. 그리고 각종 요구의 변경에도 신속히 대응할 수 있다.

이에 대한 내용은 Table 3과 같다.

Table 3. Comparative analysis of breakdown structure

Classification	standard	Characteristic
work breakdown structure	Classification by work types	Think from the point of general contractor
element breakdown structure	Emphasize the site concept	Effective of management & Cost, schedule integration control, manage
component breakdown structure	Emphasize the functional concept	Classification by functional characteristic with component

## 3. 건축 단계별 CBS 경계조건 분석

### 3.1 건축 단계별 LCCBS 분석

본 논문은 Jeong et al.[6]에서 개발된 LCCBS를 바탕으로 건축 단계별 CBS의 경계조건을 분석하였다. 적용된 LCCBS는 경계조건을 분석하기 위한 기초 연구로서 연계방안을 분석하기 위한 기본체제로 연구되었다. 선행연구 되

었던 LCCBS는 Figure 2와 같이 기획 및 발주/설계단계, 시공단계, 유지관리단계, 폐기처분 단계로 구분되며 각 단계의 분류체계는 LCC 산정에 적합한 분류로 구분하였다. 기획 및 발주/설계단계의 CBS는 대분류, 중분류 수준으로 구분하였고 대분류는 기획비용, 설계비용으로 구분하였으며 중분류는 대분류에 따른 세부분류로 구성하였다.

시공단계의 분류체계는 대분류, 중분류, 소분류로 구분하였으며 대분류는 직접비와 간접비로 나누어 분류하였고 중분류의 직접비 부분은 건축공사, 기계공사, 전기공사, 통신공사, 토목공사 등의 공종별로 구분하였다. 간접비 부분은 LCC 산정 시 도급계약을 기준으로 분류하기 때문에 도급계약 기준의 간접비로 정량화 하였다. 또한 각 소분류는 중분류에 따른 세부분류로 구분하여 LCC 산정에 적합한 분류체계로 구성하였다.

유지관리단계의 분류체계는 최초 개발된 CBS 초안의 전체적인 틀에서 벗어나지 않았지만 세부분류에서의 합리적인 비용 산정을 위해 유지관리에 적합한 항목을 추가 분류하였다. 또한 폐기처분단계는 유지관리 단계와 같이 CBS 초안의 틀에서 크게 벗어나지 않았으며 분류체계 구성을 대분류, 중분류, 소분류로 구분하였다. 대분류는 폐기처분으로 중분류는 해체, 처분, 환경대책, 간접경비, 매각비로 구분하였고 소분류는 중분류에 대한 세부분류로 구성하였다.

### 3.2 건축 단계별 CBS 경계조건 분석

건축물의 각 단계별 서로 간에 세부 비용요소는 직접적 영향, 간접적 영향으로 구분할 수 있으며 Figure 3은 영향력에 따른 경계조건을 나타낸 것이다. 기획 및 발주단계에서는 설계단계와 직접적인 영향력을 가지게 되며 이는 시공단계에서의 비용 산출에 척도가 된다. 기획 및 발주단계의 건설기획은 설계비용의 건설설계, 효과분석 및 설계지원과 직접적인 영향력 가지며 기획 및 발주단계의 공사관리는 설계비용의 건설설계와 용지취득은 현지조사와 직접적인 영향력을 갖는다.

설계단계의 건설설계, 현지조사 및 설계지원은 시공단계의 직접비와 간접적인 영향력을 가진다. 이는 설계비용이 공사비를 산정하는 과정에서 직접적인 요소가 아닌 인건비 및 지식비등의 간접적인 비용요소로 존재하기 때문이다. 이러한 간접적인 영향은 분류체계 서로 간의 성격에 의한 경계로 비용 측정에 직접적으로 영향을 주지는 못한다.

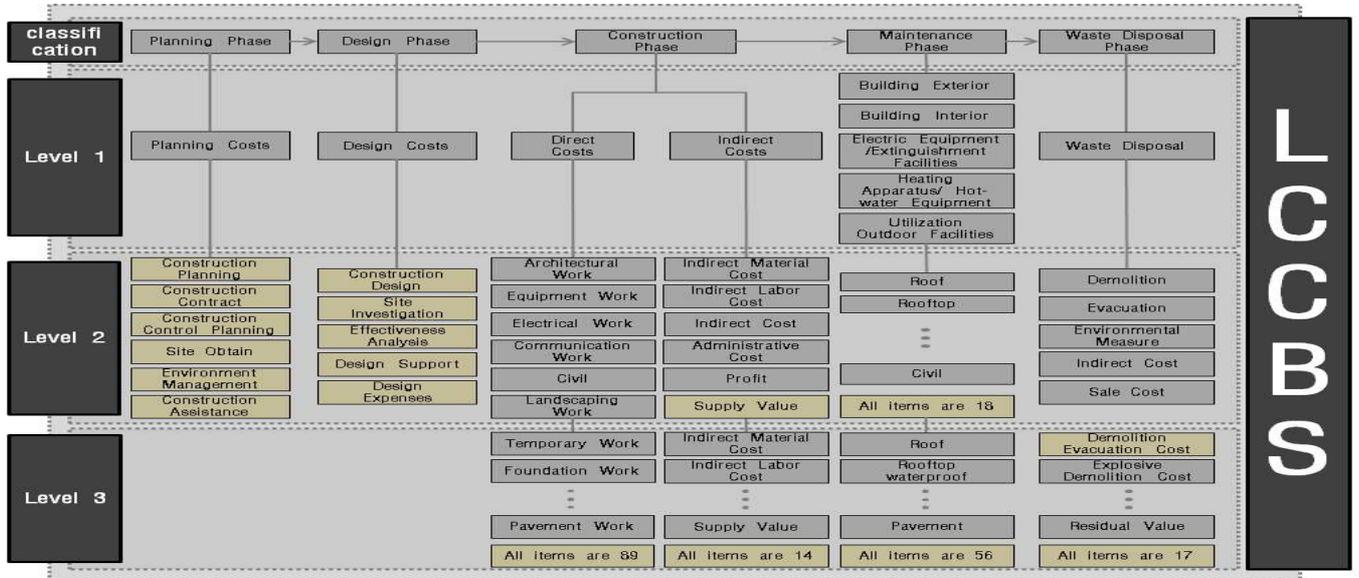


Figure 2. Model of a cost breakdown structure for life cycle costing(6)

시공단계에서는 직접비 항목이 유지관리단계와 비용 산정에 있어 직접적인 영향력을 가지게 되며 이는 LCC 과정에서 건축공사 내역서 각 항목을 유지관리 항목과 연계하여 산정하기 때문이다. 시공단계의 직접적 영향력은 직접비 부분에서 나타난다. 직접비의 건축공사는 유지관리 단계의 건물외부 및 건물외부에 직접적으로 영향력을 가지며 기계공사는 난방·급탕설비에 영향력을 갖는다. 전기공사와 통신공사는 전기·소화 설비 내의 비용요소와 연관성을 가지며 토목공사 및 조경공사는 유지관리 단계의 옥외부대시설과 영향력을 가진다. LCC를 산정하는 과정에서 LCC는 도급계약 항목을 기준으로 하므로 간접비 항목은 영향력을 갖지 못한다.

유지관리단계에서 폐기처분단계와 비용 산정에 있어 직접적으로 영향력을 갖는 항목은 해체와 매각비 항목이다. 유지관리단계의 건물외부와 건물내부는 해체하는 과정에서 서로 간의 영향력이 발생하며 매각비의 매각 수익비 항목은 어떤 자산이 다른 목적에 전혀 사용되어질 수 없을 때 자산을 처분함으로써 취득할 수 있는 가치이므로 유지관리 단계에서 잔존가치가 있는 자산을 매각처분하여 수익을 얻는 형태로 직접적인 영향력을 갖는다.

#### 4. 건축 단계별 CBS 연계방안

##### 4.1 CBS 경계조건의 분절요인 분석

본 연구에서는 건축물의 각 단계별 CBS간에 LCC 산정의

합리화 방안을 모색하기 위해 기존에 연구되었던 LCCBS를 바탕으로 서로간의 경계조건을 분석하고 이에 따른 분절요인을 분석하였다. 분절요인분석은 실제 기존의 프로젝트를 연구 분석하여 도출하였으며 기획 및 발주/설계단계와 시공단계 간의 분절요인, 시공단계와 유지관리단계 간의 분절요인, 유지관리단계와 폐기처분단계 간의 분절요인으로 나누어 분석하였다. 이에 대한 내용은 다음과 같다.

##### 4.1.1 기획 및 발주/설계단계와 시공단계간의 분절요인

기획 및 발주/설계단계의 비용분류체계는 가치, 용도 등과 같은 인간심미 가치비용, 사회미적 가치비용, 시각적 가치비용, 환경적 가치비용, 대지비용, 프로젝트 계획비용, 운영비용, 자본유치 부대비용 등의 요소에 관한 비용이 계획되며 시공단계의 비용분류체계는 공종별로 분할하여 비용을 산정한다[3]. 이러한 비용요소들은 직·간접적인 영향력이 존재하게 된다. 기획 및 발주단계에서 설계단계는 서로 간에 LCC비용을 산정하는 과정에서 직접적인 영향력을 가지며 설계단계와 시공단계는 서로 간에 간접적인 영향력이 존재하게 된다.

이러한 간접적인 영향력은 서로 간에 연계가 가능한 형태로 분석되었지만 LCC산정에 있어 간접적인 영향은 분절되는 요인으로 분석하는데 무리가 따른다. 즉, LCC 산정은 도급계약항목을 기준으로 산정하기 때문에 공사관리요소, 생산방법요소에 연관하여 요소별로 분류되는 기획 및 발주/설계

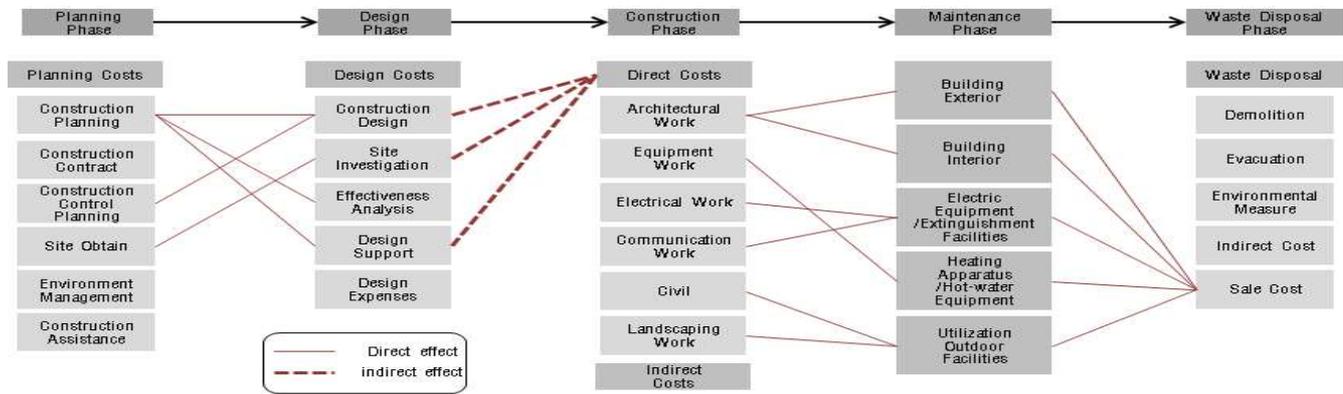


Figure 3. Correlation of cost component

단계와 공종별로 분류되는 시공단계와는 서로 간에 연계가 가능하지만 서로 다른 비용항목을 가지고 있기 때문에 연계 필요성이 없다.

#### 4.1.2 시공단계와 유지관리단계간의 분절요인

시공단계의 직접비 부분은 유지관리단계의 전 과정에 직접적인 영향력이 적용되며 간접비 부분은 LCC 산정에 있어 직·간접적인 영향력을 주지 못한다. 이는 LCC를 도급계약 항목을 기준으로하기 때문에 LCC 산정하는데 영향력이 존재하지 않기 때문이다.

직접적인 영향력이 존재하는 직접비 부분에서도 시공단계와 유지관리단계를 연결하는 경계조건이 유연하게 연결되지 못하여 분절되는 상황이 발생한다. 즉, 시공단계의 건축공사는 유지관리단계의 건물외부와 건물내부에 직접적으로 영향력을 주지만 석공사, 목공사, 금속공사, 창호공사 등의 공종이 건물외부와 건물내부에 각각 부분적으로 존재하기 때문에 LCC를 산출하는 과정에서 오류가 발생되기 쉽다. 직접비 부분의 토목공사와 조경공사를 제외한 다른 공종 또한 마찬가지로 각각의 부위에 부분적으로 존재하기 때문에 유연한 연결이 어렵다. 이는 공사비 내역서 상의 품목수량을 산출하는 과정에서 시공되는 위치가 달라도 같은 품목이면 위치와 상관없이 수량을 산출하게 된다. 부위별 분류체계를 따르는 유지관리단계에서는 산출된 품목을 분류하는데 문제점이 발생한다.

#### 4.1.3 유지관리단계와 폐기처분단계간의 분절요인

폐기처분단계의 해체 부분은 건물외부와 건물내부에 직접적인 영향력이 존재하며 서로 간에 정확한 연계가 가능하다.

또한 매각비 부분의 매각수익비 항목과 유지관리단계의 전체적인 항목들은 서로 간에 직접적인 영향력이 존재하며 이 또한 정확한 연계가 가능한 것으로 분석 되었다.

#### 4.2 분절요인의 연계방안

본 연구는 선행연구에서 개발되었던 건축 단계별 CBS가 서로 간에 유연하게 연결되지 않는 원인을 파악하는데 중점을 두고 분석하였다. 건축 프로젝트의 초기단계에서 부터 수행하는 작업을 다음단계에서 잘 활용될 수 있도록 하고 최종적으로 건축 단계별 CBS를 LCC 산정에 적합하게 연계하는 방안을 제시한다.

건축 단계별 CBS의 분절요인은 시공단계와 유지관리 단계에서 존재한다. 이는 위 연구에서 언급했듯이 공사비 내역서 상의 품목수량을 산출할 때 시공되는 위치가 달라도 같은 품목이면 위치와 상관없이 수량을 산출하게 된다. 부위별 분류체계를 따르는 유지관리단계에서는 산출된 품목을 분류하는데 문제점이 발생한다.

기획/설계단계와 시공단계간의 분절요인에 따른 연계 방안과 유지관리단계와 폐기처분단계간의 분절요인에 따른 연계방안은 분석되지 않았다. 이는 요소별로 분류되어 있는 기획/설계단계와 공종별로 분류되어 있는 시공단계는 LCC 산정에 있어 서로간의 연결에 문제가 발생하지 않기 때문이다. 또한 유지관리단계와 폐기처분단계는 서로 유연한 연계가 가능하기 때문에 문제점이 발생하지 않는다. 따라서 시공단계와 유지관리단계의 연계방안을 다음과 같다.

##### 4.2.1 품목의 규격에 부위 표시

내역서의 각 항목에는 기본적으로 같이 크기, 재질, 기간,

1	names of goods	standards	standards	quantity	material cost		Labor cost		expense	
					unit cost	sum	unit cost	sum	unit cost	sum
3	010103 masonry work		sheet							
4	cement brick	Seoul, 190*57*90 outer wall	M2	883282	50	44,164,100				
5	cement brick	rifft /material cost exemption, inside wall	M2	525			10,643	5,97,575		
6	cement brick	rifft /material cost exemption, outer wall	M2	5381			23,103	124,317,243		
7	cement brick	one side decoration (150*190*390), outer wall	M2	1942	5,456	10,595,552	24,851	49,260,642		
8	cement brick	one side decoration (150*190*390), outer wall	M2	200	7,711	1,542,200	32,871	6,574,200		

Figure 4. Writing element in BoQ

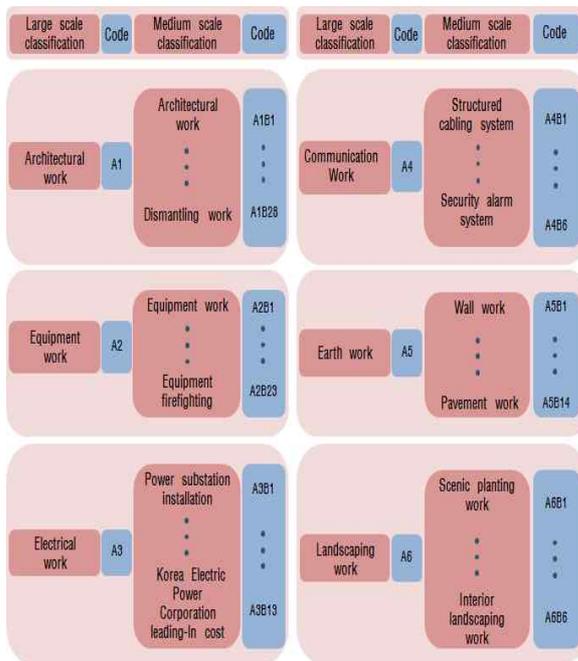


Figure 5. Applied code at construction phase

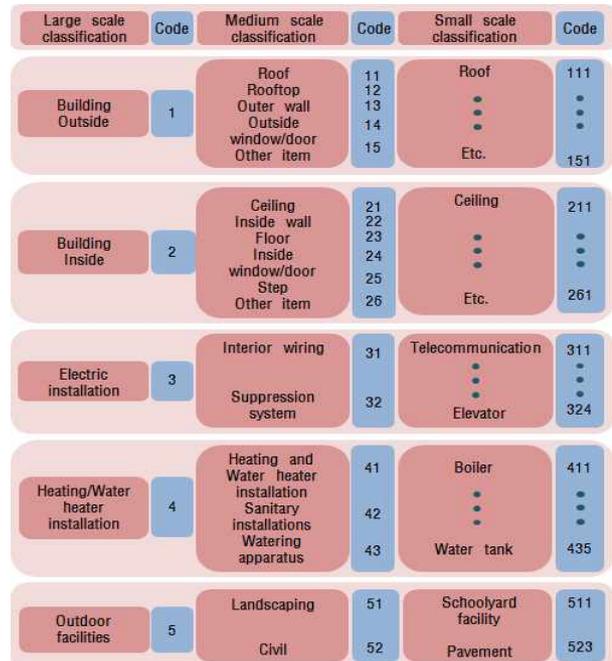


Figure 6. Applied code at maintenance phase

생산지 등의 규격을 정하여 작성한다. 작성된 내역서를 기준으로 시공하는데 필요한 비용을 측정하게 되고 유지관리비를 산출하는 초기 비용이 된다. 하지만 LCC 산정 시 공종별 분류체계를 따르는 시공단계와 부위별 분류체계를 따르는 유지관리단계를 서로 연계하는데 오류가 발행한다. 따라서 유연한 연결을 위해서는 Figure 4와 같이 초기 수량을 산출할 때 같은 품목이지만 시공하는 위치에 따라 분류하여 규격에 표기 한다면 유연한 연결이 가능하다.

#### 4.2.2 링크시스템을 이용한 코드체계

내역항목의 단기적인 연계활용 방안으로 우선 내역항목을

체계를 그대로 유지시키고 Figure 5와 Figure 6 같이 공종별, 부위별 분류에 코드를 적용하여 표현하는 방법이다. 이러한 분류코드는 내역서체계의 일관성을 부여하는 것은 아니나, 시공단계와 유지관리단계 간에 연계체계 확립이 가능할 수 있다. 즉 시공단계의 분류체계와 유지관리단계의 분류체계에 코드를 적용함으로써 공종별 분류체계와 부위별 분류체계를 유연하게 연계시켜 품목의 중복을 최소화할 수 있다.

적용된 코드체계를 이용하여 시공단계와 유지관리단계 간의 분절요인에 따른 원인을 보완하고자 Link System을 제안한다. Link System의 주요 내용은 Table 4와 같이 공종별 분류체계를 따르는 시공단계와 공간별 분류체계를 따르는

유지관리단계를 서로 연결하여 분절요인에 따른 문제점을 보완하였다. 코드체계를 이용한 Link System은 시공단계의 CBS를 바탕으로 유지관리단계 코드를 각 공종코드에 연결하는 방식으로 LCC 산정에 있어 보다 합리적인 산출이 용이하다.

Table 4. Model of a link system

Work	Code	Work Code	Maintenance Code
Architectural Work	A1	A1B1	-
		A1B2	-
		A1B3	-
		A1B4	-
		A1B5	13
		A1B6	13, 21, 22, 23
		A1B7	11, 13, 22, 23
		A1B8	13
		A1B9	13, 22, 23
		A1B10	13
		A1B11	22, 23
		A1B12	14, 24
		A1B13	14, 24
		A1B14	11, 13, 23
		A1B15	21, 22, 23, 25
		A1B16	13, 22, 23
		A1B17	11
		A1B18	26
		A1B19	13, 21, 22, 23
		A1B20	22
		A1B21	26
		A1B22	26
		A1B23	-
		A1B24	-
		A1B25	-
		A1B26	15
		A1B27	-
		A1B28	-
Equipment Work	A2	A2B1	41
		A2B2	42
		A2B3	41
		A2B4	43
		A2B5	42
		A2B6	42
		A2B7	41
		A2B8	41
		A2B9	41
		A2B10	41
		A2B11	41
		A2B12	41
		A2B13	43
		A2B14	41
		A2B15	41
		A2B16	41
		A2B17	41
Electrical Work	A3	A3B1	31
		A3B2	31
		A3B3	31
		A3B4	31
		A3B5	31
		A3B6	31
		A3B7	31
		A3B8	31
		A3B9	32
		A3B10	31
		A3B11	31
		A3B12	31
		A3B13	-
Communication Work	A4	A4B1	31
		A4B2	31
		A4B3	31
		A4B4	31
		A4B5	31
		A4B6	31
Earth Work	A5	A5B1	-
		A5B2	52
		A5B3	52
		A5B4	-
		A5B5	-
		A5B6	52
		A5B7	52
		A5B8	-
		A5B9	-
		A5B10	52
		A5B11	51
		A5B12	-
		A5B13	51
		A5B14	-
Landscaping Work	A6	A6B1	51
		A6B2	51
		A6B3	51
		A6B4	52
		A6B5	-
		A6B6	51

### 4.2.3 용어사용의 통일화

통일된 건설정보 분류체계의 사용에 따른 용어의 통일과 한 항목이 일컫는 범위가 명확해짐에 따라 분류항목의 축척과 인식이 가능해진다. 이러한 용어상의 통일은 내역에 관한 정보의 데이터베이스화에 잇점을 줄 뿐만 아니라 요소별 분류체계, 공종별 분류체계, 부위별 분류체계와 같이 서로 성격이 다른 분류체계의 연결을 용이하게 한다.

### 4.3 프로젝트 사례 적용

분석된 분절요인의 유효성을 검증하기 위하여 본 연구에서 제시한 연계방안을 바탕으로 진행된 프로젝트의 LCC 과정과 기존의 방식으로 진행된 LCC 과정을 비교 분석하였다. 분석된 내용은 LCC과정에서 오류가 가장 많이 발생하는 건축부분의 LCC 과정을 비교분석 하였다. 이는 유지관리단계의 비용분류체계는 전기·소화설비 및 난방·급탕성비와 같이 시공단계의 비용분류체계와 같은 공종별 분류체계를 따르는 비용항목이 있어 오류가 발생하는 경우가 적은 반면 건물외부 및 건물내부와 같이 서로 다른 분류체계가 적용되는 건축단계는 많은 오류가 발행하기 때문이다.

프로젝트 사례 적용은 Table 5와 같이 실제 임대형 민간 투자사업의 초등학교 및 유치원 공사비 내역서를 바탕으로 LCC를 분석하였다. LCC 분석의 기본방향은 각 대안의 경제성을 평가하고 기능, 미관 등의 경제외적 요소 또한 대안평가의 항목으로 산정하였다. 비용측면을 강조하여 궁극적으로 비용절감 측면에서 검토하는 것을 최우선으로 하였다. LCC 비용 분석의 범위는 65년으로 산정하여 산출 하였으며 수선과 교체비는 사업설명서 신청서류 작성지침에서 제시한 수선주기, 수선율, 내구연한 기준을 적용하였다.

Table 5. Summary of project example

Classification	project example data
Project	○○ elementary school and kindergarten Construction
Construction duration	14 months
Plottage	15,727.00m <sup>2</sup>
Total building areas	3,882.77m <sup>2</sup>
Total floor area	9,551.82m <sup>2</sup>
Project Scale	Building with one stories below and three above the ground
Initial construction cost	11,539,802,000 Won

본 논문에서 제시한 분절요인에 따른 연계방안을 바탕으로 진행된 LCC 과정과 기존의 방식으로 진행된 LCC 과정을 분석하여 개선점을 도출하였다. 개선된 사항은 누락된 항목 개선, 부정확성 개선, LCC 산정 시간 개선 등으로 구분할 수 있으며 추가적인 개선사항으로는 LCC 수정과 검사가 용이하다는 것이다. 다음은 개선사항에 대한 상세 내용이다.

#### 4.3.1 누락된 항목 개선

기존 LCC 산정 과정에서 비용항목의 용어가 동일화 되지 않고 비용항목에 분류부위가 정확하게 표기 되어 있지 않기 때문에 부위에 따라 수선·교체비용이 변하는 유지관리단계에서는 수선·교체주기가 누락되는 경우가 발생한다. 따라서 Table 6과 같이 실제 LCC 산정으로 나온 결과 값을 기준으로 본 연구에서 분석된 연계방안을 적용한 LCC 산정과 기존의 방법으로 산정한 값을 비교하여 개선 정확도를 분석하였다. 분석결과 연계방안을 적용한 LCC 산정은 규격에 알맞은 부위표기 및 코드화 적용으로 누락되는 항목의 97.2% 이상이 개선되었고 기존의 LCC 산정 과정에서 나타나는 업무의 오류를 줄였음을 확인할 수 있었다.

Table 6. Improved accuracy for a missing item

Element	Item quantity	Identical Items		Improved Accuracy (%)
		Existing LCC	Applied LCC	
Roof	7	7	7	100
Outer wall	28	25	27	96.4
Outside window/door	49	46	49	100
Other item	21	23	20	95.2
ceiling	16	15	17	94.1
Inside[inner wall	37	39	38	97.4
floor	47	46	45	95.7
Inside window/door	44	48	46	95.7
step	8	8	8	100
Average	257	257	257	97.2

#### 4.3.2 부정확성 개선

유지관리단계의 분류체계는 부위별 분류체계를 따르는 반면 시공단계의 비용분류체계는 공종별 분류체계를 따른다. 이러한 과정에서 기존에 수행했던 프로젝트를 분석결과와 본

연구에서 분석된 연계방안을 적용한 결과를 비교하였을 때 기존의 프로젝트에서 분류가 잘 못되었던 비용항목을 찾을 수 있었다. Table 7과 같이 연계방안을 적용한 프로젝트의 LCC 산정은 기존의 프로젝트의 LCC 산정보다 오류의 발생이 적은 것으로 분석 되었다.

Table 7. Improved point of incorrect item

Element	Existing LCC classification	Applied LCC classification	Improved items
Roof	7	7	-
Outer wall	28	27	Mortar finish
Outside window/door	49	49	-
Other item	21	20	Sound absorption spray coat
ceiling	16	17	Ceiling joist installation
Inside wall	37	38	Water stop installation
floor	47	45	Porcelain tile, Polishing tile
Inside window/door	44	46	PD0821
step	8	8	-

#### 4.3.3 LCC 산정 시간 개선

LCC 산정 과정에서 시간을 많이 소요하는 작업 중 하나는 공종별 분류체계를 부위별 분류체계로 연계하는 과정이다. 기존의 프로젝트에서는 본 연구에서 분석된 연계방안을 적용하지 못하여 분류하는 과정에서 많은 시간을 소요하게 된다. 이는 분절요인 분석에서 언급했듯이 공사비 내역서 상의 품목수량을 산출하는 과정에서 시공되는 위치가 달라도 같은 품목이면 위치와 상관없이 수량이 산출되고 부위별 분류체계를 따르는 유지관리단계에서는 산출된 품목을 부위별로 분류하는데 문제점이 발생되어 시간이 소요되기 때문이다. 따라서 정확한 개선시간을 분석하기 위해 Table 8과 같이 분절요인에 따른 연계방안을 적용한 LCC 산정과 기존방식의 LCC 산정을 총 3회에 시행하였다. 시행결과 분절요인에 따른 연계방안을 적용한 LCC 산정이 기존방식의 LCC 산정 결과 보다 공종별 분류체계 따르는 내역서를 부위별로 분류하는 과정에서 평균 6시간이 단축되었다.

Table 8. Improvement of LCC estimating hours

number	Existing LCC estimating hours	Applied LCC estimating hours	Improved hours
1	Approximately 10 hours	Approximately 4 hours	Approximately 6 hours
2	Approximately 9 hours	Approximately 3 hours	Approximately 6 hours
3	Approximately 10 hours	Approximately 3 hours	Approximately 7 hours
Average	Approximately 10 hours	Approximately 3 hours	Approximately 6 hours

## 5. 결 론

생애주기비용은 건축 프로젝트의 Life Cycle상에서 발생하는 전체비용을 의미하며 이러한 전체비용은 기획단계, 설계단계, 시공단계, 유지관리단계, 폐기처분단계 등의 프로젝트 시행과정 전 단계에서 상호 연관하여 비용이 발생한다. 하지만 건축프로젝트의 각 단계별 CBS가 서로 상이하여 연결이 유연하지 못해 건축물의 LCC을 산출하는데 어려움이 따른다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 건축물의 각 단계별 CBS간 경계조건을 분석하여 연계방안을 수립해야한다.

따라서 본 연구에서는 선행연구로 개발되었던 LCCBS를 바탕으로 각 단계별 CBS의 분절요인에 따른 경계조건을 규명하고 프로젝트 사례적용을 통해 유효성을 검증하였다.

본 연구에서 분석된 경계조건은 기획 및 발주단계에서 설계단계, 설계단계에서 시공단계, 시공단계에서 유지관리단계, 유지관리단계에서 폐기처분단계로 나누어 분석하였다. 기획단계에서는 설계단계와 직접적인 영향력을 가지게 되며 이는 시공단계에서의 비용 산출에 척도가 된다. 기획 및 발주단계의 건설기획은 설계비용의 건설설계, 효과분석 및 설계지원과 직접적인 영향력 가지며 기획단계의 공사관리는 설계비용의 건설설계와 용지취득은 현지조사와 직접적인 영향력을 갖는다. 설계단계의 건설설계, 현지조사 및 설계지원은 시공단계의 직접비와 간접적인 영향력을 가진다. 시공단계와 유지관리단계 사이에는 시공단계에서는 직접비 항목이 유지관리단계와 비용 산정에 있어 직접적인 영향력을 가지게 되며 LCC를 산정하는 과정에서 LCC는 도급계약 항목을 기준으로 하기 때문에 간접비 항목은 영향력을 갖지 못한다. 유지관리단계에서 폐기처분단계와 비용 산정에 있어 직접적으로 영향력을 갖는 항목은 해체와 매각비 항목이다.

경계조건에 따른 분절요인분석은 기획 및 발주/설계단계

와 시공단계 간의 분절요인, 시공단계와 유지관리단계 간의 분절요인, 유지관리단계와 폐기처분단계 간의 분절요인으로 나누어 분석하였다. 기획 및 발주/설계단계와 시공단계 분절요인은 LCC 산정 시 도급계약항목을 기준으로 산정하기 때문에 공사관리요소, 생산방법요소에 관련하여 요소별로 분류되는 기획 및 발주/설계단계와 공종별로 나누어 분류되기는 시공단계는 서로 간에 연계는 가능하지만 분절요인을 도출할 수는 없다. 시공단계와 유지관리단계 간의 분절요인은 공사비 내역서 상의 품목수량을 산출하는 과정에서 시공되는 위치가 달라도 같은 품목이면 위치와 상관없이 수량을 산출하게 된다. 부위별 분류체계를 따르는 유지관리단계에서는 산출된 품목을 분류하는데 문제점이 발생한다. 유지관리단계와 폐기처분단계는 서로 간에 정확한 연계가 가능한 것으로 분석되었다.

경계조건의 분절요인에 대한 해결방안으로 품목의 규격에 부위표시, 내역항목에 코드적용, 용어사용의 동일화가 해결방안으로 분석되었으며 분석된 분절요인의 유효성을 검증하기 위하여 본 연구에서 제시한 연계방안을 바탕으로 진행된 프로젝트의 LCC 과정과 기존의 방식으로 진행된 LCC 과정을 비교 분석하였다. 분석결과 누락되는 항목이 97.2%이상을 개선시켰고 기존의 LCC 산정 과정에서 나타나는 업무의 오류를 줄였음을 확인할 수 있었다. 또한 LCC 산정에서 오류를 범했던 내용을 더욱 정확한 결과 값으로 산출할 수 있었고 LCC 산정 결과 보다 평균 6시간 빠르게 업무를 수행할 수 있음을 확인할 수 있었다.

향후 건축물의 각 단계별 CBS 경계조건의 유효성을 좀 더 명확히 규정해 나간다면 LCC를 산정하는데 있어 합리적인 비용 예측이 가능해지고 나아가 건축공사비를 적절하게 산정하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

## 요 약

건축물의 생애주기비용은 시행과정 전 단계에서 상호 연관되어 비용이 발생하며 각 단계마다 서로 간에 영향력이 존재한다. 하지만 건축 프로젝트의 각 단계별 CBS가 서로 상이하여 합리적인 공사비를 산정하는데 문제점이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 기존에 연구되었던 LCCBS를 바탕으로 건축 프로젝트 각 단계 간에 경계조건을 분석하였다. 또한 분석된 경계조건을 바탕으로 분절요인을 분석

하고 이에 따른 연계방안을 모색하였다. 연계방안의 유효성 검증을 위해 실제 건축프로젝트를 바탕으로 사례적용을 실시하였다. 분석결과 누락되는 항목이 97.2%이상을 개선하였고 평균 6시간 빠르게 업무를 수행할 수 있음을 확인할 수 있었다. 향후, LCC 시스템에 적용함으로써 LCC의 효율적인 산정 및 LCC 절감을 계획할 수 있을 것으로 사료다.

**키워드** : 비용분류체계, 생애주기비용, 경계조건, 생애주기비용 분류체계

## Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology(2011-0015148)

## References

1. Park KJ. The Cost Saving Method on Each Building Phase by Analyzing the Cost Structure. Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2005 Mar;5(1):97-103.
2. Choi OY, Kim TH, Kim GH. A Study on Selection of Roof Waterproofing Method by analyzing Life Cycle Costing. Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2008 Oct;8(5):127-35.
3. Lee DJ, Park SJ, Chun JY. A Study on DB Constitutional Model for Building Elemental Cost Analysis in the Early Design Stage. Journal of Architectural Institute of Korea, 2003 Oct;23(2):599-603.
4. Park KJ, Lee JH, Jeong JY, Jeong MW. Cost Model for Cost Saving on Each Building Phase by Integration of Cost Factor. Journal of Architectural Institute of Korea, 2002 Jul;18(7):87-95.
5. Kim SK, Jeon YH, Han CH. The Boundary Condition of Building Elements and a Case Study. Journal of Architectural Institute of Korea, 2001 Mar;17(3):59-67.
6. Jeong JH, Sinin HW, Ryu HG, Kim GH, Kim TH. Life Cycle Cost Breakdown Structure Development of Buildings through Delphi Analysis. Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2012 Oct;12(5):528-39.
7. Hyun CT, Hong TH, Koo KJ, Yeon HJ, Moon HS, Cho KM,

- Development of the Space Cost Breakdown Structure(CBS) for Multi-Family Housing Projects, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2007 Dec;8(6):178-88.
8. Kang HY, Kim YS. A Study on the Analysis of Actual costs and Maintenance costs for Elemental Classification hierarchy, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2010 Jan;11(1):142-50.
  9. Chun JY, Park KJ, Oh SJ, Kwon BS. A Study on the Rational Process of Cost-Saving Method of Each Architectural Stage: Focused on the Design and Construction Stage, Journal of Architectural Institute of Korea, 2000 Oct;20(2):571-75.
  10. Hyun CT, Hong TH, Son MJ, Lee HC, Ha SH. Development of the Cost Breakdown Structure Organization Tool for the Planning Phase of Mixed Used Development Projects, Journal of Architectural Institute of Korea, 2009 Aug;25(8):185-95.
  11. Yun SH, Kim SS. Using the common-WBS based on the Construction Classification System for the integration of Schedule and Cost information, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2005 Dec;6(6):107-15.
  12. Lee JY, Jeon YI. A Study on the Requirements for a Framework of a Construction Information Classification System, Journal of Architectural Institute of Korea, 1998 Jun;14(6):57-66.
  13. Lee KS, Park HP, Oh U, Park SH. A Study on the Establishment Plan of Integrated Construction Information Classification, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2002 Jun;3(2):99-107.
  14. Lee JY. A Study on the Conceptual Basis of the Construction Information Classification Systems, Journal of Architectural Institute of Korea, 2000 Nov;16(11):3-11.
  15. Pack HP, Won SW, Koo JD, Lee KS. A Study on the Standardization of construction Information classification System in Korea, Journal of Architectural Institute of Korea, 1996 Jun;1(6):231-41.
  16. Chua D, Godinot M. Use of a WBS Matrix to Improve Interface Management in Projects, Journal of Construction Engineering and Management, 2006 Jan;132(1):67-79.
  17. Jung, YS, Woo S. Flexible Work Breakdown Structure for Integrated Cost and Schedule Control, Journal of Construction Engineering and Management, 2004 Oct;130(5):616-25.