

# BIM 기반 견적을 위한 창호공사 내역 작성체계 개선 방안

## Improvement of Bill of Quantities of Door and Window Work for BIM-based Cost Estimation

김미현<sup>1)</sup>, 조찬원<sup>2)</sup>, 윤석현<sup>3)</sup>

Kim, Mi-Hyeon<sup>1)</sup> · Jo, Chan-Won<sup>2)</sup> · Yun, Seok-Heon<sup>3)</sup>

Received May 04, 2020; Received June 18, 2020 / Accepted June 18, 2020

**ABSTRACT:** Recently, interest in BIM technology has been growing in the domestic construction market as the number of construction projects requiring the application of BIM technology has increased. The use of BIM allows the use of various visualization functions through 3D models as well as drawing interference review, quantity calculation and integrated management of information. In particular, estimates of construction costs based on BIM can increase work efficiency by reducing the burden of calculating construction costs and managing them. In order to increase the efficiency of BIM-based cost estimates, it is necessary to improve the correlation between the BoQ(Bill of Quantity) information and the BIM model. For this purpose, the ratio of the amount and item to the detailed construction of the current BoQ was analyzed, especially the problem of the calculation of construction cost in the window work in this study. In addition, we would like to suggest a method for systematically linking the BoQ information with the BIM model by improving the BoQ information structure of the window work. It is expected that this will increase the efficiency of the quantity calculation and analysis work of construction cost of window work. In addition, it is expected that this method will help to analyze and predict changes in construction cost of windows and doors by facility characteristics and type.

**KEYWORDS:** BIM, Cost estimating, Bill of Quantities, Window work, Simplification

**키워드:** BIM, 견적, 내역서, 창호공사, 간소화

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

정보화 기술이 발달하면서 국내 건설사업에서도 이를 활용하기 위한 다양한 시도를 하고 있다. 대표적인 예로서 BIM을 통해 건설사업의 기획, 설계, 시공, 유지관리 단계까지 전 생애주기 동안에 발생하는 정보를 통합 관리하는 것이다.

기존의 건설사업은 공사 참여주체 간의 정보단절로 인한 비용, 시간, 인력의 중복 투입과 같은 비효율을 초래하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 BIM의 도입은 건설사업 전 분야에 걸쳐 활발하게 논의되고 있다(Lee, 2010). 이처럼 국내 건설현장에서는

BIM을 적극적으로 활용하여 설계와 시공품질을 향상시키고, 업무의 생산성을 높일 수 있다.

최근에는 BIM이 도입되면서 BIM 기반 견적에 관한 관심도 증가되고 있다. 한국토지주택공사에서는 2017년에 BIM모델링을 기반으로 수량을 산출하여 BIM 기반 견적의 정확성 검토 및 업무 생산성을 향상시키기 위해 “LH-Cost BIM” 가이드라인을 발표하였다. 이처럼 BIM 기술이 적용되는 사업이 확대되면서 BIM을 통한 공사비 관리에 대한 관심도 증가하고 있다. 하지만 BIM 기반 견적에 대한 표준화된 업무 프로세스, 방법 및 성과물 기준 등이 정립되어 있지 않아 새로운 기술 환경에 적응이 어려운 실정이다(Joo et al., 2017). 이를 해결하기 위해서는 기존의 건축공사비

<sup>1)</sup>학생회원, 경상대학교 건축공학과 석사과정 (kimmi8679@naver.com)

<sup>2)</sup>정회원, (사)빌딩스마트협회 기술연구소 소장 (cwjo@buildingsmart.or.kr)

<sup>3)</sup>정회원, 경상대학교 건축공학과 교수 (gfyun@gnu.ac.kr) (교신저자)

견적에 사용되는 문서인 수량산출서 또는 내역서와 BIM과의 연계방안 또는 개선방안에 관한 연구가 필요하다.

내역서는 건설공사에 소요될 비용을 사전 예측·계획하고 추적·관리하여 주어진 예산범위 내에서 최적의 목적물을 설계, 시공하여 발주자의 투자비용에 대한 가치 극대화, 비용관리업무의 적정성을 도모하는 기능을 하고 있다(Noh, 2017). BIM 기반 견적을 위해서는 현행 수량산출서 또는 내역서와 BIM 모델 간의 상호연계성에 대한 지침이나 기준이 필요하다. 하지만 현행 내역서의 내역항목은 적산 담당자의 개인적인 경험이나 특정 발주기관의 관행에 의해 결정되고 있으며, 이에 관한 통일된 원칙이 없어 지나치게 세분화되고 복잡하게 작성되는 경우가 많은 것으로 파악되었다(An, 2017).

본 연구에서는 현행 내역서의 공종별 작성현황을 살펴보고 BIM 기반 견적의 문제점을 분석하여 개선이 필요하다고 판단되는 창호공사 내역서의 개선방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 내역서에 작성된 창호와 부속자재의 항목을 살펴보고 간소화시킬 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 창호의 전체 금액에 따른 부속자재금액비율, 창호의 종류에 따른 부속자재의 금액비율, 창호 단위변경을 통한 간소화정도를 살펴보고 향후 내역서 작성 시 BIM과의 연계성을 높일 수 있는 방안을 살펴보았다. 이를 통해 국내 건설 현장에서 BIM 기반 견적의 안정적인 도입과 견적업무의 생산성을 제고하고 향후 개선된 내역서를 바탕으로 BIM과의 연계성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 BIM 기반 견적의 효율성 제고 및 현행 내역서의 체계 개선을 위하여 국내 교육시설 건축공사 내역서 사례를 대상으로 현황을 분석하였다. 본 연구에서 수행한 연구의 방법을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 이론적 고찰을 통해 BIM견적과 내역서에 관한 기존 연구들의 현황을 알아보고, BIM 기반 견적의 범위와 방법을 조사하였다.

둘째, 국내에서 발주된 교육시설 2건의 사례를 선정하고 건축공사 내역서의 구성 체계를 금액비율과 항목비율로서 분석하여 현행 내역서의 문제점을 도출하였다.

셋째, 이를 바탕으로 건축공사 내역서에서 금액비율이 낮은 항목들과 항목비율이 높은 것으로 판단되는 창호공사의 개선이 필요하다고 판단하였다. 이를 개선하기 위해 본 연구는 창호공사의 내역서의 체계 개선을 위한 3가지의 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 선행연구고찰

본 연구를 진행하기에 앞서 기존에 작성된 공사내역서와 관련된 선행연구를 고찰하였다. Table 1은 기존의 내역서와 관련된 연구문헌을 보여준다.

Table 1. The trends of BoQ research

Author	Title
An (2017)	Improvement of BoQ Documents for the BIM based Quantity Takeoff
Noh (2017)	A Case Study on the Educational Facility Project for the Improvement of Work Item's Structure in BoQ
Yoo (2005)	A Study on Standardization and Simplification of Construction Material Bill
Choi (2019)	Improvement of Quantity Take-Off and BoQ through the LOD Criteria Analysis of BIM Model
Cho (1999)	A Study on the Reformation of the BoQ Structure for Public Building Projects in Korea

An(2017)은 내역서의 항목들을 BIM모델에서 최대한 활용하기 위해 불필요하게 세분화된 내역서의 항목을 단순화시키는 방안이 필요하다고 판단하였다. 이를 위해 BIM 추출정보와 현행 내역서 사례를 비교분석하였다. BIM으로 도출 가능한 내역항목의 기준을 정의하여 사례분석을 진행하였으며 연구결과 BIM 모델링 수준과 내역서의 표현수준을 유사하게 작성할 필요가 있다고 판단하였다.

Noh(2017)은 내역서를 구성하는 세부 항목의 적정성을 분석하고 구성체계의 개선방향을 검토하였다. 이를 통해 내역항목의 금액수준 분석 결과를 도출하고 3개의 단순화 방안을 제시하였으며, 내역항목을 단순화하는 정도를 제시하였다. 해당 연구에서는 세부항목 단순화 방안에 대한 적정성과 유효성 검증에 대해 실무자들을 대상으로 설문조사를 수행하여 제안된 방안에 대한 의견을 분석하였다. 이를 통해 내역작성 업무의 효율성 향상과 공사 실적자료의 축적 및 내역정보의 활용을 위해서는 현행 내역항목의 구성체계의 개선이 필요하다고 판단하였다.

Yoo(2005)는 내역서 작성의 효율화를 목적으로 시설공사를 대상으로 내역서 표준화 및 간소화 방안을 공종별 예시를 통해 제시하였다. 그리고, 내역서 표준화 양식을 제안하여 상세 내역서를 간소화하여 작성하는 개선 방안을 제시하였다.

Choi(2019)는 국내·외 BIM 모델표현수준인 LOD기준을 분석하여 BIM모델 표현수준에 따라 산출될 수 있는 현행 내역항목을 도출하여 BIM 견적 및 내역서 체계를 개선하고자 하였다. 연구에서는 국내·외 LOD기준을 통해 내역항목 분석을 위한 LOD기준을 정의하고 내역항목의 산출 수준에 따라 3개의 등급으로 나누어 세부항목을 분석하였다. 그리고, 내역서를 개선하기 위해서는 BIM모델을 통해 내역작성 시 바로 산출할 수 없는 항목을 개선하여 비체계적인 항목 및 금액분포를 줄일 수 있다고 판단하였다.

Cho(1999)는 적산업무의 효율성제고 및 원활한 계약이행과 공

사실적 자료 축적을 목적으로 내역서 작성체계 개선방향을 제안하였다. 공사를 구성하는 표준적인 구성 및 기재방법을 규정하고 각 공종의 표준화를 위해 건축공사 수량산출기준을 제시하였으며 이를 이용한 내역서 작성체계를 제시하였다.

선행연구 문헌을 분석한 결과, 이들 연구에서는 공통적으로 내역서 구성 체계에 대한 문제점을 지적하고 개선이 필요하다고 의견을 제시하고 있다. 반면에 내역서에서 문제되는 공종들에 대한 세부 개선방안의 연구는 미흡한 것으로 조사되었다. 특히 다수의 연구에서 현행 내역서가 표준적인 체계 없이 비효율적으로 작성된 공종들의 개선이 필요함을 제시하고 있다.

최근 BIM의 도입과 함께 BIM을 활용한 견적방안이 요구되고 있는 상황에서, BIM을 활용한 내역서 작성체계에 대한 개선 방안이 요구되고 있다. 본 연구에서는 내역서 작성에 있어서 표준체계가 부족한 창조공사를 대상으로 내역정보의 작성현황과 문제점을 분석하고, 이를 개선하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

## 2.2 내역서 작성방법 및 수량산출기준

### 2.2.1 조달청 건축공사 설계 내역서 작성방법

조달청에서 발간된 건축공사 설계 내역서 작성방법(Public Procurement Service, 2007)은 설계도서 작업에 관여하는 수요기관, 설계업체, 적산 업체 및 조달청에서 통일된 기준으로 업무를 수행할 수 있도록 하는 것을 목적으로 작성되었다.

건축공사 설계 내역서 작성방법은 공통사항, 원가계산 작성방법의 설명으로 구성되어 있다. 공통사항은 데이터의 호환을 위한 파일 작성과 설계 내역서의 공종별 구분 작성방법, 관급자체 내역서 작성방법 및 일식공사, 인테리어공사, 폐기물 처리내역의 작성사례를 제시하고 있으며 공사에 필요한 시방서, 내역서, 설계도면 등과 같은 중요문서의 통일된 기준을 위해 작성되었다. 원가계산 작성방법에서는 공사원가계산서구성 예시를 제안하며, 주요 공종에 대한 공종 집계표 예시와 작성 유의사항을 제시하고 있다. 이를 통해 건축 공종별 세부 설계내역 작성방법은 알 수 있으나 세부공종의 내역항목에서 공사의 중요도나 시설물의 종류에 따른 내역서 체계에 대한 고려사항을 파악할 수 없었으며, 단순히 내역항목의 품명, 규격, 단위만을 알 수 있다. 이러한 문제점으로 인해, 신규공종이나 공사의 특수성을 반영하는데에 한계점이 있으며, 제시된 내역서의 작성기준이 모호함을 알 수 있다.

### 2.2.2 국토교통부 건축공사 수량산출기준 지침

건축공사 수량산출기준 지침서(Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, 2007)는 국토교통부에서 공종별 물량내역서 및 산출내역서를 작성함에 있어 적용하여야 할 일반적인 기준을 정하는 것을 목적을 제시되었다. 본 지침서는 제 1편과 제 2편으로 나누어 작성되어 있으며 제 1편에는 건축공사 수량산출 기준, 제

2편은 수량산출 기준에 의한 내역서 예시로 구성되어 있다. 제 1편 건축공사 수량산출기준에는 일반사항, 수량산출기준의 구조, 내역서 작성으로 구성되어 있다.

1장 일반사항에는 수량산출기준의 목적과 적용범위, 적용방법이 서술되어 있다. 2장 수량산출기준의 구조에는 공종분류체계에 관해 작성하여 건축공사 계약에서 공통적으로 수행되는 작업들을 19개의 공종으로 대분류되며 각각의 대분류는 중분류, 소분류, 세분류, 세세분류의 4단계의 분류로 나누고 예시와 함께 설명하고 있다. 공종분류체계에서 제시한 내용 이외에도 추가고지사항과 수량산출방법, 단가정의를 제시하여 공사비 산정에 관한 추가적인 사항을 정의하고 있다. 또한 공종분류체계와 추가 고지사항에 따라 작성되는 세부공종의 코드는 2개의 영문자와 8개의 숫자로 구성된 10자리의 공종코드로 구성하였다. 3장 내역서 작성은 개요, 전문, 총괄집계표, 산출(물량)내역서, 단가산출서 또는 일일대가표 등으로 구성되어 있으며, 이를 통해 내역서 작성 시 고려사항과 서식, 작성원칙 등을 제시하였다.

제 2편은 건축공사 수량산출기준에 의한 내역서 예시로서 일반건축부문과 공동주택부문으로 나누어 각 발주기관별·시설물별로 적합한 내역서 작성을 위한 예시로서 작성되어 있다.

해당 지침서는 건축공사의 공종별 수량산출 및 내역서 작성의 기초로 활용할 수 있고 공사 실적 자료의 활용 측면에 있어서도 중요한 의미를 가진다. 하지만 현행 내역서와 해당 지침서의 공종분류체계를 비교해보면 공종분류체계에 해당하지 않은 내역항목이 존재하고 품명의 오류 등이 발생하는 것으로 보아 내역서와 연계성이 부족한 실정임을 알 수 있다.

## 2.3 현행 BIM 기반 견적 업무프로세스와 문제점

국토교통부에서 발간한 건축분야 BIM적용가이드(참고문헌)를 통해 BIM도입의 목적 및 정의를 살펴보았다. BIM은 건축물의 기획, 설계, 시공, 유지관리의 모든 단계에 필요한 물리적 형상, 속성 및 관련 자료에 관한 정보를 통합적으로 생성, 활용, 축적, 유통, 관리 및 재활용함으로써 업무의 수준과 효율을 증대하기 위해 도입되었다.

해당 가이드에 작성된 BIM의 정의는 건축, 토목, 플랜트를 포함한 건설 전 분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 디지털모델과 그의 작성을 위한 업무 절차를 말한다. 이처럼 BIM은 단순히 3D 모델을 그려 시각화를 하는 것뿐만 아니라 간섭검토, 설계도면 산출, 정보교환, 물량산출 및 견적, 엔지니어링 성능 분석, 시공 시뮬레이션 등 다양한 용도에 활용할 수 있다. 특히 견적업무에서 BIM 기술의 도입은 초기 예상 공사비 산정, 공사비관리, 업무수행 절감과 같은 영향을 준다.

BIM 기반 견적을 위해서는 설계도서나 시방서를 바탕으로 3D

모델을 작성하고, 구축된 BIM모델을 통해 BIM 프로그램 자체 물량정보 추출 도구를 통해 물량을 산출한다. 그리고, 객체로 작성되지 않는 항목들은 설계도서나 내역서를 바탕으로 물량을 산출해야 한다. 이후 산출된 물량을 바탕으로 표준시장단가, 표준품셈, 일위대가 등 공사비 단가 데이터베이스를 적용하여 전체 공사비에 대한 견적이 진행된다. 이때 BIM을 활용한 물량산출은 객체를 기준으로 산출하기 때문에, 모델링 방법에 따라서 많은 영향을 받게 된다. 즉, 상세한 모델링과 자세한 속성정보를 지정해야 세밀한 수준의 견적이 가능하다. 그러나 BIM 모델링 도구에서의 모델링 방식이 수량산출의 기준에서 요구하는 수준과 다소 차이가 있기 때문에 완전한 정밀견적은 어려운 것으로 판단된다(An, 2017). 또한 공사 도중 예기치 못한 상황, 공사물량의 증감, 설계 변경 등이 발생하면 변경된 물량에 대한 물량산출과 견적 작업을 다시 시행하는 어려움이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 초기 설계도면을 작성할 때부터 BIM을 기반으로 하는 3D 모델을 작성해야 하지만, 작업자마다 모델을 작성하는 방법과 기준이 상이하여 이를 통해 정확한 견적을 하는 데에는 어려움이 있다.

BIM을 이용하여 건설생산성을 높이기 위해 여러 가지의 시도가 이어지지만 BIM을 적극적으로 활용하여 공사를 수행하는 사례는 많지 않은데, 실무에서 BIM 기반 견적을 수행하는 데 발생할 수 있는 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, BIM데이터를 기반으로 하여 모든 물량을 산출하는 데에는 한계가 있다. 모든 부재를 상세하게 작성하는 데에는 많은 시간과 노력이 필요하며, 이렇게 작성된 데이터의 용량은 기하급수적으로 커져서 업무 효율이 저하될 수 있다. 또한, 객체의 누락, 작성자의 실수, 프로그램의 한계 등으로 인해 BIM 모델로 산출한 물량과 실제 시공물량과의 오차가 발생할 수 있다. 그리고, 작성할 수 없는 객체에 대해서는 보정 값을 적용하여 물량을 산출하거나, 작업의 오류가 발생하는 경우에 대해서는 추가적인 오류검토가 필요하다.

둘째, 모델을 작성하는 작성자마다 표현수준이 상이하다. 이를 해결하기 위해서는 각 공사의 단계마다 BIM모델의 표현수준에 대한 체계를 수립하여 모델을 작성하는 것이 필요하다.

견적을 위한 BIM데이터의 정확성을 확보하고 이를 건설 산업 전 단계에 활용하기 위해서는 BIM설계지침이나 가이드라인 등에 수량산출 업무에 필요한 정보의 수준과 구성 방법 등을 명확하게 정의할 필요가 있으며, 이를 위한 BIM활용 방안에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

### 3. 현행 내역서 연구방법

#### 3.1 사례 개요

본 연구에서는 비슷한 규모에서 건축공사의 공종별 금액비율과 항목비율을 파악하고 개선이 필요한 공종에 대한 내역서를 개선하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 발주 시기, 규모, 층수, 총 건축공사비가 유사한 국내 교육시설 2건의 사례를 분석대상으로 선정하였다. 이들 2건의 사례 개요는 Table 2와 같다.

Table 2. The case overview

BoQ	year	gross area(m <sup>2</sup> )	size	amount(WON)
Case A	2015	21,649.58	1 B, 5 F	10,143,263,512
Case B	2015	16,510.45	1 B, 4 F	8,152,209,325

#### 3.2 현행내역서의 현황

사례 내역서의 현황을 분석하기 위해 건축공사 내역서 주요공종을 대상으로 총 건축공사비 대비 세부공종이 차지하는 금액비율과 내역서에 작성된 전체 내역 항목 수 대비 세부공종 내역항목의 수를 항목비율로 분석하였다.

분석을 진행한 세부 공종은 공동가설공사, 가설공사, 토 및 지정공사, 철근콘크리트공사, 철골공사, 조적공사, 돌공사, 타일공사, 목공사, 방수공사, 지붕및홍통공사, 금속공사, 미장공사, 창호공사, 유리공사, 칠공사, 수장공사, 기타공사 18로 구성하였다. Figure 1과 Figure 2는 각각 사례 A와 사례 B의 금액비율과 항목비율을 보여주고 있다.

Figure1, 2를 비교한 결과, 대부분의 공종은 금액비율과 항목비율의 백분율 차가 5 이하로 나타났다. 하지만 철근콘크리트공사와 창호공사는 금액비율과 항목비율의 차가 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

철근콘크리트공사의 경우 A, B사례 모두 총 건축공사비에 해당하는 금액비율이 각각 26.64%, 25.28%로 나타났으며 총 내역항목의 항목비율이 5.49%, 5.24%로 금액비율과 항목비율 모두 비슷한 비율을 보여준다. 하지만 창호공사의 경우 A사례는 금액비율이 5.13%, 항목비율이 24.19%이며 B사례는 금액비율이 3.30%, 항목비율이 31.15%로 나타났다. 즉, 창호공사의 경우 전체 건축공사비에 대한 금액비중이 상대적으로 낮음에도 불구하고 내역항목의 수가 상대적으로 많은 것을 알 수 있다. 이는 타 공종에 비해 금액 중요도가 낮음에도 불구하고 세부 내역항목을 작성하는데 많은 시간이 필요하다는 것을 알 수 있다.

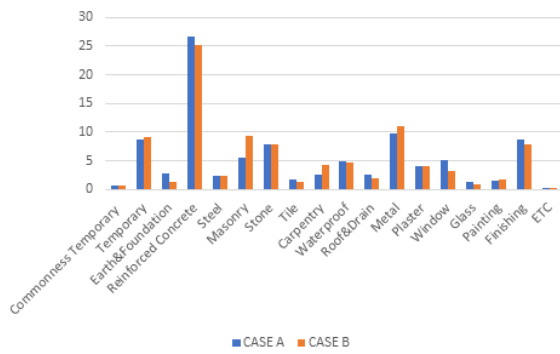


Figure 1. Cost ratio of the case A and B(%)

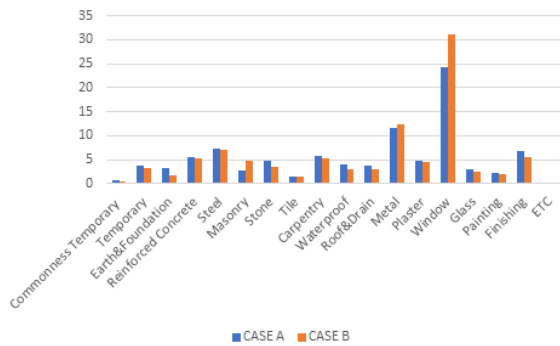


Figure 2. Ratio of Items in the case A and B BOQ (%)

공종별 내역서 체계개선방안을 도출하기에 앞서 항목비율 대비 금액비율이 가장 큰 철근콘크리트공사의 내역서 작성현황을 살펴보았다. 철근콘크리트공사의 경우 내역항목의 대부분이 레미콘과 철근, 거푸집으로 구성되어 있다. 내역서의 작성단위는  $m^3$ , TON,  $m^2$ 로 각각 다르며 레미콘의 종류, 철근의 크기, 거푸집의 종류에 따라 구분되어 있다. 내역서는 프로젝트에서 사용되는 모든 물량을 합산하여 작성하기 때문에 내역서를 통해 구체적인 부위의 면적, 길이, 수량을 확인하기는 어렵다. 반면에, 창호공사의 경우 창호의 종류에 따라 구분하여 작성하게 되면서, 작성해야 하는 내역항목의 수가 매우 많아지게 된다. 즉, 창호공사는 다른 공종에 비해 종류는 많으나, 각 항목의 수량이 많지 않아, 내역서를 작성하는 데 지나치게 많은 노력이 필요한 것으로 판단된다.

### 3.3 현행내역서의 문제점

건축공사 내역서는 공사비를 산출하기 위한 수량산출이 이루어진 후 공종별로 정리하고 단가를 적용하여 작성된다. 설계 내역서를 작성하기 위한 수량산출 작업은 건축공사의 수량산출 기준을 활용하여 작성할 수 있다. 하지만 기존 선행연구문헌의 고찰을 통한 내역서 작성의 문제점은 현행 내역서의 내역항목은 적산 담당자의 개인적인 판단과 경험에 의해 작성되는 경우

가 많고, 내역서마다 작성되는 용어와 작성수준에 대한 차이가 발생한다는 것이다. 따라서 본 연구에 사례를 통한 내역서 현황을 살펴본 결과 현행 내역서의 문제점을 크게 2가지로 정의하였다.

첫째, 내역서와 수량산출서의 연계성이 부족하다. 이는 앞서 말했듯이 내역서의 작성자와 수량산출서의 작성자가 상이하고, 세부적인 작성기준이 부족하여 발생하는 문제점이라고 판단된다. 사례내역서도 품명이 다르게 표현되거나 규격의 오류표시, 품명누락 등 공사 참여자의 혼란을 가져올 수 있는 문제점들도 나타나고 있다. 또한 창호공사 내역항목에 속하는 환기용전동창과 EV를 주위 충전은 창호공사의 수량산출서가 아닌 공용산출서에 작성되어 있는 경우도 있다. 이는 수량을 산출하는 기준과 내역서를 작성하는 기준이 상이하여, 향후 내역서의 근거를 수량산출서에서 확인하는 과정을 어렵게 할 수 있다.

둘째, 현행 내역서의 현황을 살펴보았을 때 내역항목들이 중요도가 금액의 정도와 다르게 작성되어, 공사비가 크지 않은 항목들이 과도하게 많은 내역항목으로 구성되거나 비체계적으로 작성되어 있는 것을 볼 수 있다. 예를 들어 창호공사 내역서는 크게 창호와 창호에 들어가는 부속자재들(Hardware)로 구성되어 있다. 창호의 종류와 규격별로 내역서를 작성하게 되면서 다른 공종의 내역항목에 비해 매우 많은 항목들로 내역서를 구성하게 된다. 또한 부속자재를 작성하는데 기준이 명확하지 않아 내역서마다 내역항목이 작성되는 수준이 상이함을 알 수 있다. 예를 들어 '불투명가공비' 등의 항목을 내역항목에 포함하는 경우도 있으나, 그렇지 않은 경우도 많았다.

이러한 문제로 인해 향후 BIM 기반 견적에서 모델 작성자나 다른 공사 참여자 사이에서 혼란을 가져올 수 있을 뿐만 아니라 내역서나 수량산출서에서 과도하게 많은 자료를 작성토록 하여, 업무를 비효율적으로 만들 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 내역서의 작성 체계와 개선방안이 필요하다.

또한 BIM 기반 견적을 하기 위해서는 BIM 모델에서 표현하는 수준에 맞는 내역서가 작성되어야 한다. 예를 들어 내역서에서 창호공사의 경우 창호와 여러 부속자재, 부속자재설치 등의 내역항목들이 작성되어 있다. 하지만 국내에서 사용하는 BIM프로그램인 Revit과 ArchiCAD에서 창호를 작성할 때 부속자재항목을 상세하게 표현하지 않고 창호의 높이와 폭, 재료와 같은 속성정보를 작성할 수 있다. 하지만 현행 내역항목들의 수량을 그대로 산출하기 위해서는 BIM모델에서 창호에 포함되는 모든 부속자재들을 작성하거나, 관련정보들을 모두 수작업으로 입력해 주어야 한다. 이는 상세한 모델을 작성하는데 많은 시간이 소요되지만 그에 대하여 산출할 수 있는 부속자재의 금액비율이 아주 미미한 수준이어서 모델작성시간과 부속자재의 금액비율을 생각해보았을 때 매우 비효율적인 작업이라고 판단된다.



#### 4. 내역서 개선방안

본 연구에서는 현행 내역서의 작성현황을 분석한 결과 비효율적으로 내역항목이 작성되었다고 판단되는 공종인 창호공사 내역항목을 개선하기 위해 3가지의 개선방안을 제시하고자 한다. 먼저 창호공사의 내역서는 크게 창호와 창호를 구성하는 부속자재들로 구성되어 있다. 여기서, 창호에 해당하는 창문과 문의 종류는 SD, WD, AW, AAW, WW 등이 있으며 부속자재(Hardware)는 이에 해당하는 피벗힌지, 플로어힌지, 경첩, 도어록 설치, 창문틀주위충전 등을 말한다. 이를 기준으로 사례 내역서의 개선방안을 작성하였다.

Table 3. Cost and Item Ratio of the Window Work BoQ

BoQ	windows cost(WON)	Hardware cost(WON)	windows item(EA)	Hardware item(EA)	Hardware cost ratio(%)	Hardware item ratio(%)
Case A	1,019,425,438	118,730,486	194	45	11.65	23.20
Case B	1,303,013,403	104,449,387	288	48	8.02	14.29

첫째, 창호공사에 대한 부속자재를 금액비율로서 표현하였다. 이는 전체 공사 중 창호공사의 부속자재를 구성하는 내역항목의 금액이 가장 낮고, BIM 모델로서 표현되기에 한계가 있는 부속자재를 창호공사 전체 금액에서 해당 부속자재들이 차지하는 금액을 비율로 표기하였다. Table 3은 2건의 사례에서 창호와 부속자재의 금액비율과 항목비율을 분석한 결과이다.

2건의 사례에서 창호공사 내역서 작성현황을 살펴본 결과는 다음과 같다. 사례 A의 경우 창호에 대한 부속자재의 금액비율이 11.65%, 항목비율이 23.20%로 나타났다. 사례 B의 경우 부속자재의 금액비율이 8.02%, 항목비율이 14.29%로 나타났다. BIM 모델 작성 시 모델에는 창호의 크기와 수량만 나타나 있을 뿐 도어록, 피벗힌지와 같은 부속자재를 모델링으로 구분하여 작성하지 않는다. 세부적인 모든 항목들을 전부 표현하려면 BIM모델의 상세도가 증가하여 실무에서 운용하는데 효율적이지 않다(An, 2017). 이에 따라 부속자재의 내역항목을 모두 작성하는 것보다

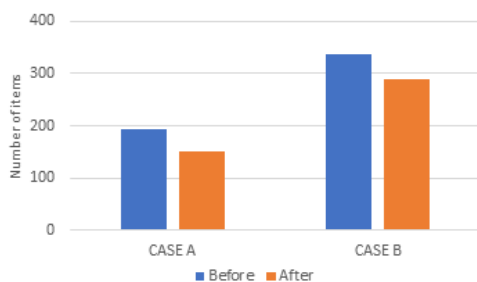


Figure 3. The result of simplification method of hardware cost ratio

부속자재를 전체 창호의 금액비율로 표현하는 것이 효율적이라고 판단할 수 있다.

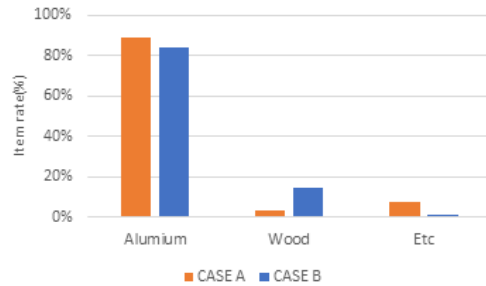


Figure 4. Item ratio of the window

Figure 4는 전체 창문에 대한 재료별 항목 비율을 보여준다. 사례 A의 창의 현황을 살펴보면 AAW(Aluminum Aluminum Window, 알루미늄이중창) AW(Aluminum Window, 알루미늄창), WW(Wood Window, 목재창), CAW(Curtainwall Aluminum Window, 커튼월), SPW의 5개의 종류가 있다. 그 중 전체 창의 89.12%가 알루미늄을 재료로 한 AAW와 AW로 분석되었다. B사례의 경우 창의 현황은 AAW, AW, WW, CAW, SPW, SSW, 단열시스템창문으로 6개의 종류가 있다. 그 중 전체 창호의 83.74%가 알루미늄을 재료로 한 AAW와 AW로 분석되었다.

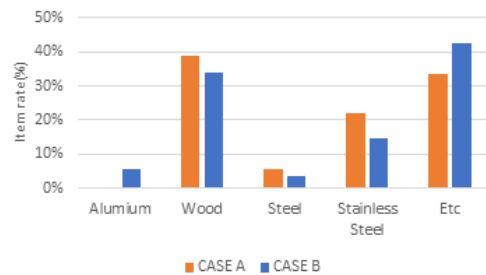


Figure 5. Item ratio of the door

Figure 5는 2개 사례의 문 현황을 보여준다. A사례의 경우 9개의 문 종류(AD, WD, SD, SSD, PD, 등)가 있었으며 그 중 전체 문의 39.04%가 WD(Wood Door, 목재문)로 가장 높은 것을 알 수 있다. B사례의 경우 9개의 문 종류가 있었으며 그 중 전체 문의 33.97%가 WD(목재문)로 많았고 SSD(Stainless Steel Door, 스테인레스문), SD(Steel Door, 철재문) 순으로 많은 것을 볼 수 있다.

이에 따라 사례내역서에서 가장 많은 개수를 가지고 있는 알루미늄창과 목재문에 한정하여 부속자재의 금액비율을 살펴보고자 한다. Table 4은 알루미늄창과 목재문의 금액에 대한 부속자재의 금액비율을 보여준다.

Table 4. The cost ratio of hardware

Windows type	Number of items	Average		Max error ratio
		number of hardwares	ratio of hardware cost	
AAW	508	2	2.37%	0.96%
AW	522	2	2.09%	2.88%
WD	279	1	2.08%	1.65%

알루미늄창의 경우 이중창의 여부로 나누어 부속자재 금액비를 분석하였다. 먼저 알루미늄 이중창은 부속자재로서 창문을 주위의 모르타르충전과 발포우레탄충전이 포함되어 있는 것을 확인하였다. 이에 따른 부속자재의 금액비율은 주자재인 창호 금액의 약 2.37%로 분석되었다. 알루미늄 창은 알루미늄이중창과 동일한 2가지의 내역항목이 부속자재로 작성되어 있다. 알루미늄창 부속자재 금액은 주자재인 창호 금액의 약 2.09%로 분석되었다. 목재문은 창문을 주위 발포우레탄 충전이 부속자재로 작성되어있으며, 주자재인 창호 금액의 2.08%가 부속자재의 금액으로 분석되었다.

Table 5는 사례 내역서에서 창호공사 내역서에 있는 모든 종류의 창호와 그에 해당하는 부속자재의 항목수를 평균하여 작성한 것이다.

Table 5. Average number of hardware on the case

Windows type	Number of hardwares	
	Case A	Case B
AAW	2	2
AW	2	2
CAW	2	2
WW	1	1
WDW	-	1
RSW	1	-
SSW	1	-
SPW	-	1
AD	-	4.29
WD	1	1
ASD	1.5	2
FSD	4.5	5.29
FSPD	1	-
HD	1	-
PD	3	3
HD	-	4
SD	6	4
SPD	1	1
SLD	-	1
SSD	5.37	4.38
AG	1	1
FSH	1	1
PSH	1	-
SSF	1	1

창호의 종류별 부속자재의 항목수를 확인하기 위해 창호공사의 내역서와 수량산출서를 분석하였다. 사례 A의 경우 창문 6종류, 문 9종류, 4개의 기타(셔터, 그릴 등)항목으로 구성되어 있으며 사례 B의 경우 창문 6종류, 문 10종류, 3종류의 기타항목으로 구성되어 있는 것을 볼 수 있다. A와 B 사례에서 동일 품명으로 작성된 항목은 AAW, AW, CAW, WW, WD, ASD, FSD, PD, SD, SPD, SSD, AG, FSH, SSF와 같이 14개의 종류이다.

해당 창호에 대해 부속자재의 항목수를 살펴본 결과 AAW, AW, CAW, WW, WD, PD, SPD, AG, FSH, SSF등 10개의 품명에 대해서는 부속자재의 항목수가 동일하게 작성된 것을 알 수 있다. 하지만 ASD, FSD, SD, SSD와 같은 4개의 항목은 동일 창호라도 내역서마다 부속자재의 항목수가 상이한 것을 볼 수 있다. 이는 부속자재의 금액비율로서 나타내기 어려운 항목들이 존재함을 알 수 있다.

따라서 내역서를 작성할 때 해당되는 부속자재의 작성수준을 정하거나 체계화시킨다면 향후 BIM건적 시 모델에 상세한 부속자재를 표현하지 않더라도 상위 항목인 창호에 해당하는 부속자재의 금액비율로서 작성할 수 있다. 이를 통해 내역항목을 구성할 때 창호의 종류에 따른 일정 금액비율로서 작성한다면 내역항목을 상세하게 작성하지 않더라도 상위항목의 비율로서 나타내어 견적이 가능할 것이라고 판단된다.

마지막으로, 창호의 수량산출 단위를 변경하여 내역서를 작성하였다. 현행 창호공사 내역서는 대부분이 문과 창문으로 구성되어 있으며 창호의 종류나 규격별로 각각의 내역항목이 작성되고 있다. 모든 창호를 규격별로 나타내어 창호의 종류가 많

Table 6. The example of existing BoQ

Description of Work	Standard	Unit	Quantity	Amount	
				Unit cost	Total cost
DYH-AW-CSL-004		kg	898	11,930	10,713,140
WD01	7.400 x 2.600 = 19.240	EA	40	3,049,680	121,987,200
WD02	7.800 x 2.600 = 4.010	EA	12	2,844,945	34,139,340
SD1	0.900 x 2.100 = 1.890	EA	13	292,350	3,800,550
SD2	1.800 x 2.100 = 3.780	EA	5	561,644	2,808,220

Table 7. The example of improved BoQ

Description of Work	Unit	Quantity	Amount	
			Unit cost	Total cost
AAW	m <sup>2</sup>	1,243.38	299,183	371,997,943
AW	m <sup>2</sup>	482.947	276,691	133,626,946
WD	m <sup>2</sup>	1412.56	177,729	251,053,428
SD	m <sup>2</sup>	53.34	152,089	8,112,434

은 내역서의 경우 과도하게 내역항목이 많아지게 된다.

현행 내역서에서 작성되는 창호의 내역 단위는 EA(개수)로서 각 규격별 창호의 개수를 나타내지만 창호공사 내역서의 규격에는 창호의 가로와 세로를 나타낸 면적단위로 작성되어 있다. 하지만 사례 2건의 관급 내역서를 살펴보면 알루미늄창의 경우 알루미늄창의 단위중량(kg/m)으로 내역서가 작성되어 있다. 이는 창호마다 내역서를 작성하는 단위가 다르며 창호의 규격을 알기 위해서는 창호 수량산출서나 따로 규격을 표시해야 확인할 수 있다. 이에 따라 창호의 내역을 창호규격별 개수가 아닌 동일 창호의 경우 모든 면적을 합산한 면적단위의 창호공사 내역서를 제안하여 간소화정도를 살펴보고자 한다.

Table 6은 현행 내역서의 작성 예시이며 기존의 내역서는 창호의 품명, 규격, 단위, 재료비, 노무비, 경비, 합계로 구성되어 있다. Table 7의 경우 변경된 내역서의 작성예시를 나타낸 것으로 내역서 간소화를 위해서 동일 창호에 대해 모든 면적을 합산하여 단위를  $m^2$ 으로 변경하여 작성하였으며 품명과 단위, 재료비, 노무비, 경비, 합계로 구성된 내역서를 보여주고 있다.

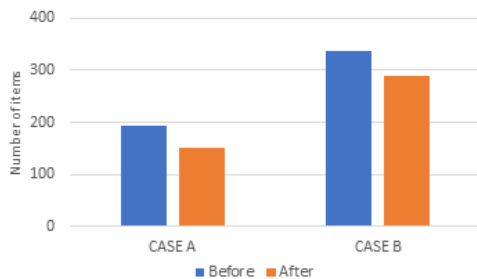


Figure 6. The result of simplification method of hardware cost ratio

Figure 6은 창호의 수량산출 단위 변경을 통한 내역항목수의 변화를 나타낸 그래프이다. 이는 창호의 종류에 따라 규격별로 작성하던 기존과는 달리 창호의 내역항목수를 간소화할 수 있으며 부속자재의 경우 기존과 동일하게 작성할 수 있다. 이에 따른 창호공사의 내역항목의 간소화는 사례 A의 경우 기존의 내역항목 수는 194개이지만 변경 후 내역항목은 66개로 65.98% 간소화됨을 알 수 있다. 사례 B는 기존의 내역항목 수는 336개이지만 단위 변경 후 내역항목은 68개로 79.76%의 간소화 비율을 보여준다. 이는 규격별로 모든 창호를 내역항목으로 작성하는 현행 내역서 대비 내역항목의 작성 방법을 변경하여 간소화를 시킬 수 있다고 판단된다.

## 5. 결론

본 연구는 현행 내역서 개선방안을 제안하여 내역서와 BIM모

델의 연계성을 높이는 것을 목적으로 진행하였다. 이를 위해 사례를 통해 개선이 필요한 주요 공종을 도출하고 문제점을 파악하여 내역서의 개선방안을 제안하고 간소화 정도를 검토하였다.

개선방안을 제안하기에 앞서 2건의 사례내역서를 대상으로 주요 공종에 대하여 금액비율과 항목비율을 분석하였다. 분석한 결과 창호공사가 금액비율대비 항목비율이 가장 높은 것을 알 수 있다. 이를 통해 창호공사의 내역서를 작성함에 있어 낮은 금액비율에 비하여 내역서의 세부항목을 작성하는데 지나치게 많은 노력이 필요한 것을 알 수 있으며, 이로 인해 수량산출 업무의 효율성이 상당히 떨어질 수 있을 것으로 판단된다. 이에 따라 창호공사 내역항목의 수준을 적절한 수준으로 조정할 수 있는 개선방안을 제안하였다.

첫째, 전체 창호공사의 부속자재 금액비율로서 내역항목을 작성할 수 있다. 부속자재는 창호 내역서마다 작성수준이 상이하고 창호의 수량산출서에 포함되지 않거나 작성유무가 발생하는 것을 볼 수 있었다. 이를 개선하기 위해 본 연구에서는 부속자재의 모든 내역을 직접 산출하지 않고, 금액비율로서 작성하는 것을 제안하고자 한다. 이를 통해 내역서를 작성할 시 사례 A의 경우 22.68%, 사례 B의 경우 13.99%가 간소화되는 것으로 분석되었다. 하지만 제안한 개선방안을 토대로 내역서 작성 및 BIM 견적을 하기 위해서는 부속자재의 내역항목작성수준과 BIM 모델표현수준이 먼저 정리가 선행되어야 한다. 부속자재에 대한 세부적인 정리가 된다면 전체 항목의 부속자재 금액비율로서 내역항목을 작성하여 내역서 간소화 및 견적의 효율성을 증대시킬 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 사례 내역서를 기준으로 창호에 대한 부속자재의 현황을 살펴보고자 한다. 창호 내역서에서 가장 많은 항목수를 가지는 알루미늄창과 목재문에 한하여 주자재에 대한 부속자재 금액비율을 분석하였다. 그 결과 알루미늄 이중창 부속자재 금액은 주자재인 알루미늄 이중창 금액에 2.37%로 나타났다. 알루미늄창 부속자재의 금액은 주자재 금액에 2.09%이며, 목재문 부속자재의 금액은 주자재 금액에 2.08%가 부속자재 금액비율로 분석되었다. 나머지 창호의 경우 창호의 종류에 따라 부속자재의 항목수가 상이하여 금액비율이 달라지는 것을 볼 수 있었다. 이를 해결하기 위해서는 부속자재의 작성수준이 일정하거나 창호의 특수성을 고려하여 금액비율을 결정하여야 한다고 판단된다.

셋째, 창호의 내역서 작성 방법을 변경하여 내역서를 간소화시킬 수 있는 방안에 대해 제안하고 이에 따른 간소화 수준을 분석하였다. 기존에는 창호의 규격별로 EA로서 개수를 표현하고 있으나 창호의 품명에 따라  $m^2$ 로 변경하여 수량을 산출하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 사례 내역서에 이를 적용한 결과, 사례 A의 경우 65.98%, B의 경우 79.76%의 간소화율을 보였다. 하지만 해당 방안의 경우 창호공사의 내역항목의 수에 대한 개선은 가능



하지만 BIM모형을 작성할 시 어려움이 있을 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 2D 도면이나 상세도를 통해 BIM 모델을 작성해야 하는 한계가 있을 수 있다. 이에 따라 3가지의 방안을 살펴보았을 때 장단점을 고려하여 적절한 간소화 수준을 도출하고 공사참여자의 혼란이 적은 방안에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

향후 창호공사의 내역항목을 개선하기 위해서는 크게 두 가지의 방법이 있을 수 있다. 첫째, 주자재인 창호의 내역항목을 조절할 수 있다. 창호공사의 내역항목은 크게 문, 창문, 부속자재로 구성되어 있으며 대부분 항목이 창호를 규격별로 구분하여 작성되어 있기 때문에 많은 종류의 창호를 포함하고 있는 경우, 내역항목이 과도하게 많아질 수 있다. 이를 해결하는 방법으로는 본 논문에서 제시 한 바와 같이 창호의 작성단위를 변경할 수 있다.

둘째, 부속자재의 내역항목을 조정하여 내역서를 작성할 수 있다. 연구에서 사례로 선정한 내역서의 창호공사 내역항목을 보면 비체계적으로 부속자재의 항목이 작성되어 있는 것을 볼 수 있고 사례마다 부속자재의 표현수준이 일정하지 않은 것을 볼 수 있었다. 이에 따라 먼저 BIM 모델에서 작성하는 부속자재의 표현수준을 정하여 내역항목을 작성하는 것이 선행되어야 내역서 작성자나 BIM모델 작성자의 혼란을 줄일 수 있다고 판단된다. 이를 해결한다면 내역서의 체계개선 뿐만 아니라 BIM 견적에서도 시공 단계별 BIM 모델표현수준을 정의하는데 있어서 효율적이라고 판단된다. 하지만 무리하게 내역항목의 수를 줄이거나 비체계적으로 내역항목을 구성한다면 역으로 공사 참여자의 혼란이 가중될 수 있기 때문에 명확한 근거를 바탕으로 내역서 개선이 이루어져야 할 것이다.

향후 연구에서는 도출한 3가지의 개선방안을 토대로 시설물별, 공종별 특성에 따라 내역항목 분석을 진행하여 적절한 개선방안에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(20AUDP-B127891-04)에 의해 수행되었습니다.

## References

An, J. W., Yun, S. H. (2017). Improvement of BoQ Documents for the BIM based Quantity Takeoff, Journal of KIBIM, 7(4) pp. 16-24.

Building Smart Korea (2010). BIM Implementation Guidelines, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea, pp. 7-70.

Cho, H. H., Kang, T. K., Lee, Y. S., Cho, M. Y. (1999). A Study on the Reformation of the BoQ Structure for Public Building Projects in Korea, Journal of the Architecture Institute of Korea Structure & Construction, 15(9), pp. 123-131.

Choi, H. J., Yun, S. H. (2019). Improvement of Quantity Take-Off and BoQ through the LOD Criteria Analysis of BIM Model, Journal of KJCEM, 20(6), pp.89-97.

Joo, S. U., Kim, C. K., Kim, S. U., Noh, J. O. (2017). BIM-Based Quantity Takeoff and Cost Estimation Guidelines for Reinforced Concrete Structures, Journal of the computational structural engineering institute of Korea, 30(6), pp. 567-576.

Kwon, O. B., Son, J. H., Lee, S. H. (2010). Study on the Application of 3D-based BIM for School Facilities to Increase Cost Management Efficiency, 10(6), pp. 49-60.

Lee, J. H. (2010). A Case Study on the Detailed Estimation using BIM, Masters Thesis, Chung-Ang University, Korea, pp. 1-10.

Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (2007). Guideline of Quantity Calculation Standard in Construction Work, pp. 1-33.

Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (2010). National Architectural BIM Guide, pp. 1-4.

Noh, H. R. (2017). A Case Study on the Educational Facility Project for the Improvement of BoQ Information Structure, Masters Thesis, Gyeongsang National University, Korea, pp. 4-14.

Park, Y. (2017). Calculation of the Attached-Piping-Material Rate for the Building Mechanical-Service System in Office Buildings, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, 29(4), pp. 185-194.

Public Procurement Service (2007). Method of Bill of Quantities in Construction Work, pp. 1-73.

Yoo, S. Y., Lee, J. M., Park, J. T., Ryoo, Y. S., Kim, J. G. (2005). A Study on Standardization and Simplification of Construction Material Bill, Journal of KARSE, 22(1), pp. 90-111.