

BIM기반 건축물 수선교체비 산정 프로세스

박지은¹ · 유정호*

¹광운대학교 건축공학과

BIM-based Repair&Replacement (R&R) Cost Estimating Process

Park, Jieun¹, Yu, Jungho*

¹Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University

Abstract : In a construction project, the portion for maintenance costs for a building is considerable compared to the initial construction cost. As such, Life Cycle Cost (LCC) analysis is being increasingly utilized to assess the design value of engineering work in Korea. Additionally, the Public Procurement Service in Korea announced that it will be mandatory for all domestic construction projects to adopt BIM. Furthermore, the paradigm for architectural design has shifted from 2D to 3D, and to BIM, which includes a data management system. Within this background, however, there is currently no adequate BIM-based LCC analysis software and the requirements of cost estimation for repair and replacement cost for a building is not completely adequate in BIM tools such as Revit and Archicad. Therefore, this study suggests a process of cost estimation for repair and replacement (R&R) cost based on IFC data. First, we analyzed existing R&R criteria and defined BIM-based requirements when calculating R&R costs. These requirements were extracted from relevant IFC data. Subsequently, this was saved to a database and a BIM-based database was built for R&R cost estimation. Finally, this database was connected with external databases such as R&R Criteria DB and Cost Information DB to calculate R&R costs. This process is expected to improve upon the traditional process of cost estimation of R&R cost by applying a BIM model. The proposed process can contribute to a further standardizing of BIM-based LCC analysis thru application to initial construction costs, energy costs, and other maintenance costs.

Keywords : LCC, Repair&Replacement Cost, BIM, IFC, Cost Estimation

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 사업비 중 사용기간이 긴 건축물과 같은 자산에 대해서는 초기투자비용뿐만 아니라 유지관리 비용이 차지하는 비중이 상당하다(민병기 2012). 또한 국내의 경우, 「건설기술진흥법 시행령」 제 75조에 따라 총공사비 100억 원 이상인 건설 공사는 생애주기비용(Life Cycle Cost; LCC)관점에서 설계 VE(Value Engineering)검토업무를 의무적으로 시행하여야 한다. 또한 국토교통부훈령 제 371호 「건설기술개발 및 관리 등에 관한 운영규정」에 따르면, 설계·시공일괄입찰공사와 대안입찰공사에 설계의 경제성 검토서를 입찰도서에 포함하도록 규정하고 있는데, 경제성 검토에 LCC분석이 포함된다.

이러한 LCC를 구성하는 요소에는 초기투자비, 수선교체비, 에너지비, 해체·처분비 등이 포함된다.

한편, 건설산업의 고도화와 정보화가 급속히 진행되면서 건설산업의 방대한 정보를 처리하는 문제가 대두되고 있다. 또한 낮은 건설생산성(CIFE 2007), 빈약한 정보흐름과 정보 중복의 문제점(Gallaher et al. 2004) 등의 해결방안으로 BIM (Building Information Modeling)에 대한 관심이 고조되고 있다. BIM이란 초기 개념설계에서 유지관리 단계까지 건물 혹은 프로젝트의 전 수명주기 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보를 생산하고 관리하는 기술이라 할 수 있다. 2012년부터 조달청은 500억 원 이상인 터키·설계공모 공사에 BIM적용을 의무화를 시작으로 2016년부터 조달청은 '시설사업 BIM 적용 기본지침(v1.3)'을 수립하여 BIM 요구수준을 공사규모에 따라 차별적으로 적용하기로 하였다. 따라서 총 공사비 300억 원 미만의 중소규모 공사는 계획설계 또는 중간설계 수준의 BIM이 요구되지만 총 공사비 300억 원 이상은 실시설계 수준으로 BIM 적용이 의무화된다.

BIM의 활용 확대 정책이 눈앞에 다가오며도 불구하고 시설

* Corresponding author: Yu, Jungho, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea
E-mail: myazure@kw.ac.kr
Received January 22, 2016; revised February 1, 2016
accepted February 4, 2016

물 전 생애주기동안 발생하는 비용인 LCC 중 수선교체비 산정에 BIM을 적용한 연구는 미흡한 실정이다. 현재 상용화된 BIM저작도구에서 수선교체비 산정에 필요한 요구정보의 추출이 어렵다. 따라서, 설계VE 업무수행자 혹은 LCC분석을 하고자 하는 자가 기본적인 물량산출을 통해 수선교체 기준을 참조하여 수작업으로 진행되어야 하는 실정이다. 이로 인해 분석 결과의 신뢰도는 분석자 숙련도 및 작업환경에 의해 상당부분 좌우되며, LCC분석 업무의 효율성 또한 낮아질 수 있다.

따라서 본 연구에서는 LCC분석자가 BIM모델에서 건축물 수선교체에 대한 데이터를 얻고 LCC분석에 필요한 수선교체비를 효율적이고 정확하게 산정하기 위한 BIM기반 수선교체비 산정 프로세스를 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 개방형 BIM환경 하에서 LCC분석의 효율성과 일관성을 향상시키기 위해 LCC분석 요소 중 수선교체비에 한정하여 수선교체비 산정 프로세스를 제시하고자 한다. 기존 상용화된 BIM저작도구의 속성정보체계의 한계를 극복하고자 개방형 BIM에서 수선교체비 산정 요구정보 추출을 위해 개방형 표준데이터 포맷인 IFC (Industry Foundation Classes)를 활용하였다. 먼저, 국내·외 수선교체 기준 분석을 통해 수선교체비 산정을 위한 요구정보를 파악하고 BIM을 활용한 수선교체비 산정 요구정보를 정의했다. 이 요구정보에 대한 IFC를 추출하여 수선율, 수선주기, 교체주기와 같은 기준에 관한 정보와 단가정보를 매핑하는 알고리즘을 통해 BIM기반 수선교체비 산정 프로세스를 제시했다. 프로세스는 크게 IFC데이터 추출, 수선교체 기준 데이터베이스와 연계, 단가 데이터베이스와 연계, 수선교체비 산정과 같이 4가지 단계로 진행된다.

본 연구의 절차는 다음과 같다.

- 1) BIM기반 LCC 분석의 필요성 및 중요성을 인식하고 기존연구를 고찰한다.
- 2) 국내·외 수선교체 기준을 분석한다.
- 3) BIM기반 수선교체비 산정 요구정보를 정의한다.
- 4) IFC를 활용한 수선교체비 산정 프로세스를 제시한다.
- 5) 사례적용을 통해 검증한다.

BIM을 통해 수선교체비 산정에 필요한 요소를 효율적이고 일관성있게 추출하여 외부 데이터베이스인 수선교체 기준과 단가를 자동으로 연계할 수 있고, LCC분석 업무의 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

2. 기존연구 및 현황분석

2.1 BIM기반 LCC분석 기존연구 고찰

국토교통부의 '설계의 경제성 등 검토에 관한 시행지침'에서 LCC란 초기투자비용, 유지관리비용, 이용자비용, 사회·

경제적 손실비용, 해체·폐기비용, 잔존가치 등 시설물의 생애주기 동안 발생하는 모든 비용으로 정의한다. 또한, LCC 분석은 초기투자비와 유지관리비 등 시설물의 내용연수 동안 발생하는 생애주기비용의 일부 또는 전부를 산출하는 것을 말하며, 유지관리비용에는 점검 및 진단비, 관리비, 에너지비용, 보수비, 교체비, 보강비 등을 포함한다. 국내의 경우, 박규태(2011)는 Revit (Autodesk사의 BIM저작도구)을 사용해 BIM모델을 생성하고 BIM모델을 통해 물량산출 및 LCC산출 프로세스를 제시하였다. 또한, 김대현 (2012)은 Revit에서 매개변수를 추가하여 유지관리 속성정보를 입력해 LCC분석조건에 맞는 대안분석을 제안하였고, 서해두(2011)는 LCC분석의 효율화를 위해 BIM을 활용해 개선된 LCC분석 모델을 제시하였다. 국외의 경우, Kehily 외 2명 (2012)은 기존의 BIM기반 견적프로그램인 CostX (Exactal사의 견적소프트웨어)를 활용해 전생애주기비용(Whole Life Cycle Cost; WLCC) 분석을 위한 템플릿을 개발했다. 또한, Kim (2014)은 LCC와 LCA를 고려한 주택 개보수를 위한 BIM 프레임워크를 개발하는 연구를 진행했다.

이와 같이 기존 LCC분석 업무 프로세스를 개선하기 위해 BIM을 활용한 연구가 다수 진행되었지만 특정 BIM 저작도구에 의존적인 방법이며 확장성 및 일반화에 한계를 보였다. 또한, LCC 산출을 위한 물량산출 방법과 에너지비용 산정 방법 개선에 초점이 맞추어져 있고, 수선교체비 산정을 위한 개선방법에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 LCC분석 요소 중 수선교체비를 효율적으로 산정하기 위한 BIM기반 프로세스를 제시하고, 개방형 BIM기반의 표준 데이터 포맷인 IFC를 활용하여 확장성을 가진 방법을 제시한다.

Table 1. Literature Reviews On BIM based LCC analysis

Literature	Author	Contents
A Study on a BIM-based Structure Life Cycle Cost Calculation Process	Gyu Tae, Park (2011)	Suggest a BIM-based quantity calculation and LCC calculation process
Development of LCC Calculation Model for Residential Building based on BIM	Dae-Hyun, Kim (2012)	Construct maintenance property information by adding parameters to the Architecture Revit and propose LCC calculation model for residential building based on BIM
Development of a BIM-based LCC Analysis Process-focused on the Exterior Skin System for Buildings-	Hae-Doo, Seo (2011)	Clarify the factors which are inhibiting the efficacy of existing LCC analysis and proposes reformed model BIM applied LCC analysis, as a method of settlement
Leveraging Whole Life Cycle Costs When Utilising Building Information Modelling Technologies	Dermot Kehily, et.al (2012)	Develop LCC analysis template for WLCC by traditional BIM-based cost estimating software
Conceptual Building Information Modelling Framework for Whole-house Refurbishment based on LCC and LCA	Ki Pyung, Kim (2014)	Develop BIM framework of financially and environmentally affordable whole-house refurbishment solution based on LCC and LCA

2.2 수선교체 기준분석

현재 수선교체 기준은 주택법의 장기수선계획의 수립기준, 조달청의 내용연수, 대전, 충남 등 교육청의 수선교체 기준, 지방공기업법 시행규칙의 건축물 등의 내용연수표, LH공사의 임대주택 장기수선계획 수립 대상시설과 표준 수선 기준, 국방부 기준 등 다양하다. 기술제안입찰 혹은 대안입찰 시, 주택법 장기수선계획의 수립기준과 조달청 내용연수를 기본으로 사용하며 필요에 따라 근거를 밝혀 타기관의 기준을 활용하고 있다. 주택법 장기수선계획의 수립기준은 건물외부, 내부 등으로 분류되고 이는 다시 지붕, 외부, 천장, 내벽, 바닥 등으로 분류된다. 조달청 내용연수는 품목별 일련번호로 품목을 구분하며 대전/충남 교육청 수선교체 기준은 건축공사와 토목공사로 크게 분류되고 하위분류체계로 미장, 방수, 타일 공사 등으로 분류된다.

일본의 경우, 수선주기는 전문관리 기관별로 기준이 다르며 외부도장, 외부철부(방청)도장, 아스팔트방수 등 수선품목은 공간과 부위별로 구분되어있다. 유럽의 수선교체기준 또한 공간과 부위로 구분되어 수선주기, 수선율, 교체주기가 설정된다. 예를 들면, 벨기에의 내용연수 기준은 내부 창틀, 내부칸막이 벽, 창, 창문틀 등 구성재와 부위별로 수선품목이 분류된다(이미혜 2009).

국·내외 수선교체 기준을 분석한 결과, 공통적으로 건물의 내·외부 기준과 부위에 따라 수선주기, 수선율, 교체주기가 설정되는 사실을 파악할 수 있었다. 예를 들면, 주택법 장기수선계획의 수립기준에서 같은 모르타르마감이더라도 건물외부-지붕-모르타르마감의 수선주기는 5년, 수선율은 20%, 교체주기는 10년임에 반해, 건물내부-바닥-모르타르마감의 경우 수선주기 5년, 수선율 15%, 교체주기 20년이다(Table 2). 이는 건물외부의 모르타르 마감이 건물내부의 모르타르 마감의 내용연수보다 짧음을 의미한다. 따라서 ‘공간’과 ‘부위’가 수선교체 기준에 영향을 미치는 요소라고 판단된다.

Table 2. Long-term Maintenance Plan-An Example of Cement Mortar

Target object	Classification	Repair cycle	Repair rate	Replacement cycle
Cement Mortar	External-Roof	5 year	20%	10 year
	Internal-Slab	5 year	15%	20 year

2.3 BIM저작도구의 한계

BIM저작도구의 종류는 다양하며 대표적으로 Autodesk사의 Revit, GraphiSoft사의 ArchiCAD, Trimble사의 Sketchup 등이 있다. 이와 같은 BIM저작도구는 기본적인 파라메트릭 모델링 이외에도 도면생성, 설명서 작성, 견적, 간섭체크, 에너지 분석 등 다양한 기능을 제공한다(BIM Handbook 2010). 위와 같이 BIM 저작도구에서 기본적으로

제공하는 기능에 물량산출 기능은 있지만, 더 나아가 LCC를 산출하는 기능은 없으며 이를 위한 BIM소프트웨어도 존재하지 않음을 알 수 있다. 따라서 BIM저작도구의 물량산출 기능으로 LCC분석을 수행하고 있는 실정이다.

LCC요소 중 수선교체비 산정을 위해 기본적으로 수행되어 하는 과정은 수선교체비 산정 객체의 정확한 물량을 산출하는 일이다. 김창섭(2011)은 상용 BIM저작도구를 통한 물량산출의 한계점으로 사용자마다 다른 모델링 기법을 적용하여 모델링을 수행하고 서로 다른 BIM저작도구는 상이한 속성정보체계를 가진다고 지적했다. 따라서 상용 BIM저작도구를 활용하여 수선교체비를 산정하기 위해서는 수선교체 기준과 매핑되는 속성정보가 필요하다.

Revit의 경우 ‘Schedule/Quantities’과 ‘Material Takeoff’ 기능을 통해 객체별 물량산출을 할 수 있다. ArchiCAD는 ‘Schedule’기능을 통해 Door, Wall, Window와 같이 다른 객체별 물량산출 값을 확인할 수 있다. 그러나 각각 Revit과 ArchiCAD에서 물량산출 시, 부위나 공간이 표현되지 않으며 ArchiCAD에서는 복합객체인 창이나 문의 경우 세부 단일객체로 물량산출이 되지 않음을 알 수 있다(Fig. 1).

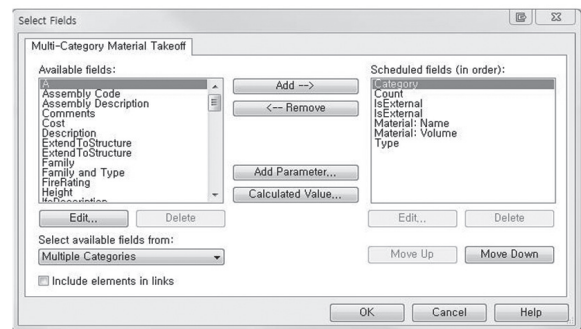


Fig. 1. Quantity takeoff - Revit

예를 들어, 주택법 장기수선계획의 수립기준에는 ‘건물내부’ - ‘내부 창’ - ‘알루미늄 창’의 창틀과 창이 나뉘어 수선교체 주기와 수선율이 다르게 수립되어 있다. 일반적으로 BIM 모델에서 창은 Window라는 복합객체이며 이는 Frame과 Glass로 구성된다. 따라서 복합객체가 창과 유리로 구분되어 물량산출이 이루어져야 하며 각각의 단일객체는 부위정보와 공간정보를 담고 있어야 한다. 그러나 현재 BIM 저작도구 중 이를 추출하여 수선교체비 산정을 가능하게 하는 상용화된 소프트웨어는 존재하지 않는다.

2.4 IFC데이터 활용성

IFC란 개방형BIM의 개방형, 중립적 데이터 포맷으로 빌딩스마트국제연맹의 데이터표준이다. 이는 객체(Object), 상관관계(Relationship), 속성(Property), 클래스(Class)와 같은 구조를 가진다. 그 중 IFC로 표현되는 건축 프로젝트

의 분류체계는 IfcRoot, IfcObject, IfcProduct, IfcElement, IfcBuildingElement 등으로 나뉘며 IfcBuildingElement는 건설 부재를 나타내는 Ifcwall, IfcDoor, IfcWindow 등 스키마로 이루어져 있다(김인한 2015). 이외에도 IFC는 다양한 스키마구조로 이루어져 있으며 건축객체의 특성정보를 표현하기 위해 확장 및 추가가 이루어지고 있다(황영삼 2004). 개방성, 중립성, 그리고 확장성을 가진 IFC는 BIM저작도구에서 제공하지 않는 정보를 제공하며 서로 다른 BIM저작도구에서 발생하는 건물설계정보의 상호호환이 가능하다(C.Fu et al. 2007). 앞서 2.2에서 수선교체 기준을 분석하여 ‘공간’과 ‘부위’를 수선교체기준에 영향을 미치는 요구정보로 정의하였다. Fig. 2은 buildingSMART가 제공하는 IFC 스키마의 일부분이다. 이 스키마 관계도에서 IfcRelSpaceBoundary 엔티티가 IfcSpace를 참조하며 IfcBuildingElement를 참조하고 있음을 알 수 있다. IfcRelSpaceBoundary 엔티티는 속성정보 InternalOrExternalBoundary를 가지며 이를 통해 건물의 외부·내부에 대한 정보를 추출할 수 있다. 따라서 IFC를 활용하여 특정 부위객체에 대한 공간정보가 복합적으로 추출될 수 있음을 의미한다. 따라서 BIM저작도구의 정보제공의 한계점을 IFC를 활용함으로써 해결할 수 있다.

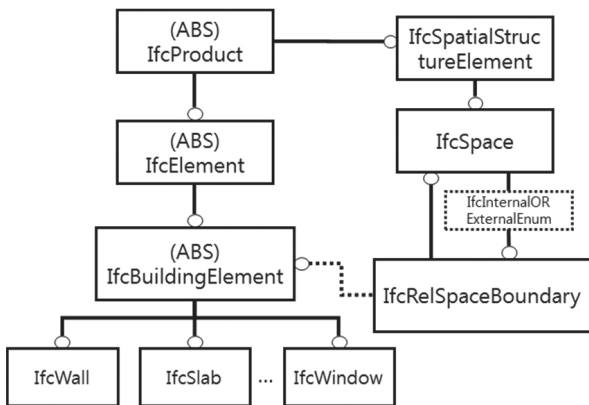


Fig. 2. Relationship diagram of IFC schema 2 × 3

3. BIM기반 건축물 수선교체비 산정 방안

3.1 BIM기반 수선교체 기준 요구정보 정의

본 연구에서는 공간(Space)-부위(Element)-재료(Material)의 복합정보를 수선교체 기준 요구정보로 정의한다. IFC데이터를 활용한 수선교체비 산정을 위해 BIM기반 수선교체 기준 요구정보를 다음 Fig. 3과 같이 정의하였다. 공간에 따른 부위정보와 재료정보가 복합적으로 필요하며 이는 BIM모델에서 각각 IfcSpaceBoundary, IfcBuildingElement, IfcMaterial 엔티티의 속성정보를 통해 정보를 추출할 수 있다.

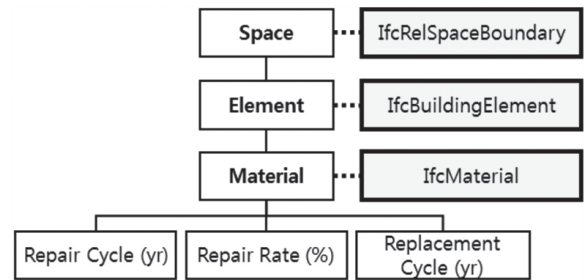


Fig. 3. Requirement of BIM-based Repair and Replacement criteria

3.2 IFC데이터 추출

수선교체비 산정을 위한 요구정보는 공간(Space)-부위(Element)-재료(Material) 정보로 구성되어 있다. 건물 외부인지 내부인지와 같은 공간에 대한 정보와 벽, 지붕, 바닥, 천장 등 부위가 구별되어야 한다. 따라서 대상의 재료가 공간과 부위에 대하여 독립적으로 존재해서는 안되며 공간정보와 부위정보가 연계된 재료정보가 복합적으로 필요하다.

IFC데이터 추출의 전체적인 프로세스는 다음 Fig. 5와 같다. 각 IFC 데이터의 연관관계는 Fig. 4의 Entity-Relationship Diagram(ERD)로 표현하였다. IFC데이터 추출 프로세스와 추출된 IFC데이터의 연관관계는 다음과 같다. 먼저, 수선교체비 산정을 위한 대상객체를 선

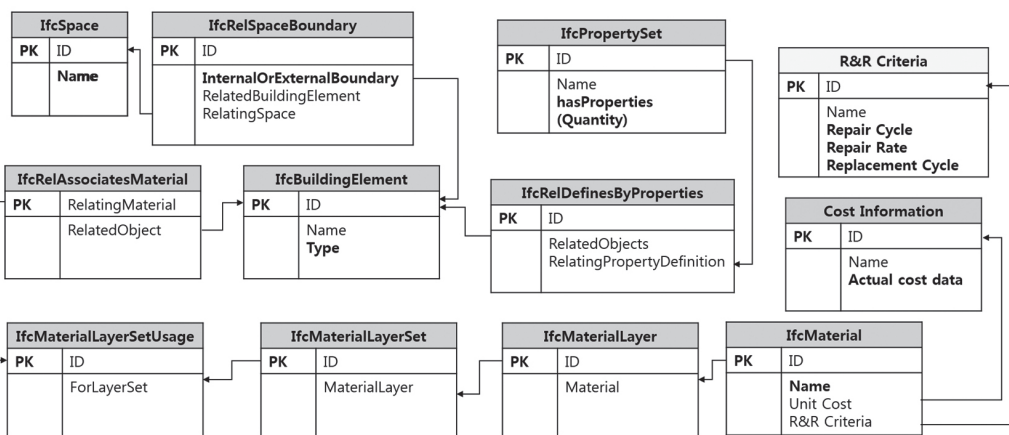


Fig. 4. Entity-relationship diagram of IFC-based cost Repair&Replacement(R&R) cost estimating

택하고 이 객체가 위치한 공간명을 IfcSpace 엔티티의 속성정보 Name과 ID를 추출한다. 추출된 ID를 참조하는 경계정보를 IfcRelSpaceBoundary 엔티티의 RelatingSpace를 찾아 해당 Ifc의 ID, InternalOrExternalBoundary를 추출한다. IfcRelSpaceBoundary 엔티티의 속성정보인 RelatedBuildingElement를 추출하여 경계정보에 연관된 객체들을 인식한다. 대상객체의 부위정보를 얻기 위해 IfcBuildingElement 엔티티의 속성정보 Type을 추출하여 IfcWall, IfcRoof, IfcSlab, IfcWindow 등의 Name과 ID 정보를 얻는다. 이후, 부위유형이 복합객체인 Window 혹은 Door일 경우, 각 객체의 Property Set을 검색하여 IfcRelDefinesByProperties 엔티티의 속성정보 ID, Name, RelatedObjects, RelatingPropertyDefinition를 추출한다. 추출된 속성정보 RelatingPropertyDefinition을 참조하는 IfcPropertySet 엔티티의 ID를 추출한다. 이 엔티티의 속성정보인 hasProperties의 물량산출값을 추출한다. 만약 Window와 Door가 아닐 경우, 재료에 대한 정보를 얻기 위해 IfcRelAssociatesMaterial 엔티티의 속성정보 RelatingMaterial과 RelatedObject를 추출하여 경계정보에 대한 관련 재료 객체를 추출한다. 속성정보 RelatingMaterial을 참조하는 IfcMaterialLayerSetUsage 엔티티의 ID를 추출하여 IfcMaterialLayerSet엔티티의 ID가 참조하는 속성정보 ForLayerSet을 추출한다. IfcMaterialLayerSet의 속성정보 MaterialLayer를 추출하여 이를 참조하는 IfcMaterialLayer 엔티티의 ID를 추출하고 이 엔티티의 속성정보 Material을 추출하여 이를 참조하는 IfcMaterial 엔티티의 ID 정보를 얻는다. 마지막으로 물량값은 IfcRelDefinesByProperties 엔티티의 ID, Name, RelatedObjects, RelatingPropertyDefinition을 추출하여 IfcPropertySet 엔티티의 hasProperties에 포함된 Quantity 값을 추출한다. 이 과정으로 추출된 IFC데이터는 BIM기반 수선교체비 산정 요구정보 데이터베이스 (BIM-based DB of R&R cost estimation requirements)에 저장된다.

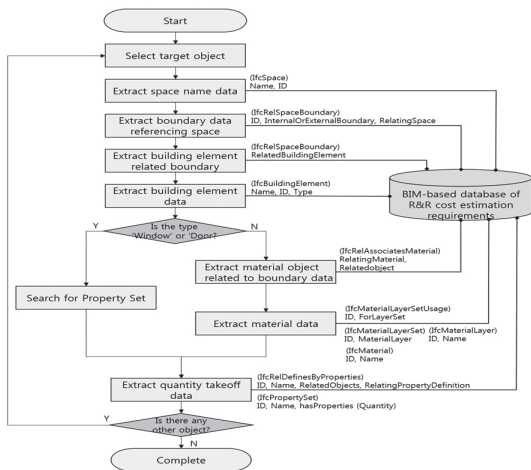


Fig. 5. Process of extracting IFC data

3.3 수선교체비 산정 프로세스

앞서 3.2장에서 IFC데이터 추출 알고리즘을 통해 BIM기반 수선교체비 산정 요구정보 데이터베이스를 구축하였다. 구축된 데이터베이스와 외부데이터베이스인 수선교체 기준 DB (R&R Criteria Database), 단가DB(Cost Information Database)를 연계하여 수선교체비를 산정한다. 본 연구에서 제안하는 프로세스는 Fig. 6과 같다. 먼저, BIM기반 수선교체비 산정 요구정보 DB에서 공간, 부위, 재료에 대한 IFC기반 추출정보를 불러온다. 수선교체비를 산정할 대상의 공간, 부위, 재료 정보와 매핑되는 수선주기, 수선율, 교체주기 정보를 외부데이터베이스인 수선교체 기준DB에서 불러온다. 마지막으로 단가DB에서 대상에 적용할 실적공사비나 일위대가와 같은 단가정보를 불러온다. 이렇게 불러온 정보를 토대로 수선교체비 산정을 위해 필요한 내용연수, 물가상승율, 할인율 등을 적용해 수선교체비를 산정한다.

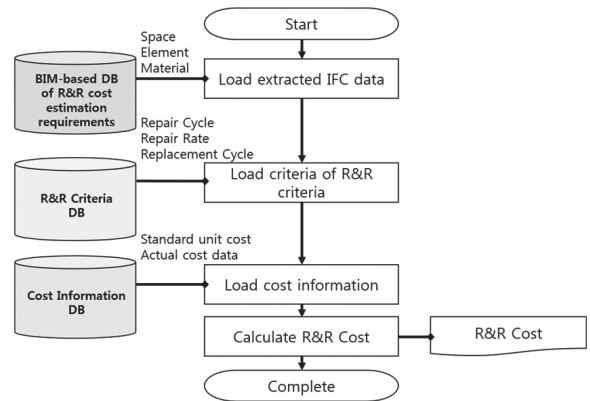


Fig. 6. Process of cost Repair&Replacement(R&R) cost estimating

4. 사례적용

4.1 예시건물개요 및 가정사항

본 연구에서 제안한 IFC기반 건축물 수선교체비 산정 프로세스를 검증하기 위해 BuildingSMART에서 제공하는 예시건물 BIM모델¹⁾을 이용하여 사례적용 분석을 실시하였다. 사례적용에 이용된 예시건물은 'Duplex_A'건물로 건물개요는 아래 Fig. 7과 같다. 기본적으로 기초, 외벽, 내벽, 슬라브 등으로 구성되어 있고 총 지상2층으로 각 층별로 8개의 실로 구분되고 지붕과 여러 개의 창, 문이 포함되어 있다.

본 사례적용의 가정사항은 다음 Table 3과 같다. 수선교체 기준은 장기수선계획의 수립기준에 따르며 법인세법 시행령 제 28조(내용연수와 상각률)의 법적 내용연수 40년으로 설정했다. 또한 각각 물가상승률은 2.5%, 할인율은 1.5%로 가정한다.

1) <http://buildingsmartalliance.org/index.php/projects/commonbimfile/>

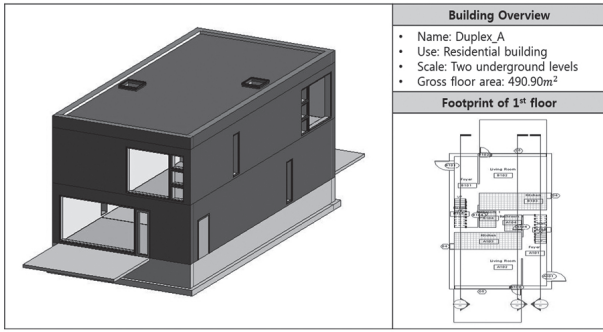


Fig. 7. Sample BIM model of case-study

Table 3. Assumption of case-study

Criteria	Housing Act Long-term Maintenance Plan
Service life	Corporate Tax enforcement ordinance 28-steel-reinforced concrete structure, reinforced concrete structure, stone, steel structure and all: 40 year
Inflation rate	2.5 %
Discount rate	1.5 %

제시한 프로세스에서 대상객체 유형에 따라 재료정보 추출 방법이 상이하다. 따라서 본 사례적용에서는 두 가지 방법을 모두 검증하기 위해 바닥객체와 창문객체를 수선교체비 산정 프로세스에 적용하였다.

4.2 BIM기반 수선교체비 산정 요구정보 추출

4.2.1 바닥객체

본 사례적용의 대상으로 지상1층(Level 1)에 위치한 바닥객체 중 객체명 'Floor:Finish Floor - Ceramic Tile:171261'을 선택했다. 선택된 대상 객체는 석조 - 세라믹 타일로 마감이 된 바닥으로 타일과 회반죽 마감에 대한 수선교체비 산정이 필요하다. 추출결과는 다음 Table 4와 같다.

4.2.2 창문객체

본 사례적용의 대상으로 지상1층(Level 1)에 위치한 Window객체 중 객체명 'M_Fixed:4835mm x 2420mm:147051'을 선택했다. BIM에서 창문객체는 Frame과 Glass로 이루어진 복합객체로 수선교체비 산정을 위해서는 Frame과 Glass로 구분되어야 한다. 따라서 창틀과 유리에 대한 수선교체비 산정이 필요하다. 추출결과는 다음 Table 5와 같다.

Table 6. Result of Repair&Replacement (R&R) Cost

Space	Element	Material	Unit	Quantities	Repair Cycle	Repair Rate	Replacement Cycle	R\$&R Cost
Internal	Slab	Ceramic Tile	M2	3.16	10 year	15%	20 year	197,926 (won)
External	Window	Aluminum Frame	Num	1	10 year	20%	30 year	54,416 (won)

Table 4. Result of extracted IFC data of slab object

Entity	Property	Extracted IFC data
IfcSpace	Name	Bathroom1 B104
	ID	#2910
IfcRelSpace Boundary	ID	#34332
	InternalOrExternalBoundary	INTERNAL
	RelatedBuildingElement	#2910
IfcBuilding Element	Name	'Floor:Finish Floor - Ceramic Tile:171261'
	ID	#16213
	Type	IfcSlab
IfcRelAssociates Material	RelatingObject	#16213
	RelatingMaterial	#16216
IfcMaterialLayer SetUsage	ID	#16216
IfcMaterialLayer Set	ForLayerSet	#15733
	ID	#15733
IfcMaterialLayer	MaterialLayer	#15661, #15682
	ID	#15731, #15732
IfcMaterial	Material	#15661, #15682
	ID	#15661, #15682
IfcRelDefinesBy Properties	Name	Ceramic Tile, Masonry - Grout
	ID	#16225
	RelatedObjects	#16213
IfcPropertySet	RelatingPropertyDefintion	#16253
	ID	#16253
IfcPropertySet	Name	Dimensions
	hasProperties(Quatinty)	3.16(m ²)

Table 5. Result of extracted IFC data of window object

Entity	Property	Extracted IFC data
IfcSpace	Name	Living Room A102
	ID	#150
IfcRelSpace oundary	ID	#34226
	InternalOrExternalBoundary	EXTERNAL
	RelatedBuildingElement	#11684
IfcBuilding Element	Name	M_Fixed:750mm x 2200mm:147051
	ID	#11684
	Type	IfcWindow
IfcRelDefinesBy Properties	ID	#11738
	RelatedObjects	#11684
	RelatingPropertyDefintion	#11736
IfcPropertySet	ID	#11736
	Name	-
	hasProperties(Quatinty)	1 (num)

4.3 BIM기반 수선교체비 산정결과

본 연구가 제시하는 프로세스로 BIM기반 수선교체비 산정 요구정보를 IFC로 추출한 결과 'Floor:Finish Floor - Ceramic Tile:171261' 바닥객체에서는 Ceramic Tile에 대한 수선교체비를 산정할 수 있었다. IfcMaterial에서 Masonry-Grout라는 회반죽 마감에 대한 정보를 추출했지만 회반죽 마감에 대한 주택법의 장기수선계획의 수립기준에 항목이 존재하지 않아 사례적용에서 제외되었다.

산정결과는 다음 Table 6과 같다. 건물내부의 바닥에 존재하는 Ceramic Tile은 주택법의 장기수선계획의 수립기준의 '건물내부'-'바닥'-'타일붙이기' 라는 항목의 수선교체 기준을 적용했다. 이 객체의 3.16m²의 면적에 대한 수선교체비가 총 197,926원이 계산되었다. 창문객체의 경우, IfcRelDefinesByProperties 엔티티의 속성정보 RelatingPropertyDefinition에서 창틀에 대한 정보를 추출하고 이의 IfcProeprtySet에서 물량정보를 추출하였다. 이에 주택법의 장기수선계획의 수립기준의 '건물외부'-'외부 창·문'-'알루미늄 창·문'의 창·문틀 수리에 대한 수선교체 기준을 적용하여 수선교체비가 총 54,416원이 계산되었다.

5. 결론

본 연구에서 건축물의 LCC의 구성요소인 수선교체비 산정을 위한 IFC기반 건축물 수선교체비 산정 프로세스를 제시하였다. LCC 분석자는 산출된 물량정보와 수선교체 기준을 수동으로 매칭시켜 수선교체비를 산정하는 과정에서 정보의 누락 혹은 오류가 발생할 수 있으며 효율성 또한 떨어질 수 있다. BIM 적용이 의무화되고 있는 시점에서 BIM은 건물의 모든 정보를 생산하고 관리하는 기술로써 이를 활용하여 위와 같은 문제를 해결할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 BIM환경 하에서 건축물 수선교체비 산정을 위해 기존 수선교체기준을 분석하고 BIM기반 수선교체비산정 요구정보를 정의하였다. 이 요구정보를 IFC에 포함되어 있는 공간, 부위, 재료정보를 직접적으로 활용하는 IFC추출방법을 제시했다. 추출된 정보는 BIM기반 수선교체비산정 요구정보 데이터베이스화하고 외부DB인 수선교체기준DB와 단가DB를 연계하여 수선교체비를 산정하는 방안을 제안하였다.

본 연구가 기여하는 바는 다음과 같다. 첫째, 특정한 BIM 저작도구나 소프트웨어에 의존하지 않고 개방형 BIM 표준 데이터 포맷인 IFC를 활용한 수선교체비 산정 방안을 제시함으로써 BIM기반 건축물 수선교체비 산정 프로세스의 확장성과 개방성을 부여한다. LCC분석 요소 중 수선교체비뿐만 아니라 초기공사비, 에너지비용 등에 확장하여 적용할 수 있으며 이에 BIM모델을 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대

한다. 둘째, LCC분석 업무를 수행하는 자가 수선교체비를 산정하는 과정에서 발생하는 정보의 누락 및 오류발생을 최소화할 수 있으며 업무의 효율성이 향상된다.

본 연구의 향후 연구 방향은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 LCC 요소 중 수선교체비에 범위를 한정하였으나, 향후 LCC 분석 요소 전체로 범위를 확장하여 BIM기반 LCC분석 프로세스에 관한 연구가 진행되어야 한다. 둘째, 본 연구에서 단가 DB에서 단가정보를 불러오는 과정은 분석자가 수작업으로 진행하였다. 따라서, 실적공사비나 일위대가와 같은 단가 정보에 대해 BIM기반 수선교체비 산정 요구정보 및 수선교체 기준정보의 연계 자동화에 대한 후속 연구가 진행되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 주거환경연구사업의 연구비 지원(15RERP-B099826-01#)에 의해 수행 되었습니다.

본 연구는 국토교통부 도시건축연구개발사업의 연구비지원(15AUDP-C067809-03)에 의해 수행 되었습니다.

References

- Hwang, Y. S (2004). "Automatic Quantity Takeoff from Drawing Through IFC Model", *Journal of the architectural Institute of Korea Planning&Design*, 20(12), pp. 89-97.
- Ji, S. J. (2001). "A Study on the Developing of Life Cycle Cost Analysis System for Buildings", MS thesis, Univ. of Mokwon, Korea.
- Ji, S. K. (2013). "Improvement of Life Cycle Cost Evaluation in Technical Proposal Tendering", MS thesis, Univ. of Seoul, Korea.
- Kehily, D., McAuley, B., and Hore, A. (2012). "Leveraging Whole Life Cycle Costs When Utilising Building Information Modelling Technologies", *International Journal of 3-D Information Modelling*, 1(4), pp. 40-49.
- Kim, D. H (2012). "Development of LCC Calculation Model for Residential Building based on BIM", MS thesis, Univ. of Seoul, Korea.
- Kim, I. H., Um, S. G., and Choi, J. S. (2015). "A Basic Study on an Application of Quantity Take-Off Requirements for Open BIM-based Schematic Estimation of Architectural Work", *Transactions of*

- the Society of CAD/CAM Engineers*, 20(2), pp. 182–192.
- Kim, K. R., Yu J. H., and Kim, I. H. (2015). “Methodology for Generating Information Requirements for BIM-based Building Permit Process”, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 20(1), pp. 1–10.
- Kim, K. R., and Yu, J. H. (2015). “Integrated Information Management for Composite Object Properties in BIM”, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 16(2), pp. 99–105.
- Lee, M. H. (2009). “A Study on the Establishment of Optimum Maintenance Levels of Educational Facilities”, Doctor of Philosophy, Univ. of Mokwon, Korea.
- Park, G. T. (2011). “A Study on a BIM-based Structure Life Cycle Cost Calculation Process”, MS thesis, Univ. of Kyunggi, Korea.
- Seo, H. D. (2011). “Development of a BIM-based LCC Analysis Process—focused on the Exterior Skin System for Buildings—”, MS thesis, Univ. of Ajou, Korea.

요약 : 건설사업비 중 건축물의 유지관리비용이 차지하는 비중이 초기투자비만큼이나 상당하며 국내의 경우 건설공사의 생애주기비용(LCC)관점에서 설계VE검토 업무를 시행하고 있다. 건설산업의 정보화와 고도화 급속히 진행됨에 따라 BIM에 대한 관심이 고조되고 있다. 2012년부터 조달청은 500억원 이상인 공공공사에 BIM적용을 의무화를 시작으로 2016년부터 조달청이 발주하는 모든 공공공사에 BIM적용이 의무화된다. 건축설계의 패러다임이 2D방식에서 3D, 데이터관리 관점의 BIM으로의 전환이 정책적으로 이루어지고 있는 환경에서, LCC측면에서의 BIM활용에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 특히, LCC분석 요소 중 하나인 수선교체비 산정을 위한 BIM 소프트웨어는 부재하며 상용화된 BIM저작도구에서 수선교체비 산정을 위한 정보의 전달이 부족하다. 따라서 본 연구에서는 데이터 표준 포맷인 IFC기반 수선교체비 산정을 위한 프로세스를 제안한다. 먼저, 현재 존재하는 수선교체 기준을 분석하고 BIM기반 수선교체비 산정 요구정보를 정의한다. 정의된 요구정보는 각 정보에 해당하는 IFC를 통해 추출되고, BIM기반 수선교체비 산정 요구정보 DB에 저장된다. 이는 외부 DB인 수선교체기준DB와 단가DB와 연계하여 수선교체비를 산정한다. 본 연구가 제시하는 프로세스를 통해 BIM환경에 대응하여 BIM모델을 활용한 수선교체비 산정의 효율화를 기대하며 수선교체비 뿐만 아니라 초기공사비, 에너지비용, 유지관리비용에 이르기까지 향후 LCC분석 요소에 확장하여 적용이 가능할 것이며 BIM기반 LCC분석의 표준화에 기여할 수 있다.

키워드 : LCC, 수선교체비, BIM, IFC, 비용산정
