Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 21, No. 12 pp. 153-161, 2020

https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.12.153
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

개방형 KBIMS 라이브러리를 활용한 최적설계대안 선정을 위한 BIM-LCC분석 시스템 구축

이춘경
(주)엘씨씨코리아 기술연구소

Establishment of BIM-LCC Analysis System for Selecting Optimal Design Alternative using Open KBIMS Libraries

Chun-Kyong Lee
R&D Center, LCCKOREA Co., Ltd.

요 약 스마트건설기술 중 하나인 건설정보모델은 현행 건설시설사업에 필수 기술로 인식되고 있다. 특히 건설사업 발주기관인 조달청 등에서 BIM 전면도입 계획을 발표하였기에 설계지원용역 업무에서도 BIM설계 정보를 활용한 업무추진이라는 변화가 요구되고 있다. LCC분석은 공사내역서상의 아이템, 물량, 비용 정보가 필수 정보이므로 BIM설계 정보 활용에 따른 업무 효율성과 시간단축이 기대되는 분야이다. 이에 본 연구에서는 개방형 KBIMS 라이브러리를 적극 활용하여 최적설계 대안 선정용 BIM-LCC분석 시스템을 구축하였다. 설계안의 적정성과 최적설계안을 선정하기 위하여 단일대안과 최적대안 LCC분석 기능을 구현하였으며, LCC분석과 기능분석을 실시하여 가치가 높은 대안을 선택할 수 있는 기능도 포함하였다. 그러나 BIM-LCC분석 시스템은 국토교통부에서 개방형 BIM을 위해 공개한 건축과 기계 라이브러리만을 적용했다는 한계점을 가지고 있으나 BIM기술을 적용했다는 점에서 실무 활용성과 업무 효율성을 기대할 수 있다. 향후 설계단계 BIM설계정보를 활용한 LCC분석 지원 툴로서 활용하기 위해 다양한 테스트베드를 선정하여 해당 시스템을 검증하고, 실무적용성 및 UI개선, 신규로 추가되는 라이브러리에 대한 LCC기준 DB화 방안에 대한 검토가 필요하겠다.

Abstract Building information modeling (BIM) is a smart construction technique that is recognized as essential for current construction facility projects. The Public Procurement Service (a construction project-ordering agency) announced a plan to introduce BIM and has required changing the operation of projects by using BIM design information. LCC analysis is essential for items, quantity, and cost information of the construction, and it is expected that efficient work will be achieved by using BIM design information. In this study, a BIM-LCC analysis system was established for selecting optimal design alternatives by actively using open KBIMS libraries. The BIM-LCC analysis system consists of a single alternative and an optimal alternative LCC analysis, but it has a limitation in that only the architecture and machine libraries have been applied. However, by applying BIM, practical use and work efficiency can be expected. In order to use the method as an LCC analysis support tool with BIM design information in the future, it will be necessary to collect user opinions and improve the UI.

Keywords : Building Information Modeling, Life Cycle Cost, Optimal Design Alternative, BIM Libraries

본 논문은 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(20AUDP-B127891-04)에 의해 수행되었음
*Corresponding Author : Chun-Kyong Lee(LCCKOREA Co., Ltd)
email: bri1305@gmail.com
Received October 16, 2020 Revised November 24, 2020
Accepted December 4, 2020 Published December 31, 2020

1. 서론

우리나라에서는 2000년대 초반부터 100억 이상의 공공발주 건설사업 수행하는 경우, 경제성 분석의 일환인 가치분석/ 총생애주기비용(Value Engineering / Life Cycle Cost ; 이하 VE/LCC)분석을 수행한다. 기술제안 입찰의 사업설명서에 따르면 기술제안 핵심사항에 '건물의 생애주기비용(LCC)을 고려한 VE기법을 적용하여 공사비 및 유지관리에 대한 비용절감 및 성능향상'에 대한 내용을 포함하도록 기술되어 있다. 대부분의 LCC분석은 설계/시공단계의 최적대안 선정에 활용되고 있지만 최근 효율적인 유지관리를 위한 LCC분석에 대한 중요성이 강조되고 있다.

한국의 전국 시설공단 및 도시공사의 경영성과평가_시설유지관리 평가지표에 따르면 2020년부터 효율적인 유지관리체계 수립 항목에서는 자산의 상태 및 잔여서비스 수명과 예산을 고려하여 생애주기비용분석 등의 방법을 활용한 예방적 유지관리계획 수립과정과 계획 내용을 평가한다고 기술하였다. 이에 많은 기관에서 기술직 중심으로 LCC분석 교육과 활용에 관심을 보이고 있다.

또한 세계적으로 스마트 건설기술개발에 대한 관심이 증가된 가운데 우리나라 역시 건설정보모델(Building Information Modeling ; 이하 BIM)에 대한 도입으로 조달청 발주 건설사업의 BIM 설계가 의무화되었다. 이러한 설계환경변화는 LCC분석, 친환경과 같은 설계지원 용역업무 환경에도 영향을 미치고 있다. 그 중 설계 경제성 평가인 LCC분석에서는 BIM설계 정보에서 LCC분석 대상과 물량, 비용정보를 추출하고 이를 활용할 수 있을 것이라는 기대감을 갖고 있다.

그러나 아직까지 설계 및 유지관리단계의 LCC분석에 적용할 수 있는 BIM 상세정보가 추출되지 않아 실무에 적용하기는 어려운 현실이다. 이에 본 연구에서는 전면 BIM설계 도입에 따른 설계 및 후속작업 업무환경 변화와 국가에서 개발 보급 중인 개방형 KBIMS(Korea - Building Information Modeling Standard) 라이브러리를 적극 활용하고자 설계단계 최적대안 선정용 BIM-LCC시스템을 구축하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 국내외 BIM/LCC 연구현황

2.1.1 해외

ISO 19650-1[1]에서는 BIM을 구현함에 있어 발주자가 시설정보를 생산하는 첫번째 주체라고 정의한다. 발주자는 프로젝트 시작점에서 목표와 정보요구사항 정의를 담당하며, 정보 요구사항은 발주자가 각 마일스톤에 설정된 결정을 지원하기 위해 필요 정보의 유형, 시간 및 방법을 결정한다고 기술되었다. 따라서 시설 생애주기 전 과정에 필요한 정보 요구와 프로젝트 마일스톤을 정의해야 한다. 또한 ISO 19650-1과 2는 정보생산의 위험성 축소를 위하여 BIM 방법론을 통해 정보 구성 및 디지털화 프로세스를 정의(Fig. 1)하고 있다.

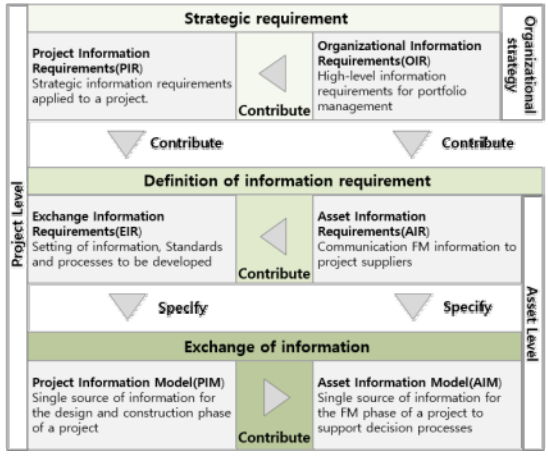

Fig. 1. ISO19650-1 : Information Flow

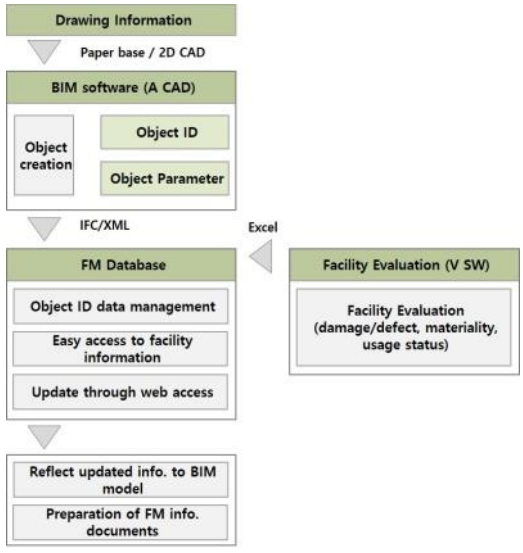

Fig. 2. USCG ; BIM Use Case in FM

United State Coast Guard(USCG)에서는 FM단계에서 BIM적용을 위해 FM수행에 필요한 정보 추출 및 DB화, 이를 BIM 모델과 연계하는 방식을 채택(Fig. 2)하였다. 이는 FM 업무를 98% 감소시켰고 BIM 모델과 DB를 기반으로 FM정보를 업데이트한다고 강조하였다. IAM[2]에서는 BIM을 통해 기존/신규 자산정보를 통합 구축하고 운영관리 시나리오를 가질 뿐만 아니라 시설수명주기 동안 효과적인 자산관리하기 위해 자산정보 요구사항을 사전에 정의하고 이를 속성정보로 관리해야한다고 기술하고 있다.

반면에 Shadram[3]은 LCC분석용 데이터 세트는 BIM과 별도로 운영되고 있기 때문에 원활한 업데이트를 위해 데이터 교환 형식과 상호 운용성의 개선이 필수적이라고 주장한다. Hjelseth [4]는 데이터 교환 개선을 위해 건물 구성 요소의 수명주기 정보를 포함하는 BIM 객체 개발을 제안하였는데 기존의 IFC가 BIM기반 시스템에서 LCC와 LCA분석에 필요한 데이터의 손실과 일부 왜곡이 있기 때문에 직접 데이터 교환이 어렵다는 의견을 제시하였다.

2.1.2 국내

국토교통부의 4차 산업혁명과 연계하여 AEC (Architecture, Engineering and Construction)분야에서 생산성 향상을 위한 공인된 방법론인 BIM 정보기술의 추진을 내세우고 있다. 이에 각각의 공공기관에서는 각각 독자적인 BIM 개발을 추진하고 있으나, 정보표준체계 개발과 상호연계 노력은 미흡한 실정이다. 이에 2017년 건설기술개발 사업을 위한 개방형 BIM을 위한 표준분류체계 개발과 라이브러리(KBIMS)가 구축되었다. 김은영[5]은 인천공항의 효율적인 공간관리를 위한 3D기반 통합공간관리시스템을 구축하였으며, 요구정보 기반 3차원 3D 뷰어 및 대지, 시설, 공간, 임대관리 기능을 제공한다. 강태욱[6]은 기존 건축물 관리에 대한 BIM기반 스마트 시설물 관리 프레임워크를 제시하였으며, 스마트 FM 성숙도 모델을 정의하고 국내 FM 수준을 분석하였다. 구교진[7]은 BIM모델의 유지관리정보 미비에 따른 실무 미활용을 해결하고자 점검, 유지보수에 대한 스마트 업무지원용 BIM모델기반의 COBie문서 프로토타입을 제안하였다. 일부 연구에서는 현행 시설사업별 LCC분석 방법을 고찰하여 BIM 전면 활용에 대응하기 위한 기초연구가 발표[8]되었고 공공시설의 예방적 안전 및 유지관리를 위한 LCC분석 활용에 관한 연구[9]도 발표되었다.

국내에 발표된 LCC연구의 대부분은 공사내역서를 기반으로 실시설계에서의 최적 설계안 선정이나 설비 대안에 대한 경제성 비교분석 내용을 담고 있으나 BIM 정보를 활용한 유지관리시스템 개념 제안[10]이나 수선교체비 산정 자동화 방안에 대한 연구[11]가 발표되기도 하였다.

관련 연구동향을 살펴본 바, BIM은 시설의 생애주기 관리를 위한 시설정보, 업무, 요구사항을 포함한 도구이지만, BIM기술이 LCC분석 또는 유지관리 실무에 적극 도입된 사례나 실증연구는 미흡하다. 이에 업무환경변화와 사용자 요구에 따라 BIM전면도입을 고려한 LCC분석용 BIM 속성정보 구축하고 점진적인 개발 및 접근이 필요할 것으로 사료된다.

2.2 생애주기단계별 LCC분석

LCC(Life Cycle Cost ; 총생애주기비용)란 특정 사업의 총 비용으로 초기투자비용(공사비, 설계비, 감리비, 보상비 등), 유지관리비용(보수비, 교체비, 보강비 등), 점검 및 진단비, 운영관리비, 에너지비용, 이용자 비용, 사회/경제적 손실 비용, 해체/폐기비용, 잔존가치 등 시설물의 생애주기동안 발생하는 모든 비용[12]을 의미한다. 특히 시설 생애주기동안 발생하는 총비용의 약 80%가 운영관리단계에서 발생하며, 건설단계와 비교해도 약 4~5배 이상 소요[13]된다.

2.2.1 설계/시공단계

우리나라 건설 산업에서의 LCC분석은 국토교통부(2008)의 '생애주기비용분석 및 평가요령'[12]을 참조하여 설계 및 시공단계에서 설계안에 대한 경제성과 현장적용 타당성을 기능별, 대안별로 검토하여 최적대안을 창출해내는 VE분석에 포함되는 비용분석방법으로 적용된다. 건설진흥법 시행령에 따라 2012년부터 100억이상 공공발주 건설사업의 설계VE 시행을 의무화하고 있다. 한국의 일부 지자체에서는 80억원 이상 설계, 설계변경으로 공사비가 10%이상 증가하는 경우 LCC분석을 포함한 경제성 분석을 시행하고 있다.

기술제안입찰에서는 기술제안 핵심사항에 '건물의 생애주기(LCC)비용을 고려한 VE기법을 적용하여 공사비 및 유지관리에 대한 비용절감 및 성능향상'에 대한 내용을 포함하도록 기술되어 있다.

2.2.2 유지관리단계

민간투자사업의 시설운영비 계상을 제외하고는 유지관리단계에서의 LCC분석 활용 사례는 미비하다. 그러나

최근 2~3년 전부터 시설상태를 반영한 중장기계획수립과 합리적인 유지관리를 위하여 LCC분석이 적용되고 있다.

한국의 전국에 위치한 시설공단 및 도시공사의 경영성과평가지표[14]에 따르면 2020년부터 효율적인 유지관리체계 수립 항목에서는 자산의 상태 및 잔여서비스 수명과 예산을 고려하여 생애주기비용분석 등의 방법을 활용한 예방적 유지관리계획 수립과정과 계획 내용을 평가한다고 기술하였다. 이에 많은 기관에서 기술직 중심으로 LCC분석 교육과 활용에 관심을 보이고 있다.

2.3 현행 BIM기반 LCC분석의 문제점

첫 번째 현행 BIM기반 LCC분석의 문제점은 LCC분석용 기초자료를 부재이다. 국내 CAD 도입이 30년 이상 경과되었지만, 아직 20년 이상 경과된 대부분의 공공시설은 종이문서형태의 설계도서를 보유하고 있다. 이에 LCC분석을 위해서는 공사내역서 발췌 등의 작업을 통해 기초자료를 수집해야한다는 점과 최신화된 설계도서를 보유하고 있지 않다. 최근 업무 전산화 및 대량 데이터 관리가 가능해지면서 전자 문서화된 정보를 보유하고 있으나 순환보직이동으로 정보의 인수인계에 문제점이 지적되어 일부 공공시설관리 전문기관을 중심으로 ERP 또는 FMS를 구축하고 있다. 또한 공공시설은 조달청 '내용연수표'를 근거로 적정 내구연한을 정하지만 한정된 예산을 이유로 적정 시기가 아닌 최대 사용 시기 이후 유지관리가 수행된다. 그러나 이러한 자료도 관리되고 있지 않아 예산과 유지관리환경을 반영된 근거자료도 부재한 상태이다. 이에 BIM기반 형상 정보를 구축하는 단계에서 LCC분석용 기초정보를 DB화된다면 공통/최신화 자료가 구축될 것이다. 이와 함께 BIM기반 FMS 도입을 통해 이력자료의 DB화, 업무 표준화, 기본정보 최신화가 용이할 것으로 판단된다.

두 번째 BIM기반 LCC분석 문제점은 시설관리자의 BIM 또는 LCC분석 기술 도입 필요성 인지 부족이다. 전술한 바와 같이 2020년 지방공기업 경영성과평가지표를 살펴보면, 효율적 유지관리를 위한 유지관리체계 수립의 적절성이 포함되어 있으며 이를 위해 자산 상태 및 잔여서비스 수명, 예산을 고려하고 LCC분석 등의 방법을 적용하라고 기술되어 있다. 이러한 지표 때문에 LCC분석의 필요성도 인지하지 못한 채 평가지표충족을 위한 LCC분석 도입이 이루어지고 있을 뿐만 아니라 BIM도면을 인수받은 경험이 없어 그 필요성은 아예 인지하지 못하고 있다. 이에 합리적인 시설물 유지관리를 위해 기술직원 대상 정기 BIM활용 기술, LCC분석 및 활용 교육, Best Practices 교육이 선행되어야 하겠다.

세 번째 문제점은 유지관리단계에서의 LCC분석 및 활용 매뉴얼의 부재이다. 두 번째 문제에서 제시한 바와 같이 평가지표에 따라 LCC분석을 적용하려고 하지만 유지관리단계 LCC분석 방법이나 활용 매뉴얼 또는 기준이 전혀 제시되지 않아 실무자 입장에서 큰 어려움을 겪고 있다. 특히 오래 경과된 시설물일수록 LCC분석을 위한 정보 수집이 큰 문제점으로 지적되고 있다. 이에 유지관리단계에서의 LCC분석의 목적을 정의하고, 점검, 안전성 확보, 민원 등 다양한 변수를 토대로 LCC분석대상인 중점항목을 제시, 공공시설 관리자를 위한 LCC분석 매뉴얼과 활용 사례집이 필요하다.

마지막 네 번째 문제는 무분별한 BIM 상세 형상자료에 대한 요청이다. 시설이 설비나 부품은 BIM설계정보 내 비(非) 또는 개략형상자료로 속성정보만을 포함해도 LCC분석용 자료 추출이 가능하다. 그러나 최근 사용자 요구수준이 높아짐에 따라 사용성과는 무관함에도 불구하고 무분별하게 상세 형상자료를 요구하고 있다.

이를 위하여 BIM기반 LCC분석을 위하여 LCC분석 대상에 대한 형상정보 수준과 속성정보 수준에 대한 사전 정의가 필요하다. 부서항목을 대상으로 형상화 우선순위를 결정하고 빈도 또는 중요도에 따라 형상화, 비형상화, 속성정보항목 등으로 구분하여야 하겠다.

3. 최적설계용 BIM-LCC시스템 구축

3.1 BIM-LCC분석 시스템 개요

BIM-LCC시스템은 IFC파일로 변환된 BIM설계정보를 확인할 수 있는 K사의 IFC기반 2D도면 자동 추출 시스템(KBim D-Generator)의 Add-in 소프트웨어이다. 해당 시스템은 KBIMS 라이브러리와 속성정보와 연동될 뿐만 아니라 무료 배포되어 누구나 사용이 가능하다는 장점을 가진다.

BIM-LCC시스템에서는 BIM설계정보를 토대로 실시간 LCC분석 자동화를 위하여 LCC-DB 구축과 함께 LCC분석 알고리즘, 개략 가치분석 알고리즘을 반영(Fig. 3 참조)하였다. 또한 LCC분석에 필요한 공사비와 물량정보를 사전 제작된 BIM설계정보 중 속성정보에서 추출하고, KBIMS 라이브러리별 LCC분석에 필요한 수선교체기준 등 속성정보를 호출하여 LCC분석을 수행한다.

또한 단일대안 LCC분석과 최적대안선정 기능으로 구성된다.

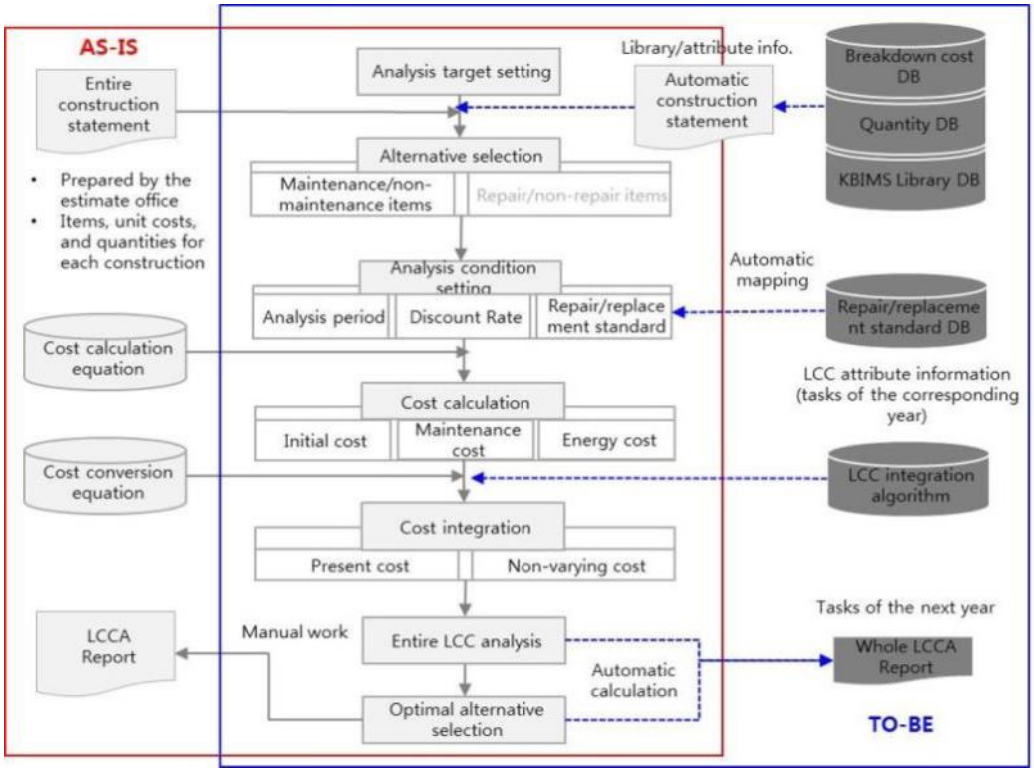

Fig. 3. BIM based LCC Analysis Process

단일대안 LCC분석은 BIM설계 정보를 기반으로 시설 전체 또는 특정 라이브러리를 분석대상으로 정하고 이에 대한 LCC분석을 실시하는 기능인 반면 최적대안 선정은 사전에 분석한 단일대안 중 비교하고자 하는 대상을 정하여 개략 VE를 통해 경제적 최적대안을 선정하는 기능이다.

3.2 KBIMS 라이브러리 및 속성규격

BIMS 라이브러리를 구축하고 있는 빌딩스마트협회에서는 국토교통부 홈페이지와 한국형 BIM 표준 라이브러리 홈페이지와 성과공개포털 사이트를 통해 개방형 BIM 기반 설계건축 자동화 지원기술 개발/보급을 지원하기 위한 건축, 구조, 설비에 대한 KBIMS 라이브러리를 무료 배포하고 있다. KBIMS 라이브러리(2019, Revit 라이브러리 기준)는 설계 필수 요소인 벽, 바닥, 창호 등 대표적인 건축부위 19종 중간설계용 251개, 실시설계용 1,895개 등 약 2,100여개(건축, 구조 기준)를 배포하였다.

뿐만 아니라 지속적으로 데이터 규모를 확대하여 추가 배포할 계획을 가지고 있다.

또한 3차원인 BIM 모델 뷰어인 어플리케이션(D-Generator)을 배포하고 있으며, 이를 활용한 인허가용 설계도서(평면도, 입면도, 단면도 등) 작성의 효율성과 정합성 검증을 진행하고 있다.

본 연구에서는 국토교통부에서 배포하는 개방형 BIM을 위한 KBIMS 라이브러리를 적극 활용하고자 하였다.

3.3 BIM-LCC 속성정보 구축 및 데이터 매핑

설계단계 LCC분석은 시설사업종류에 따라 다소 상이할 수 있지만 일반적으로 설계자 또는 LCC분석 전문가에 의해 수행된다. 그러나 BIM전면도입에 따라 국내 설계업무환경이 변경되고 있다.

BIM기반 LCC분석업무 수행 시나리오(Fig. 4)를 살펴보면, LCC분석 목적을 고려하여 설계 원안과 비교 안에 대한 BIM모델을 작성한 뒤 모델에서 산출된 물량에 단가를 적용하여 공사비 내역서를 추출한다.

LCC분석 알고리즘과 개략 VE 알고리즘에 의거하여 BIM모델로부터 추출한 공사비와 라이브러리에 매핑된 수선교체기준 속성정보를 호출하여 LCC분석, 민감도 분석, 최적대안을 선정하는 프로세스를 거치게 된다.

LCC분석이 필요한 표준 속성정보(Fig. 5)는 BIM기반

언제				어디서	누가	시나리오 코드			어떻게			무엇을	왜
기획	계획	기본	실시	분야	주체	코드		선행업무코드	Action	연구성과 수단	2D/3D	성과물	결정사항
		○	○	건축	설계자 LCC전문가	1			분석 대상/분석변수 설정				
							1.1		- 디자인에 따른 (원안)BIM모델 작성		3D	원안/비교안 BIM설계서	원안/비교안
							1.2		- LCC분석 변수 설정				분석대상, 할인율, 분석기간
							1.3		- 라이브러리별 수선교체기준 작성			수선교체기준(속성정보)	
		○	○	건축	설계자 LCC전문가	2			공사비 산출				
							2.1	1.1	- BIM 모델로부터 물량 추출		3D	물량산출서	
							2.2	2.1	- 실내재료마감기준 단가산출				실내재료마감
							2.3	2.1	- 기계, 전기, 통신 등 유사사례 단위면적당 단가 적용				유사사례
							2.4	2.1/2.2/2.3	- 공사비 내역서 추출			공사비내역서	일위대가, 실적공사비
		○	○	건축	설계자 LCC전문가	3			LCC분석				
							3.1	2.4	- BIM모델로부터 공사비정보 추출		3D	공사(비)내역서	일위대가, 실적공사비
							3.2	1.3	- 라이브러리 매핑된 수선교체기준 호출			LCC 속성정보_수선교체기준	수선교체기준
							3.3		- LCC알고리즘 기준 LCC산정			LCC분석 결과물 - LCC집계표(비용항목, 공종) - 기초산출서	분석대상 LCC분석 알고리즘(비용모델)
							3.4		- 민감도 분석			민감도 분석 결과 그래프 포함	할인율, 분석기간
		○	○	건축	설계자 LCC전문가	4			최적대안 선정				
							4.1	1.1/2.4/3.3	- 기 LCC분석한 비교대상 추출				비교대상
							4.2	4.1	- 경제적 최적대안 선정			개략 VE 결과 (개략 VE 알고리즘기반)	경제적 최적대안

Fig. 4. Scenario for BIM-LCC Work

BIM 객체별 표준 속성분류										
구분			속성항목 명칭		속성 값			우선순위		속성사전 ID	정의주체
			한글	영문	표현	단위	예시	필수	R&D		
분류	그룹	속성									
KBIMS	식별	버전	KBIMS-버전	KBIMS-Version	문자	-	0.91	0		01001	빌딩스마트협회
KBIMS	식별	bSK 등록번호	KBIMS-bSK 등록번호	KBIMS-bSK Registration number	문자	-	R-000007	0		02002	빌딩스마트협회
KBIMS	보급정보	저작자	KBIMS-저작자	KBIMS-Author	문자	-	빌딩스마트협회	0		02002	빌딩스마트협회
KBIMS	보급정보	보급코드	KBIMS-보급코드	KBIMS-Distribution code	문자	-	bSK-160820	0		02002	빌딩스마트협회
	건설정보분류체계	부위분류	건설정보분류체계-부위분류	KCCS-Element	문자	-	E06	0		01008	빌딩스마트협회
	조달청표준공사코드	세부공종	*조달청표준공사코드-세부공종*	*PPS Standard construction Code-Detail Work*	문자	-	DF20	0		01002	빌딩스마트협회
시나리오 속성_ LCC/유지관리											
LCC	생애주기관리	내용년수	내용년수	Service Life	실수	년	10		0		빌딩스마트협회(엘씨씨
		수선주기	수선주기	Repair Cycle	실수	년	5		0		빌딩스마트협회(엘씨씨
		수선율	수선율	Repair Rate	실수	%	30%		0		빌딩스마트협회(엘씨씨
		교체주기	교체주기	Replacement Cycle	실수	년	10		0		빌딩스마트협회(엘씨씨
		교체율	교체율	Replacement Rate	실수	%	100%		0		빌딩스마트협회(엘씨씨
		수선교체주기근거	수선교체주기근거	Reference of Repair/Replacement standard	문자	-	조달청 내용연수		0		빌딩스마트협회(엘씨씨
		법정점검주기	점검주기	Inspection Cycle	실수	개월	3개월		0		빌딩스마트협회(엘씨씨
		법정점검근거	점검근거	Reference of Inspection	문자	-	시특법		0		빌딩스마트협회(엘씨씨

Fig. 5. Standard Property Classification for LCC Analysis

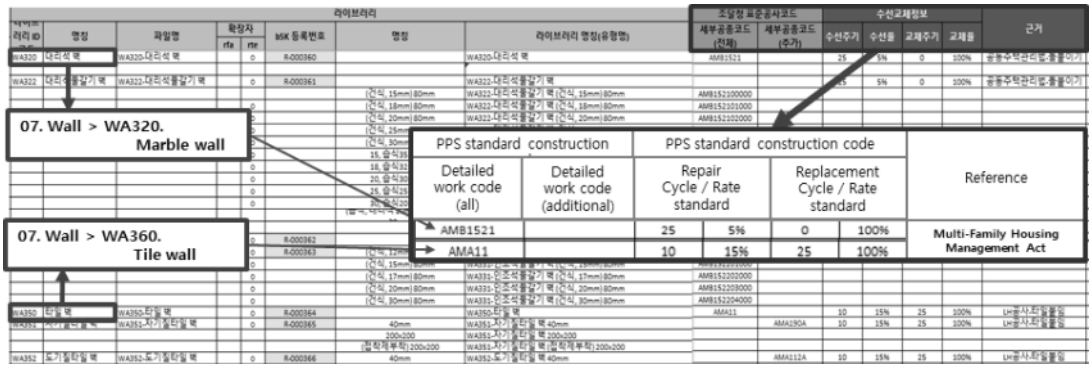

Fig. 6. LCC Property Information_Maintenance Criteria DB (Example)

LCC분석 프로세스 단계별 입출력 정보를 기반으로 추출하였다. 그러나 BIM 라이브러리에 대한 속성정보는 해당 라이브러리 구축 기관에서 제시한 정보를 적용하였다.

LCC분석 속성정보는 수선교체기준에 해당하는 수선주기/수선율, 교체주기/교체율과 분석대상에 대한 내용년수, 법정 점검주기 등이 포함된다. 물론 상세 LCC분석을 위해서는 에너지나 점검비용 산출이 필요하지만 설계단계임을 감안하여 본 연구에서 제외하였다.

예를 들어 내용년수의 영문 명칭은 Service Life로 정하고, 표기방법은 실수, 단위는 년으로 정의하였고, 수선

교체주기근거는 조달청 내용연수기준을 적용하되 타 속성과 달리 문자로 표기하되 단위는 없는 것으로 정의하였다.

LCC분석은 공사비 또는 공사내역서 분류체계와 직접 연계되어 표출되는 결과물이다. 이에 KBIMS 라이브러리에 매핑된 조달청 표준공종코드를 기준으로 현업에서 사용 중인 공사내역서 분류체계로의 전환이 필요하다.

이에 다 단계의 분류 및 라이브러리 분류체계를 공종, 대분류, 품명 3단계로 정의(Fig. 6)하였다. 공사내역서의 공종은 라이브러리의 공종을, 공사내역서의 대분류는 공정을, 품명은 라이브러리의 명칭을 매핑하였다. 현재 배포된 KBIMS 라이브러리는 공종, 위치 등에 대한 3단계 분류체계와 라이브러리 세부 분류체계를 가지고 있기 때문에 앞서 언급한 바와 같이 라이브러리 명칭과 표준공종코드 두 가지 키(Key) 값을 가진다. 표준 속성분류에서 전술한 바와 같이 약 21,00여개의 KBIMS 라이브러리에 각각의 수선교체기준을 매핑하였다.

수선교체기준은 국내 설계단계 LCC분석 현업에서 사용 중인 조달청 내용년수표와 공동주택관리법의 장기수선계획의 수립기준을 우선 적용하였다. 예를 들어 a) 벽 〉 대리석 벽 〉 대리석 물갈기와 b) 벽〉 타일벽〉 타일을 비교해 보면 동일한 대분류 벽에 포함된 항목이지만 대리석 물갈기와 자기질 타일벽은 적용 수선교체기준이 상이하므로 재료별 특성이 반영된 수선교체기준을 매핑/하였다.

3.4 BIM-LCC 시스템 주요 기능

3.4.1 단일대안 LCC분석

단일대안 LCC분석은 분석하고자 하는 대상을 IFC 3차원 모델의 목록에서 선택한 뒤 LCC분석 단계로 넘어가면 사전에 구축한 LCC-DB와 LCC분석 알고리즘에 의거하여 LCC결과 값이 산출된다.

해당 시스템은 BIM 라이브러리 정보에서 LCC분석 대상을 선정하므로, 위치별로 구분된 라이브러리에서 선택하도록 구현되었다. BIM 설계 정보에 따라 물량이 자동으로 산출되며, 수선교체기준을 자동으로 불러오게 된다(Fig. 7).

LCC분석 결과는 비용항목과 공종별 LCC분석 결과와 기초산출서로 표출(Fig. 8)된다. 해당 결과의 Excel내보내기 기능을 통해 사용자가 LCC분석 결과를 확인하고 활용할 수 있도록 구현하였다.

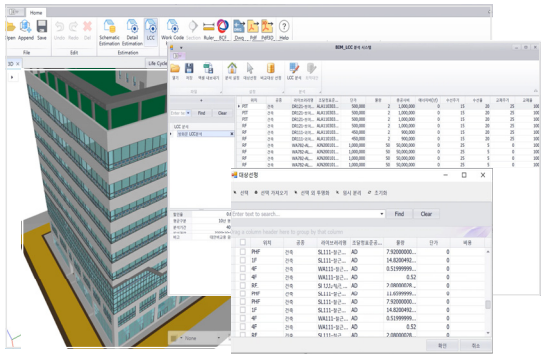

Fig. 7. Single Alternative LCC Analysis
- Analysis Variables and Target Selection Screen

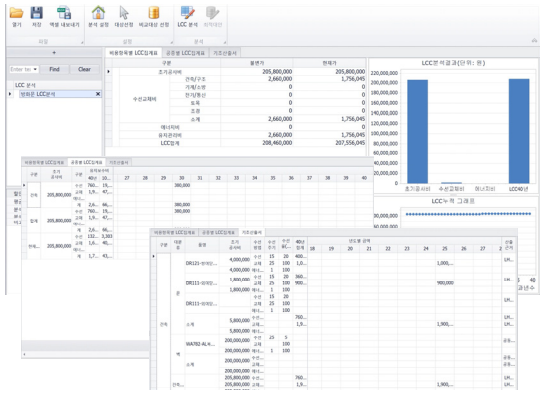

Fig. 8. Single Alternative LCC Analysis
- Results Screen

3.4.2 개략VE기반 최적대안 선정

최적대안선정 모듈에서는 비교대안 선정을 위하여 사전에 비교하고자 단일대안 LCC분석을 진행하여야 한다. 상단의 비교대상 선정을 통해 비교 프로젝트를 선정하고, 각 대안에 포함된 라이브러리와 속성정보를 확인(Fig. 9)할 수 있다.

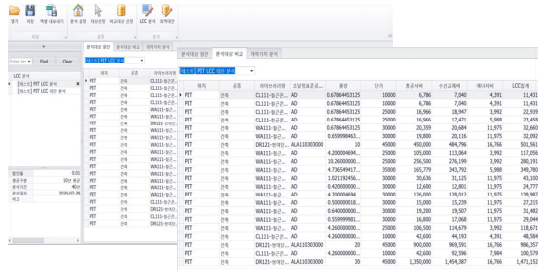

Fig. 9. Optimal Alternative Selection
- Comparative Target Selection Screen

원안과 비교 안을 선정하고 난 뒤 개략 가치분석을 통해 5개 기능항목에 대한 기능정의와 기능점수를 부여(Fig. 10)한다. 이는 V=F/C 가치분석 개념을 적용하여 기능점수를 F값으로 LCC분석결과 및 상대비용을 C값으로 활용한다. 궁극적으로 최적대안으로 이동하면, 비교대상에 대한 LCC분석 결과와 가치분석 결과를 활용하여 최적대안을 선정하도록 구현(Fig. 11)하였다.

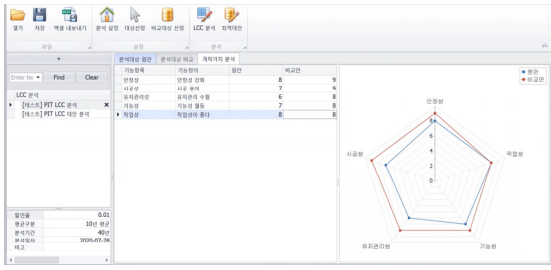

Fig. 10. Optimal Alternative Selection - Schematic Value Analysis Screen

Fig. 11. Optimal Alternative Selection - Results Screen

개략 가치분석은 VE개념을 일부를 준용한 내용으로 LCC분석 이후 경제적 최적대안만을 선정하는 사례는 극히 드물기 때문에 대안의 기능을 지수화하여 비교분석함으로서 설계자에게 기능을 고려한 최적대안 선정을 지원할 수 있다.

4. BIM-LCC 시스템 검증

본 장에서는 개발된 BIM-LCC 시스템에 대한 기능 타당성, LCC분석의 신뢰성. 실무 적용성 등을 검증하였다. 이는 LCC분석 또는 설계 전문가의 면담 조사를 통해 이루어졌으며, 해당 시스템과 모듈을 면담 조사자에게 설명하고, 구현 시스템에 대하여 의견을 취합하였다. 또한 LCC분석 전문가를 통해 LCC분석 결과의 오차율을 분석하여 신뢰성을 검증하였다. 이를 위하여 LCC분석에 대한 이해도가 매우 높은 LCC분석 전문가 4명, 설계 사무소 담당자 4명, 발주기관 2명에 대하여 실시하였다.

BIM-LCC 시스템의 1) KBIMS활용 적정성, 2) 기능타당성, 3) 실무 적용성, 4) UI (User Interface) 시인성, 5) LCC분석 결과 신뢰성을 검증하였다.

KBIMS활용 적정성을 묻는 질문에 대부분의 응답자가 개방형 BIM이라는 목적에는 적합하나 설계사무소 등과는 달리 업데이트가 늦어지므로 타 기관의 라이브러리 혼용과 향후 추가되는 라이브러리에 대한 LCC-DB 구축이 필요함을 지적하였다. 또한 단일과 최적대안 선정으로 분리하여 기능을 구현한 점이 사용상 편리성이 있다고 응답하였으며 건축과 기계 라이브러리만 적용된 현 시점에서 시설 전체에 대한 LCC분석은 불가하지만 아이템 LCC분석에서는 적용 가능하다는 의견을 제시하였다. 그러나 전체 응답자의 70%는 UI 측면에서 표 형태의 결과보다는 그래프 등 시각적 결과를 표출하는 방안을 제시하였다.

마지막으로 LCC분석 결과에 대한 신뢰성은 건축과 기계아이템에 대한 BIM-LCC시스템 결과와 기존방식으로 산출한 결과의 차이를 분석하였다. 분석 결과, 약 2.8%의 오차율이 발생하였으나 이는 기존방식에서 분석대상에 대한 물량을 소수점 둘째자리 반올림 등을 수행하여 발생하는 차이인 것으로 분석되었다.

검증 결과를 종합해보면, BIM-LCC시스템은 최근 화두가 되고 있는 BIM설계 전면도입에 따른 업무환경을 반영하고, 시설사업입찰단계에서 짧은 시간 내 설계변경에 대한 실시간 LCC분석 대응을 위하여 BIM기반 LCC분석 시스템을 개발하였다. 라이브러리의 추가와 사용자 UI개선 등의 개선이 필요하지만 LCC분석 또는 설계자의 LCC분석 업무효율을 증대시킬 수 있다는 점에서 본 연구의 목적을 원만히 달성한 것으로 판단된다.

5. 결론

2024년까지 조달청, LH 등 BIM설계의 전면도입이 발표된 가운데 설계와 밀접한 연관이 있는 LCC분석은 BIM설계정보의 활용이 절실히 요구되고 있다. LCC분석을 위해 BIM설계정보와 라이브러리, 속성정보 활용에 대한 필요성은 인식하였으나 아직까지 실무 활용 가능한 기술이 개발, 보급되지 않고 있다.

이에 본 연구는 BIM설계 전면도입에 따라 설계 및 지원업무환경이 급속히 변화하고 있는 가운데 설계자가

BIM설계정보를 적극 활용하여 실시간 LCC분석을 수행할 수 있도록 지원하고자 단일대안 LCC분석 모듈과 개략가치분석을 활용한 최적대안선정 모듈로 구성된 BIM-LCC시스템을 개발하였다.

또한 전문가 집단을 대상으로 BIM-LCC 시스템을 검증한 결과, KBIMS활용 적정성, 기능 및 실무적용 타당성은 높게 분석되었고, LCC 분석결과 역시 2.8%의 오차율이 있어 신뢰성이 확보된 것으로 보여진다.

그러나 지속적으로 업데이트 될 라이브러리에 대한 LCC속성정보 추가 방법과 사용자를 위한 UI개선 등에 대한 문제점을 해결해야 하며, 시스템 내부에 포함된 알고리즘 검증과 실무 적용중인 Excel 기반 프로그램 결과값과의 비교분석을 통해 오차율을 줄여나가도록 하겠다. 그럼에도 불구하고 본 연구를 통해 LCC분석 또는 설계자의 LCC분석 업무효율을 증대시킬 수 있음을 확인하였다.

이에 향후 국토부 주관 개방형 BIM을 위한 BIM라이브러리 추가에 따른 LCC-DB 구축 전략 수립, 시스템 DB자동화 방법, 그래프 등을 활용한 비주얼 LCC분석결과 화면 UI개선, BIM-LCC 시스템에 구축되는 결과 활용 등에 대한 연구가 수행되어야 하겠다.

References

[1] ISO 19650-1:2018, Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles, *Standard ICS 93*, ISO, 2018

[2] The Institute of Asset Management(IAM), "BIM and Asset Management", IAM, 2018

[3] C. Cavalliere, G. R. Dell'Osso, G. Habert, A. Holl berg, Continuous BIM-based assessment of embodied environmental impacts throughout the design process, *Journal of Cleaner Production,* Vol.211 pp. 941-952, Feb. 2019.

[4] H. Eilif. Exchange of Relevant Information in BIM Objects Defined by the Role- and Life-Cycle Information Model, *Architectural Engineering and Design Management.* Vol. 6. 2010

[5] E. Y. Kim, S. H. Park, Three-dimensional Visualized Space and Asset Management System for Large-scale Airport ; The Case of Incheon International Airport, *International Journal of Architectural Computing,* 2016

[6] T. W. Kang, BIM-based Smart Facility Management Framework for Existing Buildings, *Architecture - Special Feature, Architectural Institute of Korea*, Vol.62 No.06, pp.37-42, June 2018.

[7] S. H. Park, D. H. Cho, K. J. Koo, COBie Document Prototype for supporting BIM based Smart Maintenance of Buildings, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 20, No. 12 pp.60-68, 2019

[8] C. K. Lee, Analysis of LCC Method applied to current facility project for full introduction of BIM Design, *Proceedings of Architectural Institute of Korea*, Vol.39 No.2, Oct. 2019

[9] C. K. Lee, A Study on the Analysis and Utilization of LCC for Preventive Safety and Maintenance of Public Facilities, *Proceedings of Architectural Institute of Korea*, Vol.39 No.2, Oct. 2019

[10] M. J. Kim, M. S. Kim, Management of Building Safety and Maintenance Information using BIM in the Changing Construction Market, *Architecture - Special Feature, Architectural Institute of Korea*, Vol.63 No.06, June 2019.

[11] J. E. Park, J. H. Yu, "BIM-based R&R (Repair & Replacement) Cost Estimating Process", *Journal of Construction Management of Korea,* Vol.17 No.2, pp.31-38, March 2016.

[12] The Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Guidelines for Analysis and Evaluation of Life Cycle Cost, 2008

[13] C. K. Lee, Whole Life Cycle Cost (LCC) Analysis for Preventive Maintenance Planning, LCCA Training for Public Facility Managers, pp.2. 2020

[14] Evaluation Institute of Regional Public Corporation, Management performance evaluation index, 2019

이 춘 경(Chun-Kyong Lee) [정회원]

- 2004년 2월 : 목원대학교 대학원 건축학과 건설관리전공 (공학석사)
- 2009년 2월 : 목원대학교 대학원 건축학과 건설관리전공 (공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 건축도시연구센터 책임연구원
- 2009년 3월 ~ 현재 : ㈜엘씨씨코리아 기술연구소 이사

〈관심분야〉
빌딩정보모델, 생애주기비용, 시설관리시스템