

건축물 생애주기관리 애플리케이션을 통한 합리적인 공공시설관리 예산배정 체계 적용에 관한 연구

The Application of Reasonable Budget Allocation System for Public Facilities by Mobile Application of Building Life Care

이 춘 경*
Chun-Kyong Lee

Abstract

According as thirty years in lapse year have passed since the public facilities were supplied in the 1980s, their physical deterioration are sharply happening. However, with the ever-decreasing tax revenue and restricted budget, maintenance expenses are not incurred equally every year, so it's necessary to do proper repair, and set up a replacement plan from the perspective of life cycle. Government conducted internet of things technology(IOT) as well as Smart City. In addition, it is needed to develop web based FMS and mobile application for M-Market. This study aims to develop a mobile application of building life care which will support to make a budget priority for public facilities and buildings. Through these logic and application for budget allocation of public buildings, it is possible to share maintenance information and current situation of work between facility manager and workers as well as to make an efficient maintenance plan based on gathering database and Budget Priority method. It is also expected to improve efficiency of facility management in the work environment without regard to place and time.

키워드 : 건축물 생애주기관리, 예산우선순위, 공공시설, 애플리케이션

Keywords : Building Life Care Management, Budget Priority, Public Buildings, Mobile Application

1. 서 론

1.1 연구의 목적

정부는 1980년대부터 1990년대 후반까지 양질의 공공서비스 제공이라는 목표 하에 다양한 용도의 공공시설을 건설·보급하였다. 20~30년이 지난 현 시점에서 보면 공공시설의 30%이상이 급격한 물리적 노후화로 상당한 규모의 시설관리 예산을 필요로 한다. 그러나 국가 또는 지자체에서는 예산 부족 등을 이유로 보수·보강이 지연됨에 따라 시민의 안전과 편리성까지 저해하고 있다. 특히 국내·외 경제상황과 인구고령화 등 사회적 변화, 지방 재정부담 심화 등 행정여건이 변화함에 따라 효율적인 공공시설 유지관리를 위한 기술개발과 장수명화 전략 및 대책이 마련되고 있다.

이러한 흐름에 맞춰 최근 다양한 기술이 융합된 미래형 첨단도시 '스마트 시티' 구현을 위한 기획연구가 진행 중이며, 사물인터넷(Internet of Things; 이하 IOT)기술 기반 사람, 공간, 데이터 등 인터넷으로 연결된 모든 사물에 대한 정보가 생성, 수집, 공유, 활용되는 기술을 지속적으로 개발·접목하고 있다.

건설시장에서도 센서, 시뮬레이션, 자동계측, 빌딩정보모델링(Building Information Modeling; 이하 BIM)등 IT기술을 접목한 신기술을 선보이고 있는 가운데 건축물 유지관리 시장인 M-Market에서도 웹기반 유지관리시스템과 연동된 모바일 활용이나 자동시뮬레이션 및 분석 등에 대한 업무가 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 공공시설의 장수명화를 지원하는 시설관리 예산에 대한 합리적인 배정 방법 및 체계를 적용한 건축물 생애주기관리 애플리케이션을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 공공시설의 유지관리 예산배정에 필요

* 정희원, 목원대학교 건축도시지원센터 책임연구원, 공학박사, 교신저자

이 논문은 2014년도 한국연구재단 이공분야기초사업 지원을 받아 수행된 연구 결과의 일부임. (과제번호 NRF-2014R1A)

한 이력을 관리하고 평가하는 건축물 생애주기관리 애플리케이션 개발 및 보완을 연구 범위로 한정한다. 본 애플리케이션 시스템 알고리즘은 특허기술을 기반으로 K공사의 전문가 인터뷰 및 설문조사 결과를 반영하였다. 본 연구의 건축물 생애주기관리 애플리케이션은 웹 기반 유지관리 시스템(이하 메인 시스템)과 연동되므로 메인 시스템의 기능을 일부 추출하여 구현한다.

또한 상태평가 중 정량적 상태평가의 근거가 되는 LCC분석의 비용항목은 초기투자비, 수선 및 교체비용, 에너지비용(일부)을 포함하며, 계약에 따라 변동성이 높은 일반관리비와 법에서 규정한 비용이 소요되는 점검비용은 제외하였다.

2. 문헌 고찰

2.1 선행 연구

2000년대 초반부터 공공 인프라의 자산관리 방안에 대한 연구가 수행되었으며, 2010년 이후 BIM기술을 활용한 건축물 유지관리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근 기후변화에 따른 재난재해가 발생함에 따라 안전과 연계된 유지관리 및 시설관리 방안에 대한 연구도 지속되고 있다.

표 1. 국내 유지관리 관련 연구

저자	발표년도	주요내용
김금지 외 1인	2016	의사결정트리기법을 활용하여 자연 재난 피해 건축물 요인 분석
강덕모 외 2인	2016	유지관리단계 BIM활용을 위한 LCC라이브러리 구축 방안 제시
김소라 외 1인	2016	한옥공공시설의 POE평가를 위한 중점요소 도출
김제형	2016	학교시설 안전·유지관리계획에 대한 예산확보 및 유지관리방안 제시
박근수 외 2인	2016	건축분야 유지관리 관계법령간의 연계성 분석
박혜미 외 2인	2016	공공건축물의 자산데이터베이스(DB) 구축방안 제시
안정환 외 3인	2015	LCC예측기반 건물 재료 경제성 평가 및 산정 방안 제시
이춘경 외 1인	2016	공공시설 중장기계획수립을 위한 P-FM체계 및 FMS적용 사례 연구
윤승욱 외 3인	2015	국내 공공시설관리체계 도입을 위한 해외 우수사례 조사

위의 표 1과 같이 2015년부터 공공시설의 생애주기관점을 고려한 자산관리방안과 중장기계획수립 등에 대한 연구가 진행되고 있다. 뿐만 아니라 기후변

화에 따른 자연재난 피해를 줄이기 위한 안전관리 연구도 활발히 진행 중이다. ‘김제형(2016)’은 학교시설의 예산확보 및 유지관리방안에 대한 연구를 발표하였으며, ‘박혜미(2016)’은 공공건축물 자산데이터베이스(DB) 구축방안을 제시하였다. ‘이춘경(2016)’은 중장기계획수립을 위한 공공시설의 FMS적용방안을 발표하였다.

이러한 연구는 대부분의 공공시설이 ‘재난 및 안전관리 기본법’과 ‘시설물의 안전관리에 관한 특별법(이하 시특법)’의 대상이므로 예방차원의 안전대책 마련과 대국민 안전대진단이 이루어짐에 따라 이와 관련된 연구도 활발히 진행되고 있음을 시사한다.

국외 유지관리 연구를 살펴보면, 미국과 유럽을 중심으로 1990년대 중반부터 시설관리를 중심으로 LCC분석, 유지관리비 예측 및 기법 등에 대한 연구가 진행되었다. 2000년대 초반에는 BIM과 연계한 유지관리방법이나 에너지 분석 기법 등을 연구하였다. 또한 유지관리보다 광의 개념인 자산관리(Asset Management ; AM)와 통합적인 시설경영(FM)기법을 도입한 공공시설관리 방법 및 기술이 지속적으로 제시되고 있다.

2.2 국내·외 유지관리 시스템 현황

2000년대 초 미국 A사의 건축물 유지관리 시스템(FMS)이 국내로 유입되었으나 국내 업무환경과의 이질성, 업무 연계성 부족 등을 다양한 문제가 제기되었다. 그러나 ‘자산관리’개념이 도입되고 유지관리 지능·효율화와 공간관리 등이 요구되면서, 일부 대형·고층건물을 중심으로 관리회사의 업무형태와 특징을 반영한 유지관리 시스템이 보급되었다.

국외에서 판매중인 일부 시스템은 모바일로 업무요청을 하거나 건축물 상태 모니터링을 수행하고 있으며, 클라우드 형태로 서비스하고 있다.

국내·외 유지관리 시스템은 표 2와 같다.

표 2. 국내외 유지관리 시스템

시스템 명	주요 내용
Genius (국내)	민간 다중이용시설 대상 시설관리업무 표준, 작업현황, 일정관리 등
Tririga	민간 다중이용시설 대상 시설관리 계획 및 일정, 에너지관리 등
SmartLCC (국내)	공공시설(K공사), 다중 이용시설 대상 개·대체 계획, 우선순위 기반 예산수립 등
ProLease	소유, 임대, 리스 등 오피스 시설 대상 임대·포트폴리오 관리 및 보고서 작성 등
OfficeSpace	오피스, 소규모 유지관리 조직 대상 자산관리, Visual Directory, 부서이동알림

표 2. 국내외 유지관리 시스템(계속)

시스템 명	주요 내용
NetFacilities	설비관리 중심 부지, 자산, 재고관리, 비용관리, 보고서 모바일로 작업주문 및 추적 가능
Avantis	중견·대기업 유지관리 조직 대상 구매, 재고관리, 상태 모니터링 등 투자 수익 분석에 의한 의사결정
Facilities Mgmt. eXpress	시설관리 업무 활동, 자원관리, 공간관리 자원사용 예약 가능 모바일로 유지관리 요청, 작업완료 가능
envVusual	설비관리 중심 문제점 파악(이미지), 기술자 파견, 보고서
VisualLease	부동산 관리자 대상 비즈니스·부동산 포트폴리오, 회계시스템 표준 보고서 작성

출처 : www.softwareadvice.com(2016)

2.3 공공시설 유지관리 현황

우리나라 공공시설에 대한 관리주체를 살펴보면, 산하 시설을 직접 및 위탁 관리하는 ‘지방자체단체’와 시특법에서 규정한 일정규모 이상의 시설의 안전 점검과 정밀안전진단을 관리하는 ‘한국시설안전공단’, 지자체 산하에서 공공시설을 운영·관리하는 ‘시설관리공단’으로 구분된다.

‘시설관리공단’에서는 기관별·시설종류별 특징을 감안하여 ‘시설관리 전략과 목표’와 ‘시설물관리규정’을 수립하여 유지보수를 수행하고 있다. 당해 연도와 차년도의 사업여건과 경영 전략 등을 고려하여 장기 계획을 수립(그림 1 참조)¹⁾하고 있으나 2~3년 주기의 담당자 보직변경 및 인사이동은 건축물의 생애주기를 고려한 시설관리를 유도하기는 어려운 실정이다. 시설공단에서는 민원이 빈번하거나 안전 문제가 발생할 것으로 예측되는 항목을 중심으로 사후관리가 이루어지고 있으나, 사용가능 예상연수가 예산어부에 따라 결정됨에 따라 조달청에서 발표한 물품 내용연수보다 장기간 사용하고 있으며 이에 노후정도는 심각하고 그 효율성은 현저히 떨어지는 것으로 조사되었다.

이러한 문제를 해결하고자 매년 시설관리영역을 포함하여 시설공단의 경영성과평가를 실시하고 있다. 평가결과, 시설 용도에 따른 지자체 내 상이한 관리부서, 담당자별 업무추진 방식의 다양화, 부서·시

1) 안양시 시설관리공단, 2015년 경영성과평가 보고서, pp 215, 2016

설 용도별 관리시스템 분리 등의 원인으로 2010년 초반부터 생애주기관점에서의 시설관리전략 수립이나 유지관리업무의 효율화 방안 수립에 대한 지적이 증가하였다.

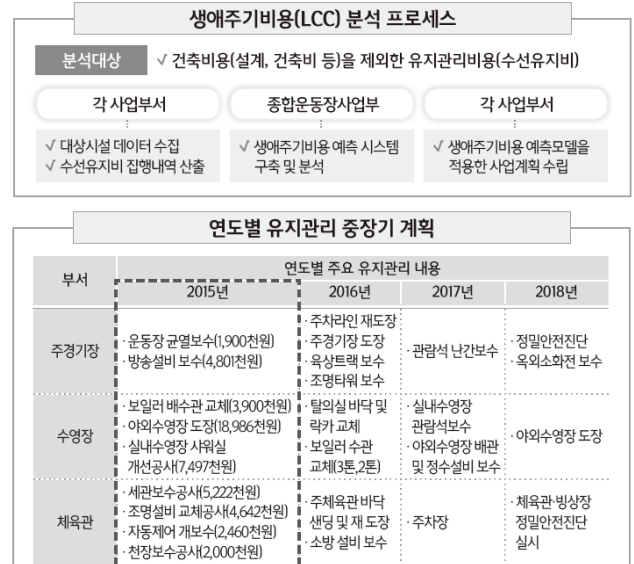


그림 1. 시설공단 중장기계획수립 사례(A시)

S시 시설관리공단은 LCC분석과 유지관리 및 점검 업무에 대한 체계화를 통해 생애주기관점에서의 장기계획수립을 지원하도록 하고 있다. 특히 해당 업무를 전산화하여 2016년부터 해당 시스템을 업무에 적극 활용하고 있으며 업무 효율성 향상을 위해 노력²⁾하고 있다. 뿐만 아니라 그림 2에서 보는 바와 같이 유지관리 자료를 DB화하여 이를 분석함으로써 향후 수행해야 할 업무에 대한 우선순위 결정을 지원하고 가치분석(VE)기법과 연동하는 체계를 제안하였다.

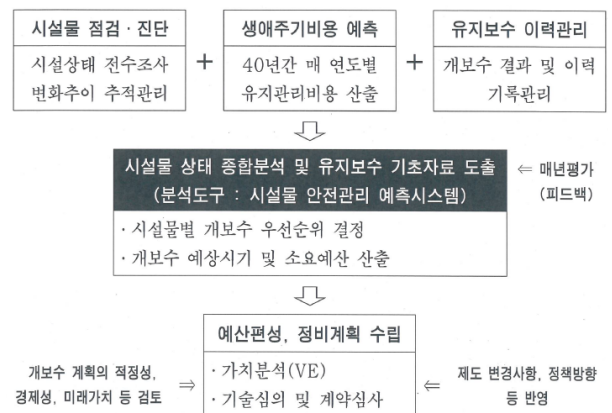


그림 2. FMS를 활용한 시설관리체계 사례(S시)

2) 서울시시설관리공단, 시설물안전관리예측시스템 운용방안, 2016

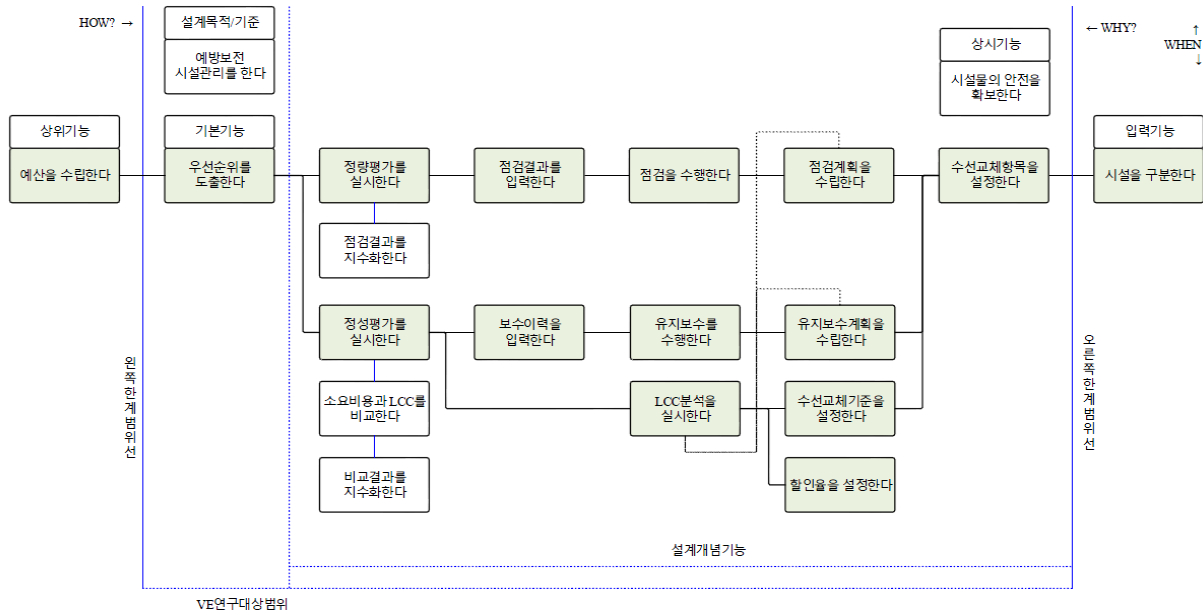


그림 3. 공공시설관리 Fast Diagram

3. 공공시설관리 예산배정 체계

3.1 시설관리에산 배정 체계

향후 발생한 공공시설관리 예산을 산정하고 이를 배정하기 위하여 5가지 평가를 실시한다. 시설 담당자가 수행하는 자체평가와 일정기간 동안 수행한 점검 및 유지관리 결과에 대한 정량 및 정성평가, 시설에 대한 가중치 평가³⁾, 행정 및 사회변화에 따른 허가권자 평가로 이루어진다. 위에서 언급한 5가지 평가결과를 정량화하여 우선순위를 결정한다.

향후 투입될 유지관리비에 대한 우선순위를 결정하는 공공시설 예산배정 계산식은 식 1과 같다.

Budget Planning Priority Order (BPPO) 식1

$$= \sum (SA + FCI \text{ of } Quan. + FCI \text{ of } Qual. + WA(2) + DA)$$

여기서 SA - 자체평가
 FCI of Quan./Qual. - 정량평가/정성평가
 WA(2) - 가중치평가
 DA - 허가권자평가

공공시설은 일반적으로 민원이나 안전상의 문제에 대한 긴급도, 파급효과 등이 예산배정의 중요 요소이나 일부 사업은 국가정책 등 정성적인 요인에 의해

사업수행여부를 결정하기도 한다. 이러한 경우는 예산배정 우선순위와는 별도로 허가권자·예산관리자가 예산을 배정할 수 있어야 하므로 시스템 상 허가권자 평가를 추가하였다.

각 평가에 대한 배점과 비율⁴⁾은 표 3과 같다.

표 3. 예산배정 평가항목의 배점과 비율

평가항목	비율	시스템 기능	평가주체
자체	50	예산수립	시설담당자
정량	150	상태평가 (타 모듈 DB 활용)	상태평가자 (전문기술자)
정성	600		
가중치	100	상태평가	총괄관리자
허가권자	100	예산수립	허가권자 예산관리자

3.2 공공시설관리 기능 분석

효율적인 공공시설관리를 수행하기 위하여 ‘예방보전 시설관리 수행’ 목표 하에 Function Analysis System Technique(Fast)기법으로 기능분석을 실시(그림 3 참조)하였다. ‘공공시설의 예방보전 유지관리 수행’이라는 목적 하에 상위 기능을 ‘예산 수립’으로 지정하였다. 방법(How)과 이유(Why) 논리에 의해 한계범위선 내에 공공시설관리에 필요한 주요 업무

3) 가중치평가(WA2)는 시설과 수선교체 목적을 고려하고 이들의 특성인 내구연한, 용도 및 규모, 근무인원, 변화대응 등 시설 자체에 대한 평가로 병행하도록 평가방식을 구성함.

4) 예산배정 알고리즘에서 제시하는 평가항목의 배점·비율은 각 기관의 특성에 따라 조정 가능하다. K공사는 소요예산대비 물리적 노후화 정도를 최대한 반영하고자 함.

를 추출하였고 이는 추후 건축물 생애주기관리 애플리케이션의 기능으로 구성된다.

3.3 공공시설 예산배정 세부평가방법

(1) 자체평가

지자체와 공단은 다수의 공공시설을 관리할 뿐만 아니라 시설 용도와 경과연수가 각각 상이하여 일정하지 않은 연간 예산이 소요된다. 그러나 시설관리를 위한 연간 예산을 정해져 있고 시설 노후화에 따라 필요 예산은 매년 증가하게 된다. 자체평가에서는 이에 해당 시설을 관리하는 담당자가 차년도 예산을 요청하기 전, 수선교체항목에 대한 육안점검을 실시하고 점검 및 보수·교체이력을 확인하여 긴급정도와 상태를 평가한다.

$$SA(\text{Self Analysis}) \quad \text{식2}$$

$$= (\text{Facility Cond.} \times G_1) \times (\text{Urgency Cond.} \times G_2)$$

여기서 Facility Condition(PC) : 시설상태정도
Urgency Condition(UC) : 긴급정도
G : 지수

자체 평가등급을 5점 척도로 하여 시설 담당자가 쉽게 평가하되, 무분별한 사업 추진을 미연에 방지하기 위해 향후 해당 점수를 매년 공개하여 이용자가 시설상태를 인지할 수 있도록 한다. 또한 시설담당자의 노후우와 인식에 매우 중요하므로 연간 업무성과지표(KPI ; Key Performance Index)로 활용 가능하다.

(2) 정량·정성평가

상태평가에 속하는 정량평가와 정성평가는 비용과 상태에 대한 평가로서, LCC분석결과와 실제 소요비용을 비교분석하는 평가방법을 정량평가라 한다. 반면에 정성평가는 일정기간 점검결과를 평가하는 방법이다. 시설은 성능이 현저히 떨어지는 시점이 되면 짧은 시간에 상당히 많은 비용이 필요하다.

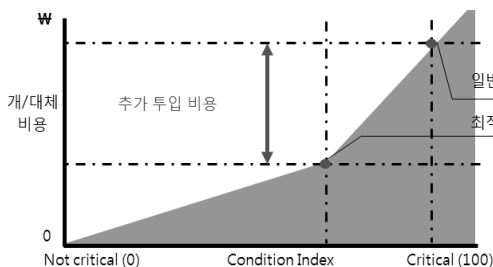


그림 4. 시설상태와 소요비용간의 관계

그림 4와 같이 건축물은 적정시기에 수선과 교체가 이루어지지 않으면 이를 복구하기 위한 비용은 누적 상승됨을 알 수 있다. 시설 노후화 정도에 따라 소요되는 비용의 규모는 상이하므로 적정 시기에 유지관리를 실시하는 것이 매우 중요하다.

정량평가는 시설물이 사용되는 기간에 소요될 것으로 예상되는 누적 유지관리비와 실제 투입된 누적비용을 통해 상태를 평가하는 방법(식 3)이다. 이에 정량평가를 수행함에 있어 LCC분석이 선행되어야 하며, 평가가 수행되는 특정년도까지 실제 투입된 비용과 예측비용을 불변가로 비교함으로써 유지관리수행 정도를 파악할 수 있다.

$$FCI \text{ of } \text{Quan.} \quad \text{식3}$$

$$= 150 \times \text{Weight of } x \left(x = \frac{\sum_1^n \text{Maintenance Cost}_n}{\sum_1^n \text{Result of LCC}_n} \right)$$

여기서 Weight of x : x값에 대한 가중치
n : 설정하는 년도 (ex. 25년, 40년 등)

그림 5와 같이 경과연수에 따라 시설을 구성하는 항목의 수선교체기준에 따라 비용규모가 상이하며, 예상비용보다 소요비용이 적은 경우는 시설상태가 매우 양호한 경우거나 유지관리가 제대로 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다.

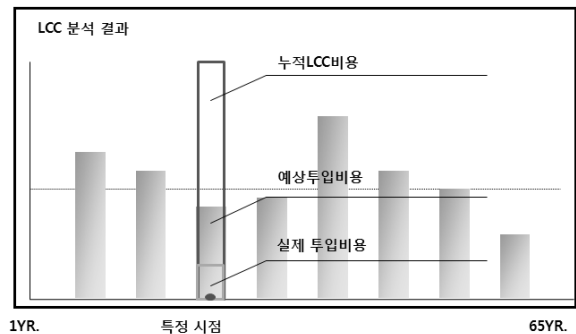


그림 5. 정량평가의 개념

정량평가에 적용되는 LCC분석의 비용항목은 초기 공사비, 수선 및 교체비용, 에너지비용(전기·가스를 에너지원으로 사용하는 설비 일부)를 포함하고 있으며, 일반관리비와 점검비는 제외하였다.

정량평가 시설상태지수(FCI of Quan. ; Facility Condition Index of Quantity)의 등급은 영국 BC Housing에서 발표한 FCI⁵⁾ 내용의 일부를 활용하여

5) BC Housing, Capital Asset Management -Asset Strategies, Facility Condition Index, 2011

5등급으로 구분하였다.

정성평가는 시설의 재난재해와 안전성 확보를 위해 실시하는 점검에 대한 결과를 통해 시설의 현재 상태를 파악하고 결함여부를 평가하는 방법이다. 이에 전문가는 면밀한 외관조사를 시작으로 주요 부재 및 재료, 세부 설비 및 보조 부재의 결함 발생여부와 원인을 판단해야 한다. 또한 수선이나 교체에 대한 수행여부와 범위를 파악함으로써 중장기계획수립의 중요한 근거로 활용된다. 정성평가에 대한 결과 등급은 시특법과 동일하게 5점 척도를 적용함으로써 공공시설 관리자가 업무의 혼선이 없도록 구성하였다. 정성평가 등급기준은 표 4와 같다.

표 4. 정성평가 등급기준(5점 척도)

척도	세부내용	가중치
1 (Awful)	주요 부재·재료, 세부설비의 심각결함 안전 등 위험이 있어 즉시 보강, 개·대체 수행해야하는 상태	1.0
2	주요 부재·재료, 세부설비 결함 긴급한 개·대체, 보강이 필요한 경우는 사용제한 여부 결정하는 상태	0.8
3	주요 부재·재료, 세부설비 경미한 결함 또는 보조 부재의 광범위한 결함 발생 전체적인 시설 안전에 위험은 없으나, 내구성, 기능성 저하방지를 위해 개·대체 및 간단한 수선 필요한 상태	0.6
4	보조 부재에 경미한 결함 발생 기능에 지장 없으나, 내구성 증진위해 일부 개·대체, 수선이 필요한 상태	0.4
5 (Excellent)	문제없는 최상의 상태	0.2

(3) 가중치 평가

건축물의 생애주기를 고려한 합리적인 시설관리 행위로서 대수선이나 리모델링을 결정하기 위해서는 여러 항목을 동시에 평가해야 한다. 이 경우 개·대체 항목 간 가중치 평가를 통해 우선순위를 정해야 한다. 예를 들어 예산요청안 기준 요청비용의 50% 이상을 차지하는 항목인 경우, 해당 항목을 기준으로 가중치를 결정한다. 그러하지 아니한 경우, 요청비용 중 20%~50%이내인 항목은 가중치(1)을 기준으로 가장 높은 값을 기준으로 결정한다.

1단계에서는 공종별로 구분하였고 주택법 장기 수선계획 기준에 의거하여 항목을 구분하였다. 그러나 해당 가중치 값은 시설용도나 주요 설비에 따라 달라질 수 있기 때문에 공공시설에 일괄적용하기에는 어려움이 있다. 이에 유지관리 담당자의 의견 수렴을 통해 중점관리항목을 도출하고 이에 대한 탄력적인 가중치 조정이 필요할 것으로 판단된다.

세부항목별 가중치 값은 표 5와 같다.

표 5. 공종별 가중치(기계 일부)

2단계	3단계	가중치	4단계	세부가중치
급수 오수 배수 위생 시설	급수 설비	0.4	고가수조	0.0090
			펌프	0.0090
			급수관	0.0090
			수도계량기	0.0090
	오배수 설비	0.4	오배수관	0.0064
			배수펌프	0.0062
			정화조	0.0062
	위생 설비	0.2	고가수조	0.0090
			펌프	0.0090
			급수관	0.0090
			수도계량기	0.0090

시설에 대한 가중치 평가는 시설의 내구연한, 건축물용도, 건축물 규모, 근무인원, 변화대응항목에 대한 가중치를 도출하였다. 예를 들어 공공기관의 본사와 창고 건물에 동일한 설비 교체가 필요한 경우, 두 시설의 용도, 규모 등을 비교하여 미리 정해진 가중치(표 6 참조)로 우선순위를 결정한다.

표 6. 시설 가중치 항목 간 비율 및 가중치(일부)

항목	비율	세부항목	가중치	적용
내구연한	38	20년 이상	1.0	38
		10~20년	0.8	30
		5~10년	0.6	23
		5년 미만	0.4	15
건축물 용도	27	사무·업무	1.0	27
		복지	0.8	22
		설비	0.6	16
		기타	0.4	11
건축물 규모	15	연면적 3,000㎡	1.0	15
		연면적 1,000㎡~3,000㎡	0.8	12
		연면적 100㎡~1,000㎡	0.6	9
		연면적 100㎡미만	0.4	6

앞서 언급한 바와 같이 가중치 평가에 적용되는 가중치 값은 시설 용도나 설비 등 건축물 환경에 따라 상이할 수 있으므로 공공시설별로 조정범위나 가중치 값을 가지는 것이 필요하다고 판단된다.

4. 건축물 생애주기관리 애플리케이션 구현

4.1 요구기능

‘공공시설 운영에 관한 법률’에 명시된 바와 같이

공공시설관리는 시설별 특성을 고려하여 합리적으로 관리·운영하는 업무이다. 이에 K공사의 현장관리자, 시설담당자, 본사관리자를 중심으로 면담조사를 실시한 결과, 스마트한 M-Market 업무를 위해 시설담당자는 점검이나 보수 작업 수행단계에서 현장에서 모바일을 통한 업무처리가 필요하며, 시설개요나 기존 유지관리 이력 등을 검색함으로써 기존 유지관리 이력에 대한 실시간 검토가 수반되어야 한다. 또한 시간과 공간의 제약이 없도록 하되 메인 시스템과는 실시간 DB연계를 요구하였다.

4.1 애플리케이션 프로세스

공공시설의 건축물 생애주기관리 애플리케이션은 웹 시스템과는 달리 현장 근무자 또는 상태평가자가 해당 애플리케이션을 사용하게 된다. 그림 6과 같이 유지관리업무나 상태평가 요청을 받았을 때, 육안 및 전문 점검에 앞서 해당 건축물의 개요와 기존 유지관리 현황을 검색하고 확인하고 기존 이력을 검토할 수 있도록 설계한다. 또한 사전에 분석했던 해당 시설의 LCC분석결과를 확인하여 정량적 평가에 적용하도록 하며, 누적된 유지관리비를 확인할 수 있다. 이는 정량평가에 반영되도록 설계하고, 정성평가는 현장에서 평가하도록 설계한다.

본 연구에서 제시하는 건축물 생애주기관리 애플리케이션은 메인 시스템의 기능 중 예산배정을 지원하는 유지관리업무와 상태평가를 중심으로 개발하였다. 유지관리 예산배정에 필요한 개별 평가단계에서 모바일을 활용함으로써 빠르고 쉬운 평가와 우선순위 도출이 가능하다.

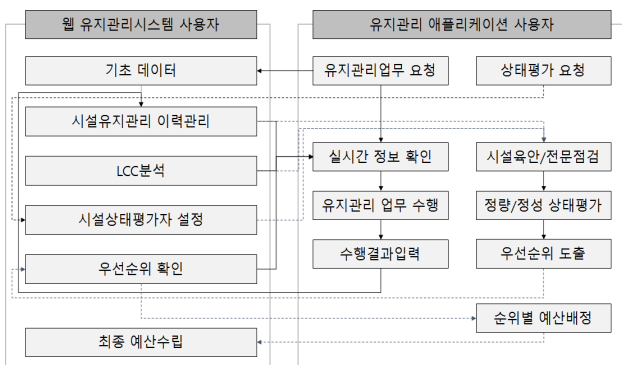


그림 6. 웹 시스템과 모바일 애플리케이션간의 연계 알고리즘

유지관리모듈은 웹 시스템 상의 DB에서 해당시설의 시설개요와 이력을 조회하고 업무 요청과 에너지 관리업무를 수행한다. 또한 애플리케이션을 통해 현장에서 수행된 유지관리 결과와 주요 처리내용을 실

시간 입력한다. 상태평가모듈은 개·대체 예산 요청 항목의 정량·정성 평가를 실시하면 그 우선순위가 자동으로 도출된다.

4.3 애플리케이션 구현 및 테스트

3장에서 언급한 공공시설관리 예산배정체계와 평가 알고리즘을 기반으로 건축물 생애주기관리 애플리케이션을 구현하였다. 앞서 언급한 바와 같이 총 4개 모듈로 구성되며 사용자는 업무와 권한에 따라 시설담당자, 총괄관리자, 허가권자·예산관리자, 상태평가자로 구분한다.

(1) 시설유지관리

시스템 주요기능은 (그림 7 a)참조) 4가지로서 그 중 시설유지관리모듈은 관리시설에 대한 정보를 부속페이지에서 보여주는 형태로 구성된다.



a) 주요 기능 b) 건축물 정보화면

그림 7. 초기화면과 건축물 정보 화면

메인 시스템의 다양한 시설정보 중 중점 시설정보 (그림 7의 b)참조)를 보여준다. 리스트페이지 상단에 검색과 쓰기가 가능하도록 UI를 구성하였고 하단에는 모듈을 나열하여 이동이 용이하도록 설계하였다.

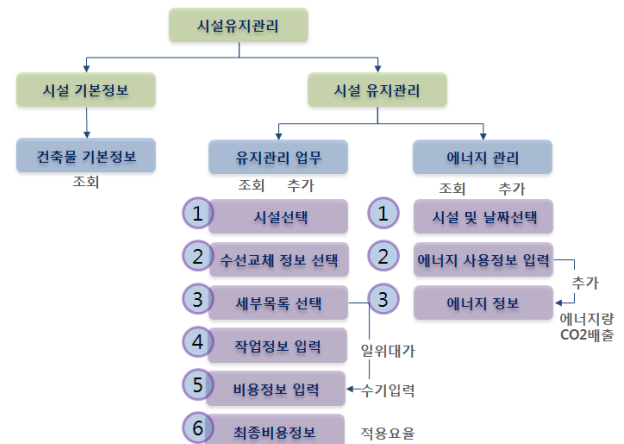


그림 8. 시설유지관리 모듈 세부 프로세스

그림 8에서 보는 바와 같이 시설유지관리모듈은 웹 시스템 또는 애플리케이션에서 입력한 업무내용을 실시간 확인가능하고, 현장에서 작업 중이거나 완료한 작업에 대한 처리결과를 입력함으로써 업무 추진상황과 결과를 실시간 관리·공유할 수 있다.

본 연구에서 개발한 애플리케이션은 예산배정의 근거자료로 활용되는 유지관리와 생애비용예측, 상태평가모듈을 중심으로 개발하였으며, 모바일을 활용하여 시설상태평가를 빠르고 쉽게 수행할 수 있는 장점을 가진다.

(2) 생애비용예측

본 모듈은 웹 시스템을 통해 실시한 LCC분석 결과를 검색 후 조회하는 화면(그림 9)이다. LCC분석 결과는 유지관리를 수행함에 있어 최적 대안선정에 대한 정보를 제공하지만 모바일 애플리케이션으로 분석하기에는 한계가 있어 결과보기와 그래프 위주로 구현하였다.



그림 9. 생애비용예측 모듈 주요 화면

(3) 시설상태평가

정량평가는 평가기간과 활용 데이터를 사전 설정하면 자동으로 평가되는 구조이며, 열화상기기에 의한 육안평가를 실시할 수 있도록 구축하였다. 그러나 해상도와 기술지원 등을 이유로 특정 제품만 활용할 수 있는 한계가 있다.

상태평가 전문가가 현장에서 직접 평가할 수 있으며, 직전년도 결과를 제공함으로써 시설상태 변화추이를 알 수 있도록 구성(그림 10 참조)하였다. 상태평가모듈은 정량 및 정성평가 완료 후 이에 우선순위가 자동으로 도출되도록 구현되었다. 이후 총괄관리자는 실시간으로 분석된 예산배분을 위한 우선순위 결과(그림 10 a) 참조)를 확인할 수 있다. 또한 정성평가를 나타내는 전문가평가에서는 온도, 상태, 긴급 정도를 색으로 표기하여 현장에서 빠르고 쉽게 상태를 인지(그림 10 c) 참조)할 수 있다.



그림 10. 시설상태평가 모듈 주요 화면

시설상태평가모듈의 주 기능은 검색, 보기, 입력, 수정으로서 사용 권한별 기능은 표 7과 같다. 검색과 보기는 추가 정보를 입력하지 않고 모니터링을 할 수 있고, 입력과 수정은 신규 정보를 입력하거나 수정하는 기능이다. 정량·정성평가인 세부평가가 완료되면 임의로 우선순위를 수정할 수 없도록 구성하였다. 그러나 상태평가 이력은 평가한 시설 또는 항목에 대한 비교로서, 상태평가결과에 따른 예산배정여부를 검색할 수 있다.

표 7. 시설상태평가 사용자별 기능

기능	검색	보기	입력	수정
평가관리				
우선순위도출	○	○		
세부평가				
정량평가	○	○	○	○
정성평가	○	○	○	○
이력관리				
상태평가이력	○	○	○	○

애플리케이션의 기능과 데이터 적합성 등을 검증하기 위하여 공공시설 담당자를 대상으로 두 차례의 테스트를 진행하였다. 2주간의 1차 테스트에서는 전문적인 요구기능과 데이터 적합성을 진행하였으며, 이어서 4주간의 전문가관 테스트를 수행하였다. 또한 두 번의 테스트에서 도출된 의견을 보완한 뒤 2주간

의 통합 테스트를 진행하였다.

모듈별 구현 기능을 기반으로 애플리케이션 사용성과 가독성을 테스트하였고, 상태평가 모듈에서는 상태와 긴급정도를 색으로 표현함으로써 애플리케이션 사용자의 이해도와 가독성이 높았음을 알 수 있었다. 또한 비전문가가 사용할 수 있는 업무 애플리케이션임을 감안하여 이해하기 쉬운 용어로 변경하였으며, 아이콘 추가와 임시저장 기능 등을 추가 개선(표 8 참조)하였다.

표 8. 테스트 후 개선사항(일부)

2단계	3단계	기능	비고
공통	공통	상단 한글아이콘	아이콘으로 변경
	공통	임시저장 필요	임시저장 추가
시설유지관리	시설정보	시설정보 수정 불가능	수정 보완
		시설명 검색 불가	수정 보완
생애비용예측	공통	비용 정렬 방식	끝 정렬로 통일
	상세분석	가격, 단위 수정 후 오류 발생	가격·단위 수정 정보 정상
시설상태평가	분석	시설상태평가 리스트 정보 오류	리스트 오류 보완
		반영/미반영 선택 버튼 가독성 미약	선택 버튼 색 변경
	결과	그래프 안보임	그래프 보기 구현
방재정보관리	리스트	정보수정 후 미반영	수정보완

그러나 본 논문에서 제시한 건축물 생애주기관리 애플리케이션은 설계·시공단계에서 발생하는 정보를 관리하거나, 활용하지 못하는 한계점이 있으므로 공공시설 관리자를 대상으로 생애주기관리에 필요한 정보를 반영하여야 하겠다. 또한 무료 배포를 통해 사용성과 기능성에 대한 테스트를 실시할 예정이다. 또한 공공시설 담당자가 보안 등을 이유로 외부 시스템 등을 활용하지 못하는 점을 고려하여 일정규모 이상의 시설에 대한 외부 테스트를 진행하고자 한다.

5. 결 론

우리나라 공공시설은 한정된 예산에 맞춘 사후관리형 유지관리가 수행되고 있어 예상치 못한 급격한 노후화와 갑작스런 재난에 의해 사고가 발생한 경우, 실시간 대처가 용이하지 않다. 또한 담당자 순환근무로 인한 업무 연속성 부재, 다양한 유지관리 주체 간 의사소통 부재, 부족한 예산에 의한 시설관리 지연 등 공공시설 사용자의 안전을 위협하고 있다. 그럼에도 불구하고 공공시설 운영관리를 전담하는 시설공단 등에서는 다양한 방법을 통해 일정 수준 이상의

공공시설 서비스를 수행하고 있다.

급격하는 사회·환경적 변화와 사용자 요구가 증대되는 현실을 고려해 볼 때, 공공시설 역시 민간시설이상의 시설 서비스 제공과 생애주기관점에서의 시설관리전략 수립이 필요한 시점이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 합리적인 공공시설관리 예산배정체계를 수립하고 이를 적용한 건축물 생애주기관리 애플리케이션을 개발·적용함으로써 시설관리주체별 명확한 업무 분장과 자료 공유, 유지관리 예산 배정에 있어서의 명확한 근거를 마련하고자 하였다. 앞서 언급한 바와 같이 공공시설관리 예산 배정을 위하여 정량 및 정성평가, 가중치 평가 등 5가지 평가에 의한 우선순위 도출 알고리즘을 제시하였다. K공사를 대상으로 건축물 생애주기관리 애플리케이션에 대한 사용성과 기능성을 테스트하였으나, 급변하는 업무환경 등을 고려하여 보다 다양한 공공시설과 담당자를 대상으로 파일럿 테스트와 수정보완이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 강덕모 · 조동열 · 이춘경 (2016), 유지관리단계의 BIM활용을 위한 LCC라이브러리 구축에 관한 기초 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 455-456
2. 김금지 · 윤성환 (2016), 의사결정트리기법을 활용한 자연재난 피해건축물 요인 분석, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 690-691
3. 김소라 · 남해경 (2016), 한옥공공시설의 P.OE평가요소에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 1112-1113
4. 김계형 (2016), 학교시설 안전·유지관리계획에 대한 단계별 실태 및 방안, 한국교육시설학회 학회지, 23(2), 22-28
5. 박근수 · 이건축 (2016), 건축분야 유지관리 관련법령의 연계성에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 1096-1097
6. 박혜미 · 성남철 · 김지현 (2016), 공공건축물의 효율적인 유지관리를 위한 자산 데이터베이스 구축에 관한 기초연구, 대한건축학회 논문집 계획계, 32(7), 47-55
7. 서울시시설관리공단 (2016), 시설물안전관리예측시스템 운용방안, 서울시시설관리공단
8. 안양시 (2016), 2015년 경영성과평가보고서, 안양시설관리공단
9. 안정환 · 임진강 · 오민호 · 이재욱 (2015), 생애주기비용예측 기반 건물재료 경제성 평가 및 선정, 한국BIM학회 논문집, 5(2), 34-48
10. 윤승욱 외 3인, 국내 공공시설 매니지먼트체계 도입을 위한 해외사례연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, Vol. 35 No.2, 2015

11. 이춘경 · 박태근 (2016), 공공시설의 합리적인 중장기계획수립을 위한 P-FM기반 SMART FMS적용에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집
12. Softwareadvice (2016), www.softwareadvice.com

논문 투고일(received) : 2016-11-14

논문 심사일(reviewed) : 2016-12-19

게재 확정일(accepted) : 2016-12-19