

공공시설관리 및 예산수립을 위한 통합유지관리시스템 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Integrated Facility Maintenance System for Management and Budget Planning in Public Facilities

정 태 갑*
Jung, Tae-Gap

이 춘 경**
Lee, Chun-Kyong

박 태 근***
Park, Tae-Keun

Abstract

Since the 1960s, along with rapid increases of populations and high economic growth, public facilities rapidly increased. Thereafter, as facilities that require maintenance rapidly increased over time and interest in the maintenance of functions and the lengthening of facilities' lifetimes through efficient management increased, studies on maintenance and the development of systematic facility management systems have been actively conducted. However, surveys indicate that the current levels of the studies are elementary levels and most studies are fragmentary and thus cannot be applied to practical works. Therefore, in the present study, through the collection of advanced cases and opinions of persons in charge of facility management, measures for the establishment systems of planned/preventive maintenance, for the rationalization of maintenance decision making and the establishment of maintenance oriented work systems were suggested and a maintenance system that can support the measures was developed. This system consists of a facility information and maintenance history management module, an LCC analysis module, a facility condition evaluation module, a budget establishment management module and a common information management module and a logic was organized so that each module would perform its functions and would be linked with each other when they would be in operation in order to establish plans to efficiently execute limited budgets. To verify the effect of the system developed in the present study, a pilot test was conducted on K public sector that manages water resource facilities.

키워드 : 통합유지관리시스템, 시설관리, 유지관리예산, 공공시설

Keywords : Integrated Facility Maintenance System (I-FMS), Facility Management, Maintenance Budget, Public facilities

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

건축물은 경과연수 10년 이후부터 급속한 물리적 열화현상이 진행되며, 적정한 유지관리를 수행한 건축물은 그렇지 아니한 건축물에 비해 1.5배 정도 내구연한이 증대된다.¹⁾ 또한 건축물 수명이 44년이라고 가정할 때, 총 생애주기비용 중 유지관리비용이 약 70%이상을 차지²⁾하기 때문에 유지관리의 중요성이 날로 커지게 되었다. 이에 일본, 유럽 등 선

진국에서는 공공시설을 중심으로 유지관리 전담기구를 설치, 예방보전 유지관리와 사후보전 유지관리를 함께 시행함으로써 효율적인 유지관리 수행을 위해 노력하고 있다.

반면 우리나라는 1960년대 이후 급격한 경제성장과 인구 급증과 더불어 1970년대부터 2000년대까지 사회적 요구에 따른 공공시설 공급이 지속적으로 이루어졌다. 이로 인하여 2010년 이후 전국적으로 20년 이상 경과된 공공시설 증가로 유지관리 대상이 급증하는 추세이다. 그러나 급증하는 유지관리 대상 시설물에 비해 한정된 국가예산으로 인하여 유지관리 예산지원은 매우 어려운 실정이며, 예방보전적인 시설관리 역시 어려운 현실이다.

이에 본 연구에서는 공공시설의 상태평가를 통하여 공공시설관리 효율성을 증대시키고 예산지원 우선순위를 도출해냄으로서 예방보전체계와 합리적인 의사결정을 지원하는 통합유지관리시스템 (I-FMS ; Integrated Facility Maintenance System, 이하 I-FMS로 칭함)을 개발하고 파일럿테스트를 통

* 한국수자원공사(K-Water) 기술관리실 건축팀장

** (주)LCCKOREA 기술연구소 실장, 공학박사

*** 목원대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자, E-mail : tkpark@mokwon.ac.kr)

이 연구는 2011년도 한국수자원공사(K-Water)와 목원대학교 산학협력단의 공동연구개발사업 연구비 지원에 의한 결과의 일부임.

1) 오진수, 임대공동주택의 마감재에 관한 연구, 인하대학교, 2000

2) 김중표, LCC기법을 이용한 리모델링 경제성 분석, 중앙대학교, 2004

한 시스템 검증을 실시하고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구의 범위는 국내 공공기관 중 전국적으로 다양한 건축물을 보유하고 있는 K공사의 건축시설물을 대상으로 하며 공공시설관리와 유지관리 예산수립을 중심으로 이를 지원할 시스템 개발 및 검증으로 한정하였다.

이를 위하여 우선적으로 국내·외 공공시설관리와 관련된 연구동향과 국외 유지관리시스템 도입 사례를 조사·분석한다. 다음으로 I-FMS의 개발방향과 요구사항 분석을 위하여 K공사 시설관리담당자와의 면담조사를 통하여 유지관리 현황과 문제점을 도출하고자 한다.

마지막으로 I-FMS를 개발하고 K공사의 건축시설을 대상으로 파일럿 테스트를 실시함으로써 공공시설관리와 예산수립의 효율성 증대 및 적합성 여부를 검증한다.

본 연구의 방법은 다음 그림 1과 같다.

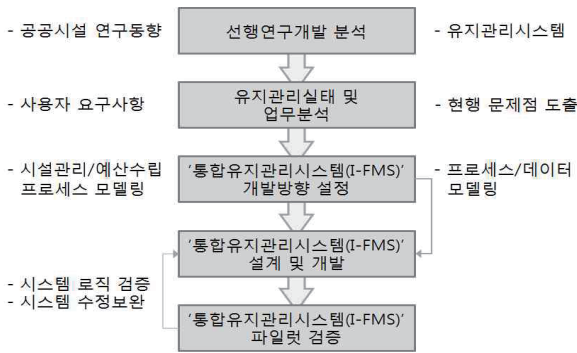


그림 1. 연구의 방법

2. 유지관리 연구동향 및 현황 분석

2.1 유지관리 연구동향

국내 유지관리 연구(표 1 참조)는 유지관리 적정성평가, 이력관리, 효율성 제고방안, 유지관리 수선기준 설정 등에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

그러나 유지관리 실태를 기반으로 시설 건전성을 평가하고 이를 예산배분과 연계하는 통합적 관리에 대한 연구는 미흡하다. 또한 궁극적으로 향후 BIM활용이 필요하지만 공공시설의 특성과 기술실태를 고려해 볼 때, 이론적 연구에 머물고 있음을 알 수 있다.

국의 유지관리 연구(표 1 참조)는 관리예산수립, 집행예산의 효과성 등이 융합적인 형태로 이루어지고 있으며 실용성을 강조한 통합유지관리시스템 활용에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

국내·외 모두 최근 IT기술과 접목한 시스템 적용과 함께 유지관리단계에서의 BIM 활용방안이 제시되고 있다.

표 1. 국내·외 유지관리 관련 연구 동향(2010~2012)

연구자 년 도	제 목
	내 용
김종록 외 2010	건축물 수선교체주기 산정 현황과 개선방안에 관한 연구
	수선교체주기 산정 현황 파악 및 문제점 분석 수선교체주기 산정에 대한 개선방안 도출
이관종 외 2010	학교시설 BTL사업의 운영성과평가체계 문제점 도출을 위한 설문조사연구
	BTL사업의 운영성과평가체계 개선방안 제시 설문조사를 통한 운영성과평가 문제점 도출
정재혁 외 2011	교육시설물의 합리적인 유지관리를 위한 비용분류체계
	기존 공사비 분류와 유지관리비 분류체계 분석 (델파이분석기법) 전문가 의견 기반 유지관리 비용분류체계 개발
이슬기 외 2012	효율적인 시설물 유지관리를 위한 설계·시공단계 정보수집체계 개선방안
	유지관리 정보수집체계, 활용의 문제점 분석 법·제도 체계, 기술개발 측면의 개선방안 제시
방준식 외 2012	BIM을 활용한 유지관리단계의 건축물 LCA의 DB연계성 및 평가 프로세서 연구
	BIM 기반 유지관리단계 LCCO2평가절차 제시 건축물 재료 배출원 단위, 수선주기/울 구축
Zija Liu 2010	Feasibility Analysis of IM Based Information System for Facility Management at WPI
	WPI의 유지관리체계에 BIM을 활용하기 위한 개념적인 가이드 라인을 제공함
Burcin B.G. et al. 2011	Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management
	시설관리분야에서 BIM의 성공적인 구현을 위해 필요한 데이터와 프로세스를 정의함
Anoop et al. 2011	Preparing a building information model for Facility maintenance and management
	대학 사례 연구를 통해 유지관리를 위한 BIM모델을 정의하고 활성화 방안 제시

이에 국내에서는 공공시설에 대한 유지관리계획 표준화, 한정된 예산범위 내에서의 효율적인 예산수립을 위한 우선 순위 도출방법, LCC(Life Cycle Cost, 총 생애주기비용)기반 공법 선정, 예산집행 효과 등 시설관리 전반에 대한 실무지행적인 연구가 필요함을 시사하고 있다.

2.2 국외 유지관리 선진 사례

일본의 560개 지방공공단체는 시설 용도별 바닥면적이 학교 2.1억㎡, 공공주택 1.4억㎡, 문화시설 0.3억㎡, 기타 1.6억㎡이며 약 60%이상의 건축물이 경과연수 20년 이상인 것으로 조사되었다. 지방공공단체를 총괄하는 일본 건축보전센터³⁾에서는 2002년 IT기술 도입에 대한 검토회의를 시작으로 2004년 ‘보전정보시스템’을 구축하여 유지관리 관련 데이터

3) (재)건축보전센터, 나라 및 자치체의 공공건축 보전업무에 있어서 공용 시스템, 한국방문단자료, 2010, 본 저자가 직접 수집한 자료 중 일부 내용을 발췌함.

의 축적을 위하여 일본 대도시 및 지자체 51개 시·도, 11,149동이 사용 중인 것으로 조사되었다.

특히 일본 동경도 ‘사쿠라시’⁴⁾는 ‘시설정보관리시스템’(Building Information Maintenance Management System)을 도입하여 약 560동, 연면적 약 35만㎡, 평균 경과년수가 약 24년(2008년 기준)인 보유시설에 대한 관리를 시작하였다. 시스템 도입과 함께 이를 운용할 담당 시설관리 FM (Facility Management) 부문을 창설하고 관재, 영선, FM담당을 통합하는 등 조직적인 개편도 진행하였다. 또한 시 재정과 유지관리는 긴밀한 관계가 있으므로 인구 구성 변화에 맞춰 시설 기능 및 활용에 대한 재검토를 실시하여 용도변경 또는 리노베이션 등 활용방안을 검토하였고 중장기 유지관리 프로세스와 단기 유지관리 프로세스(그림 2 참조)를 수립하여 시설의 장기 사용과 갱신 수요를 제어하여 유지관리예산 절감 방안을 모색하고 있다.

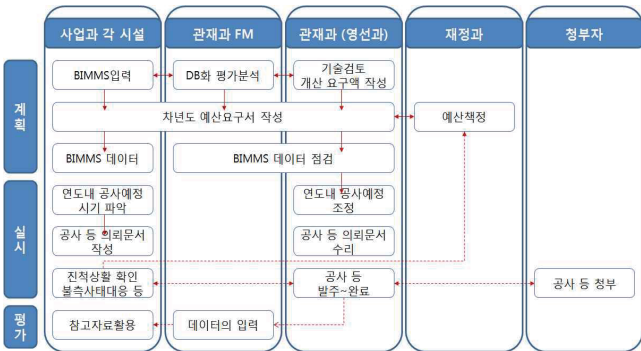


그림 2. ‘사쿠라시’의 단기 유지관리 프로세스

3. 공공시설(K공사) 유지관리 실태조사

3.1 개요

국내 공공기관 중 전국적으로 용도별, 규모별 다양한 건축물을 건설, 관리하는 K공사를 대상으로 표 2와 같이 유지관리 실태조사를 실시하였다. 이를 위하여 시설물 관리 및 예산 담당부서 중 해당 업무 경험자를 중심으로 직접 면담을 실시하였다. 실태조사 면담 내용은 다음 그림 3과 같다.

표 2. 실태조사 개요

구분	세부내용
대상	K공사 시설관리, 예산담당 부서 중 업무 경험자 (8개 지역본부 및 본사 근무 10년이상 근무자 12명)
기간	2012년 6월 1일부터 20일간(업무일 기준)
방법	시설 방문 및 직접 면담

4) 마사자와 후미오 외 1인, 사쿠라시에 있어서의 시설관리(FM) 방안, 한국방문단자료, 일본 사쿠라시 자산관리 경영실, 2010

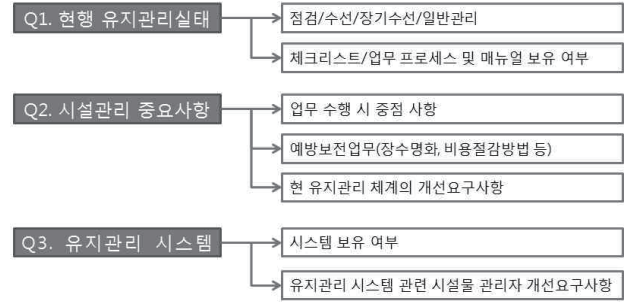


그림 3. 실태조사 면담 조사내용

3.2 실태조사내용

K공사는 전국 8개 권역, 72여개 사업장에 약 1,500여동, 연면적 87만㎡의 건축물을 보유하고 있으며 이 중 경과년수 20년 이상인 시설이 약 20%, 30년 이상된 시설이 10%를 상회하고 있다. 이에 2010년 이후 전국적으로 급격한 물리적 노후화가 발생되고 있다.

시설관리조직을 살펴보면, 전 직원 수(4,169명) 대비 건축 분야 인력은 약 0.9%(43명)에 해당하고 유지관리 인력은 0.3%인 것으로 조사되었다. 건축 직원이 평균적으로 1인당 약 32동(21,750㎡)을 관리 중이며, 신축 및 기타 행정업무와 병행하고 있음을 알 수 있었다. 이는 청소, 방역 등을 제외하고 대수선, 개·대체를 담당하는 인력이 매우 적음을 알 수 있다.

시설관리 및 예산수립 절차(그림 4 참조)를 살펴보면 각각 단계별 개별적으로 업무를 수행중이며, 예산편성 과정에서 건축 전문가의 의견반영이 미흡한 것으로 조사되었다. 특히 앞서 언급한 바와 같이 건축 및 시설 유지관리 전문인력 부족을 이유로 최종 예산 결정과정에서도 건축 전문가의 의견을 수렴하지 않은 채 예산수립이 진행되고 있다. 그러나 시설관리예산은 예산팀의 업역이라고 구분하기에는 공공시설 유지관리에 매우 밀접한 연계가 있음을 알 수 있다.



그림 4. K공사 유지관리예산 수립 절차

시설정보관리 현황을 살펴보면 K공사는 41개의 업무지원

용 시스템을 운영 중이지만 신축 공사관리, 재무관리가 중점을 이루었다. 또한 ‘전자설계도서관리시스템’을 보유하고 있지만 약 45% 시설에 대한 준공도서 전자화가 예산부족을 이유로 매우 천천히 진행되고 있음을 알 수 있었다.

3.3 실태조사 결과

공공시설 중 하나인 K공사의 실태조사를 실시한 결과, 표 4와 같이 4가지 측면에서의 유지관리 문제점을 도출하였다.

전문인력 부족은 전문성 결여, 업무 과중, 인사이동으로 인한 유지관리업무 추진의 어려움이 문제점으로 지적되었다.

예산부족은 사후보전적 유지관리 수행과 예산 범위에 맞춘 비적절한 공법 선정 등이 문제가 되었으며 유지관리 프로세스와 관련하여 즉흥적인 유지관리 추진과 비전문가의 비효율적 예산 집행 등의 문제점을 지적하였다. 이에 유지관리 예산 수립 및 공공시설관리에 대한 합리적인 절차 및 평가 기준이 수립이 요구되는 것으로 판단되었다.

유지관리 자료의 축적 및 정보공유가 미흡하고, LCC분석과 VE 등 원가절감 활동의 번거로움으로 인해 원가절감을 위한 활동이 부진한 실정이다.

K공사의 유지관리 문제점은 표 3과 같다.

표 3. 공공시설(K공사) 유지관리 문제점

구분	현황	문제점
업무 프로세스 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 사고발생 후 예산요청 및 배정에 의해 보수 - 보수범위 및 공법에 대한 검토없이 즉흥적 시행 - 비전문가의 의사결정 - 합리적 의사결정체계 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> - 시설물 건전성 평가 미흡 - LCC등을 반영한 중장기계획 부재 - 근거자료 축적 및 관리 미흡 - 예산의 중복, 편중투자 등 예산낭비 - 예산 대비 Feed back 전무 - 예산 수립시, 건축 전문가 의견이 반영되지 않음
관리 실태 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 중장기 M/P 부재 - 시설물 유지관리체계 미흡(사후보전관리) - 관리조직, 인력 부족 - 시설물에 대한 이해 부족 - 계획, 예방보전체계 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> - 유지관리 DB 부실로 정확한 정보 공유 불가 - 보수이력에 대한 분석 불가 - 중장기 계획에 의거한 시기 적절한 보수 미흡 - 기능저하 등 2차적 피해 발생 - 불법 건축물 양산, 시설의 비효율적 관리
시스템 활용	<ul style="list-style-type: none"> - 내부행정절차만 반영 - 복잡한 절차 - 사용자 중심 업무 체계 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 담당자 요구기능 반영 미흡 - 매우 다양한 기능을 요구하여 사용성이 저하/사용 제한 많음 - 타 시스템과의 연계성 부족 - 환경변화에 따른 기능추가등 유연성 부족

4. I-FMS 설계 및 개발

4.1 사용자 요구기능

기존 문헌과 타 시설 현황, K공사의 유지관리 실태조사를

기반으로 효율적인 공공시설관리와 예산수립을 지원할 수 있는 I-FMS의 요구기능을 다음과 같이 설정하였다.

(1) 계획 및 예방보전체계

공공시설 유지관리계획과 예방보전체계를 반영하기 위하여 향후 생애주기동안 발생할 LCC를 예측하고 이를 중장기적 수선·교체업무 및 예산수립시 반영하여야 한다. 또한 기 수행한 유지관리업무에 대한 이력을 통하여 수선·교체 기간, 비용, 방법 등을 분석하여 이를 향후 추진업무와 비교함으로써 문제점을 빠르게 인식하여야 한다.

(2) 실시간 정보교환

유지관리 정보는 현장평가 또는 육안 평가시 매우 유용하므로 장소에 구애받지 않도록 하며 담당자가 인사이동을 하더라도 정보를 기반으로 차기 담당자가 이를 추진할 수 있도록 지속적으로 정보를 축적, 교환하여야 한다. 최근 기술 트렌드를 반영하여 웹기반 또는 모바일 체계를 구성함으로써 업무 효율성을 향상시켜야 한다. 또한 유지관리 주체간 의사소통을 위한 게시판, Q&A, 매뉴얼 공개 등이 요구된다.

(3) 일원화된 유지관리 및 예산수립

유지관리 주체와 예산수립 주체가 상이함으로써 이를 일원화하는 것이 매우 중요하므로 유지관리 주체인 건축부서의 전문가 의견을 반영한 시설 건전성 평가를 실시하고 이를 통하여 예산수립을 할 수 있는 체계를 마련해야 한다.

(4) 유지관리 의사결정 합리화

유지관리단계에서는 한정된 예산으로 전국에 산재된 많은 시설을 관리해야하므로 기존 육안평가체계와 함께 타 평가 방법에 의한 전문적 우선순위결정 등 신뢰성 향상이 매우 시급하다. 기존 비전문가 결정이나 예산에 맞춘 공법이 선정되고 있으므로 이를 위하여 수선·교체이전 LCC분석을 의무화하되 간단한 비교형 LCC분석이 필요하다.

4.2 I-FMS 세부 기능 도출

3.3 K공사 유지관리 실태와 4.1에서 기술한 사용자 요구기능, K공사의 기존 유지관리 환경과의 연계성을 고려하여 I-FMS의 기능을 크게 4가지로 도출하였고 모듈별 세부 기능은 다음과 같다(그림 5 참조).

(1) 기본유지관리

실제 수행되는 개·대체업무와 에너지 사용정보를 입력하고 관리한다. 이는 권역별, 지역별 업무현황 또는 기간별, 시설별 유지관리비 및 유지관리업무를 통합적으로 관리하고 이에 대한 비교·분석이 가능하다.

(2) 생애비용예측

K공사에서 주로 사용되는 개·대체 항목을 중심으로 시설별, 항목별 총 생애주기비용(LCC)을 분석하고 최적대안을

선택할 수 있도록 비교·분석한다.

(3) 시설상태평가

기본유지관리와 생애비용예측에서 축적된 정보를 기반으로 정량적 상태평가를 실시하고, 기존 육안평가업무에 대하여 전문가를 지정하여 정성적 상태평가를 실시한다. 두 가지 상태평가 결과를 기반으로 시설별 가중치를 추가하여 개·대체항목별 상태 우선순위를 제시한다.

(4) 예산수립관리

시설상태 우선순위를 일부 반영하여 예산수립을 지원하고 최종 심의를 통하여 예산수립 우선순위를 도출하고 예산수립 결과를 관리한다.



그림 5. 시스템(I-FMS) 세부 기능

I-FMS 중 기본유지관리에서는 시설별 특정 기간에 소요된 유지관리비를 관리함으로써 예산의 중복 및 편중투자를 모니터링하며, 생애비용예측에서는 세부 항목별로 미래투자비용을 예측함으로써 향후 필요한 예산규모를 예측가능하고 이를 중심으로 장기적인 예방보전 유지관리로 연계할 수 있다. 시설 상태평가에서는 비용적 측면에서의 평가와 함께 물리적 측면에서의 시설 건전성을 평가함으로써 보유 시설의 상태를 정확히 파악하여 향후 장기적인 유지관리계획수립을 위한 근거자료를 마련하였다. 마지막으로 예산수립관리에서는 기존 예산 관리자 위주의 예산배분과정에 건축 전문가가 수행한 상태평가 결과를 기반으로 예산배분을 실시하는 체계로의 전환임을 알 수 있다.

4.3 I-FMS 프로세스

전술한 I-FMS의 세부 모듈은 기본유지관리와 생애주기비용 모듈은 개별적으로 운용되지만 시설상태평가는 기본유지관리와 생애주기비용모듈을 기반으로 운용된다.

또한 예산수립관리모듈은 시설상태평가모듈을 기반으로 운용된다. 이에 해당 시스템은 각 모듈간 연관성과 K공사의 기존 유지관리예산수립 절차를 고려하여 프로세스와 데이

터베이스를 설계하였다.

I-FMS의 세부 모듈별 기능과 프로세스는 그림 6과 같다.

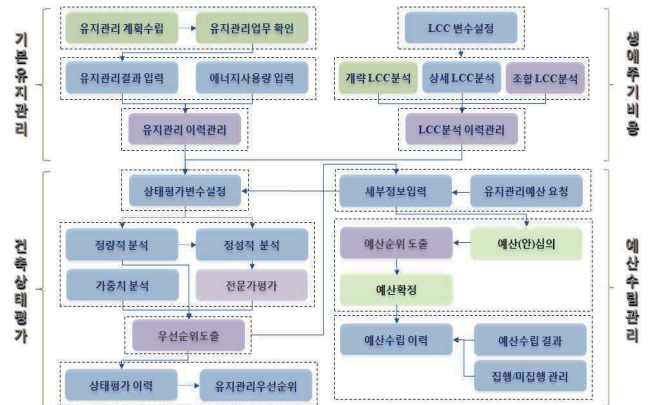


그림 6. I-FMS 프로세스

4.4 기존 시스템과의 차별성

본 연구에서 개발한 K공사의 통합운영시스템은 표 4와 같이 기존 유지관리 시스템과 달리 구축효과 측면에서 다양한 차별성을 갖는다. 정보교환과 의사소통의 용이성, 웹기반 체계를 통한 유지관리 데이터의 효율적 관리, 유사시설정보의 검색 및 활용측면을 증점화하였다.

특히 효율적인 공공시설관리를 LCC분석을 통한 비용적 측면에서의 상태평가와 물리적 상태평가를 실시하고 해당 결과를 기반으로 예산이 우선 투입되어야 할 시설의 우선순위를 제시하는 등 명확한 근거 기반 공공시설의 예산수립을 위한 평가체계를 마련하였다고 볼 수 있다.

표 4. 기존유지관리 시스템과의 차별성

구분	기존관리시스템	개발 시스템
1	- 다양한 기능만을 수립 - 시설관리자 중심의 시스템	- 기 프로세스 기반 신규 프로세스 및 요구기능 반영 - 시스템 사용권한에 맞춰 기능 구성 및 편리성 고려
2	- 유지관리업무만을 반영	- 유지관리업무 전반에 활용 가능하도록 구축 - 시설상태평가결과 기반 예산 지원우선순위 결정 체계
3	- 예산수립모델에 상태평가 및 LCC분석 반영하지 않음	- 예산수립 우선순위에 정량적 정성적 시설상태평가 결과를 반영함 - 예산 계획시 최적 공법을 도출함 (LCC분석 결과 반영)
4	- 정보 검색 및 교환이 불편 - 유사시설 정보를 근거자료로 활용하는 것이 불가능	- 공공건축물 중 유사시설 정보검색 기반 예방보전업무 근거자료로 활용

5. I-FMS 파일럿테스트 및 검증

본 연구에서 개발된 I-FMS의 실무 적용성을 검증하고자 K공사 건축물을 대상으로 파일럿 테스트를 실시하였다.

5) Chun-kyong, Lee et. al, The development of building maintenance system for determining priorities of public facility repairs and replacement(I), ICCEPM 2011, AU(SDY), 2011.2

5.1 세부 파일럿 테스트

(1) 시설정보 구축

유지관리 및 예산수입에 필요한 시설물에 대한 기본정보(건축물 현황, 건축물 대장 등재, 도면보유 등)를 입력(그림 7, 표 5 참조)하였다.

표 5. 시설물 상태정보

구 분	현황 (동수)	DB화 현황(동수)				
		동수	연면적(㎡)	대장	도면보유	조감도
수도권	331	237	176,985	225	218	144
강원권	65	51	37,927	49	35	12
대전본사	25	25	87,636	25	24	20
충청권	323	304	153,707	165	140	168
전북권	261	203	79,045	121	122	120
전남권	121	116	58,437	106	89	69
경북권	178	150	45,623	85	94	78
경남권	202	160	74,661	146	94	148
총합계	1,506	1,246	714,021	922	816	759



그림 7. 시설물 상태정보(본사사옥)

LCC 분석에 활용될 공종항목별 수선주기(월)와 교체주기(월)에 대하여 약 28,000여개 항목에 대하여 DB(표 6 참조)를 구축하였고, 이는 엑셀을 활용하여 수정, 교체 등을 동시에 수행하도록 하였다.

표 6. 유지관리 공종 항목관리

구 분	2단계 구분	항목수	비고
건축	건물내부	4,387	수선주기 및 교체주기(월) 포함
	건물외부	1,971	
	부대/옥외복리시설	8,921	
기계	소 계	15,279	수선주기 및 교체주기(월) 포함
	가스/환기/소화시설	484	
	급수/오배수/위생시설	2,622	
	냉난방/급탕시설	1,726	
전기	자동제어/운송시설	142	수선주기 및 교체주기(월) 포함
	소 계	4,974	
	감시/출입/주차시설	192	
	방송/통신/네트워크	748	
	소방/제어시설	483	
총합계	전기시설	6,411	
	소 계	7,834	
총합계		28,087	

(2) 기본유지관리

유지관리 이력관리를 위하여 최근 3년간 유지관리 작업에 대한 자료를 DB화하였다. 기존에 엑셀을 이용하여 관리 하던 시설물 정보를 건축물대장에 근거한 정보를 DB화함으로써 보다 정확한 현황이 한눈에 파악되었다.

I-FMS은 향후 에너지 정책의 변화 및 국가차원의 건축물 에너지 관리 시스템과의 연계를 고려하여 기본적인 에너지 정보를 입력(그림 8 참조)하고, 추이의 변화를 통해 에너지 관리에 활용하게 된다. K-공사의 경우, 정수장과 댐 시설물은 토목 구조물과 기계설비의 에너지 사용량과 건축물의 에너지 사용량 계측기가 분리되어 있지 않아서, 개별 에너지 측정이 가능한 본사에 한하여 에너지 사용량을 입력하였다.

번호	시설명	전기소계(원)	가스소계(원)	유류소계(원)	합계(원)	등록자	등록부서	기간
1	본사사옥	21,432,936	3,595,488	0	25,028,424	최명일	기술관리실	2012-04-01~2012-04-30
2	본사사옥	23,518,512	9,977,319	0	33,495,831	최명일	기술관리실	2012-03-01~2012-03-31
3	본사사옥	31,495,464	14,181,272	0	45,676,736	최명일	기술관리실	2012-02-01~2012-02-29
4	본사사옥	32,303,160	17,194,128	0	49,503,288	최명일	기술관리실	2012-01-01~2012-01-31
5	본사사옥	32,500,944	16,273,438	0	48,780,382	최명일	기술관리실	2011-12-01~2011-12-31

그림 8. 에너지정보(입력항목)

(3) 생애비용예측

LCC분석을 위한 물가변수 자료로 예금금리, 물가상승률, 실질이자율(자동계산)에 대하여 1999년에서 2011년까지 연도별 지수를 입력(그림 9 참조)하였다.

년 도	예금금리	물가상승률	실질이자율
2002 ~ 2011	4.13%	3.20%	0.90%

번호	년도	예금금리(%)	물가상승률(%)	실질이자율(%)
1	1999	7.05	0.80	6.20
2	2000	7.08	2.31	4.66
3	2001	5.46	4.10	1.31
4	2002	4.71	2.83	1.83
5	2003	4.15	3.50	0.63
6	2004	3.75	3.60	0.14
7	2005	3.57	2.84	0.71
8	2006	4.36	2.20	2.11
9	2007	5.01	2.50	2.45
10	2008	5.67	4.70	0.93

그림 9. 물가변수(입력항목)

위의 기초 자료를 바탕으로 표 7과 같이 단일형, 조합형 LCC분석을 실시하였고, 분석된 자료를 활용하여 단일형 비교와 조합형 비교분석을 실시하였다. 그림 10은 조합형 대안 비교분석 화면으로서 단일형, 조합형 중 세 가지 사업에 대한 비교분석이 가능하다.

표 7. LCC 분석 건수

구 분	LCC 분석		대안 비교 분석	
	단일형	조합형	단일형	조합형
분석 건수	29	10	7	5

▶ 분석결과

K-water연구원 생활동 LCC 조합분석(5년)		K-water연구원 생활동 LCC 조합분석(2년)		K-water연구원 생활동 LCC 조합분석(1년)	
초기투자비	4,862,391	초기투자비	10,375,918	초기투자비	4,862,391
시설관리비	0	시설관리비	0	시설관리비	0
수선교체비	11,850,312	수선교체비	40,111,283	수선교체비	11,850,312
에너지비	0	에너지비	0	에너지비	0
합계	16,712,703	합계	50,487,201	합계	16,712,703

표 9. 시설상태평가

사업명	자체 평가	정량 FCI	정성 FCI	가중 평가	심의 평가	합계	순위
시흥여과	32	15	30	74	-	151	5
시흥관리	50	15	36	86	10	197	3
안동발전	18	15	40	86	40	199	2
충주발전	32	15	63	80	-	190	4
소양발전	40	15	78	83	50	266	1



그림 10. 조합형 대안비교 분석

(4) 예산관리 및 시설상태평가

예산수립관리 모듈의 시뮬레이션을 위하여 2012년도 건축물 개·대체 예산을 50억으로 가정하고, 표 8과 같이 총 5개 사업의 개·대체 예산 요청을 실시하였다. 그림 11은 세부적인 예산(안) 요청화면이다.

표 8. 예산(안) 요청

년도	환경개선 사업명	건물명	요청액
2012	시흥정수장 여과지동	급속여과지동	357백만원
2012	시흥정수장 관리동	관리동	527백만원
2012	안동댐 발전소	관리동(발전소)	2,100백만원
2012	충주댐 발전소(관리동)	제1수력발전소	3,100백만원
2012	소양강댐 발전소(관리동)	발전소 관리동	1,800백만원

그림 12는 시설물 상태평가를 시작하기에 앞서 정량, 정성평가자를 설정하고 시설 가중치 평가를 위하여 변수를 설정하는 화면이다.

▶ 변수정보

변수설정 | 평가자설정

분석기간: 2012-01-01 ~ 2012-06-25

LCC값 설정

번호	시설명	내용년수	등록년
1	급속여과지동	40	2012-01-01

내구연한: 20년이상 | 건물용도: 살비
 건물규모: 1,000 ~ 3,000㎡ | 연면적: 근무인원
 변화대응: 부서요구

그림 12. 시설물상태평가(가중 평가 세부내용)

▶ 예산(안)요청정보

요청일자: 2012-06-19

시설정보: 수도권지역본부(수도권수도통합운영센터) >> 수도권본부 >> 시흥정수사업소 >> 급속여과지동

사업명: 시흥정수장 여과지동 환경개선

요청년도: 2012 | 예산유형: | 우선유지: |

요청내용: 시흥정수장 여과지동 도장박리부문에 대한 보수

그림 11. 예산(안)요청(일부 내용)

예산 요청한 5개 사업에 대하여 시설상태평가를 진행한 결과를 살펴보면 표 9와 같다. 여기서 정량 FCI의 점수가 같은 이유는 현재 각 항목에 대한 유지관리비용에 대한 이력 데이터가 존재하지 않아 "0"으로 설정되어 있으므로 5개 사업장에 대한 평가가 동일하게 나오게 되었다. 심의평가는 사업의 중요성에 대하여 최종 심의자의 가산 점수가 반영되는 것으로 3개 사업에 대하여 평가 점수가 반영되었다.

시설물 상태평가가 완료되면 투입 우선순위가 결정되는데, 상태평가에 참여한 유지관리 전문가는 평가를 진행하는 도중에 각 사업장에 대한 추가 정보를 요청하거나, 평가가 모호한 부분에 대하여는 현장실사 등의 추가적인 활동을 실시하였다. 또한 추가적으로 수집된 정보를 이용하여 LCC분석 또는 VE관점에서 우선순위와 별도로 원가절감 요소를 도출하였다.

세부 사업당 세부내용을 살펴보면 시흥정수장 여과지동 환경개선사업은 건물의 사용빈도와 중요성을 감안할 때 상태가 심각한 천정 도장만 실시하는 것으로 전문가 의견이 수렴되었다. 안동댐 발전소 환경개선사업은 외벽 및 내부 마감에 대한 상태가 용이한 것으로 판단되었으며, 기능보전을 위한 지붕방수에 한하여 실시하는 것이 타당할 것으로 판단되었다. 충주댐 발전소(관리동) 환경개선은 외벽 석재마감을 치장벽돌과 도장을 혼합하는 방식으로 제안하여 예산을 반영함으로써 원가절감의 여지를 확인할 수 있었다.

그림 13은 예산심의 및 확정 화면으로서 상태평가 우선순위와 최종심의평가를 통하여 결정된 예산 우선순위로 보는 바와 같이 예산금액 대비 요청된 예산 금액, 반영될 사업을 최종적으로 설정할 수 있다.

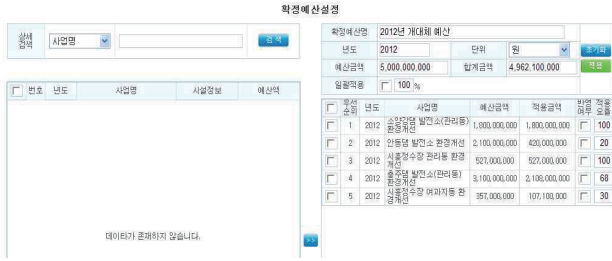


그림 13. 예산심의 및 확정(세부내용)

이러한 일련의 활동은 유지관리에 대한 전문지식을 지닌 평가자를 상태평가에 참여시키고, 시스템에 의한 명확한 절차에 의해 예산수립을 함으로써 가능한 효과라 할 수 있으며, 최종 확정된 예산은 표 10과 같다. 결과적으로 가정된 유지관리 예산 50억 내에서 예산집행이 가능하도록 최종 예산은 49억원으로 확정되었다.

이와 같이 LCC분석을 통한 최적 대안선정하고 예산범위 내에서 상태평가를 통한 우선순위를 도출함으로써 기존 일방적인 비용 삭감에서 벗어나 보다 효율적인 예산관리가 가능하다.

표 10. 예산심의 및 확정

사업명	요청금액	반영금액	비고
시흥여과	357백만원	107백만원	천정도장만 실시
시흥관리	527백만원	527백만원	동일
안동발전	2,100백만원	420백만원	지붕공사만 실시
충주발전	3,100백만원	2,108백만원	공사방식 변경
소양발전	1,800백만원	1,800백만원	동일
합 계	7,884백만원	4,962백만원	

6. 결 론

본 연구에서는 유지관리 실태조사를 통하여 문제점과 사용자 요구기능을 도출하였고 공공시설관리와 예산수립지원을 위한 통합유지관리시스템인 I-FMS를 개발하였다.

이를 위하여 본 연구에서는 공공시설 유지관리 관련 연구에 대한 고찰을 시작으로 대표적인 공공시설인 K공사의 유지관리 실태를 분석하였다. 실태조사로 도출된 문제점과 시설관리자의 면담을 통해 얻어진 요구기능을 기반으로 I-FMS의 세부 기능을 도출하였다. 이는 궁극적으로 계획·예방보전체계 구축과 일원화된 유지관리 및 예산수립체계, 유지관리 의사결정 합리화를 만족시킬 수 있도록 기본유지관리, 생애비용예측, 시설상태평가, 예산수립관리 모듈로 구성하였다.

마지막으로 K공사를 대상으로 I-FMS의 파일럿 테스트를 실시함으로써 시스템 실무 적용성과 시스템 프로세스 적정

성 등을 검증하였다. 검증 결과 시설물 정보관리, 유지관리 이력 데이터 축적, LCC분석의 유지관리 업무 반영, 대안선정을 위한 의사결정 지원 도구로 활용 가능하며, 두 가지 상태평가를 기반으로 예산수립 우선순위를 결정함으로써 건축전문가의 의견이 반영된 예산수립이 가능하였다.

본 연구의 결과물인 I-FMS를 다소 성격이 다른 공공시설 관리와 공공시설 예산수립업무에 적용해봄으로서 시설 유지관리와 이에 대한 예산수립은 각기 다른 업무가 아니며 FM 측면에서도 반드시 함께 고려되어야 함을 알 수 있었다. 시설상태평가 결과를 기반으로 예산 우선순위를 결정함으로써 지금까지의 시설관리자 불만에 정확한 근거를 제시할 수 있으며 이를 위한 표준화된 체계를 통하여 객관적 의사결정과 신뢰성 확보가 가능할 것으로 사료된다. 경제적 측면에서는 한정된 예산을 감안하여 중복 또는 편중투자 방지 등 효율적인 유지관리 예산수립에 도움을 줄 것으로 판단되며 물리적 측면에서는 정량·정성적 상태평가를 근거로 공공시설의 장수명화가 가능할 것으로 판단된다.

그러나 K공사를 비롯한 국내 공공시설의 업무 환경을 반영하여 개발되었지만 자체적인 사용 매뉴얼 또는 지침을 마련함으로써 활용성을 높이는데 추가적인 업무를 수행하여야 할 것이다.

참고문헌

- 오진수, 석사학위논문, 임대공동주택의 마감재에 관한 연구, 인하대학교 2000.08
- 김종표, 석사학위논문, LCC기법을 이용한 리모델링의 경제성 분석, 중앙대학교 2003.12
- 김승진 외 다수, 공동주택의 장수명화를 위한 유지관리시스템개발연구보고서, 한국시설안전기술공단, 2004. 2
- 전익성 외 3, Life-cycle Management를 활용한 공공시설 유지관리 시스템 개선방안, 한국건설관리학회논문집 2004
- 목원대학교 산학협력단, ‘건축물 유지관리 시스템 개발’ 최종보고서, 한국수자원공사 공동연구개발, 2011
- Chun-kyong Lee et. al, The development of building maintenance system for determining priorities of public facility repairs & replacement(I), ICCEPM2011, AU, 2011.2

■ (투고:2012.11.13., 심사:2012.11.15., 게재(확정):2012.12.06.)