

## 공공건축물의 자산관리 프레임워크 개발

### Development of Framework for Asset Management of Public Building

조 상 옥<sup>1)</sup>      고 규 진<sup>2)</sup>      황 정 하<sup>3)</sup>      이 찬 식<sup>4)</sup>  
Sang-Ouk Cho      Kyu-Jin Ko      Jeong-Ha Hwang      Chan-Sik Lee

#### Abstract

The budget for public buildings is expected to increase to their maintenance, and the systematic maintenance and sufficient budget are recognized as the important factors for building maintenance. In Korea, buildings are not systematically maintained due to the lack of manpower, expertise and basis of maintenance budget estimates. Compared with Australia where the facility maintenance is optimized through asset management, Korea has only passive maintenance systems that focus on regulations. The introduction of the systematic asset management is required to ensure the advanced building maintenance in Korea. In this study, the asset management processes for social infrastructure facilities in and out of Korea were analyzed, and the asset management framework for public buildings were established. The asset management procedure consisted of ordinary asset management procedure, selective asset value assessment. The framework in this study was developed focusing on the asset management task for public buildings and presented the detailed contents of each step. The application of this framework to the actual work will enable the systematic management of building's value and performance, and the efficient appropriation of the maintenance budget.

Keywords : Asset management, Framework, Level of Service (LoS), Public building, Maintenance

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라 공공건축물의 경우 각 지방자치 단체의 청사 건축물이 대부분 완공되어 신축보다는 개보수 및 시설유지관리에 더 많은 예산을 투입하고 있다. 건축물에 대한 체계적인 유지관리가 중요하지만, 인력 부족과 유지관리 담당자의 전문성 결여 및 유지관리 예산 산정의 불합리 등으로 유지관리가 제대로 이루어지지 않고 있다 (Ko et al., 2014).

국토교통부는 “제5차 건설기술진흥기본계획 (2013~2017)”에서 노후된 건축물의 사용성과 안전의 확보 및 성능개선을 위해 시설물의 자산가치 평가개념 도입을 추진하고 있다. 그 방안으로 관리주체의 의사결정지원 체계를 마련하고 유지관리 취약요소를 설계·시공 단계에서 피드백하는 선순환적

유지관리를 강조하고 있다.

호주, 뉴질랜드에서는 서비스수준 (Level of Service; 이하 ‘LoS’)기반의 자산관리를 통해 시설물의 유지관리를 최적화하고 있으나, 국내의 경우 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 따른 안전점검·안전진단 등 규제중심의 수동적인 형태를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 자산관리는 시설물에 가치 평가를 실시하여 최소의 비용으로 가치를 유지 및 향상시키는 관리기법이다. 자산관리 개념은 2000년대 중반 국내에 처음으로 소개되었고, 한국건설기술연구원은 2008년부터 교량·도로·상하수도에 대한 자산관리 연구를 수행하고 있다 (Chae et al., 2014). 건축물에 대한 자산관리 연구는 이루어지지 않고 있으며, 유지관리 효과를 높이기 위해서는 건축물에도 자산관리 개념의 도입이 필요하다.

이 연구는 국내 공공건축물에 자산관리 개념을 도입하기

1) 정회원, 인천대학교 건축공학과 석사과정  
2) 정회원, 인천대학교 건축공학과 석사과정  
3) 정회원, 인천대학교 건축공학과 박사과정, 포스코 건설 부장  
4) 정회원, 인천대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자

\* Corresponding author : cslee@incheon.ac.kr

• 본 논문에 대한 토의를 2015년 4월 30일까지 학회로 보내주시면 2015년 5월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

위해 LoS를 기반으로 한 자산관리 프레임워크를 개발하는 것이 목적이며, 프레임워크 단계별 세부적인 내용을 제시하였다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

이 연구는 공공건축물을 대상으로, 건축물의 성능 및 안전성과 LoS를 고려한 ‘공공건축물 자산관리 프레임워크’를 개발하는 것이다. 이 연구는 건축물에 적합한 자산관리 프레임워크를 개발하기 위해 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

- 1) 문헌조사 및 국내외 선행 연구동향을 파악하여 자산관리의 개념을 정의한다.
- 2) 국내외 사례를 분석하여 자산관리 절차를 정립한다.
- 3) 전문가 면담을 실시하여 프레임워크에 반영한다.
- 4) 공공건축물의 특성을 고려한 자산관리 프레임워크를 제시한다.
- 5) 사례적용을 실시하여 개발된 프레임워크의 적정성을 검증한다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 자산관리의 개념

시설물의 관리주체별로 자산관리에 대한 정의를 조금씩 다르게 해석하고 있지만 공통적으로 유지관리 상위개념으로 정의하고 있다. 호주와 뉴질랜드의 National Asset Management Steering (이하 ‘NAMS’) 그룹은 “현재와 미래의 사용자 자산을 관리함에 있어 사용자의 요구를 충족시키는 비용 대비 효율적인 서비스 수준 관리”로 정의하고 있다 (Chae et al., 2014). 한국건설기술연구원 (Korea Institute of Construction Technology; 이하 ‘KICT’)에서는 자산관리를 “기존의 대응적 유지관리체계를 예방적 유지관리체계로 변화하기 위한 전략으로서 시설물의 자산관리 요소기술 및 기반기술의 집합체”로 정의하고 있다 (Kwon et al., 2010).

이 연구에서는 공공건축물의 자산관리를 “건축물이 사용자에게 제공하는 서비스, 성능 및 안전성 등을 자산의 가치로 인식하고, LoS 기반의 체계적인 관리를 통해 최소한의 비용을 투입하여 최적의 상태로 유지관리 하는 것”으로 정의하였다.

### 2.2 LoS의 개념

시설물의 합리적인 자산관리를 위해서는 자산의 현재상태를 평가하는 것이 필수적이다. NAMS 그룹은 LoS에 대해 “서비스 성능을 측정할 수 있는 특정 활동, 서비스 영역 및 품질”로 정의하고 있다 (INGENIUM, 2006). KICT에서는 “프레임워크를 구성하는 근간이 되며, 공공자산의 생애주기 동안에 수반되는 모든 의사결정을 위한 플랫폼을 제공하며, 시설물이 제공하는 특정 서비스 분야에 대해서 정의된 품질”을 의미한다.

이 연구에서는 LoS를 “사용자의 편익을 위해 제공되는 서비스의 질, 양, 신뢰, 환경, 비용 등으로 표현할 수 있는 계량 가능한 지표”로 정의하였다. LoS는 자산관리 의사결정에 영향을 미치는 중요한 지표로서 사용자의 요구와 기대사항을 고려해야 한다. LoS를 측정할 수 있는 도구로 성능척도 (Performance Measure; 이하 ‘PM’)를 사용하고 있는데, PM은 결과를 정량적으로 표현할 수 있어야 한다.

### 2.3 연구동향

Jung (2004)은 시설물의 유지관리에서 단위기능의 분석 및 설계를 지원하기 위해 가상의 업무모델을 제시하였다. 논문에서 제시한 프레임워크를 구성하는 5개의 프로세스를 통해 기능별 작업들을 규정하였다. Chin (2009)는 사회기반시설물 자산관리체계 도입을 위한 제도·프로세스·자원·기술적 측면에서 요구되는 핵심 전략을 제안하고 자산관리체계 도입 단계를 기반 마련, 도입, 정착 단계로 나누어 단계별 추진 전략을 제시하였다. Chea (2009)은 국내외 사회기반시설물에 자산관리의 수행사례 조사와 현황 분석을 실시하였다. 자산관리의 구성 체계를 고려하여 시설물의 기법, 절차 등을 분석하였다. Sun (2011)은 LoS에 근거한 새로운 평가 기준과 평가방법, 활용방안을 제시하였다. 교량 자산의 관리 수준 판단을 위한 평가지표를 정의하고 이를 평가하기 위한 도구로 PM을 제안하였다. Park (2014)은 국내외 사회기반시설물에 자산관리 사례와 주요 요소를 분석하였고, 도로 포장관리 시스템에서 경제성 분석 과정을 고려한 한국형 도로 유지관리 기본체계를 제시하였다. Cho (2014)은 LoS 기반의 건축물 성능평가 체계를 개발하기 위해 국내외에서 수행된 선행연구의 자산관리 프로세스 및 방법론을 분석하였다. Abdelhamid, I. Beshara and M. Ghoneim (2014)는 이집트의 교육관련 시설물을 대상으로 자산관리 프레임워크를 개발하기 위해 문

현고찰, 실태조사 및 차이분석 (Gap Analysis)을 실시하였다. 건축물 관리 실태를 파악하기 위해 GAEB (General Authority for Educational Buildings)소속의 관리자들을 대상으로 인터뷰를 실시하였고 개발된 프레임워크를 사례연구에 적용하여 LoS의 향상여부를 검증하였다.

## 2.4 국내·외 사례

### 2.4.1 국내사례

국내 시설물은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”이라는 유지관리 정책이 제도적으로 마련되어 주기적인 안전점검을 통해 시설물 유지관리를 수행하고 있다 (Chae et al., 2009).

국내의 자산관리에 대한 관심은 2000년대 중반부터 해외사례 등을 통해 자산관리의 필요성을 인식하고 교량, 도로, 상수도시설과 같은 사회기반시설을 대상으로 연구가 진행되고 있다. KICT에서 “자산관리 통합프레임워크 및 정책 개발 연구”를 통해 KTAM-40 (Korea Total Asset Management-40)이라는 사회기반시설의 한국형 자산관리 시스템을 제안하였다. 이 연구의 결과물로는 자산관리 측면에서 접근하기 위한 프레임워크 요소기술을 개발하였으며, 기본체계 구축 방안을 체계적으로 제시하였다 (Park and Lee, 2014).

### 2.4.2 국외사례

호주에서는 사회기반시설의 노후화로 정부의 예산 중 유지관리 비용이 차지하는 비율이 높아졌다. 유지관리 비용 증가에 대응하기 위해 국가적 자산관리 협의회가 지역별로 신설

되어 자산관리 관련 서적들을 발행하였다. 호주의 IPWEA (Institute of Public Works Engineering Australasia)와 뉴질랜드의 NAMS가 주도하여 발간한 국제자산관리매뉴얼 (International Infrastructure Management Manual; 이하 ‘IIMM’)은 자산관리주체를 만족시키는 자산관리 방법과 실용적인 지침, 최적화된 시설물의 운영 및 유지보수 전략 및 계획을 포함하는 프레임워크를 제공하고 있다. 자산관리 프레임워크는 정책과 전략, 성능척도, 통합적인 목적을 만족시킬 수 있도록 개발하였다 (INGENIUM, 2006).

### 2.4.3 시사점

국내·외 사례를 고찰한 결과, 성능척도 개발 및 가치평가 방법, 체계수립 등 사회기반시설물에 자산관리를 적용하기 위해 몇몇 연구가 수행되었다. 외국에서는 사회기반시설 관리에 자산관리 개념을 적용하여 유지관리 비용을 40%까지 절감한 사례도 있었다.

KICT의 프로세스는 사회기반시설을 대상으로 연구를 수행하였지만 건축물에 대한 고려가 없었으며, NAMS의 프로세스는 자산의 정보를 검토 및 수집한 후 서비스 수준을 정하기 때문에 사용하지 않는 정보까지 관리하게 되는 단점이 있었다. 사회기반시설의 프레임워크는 많은 연구가 진행되었으나, 건축물을 대상으로 한 연구는 거의 없다.

관련 사례들을 미루어 볼 때, 건축물의 성능과 가치를 LoS 기반으로 평가하고, 관리주체가 예산과 성능을 고려하여 최적의 의사결정을 실시할 수 있는 LoS 중심의 공공건축물 자

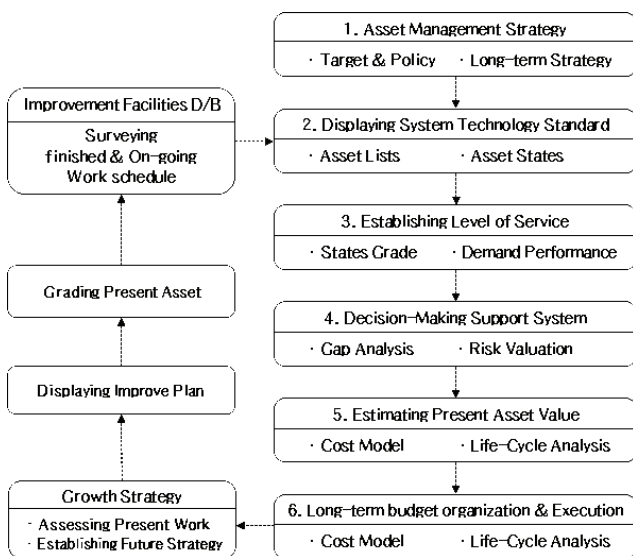


Fig. 1 Asset Management Process in KICT

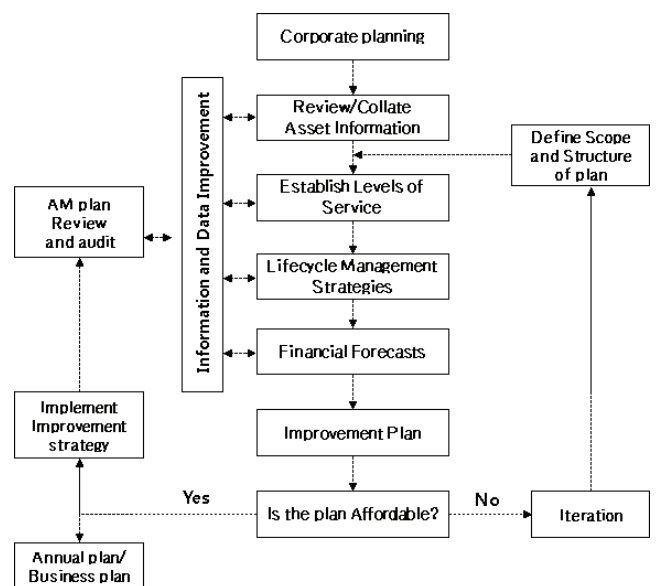


Fig. 2 Asset Management Process in NAMS

산관리 체계가 필요하다.

### 3. 자산관리 프레임워크 개발

자산관리의 일반적인 절차는 LoS 평가, 자산가치의 평가, 관리목표의 설정과 우선순위 결정 등으로 구성되며, 공공건축물도 이와 같은 절차로 자산관리를 수행한다.

이 연구에서는 NAMS에서 제시한 절차와 KICT 사례를 참고하고, 전문가 면담을 실시하여 공공건축물에 적합한 자산관리 프레임워크를 Fig. 3과 같이 7단계로 구성하였다.

전문가 면담조사 및 설문조사는 2013년 10월 10일 자산관리 및 유지관리 전문가 17명을 대상으로 실시하였으며, 전문가 의견을 수렴하여 프레임워크에 반영하였다. 주요 의견으로는 개발된 자산관리 프레임워크의 흐름은 유지하되 건축물만의 특성을 반영해야 한다고 지적하였으며, LoS와 PM은 관리주체 및 건축물의 사용자가 만족할 수 있도록 설정해야 한다고 지적하였다.

이 연구에서는 자산 가치평가를 선택적인 절차로 구분하였다. 일상적인 자산관리를 실시하였을 경우, 가치의 변화량과 LoS 변화량의 차이가 경미하기 때문에 일상적인 수준의 자산관리시 LoS만을 평가하여 자산관리를 실시한다. 기본적으로 자산의 가치평가는 주기적으로 실시하며, 증축이나 보강, 대수선 등 건축물 자산가치의 향상이 예상되는 경우에 선택적으로 수행하도록 프레임워크를 구성하였다.

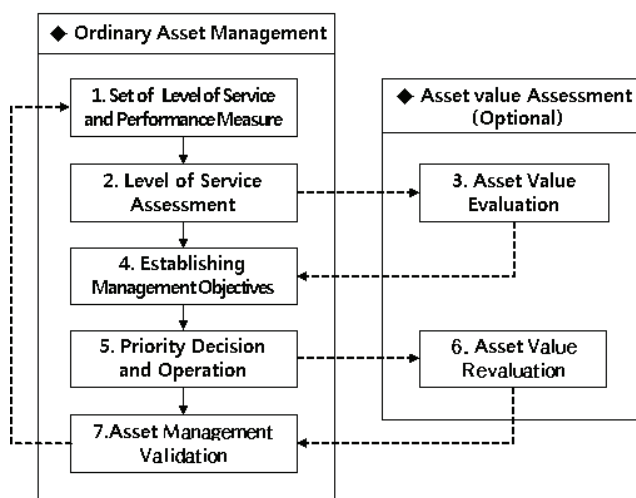


Fig. 3 Asset Management Framework in Public Building

### 3.1 LoS 및 PM의 설정

자산관리의 개념을 공공건축물에 적용하기 위해서는 현재 자산의 상태를 파악하여 관리주체의 정책을 반영한 전략을 수립해야 한다. 자산의 상태를 파악하기 위해서 건축물의 서비스와 성능을 평가할 수 있는 LoS를 설정해야 한다. LoS는 관리주체 중심으로 설정하며, 건축물 사용자의 만족도를 고려한다.

LoS와 PM은 정책과 전략에 따라 다르게 구성할 수 있다. 예를 들어, 관리주체가 ‘환경’분야의 정책을 강조하여 자산관리를 실시하고자 할 때, 환경과 관련된 LoS를 선택하는 것이다. LoS는 건축물의 특정 서비스와 성능을 나타낼 수 있어야 하며, PM은 건축물의 LoS를 정성적·정량적으로 측정할 수 있도록 선정한다.

### 3.2 LoS 평가

공공건축물의 관리주체는 3.1에서 선정된 PM을 통해 LoS 평가를 실시한다. 공공건축물의 LoS는 다속성효용이론 (Multi-Attribute Utility Theory; 이하 ‘MAUT’)을 적용하여 정량적인 점수로 표현할 수 있다. MAUT는 여러 가지 기준에 의해 고려할 수 있는 선택이 많을 때 적용하며 바람직한 의사결정을 기대할 수 있다. 정성적인 속성도 정량적으로 표현할 수 있다는 특징이 있다.

MAUT를 적용한 공공건축물의 LoS 점수는 Eq. 1과 2에 따라 평가한다. Eq. 2를 통해 PM의 단일속성 가치함수 값을 구할 수 있으며, Eq. 1을 통해 공공건축물의 LoS를 평가할 수 있다.

$$LoS(a) = \sum_{i=1}^n (v(a)_i \times WL_i), \quad (0 \leq LoS \leq 1) \quad (1)$$

$$v(a)_i = \sum_{i=1}^n (PM_i \times WP_i) \quad (2)$$

$WL_i$  : LoS의 가중치 (Weight of LoS)

$PM_i$  : 성능척도 점수 (Performance Measure Score)

$v(a)_i$  : PM의 단일속성 가치함수

(Single Attribute Value Function of PM)

$WP_i$  : 성능척도의 가중치

(Weight of Performance Measure)

### 3.3 자산가치 평가

공공건축물과 같은 유형자산은 시간이 경과하고, 증축 및 대수선 공사등에 따라 가치가 변화하게 되는데, 자산의 가치를 향상시키기 위해서는 현재 가치를 알아야 하므로 자산가치 평가가 필요하다.

자산의 가치를 평가하는 방법으로는 취득원가를 고려한 방법과 대체원가를 고려한 방법이 있다. 취득원가를 고려한 자산가치 평가방법은 회계 자료가 충분하여야 이용할 수 있는데, 건축물의 경우 건설공사 및 유지관리 실적 자료가 미미한 경우가 많아 가치평가에 사용하기 어렵다. 대체원가를 고려한 자산가치 평가 방법은 동일한 조건의 시설을 현재의 기술로 다시 건설한다고 가정해서 비용을 산정하며, 자산의 현재 상태를 반영할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 대체원가를 고려한 방법을 적용하여, 그 방법 중에서 감가상각을 고려한 상각후대체원가(Depreciated Replacement Cost; 이하 ‘DRC’)방법을 채용하였다. DRC 방법은 건축물의 현재 성능과 동일한 건축물을 재시공 한다고 가정하여 대체원가를 산정하고, 노후화에 따른 성능의 저하를 감가상각을 통해 현재가치에 반영한다. 자산관리에 의해 발생하는 성능의 변화는 LoS 개념을 고려하여 가치에 적용한다. 이를 산출하는 식은 Eq. 3과 같으며, 기획재정부의 “유·무형자산 회계처리 지침”과 Lee et al. (2011)을 참고하였다.

$$VI = \{(RC - RV) \times (RUL \div MUL)\} + RV \quad (3)$$

$$MUL = (LoS(a) \times UL), (0 \leq LoS \leq 1) \quad (4)$$

$$RUL = MUL - NUY \quad (5)$$

VI : 평가시점의 가치 (Value at the date of appraisal)

RC : 대체원가 (Replacement Cost)

RV : 잔존가치 (Remaining Value)

UL : 사용수명 (Useful Life)

MUL : 변경수명 (Modified Useful Life)

RUL : 잔존수명 (Remaining Useful Life)

NUY : 사용연수 (Number of Use Year)

#### 3.3.1 대체원가 (Replacement Cost)

대체원가란 현재 가격 및 기술을 반영하여 재시공하는데 들어가는 비용을 말한다. 정확한 대체원가를 구하기 위해서

는 전문적인 회계지식을 갖춘 사람이 과거에 공사원가를 대상으로 물가상승률 적용하여 계산하는 방법이 있으며, 과거에 공사비용을 알 수 없는 경우에는 조달청의 “공공 건축물 유형별 공사비 분석”자료를 통해 대체원가를 추정하는 방법을 적용할 수 있다.

#### 3.3.2 잔존가치 (Remaining Value)

잔존가치란 재활용비용에서 철거비용을 차감하여 산출된 가치를 뜻한다. 국세청의 건물시가산정방법에 보면 건축물의 잔존가치율이 나오는데, 잔존가치율 적용기준에 공공업무시설은 매매시설이 아니므로 잔존가치율을 적용할 수 없다고 명시 되어있다. 하지만 잔존가치율은 실제 건축물에 수명을 비교하여 잔존가치를 분석하였으므로 잔존가치율을 적용하여 잔존가치를 구할 수 있다. 다만 이 방법을 적용하기 어려운 경우, 실제 건축물에서는 재활용비용보다 철거비용이 더 많이 소요되므로 잔존가액을 0으로 추정하여도 무방하다.

#### 3.3.3 사용수명 (Useful Life)

사용수명이란 자산이 사용가능할 것으로 기대되는 기간을 의미하며, 객관적이고 합리적인 방법으로 추정해야한다. 일반적으로 다수의 전문가를 대상으로 구조 안전성평가를 실시하여 건물의 사용수명을 측정한다.

기획재정부의 “유·무형자산 회계처리 지침”에 따르면 건물·구축물의 사용수명을 합리적으로 정하기 어려운 경우 지침에서 제공하는 건물의 기준사용수명을 적용할 수 있으며, 자산별 관리상태 및 특수성을 감안하여 일정범위 내에서 산정할 수 있다.

#### 3.3.4 변경수명 (Modified Useful Life)

변경수명은 건축물의 성능을 고려한 수명으로서, 3.2에서 산출된 LoS 점수와 합리적인 방법으로 추정된 사용수명을 곱하여 산출한다.

#### 3.3.5 잔존수명 (Remaining Useful Life)

잔존수명은 LoS 점수를 반영한 변경수명에서 건축물 사용연수 (NUY)를 차감하여 산출하며 사용연수는 건축물을 사용한 기간을 나타낸다.

#### 3.3.6 평가시점의 가치 (Value at the date of appraisal)

건축물의 평가시점의 가치란 자산관리 효과를 확인하기 위해 건축물의 자산관리 초기에 측정하는 가치로서 Eq. 3을

적용하여 산출한다.

### 3.4 관리목표 수립

관리목표란 공공건축물의 관리주체가 요구하는 일정 수준의 목표를 의미하며, 관리주체의 유지관리 기대치를 반영한다. 관리목표의 설정 시 사용자의 만족도를 고려해야 하며 LoS와 PM의 관리목표를 정책 및 전략에 따라 수립한다.

공공건축물의 관리목표를 달성하기 위해 PM의 개선방안을 도출하고 개선방안에 따른 소요비용을 책정한다. 개선방안과 소요비용은 우선순위를 결정을 하는데 주요한 요소로서 타당한 기준을 통해 제시해야 한다.

### 3.5 우선순위 결정 및 수행

3.4에서 도출한 PM의 개선방안의 우선순위는 비용편익 (Benefit-Cost; 이하 'BC')분석방법 통해 결정한다. 우선순위를 결정할 때, LoS의 변화량만을 가지고 효율적인 의사결정을 수행할 수 없으므로, LoS의 변화량과 개선방안의 소요비용을 활용하여 유지관리 우선순위를 결정한다.

먼저, LoS의 변화량을 파악하기 위해 Eq. 6을 사용하여 관리목표를 반영한 LoS 평가를 실시한다. Eq. 6은 Eq. 1과 동일한 형태의 공식이며, 여기서 PM의 단일속성 가치함수는 Eq. 7과 같이 관리목표를 반영한 PM을 적용하여 산출한다.

$$LoS(b) = \sum_{i=1}^n (v(b)_i \times WL_i), (0 \leq LoS \leq 1) \quad (6)$$

$$v(b)_i = \sum_{i=1}^n (PMO_i \times WP_i) \quad (7)$$

$LoS(b)$  : 관리목표를 반영한 LoS  
(LoS reflecting Management Objectives)  
 $PMO_i$  : 관리목표를 반영한 PM  
(PM reflecting Management Objectives)

유지관리 우선순위를 결정하기 위해 관리목표를 반영한 LoS와 3.2에서 평가한 LoS를 차감하여 LoS의 변화량을 구하고, 3.4에서 산정한 소요비용을 Eq. 8에 대입하여 BC분석을 실시한다. Eq. 8은 KICT (2010)를 참고하여 제시하였다.

$$B/C = (LoS(b) - LoS(a)) \div C, (0 \leq LoS \leq 1) \quad (8)$$

$C$  : 소요비용 (Cost)

LoS의 향상은 해당 LoS가 포함하고 있는 PM의 개선으로 이루어지며, 개선방안과 소요비용에 따라 우선순위를 결정한다. BC분석을 통해 경제적인 관리목표를 선별하여 개선방안을 수행한다.

### 3.6 자산가치 재평가

자산가치의 재평가는 자산관리의 효과를 알아 보기위해 실시하며 3.3에서 자산가치를 평가했던 동일한 공식을 사용하여 산출한다. 3.3과 마찬가지로 일상적인 자산관리를 하는 경우에는 자산가치를 평가하지 않으며, 선택적인 자산관리 절차로 구분한다.

$$VA = \{(RC - RV') \times (RUL' \div MUL')\} + RV' \quad (9)$$

$VA$  : 자산관리 가치 (Value of Asset management)

### 3.7 자산관리 효과 확인

개선방안의 수행을 통해 향상된 LoS의 점수는 자산관리의 효과로 볼 수 있으며, 이를 확인하기 위한 경우는 두 가지로 구분할 수 있다. 일상적인 자산관리의 경우와 선택적인 자산가치 평가를 실시한 경우로 구분한다.

일상적인 자산관리를 실시한 경우, 자산관리의 효과를 확인하기 위해 LoS의 변화량을 비교하여 분석한다. LoS의 변화량은 Eq. 8에서 구한 것과 동일하며 Eq. 10과 같이 실질적으로 투입된 예산을 적용하여 B/C분석을 실시한다.

$$B/C = (LoS(b) - LoS(a)) \div AC, (0 \leq LoS \leq 1) \quad (10)$$

$AC$  : 실제 투입된 비용 (Actual Cost)

선택적인 자산가치 평가를 수행한 경우, 자산관리의 효과를 확인하는 방법은 3.6에서 평가한 자산관리 가치와 3.3에서 산출한 초기가치를 비교하여 Eq. 11과 같이 BC분석을 실시한다.

$$B/C = (VA - VI) \div AC \quad (11)$$

Table 1 Framework for Asset Management of Public Building

Process	Details	
	Core Task	Performance
1. Set of Level of Service and Performance Measure	Set of Level of Service and Performance Measure based on policy	Asset management experts lead work
2. Level of Service Assessment	Performance Measure	Building Manager Department measures PM of buildings
	Level of Service Assessment	Calculated using Eq. 1
3. Asset Value Evaluation	Calculation of the Replacement Cost	Calculated by applying inflation rate to work cost
	Calculation of the Remainign Value	Application of residual value in building market price calculation method
	Assessment of Useful Life	Structure safety assessment by external experts
	Calculation of the Modified Useful Life	Calculated using Eq. 4
	Calculation of the Remaining Useful Life	Calculated using Eq. 5
	Asset Value Evaluation	Calculated using Eq. 3
4. Establishing Management objectives	Set of Management objectives of LoS and PM	Opinion of building manager
	Set of Improvement plans and Cost	Calculated by external experts
5. Decision of Improvement Priority and Operation	Level of Service Assessment based on Management Objectives	Calculated using Eq. 6
	Decision of Improvement Priority Considering the Cost	Calculated using Eq. 8
	Improvement plans implemented according to priority	Improvement plans Operation
6. Asset Value Revaluation	Same as procedure of "3. Asset value assessment"	Calculated using Eq. 9
7. Asset Management Validation	Assessment of asset management effect reflecting Actually invested Cost	Calculated by applying Eq. 10 for routine Asset Management
		Calculated by applying Eq. 11 for selective asset value Assessment

일상적인 자산관리와 마찬가지로 자산관리 효과를 확인하기 위해서 실제 투입된 비용을 반영하여 산출한다. 선택적인 자산가치의 평가를 수행한 경우, 투입된 비용이 해당 건축물의 가치에 얼마만큼의 영향을 주었는지 확인할 수 있으며, 확인된 결과를 향후 자산관리 전략에 반영하여 적절한 의사 결정을 한다.

공공건축물의 자산관리 프레임워크를 Table 1과 같이 절차와 핵심업무 및 수행내용으로 구성하였다. 이 연구에서 개발한 프레임워크는 관리주체의 의견을 구체적으로 반영하도록 제시하였으며, 자산관리 절차의 핵심업무를 체계화 하였다.

#### 4. 사례적용

##### 4.1 개요

대상 건축물은 인천광역시에 위치한 Y구청사 건물로서 1999년 11월에 준공되었다. 물가상승을 반영한 대체원가를 산정하기 위해 해당 건축물의 총 공사비 (430억원)에 통계청의 ‘공사비 지수’를 적용하였다. 통계청에서는 2000년 이후의 공사비 지수만을 제공하므로, 청사가 준공된 1999년 11

Table 2 Overview of the Target Building

Case	Overview
Public Building (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Year of completion : 1999 November (NUY:15)</li> <li>• Replacement Cost : 85,450,658 (Thousand WON)</li> <li>• Remaining Value : 77,760,099 (Thousand WON)</li> <li>• Useful Life : 50 years (Reinforced concrete Construction)</li> <li>• Management Objectives : Equal to or More Than LoS 0.850</li> </ul>

월부터 2000년 1월까지 3개월간의 물가상승률은 한국은행에서 공표하는 생산자물가지수를 활용하여 산출하였다. 2001년 이후부터는 공사비 지수를 활용해 2014년 12월의 대체원가를 추정하였다.

잔존가치는 국세청의 “건물기준시가산정 방법”에서 제시하는 잔존가치율을 적용하여 산정하였으며 사용수명은 기획재정부의 “유·무형자산 회계처리 지침”에서 제공하는 기준 사용수명을 적용하여 50년으로 설정하였다. 대상 건축물의 LoS 관리목표는 0.850 이상을 유지하는 것으로 임의 설정하였다. Table 2는 대상 건축물에 대한 개요이다.

##### 4.2 적용 및 분석

공공건축물의 자산관리를 수행하기 위해서는 LoS와 PM

Table 3 Example of LoS and PM

LoS		Performance Measure	
LoS (1)	Sustainability realized by minimizing the environmental load	PM (1)	Energy-saving performance
		PM (2)	Water conservation
		PM (3)	Use of new and renewable energy
LoS (2)	Pleasant and comfortable indoor environment	PM (4)	Indoor air quality management level
		PM (5)	Appropriate lights and lighting
		PM (6)	Cleanliness of the indoor spaces
		PM (7)	Indoor/outdoor resting space placement
LoS (3)	Active response to disasters and accidents	PM (8)	Response to disasters
		PM (9)	Appropriate crime prevention and security facilities

이 설정되어야 한다. 이 연구에서는 LoS와 PM의 예를 Table 3과 같이 설정하였으며, 임의의 성능척도 점수 ( $PM_i$ )와 가중치 ( $WP_i, WL_i$ )를 대입하여 건축물의 LoS를 평가하였다.

Table 4에서  $v(a)_i$  값은 해당 LoS에 포함되는  $PM_i$ 과  $WP_i$ 를 곱한 값들의 합이며,  $v(a)_i$ 와  $WL_i$ 을 곱한 값들의 합을 통해 건축물의 LoS 평가 값을 도출하였다. 해당 건축물의 LoS의 평가 과정 및 결과는 Table 4와 같다.

대상 건축물의 LoS(a)는  $PM_i$  임의로 평가한 결과이며, 해당 값은 0.685로 산출되었다. LoS기반 건축물의 평가시점의 가치는 Eq 3을 이용하여 다음과 같이 산출할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 VI &= \left\{ (RC - RV) \times \left( \frac{RUL}{MUL} \right) \right\} + RV \\
 &= \left\{ (85,450,658 - 77,760,099) \times \frac{(0.685 \times 50) - 15}{0.685 \times 50} \right\} + 77,760,099 \\
 &= 82,082,529
 \end{aligned}$$

Table 4 Assessment of LoS for Public Building

LoS	PM	$PM_i$ (Randomly)	$WP_i$ (Randomly)	$PM_i \times WP_i$	$v(a)_i$	$WL_i$ (Randomly)	$v(a)_i \times WL_i$
LoS(1)	PM(1)	0.6	0.25	0.150	0.600	0.35	0.210
	PM(2)	0.6	0.40	0.240			
	PM(3)	0.6	0.35	0.210			
LoS(2)	PM(4)	0.7	0.20	0.140	0.700	0.45	0.315
	PM(5)	0.7	0.40	0.280			
	PM(6)	0.7	0.25	0.175			
	PM(7)	0.7	0.15	0.105			
LoS(3)	PM(8)	0.8	0.55	0.440	0.800	0.2	0.160
	PM(9)	0.8	0.45	0.360			
$LoS(a) = v(a)_i \times WL_i (0 \leq LoS(a) \leq 1)$							0.685

Table 5 Priority Decision

PM	Cost (won/Randomly)	LoS(b)-LoS(a)	B/C Ratio ( $\times 10^8$ )	Priority
PM (1)	2,570,000	0.035	1.36	6
PM (2)	860,000	0.056	6.51	1
PM (3)	2,870,000	0.049	1.71	4
PM (4)	1,540,000	0.027	1.75	3
PM (5)	6,798,000	0.054	0.79	7
PM (6)	2,469,000	0.034	1.38	5
PM (7)	5,517,000	0.020	0.36	9
PM (8)	905,000	0.022	2.43	2
PM (9)	4,548,000	0.018	0.40	8

개선방안에 따른 소요비용은 Table 5에서 제시하였다. 소요비용은  $PM_i$ 을 만점인 1점으로 개선하였을 경우의 비용이며, 값은 임의로 설정하였다.  $LoS(b)$ 는 관리목표를 달성하였을 경우의 LoS의 값으로,  $LoS(a)$ 의 값을 차감하여 LoS의 변화량을 확인하였다. Table 5에서 각각의  $PM_i$ 을 개선하였을 경우의 LoS 변화량을 제시하였다. B/C분석은 LoS의 변화량을 소요비용으로 나누어 산출하였으며, 산출값에 따라 우선순위를 결정하였다. LoS의 변화량을 소요비용으로 나누면 편익-비용비의 소수점이 많아져 비교 분석이 어려우므로 편익-비용비에  $10^8$ 을 곱하여 산출하였다.

B/C분석 결과 PM (2)가 가장 효과적인 것으로 나타났으며, PM (7)의 효과가 가장 낮은 것으로 나타났다. 경제적인 관리목표를 달성하기 위해 우선순위에 따라 성능을 개선한다.

Table 6에서는 세 가지 사례를 비교하여 정리하였다. 우선순위 중 1위부터 4위까지  $PM_i$ 을 만점인 1점으로 성능을 개선하면  $LoS(b)$ 의 값은 0.839로 관리목표에 미달하였다. 1위부터 5위까지 개선하면 0.873으로 관리목표인 0.850을 만



Table 6 Case of the Priority Decision

Case	Priority	Enhanced PM	LoS(b)	Cost (Won)	Management Objectives
Case (1)	1~4	PM(2), PM(3), PM(4), PM(8)	0.839	6,175,000	Dissatisfaction
Case (2)	1~5	PM(2), PM(3), PM(4), PM(6), PM(8)	0.873	8,644,000	Satisfaction
Case (3)	Random Selection of five	Random Selection of five	0.860	15,598,333	Satisfaction

족하였다. 이때, 소요비용의 합은 8,644,000원이다. PM (1) 부터 PM (9)중 무작위로 5개를 추출하여 성능을 개선하였을 경우에도, LoS(b)의 평균값은 0.860으로 관리목표를 만족 하였으나, 이때 소요비용의 평균은 15,598,000원으로 최적 LoS항목을 개선한 경우인 Case (2) 대비 80%의 비용이 상승하였다.

Table 6의 Case (2)와 Case (3)의 LoS(b)를 반영하여 자산가치 재평가를 실시하였으며, 가치의 변화량을 건적비용으로 나누는 B/C분석을 실시하여 자산관리 효과를 확인하였다.

Case (2)의 VA는 82,807,854 (천원)으로 평가시점의 가치 VI보다 자산의 가치가 725,324 (천원)만큼 향상 되었다. Case (3)에서 VA는 82,767,905 (천원)으로 평가시점의 가치 VI보다 685,375 (천원) 향상 되었다. 이를 통해 시간에 따라 건축물이 노후 되었음에도 관리목표를 달성하면 건축물의 가치는 대체원가에 가까워지는 것을 알 수 있었다. 자산관리 효과는 일상적인 자산관리를 실시한 경우, Eq. 10을 적용하여 비용편익분석을 실시하며 분석 결과는 Case (2)가 Case (3)보다 1.93배 효과가 있는 것으로 나타났다. 선택적인 자산가치 평가를 수행하여 자산관리를 실시한 경우, Eq. 11을 적용하여 비용편익분석을 실시한다. 분석 결과는 Case (2)에서 편익-비용비가 83.91이 나왔으며, Case (3)에서는 43.93이 나와 Case (2)가 Case (3)보다 자산관리 효과가 1.9배 더 좋은 것으로 확인되었다.

이 결과 3장에서 제시한 프레임워크는 공공건축물의 자산관리를 LoS 기반으로 하여 효율적으로 수행 할 수 있음을 알 수 있었다.

## 5. 결론

이 연구에서는 공공건축물에 자산관리 개념을 도입하기 위해 LoS를 기반으로 하는 공공건축물 자산관리 프레임워크를 개발하였다. 국내외 자산관리 현황 및 절차를 조사·분석하

였고, 건축물 관리주체의 자산관리 업무수행에 초점을 맞추어 자산관리 절차를 제시하였다. 자산관리 절차는 일상적인 자산관리를 수행하는 경우와 자산가치 평가를 선택적으로 수행하는 경우로 구분하여 제시하였다. 전문가 면담조사결과와 국내외 연구성과 등을 종합 분석하여, 자산관리 프레임워크의 단계별 세부내용도 제시하였다. 자산관리 프레임워크를 공공건축물에 사례적용하여 프레임워크의 유효성을 검증하였다.

본 연구에서 제시한 프레임워크를 실무에 적용한다면 공공건축물의 가치와 성능을 향상시키고, 관리주체의 정책을 반영하여 건축물을 관리할 수 있으며, 유지관리 예산을 효과적으로 책정할 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 2013년도 한국연구재단 (구)기초연구지원사업 (과제번호: 2013R1A1A2013541)의 학술연구비 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## References

1. Chea, M. J., Lee, G., Kim, J. R., Cho, M. Y. (2009), Analysis of Domestic and International Infrastructure Asset Management Practices and Improvement Strategy, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 10(2), 55-64.
2. Chea, M. J., Yun, W. G. (2014), Introduction to Infrastructure Asset Management, ISBN NO:978-89-8225-976-0.
3. Chin, K. H., Chea, M. J., Lee, G., Lee, K. S. (2009), Infrastructure Asset Management Policy and Strategy Development, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 10(6), 67-77.
4. Cho, S. O., Ko, K. J., Hwang, J. H., Lee, C. S. (2014), A Framework for LoS based Building Performance Evaluation, The General Assembly and Spring Conference of AIK 2014, 34(1), Architectural Institute of Korea, 443-444.
5. Choi, W. S., Nah, H. S., Seo, M. B., Jeong, S. Y., Lim, J. T. (2010), Asset management Information in the Social Infrastructure, *The Journal of Korean Contents*, 10(11), 68-79.
6. INGENIUM., IPWEA. (2006), International Infrastructure Management Manual-Version 3.0, ISBN No:0-473-10685-X
7. Jeong, S. Y., Nah, H. S., Choi, W. S. (2012), Assessment Items for the Level of Service for Tunnel Facilities from an Asset Management Perspective, *The Journal of Korean Contents*, 12(1), 68-79.
8. Jung, Y. H., Hwang, Y. S., Park, T. K. (2004), A Fundamental Study on the Development of IT-Oriented Framework for Facility Maintenance Management, *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 20(2), 117-126.
9. Kang, Y. O., Pi, M. H., Cho, A. R., Lee, J. Y. (2010),

- Framework Development for the U-Eco City Construction Guideline, *Journal of Korea Spatial Information Society*, 12(1), 85-93.
10. Ko, K. J., Cho, S. O., Hwang, J. H., Lee, C. S. (2014), Actual Condition of Maintenance for Public Buildings, The General Assembly and Spring Conference of AIK 2014, 34(1), Architectural Institute of Korea, 445-446.
  11. Korea Institute of Construction Technology (2010), Development of Asset Management Framework to Improve Performance and Service-Efficiency of Bridges, ISBN NO:9788962951363.
  12. Kwon, B. S., Hong, T. H., Hyun, C. T., Chea, M. J. (2010), Development of Performance Indicators for Asset Management in Public Facilities, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 11(4), 90.
  13. Lee, D. H., Kim, J. Y., Ji, S. G., Lee, S. S., Kim, J. W. (2012), Study about the Evaluation of Bridge Asset Valuation for Maintenance, *International J. Highw. Engineering*, 14(6), 13-23.
  14. Lee, M. J., Park, K. H., Park, C. W., Sun, J. W., Lee, D. Y. (2010), A Study on Asset Valuation Method for Bridge Asset management, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 11(6), 35-44.
  15. Lee, S. M., Kim, J. W., Lee, M. W. (2009), The Study on Management Strategy with Public Buildings for Efficient Creation, Architecture & Urban Research Institute, ISBN NO:978-89-93216-29-5, 6.
  16. Lee, Y. J., Soh, J. H., Lee, J. B., Han, C. H., Chea, M. J. (2011), A Study on Asset Valuation Mehtod in Educational Facilities Delivered by BTL, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 12(4), 40-49.
  17. M. Abdelhamid, I. Beshara, and M. Ghoneim. (2013), Asset Management for Educational Buildings in Egypt, *International Journal of Social, Human Science and Engineering*, 7(6), 635-644.
  18. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2012), The 5th Construction Technology Plan, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 26.
  19. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2014), Special Act on the Safety Control of Public Structures, Ministry of Land, Infrastructure and Transport.
  20. Ministry of Strategy and Finance (2011), Tangible Assets and Intangible Assets Depreciation Accounting Guide, Ministry of strategy and Finance, 1-9.
  21. National Tax Service (2011), Building Standard Market Price Calculation Method, National Tax Service, 1-13.
  22. Park, H. S., Lee, S. H. (2014), Study on Establishing Essential Framework for Importing Asset Management System of National Road, *Journal of Korea Society of Disaster Information*, 10(2), 320-334.
  23. Park, K. H., Sun, K. W., Park, C. W., Lee, M. J. (2009), Infrastructure Asset Management Methodology Application to Bridge Management, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 29(6), 727-736.
  24. Sun, J. W., Park, K. H., Lee, M. J., Park, C. W. (2011), A Study on Development of Performance Measures for Level of Service (LOS) of Bridge Asset Management, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 12(2), 101-110.

Received : 11/05/2014  
 Revised : 11/27/2014  
 Accepted : 12/04/2014

## 요 지

공공건축물의 예산은 앞으로 유지관리에 더 많이 투입될 것으로 예상되며 체계적인 유지관리와 충분한 예산확보가 중요하게 인식되고 있다. 국내 건축물 유지관리는 인력 부족과 전문성 결여, 유지관리 예산산정의 근거부족으로 인하여 체계적인 유지관리가 이루어지지 않고 있다. 호주에서는 자산관리를 통해 시설물의 유지관리를 최적화하고 있으나, 국내의 경우 규제중심의 수동적인 형태를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 국내 유지관리의 선진화를 위해서 체계적인 자산관리의 도입이 필요하다. 이 연구에서는 국내·외 사회기반시설물에 적용한 자산관리 프로세스를 분석하고, 공공건축물의 자산관리 프레임워크를 제시하였다. 자산관리 절차는 일상적인 자산관리 절차에 선택적으로 자산 가치를 평가 하도록 구성되어 있다. 본 연구에서 제시한 프레임워크는 공공건축물의 자산관리 업무수행에 초점을 맞추어 개발하였으며, 단계별 세부적인 내용을 제시하였다. 이 프레임워크를 실무에 적용한다면 건축물의 가치와 성능을 체계적으로 관리할 수 있으며, 유지관리 예산을 효과적으로 책정할 수 있을 것으로 기대된다.

**핵심 용어** : 자산관리, 프레임워크, 서비스수준, 공공건축물, 유지관리