

공공시설물의 자산관리체계구축을 위한 모델 개발

김창학* · 이수영** · 전석현***

Kim, Chang Hak*, Lee, Su Young**, Jeon, Seok Hyeon***

Development of an Asset Management System for Public Facilities

ABSTRACT

The maintenance management system of domestic public facilities is shifting from the concept of diagnosis and repair for maintaining safety of facilities to performance evaluation method that improves and maintains the performance of facilities. However, in Korea, the performance evaluation method for the maintenance of facilities has not been established, so the performance evaluation has not been properly performed. In this study, we propose an asset management model that introduces the concept of performance evaluation to complement the simple maintenance strategy focused on safety management of current facilities. This model differentiated from the existing model by proposing a method for using WBS as a method for collecting facility maintenance information. This model proposed the most important level of service evaluation method and performance measure factors in the performance evaluation of facilities, and conducted a case analysis to assess the appropriateness of this model.

Key words : Asset management, Performance measure, Level of service, Maintenance

초 록

국내 공공시설물의 유지관리체계는 시설물의 안전을 유지하기 위한 진단 및 보수 개념에서 시설물의 성능을 평가하여 유지관리하는 성능평가 방법으로 전환되고 있다. 그러나 국내에서는 시설물의 유지관리를 위한 성능평가 방법이 정립되지 않아 성능평가가 적절하게 이루어지고 있지 못하고 있다. 본 연구에서는 현재 시설물의 안전관리 위주로 한 단순 유지관리전략을 보완하기 위해 성능평가 개념을 도입한 자산관리 모델을 제안한다. 본 모델은 시설물의 유지관리 정보를 수집하는 방법으로 WBS를 활용하는 방법을 제안하여 기존 모델과의 차별화를 이루었다. 또한, 본 모델에는 시설물의 성능평가에서 가장 중요한 서비스 수준 평가방법과 성능측도 요소를 제안하였으며, 사례분석을 하여 본 모델의 적절성을 평가하였다.

검색어 : 자산관리, 성능평가, 서비스수준, 유지관리

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

국가에서 관리하는 주요 공공시설물의 유지관리는 불특정 다수가 이용하는 사회기반시설물로서 일정 수준 이상의 기능을 보전하고 시설물 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 일상적으로 점검·정비하는 일련의 유지관리 활동이 매우 중요하다. 해외 선진국의 경우 1990년대 전후 유지관리 비용이 전체 건설예산의 40 %를 차지하게 되면서 한정된 예산으로 효율적인 시설물의 안전관리에 많은 관심을 두기 시작하였다(FHWA, 1999). 자산관리는 전략적으로 시설물 유지관리계획을 수립하고, 서비스 수준을 최대한 끌어올리는

* 중신회원 · 교신저자 · 경상국립대학교 토목공학과 교수 (Corresponding Author · Gyeongsang National University · chking@gnu.ac.kr)

** 경상국립대학교 토목공학과 박사수료 (Gyeongsang National University · Wooram762@hanmail.net)

*** 정회원 · 경상국립대학교 토목공학과 박사과정 (Gyeongsang National University · bigd222@nate.com)

Received November 16, 2020/ revised December 11, 2020/ accepted January 14, 2021

동시에 최적의 보수/보강/개축 계획수립을 통하여 장기적인 자산운용계획을 수립하는 것으로(Park et al., 2016) 현재는 국내에서도 이와 관련하여 활발한 연구를 진행하며 보고서를 출간하고 있다(KICT, 2012; KICT, 2017).

국내에서 기존에 구축된 시설물 유지관리 시스템은 현업의 업무 수준과 여건에 대해 고려되지 않았으며, 시설물의 현황 파악에만 집중한 나머지 시스템의 활용성이 떨어지는 문제가 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 시설물 유지관리에 대한 새로운 정보관리모형을 정립하고 이를 바탕으로 시설물 유지관리 주체에서 유지관리업무와 연계된 자산관리모형을 개발하는 것을 목적으로 한다. 개발된 모델은 현업에서 수행하고 있는 기술적·행정적인 업무 대다수에서 적용할 수 있으며, 유지관리 업무에서 발생하는 각종 정보를 체계적으로 관리함과 동시에 필요한 경우 별도의 작업을 요구하지 않고 보고문서, 현황정보, 통계자료의 작성 등 일련의 과정들을 수행할 수 있는 전산시스템의 개발을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

1.2 연구범위 및 방법

국내의 유지관리는 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 따른 안전점검 및 안전진단 등 규제중심의 수동적인 형태를 따르고 있다(Chae et al., 2009). 교량, 도로, 상하수도 등 일부 분야에 대해서 자산관리 전략을 수립하고 일부 시설에 제한적으로 적용한 사례를 볼 수 있다. 자산관리는 시설물의 가치를 평가하여 최소한의 비용으로 최대의 가치를 추구하므로 장기적인 유지관리 측면에서도 전체적인 관리전략 및 계획을 통해 최대의 효율을 낼 수 있는 자산관리 프로세스가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 해외와 국내의 자산관리연구 동향을 토대로 국내 공공기관에 공통으로 적용 가능한 자산관리 절차의 개발과 기존 유지관리 프로세스와 통합을 통해 공공기관에 적용 가능한 통합 자산관리시스템의 개발을 위한 모델을 정립하였다. 본 연구는 공공공사의 유지관리 담당자들과 면담 및 설문 분석을 토대로 하여 자산관리에 필요한 서비스 수준 평가, 성능척도, 생애주기 비용분석, 최적 대안선정 등의 기능을 개발하고 평가하여 반영하였으며, 또한 개발된 모델을 기반으로 사례분석을 하여 본 모델의 적정성을 평가하였다. 사례분석은 국내 발전시설의 도막 공사를 기반으로 하여 적용하였다.

2. 자산관리를 위한 유지관리 현황 분석

국내 공공기관의 유지관리는 공공기관별 시설물별로 이루어지고 있으며, 고속국도와 일반국도상의 교량을 대상으로 하는 교량과 터널 통합관리시스템이 구축되어 운영되고 있고, 범국가적으로는 시설물통합정보관리 시스템(FMS; Facility Management System), 국가재난관리 시스템(NDMS; National Disaster Management

System) 등의 정보시스템이 구축되어 시설물 유지관리업무를 전산화하여 유지관리 이력 및 시설물 정보를 확보하기 위해 노력하고 있다.

국내 각 기관은 시설물의 현황을 파악하고 유지관리와 관련된 의사결정 시 기초자료로 활용할 수 있는 데이터베이스 구축을 위해 NAMIS, PMS, BMS, KOROMBUS 등과 같은 정보시스템을 구축하고 있다. 또한, 한국수자원공사는 HEAPS(수문데이터 수집 및 처리시스템)를 구축하여 유지관리, 긴급대응, 수요예측 등의 분석에 활용하고 있으며, 기획재정부는 D-Brain(디지털 예산회계 시스템)을 구축하여 국유재산인 SOC 시설물에 대한 정보를 제공하고 있다. 특히 한국시설안전공단은 FMS(시설물 종합정보관리시스템)를 구축하여 1, 2종 시설물의 일반현황, 상세제원 정보, 유지관리계획 실적, 보수 및 보강 이력 등을 데이터베이스화하여 관리하고 있다. 그러나 이러한 시스템은 주로 구조적 안전 위주로 점검만도록 규정하고 있으며, 공학적 기반에 경영기법을 적용하여 시설물 기능을 최대화하고 비용은 최소화하는 자산관리기법을 고려하지 않고 있다(Park et al., 2016).

3. 자산관리 모델 개발

3.1 모델 개요

본 연구에서는 교량의 유지관리를 위한 자산관리 모델(KICT, 2017)을 참고하여 자산정보의 효율적 운영과 서비스 수준 평가를 개선하여 Fig. 1과 같이 자산관리 모델을 제안하였다. 자산관리를 위한 시스템 개발은 유지관리에 대한 이력이 가장 중요하고 유지관

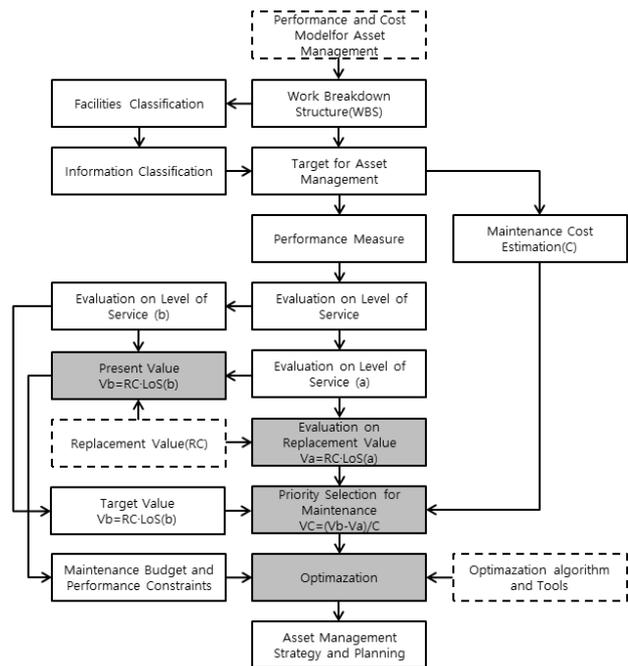


Fig. 1. Asset Management Model

리에 대한 비용이 어느 정도의 수준으로 발생하는지의 데이터가 중요하다. 본 연구에서 적용하고자 하는 모델은 건설정보 분류체계를 이용하여 데이터베이스와 연계하는 방법을 제안함으로써 기존 연구와 차별화를 추구하였다. 발주단계에서부터 유지관리 단계까지 시설물을 분류하고 단계별(설계 및 유지보수)로 발생하는 정보를 통합하여 관리함으로써 유지관리 정보를 효율적으로 관리할 수 있다. 시설물의 성능과 서비스 수준을 평가하기 위해서 시설물의 특성을 반영한 성능 척도의 개발이 필요하다. 이후 PM의 항목에 대한 서비스 수준인 LoS (Level of Service)를 평가하여 실제 현장의 상태를 평가하고 현재 상태에 대한 LoS 수준을 평가한다. 이의 결과를 종합하여 유지관리 우선순위와 그 방법에 대한 의사결정을 최종 마무리한다.

3.2 발전시설물 자산관리 정보관리 체계 구축

시설분류에는 발전소의 구성요소인 토건 시설물과 부대시설물로 분류가 되며 직접적·간접적 기능의 영향을 미치게 되고, 효율적인 분류체계를 통해 각각의 시설물에 대한 시설물 제원, 유지관리, 자산관리를 확인할 수 있다.

본 연구에서는 Fig. 2와 같이 자산관리 정보 분류체계를 통해 통합데이터 베이스를 효과적으로 구축하여 시설물과 주변 환경요인의 해당 위치를 목적, 용도 기능별로 분류하여 관리할 수 있도록 하였다. 코드명의 분류는 대분류, 중분류, 소분류로 나누어져, 시설물 분류, 이력 관리, 사업비 관리와의 통합된 관리를 할 수 있도록 함으로써 시설물 관리 현황 및 문제점 분석 및 문제 발생을 대비한 증거자원 활용이 가능해지며 후속 프로젝트에 필요한 정보를 제공하게 된다. 그러므로 정보 분류체계를 통하여 시설물의 유지관리 및 보수, 사후관리가 체계적으로 분류가 되고 관리자가 필요한 정보를 획득할 수 있으며, 이는 전산통합관리시스템의 기준이 된다 (Kim et al., 2020).

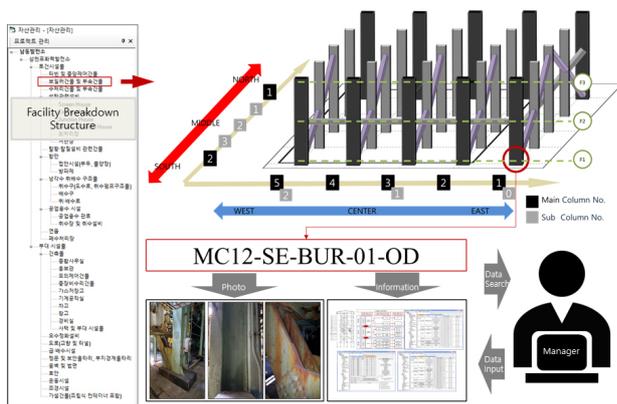


Fig. 2. Utilization of the Information Classification System for Facilities

3.3 성능 척도(PM) 선정

서비스 수준(LoS)을 평가하기 위한 개별 성능척도(Performance measure; PM)는 다음 Table 1과 같이 선정하였으며, 각각은 매우 좋음(1점), 좋음(0.7점), 보통(0.5점), 나쁨(0.3점), 매우 나쁨(0.1점)으로 평가 등급에 대한 배점을 부여하였다. 이를 통해서 성능 척도에 대해 평가를 할 수 있으며, 성능 척도의 평가결과를 통해 각각의 성능척도에 대한 가중치를 부여하여 LoS를 분석할 수 있다. 공공시설물의 경우 시설물의 구조 안전성 외에 외관, 주변환경과의 조화 등 품질 외적인 조건에 의해서 유지관리 우선순위가 결정되는 일이 많이 발생한다. 따라서 Table 1과 같이 공공시설물의 유지관리 우선순위 결정을 위한 정책지표로 하자 등의 품질 중심에서 환경, 경제, 사회/문화 분야로 확장하여 설정하였으며, 각각의 정책에 따른 성과지표는 환경 정책에 대해서는 지속가능성(Sustainability), 경제 정책에 대해서는 접근성(Accessibility), 비용의 적정성(Affordability), 품질(Quality), 사회/문화 정책에 대해서는 건강과 안전(Health/Safety), 신뢰성대응(Reliability/Responsiveness), 이용자 서비스(Customer Service)로 설정하였다.

또한, 각각의 성과지표에 대한 서비스 수준을 시설별 공중별로 설정하였다. 본 연구의 성능척도는 PM1~PM20까지 설정하였으며, 각각의 성능척도는 시설물 주위소음(PM1), 외관 및 주위 경관과의 조화(PM2), 환경 및 생태에 대한 영향(PM3), 유해물질 배출정도(PM4), 에너지 효율성(PM5), 접근성(PM6), 접근수단의 다양성(PM7), 터빈실 및 기타 부속 건물과 효율적으로 연계(PM8), 발전 구조물의 관리 예산 투입의 적정성(PM9), 안전성 지수(PM10), 구조물 상태등급(PM11), 도장 상태등급(PM12), 재해 취약도(PM13), 기상변화 민감도(PM14), 접근수단의 안전한 사용 여부(PM15), 안전한 점검/진단 가능 여부(PM16), 국가전력수급계획 등 제공 여부(PM17), 위급사항 발생 시 대응 정도(PM18), 서비스 요구에 대해 적절하게 응대(PM19), 민원 발생 정도(PM20)로 설정하였다. PM 1-5까지는 환경 정책의 지속가능성에 대한 성과지표이며, PM 6-13은 경제 정책의 접근성, 비용의 적정성, 품질에 대한 성과지표이고, PM 14-20은 사회/문화 정책의 건강과 안전, 신뢰성 대응, 이용자 서비스 평가할 수 있도록 하였다.

3.4 서비스 수준 평가

서비스 수준(LoS)의 평가는 현재 상태의 서비스 수준(LoS(a))과 관리 목표를 반영한 서비스 수준(LoS(b))까지의 도달을 목적으로 자산을 관리하는 방식으로 구성하였다. 이는 현재의 자산가치를 산정하여 현재 시설물의 상태를 평가하고, 시설물의 특징을 반영하여 중요도, 위치 등에 따른 성능개선을 목표로 하는 서비스 수준을 평가하여 미래의 자산관리에 대한 전략을 수립하는 과정으로 서비스 수준을 2단계로 구분 평가한다.

Table 1. Classification of Performance Measures

Policy	Performance Index	Level of Service	Performance Measure	PM	
Environment	Sustainability	Continuous service delivery without adverse environmental impact.	Noise of power generation structure	PM1	
			Harmony with exterior and surrounding landscape	PM2	
			Environmental and ecological impacts	PM3	
			Degree of discharge of hazardous substances	PM4	
			Energy efficiency	PM5	
Economic	Accessibility	Ease of user access to structures	Accessibility	PM6	
			Diversity of access means	PM7	
	Efficiently linked to turbine rooms and other auxiliary buildings		PM8		
Affordability	Efficient management of facilities	Appropriateness of budget use for management of power generation structures	PM9		
Quality	Adequacy of basic function of power generation structures		Safety index	PM10	
			Structure Status Rating	PM11	
			Painting status grade	PM12	
			Disaster vulnerability	PM13	
society/culture	Health/Safety	Safely used by users	Sensitivity of weather change	PM14	
			Safe use of access means	PM15	
			Safe inspection/diagnosis status	PM16	
	Reliability/Responsiveness	Deliver predictable and continuous services	Minimize impact with immediate response in case of an emergency	Whether to provide the national power supply plan, etc.	PM17
				The degree of response in case of an emergency	PM18
	Customer Service	Kind response to service needs	Minimize the occurrence of civil complaints	Respond appropriately to service needs	PM19
				Degree of civil service occurrence	PM20

- ① 현재 상태의 서비스 수준 평가(LoS(a))
- ② 목표 상태의 서비스 수준 평가(LoS(b))
- ③ 보수 우선순위 결정
- ④ 자산가치 평가

3.4.1 현재 상태의 서비스 수준 평가(LoS(a))

성능 척도에 대해 시설물의 현재 상태를 평가한 결과를 반영하여 정책별 성능척도에 대한 점수를 부여하고 AHP를 통한 성능척도별 가중치 및 정책별 가중치를 이용하여 다음 Eq. (1)을 이용하여 LoS(a)를 평가할 수 있다.

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

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

- 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)

3.4.2 목표 상태의 서비스 수준 평가(LoS(b))

LoS(b)는 관리 목표를 반영한 상태의 평가로 현재 사용자의

경제적인 여력 및 보수 이력에 따라 PM의 점수와 가중치가 변동되고, 시설물의 종류 및 특징에 따라 달라진다. 목표 상태의 서비스 수준 평가는 자산의 가치를 증대시키기 위한 목표로 평가하기 때문에 시설물의 특성, 위치, 환경 등이 잘 반영될 수 있도록 PM을 평가해야 한다. 관리 목표가 반영된 LoS(b)는 LoS(a)와 평가방법이 동일한 관리 목표의 산정에 따라 보수 우선순위가 달리 평가되기 때문에 신중하게 목표를 정해야 한다.

$$LoS(b) = \sum_{i=1}^n (v(b)_i \times WL_i), (0 \leq LoS \leq 1) \quad (2)$$

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

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

3.4.3 보수 우선순위 결정

보수 우선순위에 관한 결정은 앞서 계산한 현재 상태의 LoS(a)와 목표 상태의 LoS(b) 산정이 끝난 후에 LoS(a)에서 LoS(b)까지 가장 경제적으로 최대의 효율을 낼 수 있는 성능척도에 대한 순위를 선정하는 것이다. 이때, 비용은 시공하기 전으로 정확한 금액을 알 수 없으므로 견적 또는 추정금액을 기재하여 분석할 수 있지만,

보수의 우선순위가 소요비용에 따라 도출되기 때문에 소요비용을 비교적 정확하게 산출한다. B/C 분석시 관리 목표를 반영한 LoS(b)와 현재 상태의 LoS(a)의 차이가 클수록 현 상태의 서비스수준이 목표 서비스수준과 차이가 커지게 되므로 이는 보수우선대상에 속하게 됨을 알 수 있다. 또한, 보수 우선순위의 도출결과로부터 보수를 시행하였을 경우 자산가치에도 영향을 미치게 된다.

$$\frac{B}{C} = (LoS(b) - LoS(a)) \div C, (0 \leq LoS \leq 1) \quad (3)$$

C: 소요비용 (Cost)

3.4.4 자산가치 평가

자산의 가치는 대체원가, 잔존가치, 사용수명, 변경수명 등 시설물에 대한 기초적인 정보가 필요하다. 대체원가의 경우 현재 상태의 시설물의 가치를 공용 기간의 감가상각에 의해 가치를 평가하였을 때, 동일한 성능의 구조물을 재건설 하였을 때의 가격을 나타낸다. 잔존가치의 경우 현재 상태의 시설물의 가치를 감가상각에 의해 가치의 하락을 산정한 것이며, 이러한 정보를 통해 자산의 가치를 평가할 수 있다.

$$\begin{aligned} VI &= (RC - RV) \times (RUL \div MUL) + RV \\ MUL &= (LoS(a) \times UL), (0 \leq LoS \leq 1) \\ RUL &= MUL - NUY \end{aligned} \quad (4)$$

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)

이러한 과정을 통해 자산의 가치를 평가할 수 있으며, 관리 목표와 보수 우선순위를 반영하여 보수 후에 자산의 가치가 증가하였는지 확인하는 방법은 보수 후의 현재 상태의 LoS(a)를 재평가하고 자산가치 평가를 시행하는 방법으로 보수 후의 상태에 대한 자산가치를 평가할 수 있다. 또한, 계획하였을 때의 자산가치와 실제 보수 후의 자산가치를 비교하여 자산가치의 상승률을 산정할 수 있다.

4. 자산관리 사례분석

본 모델의 적용성 평가를 위하여 사례분석을 하였다. 사례분석 대상은 공공시설물 중 발전소의 핵심 시설인 보일러 건물의 도장을 기준으로 사례분석을 하였다. 발전소 건물은 주변 환경에 매우 민감하여 유지관리를 위한 품질도 중요하지만, 미관, 소음, 오염, 민원 등의 사회환경적 영향도 많은 영향을 끼치고 있다. 따라서 본 사례분석에서는 자산관리의 성능척도를 본 보일러 건물에 적합한 10개의 PM을 선정하여 분석하였다. PM의 선정, 가중치 계산, 평가 등은 유지관리 담당자와 전문가의 의견을 반영하여 합의에 따라 평가하는 절차를 따랐다.

4.1 LoS 분석을 위한 성능척도 선정

성능척도의 선정은 관리자가 관리하고자 하는 대상의 특수성을 고려하여 선택해야 하며, 간접적으로도 영향을 끼칠 수 있는 사항에 대한 충분한 고려가 필요하다. 다음 Table 2는 도장에 대한 성능척도를 평가하기 위한 정책요소 중 품질과 관련된 성과지표만을 나타내었다. 발전구조물의 유지관리를 위해 가장 큰 비용을 부담하고 있는 도장공사를 평가하기 위한 성능척도(PM)는, 주로 미관, 청결, 도장의 비용, 열화의 발생과 열화

Table 2. Classification of Performance Measures for Asset Management of Painting Works

Policy	Performance Index	Level of Service	Performance Measure	PM	Standard Rating				
					Very Good	Good	Neutral	Bad	Very Bad
Quality	Degraded performance	Appropriateness of the basic function of painting	Painting performance	PM5	The rusty area less than 0 to 0.05 %	The rusty area is not less than 0.05 % to 0.5 %	The rusty area is not less than 0.5% to 5 %	The rusty area is not less than 5 %	-
				PM6	The Blistering area is less than 0 to 0.05 %	The Blistering area is not less than 0.05 % to 0.5 %	The Blistering area is not less than 0.5 % to 5 %	The Blistering area is not less than 5 %	-
				PM7	Crack area less than 0 to 0.05 %	Crack area between 0.05 and 0.5 %	Crack area between 0.05 and 0.5 %	Crack area between 10.0 %	-
				PM8	No change compared to the beginning No separation powder attached	Smile-white compared to the beginning Detachment powder smilingly	Whiter than initial separation powder attachment	Remarkably white Extrusion powder attached a lot	-

* Very Good : 1, Good : 0.7, Neutral : 0.5, Bad : 0.3, Very Bad : 0.1

발생에 따른 보수 이력의 관리사항과 관련된 10개의 성능척도를 선정하였다.

4.2 현재 상태의 서비스 수준 평가(LoS(a))

LoS(a)의 경우 자산관리를 시행하고자 하는 대상물의 현재 상태를 반영한 서비스 수준 평가로써 산정된 성능척도로부터 현재의 서비스 수준을 다음 Table 3과 같이 평가한다. 점수는 매우 좋음~매우 낮음까지 0.1 ~ 1점으로 평가할 수 있다. PM에 대한 가중치의 경우 정책별, 성능척도별로 상대적인 비중을 나타내는 것이며, 가중치의 산정에는 실무자와 전문가의 판단에 따랐다. 본 사례분석에서는 현재 서비스 수준 상태 LoS(a)가 48.5 %로 계산되었다.

4.3 목표 상태의 서비스 수준 평가(LoS(b))

LoS(b)의 경우 대상물의 서비스 수준을 향상하고자 할 때, 각 성능척도별로 목표치를 다음 Table 4와 같이 평가한다. 점수의 반영은 관리 주체에 따라 중요한 정책 또는 성능척도가 다르므로 해당 관리 주체에서의 결정이 중요하다. 본 예시에서는 도장의 기본기능 증대를 가장 중요시 평가하였으며, 전체적인 대상물의 목표 서비스 수준은 77.8 %로 현재 상태보다 약 30 %의 성능 증대를 목표로 하고 있다.

4.4 보수 우선순위 선정

목표 상태의 서비스 수준을 평가한 후 성능 증대를 위해 보수를 요구하지만 최소한의 비용으로 최적의 수준을 취하기 위해 보수 우선순위를 수립하게 된다. 보수 우선순위의 경우 각 성능척도별 보수비용을 실제와 유사하게 맞추는 것이 가장 중요하며, 비용의 차이가 크게 발생하였을 경우 계획하였던 비용보다 경제적인 손실이 발생할 수 있다. 본 예시의 경우 동일한 금액을 기준으로 성능척도의 가중치에 의해 보수 우선순위가 편성될 수 있도록 설정하여 다음 Table 5와 같이 나타내었다. 목표 서비스 성능 수준과 현재의 수준이 동일하여 보수가 필요하지 않을 경우는 PM 2, 9, 10과 같이 나타낼 수 있다. 가중치에 의해 도장의 발청이 우선하여 보수는 것이 자산가치의 증대에 큰 영향을 끼치는 것을 볼 수 있다. 또한, 보수 우선순위 산정표는 차후 보수를 시행한 이후 실제 금액을 기입하여 실제 자산가치의 증가를 확인할 수도 있다.

4.5 자산가치 평가

마지막으로 자산가치를 평가하는데, 자산가치의 평가는 우선 현재 상태의 서비스 수준 평가의 결과를 통해 현재 대상물이 가지고 있는 자산의 가치를 평가할 수 있다. 또한, 목표 상태의 서비스 수준 평가결과를 통해 해당 목표까지 도달하였을 경우 자산의

Table 3. Evaluation of Paint Service Performance Level in the Current State

Policy	Performance Index	Level of Service	Performance Measure	PM	PM	WP	$PM \times WP$	$v(a)$	WL	$v(a) \times WL$
					Rank	PM Weight			Policy Weight	
Environment	Sustainability	Continuous service delivery without adverse environmental impact	Appearance and surrounding cleanliness	PM1	0.5	0.5	0.25	0.6	0.1	0.063
			harmony with exterior and surrounding landscape	PM2	0.7	0.5	0.35			
Economic	efficient maintenance	Efficient maintenance for painting performance	Difference between demand performance and current performance	PM3	0.5	0.4	0.24	0.54	0.51	0.254
			Additional measures to improve the performance of members with a history of repair	PM4	0.5	0.6	0.3			
Quality	Degraded performance	Appropriateness of the basic function of painting	Rust area of painting	PM5	0.3	0.48	0.14	0.3	0.26	0.076
			Blistering area of painting	PM6	0.1	0.27	0.03			
			Crack Area of painting	PM7	0.5	0.16	0.08			
			Blushing area of painting	PM8	0.5	0.09	0.04			
society/culture	User service	Kind response to service needs	Safe inspection/diagnosis is possible	PM9	0.7	0.7	0.49	0.7	0.13	0.092
	Minimizing civil complaints	Minimize the occurrence of civil complaints	Degree of civil service occurrence	PM10	0.7	0.3	0.21			
LoS(a)										0.485

Table 4. Evaluation of Paint Service Performance Level of Target Condition

Policy	Performance Index	Level of Service	Performance Measure	PM	PM	WP	$PM \times WP$	$v(a)$	WL	$v(a) \times WZ$
					Rank	PM Weight			Policy Weight	
Environment	Sustainability	Continuous service delivery without adverse environmental impact	Appearance and surrounding cleanliness	PM1	0.5	0.5	0.35	0.7	0.105	0.074
			harmony with exterior and surrounding landscape	PM2	0.7	0.5	0.35			
Economic	efficient maintenance	Efficient maintenance for painting performance	Difference between demand performance and current performance	PM3	0.5	0.4	0.20	0.7	0.507	0.355
			Additional measures to improve the performance of members with a history of repair	PM4	0.5	0.6	0.42			
Quality	Degraded performance	Appropriateness of the basic function of painting	Rust area of painting	PM5	1	0.48	0.48	1	0.257	0.257
			Blistering area of painting	PM6	1	0.27	0.27			
			Crack Area of painting	PM7	1	0.16	0.16			
			Blushing area of painting	PM8	1	0.09	0.09			
society/culture	User service	Kind response to service needs	Safe inspection/diagnosis is possible	PM9	0.7	0.7	0.49	0.7	0.131	0.092
	Minimizing civil complaints	Minimize the occurrence of civil complaints	Degree of civil service occurrence	PM10	0.7	0.3	0.21			
LoS(b)										0.778

Table 5. Calculating the Priority of Maintenance

PM	Cost (won/Randomly)	LoS(b)-LoS(a)	B/C Ratio	Priority
PM 1	1,000,000	0.1	1	4
PM 2	-	-	-	-
PM 3	1,000,000	0.08	0.8	5
PM 4	1,000,000	0.12	1.2	3
PM 5	1,000,000	0.34	3.38	1
PM 6	1,000,000	0.24	2.45	2
PM 7	1,000,000	0.28	0.79	6
PM 8	1,000,000	0.04	0.44	7
PM 9	-	-	-	-
PM 10	-	-	-	-

가치를 평가하여 향후 보수 후의 자산가치 증대를 예측할 수 있다. 자산가치 평가결과는 다음 Table 6과 같이 산정되었으며, 현재 시점과 목표 시점의 자산가치 평가를 통해 보수 후의 자산가치와 보수 이전의 자산가치를 비교하여 목표 서비스 성능의 도달 수준을 확인할 수 있다.

Table 6. Calculation of Asset Value

Value/Life	Cost	Note
Value at the date of Appraisal	29,442	Asset Value from Ten Years of Use
Replacement cost	50,000	Re-painting cost
Remaining Value	12,000	Depreciation in proportion to the life of painting
Useful Life	18	Painting life of a thermal power plant
Modified Useful Life	18	Life on repainting
Remaining Useful Life	8	(Life expectancy 18 years - service life 10 years)
Number of Use Year	10	Assume for 10 Years of Use

5. 결론

본 연구는 국내 공공시설물의 단순 안전진단 및 평가에 기반한 유지관리 방식에서 성능 중심의 자산관리 체계로의 전환을 하기 위한 자산관리 모델을 제시하였다. 공공시설의 경우 안전진단의 등급에 따라 보수 보강방법이 결정되지만, 주변 환경, 미관 등에 의해서 보수 보강이 결정되는 사례도 많이 있다. 또한, 구조물의 등급 저하가 이루어진 후 보강을 하기보다는 목표로 하는 성능을

정한 후 선제적이고 예방적인 유지관리를 할 수 있는 평가체계를 구축하여 제시하였다.

본 연구에서는 전통적인 자산관리 체계와 국내의 유지관리 관련 법과 연계하여 그 절차를 준수하면서 성능평가를 시행할 수 있도록 모델을 수정 제시하였으며, 시설물의 정보를 통합하는 방법으로 WBS를 활용하는 방법을 제안하여 기존 모델과의 차별화를 이루었다. 시설물의 실질적인 성능을 평가하는 방법으로 성능척도의 선정이 매우 중요하다. 본 연구에서는 기존의 유지관리에서 구조적 안전성 평가 위주의 평가요소에서 실질적인 성능평가를 하기 위해 환경, 민원, 품질, 경제성 등을 종합평가하기 위한 성능척도 인자를 제시하였다. 성능척도는 품질 적인 측면에서는 시설물의 구조별로 그 특성을 평가하기 위한 기존 품질기준을 사용하도록 하고, 환경, 경제 사회 부분은 본 모델에서 제안하는 항목을 사용할 수 있도록 하였다. 자산관리의 가장 중요한 요소인 서비스 수준 평가는 유지관리의 목표전략의 서비스 수준과 평가 시점의 서비스 수준을 평가하는 방법으로 이원화하여 시설물의 서비스 수준과 유지관리전략의 적절성을 평가할 수 있도록 제안하였고, 평가항목의 가중치 산정은 AHP 방법을 도입하였다.

본 연구에서는 본 모델의 적정성을 평가하기 위해 발전시설물의 터빈 보일러실의 도막 공사에 대해서 사례평가를 하여 본 모델의 적용 가능성을 평가하였다. 본 연구는 자산관리를 위한 전산시스템 구축의 기본 연구자료로 활용되게 된다.

감사의 글

본 연구는 경남과학기술대학교 교원연구활성화 지원사업(2020) 결과의 일부임.

본 논문은 2020 CONVENTION 논문을 수정·보완하여 작성되었습니다.

References

- Chae, M. J., Lee, G., Kim, J. R. and Cho, M. Y. (2009). "Analysis of domestic and international infrastructure asset management practices and improvement strategy." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KJCEM, Vol. 10, No. 2, pp. 55-64 (In Korean).
- Federal Highway Administration (FHWA) (1999). *Asset management primer*, Federal Highway Administration.
- Kim, I. T., Lee, S. Y., An, J. H. and Kim, C. H. (2020). "Development of an economic evaluation model for coating system based on environmental conditions of power generation structure." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, KSCE, Vol. 40, No. 1, pp. 77-85 (In Korean).
- Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT) (2012). *Korea total asset management-40 (2012)*, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (In Korean).
- Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT) (2017). *Development of Korea total asset management-40 information systems for social infrastructure (IV)*, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (In Korean).
- Park, S. H., Kwon, T. H., Kim, J. M. and Lee, S. H. (2016). "A framework for a domestic infrastructure asset management manual." *Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea*, The Computational Structural Engineering Institute of Korea, Vol. 29, No. 4, pp. 327-334 (In Korean).