

자산관리기법의 교량시설물의 적용에 있어 성능평가지표의 정의 및 역할에 대한 기초연구

Introduction to Definition and Basic Role of Performance Measure in Asset Management for Bridge Management

박철우*, 박경훈**, 황윤국***, 공정식****, 임종권*****, 민대홍*****
Park, Cheolwoo, Park, Kyung-Hoon, Hwang, Yoon-Koog, Lee, Sang-Yoon, Kong, Jung-Sik, Min, Dae-Hong

요 약

공공시설물 중 교량은 열악한 환경에 노출되는 특성과 자연재해 및 물동량의 증대와 운송수단의 대형화로 인해 교통량 및 통행하중의 지속적인 증가 등을 통하여 열화가 점차 진행되게 된다. 교량의 파손으로 인한 보수보강 및 교체에 따른 교통통제, 극단적인 경우 갑작스런 붕괴 등이 발생할 경우 사회경제적으로 커다란 손실뿐만 아니라, 다른 도로 시설물과는 달리 인명사상의 피해를 직접적으로 유발할 수 있기 때문에 일정 수준 이상의 성능을 반드시 유지하여야 한다. 따라서 지속적으로 증가할 것으로 예상되는 교량의 유지관리비용의 증가와 적절한 수준의 유지관리 목표를 달성하기 위한 예산의 효율적인 분배 및 최적화를 위하여 이를 통하여 교량의 성능향상 및 사용성을 증대시키기 위하여 자산관리 기법의 도입이 절실히 필요한 실정이다. 자산관리기법의 도입에 있어 교량의 성능을 파악하기 위한 성능평가지수 (Performance measure)를 활용하는데, 이 연구에서는 이러한 성능지수에 대하여 그 기초적 정의 및 역할을 기술하고자 한다.

키워드: 교량유지관리, 자산관리, 성능평가, 성능지표(Performance measure)

1. 서 론

교량을 포함하는 모든 토목/건축 구조물의 유지관리방안의 최종목표는 관리대상의 구조물이 최초 설계 시 예상 하였던 공용수명 또는 그 이상의 수명기간 동안 최소의 비용으로 최적의 상태를 유지하게 할 수 있도록 하는데 그 초점이 맞추어져 왔다. 현재 국내에서는 국가주요기반시설인 교량을 좀 더 과학적이고 체계적인 방법으로 유지관리하기 위하여 '96년부터 교량관리시스템(BMS)을 구축하여 사업대상교량 선정 등에 활용하고 있다. BMS는 2003년에

도로관리통합시스템(HMS)에 통합되어 운영되었고, 2005년부터는 건설CALIS의 시설물유지관리시스템으로 흡수되어 운영 중이다. 공공시설물 중 교량은 하천, 계곡, 해상 등 가설되는 위치의 특성 상 열악한 환경에 놓이게 되는 경우가 많으며, 태풍, 홍수, 지진과 같은 자연재해뿐만 아니라 물동량의 증대와 운송수단의 대형화로 인해 교통량 및 통행하중의 지속적인 증가를 겪게 된다. 교량의 파손으로 인한 보수보강 및 교체에 따른 교통통제, 극단적인 경우 갑작스런 붕괴 등이 발생할 경우 사회경제적으로 커다란 손실뿐만 아니라, 다른 도로시설물과는 달리 인명사상의 피해를 직접적으로 유발할 수 있기 때문에 일정 수준 이상의 성능을 반드시 유지하여야 한다. 최근 미국 미시시피 주의 교량 붕괴 사고는 구조적 안전성의 정확한 판단뿐만 아니라 자산관리 개념에서 시의적절한 보수보강 또는 교체 예산의 수립 및 투입의 중요성을 다시 한 번 일깨워 주고 있다⁽¹⁾.

우리나라의 경우 시설물의 재고는 약 1,800조원에 달하고 있으며, 신규건설투자는 2007년에 들어 약 85조원 정도가 되는 것으로 추정된다. 이러한 시설물 재고에 대한 유지관리 수요는 2000년대에 들어 신규건설투자 대비 25%를 상회하여 연평균 약 20-23조원의 투자가 이루어 질 것으로 전망된다. 외국의 경우에서와 같이, 유지관리 수요는 시설물재고에 대하여 약 1%를 적용한다면, 당해연도의 총 건설

* 일반회원, 강원대학교 건설공학부 토목공학전공 조교수, 공학박사, tigerpark@kangwon.ac.kr
** 일반회원, 한국건설기술연구원 복합구조연구실, 연구원, 공학박사, paul@kict.re.kr
*** 일반회원, 한국건설기술연구원 복합구조연구실, 책임연구원 실장, 공학박사, ykhwang@kict.re.kr
**** 일반회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 부교수, 공학박사, jskong@korea.ac.kr
***** 일반회원, (주)아이엠기술단 사장, 공학박사, iklim54@korea.com
***** (주)다음기술단 사장, 공학박사, dh_min@hotmail.com

본 연구는 한국건설기술연구원의 공공시설물 자산관리체계 개발 (KTAM-40) 연구관의 연구비 지원에 의한 연구의 일부임.

투자액에 대비하여 추산할 경우 1,800조원에 대한 유비관리는 약 18조원으로서 이는 2007년의 신규건설 투자 85조원의 약 21%이다. (표 1 참조)⁽²⁾. 하지만, 국내의 시설물자산 가치 대비 유지관리 투자는 외국의 1%의 약 1/3수준으로서 이는 신규건설의 약 8%정도이다. 이는 일본(21.7%)의 약 37%에 불과하다. 이러한 예산수준은 시설물을 시설물 안전관리에 관한 특별법 등에 준하는 수준의 유지관리를 수행하기에 부족한 실정이며, 따라서 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상되는 유지관리비용에 대하여 예산의 증가 등의 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.

표 1. 시설물 유지관리 수요전망
(단위: 10억원, 1995년 불변가격기준)

년 도	2005	2006	2007
건설투자수요(A)	81,196	84,176	84,983
유지관리수요(B)	21,783	22,462	23,173
비중(B/A)	26.8%	26.7%	27.3%

현재 국내에서는 도로, 포장, 교량 등의 개별 공공시설물에 대한 관리 및 유지보수를 위한 시스템이 개발되거나 도입되어 운영되고 있으나, 이러한 각각의 개별 시스템은 서로 다른 하드웨어와 소프트웨어의 구성체제로 상호 호환성이 적고 따라서 최종 정책결정자나, 국가예산의 수립에 있어 이들을 활용하기가 용이롭지 못한 것이 사실이다. 따라서 여러 가지 국가기반시설 중 중요한 기능을 담당하는 교량을 장기적인 관점에서 효율적으로 유지 관리할 수 있는 합리적이고 공학적인 의사 결정시스템이 필요하다. 이에 교량 등의 시설물에 대하여 자산의 개념으로 의사결정시스템에 활용하고 제한된 예산범위에서 시설물들을 최대한 효과적으로 관리하고자 하는 기법이 필요하다. 선진국에서는 사회기반시설을 자산의 가치로 평가하여 관리하는 기법을 도입하고 있는 추세이다. 미국의 경우, 정부회계위원회(GASB: Government Accounting Standards Board)의 기준서 34(Statement 34)에서는 사회기반시설물 자산을 자본 가치화하여 이를 정부회계기준 연간 재무제표의 보고를 요구하게 되었다. 국내에서도 교량을 포함하는 사회기반시설의 유지관리에 있어 자산관리기법의 도입을 위하여 최근 적극적인 시도를 하고 있다. 한국건설기술연구에서는 공공시설물 자산관리 체계를 도로기반시설물에 적용하기 위하여 그 체계를 개발하는 연구를 현재 수행 중에 있다.

이 논문에서는 기반시설물 중, 교량의 성능 및 사용성의 증대를 위하여 자산관리 기법을 도입하는데 있어 기초적으로 필요한 연구 내용 중 교량의 성능을 평가하기 위한 지표에 대하여 소개하고자 한다.

2 시설물 자산관리 (Infrastructure Asset Management) 기법

사회기반시설에 대하여 포괄적인 의미로서의 자산관리는 '교통 기반 시설을 관리하기 위한 전략적 접근'으로 표현할 수 있다. 또한, 사회기반시설의 관리 주체는 많은 종류의 도로, 교량, 그리고 관련 부속물 등의 사회적 자산(assets)들을 관리하지만, 이 연구에서 정의하는 자산은 기반시설 중, 교량으로 한정하여 사용하고자 한다. 자산관리의 내용 중 가장 핵심적인 사항은 각 시설물 즉, 교량의 성능에 기초한 접근으로써 이러한 접근 방법을 통하여 교량이라는 기반시설을 관리하기 위하여 가용한 자원(resource)을 어디에 어떻게 최대한 효율적으로 사용할 지를 결정하는 일이다. 여기서 자원이란 기반시설의 유지관리에 투입되는 자원으로 정의될 수 있다. 즉, 인적자원, 재정자원 공유할 수 있는 자료, 기기류, 및 재료 등을 포괄적으로 포함한다^{(3),(4)}. 또한, 국가예산의 투자나 분배결정에 있어 국민의 의지가 많이 반영되고 있고 국가적으로 사용가능한 예산의 범위가 축소되고 있는 현재의 상황을 고려할 때 이러한 자산관리 기법의 도입은 아주 중요하다고 판단된다. 이러한 자산관리 기법의 핵심은 다음의 그림 1에서와 같이 설명될 수 있으며 성능지표(Performance measure)의 이러한 교량 자산관리 체계의 각 단계에 있어 중요한 역할을 담당하게 된다.

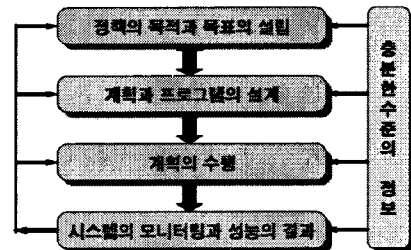


그림 1. 예산의 분배 및 활용에 있어서의 자산관리

3. 교량 자산관리를 위한 성능지표 (Performance Measure)

교량을 포함하는 사회기반 자산관리에 있어 성능평가란 가장 중요한 기본 초석이 되는 항목으로서, 그림 2에서는 예산의 배분과 이의 수행에 있어 성능지표와 성능목표가 여러 단계에 걸쳐 중요하게 작용하는 요소임을 보여주고 있다. 따라서 성능평가의 역할을 다음과 같이 간단히 정리할 수 있다.

- 사용자의 기대 수준과 현실적으로 자본의 한계를 반영하는 정책 목표의 실질적인 표현 수단
- 예산사용의 계획, 수행 과업의 우선순위, 예산 분배에 있어 Tradeoff 분석 그리고 과업 수행으로 인한 영향력의 순위 등을 평가하는 기본틀(framework)의 제공
- 정책 수립과 목표의 설정에 관여하는 의사결정자들에게 투입된 예산의 사용 효율성에 대한 피드백 제공

- 공용연한의 증가에 따른 교량 시설물의 성능에 대한 지속적인 점검을 위한 기초의 제공.

하고, 투자된 비용에 대하여 그 생산물(output)과 결과물(outcome)의 조합을 반영하여야 한다.

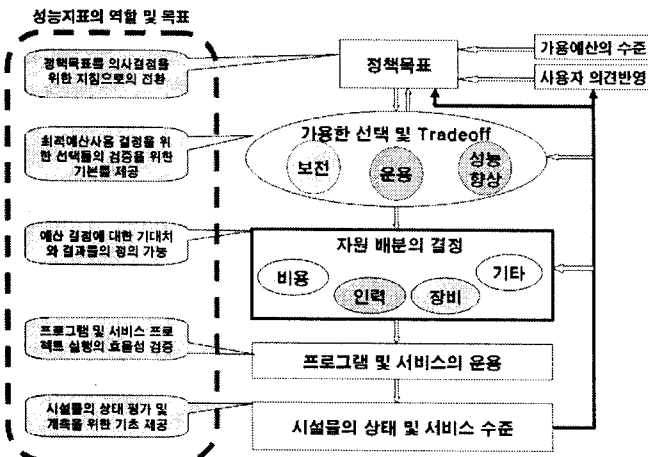


그림 2. 성능지표의 역할 및 목표

- 가용한 선택의 분석과 Tradeoffs (Analysis of Options and Tradeoffs)

자산관리는 관리주체가 사용할 수 있는 여러 가지의 문제 해결방법 및 프로그램 중에서 선택 가능한 사항들과 이들의 tradeoff 분석을 중요하게 고려하여야 한다. 따라서 성능평가는 다양한 선택과 가능한 방법들에 대하여 그 기대효과들을 충분히 고려하여야 하며, 관리주체가 관여하는 요소들과 그렇지 않은 요소들에 대하여 그 기대효과들의 연관성을 고려하여야 하며, 예비 실험(scenario testing) 또는 "what-if" 분석을 할 수 있어야하며, 예상하지 못하였던 비용투자, 자금, 그리고 예산의 변화에 따른 기대효과들의 변화에 대하여 명확한 표현이 가능하여야 하며, 그리고 프로젝트 수준의 결과물(outcome)을 프로그램 수준에 활용할 수 있어야 한다.

이러한 자산관리 기법의 활용은 각각의 대상 구조물의 성능을 평가하여 이로부터 얻어지는 자료를 활용하여 최종적인 의사결정에 사용하는 것이다. 이러한 성능평가(performance measure)를 프레임웍에서는 다음의 세 가지 요소를 반드시 고려하여야한다.

- 양질의 정보에 기초한 의사결정 (Decisions Based on Good Information)

자산관리는 "양질의 정보 (Quality information)"에 대한 의존성이 크다. 따라서 성능평가는 관리주체의 일상적인 업무 절차(유지관리시스템 또는 다른 해석방법 등)의 일부가 되어야하며, 가능한 정량적 성능평가 방법을 통하여 현실적인 상황을 잘 반영하는 정보의 수집이 가능하여야 한다.

- 필요한 성능평가 요소의 결정
- 성능평가 결과를 수직/수평적 관리주체기관끼리 공유할 수 있도록 융합
- 추구하고자하는 목적의 수준의 결정

- 피드백 (Feedback)

자산관리는 성능평가기법과 연관된 피드백 기능을 수반한다. 따라서 성능평가는 관리주체가 주어진 문제를 명확하게 분석하고 그 해결책을 제시할 수 있도록 도와주는 정보를 제공하여야 하며, 지속적으로 경제적인 방법으로 성능평가의 효율이 검증될 수 있어야 하며, 교량시스템의 운용과 관리를 다루는 성능평가를 위해서는, 실시간으로 유용한 피드백을 제공하여야 한다.

자산관리를 위한 적절한 성능지표기법을 결정하기 위해서는 각각의 성능지표 기법이 어떠한 특성과 특색을 가져야 하는가에 대하여 정의할 수 있는 기준과 지침이 필요하다. 성능지표 기법의 결정을 위한 기준 (Criteria for performance measure identification)은 5가지로 구분하여 설명할 수 있으며 그 내용은 다음과 같다.

4. 교량자산관리를 위한 성능지표의 정량화를 통한 활용 방법

- 정책결정과의 연관성 (Policy Driven)

자산관리는 정책적으로 결정되는 성격이 강하며 장기적인 계획의 수립절차 및 현실적인 예산의 한계 등에 그 영향을 받는다. 따라서 성능평가는 정책의 목적과 긴밀한 연관성을 가져야 하며, 전체 교량시스템에 대한 유용한 정보를 전달할 수 있어야 한다.

현재 국내의 교량에 대하여 자산관리 기법을 도입을 위한 구체적인 방안은 성립되어 있지 않지만, 미국 TRB (Transportation Research Board)의 NCHRP Report 551⁽³⁾에서는 현재 미국의 도로교통국 등의 교량시설 관리 주체에서 사용하는 자산관리를 위한 약 200여개의 성능지표 (Performance Measure)를 다음의 항목으로 구분하여 제시하고 있다.

- 성능에 기초한 전략적 기초의 유지 (Performance based-Strategic Perspective)

자산관리는 성능, 비용투자 그리고 이에 대한 기대효과에 대하여 장기적인 시각을 가질 것을 요구한다. 따라서 성능평가는 미래의 상황을 예측할 수 있어야 하며, 기술적인 부분뿐만 아니라 경제적인 부분에 대하여도 연관성을 가져야

- 교량 자산의 보전 (Preservation)
- 이동성과 접근성 (Mobility and Accessibility)
- 운영과 유지관리 (Operations and Maintenance)
- 안전성 (Safety)
- 경제적인 효과 (Economic Development)
- 환경적 영향 (Environmental Impact)
- 사회적 영향 (Social Impact)
- 보안성 (Security)
- 정책의 수행 (Delivery)

의 생애주기관리 체계 수립 기획연구 보고서, 한국건설기술연구원, 2007.

2. 한국시설안전기술공단, 생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리 시스템 개발 (II), 2004.
3. TRB, NCHRP Report 551, Performance Measures and Targets for Transportation Asset Management, Transportation Research Board, 2006.
4. FHWA, Transportation Performance Measures in Australia, Canada, Japan and New Zealand, FHWA International Technology Scanning Program, Federal Highway Administration, 2004.

5. 결론 및 향후 연구방향

이 연구를 통하여 살펴 본 바와 같이 현재 미국을 비롯한 여러 기술선진국에서는 이미 교량 등의 사회기반시설물의 효율적인 유지관리를 위하여 자산관리 개념을 도입하여 시설물의 효율적인 유지관리 및 예산의 분배, 정책의 결정 등에 적용하여 사용하고 있는 실정이다. 하지만 국내에서는 아직 이러한 개념의 도입이 현재 기초적인 단계이므로 외국의 개념 및 기법의 지속적이고 정밀한 분석을 통하여 국내의 여건 및 실정에 부합하는 자산관리기법의 도출이 절실히 필요하다. 하지만, 외국의 평가지표를 살펴본 결과, 교량구조물이 기타 도로시설물과는 차별성을 가지는 안전성의 심각성을 크게 고려하는 경우가 거의 없는 것으로 판명되었다. 한국의 성수대교 및 2007년에 발생한 미국 미네소타 주의 I-35 고속도로 교량 붕괴 사건 등과 같이 교량구조물의 안전은 일반 도로시설물의 안전이 미치는 영향력과는 비교할 수 없는 특수성을 지니고 있다. 향후 한국의 교량시설물의 자산관리는 교량이라는 구조물의 안전성을 고려하고 이의 최적 유지관리 및 예산의 사용을 위한 방향을 나아가야 할 것이다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, 최고가치에 기초한 사회기반구조물

Abstract

Bridges are exposed to very severe environment and experience, as service life increased, elevated traffic load and traffic flow, in addition to natural disasters. In comparing to other road structures, bridges may cause more significant damage, such as human-involved accidents, to the society in the event of collapse. A certain level of service shall be necessarily secured to assure the minimum safety of users. The cost for manage and preserve bridges will increase gradually and more restrictions will be loaded to efficiently distribute the limited resources, such as monetary budget and human resource etc. In order to enhance performance and serviceability of bridges with the limited resource, asset management technique has been applied into the bridge management system, which capitalizes the road infrastructures including bridges and assess them in accordance with the government finance report. In the application of asset management, there must be a tool for assess the performance of bridges and this study introduces the basic information on the definition and role of performance measures for asset management for bridges.

Keywords : bridges management, asset management, assessment of bridge performance, performance measure