

# 교량 자산관리를 위한 가치평가방법 및 체계수립에 관한 연구

## A Study on Asset Valuation Method for Bridge Asset management

이 민 재\*      박 경 훈\*\*      박 철 우\*\*\*      선 종 완\*\*\*\*      이 동 열\*\*\*\*\*  
Lee,Min-Jae      Park,Kyung-Hoon      Park,Cheol-Woo      Sun,Jong-Wan      Lee,Dong-Youl

### 요 약

효율적인 교량의 유지관리를 위해서는 우선순위를 고려한 유지보수비용 예측과 전략적인 예산배분이 가능한 자산관리시스템의 구축이 필요하다. 본 연구는 이를 돕기 위한 교량의 자산가치 평가방법 연구를 통해 국내 실정에 적합한 실효성 있는 자산가치 평가방법의 제안을 주목적으로 하였다. 우선 국내외 교량시설물의 자산가치 평가 적용사례를 조사하여 그 장단점을 파악하고 국내 실정에 적합한 교량자산가치 평가 방법을 고찰하였다. 이를 바탕으로 취득원가에 의한 자산가치 평가방법과 대체원가를 활용한 가치평가 방법을 제안하고 교량의 가치평가를 위한 모델을 정립하였다. 또한 제안된 두 가지 자산가치 평가방법을 활용하여 국내에서 공용중인 교량의 가치평가를 수행하였다. 회계적 목적의 자산가치 평가 지원을 위해서는 초기건설비용에 근거한 취득원가를 고려한 자산가치 평가방법이 바람직한 것으로 분석되었으며, 유지관리 의사결정의 목적을 위해서는 보다 다양한 의사결정 인자의 고려가 가능한 감가상각 후 대체원가방법을 활용하는 것이 적합한 것으로 분석되었다.

**키워드 :** 자산관리, 사회기반시설물, 교량, 자산평가, 유지관리

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 필요성

도로시설물의 효율적인 사용과 유지관리를 위한 자산관리기법의 도입은 그동안 시설물의 노후화가 많이 진행된 서구에서 많이 활용되었으나 국내에서도 그에 대한 필요성을 인식하고 다양한 연구가 진행되고 있다(한국건설기술연구원 2009). 도로시설물의 효율적인 관리를 위해서는 기술적인 정보와 함께 전략적인 예산분배 등을 포함하는 자산관리시스템의 구축이 필요하다. 이를 통하여 시설물의 최적화된 상태와 서비스 성능을 유지하면서 최소의 유지관리 비용을 우선순위에 따라 효율적으로 배정하는 최적화된 의사결정을 지원하게 되며, 이때 자산의 현재 상태 및 미래 가치 예측 결과 등의 자산가치 정보는 관리자의 의사결정을 위한 매우 중요한 기본정보로 활용될 수 있다.

자산가치 평가는 공학적, 회계학적, 그리고 사회학적인 방법을 활용하여 자산가치를 부여하는 과정이다. 일반적으로 자산가치 평가는 유지관리 과정에서 필요한 의사결정과 적절한 비용의 책정 및 재무관리 계획 그리고 다시 자본화되는 비율 등을 파악하는데 필수적이며, 사회기반시설을 관리하는데 있어 자산을 올바르게 인식하기 위한 지표가 될 수 있다.

현재까지 국내의 사회기반시설물에 대한 자산가치 평가는 대부분 시설물의 건설원가와 투입된 유지관리비에 의한 회계적인 근거에 의하여 평가되고 있다. 그러나 선진국에서는 최근 시설물의 유지관리 효율성에 대한 판단과 이에 대한 의사결정을 내리는데 도움을 줄 수 있는 자산관리적 관점에서의 가치평가에 대한 인식이 고조되고 있으며, 이를 구체화하는 연구가 활발히 진행 중이다(채명진 외 2009). 특히 미국의 경우 미국도로교통공무원협회(American Association of State Highway and

\* 중신회원, 충남대학교 공과대학 토목공학과 부교수(주저자), 공학박사, lmjcm@cnu.ac.kr

\*\* 일반회원, 한국건설기술연구원 기반시설연구본부 구조교량연구실 수석연구원, 공학박사, paul@kict.re.kr

\*\*\* 일반회원, 강원대학교 건설공학부 토목공학과 조교수(교신저자), 공학박사, tigerpark@kangwon.ac.kr

\*\*\*\* 일반회원, 한국건설기술연구원 기반시설연구본부 구조교량연구실 연구원, 공학박사, jwsun@kict.re.kr

\*\*\*\*\* 일반회원, 충남대학교 공과대학 토목공학과 박사과정, dylee@cnu.ac.kr

Transportation Officials: AASHTO)와 미국 연방도로청(Federal Highway Administration: FHWA)를 중심으로 도로 시설물의 자산관리에 대한 중장기적인 계획을 수립하는 한편 각 주의 도로국(Department of Transportation: DOT)에서도 도로 시설물에 대한 합리적인 자산관리를 통한 자산의 가치를 극대화하는 방향으로 정책과 연구를 수행하고 있다(TRB 2009).

본 연구에서는 교량의 효율적인 유지관리를 위한 전략적인 의사결정을 도울 수 있는 교량의 자산가치 평가방법을 연구하고, 국내 실정에 적합한 실효성 있는 자산가치 평가방법을 제안하는 것을 주목적으로 한다. 아울러 제시된 평가방법을 활용해 국내에서 공용 중인 교량의 자산가치 평가를 시행하고 그에 따른 분석을 통해 적용 및 개선방안을 제안하려 한다.

이를 통해 사회기반시설 자산의 가치를 화폐단위로 평가함으로써 자산의 상대적 중요도를 파악할 수 있으며 유지보수 비용 투입의 적정성과 가치향상 정도를 판단하는 기준을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 실제 교량의 합리적이고 정량적인 자산가치 평가를 위해 회계학적 측면과 공학적 측면의 접근을 고려한 가치평가 프로세스를 정립하고 이에 따르는 모델을 개발하는데 목적이 있다. 회계학적 측면에서의 가치평가 모델 및 절차는 건설원가와 감가상각을 고려한 가치평가 방법을 사용하고, 공학적 측면에서는 감가상각을 고려한 대체원가 산정을 통한 가치평가 방법을 사용하였다. 이러한 방법의 적용을 위해 현재 가치로 환산된 공사비의 변화 추이와 대체원가 및 감가상각비, 유지관리비 등의 비용을 산출하고, 이를 실제 공용중인 교량에 적용하여 그 활용성을 분석한다. 본 연구의 수행 방법을 정리하면 그림 1과 같다.

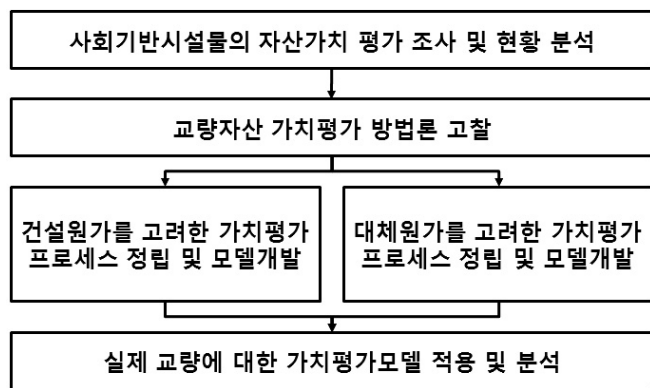


그림 1. 연구 수행 방법

본 연구의 범위는 사회기반시설물중 교량의 자산가치 평가방법에 국한하고 국내 교량관리에 적용 가능한 방법으로 연구 범

위를 정하고 있으며, 언급된 가치는 사회기반시설 자산의 회계적, 공학적 측면의 화폐가치를 의미하는 것으로 한정하며, 교량의 사회적 가치나 문화적 그리고 기타 무형의 가치를 논하는 것은 아니다.

## 2. 국내외 사회기반시설물 자산가치 평가 현황분석

사회기반시설의 가치는 회계보고, 성능저하와 감가상각 정도 측정, 유지관리 의사결정, 자산 중요도 측정, 감정을 통한 자산평가, 위험관리를 위한 보험료 산정, 민간 매각 또는 구매를 위한 가치평가, 세금부과를 위한 기준수립 등등 여러 가지 목적으로 활용될 수 있다(NAMS 2000).

현재까지 국내의 사회기반시설물에 대한 자산가치 평가는 대부분 시설물의 건설원가와 투입된 유지관리비에 의한 회계적 근거에 의하여 평가되고 있다. 최근 국내에서도 2009년부터 정부 주도로 사회기반시설물에 대한 자산가치평가 시행을 위해 그 전 단계로 사회기반시설물의 현황파악 및 자산가치 평가방법의 기초수립에 대한 업무가 수행되고 있으나, 아직까지 명확한 지침을 제공하지는 못하는 실정이다. 그에 비해 자산가치평가 분야의 선진국에서는 교량 자산의 가치평가는 기본적으로 국제회계법(International Financial Reporting Standards : IFRS)과 미국의 GASB34를 바탕으로 하고 있다. 자산가치를 평가하는 방법은 크게 두 가지 방법으로 나누어지는데, 취득원가에 바탕을 둔 역사적 장부가액(book value)의한 방법과 대체원가를 바탕으로 하는 상각후대체원가(Depreciated Replacement Costs: DRC) 방법으로 구분되는 것으로 조사되었다(한국시설안전공단 2005).

미국의 자산가치 평가방법은 정부회계위원회(Government Accounting Standards Board)의 정부회계기준서 제34호(GASB34)에 따라 사회기반시설물에 대한 회계학적 접근방법을 기반으로 하며, 대표적으로 감가상각방식(depreciation method)과 수정방식(modified method)을 자산가치평가에 이용한다(한국건설기술연구원 2009). 감가상각방식은 기존의 회계방식인 정액법을 사용하여 취득원가를 감가상각 함으로써 자산가치를 평가하는 방법이며, 수정방식은 자산에 대한 감가상각은 하지 않는 대신 유지비용과 보전비용을 비용화 하고 추가 및 개선비용만 자본화 하는 방식이다.

영국은 자산가치 평가방법으로 전통법(conventional method)과 갱신회계법(renewal accounting method), 수정갱신회계법을 제시하고 있다(한국건설기술연구원 2009). 그 중 전통법은 GASB 34의 감가방식과 동일한 개념에 기초하여 가로등, 교통관

리시스템, 토지 등에 적용하고 있으며, 갱신회계법의 경우 GASB 34의 수정방식과 동일한 전제조건을 가지나 별도의 감가비용 산출방식을 통해 도로, 구조물, 보도 및 자전거 도로에 적용하도록 규정되어 있다. 마지막으로 수정갱신회계법은 GASB 34의 수정방식과 동일한 개념이다.

뉴질랜드는 자산가치 평가방법으로 감가상각을 고려한 대체원가 산정방법을 사회기반시설물의 자산가치 평가방법으로 사용하고 있다. 이러한 가치평가는 중요 시설물의 경우 2~3년, 일반 시설물의 경우 5~10년 주기로 자산 가치의 재평가를 시행하여 이를 과거의 자산가치 평가 데이터에 추가적으로 갱신 작업을 수행하도록 하고 있다(IIMM 2000).

앞서 기술한 국외의 사회기반시설물 자산가치 평가방법을 정리하면 표 1과 같다.

표 1. 교량 자산가치 평가방법 정리

가치평가원리	가치평가방법	국가	특징	
취득원가	감가상각 미고려	수정방식	미국 유지/보전비용은 비용처리하고 추가/개선비용만 자본화(자산가치에 포함)	
		수정갱신회계법	영국	
	감가상각 고려	감가상각방식	미국	정액법을 사용 감가상각
		전통법	영국	
대체원가	감가상각 미고려	대체원가	뉴질랜드 자산의 대체/개축비용 산정	
		상각후대체원가(DRC)	뉴질랜드 자산의 대체/개축비용 산정후 감가상각	
	감가상각 고려	갱신회계법	영국	수정방식과 동일하나 별도의 감가상각 고려

역사적 취득원가에 근거한 장부가액방법은 회계적 목적의 재정적인 건전성을 파악하는데 매우 유용한 방법이다. 이 방법은 건설비용, 유지관리 및 개축에 관한 비용, 감가상각에 관련된 비용 등과 같은 회계학적 자료가 충실히 기록되어 있고 또한 타당하다면 이를 활용해 비교적 간단히 재무 건전성을 파악할 수 있다. 하지만 시설물의 시간이력에 관한 비용의 파악이 쉽지 않고 자산목록이 불완전한 상태가 대부분이기 때문에 장부가액방법을 통해 모든 시설물의 재무 상태를 파악하는 것은 어려움이 많다. 또한 재래적인 감가상각방법을 적용하는데 있어 다른 자본화된 자산보다도 기반시설물의 자산이 장수명이며, 보수보강에 의해 건설당시보다 예측했던 수명보다 긴 가용수명을 가지게 되는 경우가 많고, 잔존가치의 변화도 쉽게 파악되는 것이 아니기 때문에 시설물의 감가상각을 파악하는데 많은 어려움이 있다.

교량의 다른 가치평가방법으로는 대체원가에 의한 가치평가 방법이 있는데, 대체원가는 똑같은 조건의 새로운 시설을 건설하는 비용으로 정의되며, 계획 및 설계비용, 토공 및 구조물공사에 이르는 전 과정에 투입된 비용을 의미한다. 현시점에서의 시설물의 가치를 나타내기 위해 대체원가에서 구조물 수명에 근거

한 감가상각을 해주어야 하는데 감가상각방법에는 정액법, 정률법, 생산단위법 등이 사용될 수 있으며, 경우에 따라서는 이연된 유지관리비용을 감함으로써 감가상각비용을 대체할 수 있다. 이때 이연된 유지관리비용은 설계당시의 수준으로 시설물의 상태를 상향시키는데 필요한 비용으로 계산할 수 있다.

### 3. 교량자산 가치평가 체계 수립

교량의 가치평가를 위해 사용되고 있는 국내외의 다양한 방법들을 분석하여 취득원가 또는 대체원가를 고려한 가치평가방법을 국내 실정에 적합하도록 정의하였다.

#### 3.1 취득원가를 고려한 가치평가 프로세스모델

취득원가를 고려한 교량의 가치평가는 건설당시에 투입된 원가의 현재가치를 나타낼 수 있는 화폐시간가치측정법을 적용하여 비용의 시간적 가치를 고려하는 방법으로 지정된 이율에 대해 과거의 건설원가를 현재의 가치로 나타내는 것이다. 이를 이용하여, 건설 당시의 공사비와 유지관리비가 발생한 당해 연도의 비용을 구하고자 하는 해당 연도의 실질할인율을 적용하여 교량의 자산 가치를 현재의 화폐 가치로 환산할 수 있다. 하지만 이 방법의 단점은 과거와 현재의 기술의 변화에 따른 자산가치의 변화와 기술의 변화를 고려할 수 없으며 노후하고 오래되어 보수/보강 이력이 많은 교량일수록 현재가치와 실제가치는 다르게 평가될 수 있다. 그림 2는 취득원가를 고려한 교량자산 가치평가모델을 보여준다.

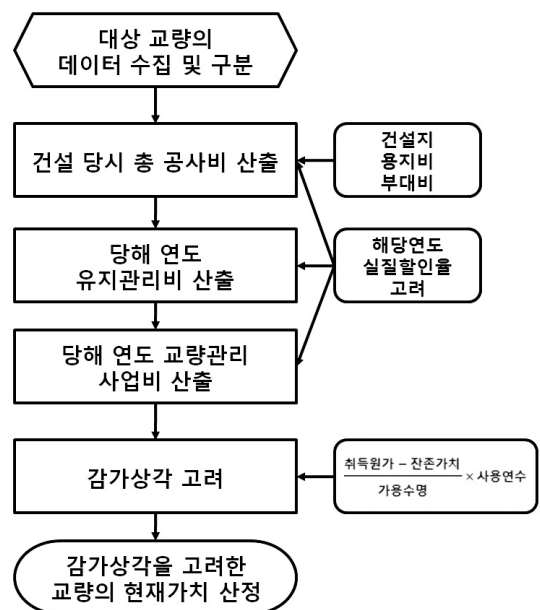


그림 2. 취득원가를 고려한 교량자산 가치평가 모델

건설당시의 총 공사비는 건설비와 용지비, 부대비를 포함한 비용이다. 바닥판, 주형, 교량받침, 신축이음장치, 하부구조 등 교량의 세부 구성요소별 유지관리조치에 따른 비용은 지출 관리 비용 분석 결과를 활용하여 측정할 수 있다. 유지보수비용의 경우 교량의 성능 개선이나 수명의 연장에 관계된 보수/보강비용을 위한 지출은 자산의 가치에 추가되지만 단순지출은 어떠한 가치로도 전환되지 않는다. 예를 들어 표지판보수, 일반도색의 경우는 교량구조물에 있어서 기능향상이 되지 않는 경우에 해당하므로 단순지출로서 간주한다. 또한, 일상적인 유지관리업무에 소요되는 비용은 장기적으로 어떠한 기능향상도 기대하기 어렵기 때문에 지출로서 간주한다.

감가상각은 시간의 경과나 환경적인 요인으로 인하여 자산의 가치가 감소하는 것을 말하며, 감가상각법에서 정액법은 자산의 가치는 시간의 경과에 따라 감소하며, 수선유지비 및 수익(유형 자산의 사용으로 인한 현금유입)은 주기적으로 균등하다는 가정하에 감가초가액(취득원가-잔존가액)을 사용연수 동안 균등하게 배분하는 방법이다. 정액법은 자산의 가치가 시간의 경과에 따라 일정한 금액만큼 감소한다는 것을 묵시적으로 가정하고 있기 때문에 매년 자산이 같은 비율로 사용될 때에는 이 방법을 사용하는 것이 합리적이다. 감가상각은 물리적 감가상각, 기능적 장애, 외부적인 장애를 모두 고려해서 감가상각을 고려하는 것이 이상적이지만 일반적으로 예측이 불가능한 기능적, 외부적인 감가상각은 고려하지 않는다.

실질할인율은 과거시점의 비용이 갖는 미래의 수익 또는 지출 비용에 대하여 동등한 시간가치를 갖도록 하는 중요한 요소이다. 현재 우리나라에서는 경제적 타당성 평가에 적용되는 할인율에 대한 명확한 기준이 없고 분석자에 따라 할인율의 적용이 다르다. 본 연구를 위해 기존의 연구(한국건설기술연구원, 2002)에서 사용한 실질할인율 4.5%를 적용하였고, 실제 적용에 있어서는 최근 국토해양부에서 발간된 “생애주기 비용 분석 및 평가요령(2008)”에 근거하여 적절하게 규정되어야 할 것이다.

최종적으로 교량의 자산가치 평가는 총공사비에 대한 실질할인율을 고려해 현재가치로 환산한 후 해당연도에 해당하는 유지관리비 및 교량관리사업비 또한 실질할인율을 고려해서 현재가치로 환산하여 가치에 반영하고, 아울러 감가상각액을 감해준다.

### 3.2 대체원가를 고려한 가치평가 프로세스모델

취득원가에 의해 재무적인 관점에서 교량의 자산가치를 평가하는 방법에 의해 도출된 교량의 가치는 교량의 건설에 필요한 비용과 유지관리에 사용되는 비용들의 산술적인 합을 통하여 자

산 가치를 평가해 왔다. 그러나 건설원가에 기초하여 산출된 교량자산의 가치는 시간의 흐름에 따른 교량자산의 실질적인 가치 평가가 어려운 경우가 있을 수 있는데, 예를 들어, 부실시공이 되어 계속적으로 유지관리 작업이 이루어지는 교량들의 자산가치가 높은 교량으로 판단되는 등, 실효성 있고 활용 가능한 가치평가로 수공하는 데에는 여러 가지 문제점들이 따를 수 있다. 이런 문제점을 해결할 수 있는 교량의 다른 가치평가방법으로는 대체원가에 의한 가치평가방법이 있다. 대체원가는 똑같은 조건의 새로운 시설을 건설하는 비용으로 정의되며, 계획 및 설계비용, 토공 및 구조물공사에 이르는 전 과정에 투입된 비용을 말한다.

감가상각을 고려한 대체원가(Depreciated Replacement Costs: DRC) 방법은 건설원가에 의한 교량자산 가치평가에서 발생하는 문제점들을 해결하는데 매우 효과적인 방법이다. DRC는 현재 완공되어 있는 가치평가 대상 교량의 기능을 그대로 유지하며 현재의 시공방법에 의해 재시공하는 것을 가정하여 이에 소요되는 현재 시점에서의 산출된 비용과 유지관리를 통해 해당 자산 수명의 증가와 사용 빈도에 의해 발생한 수명의 감소 등의 외적요인들을 고려한 수명과의 비를 통하여 매년 발생하는 교량의 자산가치 감소분만큼의 감가상각비를 감해 현재의 자산가치를 산출하는 방법이다. 즉, DRC는 재무적인 자산가치 평가 방법에 기반을 두고 공학적인 상태평가를 고려한 대체원가를 산출할 수 있는 합리적인 방법이며, 이를 산출하기 위한 과정은 그림 3의 프로세스를 따른다.

위 과정들을 통하여 도출된 데이터들을 기반으로 하여 식 (1)과 같이 교량자산의 현재가치를 구할 수 있다.

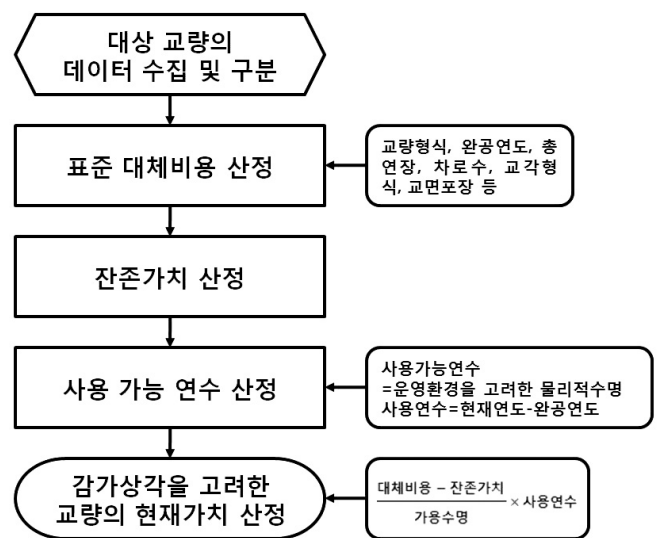


그림 3. 대체원가를 고려한 교량자산가치 평가모델

$$\text{현재가치} = (\text{대체비용} - \text{잔존가치}) \times \frac{\text{잔존가용연수}}{\text{사용가능연수}} \dots(1)$$

+ 잔존가치

위 식을 통해, 평가자는 현재의 교량 자산가치를 평가할 수 있으며, 또한 현재의 자산가치와 대체비용과의 차를 사용가능연수로 나누어 준다면 매년 교량가치 감소치를 계산할 수 있다. 아울러, 정확한 현재가치의 산정을 위해서는 도출된 현재의 교량 자산가치 수준에 적당한 사회적 가치를 더함으로써 교량의 실질적인 현재가치를 판단할 수 있을 것이다.

해당 교량의 구성요소의 현재 시점에서의 비용을 고려하여 교량 자산의 가치를 평가하는데 매우 유용하게 사용할 수 있다. 또한, 유지보수 및 보수보강작업들과 교량 사용량과 재하되는 외부 하중, 시간에 흐름에 따른 자산의 노후화를 고려한 교량의 사용 가능 수명 산정을 통해 공학적인 요인들을 고려한 감가상각이 가능하다는 특징을 지니고 있다. 그러나 대체원가 산출시 가치에 영향을 미치는 구성요소들의 단위비용이 정확하지 않을 경우 가치 산출 결과의 오차가 발생할 수 있다. 또한 수명 산정시 교량의 전반적인 실제 가용수명 산정이 필요하며 노후화에 의한 수명의 단축, 유지보수 작업들의 수명연장 영향 정도들에 대한 구체적인 데이터가 존재하지 않는다면 정확한 감가상각액을 파악하기 힘들다는 단점이 있다. 위에서 제시한 교량의 합리적인 자산가치 평가를 위한 프로세스를 정리하면 그림 4와 같다.

위에서 설명한 바와 같이 여러 관점에서 보면 취득원가에 의한 가치측정 보다는 대체원가에 의한 측정이 보다 현실성이 있을 수 있다. 또한 더욱 바람직한 것은 두 가지 정보를 동시에 제공하는 것일 수 있다. 따라서 교량자산을 단순히 완공에 소요되는 원가만으로 평가하는 것은 옳지 않으며, 자산의 투자가치, 사용가치, 잔존가치, 최대 가용수명, 공학적 속성, 기능적 진부화, 유지관리를 통한 자산가치의 증대 등을 총괄적으로 고려한 평가가 이루어져야한다. 따라서 교량의 자산가치 평가는 공학적, 회계학적, 그리고 사회학적인 방법을 활용하여 사회기반시설물에 자산가치를 부여하는 과정이라고 할 수 있으며, 자산가치 평가 모델을 이용한 자산의 가치평가는 관리자산의 가치를 올바르게 판단하기 위한 의사결정을 도와주는 중요한 도구가 된다. 그러므로 가치의 평가는 역사적 원가보다 대체원가에 의하는 것이 바람직하며 감가상각의 적용이 가능한 자산에는 이를 적용하는 것이 필요하다. 또한 건설 연수가 오래되지 않은 교량의 경우, 취득원가에 의한 가치를 같이 제공함으로써 관리자의 의사결정을 도울 수 있다.

### 4. 교량 자산가치의 평가 및 분석

제안된 교량자산 가치평가 모델의 실제 적용성을 분석하기 위하여 현재 공용중인 교량에 적용하는 사례연구를 실시하였다. 제안된 두 가지 가치평가 프로세스모델에 따라 철근콘크리트 슬래브교량(Reinforced Concrete Slab: RCS), 프리스트레스트 콘크리트 I형 교량(Pre-Stressed Concrete I-Girder: PSCI), 강상자형교량(Steel Box Girder: STB)등 세가지 형식의 교량에 적용하여 교량가치를 평가하였다.

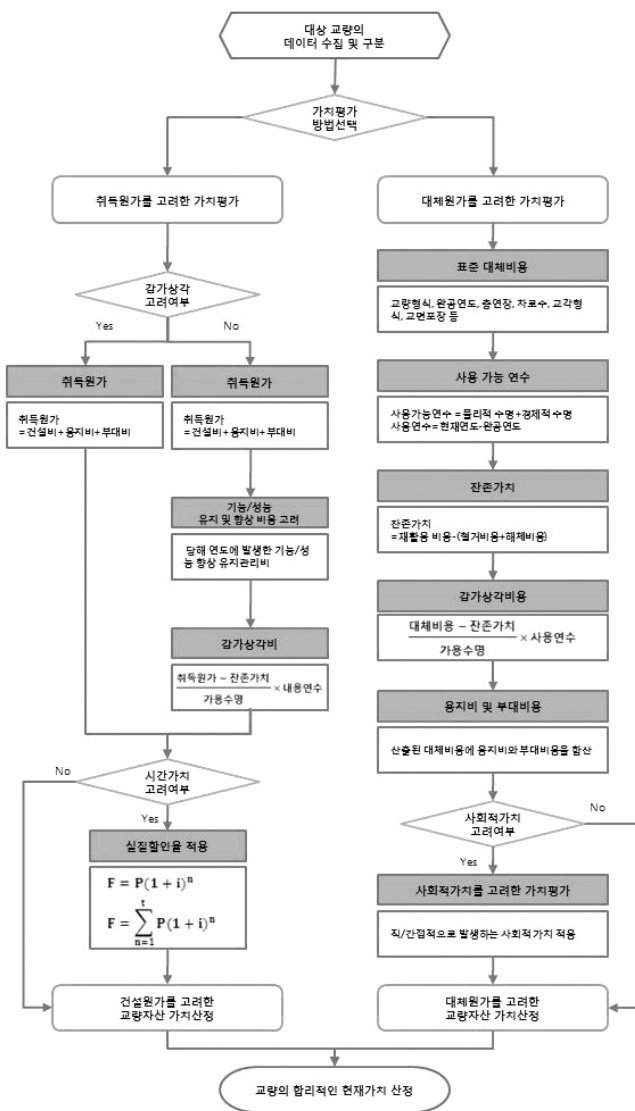


그림 4. 교량의 합리적인 자산가치 평가를 위한 프로세스

본 가치평가방법은 교량의 시공 년도가 오래되어 교량의 자산 가치에 대한 데이터가 존재하지 않거나 산정이 불가능한 경우

표 2. 분석대상 교량의 기본정보

(단위 : 백만원)

교량형식	교량명	완공연도	차로수	교량면적 (㎡)	기능/성능 유지항상 비용	초기 공사비
P S C I	P-01	2006	2	2,188	-	2,609
	P-02	2006	2	1,683	-	2,609
	P-03	2006	2	1,575	-	1,174
	P-04	2006	2	1,575	-	1,174
	P-05	2006	2	1,260	-	1,321
	P-06	2006	2	1,260	-	1,321
	P-07	2006	4	1,442	-	2,198
	P-08	2008	4	633	-	363
	P-09	2008	4	1,890	-	1,483
	P-10	2005	4	1,620	-	1,881
	P-11	2006	4	560	-	1,397
	P-12	2006	4	1,883	-	1,953
	P-13	2006	4	2,508	-	2,313
	P-14	2005	4	704	-	1,194
	P-15	1995	4	2,348	89	1,034
	P-16	1985	2	1,226	27	368
	P-17	2004	4	582	72	1,026
	P-18	2005	4	585	-	475
R C S	R-01	1998	2	550	15	1,087
	R-02	1999	2	600	18	1,782
	R-03	1998	2	550	15	972
	R-04	2006	4	560	-	534
	R-05	2006	4	945	-	1,702
	R-06	2006	4	802	-	1,105
	R-07	2005	2	572	-	533
	R-08	1998	4	1,247	61	698
	R-09	2004	4	378	-	778
S T B	S-01	2006	2	1,365	-	2,379
	S-02	2006	2	1,300	-	2,379
	S-03	2006	2	2,940	-	4,366
	S-04	2006	2	2,940	-	4,366
	S-05	2006	2	7,875	-	11,644
	S-06	2006	2	7,500	-	11,644
	S-07	2006	2	2,415	-	3,275
	S-08	2006	2	2,415	-	3,275
	S-09	2008	4	993	-	1,026
	S-10	2005	4	3,000	-	5,841
	S-11	2008	4	8,465	-	8,830
	S-12	1996	2	1,101	6	1,946
	S-13	1996	2	2,332	232	3,088

표 2의 대상교량에 대한 기본정보는 한국건설기술연구원에서 운영 중인 교량관리시스템에서 건설원가와 유지관리비용 자료가 있는 40개 교량의 데이터를 추출하였고, 이를 각각 취득원가와 대체원가를 고려하여 분석하였다. 이는 단순한 사례분석을 위하여 선정된 교량들로서 본 연구내용이 실제 대상교량의 공식적인 가치평가 결과로 제시된 것은 아니다.

### 4.1 취득원가를 고려한 교량자산가치 평가

먼저 총공사비는 교량의 초기건설에 들어간 총 공사비로 건설 당시의 건설비와 용지비 및 부대비를 합산한 비용이 된다. 다음으로 유지관리비용이 존재하는 교량의 경우 이를 활용하였으나 데이터가 없는 교량의 유지관리비용 산출을 위해 “고속도로 교량의 생애주기 비용분석 지침안(한국도로공사 2004)”을 참고하였다. 제시된 유지보수항목에 대한 단가 데이터는 2003년 기준 비용으로 2009년까지의 실질할인율을 적용하여 유지관리비용을 산출하였다. 유지관리조치는 보수, 보강 및 교체로 나누어지며 구성요소에는 주형(교량형식별), 바닥판(교량형식별), 교면포장(형식별-5종), 신축이음(형식별-15종) 및 하부구조(교각-5종, 교대, 벽체)가 있다. 본 연구에서는 교량의 형식(PSCI, RCS, STB)에 따른 교량정보를 입력하여 유지관리비용을 산출하였으며, 활용된 교량형식별 유지관리기준은 표 3과 같다.

표 3. 교량형식별 유지관리 항목, 주기, 비용

구성항목		구분	최초 주기(년)	주기(년)	비율(%)	단가(천원)
교면포장 (㎡)	기존 아스콘 포장	보수	3	2	33.4	4,926
	재포장		6	6	100	350.1
바닥판(㎡)	보수	PSCI	18	15	21	195,626
		RCS	16	13	21	195,626
		STB	18	13	21	116,37
	보강	PSCI	25	23	22.3	324,739
		RCS	22	18	22.3	324,739
		STB	22	21	22.3	439,461
주형(㎡)	보수	PSCI	10	8	18.4	161,803
		RCS	-	-	-	161,803
		STB	-	-	-	-
	보강	PSCI	19	11	21.6	450,583
		RCS	-	-	-	450,582
		STB	20	12	19.8	418,619
도장	보수	STB	10	7	19.1	64.32
	재도장		15	15	100	151,889
신축이음(㎡)	보수		4	4	20.2	518,677
	교체		9	9	100	Y=15x+1074,663
하부구조(교대, ㎡)	보수		12	8	28.6	234,641
	보강		23	20	20.6	234,641
하부구조(교각, ㎡)	보수		12	8	24.4	227,726
	보강		23	20	20.6	227,726

마지막으로 감가상각비용은 정액법을 기초로 하여 산출하였다. 이는 건설당시의 원가에서 가용수명까지 자산의 가치가 직선의 형태로 감소한다고 가정하고, 취득원가에서 기준년도까지의 감소분에 대한 비율(기율기)을 이용해 기준년도에서의 감가

상각액을 산출하는 방법이다. 감가상각액은 식 (2)를 이용하여 산출 할 수 있다.

$$D_k = \frac{(C_c - S_v)}{A} \times U_k \quad \dots(2)$$

여기서,  $D_k$ 는 년도의 감가상각 후 대체비용이며,  $C_c$ 는 취득원가,  $S_v$ 는 교량의 잔존가치,  $A$ 는 가용수명,  $U_k$ 는 사용연수를 나타낸다.

교량의 가용수명은 건설당시의 설계수명과 일치하지 아니며 공용기간중 유지보수보강에 의해 그 수명이 연장될 수 있으므로 실제적인 가용수명은 공학적 판단과 교량 상태에 따른 열화도와 같이 여러 상황분석에 의한 합리적인 판단이 필요하다. 본 연구에서는 분석대상 교량의 가용수명을 판단할 수 있는 공학적 데이터가 부족한 관계로 한국감정원에서 발행하는 “유형 고정자산 내용년수표(1999)”에서 제시하고 있는 기준과 “고속도로 교량의 생애주기비용 분석지침안(한국도로공사 2004)”의 교량 공용수명 기준을 참고하였으며, 사용한 교량의 가용수명은 사용연수를 초과하지 않는 범위 안에서 40년으로 가정하였다.

교량의 잔존가치는 교량이 가용수명(사용연수)을 다한 시점에서 가치를 의미하며, 본 연구에서 교량의 잔존가치는 “교량 LCC 분석기법(한국도로공사 2009)”의 교량 당 면적에 대한 비용인 61,000원/을 적용하여 잔존가치를 산출하였다.

## 4.2 대체원가를 고려한 교량자산가치 평가

교량의 대체원가는 자산가치 평가 대상 교량이 현재의 시점에서 재시공 되는 것을 가정하였을 경우 소요되는 건설원가를 의미한다.

표준대체비용을 산정하기 위해서는 대상 교량과 동일한 기능을 가지는 교량을 시공하기 위해 소요되는 자재비, 노무비, 경비를 합산하는 과정을 통하여 표준대체비용을 산정할 수 있다. 그러나 현재가치산정에 영향을 끼치는 여러 가지 요인을 고려한 대체원가 산정은 개별교량의 신축을 고려한 공사비 적산을 하여야 하므로 많은 시간과 노력이 필요하다. 본 연구에서는 표 4와 같은 한국도로공사 “교량건설 평균단가(2009)” 자료의 교량 단위면적당 단가에 분석 대상 교량의 면적을 고려하여 대체비용을 산출하였다.

표 4. 교량 건설 평균단가(도로공사, 2009)

교량형식	왕복2차로 (원/㎡)	왕복4차로 (원/㎡)
PSC-Beam	1,900,000	1,691,000
RCS	1,664,000	1,892,000
ST.Box	2,743,000	2,690,000

산출된 대체비용은 국내 교량 전체에 대한 평균적인 건설원가를 사용하여 산출하였기 때문에 개별 교량들이 내재하고 있는 특수성을 충분히 반영하지 못하며, 실제 완공 연도의 기술력과 현재의 기술력의 차이 등의 고려가 어렵기 때문에 실제 공사에 사용된 비용과 다소의 차이가 발생할 수 있다.

교량의 수명은 유지관리 및 보수보강 공사에 의해 가용수명이 증대될 수 있으므로 이를 고려하여 교량의 가용수명을 산정해야 한다. 그러나 분석대상 교량의 한정된 공학적 자료를 바탕으로 유지관리 노력을 통한 교량의 연장된 수명을 판단하는 것은 현실적으로 어려우므로 일반적으로 IIMM (Internation Infrastructure Management Manual)에서 상각후대체원가에 의한 가치평가 방법(DRC: Depreciated Replacement Cost) 적용시 일반적으로 사용하는 가용수명인 75년으로 설정하고, 개별 교량의 유지관리 및 보수보강 상태에 따른 가용수명의 변화는 고려하지 않는 것으로 가정하였다. 아울러, 대체원가에 근거한 가치평가 방법에서 교량의 잔존가치에 대한 평가는 취득원가에 근거한 평가에서와 같은 방법으로 대상교량의 대략적인 잔존가치를 산출하였다.

## 4.3 교량 가치평가 결과의 비교 분석

앞서 제시한 교량자산가치 평가방법을 바탕으로 분석대상 교량의 가치평가를 실시하였다. 예를 들어 제시된 교량 중, P-15 교량은 PSCI 형식으로 교량면적 2,348에 4차로로 구성되어 1995년 완공되었으며, 소요된 비용은 1995년 당시 1,034,000,000원으로 조사되었으며, 기능/성능에 대한 유지향상비용은 89,000,000원으로 분석되었다.

취득원가를 고려한 교량의 자산가치는 현 시점으로 변환한 총공사비와 기능/성능 유지향상비용을 합한 값에 감가상각액을 감하여 산출하였으며, 총공사비에 대한 현재가치 산출법은 다음 식(3)과 같다.

$$\text{총공사비 현재가치} \quad \dots(3)$$

$$= \text{초기공사비} \times (1 + \text{실질할인율})^{(\text{기준연도} - \text{완공연도})}$$

식(3)을 이용하여 교량 P-15가 완공된 시점인 1995년도의 초기공사비 1,034,000,000에 대하여 실질할인율을 고려하면 현재 시점의 비용으로 산출하게 되면 1,916,000,000원이 되며, 식(2)를 이용해 P-15의 감가상각액을 구하게 되면 312,000,000원이 된다. 앞서 산출된 값들을 식(3)에 대입하여 취득원가를 고려한 P-15 교량의 자산가치를 산출하면 1,693,000,000원이 된다.

대체원가를 고려한 P-15 교량의 자산가치를 구하는 방법은 식(1)과 같으며, 대체비용은 표 4에 제시된 PSC교량형식의 평균

단가를 활용하여 39,700,000,000원을 산출 할 수 있다. 또한 잔존가치는 143,228,000원이고, 가용수명을 75년으로 했을 때 2009년 현재 61년의 잔존 가용수명을 가지고 있으므로, 이를 통해 32,560,000,000원의 교량의 현재가치를 도출할 수 있다.

대상교량에 대해 제시된 취득원가 및 대체원가를 고려한 자산 가치 평가 결과를 교량 형식별로 구분하여 표 5에 정리하였다.

표 5. 분석대상 교량의 현재가치 산정 (단위 : 백만원)

교량형식	교량명	잔존가치	취득원가법		대체원가법		
			기능/성능 유지항상 비용	감가상각액	현재가치	대체비용	현재가치
P S C I	P-01	133	-	186	2,792	4,158	3,997
	P-02	103	-	188	2,790	3,198	3,074
	P-03	96	-	81	1,259	2,993	2,877
	P-04	96	-	81	1,259	2,993	2,877
	P-05	77	-	93	1,414	2,394	2,301
	P-06	77	-	93	1,414	2,394	2,301
	P-07	88	-	158	2,350	2,438	2,344
	P-08	77	-	8	371	1,071	1,031
	P-09	39	-	34	1,516	3,196	371
	P-10	115	-	178	2,065	2,739	2,704
	P-11	115	-	102	1,492	947	936
	P-12	99	-	138	2,091	3,184	3,020
	P-13	34	-	162	2,477	4,241	4,073
	P-14	115	-	96	1,098	1,190	1,147
	P-15	143	89	312	1,693	3,970	3,256
	P-16	75	27	176	908	2,329	1,608
	P-17	36	72	124	1,228	984	921
	P-18	36	-	44	522	989	938
R C S	R-01	34	15	290	1,490	1,140	977
	R-02	37	18	436	2,349	1,243	1,082
	R-03	34	15	258	1,335	1,140	977
	R-04	34	-	37	571	1,313	1,262
	R-05	58	-	123	1,819	2,216	2,130
	R-06	49	-	79	1,182	1,881	1,807
	R-07	35	-	50	585	1,087	1,031
	R-08	76	61	171	1,022	2,359	2,024
	R-09	23	-	94	875	716	670
S T B	S-01	83	-	172	2,543	3,152	3,029
	S-02	79	-	173	2,543	3,002	2,885
	S-03	179	-	314	4,668	6,788	6,524
	S-04	179	-	314	4,668	6,788	6,524
	S-05	480	-	837	12,450	18,183	17,475
	S-06	458	-	839	12,448	17,318	16,643
	S-07	147	-	235	3,502	5,576	5,359
	S-08	147	-	235	3,502	5,576	5,359
	S-09	61	-	24	1,049	2,238	2,209
	S-10	183	-	566	6,400	6,759	6,408
	S-11	516	-	208	9,020	19,071	18,823
	S-12	67	6	610	2,843	3,020	2,508
	S-13	142	232	957	4,747	6,397	5,313

PSCI형식 교량의 가치평가 결과(그림 5)를 비교해 보면 대부분의 교량은 대체원가를 고려한 가치평가방법(대체원가법)을 통

해 산출된 현재가치가 취득원가를 고려한 가치평가방법(취득원가법)을 통해 산출된 가치보다 높게 평가된 것을 알 수 있다.

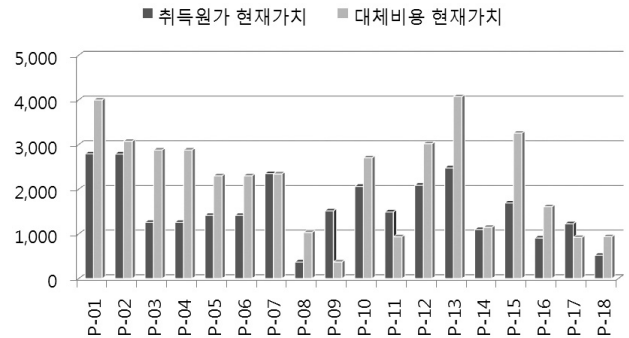


그림 5. PSCI 교량의 현재가치 분석(2009년 현재)

RCS 교량의 경우 대부분 PCSI 교량과 비슷한 결과(그림 6)를 보였으나, R-02 교량의 경우, 다른 교량에 비해 차로수가 적기 때문에 대체원가법에 의한 가치가 상대적으로 낮게 도출된 것으로 판단된다. 특히 공용연수가 비교적 큰 R-01, R-02, R-03 교량은 공용기간중 보수보강 공사 및 유지보수에 사용된 비용만큼 교량의 가치가 상승한 것으로 계산되어 대체원가법에 의한 가치보다 취득원가법에 의한 가치가 큰 현재가치를 갖게 된 것으로 판단된다. 즉, RCS 교량의 경우, 취득원가법에 돈의 시간 가치(이자율)를 고려할 경우 유지보수와 보강 이력이 많은 교량의 가치가 대체원가법에 의한 가치보다 커지는 경우가 발생할 수 있음을 보여준다. 이런 경우 교량의 실제가치보다 큰 값의 왜곡된 가치로 평가될 수 있음에 주의하여야 한다.

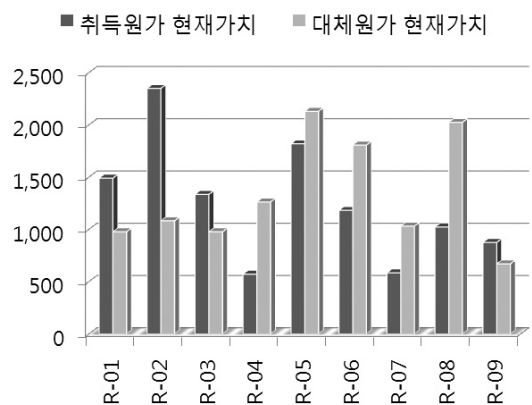


그림 6. RCS 교량의 현재가치 분석(2009년 현재)

STB 교량의 경우 그림 7에서 보는 것과 같이 역시 대체원가법에 의한 가치가 취득원가법에 의한 가치보다 높게 평가됨을 알 수 있는데 특히, STB 교량의 주요 부재구성이 강재로 이루어져 있어 강재 가격의 급속한 상승에 의한 대체원가의 값이 다른



형식 교량의 단위면적당 대체원가보다 큰 값을 갖기 때문에 판단된다. 즉, STB 교량은 강재의 가격에 민감하게 반응하므로 교량가치 산정 시 이를 고려해야 한다.

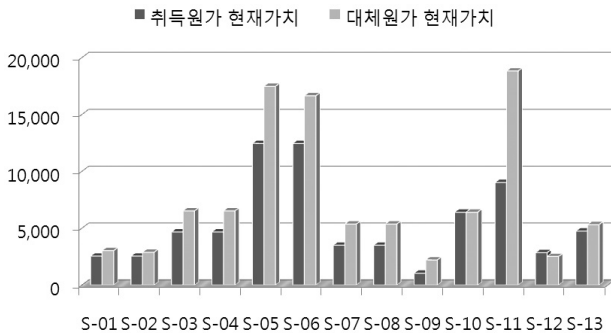


그림 7. STB 교량의 현재가치 분석(2009년 현재)

## 5. 결론 및 고찰

본 연구는 먼저 국내외 사회기반시설물의 자산가치 평가방법의 현황을 조사 분석 하였으며, 아울러 국내의 교량시설물의 자산가치 평가 적용사례를 조사하여 그 장단점을 파악하고 국내 실정에 적합한 교량자산가치 평가 방법을 고찰하였다. 이와 같은 조사 결과를 바탕으로 본 연구에서는 교량자산가치 평가 방법을 개발하였는데 먼저 교량자산 가치평가를 정의하고 그 기준을 세웠으며, 두 가지 가치평가 방법, 즉, 취득원가에 의한 자산가치 평가방법과 상각후 대체원가(DRC)를 활용한 가치평가 방법을 도입하고 교량의 가치평가를 위한 모델을 정립하였다. 일반적으로 취득원가 또는 건설원가에 의한 자산가치 평가방법은 회계학적 관점에서 장부상에 자산의 가치를 계상하기 위해 널리 사용되는 방법이며, 대체원가를 활용한 상각후대체원가 가치평가 방법은 교량 가치평가에 공학적 판단 개념을 도입해 교량 관리자의 유지관리 관련 의사결정을 도울 수 있는 유용한 정보를 제공하는 방법으로 알려져 있다. 본 연구에서는 두 가지 방법 모두를 활용해 교량자산가치를 평가할 수 있는 모델을 제시함으로써 사용자의 목적에 따라 적합한 방법을 선택하여 교량의 가치를 평가할 수 있는 방법을 제시하고 있으며, 두 방법 모두 장단점을 가지고 있으므로 사용자는 두 결과를 비교 보정하며 사용하면 좀 더 바람직한 의사결정 도구로 활용 할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 마지막으로 제한한 두 가지 자산가치 평가방법을 활용하여 국내에서 실제 공용중인 교량의 데이터를 이용하여 교량자산에 대한 가치평가를 시행하였으며, 그 결과 회계적 목적을 위해서는 건설비용에 근거한 취득원가를 고려한 교량 자산가치 평가방법이 바람직한 것으로 분석되었으나 건설 시점이 오

래되어 화폐가치 변화가 많거나 기술발전의 변화가 많은 교량이나 건설원가 정보가 없는 교량, 그리고 유지보수보강 이력이 많은 교량의 경우 상각후대체원가법을 활용한 가치평가 방법이 바람직한 것으로 분석되었다. 또한 교량 관리자 또는 사용자 입장의 교량가치평가를 위해서는 대체원가를 활용한 가치평가 방법이 바람직한 것으로 판단되며 이는 교량의 기능 및 성능에 대한 현재의 가치와 공학적인 전문가 의견이 가치에 반영되어 유지관리 의사결정을 위한 정보를 제공할 수 있다는데 그 이점이 있는 것으로 분석되었다.

## 감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 주요연구사업(교량의 성능 및 사용 효율 증대를 위한 자산관리 기법 개발)과 한국연구재단 기초연구사업(No.2009-0090240: 도시시설의 효율적인 유지관리를 위한 자산관리 기법 개발에 관한 연구)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 국토해양부(2008), “생애주기비용 분석 및 평가요령”
- 채명진, 이규, 김정렬, 조문영(2009), “국내의 사회기반시설물 자산관리 사례 분석을 통한 국내 발전방안”, 건설관리학회 논문집 제10권 제2호
- 한국감정원(1999), “유형고정자산 내용년수표”
- 한국건설기술연구원(2002), “교량의 LCC 분석모델 개발 및 DB 구축방안 연구”
- 한국건설기술연구원(2008), “생애주기를 고려한 교량통합관리 시스템 구축방안 조사연구”, 국토해양부.
- 한국건설기술연구원(2009), “교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리 기법 개발”
- 한국도로공사(2004), “고속도로 교량의 생애주기비용 분석지침안”
- 한국도로공사(2009), “고속도로 시설물 유지관리 편람”
- 한국도로공사(2009), “교량건설 평균단가”
- 한국도로공사(2009), “교량 LCC 분석기법”
- 한국시설안전공단(2005), “생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리 시스템 개발”
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)(2000), StrategicPlanforTransportationAssetManagement.
- American Association of State Highway and

Transportation Officials, 2002, Transportation Asset Management Guide(2002), National Cooperative Highway Research Program Report Number 20-24(11), Washington, DC, pp. 3-1 · 3.

Country Surveyors Society(2005), "Guidance Document for Highway Infrastructure Asset Valuation," Department of Transport

Federal Highway Administration(1999), "Asset Management Primer," Office of Asset Management

Governmental Accounting Standards Board(2000), "Guide to implementation of GASB statement 34 on basic financial statements and management's discussion and analysis for state and local governments," Norwalk, Conn.

New Zealand National Asset Management Steering Group and the Institute of Public Works Engineering Australia(2000), International Infrastructure Management Manual, Australia / NewZeal and Edition, version2.0

Primer: GASB 34, U.S. Department of Transportation(2000), Federal Highway Administration, Office of Asset Management, Washington, D.C.

Transportation Association of Canada(2000), Measuring and Reporting Highway Asset Value, Condition and Performance, prepared by Stantecand the University of Waterloo, Draft Final Report

Transportation Research Board of the National Academies(2009), "NCHRP Report 632 : An Asset-Management Framework for the Interstate Highway System"

논문제출일: 2010.07.02  
 논문심사일: 2010.07.09  
 심사완료일: 2010.10.01

## Abstract

For efficient maintenance management of bridges, an establishment of asset management system is necessary which helps prediction of maintenance cost and strategic allocation of budget in consideration of top priority. The main purpose of this study is to suggest asset valuation method, which is practical in conformity with domestic situations, through researches on asset valuation method of bridges. This study has researched asset valuation method of bridge, which is appropriate for domestic situations by finding out advantages and disadvantages through investigating domestic and foreign application examples of asset valuation method for bridge facilities. In this study, asset valuation method by historical cost and replacement cost were suggested and a valuation model for bridges was established. In addition, two suggested valuation methods were applied to actual bridges which is used in Korea. As the result, it was analyzed that bridge asset valuation method in consideration of historical cost is desirable for the accounting purpose. And, it was analyzed that valuation method utilizing depreciated replacement cost(DRC), which could consider various factors, is desirable for the maintenance decision supporting purpose.

**Keywords :** Asset management, Infrastructures, Bridges, Asset Valuation, Maintenance