

# 사회기반인프라 자산관리시스템 프레임워크에 관한 연구

정성윤\*, 서명배\*\*, 나혜숙\*\*, 최원식\*\*

\*한국건설기술연구원, 서울산업대학교 IT정책전문대학원 박사과정

\*\* 한국건설기술연구원 건설정보연구실

e-mail:syjeong@kict.re.kr

## A study on framework of Infrastructure Asset Management System

Seong-Yun Jeong\*, Myoung-Bae Seo\*\*, Hei-Suk Na\*\*, Won-Sik Choi\*\*

\*The Graduate School of Public Policy and Information Technology, Seoul National Univ. of Technology/Korea Institute of Construction Technology

\*\*Construction Information Research Division, Korea Institute of Construction Technology

### 요 약

영국, 일본은 진후복구를 위해서, 미국, 호주·뉴질랜드는 경제부흥에 힘입어 1960년대부터 사회기반 인프라의 건설을 계속 확대해 왔다. 1990년대 들어와서는 인프라의 노후화가 가중되면서 인프라의 기능을 보존하기 위한 비용이 급격히 상승하고 있다. 이들 나라는 최소의 유지관리 비용으로 사회기반인프라의 보존이나 교체시기 연장을 위한 방안으로, 1990년대 중반부터 자산관리 체계를 개발하고 있다. 한국도 경제 부흥을 위해 1980년대부터 사회기반 인프라를 집중적으로 건설하였다. 그 결과, 2010년대 후반부터 유지관리 수요가 급속히 증가할 것으로 예상되고 있다. 하지만 자산관리 선진국에 비해 우리나라는 초보적인 수준에 머물러 있다. 그래서 본 연구는 미국, 영국 뉴질랜드에서 제시한 자산관리시스템의 모듈기능과 구성을 비교분석하여 한국 실정에 적합한 사회기반인프라의 사전 예방적 유지관리를 위한 자산관리시스템 프레임워크를 제시하였다.

### 1. 서론

미국은 경제 부흥에 힘입어 1950년대부터 사회기반 인프라 건설을 지속적으로 확대해왔다. 유럽과 일본도 2차 세계대전이 종료된 후 진후복구를 위해 1960년대 후반부터 사회기반인프라를 집중적으로 건설하기 시작하였다. 이러한 결과, 1990년대 들어오면서 사회기반인프라들의 노후화가 가중되기 시작하였다. 이러한 노후화는 인프라의 보수·보강, 교체 등 유지관리 비용이 전체 건설 예산의 40%를 차지할 만큼 급격히 상승하게 되었다. 이처럼 유지관리 비용의 상승은 인프라 관리기관의 예산 부족을 초래하는 주요 요인으로 대두되고 있다[1]. 미국, 영국, 호주, 뉴질랜드 등의 나라들은 1990년대 후반부터 최소의 유지관리 비용으로 인프라의 보존이나 교체시기를 최대한 연장하면서 인프라의 안전성과 기능성을 확보할 수 있는 방법들에 관심을 갖게 되었다. 이러한 방법들 중 하나가 사회기반인프라 자산관리이다. 한편, 우리나라도 경제 부흥을 위해 1980년대부터 사회기반인프라를 집중적으로 건설해왔다. 그 결과, 2010년대 후반부터 인프라의 노후화에 따른 보수, 보강 등 유지관리 수요가 급속히 증가할 것으로 예측하고 있다[2]. 그래서 2000년 중반부터 일부 인프라 관리기관에서 향후 유지관리의 예산부족이 발생할 것을 예상하고 최소의 비용으로 인프라를

최적으로 유지 관리할 수 있는 방안으로, 자산관리에 대한 관심을 가지기 시작하였다. 하지만 아직까지 자산관리 도입을 검토하는 초보적인 수준에 머물러 있다. 본 연구는 한국 실정에 적합하면서 예방적 유지관리 방식으로 사회기반인프라를 관리하기 위한 자산관리시스템의 프레임워크를 개발하고자 하였다. 이를 위해 먼저, 국내외의 자산관리 도입 배경을 조사하였다. 자산관리를 이행하기 위한 수단으로 사용되는 자산관리시스템을 조사하였다. 다음으로 자산관리 선진국인 미국, 영국, 뉴질랜드에서 제시한 자산관리의 특성과 기능모듈을 비교 분석하였다. 이러한 분석을 토대로 한국 실정을 고려한 자산관리시스템의 요건 제시와 함께 기능모듈과 모듈간의 관계를 정의한 프레임워크를 개발하였다.

### 2. 국내 자산관리 도입 배경 및 현황

많은 나라에서 사회기반인프라의 예방적 유지관리 방법으로, 자산관리의 중요성을 인식하고 자산관리 체계를 도입하고 있다. 이들 나라 중 미국, 영국, 호주·뉴질랜드가 자산관리 도입을 활발히 추진하고 있다. 본 연구는 미국, 영국, 뉴질랜드를 대상으로, 자산관리 도입 배경과 추진 사례를 조사하였다. 먼저, 미국은 연방도로관리청(Federal Highway Administration: FHWA)과 주정부 도로교통협

회(American Association of State Highway and Transportation Officials: AASHTO)를 중심으로 자산관리를 개발하고 있다. 이 기관들은 도로포장, 교량, 교통 등의 사회기반인프라의 유지관리업무에 자산관리를 도입하기 위한 각종 가이드라인 발간, 우수사례 발굴, 교육 및 기술 지원들을 활동하고 있다. 최근에는 지방정부까지 자산관리 체계가 도입하면서 배수거, 상하수도, 공원, 공용주차장, 자전거보관대 등으로 자산관리 영역을 확대하고 있다[4]. 영국은 신속한 전후복구를 위해 1960년대부터 사회기반인프라를 집중적으로 건설한 결과, 1990년대 들어오면서 인프라의 노후화가 급속히 진행되고 있다. 또한 장기간의 경기 침체로 인해 인프라의 유지관리 비용 부담이 더욱 가중되고 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 영국 정부는 1990년대 중반부터 자산관리협회(Institute of Asset Management: IAM)를 중심으로 도로, 교통뿐만 아니라 자연재해, 안전 및 에너지 등 여러 분야에 자산관리 도입을 위한 활동을 전개하고 있다. 뉴질랜드는 사회기반인프라의 중장기 투자 계획, 배분, 성능예측, 성과관리 등을 통해 제한된 정부 예산의 효율적인 집행을 위한 목적으로 1990년 중반부터 자산관리를 도입하기 시작하였다. 현재 국가 자산관리 운영그룹(National Asset Management Steering Group: NAMS)을 중심으로, 중앙정부와 지방정부에 자산관리 도입을 위한 활발한 활동을 하고 있다. 특히 NAMS는 호주와 공동으로 국제인프라관리매뉴얼(International Infrastructure Management Manual)을 2002년에 개발하였으며 현재는 2006년 개정판을 발간하였다. 뉴질랜드는 현재 도로, 교량, 공항, 항만, 상하수도, 배수로, 재해시설 등 인프라에 자산관리 체계를 도입하고 있다. 우리나라도 1970년대에 경부고속도로 건설을 시작으로, 1980년대 후반부터 경기 부흥에 힘입어 사회기반인프라 건설이 급격히 증가하였다. 2007년 12월 기준으로 전국에 24,923개의 교량이 건설되었으며 도로의 연장 길이가 2,289Km나 된다. 이러한 집중적인 인프라 건설로 인해 2010년대 후반부터 인프라의 보수·보강 등 유지관리 수요가 지속적으로 증가할 것으로 예측되고 있다. 그래서 2000년대 중반부터 일부 인프라 관리기관은 인프라의 생애주기비용(LCC)분석 기술이나 예방적 유지관리 방안으로, 자산관리 도입의 필요성을 제시하였다[3].

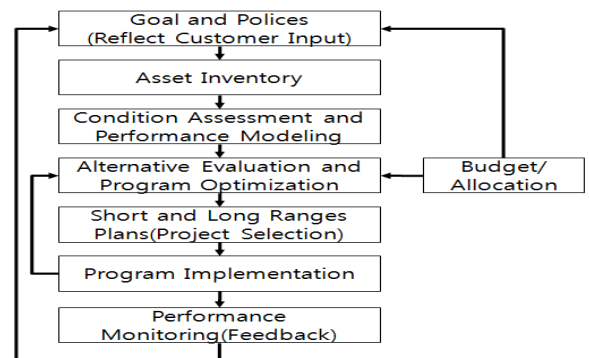
### 3. 자산관리정보시스템의 정의

나라마다 자산관리의 도입 배경과 목적이 상이하기 때문에 자국의 실정에 맞게 자산관리를 서로 다르게 정의하고 있다. 본 연구는 한국 실정에 적합한 자산관리시스템을 정의하기 위해 국내외에서 제시한 자산관리의 정의를 조사하였다. 미국 FHWA는 자산관리를 “유형 자산들을 가장 경제적으로 유지관리하고 개선하는 시스템적인 절차”라고 정의하였다[5]. 영국은 “조직적 전략 계획을 달성하기위한 목적으로 생애주기에 걸쳐 자산과 자산시스

템, 연관된 성능, 위험, 투자비용을 최적으로 지속가능한 관리를 통해 체계적이고 조율된 활동을 실행하는 것”이라고 정의하였다[6]. 뉴질랜드의 국제인프라관리매뉴얼은 “요구되는 서비스 수준을 제공하기 위한 목적으로, 가장 비용-효율적 방식으로 물리적 자산에 적용되는 관리적, 재정적, 경제적, 공학적 및 기타 사례들을 결합한 것”이라고 정의하였다[7]. 한국은 아직까지 자산관리에 대한 공식적인 정의가 없으며 다만 한국건설기술연구원은 “공공 시설물의 관리를 최적화하기 위한 경영전략으로 시설물 상태에 대한 공학적, 해석적 분석을 넘어 대상물을 자산으로 인식·평가하고 가치유지 및 서비스 향상을 목표로 하며 사용자의 최대 만족을 얻기 위한 것”이라고 정의하였다. 본 연구는 우리나라가 자산관리 도입의 후발주자이기 때문에 자산관리를 적극적으로 도입하기 위한 목적으로, 뉴질랜드와 한국에서 정의한 자산관리의 이념을 준용하여 “시설물 투자대비 효과를 극대화하기 위한 최적의 의사결정 지원에 필요한 프로세스, 데이터 및 소프트웨어를 통합한 시스템”이라고 자산관리시스템을 정의하였다.

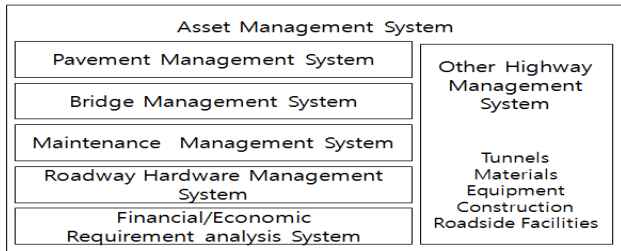
### 4. 해외의 자산관리시스템의 프레임워크 비교분석

일반적으로 자산관리시스템의 프레임워크는 인프라 관리기관의 자산관리 도입 목적이나 관리되는 자산의 종류 또는 자산관리의 규모에 따라 자산관리시스템에 포함되는 기능과 시스템 아키텍처 그리고 유관시스템이나 분석 도구와의 관계가 다르게 정의될 수 있다. 그래서 본 연구는 특정 관리기관이나 자산관리시스템을 국한하지 않고 국가차원에서 제시하는 자산관리시스템의 구성과 기능을 대상으로, 자산관리시스템의 프레임워크를 조사하였다. 먼저, 미국의 FHWA는 일반 자산관리시스템이 가져야 할 기본요소들로, 가용한 예산과 자원 할당, 목표와 방침, 자산 재고목록, 상태평가, 성과측정과 예측, 대안 가치평가, 프로그램 최적 및 단·장기 계획, 프로젝트 선택, 프로그램 실행, 성과 감시 및 피드백 그리고 예산할당과 의사결정을 위한 자산관리 데이터·다른 자산의 재고목록 데이터수집, 개선결과에 대한 평가 등을 제시하였다[5].



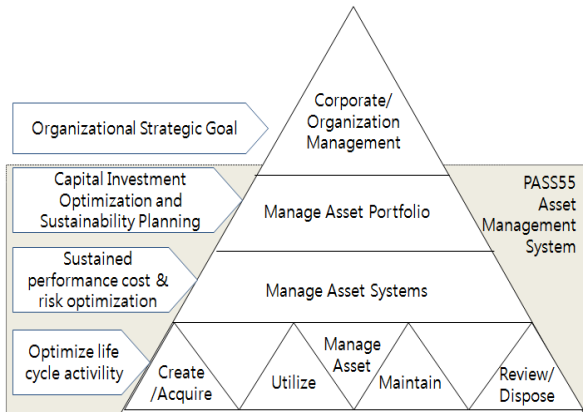
(그림 1) 미국의 자산관리시스템의 모듈 관계도

또한, 미국은 도로교통과 관련한 자산관리시스템을 교량 관리시스템, 포장관리시스템 등 기존에 운영하고 있는 시설물관리시스템과 경제성 요구분석 시스템과의 연계하는 아키텍처를 가지고 있다.



(그림 2) 자산관리시스템과 유관시스템과의 관계도

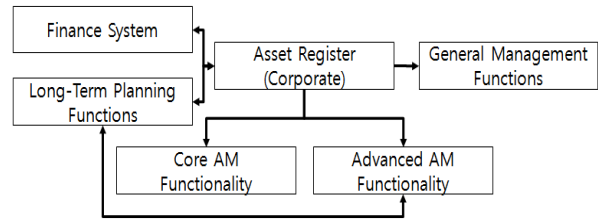
영국의 IAM은 인프라 관리기관에서 물리적 자산을 체계적으로 관리할 수 있도록 통합 자산관리시스템 프레임워크를 제시하였다. 이 프레임워크는 영국 표준원(British Standards Institution)에서 국가표준으로 채택한 PAS55 (Publicly Available Specification)에 정의되어 있다. 이 PAS55에서 제시한 자산관리시스템은 자산저장소, 문서관리, 작업일정계획, 자재관리, 재고관리, 구매, 의사결정지원, 성능보고, 지리정보시스템, SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition Systems) 및 자산지식관리 등 개별 시스템을 통합하는 구조를 가지고 있다[6]. 영국은 PAS55를 기초로 하여 도로, 철도, 상·하수도를 비롯하여 전기, 석유, 가스, 태양에너지 등 플랜트, 통신, 국가차원에서 의 보건과 재해 등 다양한 분야에 자산관리 체계를 도입하고 있다.



(그림 3) PAS55기반의 자산관리시스템 개념도

뉴질랜드의 국제인프라관리매뉴얼에서는 자산관리시스템의 기능을 크게 일반과 고급기능으로 구분하였다. 일반기능은 자산 속성(유형, 재료, 규격, 수량, 준공일 등)을 저장하는 자산등록소와 유지보수이력정보, 성능 평가와 감시, 위험 평가 등 자산관리에 필요한 기초 정보를 관리하는 기능으로 구성되어 있다. 고급기능으로는 일반기능을 토대로 재무회계, 재고목록관리, 상태감시, 예측모델링, 위험예측, 비용효과분석(CBA), 생애주기비용분석, 성과감시, 작업계획, 최적의사결정, 데이터 Import/ Export

등이 있다. 특히 일반과 고급 기능들은 자산의 속성과 자산들 간의 관계를 정의한 자산등록소(Asset register)와 연계되어 있다[7]. 한편, 뉴질랜드는 국제인프라관리매뉴얼을 기초로 해서 도로 인프라의 자산관리를 위한 예측 모델이 가능한 dTIMS CT(Deighton's Total Infrastructure Asset Management Solution)을 캐나다와 합작하여 개발하였다. dTIMS는 도로, 교량 등의 자산관리 데이터 관리와 최적화 분석, 의사결정 등을 통해 예산계획을 수립하기 위한 기능들을 포함하고 있다. 다음 그림은 국제인프라관리매뉴얼에서 제시한 자산관리정보시스템의 모듈 간의 관계를 나타낸 것이다.



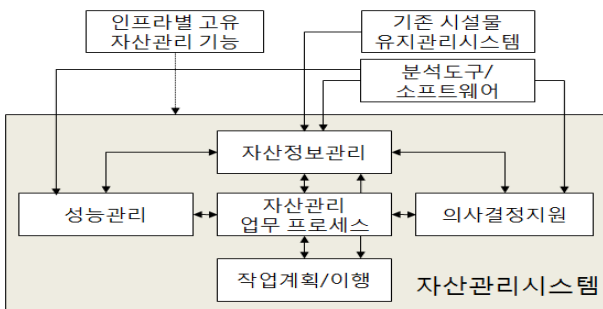
(그림 4) 뉴질랜드의 자산관리정보시스템의 모듈 관계도

미국, 영국 및 뉴질랜드의 자산관리시스템의 프레임워크의 특성에 대해 다음과 같이 정리할 수 있다. 먼저, 미국은 기존의 다양한 시설물유지관리시스템과 경제성분석시스템과의 관계 설정이 명확하나 자산관리전용 시스템의 프레임워크가 부재하고 자산관리체계가 육상도로·교통에 국한되어 있다. 영국은 자산관리정보를 지식정보로 여기고 있다. 또한 자산관리를 다양한 분야에 적용할 수 있도록 자산관리시스템의 프레임워크를 제시하고 있다, 하지만 구체적인 자산관리 기능과 타 시스템과의 관계 정의가 미약하며 중장기 투자계획 수립과 의사결정 지원을 위한 내용이 미흡하다. 끝으로 뉴질랜드는 포괄적인 자산관리시스템의 모듈구성과 기능 정의가 명확하나 기존 시스템이나 도구와의 관계, 유지관리의 전 생애주기에 관한 내용이 미흡하다. 한편, 모든 나라에서는 자산관리시스템과 함께 자산 데이터의 수집, 처리, 통합에 관한 가이드를 제시하고 있으나 자산관리 업무 프로세스에 대해서는 미흡한 수준이다.

### 5. 자산관리시스템 프레임워크 개발

본 연구는 앞에서 분석한 결과를 가지고서 자산관리시스템의 프레임워크를 마련하기 위한 전제조건을 다음과 같이 마련하였다. 먼저, 우리 실정에 적합한 프레임워크가 되기 위해서는 자산관리 전 생애주기에 걸쳐 다양한 주체들이 참여할 수 있어야 한다. 둘째로, 최적의 의사결정을 지원하는데 필요한 자산관리 데이터의 수집 및 통합할 수 있으며 자산관리 정보를 언제, 어디서나 공유할 수 있는 환경이 마련되어야 한다. 셋째로, 도로, 포장, 교량, 터널, 배수거, 상하수도, 철도 등 모든 인프라들을 활용할 수 있는 프레임워크이어야 한다. 다음으로 기존

에 운영되고 있는 시설물 유지관리시스템들과 자산관리에 사용되는 각종 분석·평가·예측·데이터수집·GIS 등 소프트웨어들이나 도구들과도 상호운영성이 확보되어야 한다. 끝으로 기존의 사후 대응적 유지관리 방식에서 예방적 유지관리 방식으로 전환할 수 있는 자산관리의 기능 모듈들이 프레임워크에 반영되어야 한다. 본 연구는 이러한 고려사항을 충족하면서 앞에서 조사한 프레임워크들을 토대로 그림 5와 같이 자산관리정보시스템 프레임워크를 개발하였다. 이 프레임워크는 서로 관계되는 기능모듈들을 하나의 그룹으로 묶어서 자산정보관리, 성능관리, 의사결정, 기존 시설물유지관리시스템과 분석도구, 시설물별 고유 자산관리 기능, 유지관리 계획/시행 및 자산관리 업무프로세스 등 7개의 그룹으로 구성하였다.



(그림 5) 자산관리정보시스템 프레임워크의 모형

자산정보관리 그룹은 자산식별·위치 등의 일반정보, 자산제원·유지보수이력 등의 상세정보, 자산을 금전적으로 환산한 가치평가, 자산재고목록 등의 기능들로 구성한다. 성능관리 그룹은 피로도·잔존수명 등 자산의 상태평가, 서비스 지수(LOS)·서비스 수준 측정 등 요구 성능, 계획 대비 실적 등 성과감시, 붕괴유형·확률·위험비용 등 위험평가와 관리 등 기능들을 포함한다. 의사결정지원 그룹에서는 최상의 성능 유지 또는 개선을 위한 최적화, 비용효과분석(CBA)과 생애주기비용분석(LCCA)을 통한 의사결정, 자산의 보수·교체·복구 등의 우선순위 결정 등의 기능들을 갖는다. 인프라별 고유 자산관리요소그룹은 특정 시설물만 국한하여 갖는 고유 자산관리 기능들로서, 최적 설계, 대기·수질 등 환경보존·보호, GIS 등 지리공간, CAD 도면, 현황·통계 등의 기능들로 구성한다. 유지관리 계획 및 이행 그룹은 프로젝트 투자계획, 대안프로젝트 선정을 위한 의사결정, 작업계획 및 일정 등 기능들을 포함한다. 끝으로 기존에 운영하고 있는 포장관리시스템, 도로관리시스템, 교량관리시스템, 절개사면관리시스템, 교통량조사시스템, 시설물유지관리시스템(Korea road maintenance business system) 등 시설물관리시스템들이나 각종 진단·평가·예측·모니터링 등 분석 도구들 간의 연계 기능을 갖는다. 끝으로 자산관리 업무프로세스 그룹은 인프라의 유지관리 계획단계에서부터 폐기하기까지의 전 과정에서 자산관리관점에서 인프라의 유지관리업무를 지원하는 기능들로서 중장기 투자계획, 추진조직

및 역할분담, 워크플로우, 자산관리용 현황 및 통계 등의 기능들로 구성한다. 본 연구에서 제시한 프레임워크는 자산관리업무프로세스 그룹을 두어 자산정보관리, 성능관리, 의사결정지원, 작업계획이행 등의 모듈과 유기적인 관계를 갖도록 설계하였다. 또한 모든 자산과 관련한 데이터와 정보들은 자산정보관리 그룹에 두고 자산 데이터가 필요한 기능은 이 그룹으로부터 데이터를 가져다 사용할 수 있도록 관계를 설정하였다. 이러한 설정은 자산관리 데이터의 수집, 관리, 통합화가 용이하다. 끝으로 모든 인프라에서 공통으로 사용되는 기능과 특정 인프라에 국한되어 사용되는 자산관리 기능을 이원화하는 구조를 갖도록 프레임워크를 구성하였다.

5. 결론

미국, 영국, 독일, 일본 등의 사례를 보듯이 2010년대 후반부터 우리나라도 사회기반 인프라의 급속한 노후화에 따른 유지관리 수요의 증가와 예산부족이 발생할 수 있다. 따라서 최소의 비용으로 인프라의 성능을 보존하거나 사용연장 또는 개선할 수 있는 방안으로서, 자산관리 체계를 도입이 필요하다. 하지만 사회기반인프라에 대한 자산관리의 기능모듈이 다양하고 모듈구성이 복잡한 관계를 가지고 있다. 또한 아직까지 국내에서 자산관리시스템을 개발한 사례가 전무한 실정이다. 그래서 본 연구는 자산관리 도입을 활발히 추진하고 있는 미국, 영국, 뉴질랜드의 자산관리 도입 배경, 정의 및 자산관리시스템의 프레임워크를 비교 분석하고 한국 실정을 고려하여 자산관리시스템 프레임워크를 개발하였다. 본 연구에서 제시한 프레임워크는 향후에 포장, 교량, 터널 등 토목분야뿐만 아니라 공원, 공용주차장, 자전거보관대 등 자산관리에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 정형석 외 "인프라 자산관리(Infrastructure Asset Management)", 건설관리 제9권 제3호, pp. 17-20, 2008  
 [2] 박경훈 외 "교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리 기법 개발" 한국건설기술연구원, 건기연 2008-094  
 [3] 전귀현 외 "생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리 시스템 개발", 한국시설안전기술공단, 2005  
 [4] Laura Wipper "The Colorful Char-Strategies for Staged Improvement", 8th National Conference on Transportation Asset Management, 2009. 10  
 [5] Federal Highway Administration "Asset Management Overview", FHWA-IF-08-008, pp.12, 2008  
 [6] Institute Asset Management, "Asset Management (Part 2: Guidelines for the Application of PAS55-1)" British Standards, 2008  
 [7] Richard Kirby 외 "International Infrastructure Management Manual", Association of Local Government Engineering NZ Inc., Version 3.0, 2006