

공공시설 자산관리 정보화 방안

Asset Management Information in the Social Infrastructure

최원식*, 나혜숙*, 서명배*, 정성윤*, 임종태**
한국건설기술연구원 건설정보연구실*, 국립공주대학교 컴퓨터공학부**

Won-Sik Choi(wschoi@kict.re.kr)*, Hei-Suk Nah(hsna@kict.re.kr)*,
Myoung-Bae Seo(smb@kict.re.kr)*, Seong-Yun Jeong(syjeong@kict.re.kr)*,
Jong-Tae Lim(jtlim@kongju.ac.kr)**

요약

사회기반시설이 노후화됨에 따라 현행 시설물 유지관리를 넘어 예산을 절약하고 시설물의 가치를 높이기 위해 공공시설에 자산관리를 도입해야 한다는 요구가 증대되고 있다. 공공시설 자산관리는 이러한 요구에 대응하기 위한 새로운 시설물 유지보수 개념으로 기존의 시설물 유지관리업무를 통해 축적된 데이터를 분석하고 생애주기분석, 리스크관리 등의 의사결정 방법을 활용하여 최적화된 유지관리계획을 수립하고 실행하는 것이다. 자산관리의 정보화 방안을 도출하기 위해 자산관리 업무를 조사하고, 뉴질랜드의 IIMM의 내용과 미국의 FHWA의 업무정의 그리고 국내의 대표적 유지관리시스템을 분석하였다. 또한 현행 시설물 유지관리 조직간의 역할을 조사하고, 자산관리 조직과 업무간의 관계를 분석하였다. 마지막으로 자산관리에 필요한 정보와 기존 유지관리시스템이 포함하고 있는 정보를 자산관리 업무와 비교분석하였다. 본 논문에서는 공공시설 자산관리 정보화 방안으로 첫째, 시설물 유지관리시스템에 있는 기능을 중복해서 개발하지 않고 자산관리 핵심업무만을 구현하며 둘째, 시스템의 구조를 계층으로 분할하고 셋째, 자산관리시스템과 기존 시설물 유지관리시스템들간을 연동하여 정보를 공유하는 방안을 제시하였다.

■ 중심어 : | 자산관리 | 자산관리정보시스템 | 시설물유지관리 | 사회기반시설 |

Abstract

With the social infrastructure being deteriorated, there is a growing need to introduce the asset management to social infrastructure management in order to increase their value and save budget. Social infrastructure asset management is a new concept of facility management in response to these demands. It is defined as a procedure for collecting and analysing facility maintenance data and for making and practicing an economically optimized management plan. Detailed survey work of asset management business is analyzed in order to derive a strategy for asset management information. The contents of IIMM of New Zealand and the asset management definition of the FHWA of the United States, and representative facility management systems of Korea are analysed. The role between organizations and the relationship between business and organization were analyzed. Information required for asset management and for existing facility management systems is compared with business of asset management. In this thesis, three development strategies are suggested. The first one is to develop core business of asset management while excluding duplicated development. The second one is to divide system's structure into three layers. And the last one is to share information by interfacing asset management systems with existing facility management systems.

■ keyword : | Asset Management | Asset Management Information System | Facility Management |
Social Infrastructure |

I. 서론

도로, 교량, 상하수도 및 공원 등과 같은 사회기반시설은 지역사회 및 국가경제의 원활한 운영과 국민의 안전 및 복지를 위해서 반드시 적정수준 이상의 상태와 서비스를 지속적으로 제공해야 하는 중요한 공공자산이다. 이러한 사회기반시설은 인구가 도시로 집중되고 서비스 요구수준이 증대됨에 따라 그 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 매년 복지예산 요구가 커짐에 따라 시설물 유지보수예산은 상대적으로 감소되고 있어 수요가 커지는 것에 비해 서비스수준은 점차 낮아지게 될 것이다. 따라서 한정된 비용으로 효과적으로 시설물을 관리하려면 예산투자를 최적화해야 할 것이다. 이러한 변화는 사회기반시설이 이미 노후화가 시작되어 유지보수비용이 급격하게 늘어나고 있는 선진국들뿐만 아니라, 근래 공공자산이 급속히 늘어난 우리나라에도 나타나고 있다.

국내에서의 시설물유지관리란 시설물의 상태를 점검하고 상태등급에 따라 주어진 예산으로 보수 보강 공사를 하는 대응적 차원으로 시설물을 보수하는 것을 말한다. 그러나 관리대상 공공시설이 급속하게 늘어남에 따라 새로운 대처 방안이 요구되어 공공시설 자산관리는 새로운 시설물 유지보수 개념으로 기존의 시설물 유지관리업무를 통해 축적된 데이터를 분석하고 생애주기분석기법과 비용분석, 리스크산정 등의 의사결정 방법을 활용하여 경제적으로 최적화된 유지관리계획을 수립하고 이를 실행하는 것이다. 미국, 영국, 호주와 같은 선진국에서는 이미 관련 법령을 제정하고 자산관리 조직을 설립하며 정보시스템을 개발 하는 등 자산관리를 활성화하기 위한 노력을 활발하게 진행하고 있다 [1-4]. 이 나라 들은 1990년대 중반 이후부터 자산평가나 자산관리기법 도입을 제도적으로 명문화하거나 법제화하였다. 호주와 뉴질랜드는 2001년 미국, 유럽 등 다국적 연구진이 참여하여 국제자산관리지침서(International Infrastructure Management Manual: IIMM)를 개발하였으며, 1996년 지방 정부의 경제적, 효율적 재정관리를 위한 Local Government Amendment Act(LGA No. 3)를 공표하였다. 미국은 1999년 재무법

GASB 34 (Governmental Accounting Standards Board Statement No. 34), 영국은 2003년 PAS 55(Publicly Available Specification), 일본은 2007년 지방공공단체의 재정의 건전화에 관한 법률을 제정하여 자산의 재무정보를 통합적으로 정비하였다. 우리나라도 현행 시설물 유지관리체계를 넘어 유지보수 예산 투자를 최적화하여 자산의 가치를 높여려면 공공시설에 자산관리를 도입해야 한다는 요구가 증대되고 있다 [5][6].

공공시설 자산관리는 도로, 하천, 댐, 항만, 상하수도 등 공공시설에 자산이라는 경제 개념을 도입하여, 시설물을 관리하는 공학적 개념의 업무부터 국가 전체 예산투자의 효율성을 판단하는 의사결정 업무까지를 지원하는 일련의 과정을 말한다. 따라서 자산관리는 정부기관 및 지자체, 공사, 공단 등 여러 기관과 인력이 참여하여 많은 정보가 생산되는 복잡한 의사결정과정을 지원해야 하므로 정보시스템을 활용하는 것은 필수적이라 할 수 있다. 공공시설 자산관리를 위한 정보시스템의 역할은 시설물의 유지관리정보를 효과적으로 활용하고, 유지보수 계획을 수립하는 과정에서 과학적인 근거를 제시하며, 정확하게 정보를 분석하는 것이다[6].

국내 실정에 적합한 자산관리시스템을 개발하기 위해서 첫째, 자산관리는 유지관리업무를 포함하고 있으므로 기존 유지관리시스템을 고려하여야한다. 둘째, 유지관리업무는 다수의 담당자와 조직이 참여하고 있으며 각 조직은 동일한 시설물에 대해서도 주어진 임무와 역할이 각기 다르므로 그 특성을 반영하여야한다. 셋째, 공공시설 유지관리주체별로 기관의 업무환경에 맞추어 다양한 시설물 유지관리시스템을 개발하여 운영하고 있기 때문에 기존 시스템과 연계성을 검토하여야 한다.

본 논문의 구성은 II장에서는 자산관리의 국내외 관련연구를 기술하였고 III장에서는 공공시설 자산관리 정보화를 위한 3가지 방안을 제안하였다. IV장에서는 본 연구에서 제시한 방안의 효율성과 타 시스템과 비교 분석을 통하여 제안한 방안에 대한 독창성을 기술하였다. V장에서는 결론으로 논문의 내용을 요약 정리하였다.

II. 관련연구

자산관리시스템이 갖추어야 할 조건과 기능을 조사하기 위해 뉴질랜드의 IIMM, 미국의 미국 연방도로관리국(Federal Highway Administration: FHWA) 그리고, 국내의 시설물유지관리시스템인 국토 포장관리시스템과 교량관리시스템 및 도로관리시스템의 주요 역할과 기능을 조사분석 하였다.

1. 뉴질랜드의 자산관리

뉴질랜드는 도로 시설물의 급속한 노후화 등으로 도로분야에서 처음으로 자산관리가 시작되어 2006년 IIMM을 작성하여 자산관리를 위한 기본 틀을 제공하고 있다. 자산관리의 핵심 키워드는 생애주기를 통한 접근, 장기적인 비용효율적 관리 전략의 개발, 정확한 서비스와 성능 수준의 제공, 시설물의 파손으로 인한 리스크의 관리 등으로 보고, 현재와 미래의 고객을 위한 자산의 관리를 통해 가장 비용 효율적으로 요구되는 서비스수준을 만족시키는 것으로 목표하고 있다. 즉, 생애주기적 접근을 할 것, 비용 효율적인 관리 전략, 서비스수준(Level of Service: LoS) 및 성능 모니터링의 정의, 자산의 파괴에 대한 리스크 관리, 물적 자원의 지속 가능한 사용 등을 핵심 요소로 하여 자산관리를 수행하도록 하고 있다. 이 체계는 차례로 자산관리전략, 자산의 정보목록, LoS, 의사결정시스템, 자산가치평가, 운영과 관리의 과정을 거친다. 이러한 기본 틀을 전제로 가장 비용 효율적으로 이해관계자의 기대의 만족과 공공의 이익 실현을 위해 생애주기적인 접근을 통해 통합자산관리를 실현하고 있다.

IIMM에서는 자산관리시스템을 "효과적으로 자산을 관리하여 위험을 감소시키고 자산투자를 최적화하는 프로세스, 데이터, 소프트웨어 그리고 하드웨어의 조합"으로 정의하고 있다. 또한, 시스템 구축 시 반드시 고려되어야 할 주요 특징으로 모듈을 추가하기 쉬운 개방형 아키텍처를 지향하여야 하며 산업표준 운영체제 기반의 다양한 하드웨어 플랫폼과 산업표준 데이터베이스를 지원하여야 한다고 제안하고 있다. 그리고 타 시스템과 연계하기 쉽고 외부 및 원격 데이터를 수용할

수 있어야 하며, 업무절차는 문서화되어있고 일관된 접근방법을 제공하여야하며 산업표준을 채택하여야 한다고 규정하고 있다[4].

IIMM에서는 자산관리시스템의 기능을 관리기준에 따라 일상관리기능과 장기계획수립 기능으로, 중요도에 따라 기본 자산관리기능과 핵심 자산관리기능으로 분류하였다.

IIMM의 분류에 따르면 일상관리기능과 기본 자산관리기능은 일치하지만, 핵심 자산관리기능은 장기계획수립기능과 일상관리기능 일부도 포함한다. 위험관리를 보면 기본 자산관리기능은 위험을 평가하는 수준까지이고, 핵심 자산관리기능은 그 위험을 관리하는 수준까지를 포함한다. 유지보수 비용산정 부분도 마찬가지로인데 관리기준에 따른 분류에서는 유지보수 비용산정이 일상관리기능에 포함되지만 중요도에 따른 분류에서는 단순 유지보수 비용산정은 기본 자산관리기능에, 생애주기까지 고려한 유지보수 비용산정은 핵심 자산관리기능에 포함된다.

2. 미국의 자산관리

미국은 유지관리, 보수·보강 등에 소요되는 막대한 재정 부담으로 효율적인 예산의 수립 및 집행을 통한 시설물의 안전한 유지관리체계를 구축하기 시작했다. 도로시설물의 효율적 유지관리에 대한 관심이 높아지면서 FHWA는 1998년에 자산관리국을 신설하였고, AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials)는 1998년에 도로시설물의 자산관리에 대한 특별전문위원회가 신설되어 자산관리에 대한 공감대가 형성되었다. FHWA와 AASHTO는 NCHRP 프로젝트를 통해 2002년 교통부문의 자산관리를 위한 기본 체계와 각 주에서 자산관리를 위한 자체 평가법 등에 대한 연구를 통해 가이드를 작성하여 각 주의 참여를 유도 하고 있다(AASHTO, 2002). FHWA의 자산관리 기본 체계는 [그림 1]과 같다.

FHWA에서는 각각의 주마다 약간 차이가 있으나 이 동성, 경제적 변형, 환경과 안전한 교통 체계를 주요 임무로 하여 도로 주변의 부속시설들까지 자산관리를 수

행하고 있다. 현재는 도로 시설물의 자산관리를 현장에 적용하기 위한 적극적인 연구 개발이 수행되고 있다.

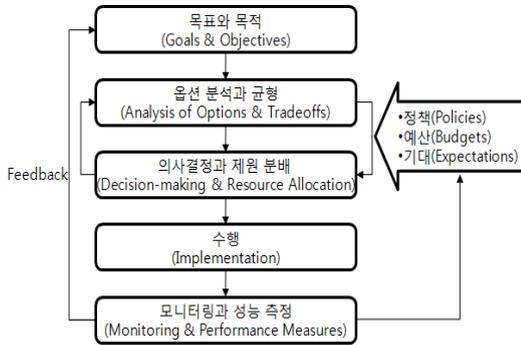


그림 1. 미국 FHWA의 자산관리 기본 체계

주정부 통합프로그램 이외에 주의 특성에 따라 독자적인 유지관리 프로그램이 개발 운영되는 사례가 많고, 기존의 교량관리 프로그램으로 개발된 Pontis를 이용해 많은 주에서 각 주의 특성 및 요구사항에 따라 적절히 활용하고 있다. Pontis는 교량의 데크나 슬래브, 상부구조 등 부재별로, 또 콘크리트, 강재, 목재 등 재료별로 구분하여 주요 요소별 관리를 수행하는 특징을 가지고 있으며, 5단계 상태 등급을 기본으로 부재의 열화 진행을 묘사하고 있다. 현재는 DB를 다른 시스템 및 주단위 교통국에서 범용적으로 사용할 수 있도록 시스템을 정립하고 있지만, 이미 개발된 지 20년이 넘어 현재 한계가 있어, 최근 이와 완전히 구분하여 FHWA는 향후 20년간 장기교량성능관리프로그램 개발을 위한 연구를 수행하고 있다[12].

3. 국내 시설물 유지관리시스템

자산관리를 위해 필요한 기능과 자료 중 일부는 시설물 유지관리시스템에 있는 것을 활용할 수 있을 것으로 예상된다. 이를 위해 국토상의 시설물을 유지관리하기 위해 운영되고 있는 HMS, BMS, PMS와 같은 시스템들을 조사 분석하였다.

3.1 국토 HMS (Highway Management Systems)

국토 HMS는 일반국도 이점관리 체계로서 관련정보

를 시각적으로 제공하고 시설물의 위치를 찾기 쉽게 함으로써 공간상의 위치정보를 파악하기 쉽게 하며, 도로, 교량, 포장, 교통량, 도로절토면 등의 속성정보와 도면, 수치지도 등의 도형정보를 조회할 수 있는 기능을 갖고 있다. 국토 HMS에서 관리하고 있는 자료는 노선기본정보, 행정구역, 도로대장기본정보, 교량제원, 교량보수이력, 터널기본정보, 터널제원, 터널구조정보, 포장기본정보, 포장상태현황, 포장유지보수이력, 절토사면특징 등이다[7][8].

3.2 국토 PMS (Pavement Management Systems)

국토 PMS는 국토상의 도로 포장을 관리하는 시스템으로 매년 조사대상구간을 선정하여 포장상태를 조사하고 이 자료를 근거로 유지보수 우선 순위와 소요비용을 산정하는 기능을 갖고 있다. 보수방법과 유지보수 우선순위 선정작업은 세계은행에서 개발한 HDM-4(The Highway Development and Management Tool-4)프로그램을 이용하여 분석기간 5년 동안의 총비용의 차이로 결정하고 있다. 관리하고 있는 자료는 포장기본정보, 포장구조, 보수이력, 유지보수내역, 예산내시보수이력, 국토포장노면평가정보, 포장상태, 교통량, 연도별요청구간, 연도별조사분석구간, 연도별조사대상구간 등이다[9][10].

3.3 국토 BMS (Bridge Management Systems)

국토 BMS는 국토상에 있는 도로교를 유지관리하기 위한 시스템이다. PMS와 마찬가지로 매년 교량의 상태조사결과를 근거로 유지보수 우선순위를 산정하여 익년도 교량 유지보수계획을 수립하고 예산을 요청하기 위한 자료를 산출하는 기능을 갖고 있다. 국토 BMS는 교량제원, 교량구조, 교량부착시설, 교량 내하력평가결과, 교량경간상태, 교량지점상태, 교량정밀안전진단결과, 교량보수기록, 개축투자우선순위, 개축투자예산효과, 보수투자우선순위 등의 데이터를 관리하고 있다 [7][8][11].

III. 자산관리 정보화 방안

정보시스템을 효율적으로 구축하기 위해서는 대상 업무 전체의 정보화 구성요소들을 통합적으로 분석한 뒤 이들 간의 관계를 구조적으로 정리한 것을 바탕으로 업무, 업무별 기능, 업무를 지원하는 응용시스템, 업무와 응용에서 사용되는 데이터 및 이들 간의 관계를 식별하는 방법을 따르게 된다. 이에 따라 자산관리시스템을 개발하기 위한 정보화 방안을 수립함에 있어 자산관리의 핵심업무를 도출하고, 자산관리 조직과 업무간의 관계를 분석하여 자산관리시스템의 구조를 그 관점에서 계층화하여 분할하였으며, 마지막으로 기존의 유지관리시스템과 정보공유 부분을 파악하였다.

1. 자산관리의 핵심업무 도출

공공시설의 자산관리를 가장 선도적으로 하고 있는 뉴질랜드의 IIMM의 내용과 미국의 FHWA에서 정의한 업무들과 국내의 국토 BMS 및 국토 PMS를 대상으로 업무를 분석하였다. 분석 결과는 [표 1]과 같으며, [표 1]에서 알 수 있듯이 자산관리 업무는 표현상의 차이는 있으나 대체로 목표 및 정책수립, 자산현황관리, 상태파악 및 성능측정, LoS 설정, 수요예측, 장기계획수립, 재정파악, 리스크산정, 대안평가, 단기계획수립, 최적대안실행, 그리고 사후평가로 나누어 볼 수 있다 [4][13]. 각 업무를 간단히 기술하면, 목표 및 정책수립은 자산관리 전략을 수립하기 위한 전략목표를 설정하고 정책을 결정하는 업무이다. 자산현황관리는 자산목록을 구성하고 갱신하는 일 및 각종 자료를 관리하는 업무이다. 상태파악 및 성능측정은 자산의 현재 상태를 조사하여 평가하는 일과 성능지표별로 성능을 등급화하고 자산상태 점검결과를 기록하는 업무이다.

LoS 설정은 현재 서비스수준을 평가하고 목표 서비스수준을 정의하며 서비스수준의 Gap을 분석하는 업무이다. 수요예측은 현재의 서비스수준을 목표 수준까지 향상시키기 위해 취해야 할 대안의 수요를 장, 단기로 예측하는 업무이다. 장기계획수립은 자산관리를 위해 설정한 장기 정책목표를 달성하기 위해 자산의 노후화를 예측하고 자산의 상태를 최적으로 유지하기 위한 생

애주기비용 및 서비스수준의 변화추이를 예측하여 장기전략을 수립하는 업무이다. 재정파악은 수립된 유지보수계획에 소요되는 비용을 확보할 수 있는지, 확보하지 못한다면 어느 정도까지 조달 할 수 있는지를 파악하는 업무이다. 리스크산정은 관리하고 있는 시설자산에 영향을 미치는 위험을 식별하여 이를 평가하고 예측하여 이에 대한 대안을 수립하고 그 비용을 산정하여 위험에 대한 대안을 집행할지를 결정하는 업무이다. 대안평가는 자산의 서비스수준을 높여 공용수명을 연장하고 최상의 성능을 발휘할 수 있게 하기위한 대안을 수립하는 업무이다. 이 때 대안의 비용을 파악하고 비용대비 효과를 계산하고 분석하게 된다. 단기계획수립은 익년도에 실행할 1년짜리 자산유지보수계획을 수립하는 업무로 제안된 모든 대안에 대한 우선순위를 설정하고 가용예산에 맞게 작업계획을 합리화하여 최적의 계획을 수립하는 업무이다. 이 업무를 마치면 익년도 자산관리에 필요한 예산계획과 목표 서비스수준이 결정된다. 최적대안실행은 예산이 배정된 단기계획에 근거하여 대안을 수행할 공사집행계획을 수립하는 업무로 상세한 작업순서 및 일정계획과 예산집행계획 등이 포함된다. 마지막으로 사후평가는 집행계획에 따라 수행된 보수공사 실적이 계획대로 집행되었는가, 목표하는 서비스 수준은 달성되었는가와 같은 집행 후의 결과를 평가하고 기록하는 업무이다. 이 업무의 결과는 장, 단기 계획을 수립하거나 개선전략을 수립하는 주요 입력자료가 되며 향후 발전계획을 수립하는 토대가 된다.

표 1. 자산관리 업무 비교(○:일반자산관리, ●:상급자산관리)

자산관리 업무	뉴질랜드 IIMM	미국 FHWA	국내 PMS, BMS
목표/정책수립		○	
자산현황관리	○	○	○
상태파악, 성능측정	●	○	○
LoS 설정	○		
수요예측	○		
장기계획수립		○	
재정파악	○		
리스크산정	●		
대안평가	●	○	○
단기계획수립	○	○	○
최적대안실행	●	○	○
사후평가		○	



그림 2. 자산관리 핵심업무

[표 1]에 의하면 공공시설 자산관리 업무 중 뉴질랜드의 IIMM에 제시된 자산관리업무는 상급자산관리와 일반자산관리로 대별된다. 상급자산관리는 상태파악 및 성능측정, 대안평가, 최적대안실행, 그리고 리스크산정업무를 지칭하며, 일반자산관리는 자산현황관리, 단기계획수립, LoS 설정, 수요예측, 장기계획수립, 재정파악업무를 포함하고 있다. 그리고 미국의 FHWA는 상급과 일반자산관리업무를 특별히 구분하지 않고 목표 및 정책수립, 자산현황관리, 상태파악 및 성능측정, 장기계획수립, 대안평가, 단기계획수립, 최적대안실행, 그리고 사후평가 업무까지를 그 범위에 포함시켰다. 국내의 시설물 유지관리시스템인 PMS, BMS는 이 업무 중에 자산현황관리, 상태파악 및 성능측정, 대안평가, 단기계획수립 그리고 최적대안실행 업무만을 지원하고 있는 기존의 시설물 유지관리체계임을 알 수 있다. 국내 PMS, BMS가 기존의 시설물 유지관리체계이므로 이를 제외한 리스크산정, LoS 설정, 수요예측, 장기계획수립, 재정파악, 사후평가, 그리고 목표 및 정책수립 업무를 [그림 2]와 같이 상급자산관리로, PMS, BMS의 업무는 일반자산관리로 구분하고 이를 자산관리 핵심업무로 설정하고자한다. 이와 같이 구분하면 FMS와

BMS같은 기존 유지관리 시스템이 일반자산관리를 지원하므로 상급자산관리만 시스템으로 구현하여도 자산관리가 필요로 하는 업무 전체를 포괄 할 수 있다. 따라서 기존 유지관리시스템을 이미 운영하고 있는 조직이 자산관리를 도입할 경우 기존의 시스템을 활용하면서 자산관리 업무를 효율적으로 구현할 수 있는 장점이 있다.

2. 자산관리시스템의 계층 분할

현행 사회기반시설의 유지관리체계는 중앙정부조직을 중심으로 시설물의 특성에 맞게 유지관리업무를 분담하여 관련 산하기관들을 운영하고 있으며 그 밖에 광역시도 및 지방자치단체로 유지관리업무 체계가 나누어 있다. 대표적인 사회기반시설이라고 할 수 있는 도로에 대해 국토해양부에서는 산하기관과 역할을 분담하여 관리하고 있다. 도로는 교통정책실의 도로기획관 산하에 5개과를 두고 도로의 계획, 건설 및 유지관리와 한국도로공사의 지도감독 등 도로정책을 총괄하고 있다[12]. 도로정책과는 도로의 정책 및 예산업무를, 도로운영과는 국도유지관련 업무를, 첨단도로환경과는 교량유지관련 업무를 관장하고 있다. 지방국토관리청마다 2 내지 5개의 국도관리사무소를 두고 있는데 이 국도관리사무소는 국도의 보수 보강공사와 같은 유지관리업무를 수행한다. 요약하면 중앙정부조직인 국토해양부는 도로에 대한 정책과 예산을, 산하기관들은 배정된 예산으로 도로를 건설하고 도로와 관련한 시설물의 점검과 유지보수를 수행한다. 따라서 도로시설물의 유지관리에 관련된 기관별로 주어진 임무와 역할이 다르고 참여기관들도 다수인 점이 자산관리시스템을 개발하는데 고려해야 할 사항이다.

본 논문에서는 사회기반시설의 유지관리조직이 고유한 목표와 역할을 가지고 주어진 업무를 수행하고 있음을 고려하여 [표 2]와 같이 자산관리업무를 수행할 조직을 자산관리위원회, 자산관리조직, 시설물관리조직으로 세분화 하였다.

표 2. 자산관리조직과 업무기능 관계

업무	조직	자산관리 위원회	자산관리 조직	시설물관리 조직
일반 자산 관리	자산현황관리			○
	상태파악/ 성능측정			○
	대안평가			○
	단기계획수립			○
	최적대안실행			○
상급 자산 관리	목표/정책수립	○		
	LoS 설정		○	
	수요예측		○	
	장기계획수립		○	
	재정파악		○	
	리스크산정			○
	사후평가			○

예를 들면 자산관리위원회는 재정경제부, 자산관리 조직은 국토해양부의 도로국, 시설물관리조직은 국토관리사무소가 여기에 해당한다. 자산관리위원회와 자산관리조직은 주로 의사결정과정에서 포함된 상급자산관리 업무를 수행하는데 목표와 정책수립 업무는 자산관리위원회가 수행하며, LoS설정, 수요예측, 장기계획수립, 재정파악 업무는 자산관리조직이 수행한다. 시설물관리조직은 일반자산관리 업무인 자산현황관리, 상태파악 및 성능측정, 대안평가, 단기계획수립, 최적 대안수립과 상급자산관리 업무인 리스크 산정, 사후평가 업무를 수행한다.

자산관리와 관련이 있는 조직의 고유업무에 맞게 자산관리시스템을 개발하여야 시스템의 효율성을 확보할 수 있으며 효과적으로 기능을 발휘할 수 있다. 이를 위해서는 시스템을 어떻게 구분하느냐가 중요한 변수인데 유지보수업무의 특성에 따라 조직별로 분할 개발하는 것이 타당하다. 도로를 기준으로 현재 자산현황관리부터 사후평가까지 각 기관의 업무 및 역할에 따라 조직을 [그림 3]과 같이 3계층으로 분류한다. 첫 번째 계층은 포장이나 교량 등 개별 시설물을 관리하는 조직으로 시설물관리계층이라 명명하였다. 이 계층의 조직은 개개의 교량이나 포장과 같은 도로시설물을 점검하고 상태를 평가하며, 유지보수리스트를 작성하는 임

무를 수행한다. 두 번째 계층은 포장과 교량처럼 같은 도로자산이긴 하나 성격이 다른 시설물간의 예산분배나 재무예측과 같은 업무를 수행하는 조직으로 자산관리계층이라 명명하였다. 세 번째 계층은 최상위 계층으로 도로시설, 상수도시설, 또는 하수도시설과 같이 각기 다른 자산간의 유지보수 예산을 분배하고 조정하는 조직으로 교차자산관리계층이라 명명하고 역할은 자산관리위원회가 담당하도록 설정하였다.

대부분의 공공시설 관리조직은 [그림 3]과 같이 3계층으로 분류되지만, 때로는 관리조직의 특성에 따라 시설물관리 및 자산관리계층과 교차자산관리계층이나 혹은 시설물관리계층과 자산관리 및 교차자산관리계층의 두 단계로 구분할 수도 있다. [그림 3]과 같이 세 계층으로 구분해서 시스템을 구성하면 공공시설 유지보수를 수행하는 조직의 업무가 유사하기 때문에 앞에서 제시한 각 계층의 시스템을 조직의 특성에 맞게 어떤 조합이든 재조합해서 사용할 수 있다. 또한 조직이 변경되어도 계층화를 통해 분할된 자산관리시스템은 변화된 계층만을 수정하거나 보완하면 되므로 문제의 범위를 최소화하여 재사용할 수 있는 유연성을 확보할 수 있다. [그림 3]의 오른쪽 부분은 국토유지보수를 위한 자산관리시스템을 앞에서 정의한 자산관리 조직의 세 계층으로 구분한 것이다.

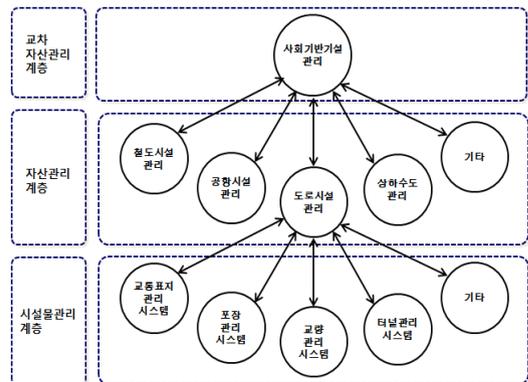


그림 3. 자산관리시스템의 계층화

3. 정보공유

국내는 공공시설 관리주체별로 조직의 업무환경에

맞추어 고유한 시설물 유지관리시스템을 이미 개발하여 운영하고 있기 때문에 자산관리시스템을 개발하는 과정에서 기존 시스템을 고려하여야만 한다. 기존 시스템을 고려하는 방식은 여러 가지가 있을 수 있으나 기술적인 문제, 기능적인 문제, 경제적 문제 등 여러 가지 변수 때문에 재사용하기 어려운 것이 사실이다. 그러나 제약 사항이 많음에도 자료를 공유하는 방법이 기존시스템의 변경을 최소화하고 재사용 효과를 볼 수 있는 전략이다.

자산관리에서 사용하는 정보는 [그림 4]와 같이 자산 기본정보, 자산상태, 자산성능, 분석결과, 우선순위, 작업목록, 기본 데이터 그리고 유지보수 등으로 구분할 수 있다.



그림 4. 자산관리업무 관련정보

자산기본정보는 자산 일반정보, 자산상세정보, 그리고 자산 가치로 구성된 정보로서 자산의 제원 및 자산 자체의 고유속성을 표현하는 자료이다. 자산상태는 시설물의 파손상태, 응력을 받는 정도 등 시설물의 현재 상태 및 상황을 조사한 자료이다. 자산성능은 자산이 현재 최대한으로 발휘할 수 있는 기능, 목표 성능지표, 평가년도, 실제 성능지표 등으로 구성된 자료이다. 분석 결과는 자산열화, 대안과 비용 등을 고려한 과업에 대한 최적화 분석에 이용되는 생애주기자료와 열화 및 붕괴 곡선을 작성하고 유효수명과 현재가치를 산정하기 위한 예측자료, 그리고 시설물이 붕괴됐을 때 그에 대해 분석하고 조직에 대한 위험을 결정하는데 사용되

는 위험정보로 구성된 자료이다. 우선순위는 대안 및 비용정보와 유지보수우선순위 정보로 구성되어 있다. 대안 및 비용정보는 시설물이 최상의 성능을 발휘하기 위해 필요한 조치-보수, 보강, 재건축, LOS 하향조정 등-와 그에 따른 비용 자료이다. 유지보수우선순위 정보는 선정된 대안을 종합하여 산정한 유지보수 우선순위자료이다.

유지보수는 유지보수 작업, 도급, Job 및 자원, 생애주기비용, 재고현황, 판매자 및 생산자 등으로 구성되어 있는 자료군이다. 유지보수 작업은 완료작업과 잔여작업에 대한 데이터로서 현장명, 작업종류, 업무상세사항, 투입일자, 완성일자, 발주상태, 과업상세사항 등으로 구성된 자료이다. 도급은 유지보수에 관계된 도급계약 및 도급자 정보이며, Job 및 자원은 유지보수에 관계된 작업 정보 및 자산을 관리하는데 이용되는 인력, 기계 등의 자료이다. 생애주기비용은 자산의 전 생애주기에 걸쳐 시행된 모든 유지보수작업에 투입된 비용자료이다.

기본 데이터는 제 기준과 매개변수로 구성된 정보군으로서 성능지표 및 기준, 결함판별기준, 설계기준, 유지보수기준, 표준절차, 계획구분, 단가, 공용수명, 열화 모델, 할인율, 시간가치 등으로 구성되어 있다[14].

표 3. 자산관리 업무/정보 관계

업무	정보	자산 기본 정보	자산 상태	자산 성능	분석 결과	우선 순위	작업 목록	유지 보수	기본 데이터
일반 자산 관리	자산현황 관리	CRUD						R	
	상태/성능측정	R	CRUD	CRUD					
	대안평가	R	R	R		CRUD			
	단기계획 수립	R	R	R		RU			
상급 자산 관리	최적대안 실행	R				R	CRUD	CRUD	
	목표/정책수립	R	R	R					CRUD
	LoS 설정	R	RU	RU					
	수요예측	R	R	R	CRUD				CRUD
	장기계획 수립	R	R	R	CRUD				CRUD
	재정파악	R			R	R			
	리스크산정	R	R	R	CRUD				
사후평가	R	RU	RU		R		RU		

주 : C:생성, R:검색, U:수정, D:삭제

자산관리업무에 필요한 정보를 도출한 후 공유대상 정보를 찾아내기위해 업무와 필요 정보간의 상관관계를 [표 3]과 같이 작성하였다. [표 3]에서 자산기본정보, 자산상태, 자산성능, 우선순위, 유지보수 정보군은 일반 자산관리 업무인 자산현황관리, 상태과악 및 성능 측정, 대안평가, 최적대안실행 업무에서 생성되며 일반 및 상급 자산관리 업무 모두에 사용된다. 분석결과와 기본 데이터 정보군은 상급 자산관리 업무인 목표 및 정책수립, 수요예측, 장기계획수립, 리스크산정 업무에서 생성되어 상급 자산관리 업무에만 사용되는 것으로 나타났다. 마지막으로 작업목록 정보군은 일반 자산관리업무인 최적대안실행업무에서 생성되어 일반 자산관리업무에만 사용된다.

공유할 대상이 되는 정보는 접속빈도가 많은 자료를 기준으로 식별하는 방법과 접속하는 업무가 많은 것을 기준으로 하는 방법 모두가 가능하나 여기서는 후자를 선택하였다. 따라서 일반 자산관리업무가 생성하고 일반 및 상급 자산관리업무 모두에서 사용되는 정보를 [그림 5]의 점선부분과 같이 공유대상이 되는 자료군으로 묶을 수 있다. 이 정보들은 일반 자산관리업무가 생성하므로 PMS 및 BMS가 보유하고 있는 정보이다. 따라서 자산관리시스템과 BMS 및 PMS와의 정보접속부를 구성하게 하면 기존 시스템을 활용할 수 있게 된다.

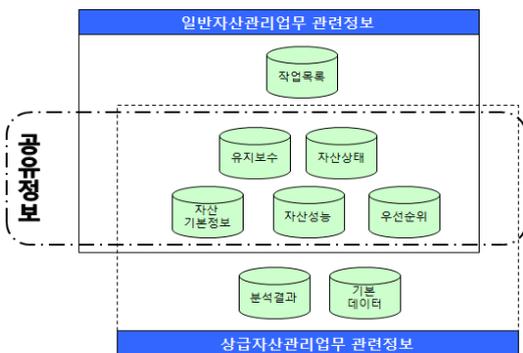


그림 5. 일반자산관리업무와 상급자산관리업무간의 공유 정보

그리고 일반 자산관리에서만 생성되고 사용되는 작업목록 정보군은 공유할 필요가 없는 것이 당연할 것이

다. 반면에 상급 자산관리에서만 사용되는 분석결과 및 기본 데이터 정보군은 새로 만드는 자산관리시스템의 고유정보로 구성하면 된다. [그림 5]와 같이 공유정보를 재활용하면 자산관리시스템의 개발비용을 최소화하고 개발기간을 단축할 수 있다.

IV. 제시 방안에 대한 타당성 검토

국내외 사례를 통하여 제시한 자산관리정보화 방안의 효율성을 검토하고, 제안한 자산관리 핵심업무와 타 시스템과의 관계를 비교하여 업무 구분의 타당성 및 정보화방안의 독창성을 제시하고자한다.

1. 효율성 검토

국내 도로현황조사에 따르면 2007년 말 현재 도로 총연장 103,091Km 중 일반국도는 13,832 Km에 이르는데 이 도로의 유지보수비는 1991년 1,223억원에서 2007년 7,469억원으로 증가하였다[15]. 또한 2007년 12월 기준으로 전국의 교량은 총 24,923개소이며 연장은 2,289km에 이른다. 총 교량수는 2006년에 비해 2007년도에는 1,118개소 연장 150km 증가되었으며, 10년 전인 1997년 보다는 9,984개교(연장 1,356km)가 증가하여 매년 약 6.68%씩 증가한 것으로 나타났다[16]. 2006년 환경부 상수도 통계에 따르면 국내 수도관 총연장은 138,478km이며, 2003년 127,967Km에 비해 10,511Km나 수도관 총연장이 증가하였으며, 2007년 집행된 상수도 부문 예산은 2,295억원에 이른다. 하수도를 보면 2006년 말 하수처리인구 비율로 산정한 하수도보급률은 85.5%이며, 하수관거 설치연장은 91,098km로 1998년 62,330Km에 비해 142,917Km나 증가했다. 이 하수관거에 투자할 유지보수 비용계획을 보면 2007년 6,330억원에서 2015년 14,693억원으로 증가 할 것으로 예측하고 있음을 알 수 있다[17]. 미국토목학회(ASCE)에 따르면 구조적 결함 등급의 교량을 모두 보강하기 위해서는 1,880억 달러(\$188 billion)가 넘는 비용이 소요될 것으로 추정하였으며, 전체 예산 68억 달러 중 교량의 교체나 보강, 유지관리에 소요되는 예산이 59억 달러로 전

체의 약87%에 이르는 것을 알 수 있다. 국내의 경우에도 시간이 경과함에 따라 유사한 경향이 나타날 것을 예상할 수 있다[16]. 이와 같이 공공시설은 지속적으로 증가하여왔고 유지관리비도 매년 증가하고 있다. 더욱이 대부분의 공공시설물은 1970~80년대에 건설되어 이들이 선진국과 비슷한 경로를 따른다면 2010년경 이후부터 유지관리비는 급격히 상승할 것이다.

선진국의 경우 1990년대의 급격한 유지관리 예산부족을 타개하기 위하여 자산관리를 도입하였고, 호주의 경우 40% 이상의 유지관리 비용 절감 효과를 얻고 있다. 우리나라도 자산관리제도와 시스템을 도입하면 유지관리비가 급격히 상승하는 것에 효율적으로 대비할 수 있을 것이다. 국외의 사례와 더불어 국내의 사례로 2008년 도로현황조사에 따르면 1991년 Km당 900만원이었던 포장보수비를 포장관리시스템을 사용한 결과 2007년에는 400만원으로 절감하였다. 이를 보면 국내의 사례를 통해서 제안한 시스템이 실현될 경우의 비용절감효과와 효율성을 유추할 수 있다.

2. 타 자산관리시스템과 비교

[표 4]에 나타나 있듯이 IIMM에 제시된 일반자산관리는 현황으로부터 수요를 예측하여 계획을 수립하는 업무에 중점을 두고 있고, 상급자산관리는 리스크분석이 더해진 유지관리 작업을 실행하는데 중점을 두고 있다.

표 4. 제안과 타 자산관리시스템 비교

자산관리 업무	뉴질랜드 IIMM	미국 FHWA	국내 PMS BMS	제안 안
자산현황관리	○	○	○	○
단기계획수립	○	○	○	○
상태파악, 성능측정	○○	○	○	○
대안평가	○○	○	○	○
최적대안실행	○○	○	○	○
리스크산정	○○			○○
LoS 설정	○			○○
수요예측	○			○○
장기계획수립	○	○		○○
재정파악	○			○○
사후평가		○		○○
목표/정책수립		○		○○

FHWA는 유지관리업무와 자산관리업무를 구별하지 않고 있다. 이를 보면 IIMM에 제시된 업무체계는 자산관리 개념에서 유지관리 업무를 접근하고 있는 반면 FHWA는 기존 유지관리업무에 생애주기비용 등을 고려하여 발전된 업무체계를 지향하고 있다. 제안된 안은 일반자산관리가 단기계획 수립과 실행에 중점을 두고 있으며, 상급자산관리는 리스크관리를 포함한 수요예측과 장기계획 수립에 주안점을 두고 있다.

V. 결론

사회기반시설이 노후화됨에 따라 현행 시설물 유지관리체계를 넘어 관련 예산을 절약하며 시설물의 수명을 연장하고 경제적 가치를 높이기 위해 공공시설에 자산관리를 도입해야 한다는 요구가 증대되고 있다. 자산관리는 기존의 시설물 유지관리업무를 통해 축적된 데이터를 분석하며 생애주기분석기법, 리스크산정 등의 의사결정방법을 활용하여 경제적으로 최적화된 유지관리계획을 수립하고 이를 실행하는 것이다.

이 논문에서는 자산관리 정보화 방안으로, 첫째 시설물 유지관리시스템에 있는 기능을 중복해서 개발하지 않고 자산관리의 핵심업무만을 도출하며, 둘째 시스템의 구조를 조직과 업무관점에서 계층으로 분할하고, 셋째 자산관리시스템에서 기존 시설물 유지관리시스템들과 연동하여 공유할 정보를 제시하였다. 본 논문에서 도출한 자산관리업무는 일반자산관리와 상급자산관리로 나뉘어지며 일반자산관리는 시설물유지관리시스템의 업무이고, 상급자산관리는 자산관리에만 적용되는 핵심업무이다. 상급자산관리는 목표 및 정책수립, LoS 설정, 수요예측, 장기계획수립, 재정파악, 리스크산정, 그리고 사후평가 업무가 포함된다. 따라서 본 논문에서 제시한 방안에 따라서 상급자산관리만을 개발하여 자산관리업무를 수행하면 기존 시설물유지관리시스템과의 중복성을 배제하며 유지관리조직의 환경에 좌우되는 변수도 당연히 줄어들어 과도한 다양성을 지양할 수 있는 이점이 있다.

자산관리업무는 그 특성상 단일 조직에서 업무가 이

루어지기보다는 다수의 조직이 관련되어 있다. 이 조직들은 주어진 역할이 각기 다르며 그 역할은 환경에 따라 변화한다는 문제점이 있다. 이 경우 시스템을 구조적으로 분할하면 문제가 발생할 경우 분할구간 내에서 대처할 수 있다. 자산관리시스템을 도출된 핵심업무를 중심으로 조직과 업무간의 분석을 통해 교차자산관리 계층, 자산관리계층, 시설물관리계층 등 3개 계층구조로 분할하였다. 그리고 조직의 역할에 관련된 핵심업무만을 계층을 구분하여 구현함으로써 계층별로 다루는 정보와 업무가 독립적이어서 상위 조직 차원에서 자료를 취합하고 거시적으로 자산관리 전략을 쉽게 수립할 수 있다.

또한, 기존 시스템을 활용하기 위해서 자산관리시스템과 시설물 유지관리시스템을 연계하여 시설물 유지관리시스템과 중복되는 정보는 공유하고, 자산관리시스템에서만 필요로 하는 정보는 자산관리시스템이 생성하고 관리하는 방법을 제안하였다.

참 고 문 헌

[1] Institute of Asset Management, *Asset Management(Part 2: Guidelines for the Applications of PAS55-1)*, British Standards, 2008.

[2] FHWA, *Asset Management Primer*, U.S. DOT, 1999.

[3] Chae, M. J and Abraham, D. M., "Neuro-Fuzzy Approaches for Sanitary Sewer Pipeline Condition Assessment", *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol.15, No.1, pp.4-14, 2001.

[4] Richard Kirby, "International Infrastructure Management Manual", *INGENIUM*, pp.4.2-4.11, 2006.

[5] 신희철, *도로교통시설 자산 관리 시스템 구축을 위한 기초연구*, 교통연구원, 2006.

[6] 전귀현, *생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리시스템 개발*, 시설안전공단, 2005.

[7] 성경곤 외, *Highway Management Systems 개발*

보고서(III), 건설교통부, 2001.

[8] 성경곤 외, *Highway Management Systems 개발 보고서*, 건설교통부, 2004.

[9] 김연복 외, *고속도로 콘크리트포장의 보수보강공법 개발전략에 관한 연구(II)*, 한국건설기술연구원, 1994.

[10] 배규진 외, *국도포장관리시스템 연차보고서*, 한국건설기술연구원, 2001.

[11] 박경훈 외, *교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리기법개발*, 한국건설기술연구원, 2009.

[12] 조문영 외, *자산관리 통합프레임워크 및 정책개발(I)*, 한국건설기술연구원, 2008.

[13] Stephen J. Gal, *Transportational asset management: Basics*, A seminar hand-out, 2008

[14] 최원식 외, *공공시설물 자산관리정보시스템개발(I)*, 한국건설기술연구원, 2008.

[15] 국토해양부, *도로현황조사*, 2008.

[16] 박경훈 외, *교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리기법개발*, 한국건설기술연구원, 2008.

[17] 황환국 외, *상하수도관로의 성능 및 사용 효율 증대를 위한 자산관리기법개발(I)*, 한국건설기술연구원, 2008.

저 자 소 개

최 원 식(Won-Sik Choi)

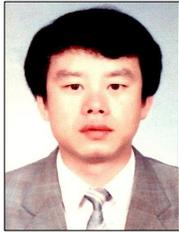
정희원



- 1982년 2월 : 고려대학교 지질학과(이학사)
 - 1984년 2월 : 고려대학교 지질학과(이학석사)
 - 2001년 2월 : 국립공주대학교 전산학과(이학석사)
 - 2001년 3월 ~ 현재 : 국립공주대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 - 1984년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 건설정보연구실 연구위원
- <관심분야> : BIM, 정보표준

나 혜 숙(Hei-Suk Nah)

정회원



- 1984년 8월 : 전남대학교 계산통계학과(이학사)
- 1995년 2월 : 서강대학교 데이터베이스(공학석사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 국립공주대 컴퓨터공학과 박사과정

▪ 1984년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 건설정보연구실 연구위원

<관심분야> : 멀티미디어, 데이터베이스, 클라우드 컴퓨팅

임 중 태(Jong-Tae Lim)

중신회원



- 1985년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1992년 8월 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
- 1993년 8월 ~ 현재 : 국립공주대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> : 내용기반 영상검색, 데이터베이스, 정보검색

서 명 배(Myoung-Bae Seo)

정회원



- 1999년 2월 : 조선대학교 전자계산학과(이학사)
- 2001년 2월 : 조선대학교 전자계산학과(이학석사)
- 2003년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 건설정보연구실 전임

연구원

<관심분야> : CALS, BPM, 시멘틱 웹, 멀티미디어, 영상처리

정 성 윤(Seong-Yun Jeong)

정회원



- 1992년 2월 : 한양대학교 전산학과(공학사)
- 1994년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과(공학석사)
- 2007년 2월 ~ 현재 : 서울산업대학교 IT정책대학원 박사과정

▪ 1994년 2월 ~ 현재 : 건설정보연구실 수석연구원

<관심분야> : 인공지능, 영상검색, 멀티미디어