

도로자산관리시스템의 업무아키텍처 설계

Business Architecture Design of a Highway Asset Management System

나혜숙*, 임종태**

한국건설기술연구원 ICT융합연구실*, 국립공주대학교 컴퓨터공학부**

Hei-Suk Nah(hsna@kict.re.kr)*, Jong-Tae Lim(jtlim@kongju.ac.kr)**

요약

사회기반시설의 노후화로 유지보수 비용이 급격하게 증가하고 있는 선진국뿐만 아니라 국내에서도 시설물을 체계적으로 관리하여 안전사고를 예방하고 유지보수 예산을 절감해야 할 필요성이 날로 증대하고 있다. 뉴질랜드, 미국, 영국 등은 시설물의 공학적 상태와 성능에 따라 시설물을 유지보수하는 업무에 자산관리 개념을 도입하여 공공시설물을 관리하고 있다. 이들 나라들은 공공시설물 자산관리에 적용할 표준화된 자산관리 정보모델을 제시하고 시스템으로 개발하여 운용하고 있다. 국내에서도 공공시설물 자산관리 연구가 진행 중에 있으며, KTAM-40 자산관리 업무절차가 제시되었다. 본 논문에서는 공공시설물 중에서 도로자산관리시스템의 업무아키텍처 설계를 위하여 뉴질랜드 IIMM과 국내에서 개발된 KTAM-40 업무절차를 조사 분석하였다. 그리고 KTAM-40 업무절차를 참조하여 도로 자산관리시스템의 업무아키텍처를 설계하였다. 업무아키텍처는 첫째, 도로자산관리를 효율적으로 수행하기 위한 조직구조와 역할을 설정하고, 둘째로 도로자산관리 업무기능을 세분화하고, 셋째로 자산관리 업무기능들 간의 관계와 업무 기능들간 정보와 흐름을 정의하였다. 그리고 설계된 업무아키텍처가 유사한 업무 시스템의 다른 아키텍처와의 차별성을 검토하였다.

■ 중심어 : | 도로자산관리 | 도로자산관리시스템 | 업무아키텍처 | IIMM | KTAM-40 |

Abstract

As the social infrastructure becomes deteriorated, its maintenance cost has been increased rapidly. There are growing needs to manage facilities systematically to reduce this kind of maintenance budget, and furthermore to avoid safety accidents in Korea. Asset management is widely used in New Zealand, the United States, Great Britain to manage their social facilities. In these countries, standardized information model and its system are developed and in service for asset management. There are several researches on asset management of social infrastructure in Korea, and the KTAM-40 work procedure is one of the main results for these researches. In this paper, the IIMM of New Zealand and the KTAM-40 of Korea, were surveyed to develop a business architecture of the highway asset management system. A new business architecture for the highway asset management system is proposed based on the KTAM-40 work procedure: First, the organization and its role for the highway asset management are defined. Second, business functions of the highway asset management are classified. Third, the highway asset management functions and the flow of information are defined. In the last section, differences between the newly designed architecture and the other systems' architecture is reviewed.

■ keyword : | Highway Asset Management | Highway Asset Management System | Bussiness Architecture | IIMM | KTAM-40 |

* 이 논문은 한국건설기술연구원 2011년 주요사업으로 수행된 결과입니다.

접수번호 : #110929-003

접수일자 : 2011년 09월 29일

심사완료일 : 2011년 11월 15일

교신저자 : 임종태, e-mail : jtlim@kongju.ac.kr

I. 서론

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 과정이다[4].

외국의 경우 대부분의 사회기반시설물들이 제2차 세계대전 이후인 1950~60년대에 건설되어 1980년대 들어 노후화로 인한 유지보수 비용이 급증하면서 1990년대 전후에 유지관리 비용이 전체 건설 예산의 40%를 차지하는 등 유지관리 비용이 급격히 상승하여 재정에 위협적인 요소가 되고 있다. 뉴질랜드, 캐나다, 미국, 영국 등에서는 공공시설물 유지관리에 자산 개념을 도입하여 관련법과 제도를 정비하고 사후대처 유지관리 방식보다 자산 가치 중심의 예방적 유지관리로 전환하여 일정부분 성과를 내고 있다[6][12][13][17].

호주는 1980년대 후반부터 자산관리의 중요성을 인식하여 사회기반시설물 자산관리를 위한 업무모델을 개발하였다. 호주의 동부 50만 명에게 물을 공급하는 지역수자원공사인 Hunter Water는 유지관리단체를 넘어서 자산관리를 통해 40%의 운영비용을 절감하는 가시적 성과를 내었으며 서비스 수준을 제고하는 등 많은 효과를 얻었다[3][16]. 뉴질랜드는 국가자산관리 계획을 수립하여 교통계획과 관계된 자원을 배분하고 있다. 아울러 dTIMS(Deighton's Total Infrastructure Asset Management Solution)라는 자산관리와 유지관리를 동시에 할 수 있는 소프트웨어로 도로포장 노후화 예측과 도로자산의 포장상태를 예측하고 있다. 미국은 매년 예산의 약 10%에 달하는 1400~1500억 달러를 사회기반시설의 시공과 유지보수에 사용하고 있으면서 예산집행이 체계적이지 않아서, 연방의회 차원에서 공공기반시설을 효율적으로 관리하기 위한 방법으로 자산관리 시스템을 도입하였다[4][15].

2009년도 국가자산통계에 의하면 [표 1]과 같이 우리나라의 유형고정자산액은 2,971조이고 이중에서 사회간접자본인 도로, 철도, 지하철, 항만, 공항 등에 해당하는 건축물 부문의 자산은 전체의 27.5%인 817조원이

다. 이는 2000년도 건축물의 자산액 395조에 비해서 약 2배가 증가한 금액이다[5].

표 1. 연도별 유형고정자산액 (단위: 조원)

| 구분 | 년도 | 2000년 | | 2008년 | |
|------------|----|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | | 금액 | % | 금액 | % |
| 총계 | | 1,574.5 | 100 | 2,971.6 | 100 |
| 주거용 | | 380.7 | 24.1 | 779.4 | 26.2 |
| 비주거용 | | 373.8 | 23.8 | 841.3 | 28.3 |
| 건축물 | | 395.6 | 25.1 | 817.2 | 27.5 |
| 운수장비 | | 93.5 | 6.0 | 109.5 | 3.7 |
| 기계장치 | | 330.8 | 21.0 | 424.2 | 14.3 |

국내의 경우 대부분의 국내 공공시설물들이 1970~80년대에 건설되었으므로, 공공시설물의 노후화되는 시기인 2020년 이후부터는 유지관리 비용이 급격히 상승될 것으로 예측된다. 따라서 지방자치단체와 시설물 유지관리 정부 기관들의 유지보수 예산이 많이 부족할 것으로 예상된다[16].

이에 국내에서도 공공시설물을 운영하는 정부와 공공기관을 중심으로 자산관리에 대한 관심이 증가하고 있으며, 한국건설기술연구원에서 ‘공공시설물 자산관리 체계 개발(Korea Total Asset Management-40; KTAM -40)’ 연구에서 한국형 통합자산관리 업무절차를 개발하여 제시하였다[6].

자산관리업무는 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 자산관리 정보시스템은 사회기반시설들을 체계적으로 관리하고 국가예산을 합리적으로 배분하며 투자대비 효과를 극대화 할 수 있도록 설계 구축되어야 한다. 특히 공공시설 자산관리 시스템의 업무 아키텍처는 시설물의 유지관리정보를 효과적으로 활용하고, 유지보수 계획을 수립하는 과정에서 과학적인 근거를 제시하며, 정확하게 정보를 분석하여야 한다.

본 논문에서는 한국건설기술연구원에서 개발한 KTAM-40을 참조하여 공공시설물 중에서 교통부문의 대표적 시설물인 도로시설을 선택하였으며, ITA/EA

(Information Technology Architecture / Enterprise Architecture : ITA/EA)의 기준에 따라 업무 아키텍처 관점에서 CEO와 책임자 시각으로 설계하였다. 그리고 현행 공공시설물 관리기관의 유지관리 업무에 다수의 담당자와 조직이 참여하고 있으며 동일 시설물에도 관리 주체에 따라 주어진 임무와 역할이 각기 다르므로 가능한 현재 유지관리 업무를 수행하는 조직 구성의 특성을 최대한 반영하였다.

본 논문의 구성을 보면 2장에서는 국내의 관련연구를 기술하였고 3장에서는 KTAM-40 업무 절차를 기반으로 공공시설물 자산관리시스템 개발을 위한 업무 아키텍처를 제안하였다. 제안한 업무 아키텍처는 첫째 자산관리를 효율적으로 수행하기 위한 조직 구조와 역할을 설정하고, 둘째 업무와 관련조직, 응용서비스를 정의하고, 셋째 자산관리 업무기능들의 관계와 업무 기능들 간 정보흐름을 정의하였다. 4장에서는 설계된 업무 아키텍처가 타 업무 아키텍처와 어떤 차이점이 있는지 검토하였다. 5장에서는 결론으로 논문의 내용을 요약 정리하였다.

II. 관련연구

뉴질랜드의 IIMM(International Infrastructure Management Manual)에 제시된 업무 절차와 자산관리시스템이 갖추어야 할 조건과 기능을 조사하고, 미국의 연방도로관리국 (Federal Highway Administration; FHWA)의 자산관리 업무 절차와 국내에서 제시된 KTAM-40의 자산관리 업무 절차를 분석하였다. 그리고 설계 업무의 기반이 되는 방법론으로 ITA/EA의 아키텍처 모델을 조사하였다.

1. 뉴질랜드의 자산관리 업무 절차

뉴질랜드는 1980년대 중반부터 시설물 유지관리 업무를 개선하는 것을 목표로 자산관리를 시작하였다. 1990년대에는 공공부문 개혁의 일환으로 자산의 가치를 평가하고 감가상각을 고려한 법과 제도를 마련하였고, 1996년 지방정부 자치법안에서 지방정부의 공공시

설물을 자산관리하도록 명시하였다. 2004년에는 육로 교통수단의 중앙정부 법안이 발효되면서 교통 관련분야의 자산관리가 기반시설 유지보수의 한 부분으로 도입되었다. 이어서 정부와 민간이 참여하는 NAMS GROUP에서는 국제 시설물관리 메뉴얼(IIMM)을 작성하고 [그림 1]과 같은 기본 틀을 제공하였다[10][17].

뉴질랜드의 IIMM에서 제시한 자산관리의 핵심은 생애 주기를 통한 접근과 장기적인 비용/효율적 관리전략의 개발, 정확한 서비스와 성능 수준의 제공, 시설물의 파손으로 인한 리스크의 관리이다. [그림 1]에서는 업무 절차를 일반 자산관리와 상급 자산관리로 구별하고 있다.

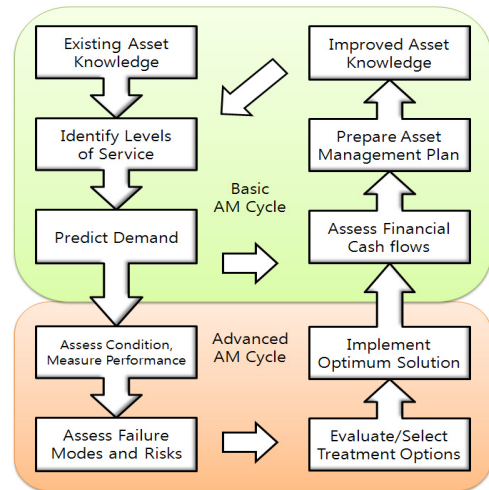


그림 1. 뉴질랜드 자산관리 업무절차

일반 자산관리는 서비스 수준을 정하고 자산관리 대상을 파악하고 재정적인 측면을 고려한 관리 계획을 수립하며, 상급 자산관리는 자산 상태와 성능을 측정하며 리스크를 분석하고 대안을 평가하여 최적안을 제시한다.

IIMM에서는 시스템 구축 시 반드시 고려되어야 할 주요 특징으로 개방형 아키텍처를 지향하며 산업표준 운영체제 기반의 다양한 하드웨어 플랫폼과 산업표준 데이터베이스를 지원할 것을 제안하고 있다. 그리고 타 시스템과 연계하기 쉽고 외부 및 원격 데이터를 수용할 수 있으며, 업무 절차는 문서화할 것을 강조하고 있다. 또 일관된 접근 방법을 제공하며 산업 표준을 채택할

것을 규정하고 있다[7].

2. 미국의 자산관리 업무 절차

미국은 2차 세계대전 후 사회기반시설을 확대 건설하였다. 그러나 건설된 시설물들이 점차 노후화됨에 따라 보수·보강 등에 막대한 재정이 투입되었으며, 유지관리 분야에 자산관리를 도입하여 효율적인 예산 분배를 통한 시설물의 안전한 유지관리 체계를 구축하기 시작했다. 미국 연방도로관리국은 1998년에 자산관리국을 신설하였다. 그리고 2002년에는 각 주에서 자산관리를 위한 자체 평가법 등에 대한 연구를 시작하여 교통부문의 자산관리를 위한 기본 체계와 가이드를 작성하여 각 주의 참여를 유도하고 있다[11]. 미국의 연방도로관리국은 자산관리업무절차를 [그림2]와 같이 제시하고 있다.

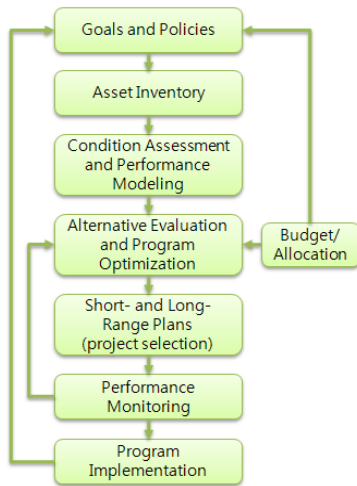


그림 2. FHWA 자산관리 체계 흐름도

미국의 자산관리 업무 절차는 정책과 목표를 설정하고 이를 수행하기 위한 계획과 프로그램을 수행하기 위한 전략화 과정을 거치게 된다. 구체적으로 [그림 2]에서 본 바와 같이 자산관리 업무의 목표와 목적, 자산현황 관리, 자산 성능측정, 대안 평가와 최적화, 중장기 계획수립, 성능 모니터링, 수행, 예산 배분의 8단계의 업무절차로 나누어져 있다[8].

3. KTAM-40의 자산관리 업무절차

현재 국내에서는 시설물 유지관리를 위해 한국시설안전공단의 FMS(Facility Management System)나 국토해양부의 PMS(Pavement Management System)와 BMS(Bridge Management System) 등과 같은 프로그램들이 활용되고 있다. 이들 프로그램은 공학적 성능측정에 따른 시설물의 보수 보강을 수행하는 사후 처방적 접근방식으로 예방적 유지관리를 하지 못하고 있다. 또한 이 프로그램들은 사용자 요구를 반영한 서비스 수준 설정, 시설물간 예산 배분, 수명주기 비용을 고려한 중장기 계획수립과 의사결정 등의 절차와 방법들을 지원하고 있지 못하다.

그런데 사회간접시설물을 관리하는 정부나 공공기관에서는 시설물의 자산관리를 위한 정책과 가이드라인의 필요성이 대두되고 있다. 한국건설기술연구원에서 유지관리 분야에 자산관리 체계를 도입하는 것을 목표로 공공시설물 자산관리의 요소 기술 및 기반 기술을 개발하기 위해 ‘공공시설물 자산관리체계개발(KTAM-40) 연구를 추진하고 있다. KTAM-40에서는 [그림 3]과 같은 한국형 통합자산관리 업무 절차를 개발하여 제시하고 있다. 이 업무절차는 자산관리를 장기-중기-단기 계획에 따라 단계별로 정책 마련, 절차 개발, 계획 실행이라는 큰 틀에 맞추어 통합 절차에서 상호 데이터의 피드백, 관계자의 원활한 협업 등을 가능케 한다[9].

KTAM-40 업무 절차는 [그림 3]과 같이 자산관리 정책 수립, 자산관리 전략 수립, LoS(Level of Service: LoS) 설정, 자산 현황조사, 자산 성능예측, 대안 수립, 최적 의사결정, 자산운 영 등 8단계 업무절차로 구성되어 있다. 자산관리 정책 수립은 조직의 임무와 목표와 정책은 무엇인가를 정의한다. 이 정책은 장기적인 관점에서 조직의 관리 수행 방향과 자원 할당 및 우선순위 결정에 중요한 기준이 된다. 자산관리 전략 수립은 관리대상 시설물들과 지원되는 자금의 수준, 가용한 예산 수준은 어느 정도인지를 파악한다. 사용자 가치의 선정과 가중치를 결정하며, 성과지표를 선정하고 시설물별 가중치를 결정한다. 자금 조달계획과 예산 분배기능도 여기에 포함된다. 자산 현황조사는 대상 시설물의 인벤토리를 작성하고 관리대상 시설물의 자산 가치와 해당

시설물이 사용자에게 제공하고 있는 서비스 수준을 파악한다. 자산 성능예측은 과거와 현재를 토대로 미래의 자산 상태는 어떻게 변화할 것인가를 예측한다. 대안 수립은 공용 수명을 연장시키고, 서비스 수준을 향상시키기 위해 유지관리에 있어 개선할 방안을 강구하며 자산별 투자 옵션과 비용대비 서비스 수준을 분석한다. 최적의사결정은 주어진 재정 수입원으로부터 최적의 대안을 찾아 증장기와 단기 관리 계획을 수립한다. 자산 운영은 최적의 자산관리 방안 집행 결과를 평가하고 성능 모니터링을 통해 발전 전략을 수립한다. 당해연도 자산관리를 수행한 결과는 발전 전략에 반영되어 다음해의 자산관리를 위한 계획 수립에 참조되도록 반영된다.

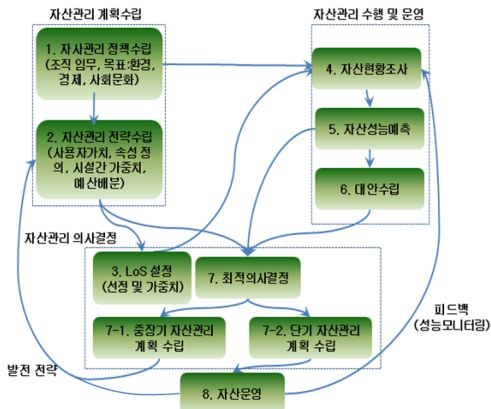


그림 3. KTAM-40 업무절차

4. ITA/EA

ITA는 정보 시스템의 증가하는 규모와 복잡도를 다루기 위해서 시스템의 모든 구성 요소들 및 인터페이스와 통합을 정의하고 제어하기 위한 논리 구조가 필요하다는 제안에서 시작되었다[14]. 이 논리 구조는 비즈니스 모델의 변화와 IT자원의 일치성 관리에 유연성을 제공한다고 제안했고 이후, 공공 및 민간에서 EA 개념으로 확대 발전하였다.

미국 국방성(Department of Defence: DOD)은 1991년 걸프전에서 수 십 년 동안 육·해·공군이 각각 발전시켜온 무기 체계가 전쟁 기간 동안 연동되지 않는 문제점을 발견하였다. 이 문제를 해결하기 위해 걸프전 직후인 1992년 정보 관리를 위한 기술 아키텍처 프레임워크

인 TAFIM(the Technical Architecture Framework for Information Management)을 개발하기 시작하였고, 이후 TAFIM을 발전시켜 1997년 JTA(Joint Technical Architecture)를 통해 기술적 표준 사양과 전쟁 시 정보 지원을 원활하게 하기 위한 표준들을 제정하였다. 이에 미국 연방정부에서는 정부의 정보화가 확산됨에 따라 정부의 성과에 정보화가 중요한 역할을 함을 인식하고 1996년 EA의 모태법이라고 알려진 정보기술관리혁신법(Information Technology Management Reform Act : ITMRA)을 제정하였다. 이후 2002년에 예산관리국은 5개의 참조모델을 이용해 FEA(연방정부 EA)를 구축하였다.

국내에서는 2002년 4월 국무조정실의 공공부문 정보 자원 실태조사 결과 공공부문의 정보기술 자원 관리의 효율성이 낮고, 체계적이지 못하다고 지적되어 미국의 ITMRA 검토 등을 통해 관련법 정비를 검토하게 되었다. 2003년 10월 전자정부 31대 추진과제로서 ‘범정부 정보기술아키텍처(ITA/EA) 적용’을 선정하고 법령 제정 추진과 함께 EA 사례 발굴, 제1,2차 EA 시범 사업을 수행하고 2005년 12월 관련 법률인 「정보시스템의 효율적 도입 및 운영 등에 관한 법률」을 제정하게 되었다. 따라서 공공부문에서는 아키텍처 모델에 의해 관점별, 시각별 EA 산출물을 관리하고 있다. [그림 4]는 범정부 EA 산출물 메타모델 2.0에 제시된 공공부문 EA 아키텍처 모델이다. 관점별로 업무, 응용, 데이터, 기술 아키텍처로 세분하고 있다. 각 아키텍처들은 사용자 시각별로 CEO/CIO, 책임자, 설계자, 개발자로 나누고 있다[2].



그림 4. 공공부문 ITA/EA 아키텍처 모델

III. 도로 자산관리시스템 업무 아키텍처 설계

ITA/EA의 업무 아키텍처는 개발하고자 하는 대상 업무를 식별하고 체계화하기 위해서 전체 업무 활동을 기술한다. 도로 자산관리시스템의 업무 아키텍처 설계를 위해서 KTAM-40의 업무 절차를 참조하였으며, [그림 4]에 제시된 업무 아키텍처 관점에서 CEO/CIO와 책임자 시각으로 설계하였다. 따라서 도로 자산관리시스템의 업무 아키텍처는 CEO/CIO 시각에서 조직구성과 정의서, 업무 구성도와 정의서를 가지고 있으며, 책임자 시각에서는 업무기능 관계도와 기술서, 업무기능 분할도와 기술서로 구성되어 있다.

1. 조직 구성도 및 정의서

도로 자산관리 업무를 수행할 조직의 구조와 역할을 CEO/CIO 시각에서 정의한다. 조직 구성도에는 업무 아키텍처와 관련된 이해 당사자의 관계를 정의하고, 상위 조직과 하위 조직 간의 관계를 식별한다. 조직 정의서는 조직의 명칭과 조직의 임무를 명시적으로 정의하여 물리적으로 응용 시스템의 관계 설정에 반영된다. [그림 5]의 조직 구성도를 살펴보면 조직을 자산관리위원회, 도로자산관리팀, 포장자산관리팀, 교량시설팀으로 구분하였으며 관리하는 대상 시설물과 업무 역할에 따라 상위 조직과 하위 조직 간의 관계로 설정하였다. 이 조직 구성도는 현행의 시설물유지관리 조직체계를 반영하면서 자산관리위원회를 추가로 제시한 것이다. 자산관리위원회는 내부와 외부 전문가 및 이해당사자가 참여하여 자산의 관리업무 수행 방향과 자산 자원 할당 및 가중치 등 기준 설정, 예산 배분, 그리고 자산관리 정책과 전략을 수립한다.

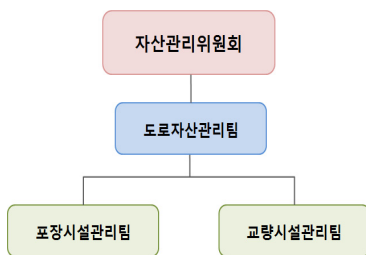


그림 5. 조직 구성도

[표 2]의 도로 자산관리 조직 정의서는 [그림 5]에서 정의한 자산관리위원회와 도로자산관리팀, 포장시설관리팀, 교량시설관리팀에 부여된 세부적인 업무나 역할을 정의한 것이다.

자산관리위원회의 주요 임무는 자산관리 전략을 수립하는 것으로 조직과 관리하는 시설물간의 관계를 정립하고 자산관리 기준을 설정하며, 예산 배분과 사용자별 가치나 가중치를 결정한다. 도로자산관리팀은 자산관리위원회가 수립한 전략에 따라 도로 서비스수준 (Level of Service: LoS)을 선정하고 성능을 예측하며, 의사결정을 수행한다. 포장시설관리팀과 교량시설관리팀은 도로자산관리팀이 수립한 자산관리계획 중 교량 관련 계획을 실행하는 조직으로 현황조사, 대안수립, 자산운영을 수행한다.

표 2. 도로 자산관리 조직 정의서

| 조직명칭 | 조직설명 |
|---------|--|
| 자산관리위원회 | · 자산관리전략을 수립하는 조직으로 다음 기능을 수행한다. - 정책수립, 조직과 시설 간의 관계정립, 자산관리 기준설정, 예산배분, 사용자가치별 가중치결정, 자산별 가중치결정, 자금조달계획수립 |
| 도로자산관리팀 | · 위원회가 수립한 전략에 따라 도로자산을 관리하는 조직으로 다음 기능을 수행한다. - LoS선정, 성능예측, 의사결정 |
| 교량시설관리팀 | · 자산관리팀이 수립한 자산관리계획 중 교량 관련계획을 실행하는 조직으로 다음 기능을 수행한다. - 현황조사, 대안수립, 자산운영 |
| 포장시설관리팀 | · 도로자산관리팀이 수립한 자산관리계획 중 포장 관련계획을 실행하는 조직으로 다음 기능을 수행한다. - 현황조사, 대안수립, 자산운영 |

2. 도로 자산관리시스템 업무 구성도 및 정의서

도로자산관리시스템 업무 구성도 및 정의서는 CEO/CIO 시각에서 기관의 업무 구성과 관련한 응용 서비스를 정의한다. 따라서 업무 아키텍처를 빠르게 이해하고, 아키텍처와 관련된 이해 당사자간의 대화 수단으로 사용된다.

도로자산관리 업무는 [그림 6]과 같이 크게 공공자산 전략수립 업무와 국도 유지관리업무로 나눌 수 있다. 공공자산전략 수립 업무는 세부적으로 전략수립 업무를 포함한다.



그림 6. 도로 자산관리시스템 업무 구성도

국도 유지관리 업무의 세부 업무로는 도로 LOS선정, 도로 성능예측, 도로 의사결정, 포장 현황조사, 포장 대안수립, 포장 자산운영, 교량 현황조사, 교량 대안 수립, 교량 자산 운영의 업무로 나누어진다. 업무 구성도에서 도출된 세부 업무는 시스템 개발시 응용 시스템의 기능으로 이어질 것이다.

표 3. 도로자산관리시스템 업무정의서

| 업무대기 | 명칭 | 설명 | 연관 업무대기 |
|----------|--|--|-----------|
| 업무중기 | 공공자산 전략수립 | 공공시설을 자산관리를 위한 전략 수립 | |
| | 국도 유지관리 | 국도시설의 유지관리 | |
| | 전략수립 | 자산관리위원회의 기능으로 정책과 전략을 수립한다. | 공공자산 전략수립 |
| | 도로 도로LOS 선정 | 도로자산관리팀의 기능으로 도로자산의 LOS를 선정한다. | 국도 유지관리 |
| | 도로 성능예측 | 도로자산관리팀의 기능으로 도로자산성능 및 리스크를 평가한다. | 국도 유지관리 |
| | 도로 의사결정 | 도로자산관리팀의 기능으로 도로자산을 관리하는 중장기 및 단기계획을 수립한다. | 국도 유지관리 |
| | 포장 현황조사 | 포장시설관리팀의 기능으로 포장 자산현황을 조사한다. | 국도 유지관리 |
| | 포장 대안수립 | 포장시설관리팀의 기능으로 포장보수 대안을 분석하고 리스크를 관리한다. | 국도 유지관리 |
| | 포장 자산운영 | 포장시설관리팀의 기능으로 포장관리 단 기계획을 실행하고 사후평가를 실시한다. | 국도 유지관리 |
| | 교량 현황조사 | 교량시설관리팀의 기능으로 교량자산현황을 조사한다. | 국도 유지관리 |
| 교량 대안 수립 | 교량시설관리팀의 기능으로 교량보수 대안을 분석하고 리스크를 관리한다. | 국도 유지관리 | |
| 교량 자산운영 | 교량시설관리팀의 기능으로 교량관리 단 기계획을 실행하고 사후평가를 실시한다. | 국도 유지관리 | |

[표 3]은 도로 자산관리시스템 업무 정의서로 업무의 대 기능으로 [그림 6]에서 도출한 공공 자산전략수립과

국도 유지관리업무를 가지고 있다. 업무의 중 기능으로는 전략 수립과 도로 LoS선정, 도로 성능예측, 도로 의사결정, 포장 현황조사, 포장 대안수립, 포장 자산운영, 교량 현황조사, 교량 대안 수립, 그리고 교량 자산 운영 업무를 가지고 있다. 또한 [표 3]에서 각 기능별로 역할을 기술하였고 이들 업무 대 기능과 업무 중 기능들과의 연관 관계를 설정하였다.

3. 도로 자산관리시스템 업무기능 관계도 및 기술서

도로 자산관리시스템 업무기능 관계도 및 기술서는 책임자 시각에서 업무와 정보 흐름을 정의한다. 따라서 업무기능 관계도는 업무기능을 정의하고 식별하며, 업무기능들 사이에서 교환되는 정보를 손쉽게 추적하는 목적으로 사용된다.

[그림 7]은 도로 자산관리 업무기능 관계도로 [표 3]의 도로 자산관리시스템의 업무 정의서에 제시된 업무 중 기능들인 전략 수립과 도로 3개 기능, 포장 3개 기능, 교량 3개 기능들 간의 연계성과 교환하는 정보를 표현하고 있다. 즉, 업무기능 및 이들 간의 연결 관계를 통해 어떠한 정보가 교환되는지를 제시하는 것과 업무절차설계도 및 설계서에 표현되는 핵심대상인 조직과 사람들간의 상호작용을 제시한다.

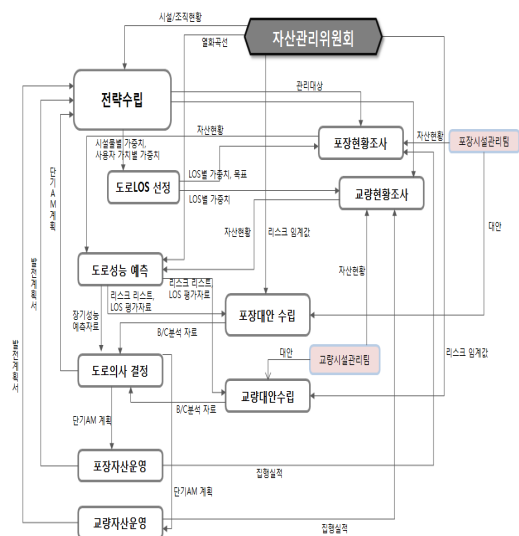


그림 7. 도로자산관리시스템 업무기능관계도

[표 4]는 도로 자산관리시스템 업무기능 관계기술서로 정보의 명칭과 설명을 기술하고, 10개의 업무 중 기능들의 정보의 전송과 수신 주체를 기술하였다. [표 4]를 살펴보면 시설/조직현황 정보는 도로 자산관리 조직과 업무분장 내용을 포함하고 있다. 정보를 주고받는 주체는 자산관리위원회이며, 이 정보는 전략수립 기능에서 활용되어진다.

표 4. 도로자산관리시스템 업무기능관계기술서

| 업무기능 간 정보 | | | | | |
|---------------|--------------------------|---------|-----------|---------|-----------|
| 정보명 | 설명 | 전송주체 | | 수신주체 | |
| | | 조직 | 기능 | 조직 | 기능 |
| 시설/조직현황 | 조직 및 업무 분장 | 자산관리위원회 | | 자산관리위원회 | 전략수립 |
| 도로 열화곡선 | 도로자산의 시간에 따른 시설물의 노후화 정도 | 자산관리위원회 | | 도로자산관리팀 | 도로 성능예측 |
| 포장리스크 임계값 | 회피, 감내, 전가 기준 | 자산관리위원회 | | 포장시설관리팀 | 포장대안수립 |
| 교량리스크 임계값 | 회피, 감내, 전가 기준 | 자산관리위원회 | | 교량시설관리팀 | 교량대안수립 |
| 포장 관리대상 | 포장 조직과 시설물 | 자산관리위원회 | 전략수립 | 포장시설관리팀 | 포장 현황조사 |
| 교량 관리대상 | 교량 조직과 시설물 | 자산관리위원회 | 전략수립 | 교량시설관리팀 | 교량 현황조사 |
| 도로사용자 가치별 가중치 | 사용자 가치별 가중치 | 자산관리위원회 | 전략수립 | 도로자산관리팀 | 도로 LoS 선정 |
| 도로 시설물별 가중치 | 시설물별 가중치 | 자산관리위원회 | 전략수립 | 도로자산관리팀 | 도로 LoS 선정 |
| 포장 LoS별 가중치 | LoS별 가중치 | 도로자산관리팀 | 도로 LoS 선정 | 포장시설관리팀 | 포장현황조사 |
| 교량 LoS별 가중치 | LoS별 가중치 | 도로자산관리팀 | 도로 LoS 선정 | 교량시설관리팀 | 교량현황조사 |
| 교량 자산현황 | LoS측정치, 재무상태, 자산 가치 | 교량시설관리팀 | 교량현황조사 | 도로자산관리팀 | 도로성능조사 |
| 포장 자산현황 | LoS측정치, 재무상태, 자산 가치 | 포장시설관리팀 | 포장현황조사 | 도로자산관리팀 | 도로성능예측 |
| 포장 리스크 리스트 | 리스크 우선순위 | 도로자산관리팀 | 도로성능예측 | 포장시설관리팀 | 포장대안수립 |
| 교량 리스크 리스트 | 리스크 우선순위 | 도로자산관리팀 | 도로성능예측 | 교량시설관리팀 | 교량대안수립 |
| 포장B/C 분석자료 | B/C 자료의 우선순위 | 포장시설관리팀 | 포장대안수립 | 도로자산관리팀 | 도로 의사결정 |
| 교량B/C 분석자료 | B/C 자료의 우선순위 | 교량시설관리팀 | 교량대안수립 | 도로자산관리팀 | 도로 의사결정 |
| 포장 LoS평가 자료 | 가중치가 고려된 LoS | 도로자산관리팀 | 도로성능예측 | 포장시설관리팀 | 포장대안수립 |

| | | | | | |
|--------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| 교량 LoS평가 자료 | 가중치가 고려된 LoS | 도로자산관리팀 | 도로성능예측 | 교량시설관리팀 | 교량대안수립 |
| 포장대안 | 자산의 성능저하/붕괴를 막기 위한 방안 | 포장시설관리팀 | | 포장시설관리팀 | 포장대안수립 |
| 교량대안 | 자산의 성능저하/붕괴를 막기 위한 방안 | 교량시설관리팀 | | 교량시설관리팀 | 교량대안수립 |
| 도로 장기성능 예측자료 | 시간에 따른 LCC LoS, 자산가치의 투자금액별 변화 | 도로자산관리팀 | 도로성능예측 | 도로자산관리팀 | 도로 의사결정 |
| 포장단기 AM계획 | 우선순위에대대안을 시행하기 위한 예산계획 | 도로자산관리팀 | 도로 의사결정 | 포장시설관리팀 | 포장자산운영 |
| 교량단기 AM계획 | 우선순위에대대안을 시행하기 위한 예산계획 | 도로자산관리팀 | 도로 의사결정 | 교량시설관리팀 | 교량 자산운영 |
| 포장 발전계획서 | 현재 업무에서 향후 업무로 발전하기 위한 계획, 자금조달 계획 | 포장시설관리팀 | 포장 자산운영 | 자산관리위원회 | 전략수립 |
| 교량 발전계획서 | 현재 업무에서 향후 업무로 발전하기 위한 계획, 자금조달 계획 | 교량시설관리팀 | 교량 자산운영 | 자산관리위원회 | 전략수립 |
| 포장 집행실적 | 연간수행계획에 의해 시행된 공사실적 | 포장시설관리팀 | 포장 자산운영 | 포장시설관리팀 | 포장현황조사 |
| 교량 집행실적 | 연간수행계획에 의해 시행된 공사실적 | 교량시설관리팀 | 교량 자산운영 | 교량시설관리팀 | 교량현황조사 |

4. 업무기능 분할도 및 기술서

도로 자산관리시스템 업무기능 분할도 및 기술서는 책임자 시각에서 기관의 업무를 세분화하고 관련 응용 시스템을 정의한다. 업무의 기능을 식별하고 구조를 정의하고, 업무 목표를 달성하기 위해 필요한 활동을 식별하며, 활동에 요구되는 정보와 업무 수행을 위해 필요한 요소의 범위를 식별하는 목적으로 사용된다.

[그림 8]은 도로 자산관리시스템 업무기능 분할도로 [그림 7]에 제시된 10개의 업무의 중 기능을 더 세분화하여 19개의 업무의 소 기능으로 나누고 계층 구조로 나타냈다. 즉 업무 중기능인 도로 성능예측은 도로자산 성능 평가와 도로 리스크평가로 세분화하고, 도로 의사결정은 도로 중장기 전략수립과 도로 단기 계획수립으로, 포장 현황조사는 포장 인벤토리 구성과 포장 현황 관리, 포장 대안수립은 포장 대안 분석과 포장 리스크 관리, 포장 자산 운영은 포장 계획실행과 포장 사후평가로 나누어진다.



그림 8. 도로 자산관리시스템 업무기능 분할도

표 5. 도로 자산관리시스템 업무기능 분할기술서

| 업무기능분할기술서 | | | | |
|----------------|----------------|-------------------|---------------|---------|
| 대기능 | 중기능 | 소기능 | 응용시스템 | 조직 |
| 공공자산 전략수립 | 전략 수립 | 전략수립 | 전략수립시스템 | 자산관리위원회 |
| | | 정책수립 | 전략수립시스템 | 자산관리위원회 |
| 국도 유지관리 | 도로 LOS선정 | 도로 가중치선정 | 도로자산관리 시스템 | 도로자산관리팀 |
| | | 도로 자산성능평가 | 도로자산관리 시스템 | 도로자산관리팀 |
| | 도로 성능 예측 | 도로 리스크평가 | 도로자산관리 시스템 | 도로자산관리팀 |
| | | 도로 중장기 전략수립 | 도로자산관리 시스템 | 도로자산관리팀 |
| | 도로 의사 결정 | 도로 단기계획수립 | 도로자산관리 시스템 | 도로자산관리팀 |
| | | 도로 중장기 전략수립 | 도로자산관리 시스템 | 도로자산관리팀 |
| | 포장 현황 조사 | 포장 인벤토리구성 | 포장시설관리 시스템 | 포장시설관리팀 |
| | | 포장 자산현황관리 | 포장시설관리 시스템 | 포장시설관리팀 |
| | 포장 대안 수립 | 포장 대안분석 | 포장시설관리 시스템 | 포장시설관리팀 |
| | | 포장 리스크관리 | 포장시설관리 시스템 | 포장시설관리팀 |
| | 포장 자산 운영 | 포장 계획실행 | 포장시설관리 시스템 | 포장시설관리팀 |
| | | 포장 사후평가 | 포장시설관리 시스템 | 포장시설관리팀 |
| 교량 현황 조사 | 교량 인벤토리구성 | 교량시설관리 시스템 | 교량시설관리팀 | |
| | 교량 자산현황관리 | 교량시설관리 시스템 | 교량시설관리팀 | |
| 교량 대안 수립 | 교량 대안분석 | 교량시설관리 시스템 | 교량시설관리팀 | |
| | 교량 리스크관리 | 교량시설관리 시스템 | 교량시설관리팀 | |
| 교량 자산 운영 | 교량 계획실행 | 교량시설관리 시스템 | 교량시설관리팀 | |
| | 교량 사후평가 | 교량시설관리 시스템 | 교량시설관리팀 | |

교량 현황조사는 교량 인벤토리 구성과 교량 자산 현황 관리로 교량 대안 수립은 교량 대안분석과 교량 리스크 관리, 교량 자산운영은 교량 계획 실행과 교량 사후평가로 전략 수립은 전략 수립과 정책 수립으로 세분화하였다. 업무의 세분화된 소 기능은 시스템 개발시 응용아키텍처에서 응용 기능으로 연결된다. [표 5]는 도로 자산관리시스템 업무기능 분할 기술서를 나타내며, 업무수행을 위해 요구되는 요소인 업무기능, 응용시스템, 그리고 조직 등을 정의하고 있다. [그림 8]에서 중 기능을 소 기능으로 분류하고 이들 소 기능을 개발될 응용 시스템으로 연계하고, 해당 기능을 수행할 조직과 연계하여 표시하였다. 즉 자산관리위원회는 전략수립 시스템을 이용하여 자산관리 전략과 정책을 수립하게 될 것이며, 도로 자산관리팀은 도로 자산관리시스템을 이용하여 도로가 중치 선정과 도로 자산 성능평가와 도로 리스크 평가, 도로 중장기 전략 및 단기 계획수립의 업무를 수행한다.

IV. 설계한 업무아키텍처의 차별성

본 장에서는 본 논문에서 설계한 도로 자산관리시스템 업무 아키텍처를 뉴질랜드의 IIMM 업무절차 및 미국의 FHWA 자산관리 업무절차와 비교하여 설계의 차별성을 제시하고자 한다. [표 6]에 제시된 것처럼 뉴질랜드의 IIMM이 제시하는 업무 절차는 크게 도로 자산을 평가할 지표인 LoS를 선정하고 자산의 성능을 예측하는 기능, 의사결정, 현황조사, 대안 수립, 자산 운영, 그리고 재무 관리 기능으로 이루어져 있어 실행 위주의 업무기능으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 그러나 장기 전략이나 정책 수립 같은 전략 수립 기능들은 포함되어 있지 않다. 뉴질랜드가 공공시설 자산관리 업무를 민간 기업에 위탁하는 방식을 취하고 있기 때문이다. 전략수립 기능은 공공시설 관리주체인 중앙 및 지방 정부의 주요기능이므로 IIMM이 제시하는 시스템에서는 이 부분을 포함시키지 않았다. 공공시설의 자산관리를 위임받은 민간 기업은 정부와 달리 수익을 확보해야 함으로 재원의 확보와 회계 처리 같은 재무 관리 기능이

포함되었을 것이다.

미국 FHWA의 업무 절차는 전략 수립, 성능 예측, 의사결정, 현황조사, 대안 수립, 자산 운영, 그리고 재무 관리 기능으로 이루어져 있는 것은 IIMM 및 설계한 시스템과 유사하나, 공학적 성능측정과 판단을 위주로 한 업무기능으로 구성되어 있다. 이 절차는 LoS 같은 사용자관점의 지표표를 활용하지 않고 있고, 리스크 분석이나 평가 부분이 포함되어 있지 않다. 이는 미국 각 주의 도로관리기관인 DOT(Department of Transportation)가 도로를 시설로 보고 관리하던 전통에서 유래된 것으로 자산관리 개념보다는 시설물 유지보수의 개념에서 접근하고 있기 때문이다.

표 6. 설계안과 타 업무모델 비교

| 업무절차 | | IIMM | FHWA | 설계안 |
|-------|----------|------|------|-----|
| 전략 수립 | 전략수립 | | ○ | ○ |
| | 정책수립 | | ○ | ○ |
| LoS선정 | 기중치선정 | ○ | | ○ |
| 성능 예측 | 자산성능평가 | ○ | ○ | ○ |
| | 리스크평가 | ○ | | ○ |
| 의사 결정 | 중장기 전략수립 | ○ | ○ | ○ |
| | 단기계획수립 | ○ | ○ | ○ |
| 현황 조사 | 인벤토리구성 | ○ | ○ | ○ |
| | 자산현황관리 | ○ | ○ | ○ |
| 대안 수립 | 대안분석 | ○ | ○ | ○ |
| | 리스크관리 | ○ | | ○ |
| 자산 운영 | 계획실행 | ○ | ○ | ○ |
| | 사후평가 | | ○ | ○ |
| 재무관리 | 재무분석 | ○ | ○ | |
| | 회계 | ○ | ○ | |

따라서 사용자 관점의 지표인 LoS를 사용하는 업무 절차가 포함되어 있지 않다. 리스크 분석 업무도 같은 관점에서 포함되어 있지 않으며 재무 관리는 뉴질랜드와 같은 이유로 포함되어 있는 것으로 판단된다.

이와 비교해 볼 때 본 논문에서 제시한 업무 아키텍처는 전략 및 정책수립, 사용자 중심의 서비스를 위한 LoS 적용, 그리고 리스크 평가등과 같은 평가 분석 기능의 존재등으로 IIMM과 FHWA의 모델이 갖고 있는

모든 기능을 포함하고 있다. 그러나 IIMM과 FHWA에 있는 금융이나 현금흐름분석 등의 재무 관련 기능은 없다. 이는 외국은 민간에 위탁하는 경우가 많아 재무 관련 기능이 상대적으로 더욱 중요하지만 우리나라는 시설물을 중앙이나 지방정부 같은 공공기관이 직접 유지 관리하기 때문이다. 그러나 앞으로 정부의 회계 및 재무 관리도 국제회계기준에 따라야 하므로 재무 관리 관련 기능은 필수적이다. 이 논문에서 제시하는 업무 아키텍처는 범정부 EA 산출물 메타모델 2.0을 따랐으며, 재무 관리 기능은 정부의 예산회계시스템에 연계하는 것이 타당하므로 포함시키지 않았다.

본 논문에서 비교하고 있는 IIMM, 그리고 FHWA의 업무 아키텍처를 수행 절차 측면에서 비교하면 차이는 크게 성능/수요 예측과 상태 파악의 순서, 그리고 환류 횟수 및 절차가 시스템마다 서로 다른 점에 있다. 우선 성능예측과 상태 악의 순서를 보면 [그림 1]의 IIMM의 업무 수행절차는 성능 예측대신 유지보수 수요를 예측하는데 이 과정을 먼저 거치고 시설물의 현 상태를 파악하는 수행 절차를 따르고 있다. 반면, [그림 2]의 FHWA 업무 수행절차는 시설물의 상태를 먼저 파악한 후 그 상태를 기준으로 향후 시설물의 성능이 얼마나 저하될 것인가를 예측하는 수행절차를 갖고 있다. 제안하는 설계안이 따르고 있는 [그림 3]의 KTAM-40 업무 수행절차는 FHWA와 같은 수행순서를 갖고 있다. 여기서 IIMM의 수요 예측은 성능 예측에 기반할 수 밖에 없으며, 성능 예측은 최근 상태를 기준으로 예측을 하는 것이 더 정확하다고 판단되어 본 논문은 FHWA와 같은 수행 절차를 따르게 설계하였다.

환류 횟수 및 절차는 [그림 1]의 IIMM이나 [그림 3]의 KTAM-40은 시설물 유지보수 계획을 실행하고 난 후 자산관리 업무의 시작 단계인 LoS를 선정하는 단계로 한번만 환류하는 수행 절차를 따르고 있다. 즉, 최적 대안을 선정하는 단계에는 내부에서 여러 번의 반복 과정인 최적화 대안을 선정하겠지만 일단 최적 대안이 선정되면 계획을 수립하고, 그 계획을 실행하고 이어 보수공사를 실행하고 난 후 한 해의 과정을 종료하고 익년도 업무로 환류하는 과정이다. 그러나 [그림 2]에 나타나 있듯이 FHWA 업무절차는 계획을 수립하고 난

후 성능을 모니터링을 한 뒤 다시 다른 대안을 찾는 절차로 순환한다. 이후 정상 절차를 거쳐 최적화가 되면, 모니터링을 거쳐 계획을 실행한 후 타 모델과 마찬가지로 처음의 목표 수립 단계로 순환하는 과정을 거친다. 여기서 FHWA의 경우는 계획 실행 전에 성능을 모니터링해서 계획을 정련하는 절차로 판단된다. 그러나 본 논문에서 제안하는 설계안은 성능 모니터링을 계획 수립 전에 상태 파악 단계에서 측정하는 성능을 기준으로 계산하여 최적 대안 수립하는데 사용하므로 IIMM과 같은 수행 절차를 따르기로 하였다.

본 논문에서 제시하는 업무 아키텍처는 ITA/EA 기반으로 설계되어 있으나, 뉴질랜드의 IIMM 및 미국의 FAWA가 제시하는 모델은 ITA/EA기반이 아니므로 동등 비교는 가능하지 않다. 그러나 제안한 시스템은 타 모델에 비교할 때 ITA/EA기반의 설계가 가지는 장점들이 차별성으로 부각될 수 있다. 타 모델들은 해당 시설자산관리 업무만을 대상으로 설계하여 전체적 관점의 고려가 되어있지 않아 향후 변경과 유지보수에 비용이 많이 소요되는 반면에, 제안한 업무절차는 ITA/EA기반으로 설계하여 향후 타 시스템과의 연계 및 변경에 유연하다는 장점이 있다. 또한 범정부 표준의 참조 모델을 활용하므로 재무 관리와 같이 이미 개발되어 있는 시스템은 연계할 수 있게 설계함으로써 중복 개발에 따른 낭비를 최소화할 수 있는 장점도 있다. 그리고 계시관 기능과 같은 범용적 공통기능들은 개발하지 않고 기존 시스템을 재사용할 수 있어 개발기간을 단축할 수 있음은 물론 비용도 절약할 수 있다.

V. 결론

미국 및 유럽 국가들에 있어서 사회 기반시설물의 노후화로 인해 유지관리 비용이 급증하면서 유지관리 비용이 국가 재정에 위협적인 요소가 되고 있다. 뉴질랜드, 호주, 미국 등에서는 공공시설물 유지관리에 자산 개념을 도입하여 관련 법과 제도를 정비하고 자산가치 중심의 예방적 유지관리 관점으로 공공시설물을 관리하고 있다.

국내의 경우도 향후 십여년 후에는 유지관리 비용이 급격히 상승할 것으로 예측되며, 지방자치단체 및 시설물 유지관리 주체들의 예산 부족이 동시 다발적으로 발생할 것으로 예상되어 관련된 연구가 절실히 요구된다.

본 논문에서는 한국건설기술연구원에서 개발한 KTAM-40 자산관리 업무 절차를 준수하여 교통 부문의 대표적 사회기반 시설물인 도로의 포장과 교량시설을 대상으로 도로 자산관리시스템의 업무 아키텍처를 설계하였다. 설계된 도로 자산관리시스템의 업무 아키텍처는 첫째 도로자산관리 업무를 효율적으로 수행하기 위한 조직구조와 역할을 정의하고, 둘째 도로자산관리 업무기능을 세분화하고, 셋째 도로자산관리 업무기능들의 관계와 업무기능 간에 교환되는 정보를 정의하였다.

제시한 도로 자산관리시스템의 업무 아키텍처는 국내에서 공공시설물에 대한 자산 관리가 본격적으로 도입될 경우에 참조모델로 활용될 것이다.

참고 문헌

- [1] 이교선, "공공시설물 자산관리 현황 및 국내 도입 전략", 제 1회 사회기반시설 국가자산관리 국제심포지움, 대한토목학회, pp.147-158, 2007.
- [2] 정보통신부, 범정부 ITA 산출물 메타모델 정의서, 정보통신부, 2006.
- [3] 채명진, 박하진, 이규, "균형성과지표를 활용한 사회기반시설 자산관리 조직개선방안", 대한토목학회논문집, 제29권, 제6D호, pp.745-752, 2009.
- [4] 최원식, 나혜숙, 서명배, "공공시설 자산관리 정보화 방안", 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제11호, pp.68-79, 2010.
- [5] 통계청, 국가자산통계, 통계청, 2009.
- [6] 한국건설기술연구원, 자산관리 통합프레임워크 및 정책개발(I), 한국건설기술연구원, 2008.
- [7] 한국건설기술연구원, 공공시설물 자산정보관리시스템개발(I), 한국건설기술연구원, 2008.
- [8] 한국건설기술연구원, 교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리 기법 개발(II), 한국건설기술연구원, 2009.

- [9] 한국건설기술연구원, *자산관리 통합프레임워크 및 정책개발(III)*, 한국건설기술연구원, 2010.
- [10] 한국건설기술연구원, *도로 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리기법 개발(III)*, 한국건설기술연구원, 2010.
- [11] AASHTO, *Transportation Asset Management Guide*, NCHRP Project, AASHTO, Vol.11, pp.20-24, 2002.
- [12] FHWA, *Asset Management Primer*, U.S. DOT, 1999.
- [13] Institute of Asset Management, *Asset Management*, British Standards, 2008.
- [14] J. Zachman, "A framework for information systems architecture," IBM systems Journal, Vol.26, No.3, pp.276-292, 1987.
- [15] Jhon R. Njord and others, *Analytical Tools for Asset Management*, NCHRP, 2005.
- [16] K. Young, *AUSTRALIAN PERSPECTIVE ON MANAGING WATER UTILITIES - Hunter Water case study*, Hunter Water Corps, 2008.
- [17] R. Kirby, *International Infrastructure Management Manual*, NAMS(National Asset Management Steering) group, 2006.

임 중 태(Jong-Tae Lim)

정회원



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

<관심분야> : 내용기반 영상검색, 데이터베이스, 정보검색

저 자 소 개

나 혜 숙(Hei-Sook Nah)

정회원



- 1984년 8월 : 전남대학교 계산통계학과(이학사)
- 1995년 2월 : 서강대학교 데이터베이스(공학석사)
- 2000년 2월 : 국립공주대 컴퓨터공학과(박사과정수료)

▪ 1984년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실장

<관심분야> : 멀티미디어, 데이터베이스, 정보검색