

도시철도 토목·보선시설물 유지보수 정보화시스템에 대한 연구

A Study on the Computerized System for Maintenance of Urban Rail Transit Infrastructure

신정렬* 박기준** 안태기** 이호용* 김길동***
Shin, Jeong-Ryol Park, Kee-Jun Ahn, Tae-Ki Lee, Ho-Yong Kim, Gil-Dong

ABSTRACT

For efficient maintenance on urban transit infrastructure, computerized system using wireless communication system which allows to inquire necessary data and to record maintenance work on the spot in realtime is required. Also, for efficient maintenance progress on urban transit infrastructure which have geographic data, computerized system united with geographic information system that offers visual information is required. In this paper, investigations on new IT technology and on computerized system of foreign country are conducted. And development direction and model of computerized system for maintenance on urban transit infrastructure are proposed.

1. 서론

21세기 미국, 유럽, 일본 등 선진국을 비롯하여 세계적으로 초고속 정보통신망의 기술발전과 대용량 정보처리장치의 개발, 정보기술의 표준화를 통하여 정보화가 급속히 부각되고 있으며, 정보화를 통한 신속한 정보의 공유 및 활용이 경영, 산업 및 경제 경쟁력의 핵심 요소로 대두되고 있다. 이에, 최근 국내 도시철도분야에서도 통합경영정보시스템을 도입하는 등 정보화를 추진 중에 있다.

우리나라에서는 도시철도 시설물 유지보수와 관련하여 유지보수 정보가 기록된 자료들이 일정 주기단위로 폐기되고 있는데, 유지보수 정보들은 도시철도의 안전성 향상 및 수명주기비용의 최소화·최적화를 통한 경제성 확보를 위하여 반드시 필요한 자료들로서 상당기간의 유지보수 정보의 저장과 분석이 가능한 유지보수 정보화시스템의 구축이 시급하다. 현재 국내 일부 도시철도 운영기관에서 유지보수와 관련하여 정보화를 추진 중에 있으나 사무실에서만 정보의 공유 및 활용이 가능한 것으로, 현장에서의 유지보수작업 내용을 사무실에서 재차 등록하는 등의 이중 작업을 요하게 된다. 이러한 이중작업을 제거하고 유지보수작업에 필요한 정보는 언제, 어디에서든지 조회할 수 있는 등 효율적으로 유지보수작업이 이루어질 수 있도록, 유지보수작업 현장에서 실시간으로 유지보수작업의 등록 및 조회, 필요한 정보의 공유 등이 가능한 무선통신시스템을 이용한 정보화시스템의 구축이 필요하다. 또한, 공간정보를 가지고 있는 도시철도 시설물의 효율적인 유지보수작업과 유지보수작업자의 능률 향상을 위하여 시각적인 정보를 제공하는 지리정보시스템(Geographic Information System)이 통합된 정보화시스템 구축이 필요하다.

본 연구에서는 국외 선진국에서의 정보화 사례와 신기술 동향을 살펴보고, 이를 반영하여 국내 도시철도 운영기관을 대상으로 구축 중에 있는 토목 및 보선시설물의 유지보수 정보화시스템 개발 방향을 제시하고 정보화시스템 개발 모델을 제안하고자 한다.

2. 국외 정보화 동향

본 절에서는 영국 RAILTRACK, 프랑스 SNCF 그리고, 일본 JRE에서의 정보화 동향 및 사례를 조사·분석하였다.

* 정회원, 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단, 주임연구원

** 정회원, 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단, 선임연구원

*** 정회원, 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단, 팀장

영국의 RAILTRACK에서는 현재 Network Rail Marlin Project를 추진 중에 있는데, 이는 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 한 영국 철도망의 인프라 자산관리를 위한 정보화시스템이다. 본 정보화시스템은 2,500개의 역사와 32,000km의 궤도, 40,000개의 교량·터널·고가교, 9,000개의 건물목, 90여개의 경수선 시설 등 모든 철도 인프라에 대한 자산관리가 가능한 시스템이다.

프랑스 SNCF에서는 현재 TGV 지중해 일부 구간에 대하여 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 한 시설물 정보시스템을 구축하고 있으며, 추후 확대 추진할 계획으로 있다. 본 정보시스템은 준공 당시의 도면자료 등을 근거로 구축되었으며, Km별 동영상 및 사진정보관리, 궤도 단면 검색 및 조회, 준공 당시의 각종 기술문서 조회 및 관리 등 철도 시설물에 대하여 종합적인 정보 조회 및 관리가 가능한 시스템이다.

일본의 동경 JRE는 열차 수송계획, 운행관리부터 차량관리, 설비(보선, 전력, 통신)관리, 보수작업관리 등 종합관리가 가능한 정보화시스템인 COSMOS를 구축하여 운용 중에 있다. 영업 및 운행시스템의 다양한 실적자료가 경영시스템에 연결되어 경영층의 의사결정자료로 활용되며, 작업당일의 작업착수 및 종료 등이 중앙에서 관리되며 휴대무선전화기를 이용하여 작업착수와 종료의 수속을 밟도록 되어 있다.

상기한 바와 같이, 영국, 프랑스, 일본 등 철도 선진국에서는 지리정보시스템을 이용한 철도 시설물 관리시스템을 구축 중에 있거나 구축을 확대하고 있으며 특히, 일본에서는 유지관리 작업에 무선 통신시스템을 도입하는 등 무선 통신망 활용의 초기단계에 들어서고 있다.

3. 신기술 동향

본 절에서는 2절의 국외 정보화 동향에서 조사된 바와 같이 미래 정보화시스템에 반영되어야 하는 지리정보시스템(GIS)기술과 무선통신시스템(Mobile)기술의 기술 동향에 대하여 살펴보았다.

3.1 지리정보시스템(Geographic Information System)

지리정보시스템(GIS)이란 공간상 위치를 점유하는 지리정보(Geographic Data)와 관련된 속성자료(Attribute Data)를 통합·처리하는 시스템으로서, 다양한 형태의 지리정보를 효율적으로 수집, 저장, 갱신, 처리, 분석, 출력하기 위해 이용되는 H/W, S/W, 지리정보, 인적자원 등의 총체적 시스템을 말하는 것으로, 자료가 수치형태로 처리되기 때문에 도시철도 시설물 관리와 같이 공간자료와 속성자료를 같이 다루는 업무를 매우 정확하고 신속하게 처리할 수 있다.

최근 GIS기술 동향을 살펴보면, 필요한 요소기능을 컴포넌트화하여 기능의 재사용성을 높이고 향후 시스템의 확장 및 기능 추가 용이성을 증대시킨 Component GIS기술, GIS정보기술의 표준화에 의한 일치화된 공간데이터 처리가 가능한 Open GIS기술, 별도의 프로그램 설치가 필요 없이 인터넷 환경에서 손쉽게 데이터의 검색·조회가 가능한 Web GIS기술 등이 주축을 이루고 있다.

3.2 무선통신시스템(Mobile)

최근 IMT2000등 무선통신시스템에 관련된 기술들은 획기적으로 발전하고 있으며, 국내 이동통신사들의 협정에 의해 통신망의 안전성과 서비스 제공지역이 지속적으로 향상되고 있다. 또한, 전용선이 필요 없이 안정적으로 양방향 정보의 송수신이 가능하고 네트워크 환경과 동일한 업무환경을 제공하는 기술수준까지 도래하였다. 그러므로, PDA 등 무선 단말기를 이용하여 사무실과 현장간의 관련 업무에 관한 정보 공유 및 공동 관리가 가능하게 됨으로써 정보의 질적 향상뿐만 아니라 업무의 효율성을 높일 수 있다.

4. 도시철도 토목/보선시설물 유지보수 정보화시스템 개발 방향

본 절에서는 국외 정보화 동향과 신기술 동향을 조사·분석한 것을 바탕으로, 그림 1과 같은 국내 도시철도 시설물에 대한 유지보수 정보화시스템 구축 방향을 제시하였다.

4.1 업무 표준화

도시철도 토목/보선시설물에 대하여 사업소/분소별로 관리하고 있는 유지보수 점검항목을 분석하여 표준화하고, 본사/사업소/분소에서 사용 중인 각종 문서양식을 분석하여 동일 유지보수업무에 관련한 표준 문서양식을 개발·활용토록 한다. 그리고, 도시철도 시설물별로 상이하게 적용되고 있는 관리 기준점을 통일하고, 건설 CALS 시설물 분류기준을 조사·분석·반영하여 시설물 표준분류체계를 수립하여 유지보수 표준 프로세스를 정립하는 등 업무의 표준화를 추진한다.

4.2 Web 버전 정보화시스템

현재 도시철도 운영기관별로 구축하여 사용하고 있는 C/S(Client/Server)방식 즉, 제한된 환경에서 특정 사용자들만을 대상으로 운영되는 그런 시스템이 아니라, 인터넷 환경이 지원되고 웹 브라우저가 사용 가능한 어떠한 시스템에서든지 여타 특정 S/W의 구동이 필요없이 언제든지 사용자가 접속하여 사용이 가능한 정보화시스템을 구축한다.

4.3 Mobile기술 도입을 통한 업무 효율화

도시철도 토목/보선시설물에 대한 유지보수작업시 무선통신 단말기인 PDA와 무선망을 활용, 현장에서 작업계획 등 관련 정보를 조회하고 실시간으로 점검결과 및 유지보수 결과를 등록할 수 있는 유비쿼터스 환경을 구축함으로써, 현장 수기처리 후 사무실내 전산입력과 같은 중복 업무를 지양하고 본사/사업소/분소에서 최신의 유지보수관련 정보를 실시간으로 확인이 가능함으로 인한 정보연계 등으로 유지보수 업무의 효율화를 추진한다. 또한, 현장 직원이 무선통신(Mobile)기술을 활용하여 현장에서 직접 PDA를 통해 유지보수작업 내용을 입력한 후, 그 결과 및 후속조치사항이 관련자에게 실시간으로 열람되어 별도의 유선통화 및 문서 보고가 필요없는 즉, 페이퍼리스(paperless) 개념이 도입되어 사용자 편리성을 제공한다.

4.4 지리정보시스템(GIS)의 도입

NGIS 및 서울시에서 제정한 도면문서 표준에 준한 도시철도 시설물 도면문서관리 절차 및 형식 즉, 도면문서형식 및 용어정의, 축척 정의, 표준심별 유형정의 등에 대한 표준을 마련하여 GIS 기반 도면문서 관리가 가능하도록 하고, 도시철도 전체 시설물을 통합·관리되도록 통합시설 위치관리기준을 설정함으로써, 토목/보선시설물을 포함한 전체 도시철도 시설물에 대하여 동일기준으로 지리정보시스템(GIS)상 표현이 가능하도록 한다. 도시철도 시설물은 공간상 위치정보를 가지고 있기 때문에, 인터넷과 지리정보시스템(GIS)을 접목시킨 웹 GIS기술을 통하여 인터넷 및 인트라넷 환경에서 유지보수작업자 누구나 접속이 가능한 전사차원의 지리정보시스템(GIS)을 구축·활

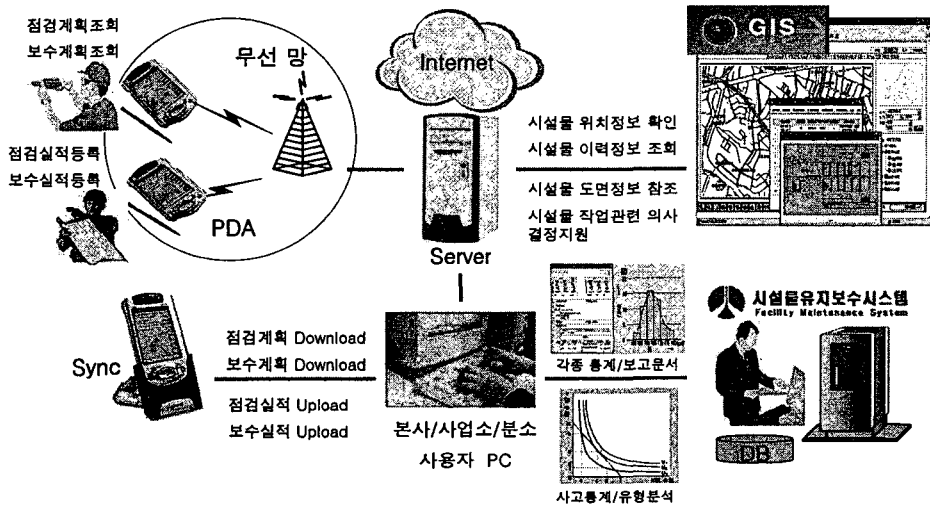


그림 1. 도시철도 시설물 유지보수 정보화시스템 구축 방향

용, 공간정보와 속성정보를 같이 다루는 도시철도 시설물에 대하여 시각적인 정보를 제공함과 동시에 손쉽게 필요한 데이터의 검색, 조회가 가능하게 함으로써 유지보수 및 관리가 신속·정확하게 이루어지도록 하여 유지보수업무의 능력을 향상시킨다.

4.5 분산 정보의 통합관리

현재 도시철도 운영기관내 각 부서 및 개인별로 별도 관리되고 있는 시설물 기본정보 및 이력 정보를 담고 있는 각종 문서 및 전산 정보들에 대하여 검증을 수행한 후 통합 연계 항목들을 파악·구축한다. 그리고, 데이터 표준을 선정하여 해당 데이터들을 전산화함으로써 시설물과 관련된 데이터들을 통합 관리하고, 분산 관리되고 있는 대장/카드와 관련 도면 및 현장사진 또한 통합 관리하여 유지보수 활용도를 향상시킬 수 있도록 한다.

4.6 예측/분석기능 강화

일반적인 시설물 정보 및 유지보수 데이터의 관리를 위한 시스템이 아니라, 체계적인 데이터 통합관리를 기반으로 시스템내에서 사용자가 데이터 분석틀을 이용하여 원하는 다양한 예측/분석을 수행함으로써, 별도의 분석데이터 작성 및 통계자료 작성 등에 사용되는 인력, 시간 손실을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 산출되는 유지보수 데이터의 추이분석을 통하여 산출되는 예측/분석 정보에 의해 유지보수인력, 장비, 자재 등의 제반 여건을 고려한 효율적인 유지보수 작업계획 수립이 가능하고 각종 의사 결정 등에 사용함으로써 업무 생산성 향상을 극대화할 수 있다.

4.7 시스템 패키지화

도시철도 산업 전반에 걸쳐 사용 가능한 시스템 구축을 위해, 시설물 유지보수 업무 단위별로 개별화(component)하여 처리하도록 함으로써 시설물 유지보수 정보화 패키지로의 기능을 강화한다. 즉, 도시철도 운영기관별 운영조직 및 업무 프로세스에 맞도록 각 시설물 업무 단위(component)별로 재구성되어 시스템이 구축·사용되도록 한다.

5. 도시철도 토목/보선시설물 유지보수 정보화시스템 개발 모델

도시철도 시설물 유지보수 정보화시스템 개발 구성 모델은 그림 2와 같으며, 본 절에서 도시철도 토목 및 보선시설물의 유지보수를 위한 정보화시스템에 대하여 기술하였다. 그리고, 그림 3에 도시철도 보선시설물의 유지보수에 대한 시스템 비즈니스 모델 예를 나타내었다.

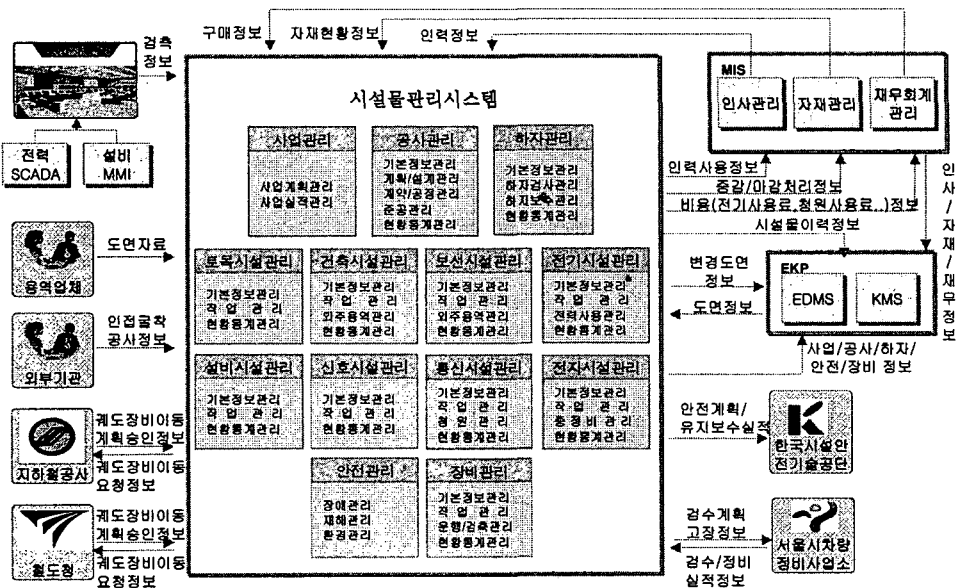


그림 2. 도시철도 시설물 유지보수시스템 구성도(안)

5.1 도시철도 토목시설물 유지보수 정보화시스템

도시철도 토목시설물 유지보수 정보화시스템은 기본정보관리, 작업관리, 현황통계관리로 크게 3가지 프로세스 기능을 갖는 시스템으로 구성된다. 기본정보관리에서는 준공이 완료된 토목시설물의 제원정보 및 기존 시설물의 보수에 따른 제원정보 변경사항 등이 관리되고, 작업관리에서는 토목시설물의 점검계획수립 및 점검실적정보, 일일업무일지 작성, 인접굴착공사 등의 점검계획정보 및 점검실적정보 등이 관리되며, 현황통계관리에서는 토목시설물현황통계, 유지보수작업 현황통계, 분석정보 등이 관리된다. 그리고, 토목시설물 정보화시스템은 '시설물의 안전관리에 관한 특별법'에 의거 현재 토목시설물의 점검계획 및 실적정보를 한국시설안전기술공단으로 등록·전송되어 통합·관리되도록 되어 있기 때문에 이중작업이 발생되지 않도록 시스템간 인터페이스를 고려하여 개발된다.

5.2 도시철도 보선시설물 유지보수 정보화시스템

도시철도 보선시설물 유지보수 정보화시스템은 기본정보관리, 작업관리, 외주용역관리, 현황통계관리로 크게 4가지 프로세스 기능을 갖는 시스템으로 구성된다. 기본정보관리에서는 보선시설물(레일, 침목, 체결구, 분기기, 도상, 노반 등) 제원과 선형(곡선부 정보, 기울기 등) 등에 대한 정보 및 기존 보선시설물의 보수이력에 따른 제원정보 변경사항 등이 관리되고, 작업관리에서는 보선시설물에 대한 검사 및 보수계획수립, 계획에 따른 작업 실적(검사실적, 보수실적, 소요자재 등) 등이 관리된다. 그리고, 외주용역관리에서는 보선시설물에 대하여 차량기지내 선로구간 유지보수, 도상청소 용역 등의 외주용역업체를 선정·관리하면서 발생하는 외주용역 계약정보 및 작업실적정보 등이 기록·관리되며, 현황통계관리에서는 보선시설물 현황통계, 작업현황통계, 외주용역 현황통계, 분석정보 등이 관리된다.

5.3 시설물 유지보수 공동시스템

도시철도 토목 및 보선시설물의 유지보수를 위한 공동시스템은 사업관리·공사관리·하자관리·안전관리·장비관리시스템으로 구성된다.

사업관리시스템은 공사·보수·용역·수급계획 등에 대한 계획대비실적을 분석하고 사업추진 현황을 평가하여 원활한 사업추진이 진행되도록 하는 사업실적관리와 점검·공사·보수작업현황 등에 근거한 공사, 보수의 증장기 사업계획 수립과 차기 년도 공사, 보수작업, 외주용역, 물품수급 계획 등의 단기 사업계획을 수립하는 사업계획관리로 구성된다.

공사관리시스템은 시설물별, 공사별 주요 공종 및 이들 공종의 년도별 단가와 공사 시공업체에 대한 정보를 관리하는 기본정보관리, 시설물별 유지보수 시스템에서의 점검결과에 대한 조치 방안 혹은 사업계획에 의거 발생한 공사를 조회하고 각 공사의 시행 여부, 시행 일정 그리고 공사 건별 자체 수급물품에 대한 물품수급계획을 작성하는 등 공사시행에 필요한 공사계획을 수립·관리하는 공사계획관리, 공사계획에 의거 예산 편성된 공사 건에 대하여 예정 공정표, 공사 내역서, 설계도면, 수량산출서, 단가조사서, 원가계산서 등을 작성·관리하는 공사설계관리, 공사설계가 완료된 공사 건에 대하여 발주정보, 계약정보, 공사 변경정보 등 계약과 관련된 정보를 관리하는 공사계약관리, 공사건별 공정정보와 실적정보(투입 인력 및 장비, 공사기간 및 실적 등)를 기초로 계획대비 공사 진행상황을 관리하는 공사공정관리, 공사완료 및 준공검사실적, 준공검사조서 등 준공관련 정보를 관리하고 신규 시설물의 등록 혹은 시설물의 변경 정보를 관리하는 공사준공관리로 구성된다.

하자관리시스템은 공종별 하자검사 항목관리, 전문보수업체 등의 기본 정보를 등록·관리하는 기본정보관리, 공사 시행후 하자점검에 의하여 발생할 수 있는 하자사항에 대한 법적 근거 및 공사계약에 준하여 시행되는 하자검사계획 수립, 하자점검결과 작성 등의 내용을 확인하고 관리하는 하자점검관리, 하자점검에 의하여 발생한 하자사항에 대한 법적 근거 및 공사계약에 준하여 하자

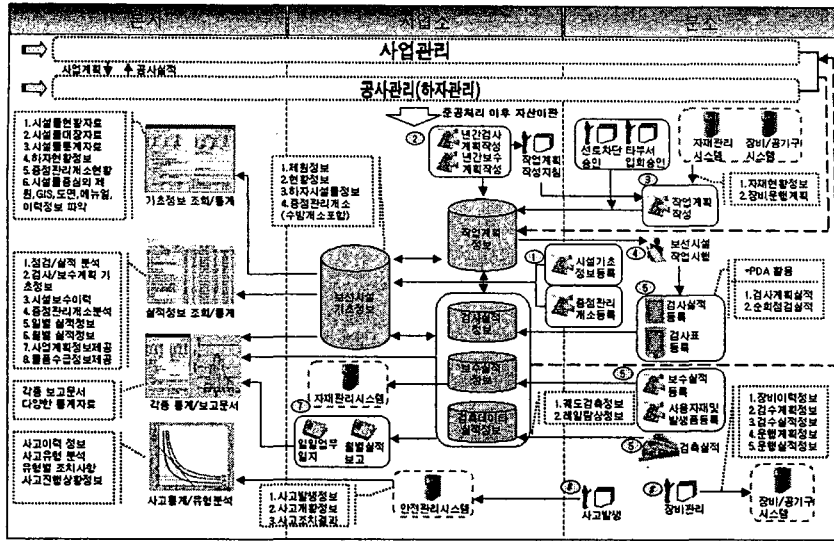


그림 3. 도시철도 보선시설물 유지보수 비즈니스 모델(안)

보수조치, 공정관리, 하자보수 현황 등의 내용을 확인하고 관리하는 하자보수관리로 구성된다.

안전관리시스템은 장애발생시 장애의 접수부터 장애 상황 파악 및 조치사항 등을 관리하여 장애의 원인을 분석하여 동일한 장애가 발생하지 않도록 장애 예방대책을 수립하는 장애관리, 재해(풍수해, 지진, 설해, 해빙기) 발생가능시기 도래시 재해 발생방지를 위한 비상경계 및 재해 발생시 재해상황파악과 조치사항을 관리하고 재해에 대한 피해를 줄이기 위한 재해예방대책을 수립·관리하는 재해관리, 지하생활공간 내 공기질과 소음, 진동에 관한 측정과 분석, 개선을 위한 조치 등을 처리하는 환경관리로 구성된다.

장비관리시스템은 장비 및 공기구 도입시 제공되는 제원정보 및 검수이력, 검수항목 및 장비별 검수표 정보 등을 관리하는 기본정보관리, 장비와 모터카에 대한 검수계획을 수립하고 검수실적 정보, 장비 고장시의 고장발생정보, 장비 정비실적을 기록·관리하는 작업관리, 장비와 모터카 운용계획을 수립하고 운용실적을 관리하며 검측장비의 검측실적을 관리하는 운행/검측자료관리로 구성된다.

6. 결론

본 논문에서는 도시철도 토목/보선 시설물에 대한 유지보수 및 관리의 효율성을 높이기 위하여, 제한된 환경에서 특정 사용자들만이 아닌 인터넷 웹상에서 누구나 이용 가능한 지리정보시스템(GIS)이 통합된 정보화시스템을 제안하였고, 무선망과 PDA를 이용하여 유지보수작업 현장에서 필요한 각종 정보 즉, 작업계획 및 이력정보 등을 즉시 조회할 수 있고 작업실적 등을 바로 등록하여 본사/사업소/분소간 실시간으로 작업현황 정보를 공유할 수 있을 뿐 아니라, 작업실적을 통계·분석하여 향후 유지보수작업에 필요한 각종 정보를 제공하는 전문가시스템을 갖는 정보화시스템을 제안하였다. 본 정보화시스템의 활용으로 도시철도 토목/보선 시설물의 효율적인 유지관리를 포함, 도시철도 전체 운영의 극대화 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부의 도시철도 표준화 연구개발사업 '도시철도 유지보수체계 표준화·정보화 연구'에 대한 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 깊이 감사 드립니다.

참고문헌

1. 박기준 외, 2003, "도시철도 유지보수체계 표준화·정보화"중간보고서, 한국철도기술연구원, pp.201~444