

도시철도 선로시설물 유지관리를 위한 데이터베이스 구축방안 연구

Development of the Database System for Maintenance of Track System in Urban Transit

신정렬*
Shin, Jeong-Ryol

이우동**
Lee, Woo-Dong

김길동***
Kim, Gil-Dong

박서영**
Park, Seo-Young

ABSTRACT

While the environment of usage of information and technology is getting stable and technology is being developed more deeply due to the globalization, making information, standardization, in order to make a fast response to the new industry strategy and business environment, mutual communication and management of correct and fast information are focused on as fundamental elements of keeping competitive power. Accordingly strategic development of urban transit operation organization, storage of information technology of urban railroad, and buildup of standard information infra are very important, so that computerized information system has been built up standardizing efficient maintenance framework of urban transit facilities. To maintain these facilities efficiently, storing the real-time information by standardizing the maintenance organization and building up computerized information system are very important with management of information history of existing maintenance work. Therefore, for the efficient maintenance of track system among urban transit facilities, standardized facilities classification and definition of management elements, and the plan of designing and building standardized database about track system through standardizing technology resources are described in this paper.

1. 서론

21세기 세계화 및 정보화, 정보기술의 표준화 등으로 정보기술의 활용 여건 증대와 개발이 두드러지고 있는 가운데, 새로운 산업전략 및 경영환경 변화에 신속한 대응을 위하여 정확하고 신속한 정보의 상호 전달 및 관리가 경쟁력 제고의 핵심적 사항으로 관심이 집중되고 있으며, 정보기술의 활용을 통해 국가적 기술정보 축적 및 정보화의 표준안을 마련하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이에, 도시철도운영기관의 전략적 발전과 도시철도의 정보화 기술 축적 및 표준화된 정보인프라(information infra) 구축은 매우 중요하며, 이의 일환으로 도시철도 시설물 유지보수체계를 표준화하고 정보화시스템을 구축 중에 있다. 도시철도 시설물의 효율적인 유지보수를 위해서 도시철도 시설물 유지보수체계의 표준화 및 정보화시스템 구축을 통한 실시간 정보의 구축 및 기존 유지보수작업 이력정보의 관리가 매우 중요한데, 이를 위하여 시설물의 데이터베이스 정의 및 구성 등에 대한 표준화된 데이터베이스 설계·구축이 필요하다.

그러므로, 본 논문에서는 도시철도 시설물 중 선로시설물의 효율적인 유지관리를 위하여 표준화

* 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 주임연구원, 정회원

** 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 선임연구원, 정회원

*** 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 표준화연구팀장, 정회원

된 시설분류 및 관리항목 정의, 기술자료의 표준화를 통한 선로시설물에 대한 표준화된 데이터베이스 설계 및 구축 방안을 제시하였다.

2. 선로시설물 분류 및 관리항목 표준화

대표적인 선로시설물은 레일, 침목, 체결구, 분기기 등으로 구성되어 있다. 현재 도시철도운영기관에서는 효율적인 선로시설물 유지관리를 위하여 선로시설물 관리 단위의 재정립을 요구하고 있으며 정보화시스템을 통한 체계적인 관리의 필요성을 제기하고 있다.

본 절에서는 선로시설물의 효율적인 유지보수를 위하여 표준화된 데이터베이스 구축이 필요한데, 이를 위하여 우선적으로 선로시설물의 표준 분류체계와 표준화된 관리항목 및 유지보수작업항목을 제시하였다.

2.1 선로시설물 분류체계 표준화

도시철도 선로시설물은 레일, 침목, 체결구, 분기기, 도상, 도유기, 흡음재로 총 7개의 대분류를 구성하였는데, 유지보수·관리 단위의 표준화 및 유지보수작업(점검 및 보수)의 단위를 표준화하는데 목적을 두고 분류하였다.

궤도는 유지보수의 편의성을 고려하여 역내구간, 역과 역 사이 구간, 분기구간을 각각 하나의 궤도로 분류하였고, 레일, 침목, 분기기, 도유기, 흡음재는 부설된 단위로 분류하였다. 다만, 체결구는 침목단위별로 체결구 종류별 수량을 관리하도록 분류하였다.

2.2 선로시설물 관리항목 표준화

본 연구에서는 궤도, 레일, 침목, 분기기 등 선로시설물의 제원 정보 등에 대한 체계적인 정보관리가 가능하도록 선로시설물별로 관리항목을 표준화하였다.

2.1절에서 언급한 바와 같이 궤도는 레일, 침목, 체결구, 분기기, 도유기 등으로 분류되는데, 각각의 표준화된 관리항목은 다음 도표 1과 같다.

2.3 선로시설물 유지관리 작업항목 표준화

본 연구에서는 선로시설물의 효율적인 유지보수작업을 위하여 선로시설물별 유지보수작업에 대한 작업항목을 표준화하였다. 일례로 다음 그림 1에 분기기에 대하여 구축한 분기기 일반검사, 분

도표 1. 궤도에 대한 표준 관리항목

구분	관리 항목
선로 공통관리항목	시설물명, 관리소속, 호선, 상하선구분, 본측선구분, 본측선종류, 시점역, 종점역, 시점위치, 종점위치, 궤도번호, 불용여부, 불용일자 등
궤도	궤도번호, 관리소속, 호선, 상하선구분, 본측선구분, 본측선명, 시점역, 종점역, 시점위치, 종점위치, 궤도연장, 역사중심위치 등
레일	레일종류, 레일구분, 레일길이, 레일중량, 좌우구분, 제작회사, 제작일자, 부설회사, 부설일자, 배치상분류, 이음매부설분류, 용접위치, 용접종류, 용접회사, 용접일자 등
침목	침목종류, 부설위치, 좌우구분, 목침목종류, 침목규격, 제작회사, 제작일자, 부설회사, 부설일자, 스택, 캔트, 중거 등
체결구	코일스프링20011, 코일스프링_e2007, 절연블럭규격, 베이스플레이트수량, 나사스파이크수량, 크립수량 등
분기기	분기기번호, 좌우구분, 분기기형태, 분기기배치방법, 분기철차번호, 내외방구분, 크로싱종류, 크로싱부형태, 선로전환기종류, 제작일자, 제작회사, 부설일자 등

도표 2. 터널구조물의 표준화된 유지보수 작업항목

구분	점검항목	상세 점검항목	손상 부위	손상 위치
분기기	분기기일반검사	포인트이음매(궤간, 수평, 마모량), 포인트침단(궤간, 수평, 마모량), 포인트힐이음매(궤간, 수평, 마모량), 리드부곡선(궤간, 수평, 마모량), 리드부직곡선(궤간, 수평, 마모량), 크로싱부전단(궤간, 수평, 마모량), 크로싱부노스부(궤간, 수평, 마모량, 백게이지값), 크로싱부후단(궤간, 수평, 마모량), 곡리드중거값 등	기본레일, 텅레일, 곡리드레일, 리드레일, 침목 체결구	상선, 하선, 중앙, 전체
	분기기정밀기능검사	백게이지, 후렌지웨이간격, 연결간상태, 각역간상태, 전환에따른반발밀착상태, 텅레일복진상태, 각종볼트이완상태, 텅레일끝마모상태, 리드레일마모상태, 기본레일마모상태 등		
	분기기정밀해체검사	백게이지, 후렌지웨이간격, 연결간상태, 각역간상태, 전환에따른반발밀착상태, 텅레일복진상태, 각종볼트이완상태, 텅레일끝마모상태, 리드레일마모상태, 기본레일마모상태, 훼손상태, 체결장치훼손상태, 체결장치기능상태, 분기부속품 훼손여부, 분기레일균열여부 등		

기기 정밀기능검사, 분기기 정밀해체검사 등 표준화된 유지보수작업항목을 나타내었다. 분기기의 균열, 누수 등의 대분류와 손상형태와 위치 등으로 분류한 중분류 등으로 구성되어 있다.

3. 선로시설물 유지관리 업무절차 표준화

본 연구에서는 도시철도 선로시설물 유지관리를 위한 데이터베이스 구축을 위하여 2절의 도시철도 선로시설물 분류체계 및 관리·작업항목 표준화에 이어서 유지관리 업무절차를 표준화하였

다.

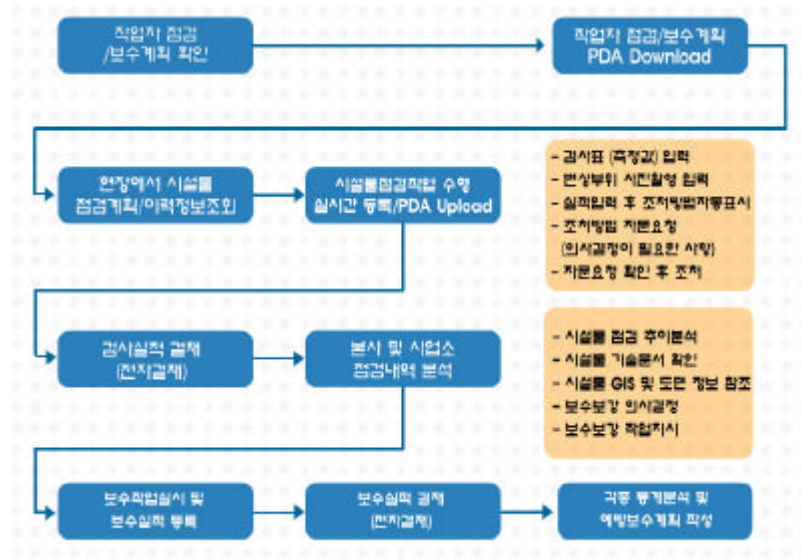


그림 1. 도시철도 선로시설물 유지보수업무 표준 절차

표준 업무절차를 살펴보면, 우선 정기점검, 정밀점검, 정밀안전진단과 특별점검은 해당 규정에 의해 실시하고, 이를 데이터베이스에서 관리하여 언제 어디서든지 해당 선로시설물의 점검이력을 참조하고 공유할 수 있도록 설계하였으며, 점검실적을 현장에서 직접 입력할 수 있도록 무선Mobile을 이용한 작업관리업무 프로세스를 추가하였다. 이로 인해서 자료의 중복 입력이나 분실의 우려가 없어지게 되며 현장에서 선로시설물에 대한 상태정보 및 변상사진 등의 정보를 등록함으로써 선로시설물 관련 담당자들은 신속 정확한 시설물의 상태정보를 공유할 수 있다.

이러한 업무절차의 표준화는 선로시설물 관련 담당자들이 현장에 직접 가지 않아도 정보화시스템 내에 등록된 작업 데이터를 통하여 정확한 선로시설물의 상태를 판단할 수 있다.

4. 선로시설 자료의 표준화

도시철도 선로시설물 유지관리를 위한 데이터베이스 구축을 위하여 또 하나 중요한 것이 기술자료의 표준화이다. 준공당시부터 현재까지 도시철도운영기관에서 관리해 오고 있는 도면 및 문서양식 등 기술자료의 종류 및 수량이 방대하고 또한, 현 시점에서의 실제 구조물과 도면과의 불일치, 관리형태의 다양화(CAD, IMAGE, PAPER등) 및 일시적으로 생성되어 산재되어 있는 각종 문서양식 등을 데이터베이스화하여 표준화하는 것은 효율적인 선로시설물 유지관리를 위해 매우 중요하다.

4.1 도면작성 표준화

본 연구에서 기술자료 표준화를 위하여 도면 반입절차 표준서와 도면 작성 지침서를 작성하는 등 도면작성 표준화를 수행하였다. 이는 선로시설물 도면의 상태나 내용이 동일 시설물인데도 불구하고 공사업체나 작성 기술에 따라 표현되는 심벌 및 범례 표시방법 등이 상이한 경우가 많았다.

우선, 도면 반입절차 표준서는 도면을 어떤 절차를 거쳐 납품되어야 한다는 내용을 규정화한 문서로서, 준공도면 발주 및 반입절차, 준공도면 CD폴더 구성기준(준공현황폴더, INDEX폴더, CAD도면폴더), 반입 CD기준(CD-ROM매체, 수록형식, 도면포맷기준, CD라벨), 납품 데이터의 검수 및 검증으로 구성되어 있다.

도면작성지침서는 도시철도 법령, 국가고시 및 지침(건설 CALS/EC표준지침 등)과 국가표준

그림 2. 표준화된 케도 대장

(KS A 005제도 통칙 등)을 반영하여 도시철도 선로시설물의 도면분류체계, 도면심벌체계, 도면레이어체계를 정의한 문서이다.

따라서, 상기 두 문서에 의하여 선로시설물 유지보수와 관련하여 중요한 자료인 도면의 표준화된 형태의 관리가 이루어질 수 있다.

4.2 문서양식 표준화

도시철도 선로시설물 유지관리에 사용되는 각종 시설물 대장, 점검 대장 등 보고서 및 양식을 41종으로 표준화하였다. 상기 그림 2에 표준화된 궤도 대장을 예시하였다.

5. 데이터베이스 설계

도시철도 선로시설물 유지관리를 위한 데이터베이스 설계는 데이터를 어떠한 데이터베이스 스키마에 어떠한 데이터 형식으로 저장되고 관리되는가를 설계하는 중요한 과정으로서, 데이터베이스 설계에 의해 다양한 형태의 자료가 제공되고 분석될 수 있는 것이다. 우선, 설계된 데이터의 유형은 가장 일반적인 Text 형태의 데이터와 이미지 데이터, 동영상 데이터 그리고, 도면과 GIS를 위한 공간데이터로 구성되어 있다. 데이터베이스는 개체관계모델(Entity Relation Model)을 사용하여 설계하였으며 데이터의 정합성 및 성능 향상을 위하여 여러 번의 정규화(normalization)와 비정규화(denormalization) 과정을 거쳐 완성하였다.

도시철도 선로시설물은 지리정보와 밀접한 관계를 가지고 있으므로 일반적인 데이터베이스 이외에 GIS용 공간 데이터베이스를 구축하여 서로 연관된 Key를 가지고 상호조회가 가능하도록 설계하였다. 따라서, 데이터베이스의 성능을 최대한 활용하기 위하여 일반 선로시설물의 속성 데이터는 Oracle DBMS를 사용하고 GIS용 공간데이터는 ZEUS DBMS를 사용하도록 설계하였다.

아래 그림 3에 도시철도 선로시설물의 데이터베이스 모델의 일부를 예시하였다.

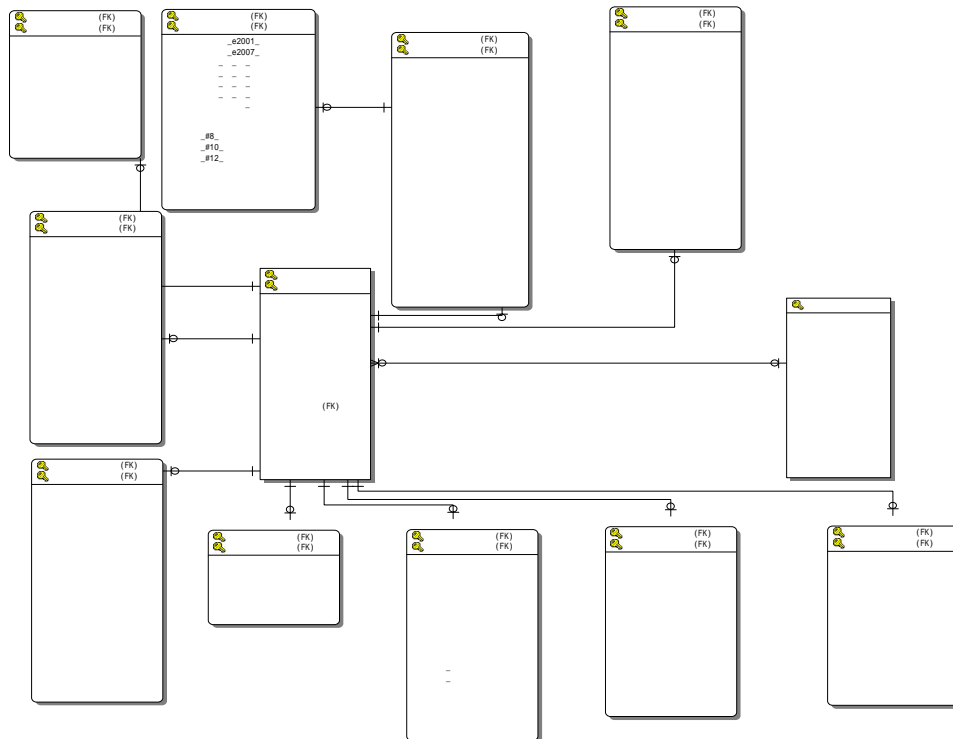


그림 3. 선로시설물 논리 데이터 모델(ERD) 예

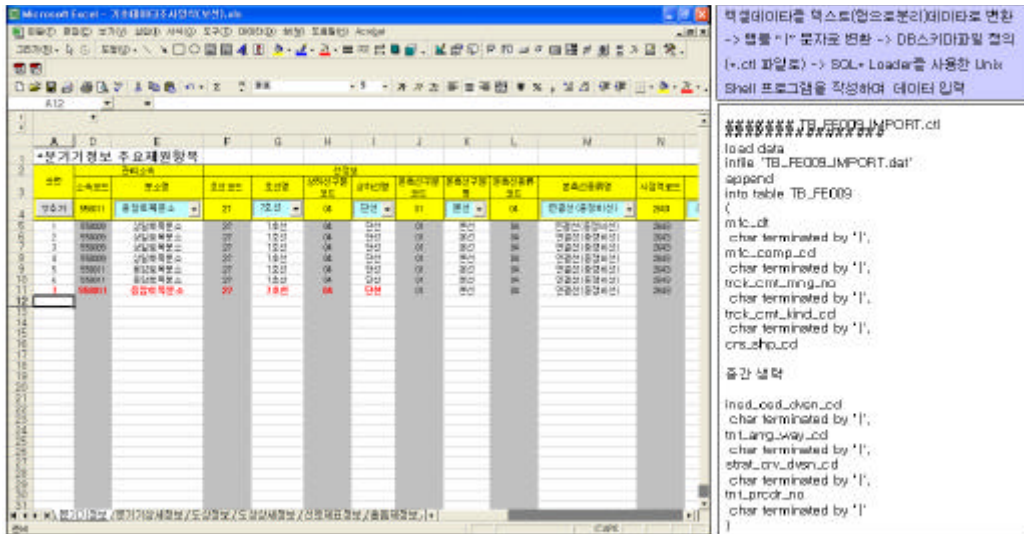


그림 4. 분기기 기초데이터 작성 및 데이터베이스 구축 예

6. 데이터베이스 구축 방안

도시철도 선로시설물의 데이터는 크게 일반 대장, 카드 등의 기본채원정보를 가지고 있는 시설물데이터, 도면 및 GIS를 위한 공간데이터로 구분하였으며, 다음과 같이 데이터베이스 구축을 위하여 3가지 구축 방안을 제시하였다.

첫째, 선로시설물 데이터베이스 기초 데이터를 구축하기 위하여 다음과 같이 엑셀조사 양식을 통하여 방대한 기초 자료를 작성하고, SQL*Loader 등의 Program을 활용하여 데이터베이스에 일괄 등록되도록 하였다.

둘째, 도면반입절차 표준서와 도면작성지침서를 작성하여 도면을 표준에 맞게 정비하기 위한 방안을 제시하고 도면 자료를 정비토록 하였다.

셋째, GIS DB구축지침서를 작성하여 도시철도 선로시설물중 GIS 구축 대상 레이어를 정의하고 도형타입과 심벌 등을 범용 설계사상 및 OPEN GIS개념을 적용하여 설계토록 하였다.

7. 결론

본 연구에서는 도시철도 선로시설물의 효율적인 유지관리를 위한 데이터베이스 설계 및 구축방안에 대하여 제시하였다. 선로시설물의 데이터베이스 구축을 위하여 선로시설물의 표준분류체계를 수립하였고, 관리항목 및 유지보수작업항목을 표준화하였으며, 유지보수업무절차를 표준화하고 도면 및 각종 문서양식을 표준화하였다.

선로시설물의 데이터베이스는 개체관계모델(Entity Relation Model)을 사용하여 설계하였고 특히, 선로시설물은 지리정보와 밀접한 관계를 가지고 있으므로 일반적인 데이터베이스 이외에 GIS용 공간 데이터베이스를 구축하여 서로 연관된 Key를 가지고 상호조회가 가능하도록 설계하였다. 그리고, 선로시설물의 데이터베이스 기초 데이터를 구축 방안으로 엑셀조사 양식을 통하여 방대한 기초 자료를 작성하고, SQL*Loader 등의 Program을 활용하여 데이터베이스에 일괄 등록되도록 하는 방안을 제시하였다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 도시철도표준화연구개발사업의 “도시철도 유지보수체계 표준화·정비화 연구”에 대한 건설교통부의 연구비 지원으로 수행된 것으로, 이에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

1. 신정렬 외(2003), “도시철도 토목·보선시설물 유지보수정보화시스템에 대한 연구”, 한국철도학회 추계학술대회논문집, pp.391-396
2. 박서영 외(2003), “도시철도 보선 시설물 유지관리를 위한 표준 분류체계 연구”, 한국철도학회 추계학술대회논문집, pp.448-453