

# 도시철도 토목시설물 유지관리를 위한 데이터베이스 구축방안 연구

## Development of the Database System for Maintenance of Civil Facilities in Urban Transit

신정렬\*                      김길동\*\*                      이우동\*\*\*                      박서영\*\*\*  
Shin, Jeong-Ryol              Kim, Gil-Dong              Lee, Woo-Dong              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 civil facilities among urban transit facilities, standardized facilities classification and definition of management elements, and the plan of designing and building standardized database about civil facilities 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 정보 인프라(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 이력 정보의 관리가 매우 중요한데, 이를 위하여 시설물의 데이터베이스 정의 및 구성 등에 대한 표준화된 데이터베이스 설계·구축이 필요하다.

그러므로, 본 논문에서는 도시철도 시설물 중 토목시설물의 효율적인 유지관리를 위하여 표준화된 시설분류 및 관리항목 정의, 기술자료의 표준화를 통한 토목시설물에 대한 표준화된 데이터베이스 설계 및 구축 방안을 제시하였다.

\* 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 주임연구원, 정회원

\*\* 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 표준화연구팀장, 정회원

\*\*\* 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 선임연구원, 정회원

## 2. 토목시설물 분류 및 관리항목 표준화

대표적인 토목시설물은 교량, 터널 등으로 구성되어 있으며 특히, 도시철도에서의 토목시설물은 지하의 터널구조물이 상당 부분 차지하고 있다. 도시철도의 대부분 토목시설물 관리단위는 준공당시의 공구단위로 분류 및 자료관리가 되고 있다. 그러나, 현재 도시철도운영기관에서는 효율적인 토목시설물 유지관리를 위하여 토목시설물 관리 단위의 재정립을 요구하고 있으며 정보화시스템을 통한 체계적인 관리의 필요성을 제기하고 있다.

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

### 2.1 토목시설물 분류체계 표준화

도시철도 토목시설물은 교량/고가교, 터널, 옹벽, 방음벽, 사면으로 총 5개의 대분류를 구성하였는데, 유지보수·관리 단위의 표준화 및 유지보수작업(점검 및 보수)의 단위를 표준화하는데 목적을 두고 분류하였다.

교량/고가교는 시작 시점에서 종점까지를 하나의 교량/고가교로 분류하였으며, 옹벽과 방음벽, 사면 또한 교량/고가교와 마찬가지로 시작 시점에서 종점까지를 하나의 구조물로 분류하였다. 다만, 터널은 유지보수의 편의성을 고려하여 역내를 하나의 터널로, 역사와 역사 사이를 또 하나의 터널로 분류하였다.

또한, 교량/고가교, 터널은 다음과 같이 좀더 세분화하여 중분류를 구성하였다. 우선, 교량/고가교의 경우, 상부구조를 경간(SS001:단선 교량의 경간번호, SU001:상선 교량의 경간번호, SD001:하선교량의 경간번호) 단위의 세부 분류를 하였고, 하부구조를 교대(A001:교대번호)와 교각(P001)으로 분류하였다. 터널의 경우, 역내구간의 터널을 ‘역사터널’, A역 과 B역 사이 구간의 터널을 ‘A역~B역간터널’로 분류를 세분화하여 중분류를 구성하였으며, 더 세부적으로 섹션별(터널 구조 및 공법에 따른 분류)로 분류하여 소분류를 구성하였다.

### 2.2 토목시설물 관리항목 표준화

본 연구에서는 교량, 터널 등 토목시설물의 제원 정보 등에 대한 체계적인 정보관리가 가능하도록 토목시설물별로 관리항목을 표준화하였다.

2.1절에서 언급한 바와 같이 터널은 역사터널 및 역간터널로 분류되는데, 각각의 표준화된 관리항목 및 그 하위 분류인 섹션정보에 대한 관리항목을 다음 도표 1에 예시하였다.

도표 1. 터널구조물에 대한 표준 관리항목

구분	관리 항목
터널 공통관리항목	시설물명, 호선, 시점역, 중점역, 소속, STA_시점, STA_중점, 시점시설물위치, 중점시설물위치, 상하선, 단복선구분, 본측선종류, 본측선 등
역간 터널	배수형식, 기동번호_끝, 기동번호_시작, 소방, 조명, 전기, 환기 등
역사 터널	기동번호_시작, 기동번호_끝, 구조형식, 건축면적, 대지면적, 용적율, 건축연면적, 기초면적, 기초형식, 유류정화시설위치, 오수정화시설위치, 변전실위치, 물탱크 위치, 중앙난방_난방유무, 중앙냉방_냉방유무, 환기공조방식 등
섹션 정보	구조물형식, 터널형태, 구조물외벽두께, 도피, 구조물심도, 구조물높이, 구조물폭, STA_시점, STA_중점, 공구, 배수형식, 하저터널여부, 설계하중강도, 표준패턴, 철근배근여부, 보조터널공법, 주요터널공법 등

### 2.3 토목시설물 유지관리 작업항목 표준화

본 연구에서는 토목시설물의 효율적인 유지보수작업을 위하여 토목시설물별 유지보수작업에 대한 작업항목을 표준화하였다. 일례로 다음 그림 1에 터널구조물에 대하여 구축한 균열, 누수 등 표준화된 유지보수작업항목을 나타내었다. 터널의 균열, 누수 등의 대분류와 손상형태와 위치 등으로 분류한 중분류 등으로 구성되어 있다.

도표 2. 터널구조물의 표준화된 유지보수 작업항목

구분	섹션 No.	점검항목	상세 점검항목	손상 부위	손상 위치
역간/역사터널	1	균열	종균열, 횡균열, 사균열, 망상균열, 반달균열, 중횡균열 등	천정, 벽체, 바닥, 기둥	상선, 하선, 중앙, 전체
		누수	천정누수, 벽체누수, 바닥누수, 시공이음부누수, 백태 등		
		면보강	철근노출피복부, 박리박락재료부, 콘크리트탈락, 골재분리 등		
		배수	배수로 정체, 배수로 물고임, 맨홀기능불량, 배수공막힘 등		
		기타	풍도, 미도장 등		

### 3. 토목시설물 유지관리 업무절차 표준화

본 연구에서는 도시철도 토목시설물 유지관리를 위한 데이터베이스 구축을 위하여 2절의 도시철도 토목시설물 분류체계 및 관리·작업항목 표준화에 이어서 유지관리 업무절차를 표준화하였다. 표준 업무절차를 살펴보면, 우선 정기점검, 정밀점검, 정밀안전진단과 특별점검은 해당 규정에 의해 실시하고, 이를 데이터베이스에서 관리하여 언제 어디서든지 해당 토목시설물의 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 토목시설물에 대한 상태정보 및 변상사진 등의 정보를 등록함으로써 토목시설물 관련 담당자들은 신속 정확한 시설물의 상태정보를 공유할 수 있다.

이러한 업무절차의 표준화는 토목시설물 관련 담당자들이 현장에 직접 가지 않아도 정보화시스템내에 등록된 작업 데이터를 통하여 정확한 토목시설물의 상태를 판단할 수 있다.

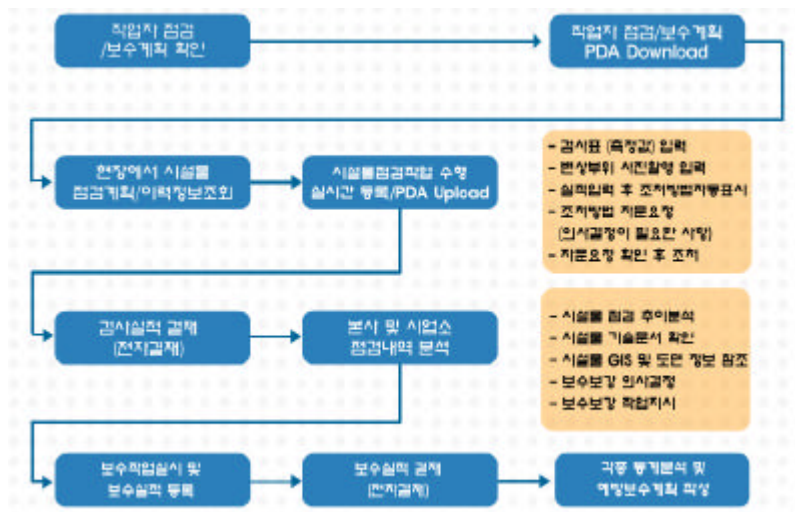


그림 1. 도시철도 토목시설물 유지보수업무 표준 절차



도시철도 토목시설물 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 토목시설물은 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 토목시설물의 속성 데이터는 Oracle DBMS를 사용하고 GIS용 공간데이터는 ZEUS DBMS를 사용하도록 설계하였다.

아래 그림 3은 도시철도 토목시설물의 데이터베이스 모델의 일부를 예시하였다.

### 6. 데이터베이스 구축 방안

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

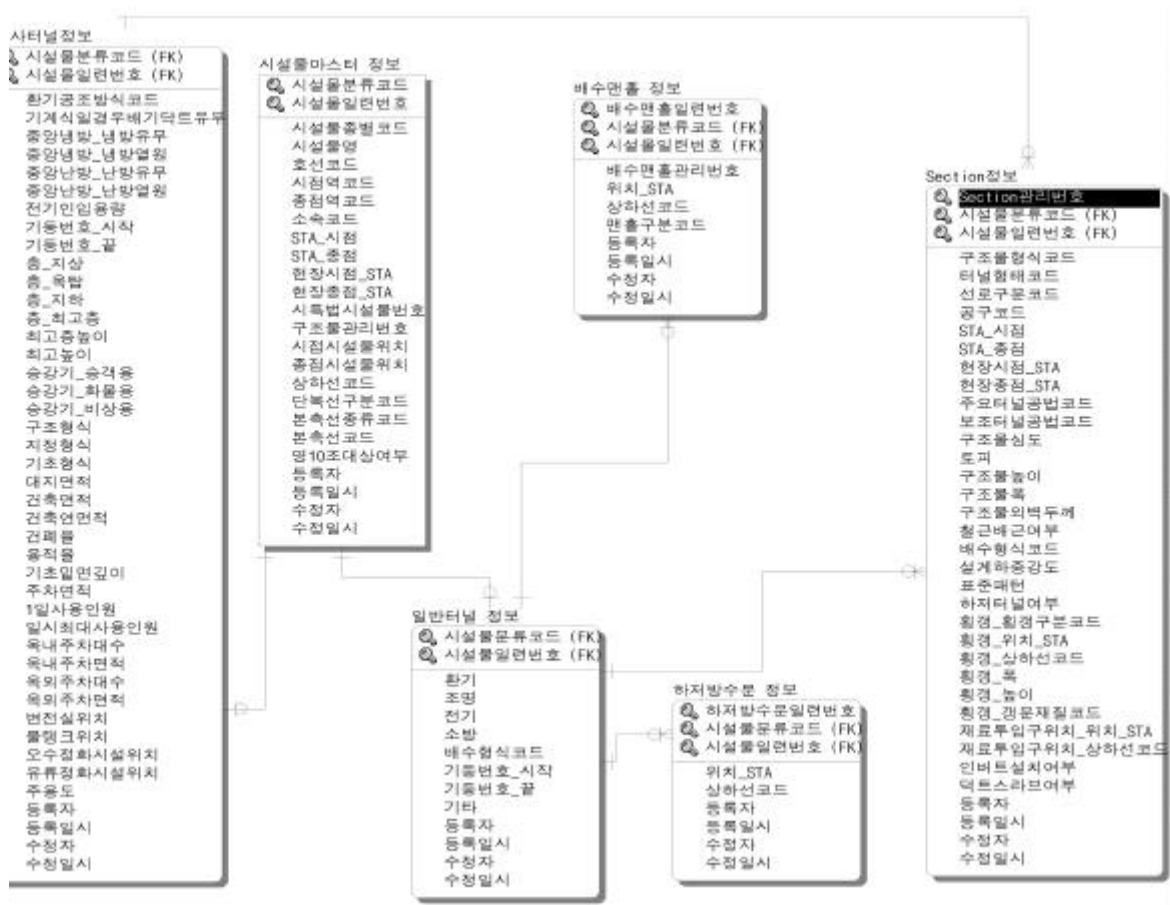


그림 3. 토목시설물 논리 데이터 모델(ERD) 예

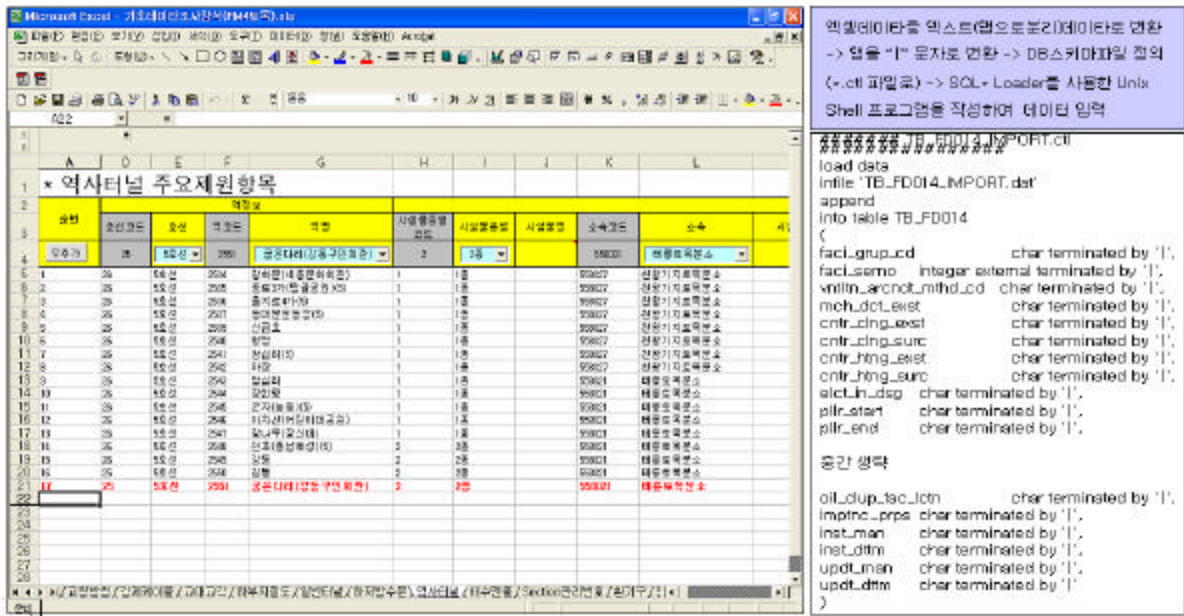


그림 4. 터널 구조물 기초데이터 작성 및 데이터베이스 구축 예

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

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

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

## 7. 결론

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

토목시설물의 데이터베이스는 개체관계모델(Entity Relation Model)을 사용하여 설계하였고 특히, 토목시설물은 지리정보와 밀접한 관계를 가지고 있으므로 일반적인 데이터베이스 이외에 GIS용 공간 데이터베이스를 구축하여 서로 연관된 Key를 가지고 상호조화가 가능하도록 설계하였다. 그리고, 토목시설물의 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·정보화 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 토목 시설물 유지관리를 위한 표준 분류체계 연구”, 대한토목학회 학술대회논문집, pp.4187-4192