

# 표준화된 데이터베이스 구축을 통한 지하철 신호장치의 효율적 관리방안 연구

김길동, 신정렬, 이우동, 강승욱  
한국철도기술연구원, 카톨릭상지대학

## A Study on the Maintenance of Signal Facilities using the Standardized Database

Kim Gil-Dong, Shin Jeong-Ryol, Lee Woo-Dong, Kang Seung-Wook  
Korea Railroad Research Institute, Catholic Sangji College

**Abstract** - 21세기 정보화시대에 맞추어, 도시철도운영기관의 전략적 발전과 도시철도의 정보화 기술 축적 및 표준화된 정보 인프라 구축의 일환으로 도시철도 시설물 유지보수체계를 표준화하고 정보화시스템을 구축 중에 있다. 이 중, 도시철도 신호 장치의 효율적인 유지보수를 위해서 유지보수체계의 표준화 및 정보화시스템 구축을 통한 실시간 정보의 구축 및 기존 유지보수작업 이력정보의 관리가 매우 중요하다. 본 연구에서는 도시철도 신호 장치의 효율적인 유지관리를 위한 데이터베이스 설계 및 구축방안에 대하여 제시하였다. 신호 장치의 데이터베이스 구축을 위하여 표준분류체계를 수립하였고, 관리항목 및 유지보수작업항목을 표준화하였으며, 유지보수업무절차를 표준화하고 도면 및 각종 문서양식을 표준화하였다. 신호 장치의 데이터베이스는 개체관계모델(ERD)을 사용하여 설계하였고 특히, 신호 장치는 위치 정보와 밀접한 관계를 가지고 있으므로 일반 데이터 외에 GIS용 공간 데이터베이스를 구축하여 서로 연관된 Key를 가지고 상호조회가 가능하도록 설계하였다. 그리고, 신호 장치에 대한 기초 데이터를 구축하기 위한 방안으로 엑셀조사 양식을 통하여 방대한 기초 자료를 작성하고, SQL\*Loader 등의 데이터 변환프로그램을 활용하여 데이터베이스에 일괄 등록되도록 하는 방안을 제시하였다. 또한, 도면반입절차서 및 표준도면작성지침서, 그리고 GIS DB 구축지침서를 통하여 표준화된 데이터베이스 구축이 이루어지도록 하였다.

### 1. 서 론

21세기 세계화 및 정보화, 정보기술의 표준화 등으로 정보기술의 활용 여건 증대와 개발이 두드러지고 있는 가운데, 새로운 산업전망 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 이력정보의 관리가 매우 중요한데, 이를 위하여 시설물의 데이터베이스 정의 및 구성 등에 대한 표준화된 데이터베이스 설계·구축이 필요하다.

그러므로, 본 논문에서는 도시철도 시설물 중 신호시설물의 효율적인 유지관리를 위하여 표준화된 시설분류 및 관리항목 정의, 기술자료의 표준화를 통한

신호시설물에 대한 표준화된 데이터베이스 설계 및 구축 방안을 제시하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 신호시설물 분류 및 관리항목 표준화

대표적인 신호시설물은 신호기, 선로전환기, 궤도회로 장치 등으로 구성되어 있으며 특히, 도시철도에서의 신호시설물은 시설물들을 관장하는 기계실에 종속적으로 설치되어 있다. 도시철도의 대부분 신호시설물 관리단위는 관할기계실 단위로 작업이 이루어지고 있다. 그러나, 현재 도시철도운영기관에서는 효율적인 신호시설물 유지관리를 위하여 신호시설물 관리 단위의 재정립을 요구하고 있으며 정보화시스템을 통한 체계적인 관리의 필요성을 제기하고 있다.

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

#### 2.1.1 분류체계 표준화

도시철도 신호시설물은 신호기 및 표지, 선로전환기, 연동장치, 궤도회로장치, 전선로장치, 전원장치, 계전기, 통신장치, ATO장치, DTS장치, 기타장치의 총 11개의 대분류를 구성하였는데, 유지보수·관리 단위의 표준화 및 유지보수작업(점검 및 보수)의 단위를 표준화하는데 목적을 두고 분류하였다.

신호기 및 표지는 역단위별 설치위치로 분류하였으며, 선로전환기, 궤도회로장치, 계전기, ATO장치등은 궤도단위로 분류체계를 정립하였다. 또한 연동장치, 전원장치, 통신장치는 해당 시설물이 위치한 기계실 혹은 관리조직 단위로 분류하였고, 전선로, DTS, 기타장치는 기계실과 설치위치별로 분류하였다. 이모든 분류의 기준은 작업의 단위와 시설물의 특성에 따라 표준을 정립하였다.

또한 신호시설물의 특성은 기계성 장치들로 이루어진 시설물이 대부분을 차지하기 때문에 주시설물과 그 하위로 존재하는 부속시설물들의 연관관계를 정립하여 계층 형태의 시설물 분류체계를 정립하였다.

#### 2.1.2 관리항목 표준화

본 연구에서는 신호시설물의 제원 정보 등에 대한 체계적인 정보관리가 가능하도록 신호시설물별로 관리항목을 표준화하였다.

2.1.1절에서 언급한 바와 같이 시설물에 대한 분류체계 정립과 각각의 표준화된 관리항목 및 그 하위 분류인 부속시설물정보에 대한 관리항목을 다음 표 1에 예시하였다.

표 1 궤도회로장치에 대한 표준관리항목

구 분		관리항목	공통관리항목
궤도회로장치	PF 궤도회로	케이블헤드	수량, 제작회사, 제작일자
		본드류	종류, 규격, 수량, 제작회사, 제작일자
		변압기	종류, 규격, 제작회사, 제작일자
		저항기 조립체	종류, 규격, 제작회사, 제작일자
		퓨즈	종류, 규격, 제작회사, 제작일자
		계전기	종류, 형태, 규격, 제작회사, 제작일자
	AF 궤도회로	PCB관리리스트	종류, S/N, 제작회사, 제작일자
		본드류	본드류종류, 종류, 수량, 제작회사, 제작일자
	PDT	MT BOX	제작회사, 제작일자, 설치일자, 콘덴서 종류, 콘덴서규격
		ATO LOOP COIL	종류, 규격, 제작회사, 제작일자
	LOOP COIL	MT BOX	제작회사, 제작일자, 설치일자, 콘덴서 종류, 콘덴서규격

2.1.3 유지관리 작업항목 표준화

본 연구에서는 신호시설물의 효율적인 유지보수작업을 위하여 신호시설물별 유지보수작업에 대한 작업항목을 표준화하였다. 일례로 다음 표 2에 선로전환기에 대하여 구축한 고장유형별 보수유형등, 표준화된 유지보수작업 항목을 나타내었다. 시설물별 고장유형과 그에 따른 보수유형으로 구성되어 있다.

표 2 선로전환기 표준 작업항목

구 분	고장유형	보수유형
선로전환기	히타불량	히타교체
		전열선교체
	제어부불량	제어계전기교체
		회로제어기교체
		전원리셋
	전구불량	전구교체
	선로전환기 날개 오동작	전환기 날개 조임
		전환기 날개 교체

2.2 신호시설물 유지관리 업무절차 표준화

본 연구에서는 도시철도 신호시설물 유지관리를 위한 데이터베이스 구축을 위하여 2.1절의 도시철도 신호시설물 분류체계 및 관리·작업항목 표준화에 이어서 유지관리 업무절차를 표준화하였다. 표준 업무절차를 살펴보면, 우선 정검주기별 정기점검, 월동기, 해빙기, 풍수해 대비 특별점검, 중점관리 시설물에 대한 일일점검 등으로 이루어지며, 해당 점검종류 및 점검항목을 데이터베이스에서 코드화 형태로 체계적인 관리를 통하여, 언제 어디서든 해당 신호시설물의 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 신호시설물에 대한 상태정보 및 변상사진 등의 정보를 등록함으로써 신호시설물 관련 담당자들은 신속 정확한 시설물의 상태

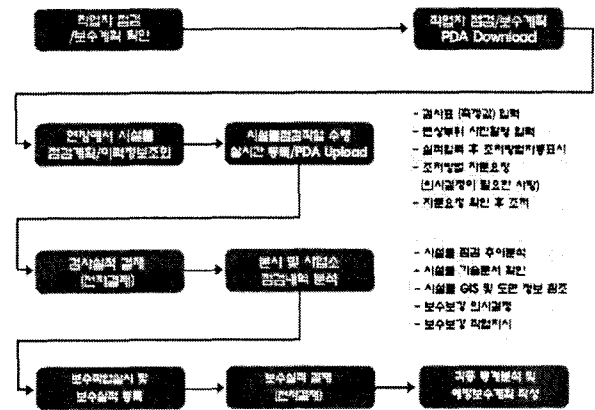


그림 1. 도시철도 신호시설물 유지보수업무 표준 절차

정보를 공유할 수 있다.

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

2.3 신호시설물 기술자료의 표준화

도시철도 신호시설물 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 시설물 및 구조물과 도면과의 불일치, 관리형태의 다양화(CAD, IMAGE, PAPER등) 및 일시적으로 생성되어 산재되어 있는 각종 문서양식 등을 데이터베이스화하여 표준화하는 것은 효율적인 신호시설물 유지관리를 위해 매우 중요하다.

2.3.1 도면작성 표준화

본 연구에서 기술자료 표준화를 위하여 도면 반입절차 표준서와 도면 작성 지침서를 작성하는 등 도면작성 표

부속시설정보(매대별코드)				
수량	구격	제작회사	제작일자	

부속시설정보(본드선류)				
종류	구격	수량	제작회사	제작일자

부속시설정보(변압기, 개폐기조절계, 등조)				
종류	구격	수량	제작회사	제작일자

부속시설정보(본드선류)				
종류	범대	구격	제작회사	제작일자

그림 2. 표준화된 PF케도화로 관리대상

준화를 수행하였다. 이는 토목시설물 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(KS A 005 제도 통칙 등)을 반영하여 도시철도 신호시설물의 도면 분류체계, 도면심벌체계, 도면레이어체계를 정의한 문서이다.

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

### 2.3.2 문서양식 표준화

표준화된 데이터베이스 구축을 위하여 2.3.1절의 도면 이외에 도시철도 신호시설물 유지관리에 사용되는 각종 시설물 대장, 점검 대장 등 보고서 및 양식을 30종으로 표준화하였다. 상기 그림 2는 표준화된 PF케도화로 관리대장을 나타낸 것이다.

### 2.4 데이터베이스 설계

도시철도 신호시설물 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 데이터

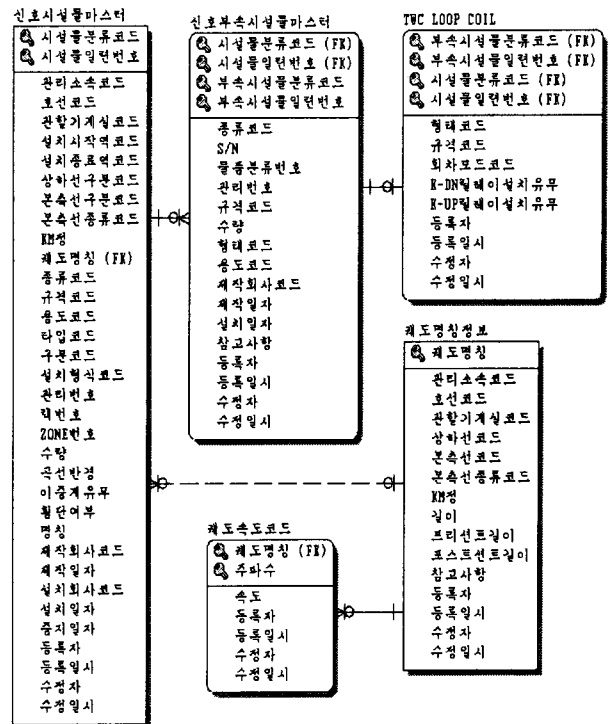


그림 3 신호시설물 논리데이터 모델(ERD) 예시

와 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 신호시설물은 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 공간 데이터는 ZEUS DBMS를 사용하도록 설계하였다.

아래 그림 3은 도시철도 신호시설물의 데이터베이스 모델의 일부를 예시하였다.

### 2.5 데이터베이스 구축 방안

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

첫째, 신호시설물 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 토목 시설물중 GIS 구축 대상 레이어를 정의하고 도형타입과 심벌 등을 범용 설계사상 및 OPEN GIS개념을 적용하여 설계토록 하였다.

구분	구분명	종류명	구분명	종류명	구분명	종류명	구분명	종류명	구분명	종류명
1	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
2	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
3	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
4	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
5	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
6	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
7	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
8	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
9	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호
10	철도신호장비	신호	신호기	신호기	신호	신호	신호	신호	신호	신호

그림 4 선로전환기 기초데이터 구축 예시

```

엑셀데이터를 텍스트(탭으로분리)데이터로 변환 -> 탭을 " "문자로 변환 -> DB스키마파일 정의 (*.ctl파일로) -> SQL * Loader를 사용한 Unix Shell프로그래밍을 작성하여 데이터입력

#### TB_FI103_IMPORT.ctl ####
Load data
Infile 'TB_FI103_IMPORT.dat'
Append
Into table TB_FI103
{
mng_pstn char terminated by '!',
trln char terminated by '!',
start_stn char terminated by '!',

중간생략

updt_dttm char terminated by '!'
}

```

그림 5 데이터변환프로그램을 이용한 기초데이터 데이터베이스 구축

### 3. 결 론

본 연구에서는 도시철도 신호시설물의 효율적인 유지관리를 위한 데이터베이스 설계 및 구축방안에 대하여 제시하였다. 신호시설물의 데이터베이스 구축을 위하여 신호시설물의 표준분류체계를 수립하였고, 관리항목 및 유지보수작업항목을 표준화하였으며, 유지보수업무절차를 표준화하고 도면 및 각종 문서양식을 표준화하였다. 신호시설물의 데이터베이스는 개체관계모델(Entity Relation Model)을 사용하여 설계하였고 특히, 신호시설물은 지리정보와 밀접한 관계를 가지고 있으므로 일반적인 데이터베이스 이외에 GIS용 공간 데이터베이스를 구축하여 서로 연관된 Key를 가지고 상호조화가 가능하도록 설계하였다. 그리고, 신호시설물의 데이터베이스 기초 데이터를 구축 방안으로 엑셀조사 양식을 통하여

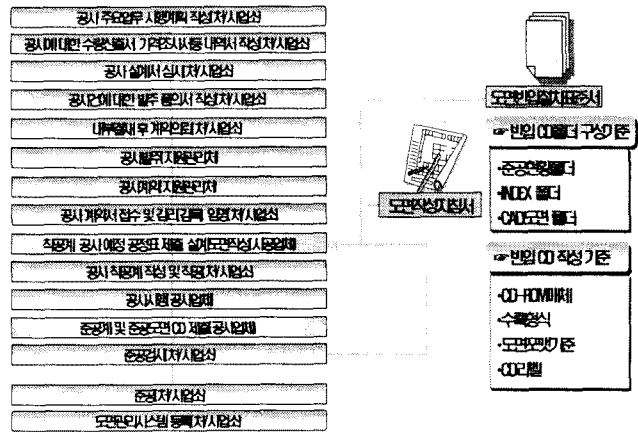


그림 6 표준 도면반입절차서

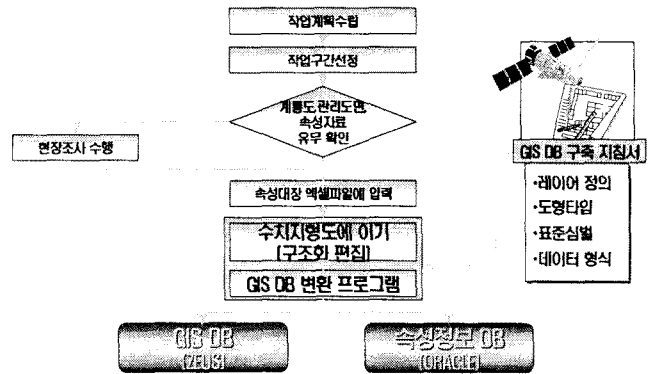


그림 7 표준 GIS DB 구축 지침서

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 감사 드립니다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 신정렬 외, "도시철도 토목·보선시설물 유지보수정보화시스템에 대한 연구", 한국철도학회 추계학술대회논문집, pp.391-396, 2003
- [2] 박서영 외, "도시철도 토목 시설물 유지관리를 위한 표준 분류체계 연구", 대한토목학회 학술대회논문집, pp.4187-4192, 2003
- [3] Shin J. R., "Application of IT on maintenance work of urban transit facilities", treatise of China-Korea-Japan collaboration research, 2004