

도시철도 유지보수체계 표준화 및 정보화에 대한 연구

A Study on the Standard and Information System for Urban Transit Maintenance

박기준[†] · 안태기* · 신정렬*

Kee-Jun Park · Tae-Ki Ahn · Jeong-Ryol Shin

Abstract

We need to make the standards of maintenance information for urban transit to reduce the cost to maintain the information and to share the information with maintenance workers. It is enable to do systematic maintenance for urban transit by using the information system based on the standardized information. In this paper we propose the major items to standardize and the methods to lay out the standard schemes to enable structured maintenance. We present the 4 items, bill of material, material classification, accident/fault classification, electronic document, to standardize. And we propose how to implement the information system for urban transit based on the standardized information. We describe the implemented information system in two parts; a rolling-stock and an infrastructure part. And also we describe the result of survey to evaluate the system installed at Seoul Metro and Seoul Metropolitan Rapid Transit.

Keywords : maintenance(유지보수), rolling-stock(차량), infrastructure(시설물), standard(표준), information system(정보화시스템), urban transit(도시철도)

1. 서론

정보통신 분야는 초고속 통신망 보급, 대용량 정보처리 기술개발, 정보기술의 표준화를 통하여 산업의 전반에 걸쳐 정보기술에 대한 활용 여건이 성숙해져 있다. 정보기술을 통한 새로운 산업전략 및 경영환경 변화에 철도분야도 예외가 될 수 없으며 신속한 정보 획득 및 관리를 통한 정보의 활용이 경쟁의 핵심요소로 부각되고 있다. 미국, 일본, 유럽 등 선진국을 중심으로 세계의 철도산업은 정보화 기술적용에 의한 표준부품의 공동개발 및 조달, 제품개발기간 단축, 부품의 품질향상 도모 및 중복투자 방지 등 공조·공생 체계를 구축 중에 있다. 반면 국내 도시철도 분야는 제품설계 부분과 운영/유지보수 분야에 일부 전산화가 이루어져 있으나, 제품개발, 운영/유지보수, 교육/정비 매뉴얼, 문서/도면 교환 및 관리 시스템 등이 체계적으로 통합관리 운영되는 정보화 수준에는 도달하지 못한 실정이다. 또한, 차량 제작 및 시설물 시공 기업, 도시철도 건설기관, 도시철도 운영기관 등에 자료들이

분산되어 통합관리 되지 못하여 업무연계성과 효율성이 저하되며, 도시철도 각 운영기관이 독자적으로 정보화를 추진함으로써 국가적으로 중복투자 및 예산이 낭비되고 각 시스템 간 호환성 부족으로 인해 정보를 공유할 수 없어 비효율적 정보화 시스템 구축이 이루어지고 있는 실정이다[1,2].

이러한 문제점을 해결하기 위하여 건설교통부와 한국철도기술연구원은 2001년부터 2005년까지 5년간 도시철도 유지보수체계 표준화·정보화 연구를 수행하였으며, 체계적인 도시철도 유지보수를 위한 표준화와 정보화시스템을 개발하였다.

본 논문은 도시철도의 체계적인 유지보수를 위하여 표준화해야 할 주요한 항목과 표준화 방안에 대하여 제시하였으며, IT 기반 정보화시스템을 차량분야와 시설물 분야로 나누어 구현방안을 제시하였다. 또한 서울메트로와 서울시도시철도공사에 시스템을 설치하여 시범운영한 결과를 평가하기 위하여 실시한 설문조사 결과에 대하여 기술하였다.

2. 도시철도 유지보수정보 표준화

현재 제작사 또는 시공회사와 운영기관에서 사용하고 있는 도면, 기술자료, 부품목록 등은 표준화되어 있지 못하여

† 책임저자 : 정회원, 한국철도기술연구원, 선임연구원
E-mail : kjpark@krii.re.kr

TEL : (031)460-5712 FAX : (031)460-5749

* 정회원, 한국철도기술연구원 선임연구원

서로의 시스템으로 공유되지 못하고 있다. 운영기관에서는 제작사 또는 시공회사의 데이터를 전산화시스템과 통합운영하기 위해 많은 추가비용을 소요해야 한다. 유지보수와 관련된 자료와 각종 분류체계가 표준화되지 못함으로 인하여 발생하는 비용을 줄이고, 이러한 정보를 유기적으로 통합하고 공유할 수 있도록 하기 위해서는 정보 표준화를 실시하여야 한다. 정보 표준화를 통하여 업무의 연계성과 효율성을 높여 신속한 고장복구 및 예방정비를 위한 지원을 수행할 수 있도록 하여 열차의 안전성 확보에 큰 도움이 되도록 하여야 한다. 본 연구에서는 BOM(Bill of Material)체계, 물품 분류체계, 사고/고장분류체계 및 전자문서의 네 분야로 나누어 표준화를 실시하였다. 이 표준은 서울메트로와 서울시도시철도공사를 포함한 국내 도시철도 운영기관에서 모두 사용할 수 있도록 구성하였으며, 물품 분류체계의 경우 국제 표준 코드체계와도 호환성을 가질 수 있도록 구성하였다.

2.1 BOM 표준화

도시철도 유지보수시스템의 근간이 되는 BOM은 유지보수와 관련된 모든 장치 및 부품을 분류하여 각 장치 및 부품에 대한 구조를 정의하였다. 정보화된 모든 자료를 이러한 BOM 구조에 따라 분류함으로써 유지보수 정보화를 위한 기초를 만들 수 있다. 이 BOM은 모든 운영기관 및 제작업체, 관련기관 등에서 이용할 수 있어야 하며, 전자카탈로그 시스템, 전자발주시스템, 재고관리, 도면 및 형상관리, 전문가시스템, 예방정비시스템 등에서 사용할 수 있도록 하였다. BOM은 장치별 정보를 포함하고 있는 마스터 BOM(master BOM)과 마스터 BOM으로부터 다양한 목적별 BOM을 구성하기 위하여 확장된 Generic BOM을 사용할 수 있다[3]. 그림 3은 도시철도차량 BOM에 대한 구성도를 나타내었다. 장치별로 구성된 마스

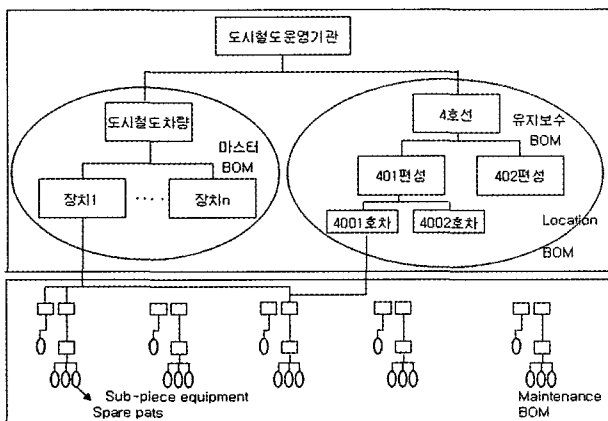


그림 3. 도시철도 차량 BOM 구성도

터 BOM을 이용하여 목적별 BOM인 유지보수 BOM을 구성할 수 있다.

2.2 물품분류 표준화

물품분류코드는 전 산업분야의 완성품, 조립품, 부품과 같은 모든 생산품을 포함하고 분류 기준 및 가이드라인이 명확하게 명시된 유엔 표준 제품 및 서비스 분류 체계(UNSPSC; United Nations Standard Products and Services Classification)를 기반으로 구성하였다. UNSPSC 코드체계는 분류코드와 식별코드로 구분되어있다. 분류코드는 여러 가지 항목 중 비슷한 물품끼리 그룹화 시키기 위하여 사용되는 것으로 Segment, Family, Class, Commodity 4단계의 계층적 코드체계로 구성되어 있으며, 각 2자리씩 총 8자리의 코드를 가진다. 표 1은 이러한 물품분류코드체계에 대한 구성방식 및 적용기준에 대하여 나타내었으며, 표 2는 실제 도시철도차량의 표준 물품분류 코드에 대한 예제를 나타낸 것이다. 식별코드는 물품분류코드와

표 1. 물품분류코드체계 구성방안

구분	코드 체계															
구성 방식	- 정부 G2B 물품분류코드를 수정 도입한 4단계 계층적 코드체계															
	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N2</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N3</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N4</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N5</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N6</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N7</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Segment</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Family</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Class</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Commodity</td> </tr> </table>	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	Segment	Family		Class			Commodity
N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8									
Segment	Family		Class			Commodity										
구성 방법	예 : 26-12-16-01 26 : 회전기 및 경전기 12 : 전선 및 케이블 16 : 전기케이블 및 부속품 01 : 절연케이블															
적용 기준	- 조달청장이 고시한 G2B 분류번호표에 의거 Segment, Family, Class, Commodity를 부여한다. - G2B 분류번호표에 존재하지 않는 품목의 경우는 유사한 분류번호를 적용한다.															

표 2. 도시철도차량 표준 물품분류 코드 예

분류 코드	장치명	장치 설명 및 해당품목
2526 0100	전동차용 운전실 설비	전동차 운전실에 설치된 각종 편의 설비 및 부속품
2526 0101	기적장치	전동차 제어차 전부에 설치되어 운행중 전방에 경보가 필요시 취급하여 경고하는 장치 및 구성품
2526 0102	창닫이조립품	전동차의 운전실 전면유리를 닦아주는 장치 및 구성품
2526 0107	기타운전실 설비	전동차 운행시간표 꽃이의 기타
2526 0200	전동차용 운전 제어장치	전동차 운전을 제어하기 위하여 부품 및 부속품
2526 0201	주간제어기	전동차 운전실에서 승무원의 취급에 따라 속도 제어 지령신호를 발생하는 제어기 및 구성품
2526 0202	제동제어기	전동차의 제동을 제어하기 위해 운전실 제어대에 설치된 제어기 및 구성품

는 달리 물품에 대한 명확한 식별을 목적으로 사용되는 것으로 어떤 물품과 일대일로 대응시킬 수 있도록 구성 하였다. 식별코드는 일반적으로 의미 없는 8자리 일련번호를 구성하여 사용하며, 사용분야에 따라 8자리 일련번호 중 일부를 특정 구분 인자로 사용할 수도 있다.

2.3 사고/고장분류 표준화

표준고장코드는 고장정보를 공유하고, 유지보수 작업시 고장정보를 쉽게 참조할 수 있는 분류기준을 제시할 수 있다. 또한 고장발생의 유형별, 장치별 추이 등을 분석할 수 있으며, 정비 작업시 표준고장코드와 고장발생의 부품 등을 연계시킴으로써 그 결과를 축적할 수 있다. 고장코드별로 분류되어 누적된 고장들은 고장발생시 조치방법과 연동함으로 인하여 관련 도면 및 정비지침서의 참조를 가능하도록 할 수 있다. 도시철도 사고 및 고장코드를 표준화하여 관리함으로써 도시철도 도시시스템의 사고 및 고장 추이를 판단할 수 있는 객관적인 자료로 활용함으로써 도시철도 사고 및 고장 예방 계획을 보다 체계적이고 효율적으로 수립할 수 있다. 표 3은 도시철도의 고장코드에 대한 내용의 일부를 표현한 것이다. 고장코드는 대분류와 중분류로 구성되고, 중분류는 다시 고장현상으로 세분화되어 관리된다. 표준화된 고장코드는 국내 도시철도 운영기관에서 공통으로 사용할 수 있도록 구성되어 있으며, 각 운영기관의 체계적인 고장예방 정책을 수립할 수 있는 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.

표 3. 도시철도 고장코드 형식 예

고장코드	대분류	중분류	고장현상
M0101	기계장치	차체	볼스터 파손
M0102			센터핀 파손
M0199			기타 차체 고장
M0201		출입문	열림 불량
M0202			닫힘 불량
M0203			개폐 속도 불량
M0204		Cushion 불량	
M0301		연결기	연결기 너클 파손
M0303			연결기 고정핀 키 파손
M0304			연결기 상크 가이드 파손
M0399			기타 연결기 및 드래프트 체계 고장
M0401		대차	1차 현수장치 파손
M0402			2차 현수장치 파손
M0403			대차 사이드 프레임 파손
M0404			대차 크로스 비임 파손
M0499			기타 대차 구성품 고장

2.4 전자문서 표준화

유지보수를 수행하기 위하여 사용되는 문서는 크게 서식문서와 기술문서 두 가지로 나눌 수 있다. 유지보수와 관련된 업무를 수행하기 위해서는 계획, 작업지시, 결과, 실적 등에 대한 내용을 문서로서 표현하며, 정해진 결재라인에 따라 결재를 받아 정해진 보존연한 동안 보존하여야 한다. 이러한 문서는 서식 문서로 분류되며, 표준화된 절차에 따라 유지보수 작업을 수행할 때 작업 절차에 따라 전달될 수 있는 표준화된 문서가 있어야 한다. 서식문서는 유지보수 작업 결과 및 보고에 필요한 검사표, 작업일지 등을 포함하고 있으며, 업무의 진행 및 결과에 꼭 필요한 문서를 포함하고 있다. 이러한 서식문서는 정보화시스템에서 사용할 수 있도록 결재시스템과 연동하여 자동으로 업무처리가 가능하도록 구성함으로써 사용자의 업무효율성을 높일 수 있다.

유지보수를 위해 필요한 정비지침서, 도면, 장치/부품정보 등과 관련된 기술문서는 종이에 인쇄된 매체로 보관되어 있어 분실, 파손 등이 자주 일어난다. 또한 일부의 사람만이 접근할 수 있으며, 변경사항이 발생할 경우 변경사항을 반영하기가 힘들다. 서식문서와 기술문서는 사용자의 접근성과 공유성을 위하여 웹환경에서도 사용할 수 있도록 XML(Extensible Markup Language) 형태에 의하여 표준을 정하였다.

3. 정보화 시스템 구현

도시철도 유지보수체계의 표준화된 정보를 이용하여 체계적인 유지보수 작업을 위해 정보화시스템을 구현하였다. 도시철도 유지보수 정보화시스템은 크게 차량분야와 시설물분야의 두 가지 하부 시스템으로 구성되었다. 차량분야는 다시 기능상 차량 운행정보 자동수집시스템, 유지보수 작업시스템, 유지보수 공통시스템, 유지보수 자재시스템, 유지보수 지원시스템, 유지보수 응용시스템, 기술자료 지원시스템의 7가지 세부 시스템으로 구성되었다. 특히 차량분야 정보화시스템은 차량의 정보를 자동으로 지상의 정보화시스템으로 전송하기 위하여 무선 자동수집시스템을 이용하였다. 또한, 차량의 검사를 행하는 검수고와 자재를 불출하고 입고하는 자재창고에 무선시스템을 구축함으로써 언제 어디서나 작업자가 정보화시스템을 이용하여 업무를 수행할 수 있도록 시스템을 구축하였다[4]. 그림 4는 차량분야 정보화시스템에 대한 구성도를 나타낸 것이다.

시설물분야는 다시 세부적으로 토목, 보선, 건축, 설비, 신호, 통신, 전기, 전자의 8대 시설물의 분야별 관리 시스템, 각 시설물 관리시스템에서 공통으로 사용하는 사업, 공사, 하자, 안전, 장비의 공통시스템과 도면관리, GIS(geographic information

system), 3D 역사관리시스템, PDA(personal digital assistants)의 지원시스템으로 구성되어 있다. 특히 시설물 정보화시스템은 지리정보시스템을 도입함으로써 광범위한 지역에 산재해 있는 방대한 시설물에 대하여 효과적으로 유지보수 할 수 있도록 구성하였다. 그림 5는 시설물분야 정보화시스템에 대한 구성도를 나타낸 것이다.

구현된 시스템은 도시철도의 유지보수 업무 프로세스를 체

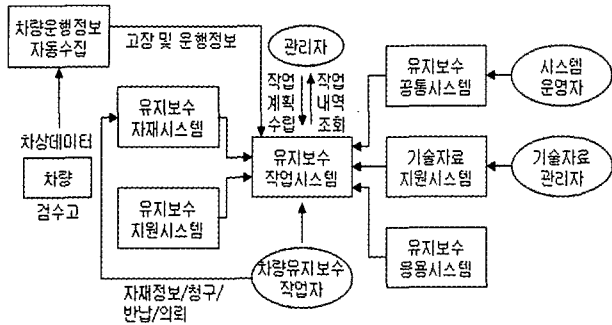


그림 4. 도시철도 차량 유지보수 정보화시스템 구성도

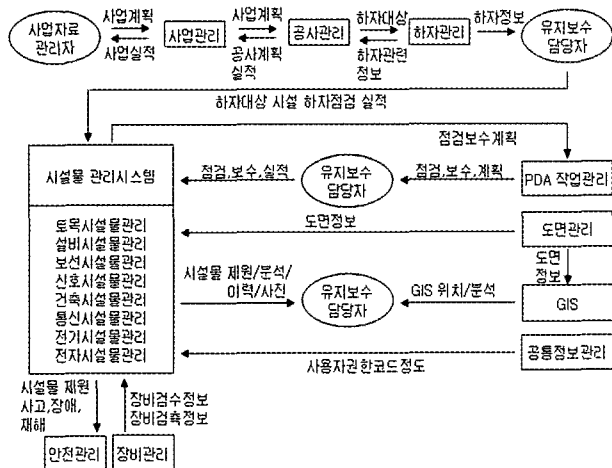


그림 5. 도시철도 시설물 유지보수 정보화시스템 구성도

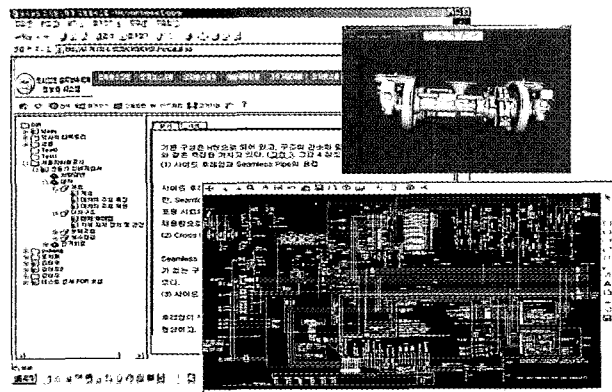


그림 6. 기술자료 시스템 구현 화면

계화하고 표준화된 정보체계를 이용하여 개발되었다. 도면, 설계서, 매뉴얼 등 각종 기술자료를 통합화하고 디지털화할 수 있도록 시스템을 구축하여 사용자에게 제공함으로써 그동안 기술자료의 분산으로 인해 정보의 공유 및 접근 제한의 문제점을 해결하였다. 또한 무선환경에 적합하도록 시스템을 구축함으로써 사용자가 언제 어디서든지 원하는 정보를 조회 또는 등록할 수 있도록 하여 유비쿼터스 유지보수 작업환경의 기반을 마련하였다. 시스템 아키텍처의 유연성을 가지고 사용자가 별도의 프로그램을 필요로 하지 않고 시스템에 접근할 수 있도록 사용자 환경을 웹 환경으로 구축하였으며, 그림 6은 구현된 결과 중 기술자료 시스템에 대한 내용을 나타낸 것이다.

4. 시범운영 결과

구현된 시스템 중 차량분야는 서울메트로, 시설물분야는 서울시도시철도공사에 설치하여 시범운영을 실시하였다. 시범운영기간은 차량분야는 2005년 3월부터 9월까지 약 7개월간 실시되었으며, 시설물분야는 2005년 8월부터 10월까지 약 2개월간 실시하였다. 시범운영을 실시한 후 사용자의 만족도를 조사하기 위하여 전문기관에 의뢰하여 사용자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사분석은 차량분야 364명, 시설물분야 493명에 대하여 실시하였으며, 분석결과 차량 및 시설물분야의 평균 종합만족도는 3.03/5.0 이 나왔다. 설문조사는 크게 7가지 차원에서 조사되었으며, 설문조사 결과를 요약하여 표 4에 나타내었다.

차량분야의 경우 시스템의 활용성, 업무신속성, 업무정확성, 업무효율성을 측정하는 도입/활용 효과 차원 만족도가 3.39점으로 비교적 높게 나타났으며, 시스템을 쉽게 익혀 활용할 수 있는 활용성 항목에서 3.50점으로 가장 높게 나타났다. 시설물분야의 경우 시스템의 사용간편성, 유용한 형태 구성, 충분한 역할 여부 등에 대한 항목을 포함하고 있는 전반적 사용성 차원 만족도가 3.14점으로 가장 높게 나타났으며,

표 4. 정보화시스템 사용자 설문조사결과요약

구분	종합 만족도	도입/활용 효과	화면 구성 및 메뉴	최초 화면	제공 정보	전반적 사용성	사용 기능
차량 분야	3.10	3.39	3.00	3.06	3.16	3.06	2.83
시설물 분야	2.95	3.03	2.90	3.00	2.95	3.14	2.72
전체 시스템	3.03	3.21	2.95	3.03	3.06	3.10	2.78

사용방법과 절차가 간편하다는 항목에서 3.18점으로 다른 항목에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 반면에 즐겨찾기 또는 도움말 기능 등을 포함하고 있는 사용기능 차원의 만족도가 차량분야 2.83점, 시설물분야 2.72점으로 가장 낮게 나타나고 있어 이러한 기능이 현재는 크게 도움을 주지 못하는 것으로 나타났다. 이것은 개인이 대량의 정보를 검색하거나 관리하기 편리하도록 구축되어 있는 기능으로 시범운영기간 동안 축적된 정보의 양이 즐겨찾기 등 개인적으로 관리할 정도가 되지 않아 발생한 현상으로 보인다. 향후 각종 이력정보 및 기본정보가 지속적으로 축적되면 이러한 기능에 대한 사용이 점차 늘어날 것으로 기대하고 있다.

5. 결론

본 논문은 도시철도분야의 유지보수를 위한 IT 기반 정보화시스템 구현을 위한 방안에 대하여 제시하였다. 도시철도 유지보수 정보화시스템을 구현하기 전에 표준화해야 할 주요 항목에 대하여 제시하였으며, 정보화시스템을 차량분야와 시설물 분야로 나누어 구성방안을 제시하였다. 이러한 시스템의 구성 방안은 다른 철도분야에서 비슷한 사례를 구축하기 위한 본보기가 될 것이며, 향후 연구 방향을 제시할 수 있을 것이다. 이 논문에서 다루지 않았던 내용 중 중요한 것은 유

지보수를 위하여 사용되는 각종 장치 및 부품에 대한 정비기간, 교환주기 등을 표준화시키는 문제와 유지보수를 수행하기 위한 유지보수 절차를 표준화 시키는 문제가 남아 있다.

감사의 글

도시철도 유지보수 정보화시스템의 공동연구개발을 위해 노력해 주신 서울메트로와 서울시도시철도공사 정보화전담반에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 한국철도기술연구원 (2005), “도시철도 유지보수체계 표준화/정보화 연구개발 보고서”.
2. 박기준 외 3명 (2002), “도시철도 유지보수체계 정보화시스템 구축에 관한 연구”, 한국철도학회 2002 추계학술대회논문집, 한국철도학회, pp.922-928.
3. 안태기 외 2명 (2005), “확장된 Generic BOM을 이용한 도시철도차량 BOM 구성”, 한국철도학회 논문집, 제 8권, 제 6호, pp.539-543.
4. 안태기 외 3명 (2004), “전동차운행정보수집을 위한 무선랜 활용 방안 연구”, 한국철도학회 2004 춘계 학술대회 논문집, 한국철도학회, pp.1459-1461.