

도시철도표준화와 향후 방향(I)

Standardization of urban transit in Korea and its direction (I)

한석윤¹⁾, 홍재성²⁾, 이호용³⁾
Han, Seok-Youn Hong, Jai-Sung Lee, Ho Yong

Abstract

As the subway composed of rolling stock, power supply, signalling, infrastructure is complex system, the optimization through standardization is one of the most effective way to reduce the cost of construction and operation. However, the subway in Korea has been built and operated in different kinds of system. In this paper, review for standardization of urban transit in Korea is executed and presented direction to standardization.

1. 서론

도시철도는 차량, 전력, 신호, 시설물 등이 유기적으로 연결된 복합시스템으로 도시철도의 효율적인 운영 및 건설을 위해서는 표준화를 통한 최적화가 가장 효과적인 방법중의 하나이다. 그러나 국내에서 운행되고 있는 도시철도시스템의 경우 각 운영기관별 각 노선별로 해외 선진국의 주요장치를 수입하여 설치함으로써 유지보수에 많은 비용과 시간이 소요되고 있다. 또한 신호, 급전, 선로시스템 등에 있어서도 각 건설기관별로 상이한 기준을 적용하고 있어 건설비 증가의 한 요인으로 작용하고 있으며 이에 대한 체계적인 대책수립이 시급한 상황이다.

따라서 국가경제의 기틀이 되는 대중교통수단인 도시철도의 효율적인 운영과 기반기술확보를 위해 한국철도기술연구원(이하 '철도연'으로 약칭)에서는 정부의 지원 하에 '95년8월부터 도시철도표준화연구개발사업(이하 '표준화사업'으로 약칭)을 시행하고 있다. 본 논문에서는 국내 도시철도표준화 현황을 표준화사업 중심으로 검토하고 향후 국내의 도시철도표준화의 바람직한 방향을 제시하고자 한다.

2. 표준화의 개념

2.1 표준화의 정의

표준(standard)이란 '관계되는 사람들 사이에서 이익 또는 편리가 공정하게 얻어지도록 통일 단순화를 도모할 목적으로 물체, 성능, 능력, 배치, 상태, 동작, 절차, 방법, 수속, 책임, 의무, 권한, 사고방식, 개념 등에 대하여 정한 결정'으로 KSA3001에서 정의하고 있으며, ISO에서는 '재료, 제품, 공정, 서비스가 그 목적에 적합하도록 보증하기 위해서 규칙, 지침, 특성의 정의로서 일관되게 사용되도록 하기 위해 기술 사양 또는 정확한 기준을 포함하는 문서화된 약속'으로

1) 한국철도기술연구원, 책임연구원 (syhan@krri.re.kr)
2) 한국철도기술연구원, 선임연구원 (jshong@krri.re.kr)
3) 한국철도기술연구원, 주임연구원 (hylee@krri.re.kr)

정의하고 있다.

표준화(standardization)란 '표준을 설정하고 이것을 활용하는 조직적 행위'로 KSA3001에서 정의하고 있으며, ISO에서는 '어떤 목적을 용이하게 달성하기 위하여 상용화된 제품, 공정, 절차 및 방침 등을 이용하는 것'으로 정의하고 있다. 즉 표준이란 문서화된 '규격'을 의미하고 표준화란 '표준을 제정하고 이에 따라 구현하며 서비스를 제공하고 이용하는 데 이르는 일련의 역동적인 과정'을 의미하는 것으로 이를 도시철도표준화 측면에서 정의하면 '설계, 제작, 시험에서부터 구매, 운영, 유지보수 등 전 단계에 걸쳐 이를 효율적으로 수행하기 위한 표준을 설정하고 이에 필요한 제반활동을 수행하는 것'으로 정의할 수 있다.

2.2 표준의 종류

일반적으로 표준의 종류를 구분하면 물건에 대한 표준으로는 제품규격, 재료규격, 설비표준이 있으며, 방법에 대한 표준으로는 설계표준, 작업표준, 시험검사방법표준, 관리표준, 업무처리규정, 매뉴얼, 전달 수단에 대한 표준으로는 전달에 필요한 기호, 길이 무게 등의 단위로 분류할 수 있다. 또한 적용기준에 따라 국제표준, 지역표준, 국가표준, 단체표준, 사내표준으로, 표준의 구현정도에 따라 기본표준, 기능표준, 이용자표준, 시험규격서로, 표준의 적용방법(효과)에 따라 강제표준(기술기준)과 권고기준(KS 등)으로 구분할 수 있다. 이러한 제품표준, 방법표준, 전달표준이 상호 체계적으로 연결되어 운용되어야 표준화 효과를 기대할 수 있는데 도시철도표준화 연구개발사업에서는 표준사양, 성능시험기준, 안전기준, 품질인증기준, 정밀진단기준, 설계 및 시공기준, 유지보수기준으로 구분한다.

3. 도시철도표준화 현황과 구축방향

3.1 국내 도시철도의 표준화현황

국내의 도시철도는 1971년 4월12일에 서울지하철1호선 착공을 시작으로 하여 현재는 4대도시 12개 노선에서 운행중이고 5개 도시 7개 노선에서 건설 중에 있으나 각 기관별로 별도의 기준에 의거 건설·운영되어 건설비 및 운영비 증가의 원인이 되고 있다. 최근에는 노후설비의 대체 또는 개량을 위해 각 기관별로 주요장치의 국산화를 일부 추진하고 있으나, 종합적이고 체계적인 표준화는 미흡한 실정이다.

철도연에서는 건설교통부의 지원을 받아 도시철도표준화연구개발사업을 '95년 8월부터 추진하여 차량의 경우 표준사양 등 5개 기준을 고시하고 표준전동차를 개발하여 도시철도법에 따른 성능시험과 서울지하철 7호선 본선시운전, 그리고 10만km 내구성시험을 2001.12에 성공적으로 완료하였으며, 신호, 급전, 선로시스템의 표준화와 유지보수체계 표준화/정보화를 2001년부터 연구를 시작하여 2005년까지 도시철도표준화의 기본틀을 완성할 예정이다.

3.2 도시철도표준화의 기본방향

표준화가 신뢰성의 향상, 비용절감, 중복투자방지, 값싸고 편리한 서비스제공 등의 이점에도 불구하고 제품 다양성의 저해, 기술발전의 저해 등의 우려도 있음으로 도시철도의 표준화 기본 방향을 다음과 같이 설정하여 추진하고 있다.

첫째, 상호직통운전, 급행운전 등을 감안한 개방형 표준화를 지향하여 상호운전(interoperability)이 가능하도록 한다.

둘째, 도시철도의 성능, 안전성, 사용자의 편의성 및 품질향상을 도모하기 위한 최소한의 기본 요건을 정의한다.

셋째, 표준화기준의 검증, 기반기술 확보, 주요시스템단위의 호환성(interchangeability)을 확보하기 위해 주요 핵심장치를 개발한다.

3.2.1 차량시스템표준화

차량시스템표준화는 “국내실정에 적합한 표준을 설정하는 것과 이를 수행하기 위한 체계를 구축”하기 위한 것이다. 여기서 표준설정이란 ① 표준사양 ②안전기준 ③ 성능시험기준 ④정밀진단기준 ⑤품질인증기준의 5가지의 문서를 설정하는 것을 말하며, 표준화체계구축이란 각 기준간의 연관성을 검토하고 이를 수행하기 위한 제도적인 장치를 구축하는 것을 말한다.

이들 문서는 각각의 목적에 따라 개별적으로 적용될 수도 있으나 궁극적으로는 차량제작(표준사양)에서부터 폐기(정밀진단기준)까지 차량의 일생에 걸쳐 서로 연관성을 가지고 상호보완적으로 적용되게 되며, 도시철도법에 근거하여 제정되었다. 그림 1은 각 문서간의 연관성 및 표준화문서 체계를 개념적으로 보인 것이고, 그림 2에 보인 절차에 따라 제정되며, 법체계는 그림 3과 같다.

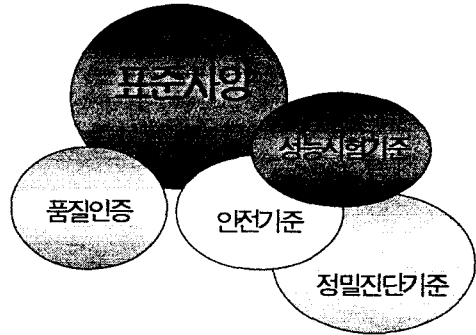


그림 1 도시철도차량 표준화 문서 체계

3.2.2 차량 핵심기술개발

표준전동차는 전동차 표준사양, 성능시험기준 등 제정된 표준화 기술문서와 개발된 추진제어장치, 종합제어장치 등 국산화한 주요 핵심장치의 성능을 입증하고 제작을 통해 외국에서 이전을 기피하는 시스템 엔지니어링 기술을 확보하기 위한 것이다. 표준전동차의 주요특징으로는 표준사양을 적용한 최초의 전동차이고, 국내최초의 알루미늄 압출재와 DCU 제어플러그 도어를 적용한 차량이며, 순수 국내기술로 차량시스템 설계 및 제작이 이루어졌다는 것이다. 성능시험기준에 따른 구성품, 완성차, 본선시운전시험을 마쳤으며, 종합적인 개발품의 내구도 시험을 위해 10만km 주행시험을 완료하였다.

3.2.3 도시철도 신호시스템 표준화

가. 국내의 유사 연구 사례

유럽의 신호표준화를 위한 ETCS(European Train Control Sys.), 도시철도의 발전적 개량 사업을 시행 및 진행중인 홍콩 KCRC, 뉴욕 지

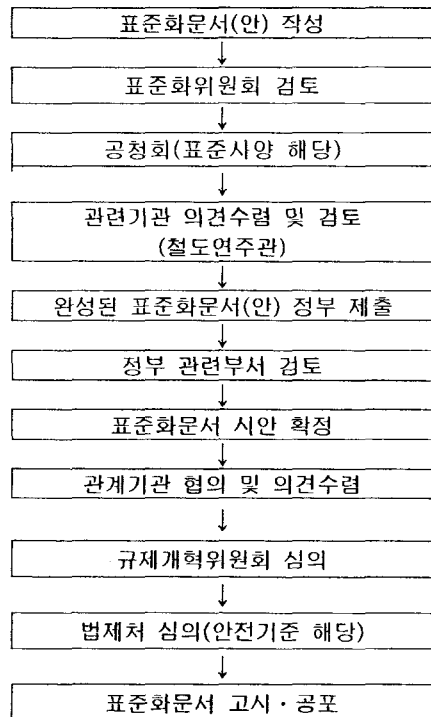


그림 2 표준화문서 제정절차

하철 노선(NYCT) 등이며, 국내의 경우 서울지하철 2호선의 신호시스템을 ATS에서 디지털 ATC 방식의 개량사업을 추진하고있다.

나. 주요내용

국내기존노선의 여러 가지 철도신호방식을 고려하고, 본격적으로 대두될 도시철도 개량사업과 향후 건설예정인 신설건설에 대비하여, 도시철도 신호시스템의 발전적인 표준화 체계를 구축한다. 기술발전 추세에 부합하고 운영 및 유지보수비용을 최소화 할 수 있는 최적의 개량방안을 도출 및 수립하고 시격 단축을 위한 고밀도 운전용 표준 CBTC(Communication Based Train Control)신호시스템을 개발하여 시범노선을 통해 검증토록 한다.

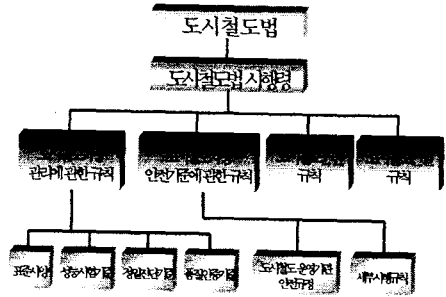


그림 3 도시철도법 체계

3.2.4 도시철도 전력시스템 표준화

가. 국외 유사 연구 사례

선진국의 경우 건설단계에서부터 전력시스템과 관련된 변전소의 배치, 형식, 감시제어, 접지 등의 설계시공기준을 마련하여 안전성 향상 및 유지보수의 효율화를 도모하고 있으며, 일본은 전기철도 급전시스템의 설계 및 시공기준을 제정하였다.

나. 연구목표

국내 철도급전시스템은 외국 기술에 전적으로 의존하거나 외국 시스템을 그대로 도입하고 있어 외화낭비뿐만 아니라 과잉설계의 가능성을 가지고 있으며 급전시스템이 다양하게 도입되어 운전유지보수 기술의 교류가 불가능하고 보수비용이 증가하게 되는 원인이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 도시철도 급전시스템의 관리기준을 정립하여 표준모델을 구성하여 검증하고 도시철도 전력설비의 설계 및 시공지침을 개발한다. 또한 보호계전기 시스템 및 DC 차단기 등의 핵심장치를 개발한다.

3.2.5 도시철도선로시스템표준화

가. 국내의 유사 연구 사례

국내에서 수행된 국가적 차원의 도시철도에 대한 선로체계 표준화는 현재까지 전무한 실정이다. 일본의 경우 1983년에 운수성에서 "신교통수단의 기본사양에 관해서"를 제정하여 기술혁신을 저해하지 않는 범위에서의 최소한의 기본사양을 제정 고시하였다.

나. 연구방향

선로분야에서 현재 사용되고 있는 각종 설계 및 시공기준은 초기에 건설된 서울시의 시

방서를 참고하여 각 건설지역의 특성에 따라 일부를 수정하여 사용하고 있는 것이 대부분이다. 이러한 기준서들의 내용 상당부분은 외국의 경우를 그대로 적용한 것이 많아 기술적, 경제적 타당성들이 체계적으로 입증되지 못한 채로 적용되어 유지보수비의 증가와 안전성 저하의 원인이 되고 있다. 따라서 선로분야에서는 궤도시스템에 대한 표준화기준을 연구하고 공장조립식 슬라브 궤도를 개발하여 유지보수의 효율화와 건설비 절감이 가능하도록 한다. 아울러 시설분야의 안전 및 환경분야에 대해서도 표준화기준을 마련하여 보다 쾌적하고 안전한 도시철도가 되도록 할 것이다.

3.2.6 도시철도 유지보수체계 표준화/정보화

가. 국내외 유사 연구 사례

현재 도시철도운영기관은 유지보수와 관련하여 자체적으로 부품의 교체시기, 정비점검일지의 보관유지, 정비방법 등을 규정하고 있으며, 일부에서는 전산화 작업이 이루어지고 있으나 정보유지체계가 표준화/정보화되어 있지 않아 각 운영기관이 보유하고 있는 관련 정보의 통합 및 교환에 문제가 있다. 반면에 선진국의 철도운영기관들은 운영경비(LCC)의 저감, 신뢰성 및 유지보수성(RAM) 향상, 안전성(Safety) 제고, 서비스 향상 등을 위해 정보기술을 최대한 활용하고 있으며, 이러한 전산통합관리체계의 도입으로 인한 정비유지비의 절감을 통해 관련비용의 절감 및 신뢰성을 증대시키고 있다. 한 예로 유럽교통위원회에서는 '95년부터 유지보수 표준화/정보화 작업에 착수하여 관련경비를 30% 절감하였고, 유지보수 신뢰성을 25%정도 증대시킬 수 있었다는 사례도 있다.

나. 연구방향

국내 도시철도분야를 세계적인 경쟁력을 가진 분야로 육성하고 수명주기 비용을 최소화하여 경제성을 극대화시킨 도시철도 유지보수체계 표준화/정보화 시스템을 개발하여 구축함으로써 도시철도 유지보수비의 절감을 통한 도시철도 운영기관의 만성적인 적자 감소 및 도시철도 안전 등과 공동

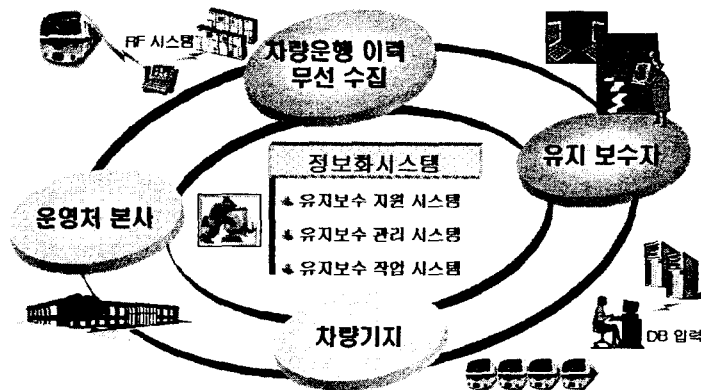


그림 4 도시철도 유지보수체계 정보화시스템 구성도

5. 도시철도표준화의 보급과 확산

도시철도표준화기준의 활용을 촉진하고 연구과정에서 확보한 기술의 보급과 확산을 위해서는 도시철도법의 개정 등을 통한 제도적 기반 구축이 필요하며, 지속적인 기술개발을 통해 표준화 수준을 향상하여야 할 것이다. 또한 표준화기구를 상시 운영토록 하고 국내 규격의 국제화를 통해 국내기업들의 해외 진출 시 활용이 가능하도록 하여야 할 것이다.

6. 결론

도시철도표준화연구개발 과정에서 얻은 성과는 지금까지 국내 도시철도기술의 체계적 운영과 발전을 위한 중요한 토대가 되었다. 이 가운데 특히 도시철도차량 관련 5개 기준의 표준화 체계의 제도적 구축은 도시철도 기술의 점진적 운영기술 향상을 위한 기틀을 마련하는 중요성과로 평가되고 있다. 이와 더불어 핵심기술의 국산화로 인해 국내 기술시장의 저변 확대와 관련기술의 향상을 가져다주었으며, 특히, 국산화 개발을 하고도 제품의 품질인증과 성능을 입증 받지 못하는 국내 여건을 고려하여 신뢰성 및 내구도 시험을 주도적으로 추진함으로써 국내 기술의 신뢰성 확보에 중요한 자료로 활용 될 수 있을 것이다.

아울러 선로시스템, 전력시스템, 신호시스템표준화와 유지체계표준화정보화를 2005년까지 추진하여 도시철도의 안전성향상과 건설 및 운영비를 절감할 수 있게되고 향후 국내 도시철도기술 수준을 한 단계 높이는 중요한 계기가 될 것이다.

7. 참고문헌

- 1) 한석윤의(2002.8), 도시철도표준화 총괄연구 중간보고서, 한국철도기술연구원
- 2) 이관섭의(2001.8), 도시철도 인프라 표준화연구 방향, 한국철도기술(J) 7,8월호
- 3) 최규형의 2인(2000.1), 도시철도표준화 현황 및 향후과제, 도시철도국제심포지움논문집:서울제 2기 지하철완공기념
- 4) 이희식(1995), 표준화로 시작해야 경쟁에서 이긴다. 한국표준협회
- 5) 박기식(2001), “표준화와 표준화 연구사업”, 세미나 자료
- 6) 후지타(2002.5), 도시철도의 연결방안에 관한 고찰, 한국철도학회 춘계학술대회논문집
- 7) 건교부 도시철도과(2002.4), 도시철도 국제세미나 및 workshop 논문집, 한국철도기술연구원