

# 도시철도시표준화 2단계 연구개발사업 추진전략

## 2nd Phase Study Plan for Urban Transit Standardization in Korea

한석윤\*      정종덕\*\*      이우동\*\*\*      홍용기\*\*\*\*  
Han, Seok Youn   Chung, Jong Duck   Lee, Woo Dong   Hong, Yong Gi

### ABSTRACT

Urban transit is a large scale complex system which combines rolling stocks, power supply, signal communications, tracks & stations. Therefore standardization is very important because it is difficult to find causes when failures or accidents occur. The standardization of urban transit increases safety and economical efficiency, and also gives passengers convenient and comfortable feeling. We, Korea Railroad Research Institute(KRRI), had finished the 1st phase study of urban transit standardization from '95 to '06. And 2nd phase study on rolling stock, information & communication, subway station has been performed from July '07. In this paper, we introduce what we study on urban transits standardization during coming 5 years. We expect our study will contribute to increase the efficiency of urban transit.

## 1. 서론

도시철도시스템은 차량, 급전, 신호통신, 선로, 역사설비, 운영시스템 등이 유기적으로 결합된 대형 복합 시스템이다. 이러한 도시철도시스템은 고장 또는 사고가 발생시 피해규모가 크고 원인규명이 어렵다. 따라서 시스템의 표준화가 중요하다. 도시철도시스템의 표준화는 도시철도의 안전성과 경제성을 높이며, 승객이 편리하고 쾌적한 서비스를 받을 수 있게 한다. 한국철도기술연구원에서는 건설교통부의 지원을 받아 '95년부터 '06년까지 직류전동차, 직류급전시스템, 선로시스템, 신호시스템, 유지보수정보화 등에 대한 표준화연구를 완료하고, 2단계 표준화연구를 '07. 7. 23에 착수하였다. 2단계표준화연구에서는 1단계에서 연구하지 않은 분야인 직·교류전동차, 교류전력, 정보통신, 역사설비에 대한 표준화기준 연구와 핵심장치를 개발하는 것이다.

본 논문에서는 2단계 연구개발사업에 대한 주요 연구내용과 향후 방향을 소개한다. 표준화연구를 통해 우리 도시철도시스템이 더욱 효율적이고 안전한 시스템이 될 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 도시철도 표준화의 개념

### 2.1 표준화의 정의

표준이란 '관계되는 사람들 사이에서 이익 또는 관리가 공정하게 얻어지도록 통일, 단순화를 도모할 목적으로 물체, 성능, 능력, 배치, 상태, 동작, 절차, 방법, 수속, 책임, 의무, 권한, 사고방식, 개념 등에 대하여 규정한 결정'으로, 표준화(Standardization)란 '표준을 설정하고 이것을 활용하는 조직적 행위'로 KSA3001에서 정의하고 있다. ISO에서는 '어떤 목적을 용이하게 달성하기 위하여 사용된 제품, 공정, 절차 및 방침 등을 이용한 것'으로 정의하고 있다. 즉 표준이란 문서화된 '규격'을 의미하고 표준화란 '표준을 설정하고 이것을 활용하는 조직적 행위'라고 규정할 수 있다.

\* 한국철도기술연구원, 도시교통기술개발센터 수석연구원, 정회원  
\*\* 한국철도기술연구원, 도시교통기술개발센터 책임연구원, 정회원  
\*\*\* 한국철도기술연구원, 도시교통기술개발센터 책임연구원, 정회원  
\*\*\*\* 한국철도기술연구원, 도시교통기술개발센터 수석연구원, 정회원

이를 도시철도측면에서 정의하면 ‘설계, 제작, 시험에서부터 구매, 운영, 유지보수 등 전단계에 걸쳐 이를 효율적으로 수행하기 위한 표준을 설정하고 이에 필요한 제반활동을 수행하는 것’으로 정의할 수 있다. [1]

## 2.2 도시철도시스템에서의 표준화

도시철도시스템에서의 표준화 기준은 도시철도법<sup>1)</sup> 제 22조 내지 제 22조의 5를 근거로 하고 있으며, “도시철도차량 및 시설에 대한 표준규격, 안전기준, 성능시험, 품질인증 및 도시철도차량의 정밀진단 기준”으로 구성되어 있다. 표준규격은 도시철도의 효율적인 운영과 호환성의 확보 등을 위해 정하는 권고사항이고, 안전기준은 국내에 운영되는 도시철도차량 및 시설물의 안전요건에 대한 사항을 정한 강제사항이다. 성능시험기준은 차량 및 시설물의 성능에 대한 사항을 정한 강제사항이며, 차량 정밀진단 기준은 내구년한을 초과하여 사용하고자 할 경우 시행하는 정밀진단에 관한 사항을 규정한 강제사항이다. 또 품질인증요령은 도시철도용품의 품질인증에 필요한 사항을 규정하고 있다.

## 2.3 도시철도표준화기준 작성 방향

### 2.3.1 표준화의 추진방식

선진국의 경우와 개발도상국의 표준화 추진 방법은 다르다. 선진국의 경우 기술이 발달되어 있고 확산되어 있으므로 기술의 공통분모를 찾는 상향식(bottom-up)방식으로 주로 추진하고, 기술의 저변이 부족한 개발도상국의 경우 하향식(top-down)방식을 채택하여 국가 철도기술을 선도하는 역할을 한다. 따라서 도시철도표준화연구개발사업에서는 국내 여건을 감안하여 하향식을 기본으로 하되 상향식을 감안한 표준화를 추진한다.

### 2.3.2 표준화기준의 지향점과 작성 방향

도시철도시스템 표준화는 가) 수요자·사용자 지향적인 표준화, 나) 국가 기술과 국내산업을 선도하는 전략적 표준화를 지향하며 다음과 같은 방향으로 작성한다.

- 1) 상호직통운전, 급행운전 등을 감안한 개방형 표준화를 지향하여 상호운전(interoperability)이 가능하도록 한다.
- 2) 도시철도의 성능, 안전성, 사용자의 편의성 및 품질향상을 도모하기 위한 최소한의 기본요건을 정의한다.
- 3) 표준화기준의 검증, 기반기술확보, 주요 시스템 단위의 호환성(interchangeability)을 확보하기 위해 핵심장치를 개발한다.

## 3. 도시철도표준화2단계 연구개발사업의 목적

도시철도시스템표준화의 목적은 “도시철도 표준화체계를 구축하여 경제적이고 안전한 도시철도시스템 건설과 운영, 그리고 이용자에게 편리하고 쾌적한 교통서비스를 제공하는 것”이다. 이를 위해 도시철도 표준화 2단계 연구개발사업에서는 직·교류차량시스템, 교류전력시스템, 정보통신, 역사설비에 대한 표준화기준을 연구하고 관련 핵심장치를 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

## 4. 도시철도 1단계 표준화 연구와 2단계 연구의 차이점

1단계 연구개발사업에서는 직류차량, 신호, 직류전력, 선로시스템의 표준화기준과 유지보수체계 표준화 정보화를 연구하여 직류차량에 대한 표준규격, 성능시험기준, 안전기준, 정밀진단기준, 품질인증요령 고시를 완료하고 표준전동차를 개발하였으며, 도시철도차량 및 시설물에 대한 정보화체계를 구축하였다.

2단계 연구개발사업에서는 1단계 사업범위에 포함되지 않았던 분야인 직·교류차량, 교류전력, 역사설비, 정보통신시스템 분야에 대한 표준화기준을 연구한다. 또한 1단계에서 연구한 표준화기준의 유지발전

1) 2007년7월13일 개정 공포(법률 제 8509호)

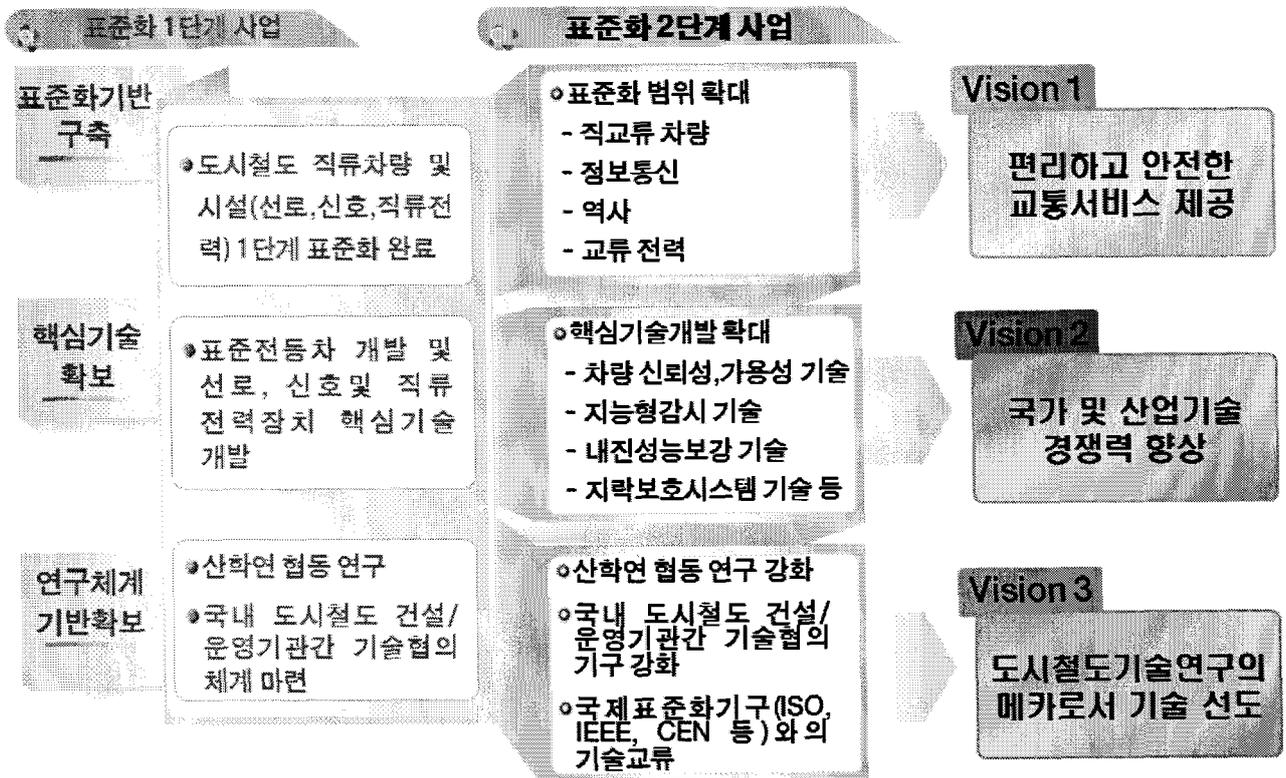
연구도 수행하여 도시철도의 표준화기준이 기술의 발전추세와 국내외 환경변화를 능동적으로 반영할 수 있도록 하였다.

## 5. 도시철도표준화 2단계 연구개발사업 추진방향

### 5.1 도시철도표준화 2단계 연구개발사업 개요

총 사업기간은 2007년7월23에 착수하여 2012년7월22일까지 5년간 동안 추진되며, 직·교류차량, 교류 전력, 역사설비, 정보통신시스템 분야에 대한 표준화기준 연구와 핵심장치를 개발한다. 핵심장치의 경우 1차년도에는 목표사양 연구 및 개념설계, 2차년도에서는 기본설계, 3차년도는 상세설계 및 부품제작, 4차년도에는 제작완료 및 자체성능시험, 5차년도에는 현장부설시험 및 홍보 등과 같이 순차적으로 추진된다.

연구내용의 내실화와 적용성이 높은 표준화기준과 핵심장치를 개발하기 위해 기술의 수요자인 도시철도 건설 및 운영기관 등의 의견을 충분히 반영하고 국제 규격에도 부합토록 함으로서 해외진출의 기반을 마련할 수 있도록 한다. 표준화연구개발사업의 연구비전을 <Fig 1>에서 나타내었다.



<Fig 1 도시철도표준화연구개발사업의 연구 비전>

### 5.2 분야별 주요 연구내용

#### 1) 직·교류차량 시스템

- 국내 도시철도차량의 표준사양은 직류전동차에 국한되어 있어, 현재 서울메트로와 한국철도공사가 보유하고 있는 직·교류전동차는 표준사양이 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 직·교류전동차에서 고유특성을 갖는 부분에 대한 표준사양, 안전기준, 성능시험기준 및 품질인증기준 등을 연구한다. 또한 기존에 고시된 직류전동차의 표준화 기준에 대해서도 지속적으로 유지발전시켜 국내외 환경변화에 적합한 표준화기준으로 개정하는 연구도 추진한다.

- 해외의 도시철도차량 입찰 등에는 신뢰성 관련 사항이 명기되어 있고, 유지보수체계도 신뢰성을 기반으로 한 유지보수를 함으로서 비용절감과 시스템의 안전성을 향상하고 있다. 그러나 국내에는 이러한 시스템이 운영되고 있지 않고 있다. 본 연구에서는 시스템의 신뢰성·가용성을 높이기 위한 연구와

시스템을 구축한다. 또한 수명주기비용(life cycle cost)관점에서 시스템을 운영할 수 있도록 표준규격에 반영하는 방안을 연구하여 국내의 도시철도기술이 한단계 도약할 수 있는 계기가 될 수 있게 한다.

## 2) 도시철도 정보·통신 시스템

- 국내 도시철도 운영기관에서 승강장 안전설비, 객실내 CCTV장치, 대 열차 공간화상전송설비 등 정보통신분야에 대한 새로운 시스템이 도입되는 등 다양화되고, 복잡해지고 있어 이에 대한 표준화의 필요성이 증가하고 있다. 또한 긴급상황 발생시 유관기관간의 원활한 통신환경 개선이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 열차무선, 디지털전송시스템, 종합감시시스템, 방송시스템 등에 대한 정보통신 표준화 기준을 연구한다.

- 일본 동일본철도에서는 역사내 승객의 안전으로 보장하기 위해 보안시스템을 개발하고 있으며, 호주의 경우 재난 및 사고에 적극 대응할 수 있도록 지능화된 감시시스템을 개발한 것으로 알려져 있다. 국내의 경우에도 복잡다양해지고 있는 환경에 적극 대응이 가능하도록 지능형종합감시시스템, 차지상간 통합데이터전송시스템을 개발할 것이다.

## 3) 도시철도 직·교류전력 시스템

- 국내 도시철도는 직류 구간과 직·교류 구간으로 되어 있으나, 교류시스템에 대한 표준화기준이 없으며, 접지시스템은 운영기관별로 상이하게 적용하고 있고, 복잡하여 사고 발생 시 명확한 원인 분석이 어렵다. 또한 전식에 대한 정확한 기준이 없어 지하철측과 기존의 지하 매설물 이해당사자간의 분쟁 등을 야기하고 있어 이에 대한 기준설정이 필요하다. 또한 직류 보호시스템에 대한 국내 기술이 부재하여 변전소마다 보호기법의 선택과 정정값이 다르며, 또한 정정에 있어서 명확한 절차나 기준은 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 도시철도 교류시스템에 대한 표준화기준과 직류시스템의 접지, 전식, 보호시스템에 대한 표준화된 설계 기준과 정정기준을 연구한다.

- 전압형 직류접지계전방식은 레일과 대지간의 전위차에 따라 동작하므로 고장이 발생한 변전소의 직류접지계전기만 동작하는 것만 아니라 인근 변전소의 전압형 직류접지계전기가 동작하는 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 해당구간의 계전기만 동작할 수 있는 선택형 지락보호계전시스템을 개발한다. 또한 도시철도 및 간선철도 지상구간 전차선로의 대부분의 부품은 항상 장력이 작용하고 있는 상태에서 진동에 의한 피로가 누적되어 파손되고 있다. 따라서 전차선로 부품에 대한 피로특성 연구 및 성능향상 연구를 통해 부품을 개발하며, 온라인 수명예측 시스템을 개발하여 내구연한이 도래하고 있는 설비에 대한 상태진단과 진단결과의 DB화, 데이터베이스에 근거한 수명예측과 교체주기 및 방안을 제시할 수 있도록 한다.

## 4) 도시철도 역사시설

- 도시철도의 공조설비, 방재설비, 환승·이동설비, 보안설비, 장애인설비 등 역사설비 표준화는 시설 기준·계획과 연계하여 수행되어야 안전성, 방재성, 편의성, 환경적 목표가 확보 될 것으로 판단되나, 기존 역사시설의 개량시 시설구조의 변경에 대한 제한, 기존 역사 설비의 개선 및 확충을 위한 시스템의 선택시 기준 부재로 혼란이 가중되고 있다. 따라서 본 연구에서는 역사설비에 대한 표준화 기준을 연구한다. 또한 내진에 취약한 국내 지하역사의 내진성능을 개선하기 위한 설계지침의 개정에 대해서도 연구하며 승강장/터널내 내진성능보강장설비를 개발한다.

- 국내 도시철도 궤도는 대부분 콘크리트 슬래브궤도로서 소음이 자갈궤도에 비해 높다. 따라서 본 연구에서는 다양한 구조형식 및 규모에 적합한 소음저감방안 및 핵심장치를 개발한다. 또한 지하역사의 실내공기질 개선을 위한 다양한 노력이 시도되고 있지만, 가장 근본적인 공조설비의 개선은 쉽게 이루어지고 있지 않다. 이는 기존의 공조설비가 공기정화 역할을 충분히 수행하고 있지 못한 점과 승객의 안전과 오염물질 차단을 위해 설치하는 스크린도어도 역사내의 공조 시스템과 조화되어야 하기 때문에 전체적인 공조설비내에서 공기정화설비를 일괄하는 체계적인 접근이 필요하다. 본 연구에서는 역사 및 승강장 유해입자에 대한 제거장치를 개발하여 이의 개선을 도모하고 한다.

## 6. 도시철도표준화 기준의 활용과 기대효과

- 도시철도 직·교류차량, 정보통신, 역사 및 전력시설의 발주/인수/운영에 이르는 전 과정에 걸쳐 표준화체계 적용이 가능하여 도시철도건설·운영기관의 구매사양, 설계 및 운영기준, 제품의 성능검증, 기업의 제작 사양으로 활용될 것이다. 이로 인해 비용 절감과 효율성 향상 그리고 국내 도시철도의 성능과 안전성, 신뢰성 향상에 상당한 기여를 할 것으로 판단된다.
- 표준화기준은 국내 기업의 기술개발촉진과 중복투자 방지 및 기술의 실용화를 촉진시키며 핵심장치 개발로 유지보수성과 사고대처능력 향상 등 도시철도분야 기술발전을 유도할 수 있다. 또한 개발된 핵심장치는 도시철도운영기관에 적용하여 표준화기준을 검증하고 도시철도시스템의 안전성 확보 및 운영효율을 향상시키고 해외수출 할 수 있는 기반이 된다.

## 7. 결론

도시철도표준화연구개발사업은 도시철도시스템 표준화기준 연구와 핵심기술을 개발하는 부분으로 구성되어 있다. 도시철도법에 근거하여 추진되는 표준화기준 연구는 도시철도시스템에 대한 수명주기적인 측면에서 관리가 가능하게 하고, 도시철도관련 기술의 발전을 유도하는 역할을 할 것이다. 이는 1단계 표준화 연구개발사업의 성과인 도시철도차량과 관련된 5개 기준의 활용실적과 차량에 대한 핵심기술 확보로 얻은 경제적인 효과에서 이미 확인된 바 있다. 2단계 연구개발사업에서는 직·교류 전동차, 정보통신, 교류전력, 역사설비에 대한 표준화기준 연구와 관련 핵심기술개발은 국내 도시철도의 신뢰성과 안정성을 더욱 높이는 계기가 될 것이다. 표준화체계 측면에서 보면 1단계 연구개발사업은 표준화기준에 대한 기반을 구축한 것이고, 2단계 사업에서는 표준화기준의 확대와 기술향상을 이루게 될 것이다. 이와 더불어 2007년 7월13일에 개정 공포된 도시철도법 제22조의 6에는 도시철도시스템의 표준화를 체계적이고 지속적으로 추진할 수 있도록 표준화전담기관을 지정하여 운영할 수 있도록 되어 있다. 따라서 국내 도시철도는 이러한 법체계와 도시철도표준화 연구개발사업을 통해 지속적으로 발전할 수 있을 것이다.

### 후기

본 연구는 건설교통부 도시철도표준화2단계연구개발사업의 연구비지원(07도시철도표준화A01)에 의해 수행되었습니다.

## 7. 참고문헌

- 1) 한석윤 외 2인(2002.10.30), “도시철도 표준화와 향후 추진방향(1)”, 2002년도 한국철도학회 추계학술대회
- 2) 한국철도기술연구원(2006.12), “도시철도표준화 2단계 연구개발사업 기획보고서 및 자료”,