

도시철도 신호시스템의 표준사양 체계에 대한 연구

백종현, 김용규, 김종기
한국철도기술연구원

The Study of Standard Specification for Urban Transit's Signaling System

Baek, Jonghyen, Kim, Yongkyu, Kim, Jongki
KRRRI(Korea Railroad Research Institute)

Abstract - Propelled urban rail transit EMU's standardization/localization business receiving MOCT's assistance for 2001 years since 1995 in KRRRI. But, urban rail transit is operated because signaling, electrical power, rail etc. as well as EMU connects each other. Therefore, receive MOCT's assistance since 2001 and is achieving standardization research about urban rail transit's infrastructure including signaling. Specially, is propelling standardization about CBTC way for expansive standardization hereafter in signaling part. Main contents of this urban rail transit's signaling standardization research are as following.

- standard specification creation
- development of core equipment for standardization specification verification
- standard specification completion by core equipment testing & evaluation

Is explaining about establishment of scheme and these contents for this urban rail transit's signaling's standard specification creation in this paper.

1. 서 론

현재 국내 도시철도에서 사용되는 전동차는 국내에서 자체 제작되고 있으나 도시철도 운행 안전성의 핵심인 신호시스템의 국내 기술력 부족, 시장의 특이성 및 수요의 가변성으로 다국적, 다품종의 외국제품을 도입하여 도시철도 노선별로 상이한 시스템을 운용하고 있는 실정이다. 이로 인해 동일 기능별로 상호호환성이 부족하여 운영 측면의 심각한 애로사항을 내포하고 있으며, 특히 승객의 안전과 편의성에 영향을 주는 사고가 발생할 경우 정확한 사고원인 규명과 즉각적인 대응조치가 어려운 현실이다. 도시철도 신호시스템의 설계 및 제작기술에 대한 기술자생력의 확보가 필요하다. 따라서 도시철도 노선의 지속적인 확충 및 기존 도시철도 노선 신호시스템의 개량에 대비하여 기술발전 추세에 따른 신호시스템의 발전적인 표준화가 요구되며, 이를 통한 국내 기술력의 향상 및 제품간 호환성의 확보가 요구된다.

이러한 측면의 문제점을 해결하기 위하여 한국철도기술연구원에서는 건설교통부 주관 하에 도시철도 신호시스템 표준화 연구를 수행하고 있으며 특히 발전적인 표준화를 위하여 CBTC 방식에 대한 표준화를 추진하고 있다. 이러한 도시철도 신호시스템 표준화 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

- 표준사양 작성
 - 표준사양 검증을 위한 핵심장치 시제품 개발
 - 핵심장치 시험평가를 통한 표준사양 완성 및 고시
- 본 논문에서는 이러한 도시철도 신호시스템의 표준사양 작성을 위한 체계의 수립에 대한 내용을 언급하

고 있으며, 우선적으로 국내의 도시철도 신호시스템의 사양을 검토하고, 기존에 고시된 도시철도 차량의 표준사양 체계에 맞추어 도시철도 신호시스템의 표준사양 체계를 도출하였다.

2. 국내외 도시철도 신호시스템 사양 검토

2.1 NYCT CBTC 시스템 사양 검토

NYCT의 CBTC 시스템 사양은 시스템 개요, 상호연성 규정, 성능 및 기능 요구사항 등을 포함하여 총 18개의 세부 문서로 구성되어 있으며 각각의 개략적인 내용은 다음의 표 1과 같다. 특히 일반적인 국내 도시철도 신호시스템의 사양과는 달리 NYCT의 CBTC 시스템 사양은 물리적인 장치별 구성에 의한 사양이 아니라 기능적 구성에 의한 사양이라 할 수 있다. 이는 신호시스템의 주요한 기능이 세부적인 장치별로 이루어지기보다는 통합적으로 이루어지기 때문이며, 본 연구를 통해 작성되어질 표준사양 역시 이러한 관점 하에서 체계를 수립하는 것이 타당하다.

순서	세부 문서명
1	System Overview
2	Demonstration Test Program
3	Interoperability Specification
4	Performance Requirements
5	Functional Requirements
6	Environmental Requirements
7	Wayside System
8	Carborne System
9	Data Communication System
10	Software
11	System Safety
12	System Assurance
13	Inspection and Test
14	Training
15	Support Service and Maintenance
16	Electromagnetic Compatibility
17	Integration Laboratory
18	Interoperability Demonstration Program

표 1. NYCT CBTC 사양 체계

2.2 국내 도시철도 신호시스템 사양

본 논문에서는 국내 도시철도 노선 중에서 최근에 발주된 서울시 9호선 신호시스템과 서울시 2호선 신호시스템 개량공사에 대한 사양을 검토하였다.

- 1) 서울시 9호선 신호시스템 사양은 다음의 표 2와 같이 크게 신호시스템의 통합적인 내용을 언급하고 있는 부분과 물리적 장치별 구성 또는 설치위치에 따른 부분으로 구분할 수 있다. 신호시스템의 일반적인 요구조건을 규정하고 있는 제1장 일반요구조건, 노선에 대한 설명 및 개요를 규정하고 있는 제

2장 사업개요 및 공급범위, 신호시스템의 설계, 성능 및 기술 등의 요구조건을 규정하고 있는 제3장 성능요구조건, 제5장 시공, 시험, 초기 시운전 및 교육장비, 계측기 및 전용공구, 부대 설비, 예비품 등에 대해 규정하고 있는 제6장 기타사항 등에서는 신호시스템의 통합적인 내용을 언급하고 있으며, 제4장 설비별 요구조건에서는 열차제어시스템, 전자연동장치, 열차운행종합제어시스템, 현장 실내설비, 선로변 설비, 차상설비 등의 물리적 장치별 구성에 의한 또는 설치 위치에 의한 사양을 규정하고 있다.

목 차	내 용
제1장 일반 요구조건	1. 시방서 안내 2. 적용범위 3. 용어의 정의 4. 입찰자 유의사항 5. 일반 요구조건 6. 계약이행 요구조건
제2장 사업 개요 및 공급범위	1. 사업 개요 2. 주요 설비내용 3. 시스템 공급범위 4. 기타 공급범위
제3장 성능 요구조건	1. 노선 운영조건 2. 설계 요구조건 3. 성능 요구조건 4. 기술 및 품질 요구조건
제4장 설비별 요구조건	1. 열차제어시스템 2. 전자연동장치 3. 열차운행종합제어시스템 4. 현장 실내설비 5. 선로변 설비 6. 차상설비
제5장 시공, 시험, 초기 시운전	1. 개요 2. 시공조건 3. 시험 및 시운전 조건
제6장 기타 사항	1. 개요 2. 교육장비 3. 계측기 및 전용공구 4. 부대 설비 5. 예비품 6. 최초 운영지원용 부속품 7. 소모품

표 2. 서울시 9호선 신호시스템 사양 체계

2) 서울시 2호선 신호시스템 개량공사 사양은 다음의 표 3과 같이 크게 제1편 일반사항과 제2편 기술사양으로 구분되어있으며 물리적인 장치별 구성이 아닌 신호시스템의 통합적인 내용을 언급하고 있는 부분은 신호시스템의 일반적인 요구조건과 노선에 대한 설명, 주요 설비의 내용 및 개별장치의 부속품 등에 대한 설비의 개요 및 공급범위를 규정하고 있는 제1편 일반사항과 제2편 기술사양의 제1장 장치의 설계조건의 일부분 등이다. 이외에 제2편 기술사양의 제2장 실외설비 및 제3장 신호기계실 설비는 설치 위치에 따른 신호시스템의 사양을 규정하고 있으며, 제4장 열차운행종합제어설비는 사령실 관련 설비로서 따로 규정하고 있다.

목 차	내 용
제1편 일반사항	1. 적용범위 2. 용어의 정의 및 약어 3. 사업구간의 전기·전파의 특성
제1장 일반조건	4. 입찰자 유의사항 5. 입찰서의 제출 6. 일반적인 구비조건 7. 계약의 이행

목 차	내 용
제2장 설비의 개요 및 공급범위	1. 개요 2. 주요설비 내용 3. 과업의 범위 4. 개별장치의 부속품
제2편 기술 사양	1. 개요 2. 설계원칙 3. 인명 및 열차의 안전 4. 전자기적인 적합성 5. 폐색의 설계조건 6. 캐비닛 7. 각종 PCB 8. 배선 및 케이블 9. 컴퓨터 10. 모니터 11. 프린터 12. 서지, 노이즈 및 접지
제1장 장치의 설계조건	1. 일반 2. 케도 설치 계획 3. 계약자가 공급하여야 할 설비 4. 타 공급업체에서 공급하는 실외설비 5. 예비품 및 공구류 6. 입찰자의 제출도면 7. 계약자의 제출도면 8. 완성도서의 제출
제2장 실외설비	1. 일반 2. 위치 3. 계약자의 공급범위 4. 설계조건 5. 연동장치역 설비 6. 기기집중역 설비 7. 차량기지 8. 신호분소 감시장치 9. 통합관리 시스템 10. 전원장치 11. 예비품, 보수공구 및 시험장비 12. 입찰자의 제출도면 13. 계약자의 제출도면 14. 완성도서의 제출
제3장 신호기계실 설비	1. 일반 2. 위치 3. 제어 및 감시범위 4. 수량 및 기기 5. 설비의 구성 6. 설비의 기능 7. 예비품 및 측정장비 8. 입찰자의 제출도면 9. 계약자의 제출도면 10. 완성도서의 제출 11. 기타
제4장 열차운행 종합제어설비	

표 3. 서울시 2호선 신호시스템 개량공사 사양 체계

3. 도시철도 차량 표준사양 체계 검토

도시철도 신호시스템 표준화 연구는 도시철도의 안전성 확보와 경제적 도시철도 건설 및 운영비 절감을 위한 도시철도 표준화 사업의 2단계 과제로서 표준 도시철도 차량과 연계 운영될 수 있도록 인프라(신호/전력/선로) 및 유지보수 정보화 연구의 일환으로 추진되고 있다. 따라서 도출하고자 하는 도시철도 신호시스템의 표준사양은 1단계에서 기 고시되어 시행되고 있는 도시철도 차량 표준사양의 체계와 일관성을 가져야 하기 때문에 이에 대해 검토하였다.

도시철도 차량 표준사양의 구성은 크게 1장 일반사항

과 2장 기술규격으로 구분되어 있으며, 앞에서 검토한 국내의 도시철도 신호시스템 발주사양서와는 달리 계약, 교육, 시험과 관련된 부분은 작성되어 있지 않다. 이는 상기의 내용이 기술에 관련된 사항이 아닐 뿐만 아니라 발주기관의 자율적 판단에 의해 충분히 변경이 가능하여야 하며, 표준사양의 취지가 최소한의 기술사양을 규정하는 것이기 때문이기도 하다.

4. 도시철도 신호시스템 표준사양 체계

- 1) 앞에서 설명한 바와 같이 도시철도 신호시스템 표준화 연구는 도시철도의 안전성 확보와 경제적 도시철도 건설 및 운영비 절감을 위한 도시철도 표준화 사업의 2단계 과제로서, 표준 도시철도차량과 연계 운영될 수 있도록 인프라(신호/전력/선로) 및 유지보수 정보화 연구의 일환으로 추진되고 있기 때문에, 도시철도 신호시스템의 표준사양은 1단계에서 기 고시되어 시행되고 있는 도시철도 차량 표준사양의 체계와 일관성을 가져야 한다.
- 2) 따라서 1차년도(2001년)에 수립된 도시철도 신호시스템의 표준화 전략에 따라 상호운영성을 가지는 무선통신을 이용한 도시철도 신호시스템의 표준사양을 수립하여야 하며, 이러한 표준사양은 향후 신규로 건설되는 도시철도의 신호시스템 또는 기존 도시철도 노선의 신호시스템 개량시에 적용할 수 있어야 한다.
- 3) 앞 항에서 언급된 바와 같이 도시철도 신호시스템의 표준사양은 상호운영성을 가지는 무선통신을 이용한 신호시스템을 대상으로 하고 있으며, 여기에서 상호운영성이란 열차가 규정된 성능을 수행하면서 중단 없이 연속적으로 안전하게 이동할 수 있는 능력을 의미한다.
- 4) 이러한 상호운영성의 단계는 다음의 표 4와 같이 분류할 수 있으며 본 과제에서는 레벨 1의 상호운영성을 목표로 하고 있다. 레벨 1의 상호운영성은 서로 상이한 운영 규정 하에서 신호시스템의 하부 시스템들의 상호교체성은 허용되지 않지만 지상 차량간의 정보전송의 표준화에 의한 상호운영이 가능한 상황으로 정의된다.

레벨	설 명	내 용
0	not interoperable	현 재
1	wayside↔train:interoperable operating rule:different each sub-system:not interchangeable	지상차상간의 정보전송내용 표준화
2	wayside↔train:interoperable operating rule:different some of sub-system:interchangeable	1+일부 핵심 기능의 표준 화
3	wayside↔train:interoperable operating rule:different each sub-system:interchangeable	2+하부시스 템간의 인터 페이스 표준 화
4	wayside↔train:interoperable operating rule:same each sub-system:interchangeable	3+모든시스 템 및 기능의 표준화

표 4. 상호운영성의 단계별 내용

5. 결 론

앞에서 설명한 표준사양 체계 수립의 배경을 바탕으로 도시철도 표준화 사업의 1단계에서 기 고시되어 시행되고 있는 도시철도 차량 표준사양의 체계와 일관성을 가

질 수 있도록 도시철도 신호시스템의 표준사양은 크게 일반사항과 기술규격으로 구분하도록 한다. 기술규격은 물리적인 장치별 구성이나 설치 위치에 따른 사양보다는 관련된 하위시스템들의 통합적인 조합으로 이루어지는 신호시스템의 기능적 구성에 의한 사양이 될 수 있도록 하였으며, 기술규격의 대부분은 다음의 표 5와 같이 NYCT CBTC 시스템 사양과 서울시 9호선 사양의 체계를 조합한 형태로 구성하였다. 물론 이러한 표준사양의 체계는 향후 관계기관과의 협조 및 전문가 자문을 통하여 수정 보완해 나갈 것이다.

목 차	내 용
제1장 일반사항	적용범위 및 공통특기사항에 대해 규정한다.
제2장 기술규격 1.시스템 요구사항	시스템의 개요 및 특징과 인터페이스 요구사항에 대해 규정한다.
2.상호운영성 요구사항	상호운영성의 정의와 도달하고자 하는 수준에 대해 규정한다.
3.성능 요구사항	목표성능, 차량조건 및 운전시격과 정차시간에 대해 규정한다.
4.기능 요구사항	ATP, ATO를 포함한 기능에 대한 요구사항에 대해 규정한다.
5.환경 요구사항	환경 조건들에 대한 최소한의 환경 요구사항을 규정한다.
6.안전 요구사항	안전성 검증을 위한 안전프로그램 및 안전성능 요구사항에 대해 규정한다.
7.RAM 요구사항	정량화된 신뢰성, 가용성 및 유지보수성 요구사항에 대해 규정한다.
8.소프트웨어 요구사항	소프트웨어 검증계획 및 절차에 대해 규정한다.
9.지상시스템 요구사항	지상시스템에 대한 요구사항을 규정한다.
10.차상시스템 요구사항	차상시스템에 대한 요구사항을 규정한다.
11.데이터 통신 시스템 요구사항	차상 지상간 통신시스템의 요구사항에 대해 규정한다.

표 5. 도시철도 신호시스템의 표준사양 체계

(참 고 문 헌)

- [1] 백중현, "도시철도 신호시스템 표준화 연구", 도시철도 표준화 사업 3차년도 보고서, 2004.