

열차제어시스템의 상호운영성 특성 비교

Comparison of interoperability characteristics of train control system

윤용기*, 신동혁**, 김용규*†, 변일무*, 김정태*, 고경준*

Yong-Ki Yoon*, Dong-Hyuk Shin**, Yong-Kyu Kim*†, Il-Mu Byun*, Jung-Tai Kim*, Kyeong-Jun Ko*

초 록 열차제어시스템의 상호운영성은 ETCS와 CBTC 계열에 의해 정의되며, CBTC 관련 상호운영성은 프랑스 Paris OCTYS 프로젝트, 미국 New York NYCT, 프로젝트, 그리고 국내에서 개발된 무인 자동화 KRTCS 프로젝트가 대표적인 사례로 주어진다. 본 논문은 이러한 열차제어시스템 개발 프로젝트에서 적용한 상호운영성 관련 기술 특성을 비교, 분석하였다. 분석 결과는 상호운영성 검증의 중요성과 관련 성능 적합성 검증을 위한 절차 수립에 적용될 수 있을 것으로 예상된다.

주요어 : Train Control System, ETCS, CBTC, KRTCS, Interoperability.

1. 서 론

상호운영성은 유럽에서 통합철도 운영을 목표로 유럽철도운송관리시스템(ERTMS:European Railway Traffic Management System)의 유럽열차제어시스템(ETCS:European Train Control System) 구축의 계기가 되었다. 도시철도는 ERTMS와 유사한 방식으로 도시철도운송관리시스템(UGTMS:Urban Guided Transport Management System)이 추진되었지만, 각 도시간 연계성이 매우 희박함에 따라 규격화는 크게 진척되지 않았다. 최근 미국 뉴욕교통공사(NYCT:New York City Transit), 프랑스파리교통공사(RATP:Régie Autonome des Transports Parisiens), 국내 무인 자동화(KRTCS:Korean Radio based Train Control System) 프로젝트에서 무선통신기반열차제어시스템(CBTC:Communication Based Train Control)을 이용한 상호운영성 프로젝트를 추진하였다. 여기서 CBTC의 상호운영성은 이중 신호시스템을 적용하지 않은 노선에서 최소한 두 개 이상의 제작사가 공급한 CBTC시스템으로 열차가 안전하게 운행되는 도시철도로 정의하였다.

CBTC의 상호운영성에 대한 특성을 비교, 분석하였다. 분석 결과는 상호운영성 검증의 중요성과 함께 관련 성능 적합성 검증을 위한 절차 수립에 적용될 수 있을 것으로 예상된다[1].

2. 사례 조사 및 특성 분석

일반/고속열차 ETCS에 있어서 ETCS Level 1은 기존의 Balise와 궤도회로를 이용한 열차제어시스템 규격화를 통해 H/W 측면의 상호운영성을, ETCS level 2는 S/W 및 이동통신 기술 측면의 상호운영성 구현을 통해 상호운영성 개념을 S/W Version 개념으로 진화시켰다. 그러나, 다수의 ETCS 제작사간 상호운영성은 제작사간의 지상-차상장치간 상호운영성으로 변화됨으로서 이는 유럽 상호운영성 관련 ETCS 규정을 ETCS Subset에 구체화하는 계기가 되었고, 관련 내용은 Subset 41, Subset 104, Subset 091, Subset 128로 주어진다. ETCS는 상호운영성 성능은 주로 선로변 환경, 폐색 길이, 선로변 신호, Balise, Balise 위치의 정확성 및 설치 품질, 제동 능력 및 제동 길이와 같은 열차 고유 특성, 열차 검지 설비 응답시간, GSM-R 네트워크 메시지 지연과 같은 ETCS 이외의 기술 성능에 대부분 의존함을 확인하였다. 이러한 다양한 변수의 해석과 함께 영업선의 상호운영성 적용은 관련 영업선에서의 검증 시험없이는 어떠한 경우

† 교신저자: 한국철도기술연구원 열차제어통신연구팀(ygkim1@krri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 열차제어통신연구팀

** 우송대학교 대학원 철도전기시스템공학과

본 논문은 일반철도/고속철도 ETCS와 도시철도

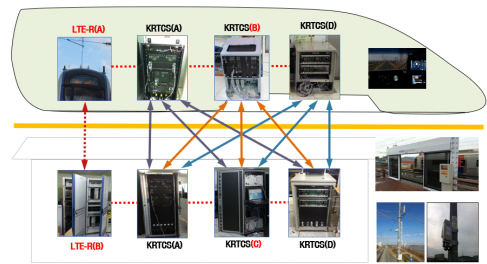
에도 상호운영성을 보장할 수 없음을 암시하였다.

CBTC의 상호운영성은 OCTYS, NYCT, KRTCS 프로젝트가 대표적인 사례로 분류된다. OCTYS 프로젝트는 Paris의 복잡한 지하철망 전체에 대한 통합 운영 가용성을 고려하여 GoA2 유인운전 노선의 열차를 연계, 수용할 수 있는 상호교환성을 갖는 GoA4 CBTC 기술 도입을 위해 추진되었다. 초기의 OCTYS 프로젝트는 CBTC에 적용할 무선통신 기술이 규정되지 않음으로서 운영 요구사항에 따른 무선통신 요구사항 변화를 고려하여 상호운영성보다는 상호교환성 의미로 기술을 정의하였다. 관련 상호운영성은 RATP의 CBTC 공급사 Siemens, Ansaldo, Alstom, Thales, Arena와 함께 RATP에서 제시한 CBTC 설계 및 운영 표준 수립을 통해 상호운영이 가능한 CBTC 시스템의 경쟁력 있는 조달을 보장하려는 목적으로 적용되었다. 이러한 개념은 3, 5, 9, 10, 12호선에서 구체화하였다.

NYCT 프로젝트는 표준화된 열차제어시스템을 통해 다수의 공급사에 의한 안정된 설비 공급 목적으로 초기의 NYCT 프로젝트는 CBTC와 무선통신에 대해 상호운영성 적용을 추진하였지만, 현재는 단지 CBTC에만 상호운영성을 적용하여 CBTC 공급사와 공동으로 표준화된 상호운영성 인터페이스 사양을 개발하였다. 관련 사양은 상호운영성 규격 개발에 참여한 공급사와 Culver 시험선에서의 공급사간 상호운영성 검증으로 규격화되었다. 이는 영업 운영시 다수의 공급사 제품간의 안전한 상호운영성 확보를 위한 최상의 방안으로 주어지며, 비록 신규 CBTC 공급사가 국제적인 성능 검증과 영업선 운영실적을 보유하고도 NYCT에 제품 공급을 위해서는 반드시 NYCT에서 요구하는 상호운영성 관련 Lab에서의 사전 성능검증 실시후, 관련 검증 결과에 따라 Culver 시험선에 성능 적합성 검증을 위한 지상장치와 차상장치의 설치가 허용된다. 이에 따라, 신규 CBTC 공급사는 Culver 시험선에서 상호운영성 성능 적합성 검증을 실시하여 기존 CBTC 공급사와의 상호운영 안전성을 완전하게 보장해야 하며, 검증 완료후, NYCT는 신규 CBTC 공급사에게 CBTC 공급을 승인하게 된다. 한 예로 일본 Mitsubishi는 2015년 NYCT와 상호운영성 검증 계약 체결 후, 2020년 Siemens, Thales에 이어 세 번째로 NYCT에 제품을 공급할 수 있는 공식 인증을 취득하였다. 이는 CBTC 상호운영성 프로젝트에 참여하지 않은 신규 공급사에 대한 최초

의 검증 사례로, 관련된 가혹한 검증 절차는 영업선 열차운행시의 안전성 보장을 위한 최소한의 검증 방안으로 활용되고 있다.

국내의 무인 자동화 KRTCS는 상용화를 전제로 설계 단계부터 LTE-R 철도통합무선망과 상호운영성이 필수사항으로 제시되었고, 지상-차상장치간 정보전송 데이터 프로토콜 표준화가 추진되었다. 상호운영성 개념은 아래 그림과 같으며, 성능 검증을 위한 영업선 시운전 시험은 한국철도공사 대불선에서 국내 도시철도법 성능 검증시험을 적용하여 2편성 열차운행 시험, 신호기계실 핸드오버 시험 시나리오로 분류되어 실시되었다.



[그림 1] KRTCS의 상호운영성 개념

3. 결론

본 논문은 ETCS와 CBTC의 상호운영성 관련 기술 특성을 비교, 분석하였다. 분석 결과, 상호운영성 검증은 ETCS와 CBTC에 관계없이 영업선에서의 검증 절차와 시운전 시험으로의 진행이 요구되며, 신규 참여사는 시험선에서의 시운전 성능 검증이 완료된 이후 영업선에서의 제품 공급이 승인됨을 확인하였다.

후 기

본 연구는 국가연구개발사업 “KTCS-3현차성명검증 및 적합성 평가기술”의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Y.K. Kim and al (2021), Suitability analysis to the interoperability performance of unattended automation KRTCS, Journal of KSR, to be published.