

한국철도신호시스템의 표준화 레벨 설정에 관한 연구

A Study on the Standard level establishment of Railway Signaling in Korea

양동인*, 이창룡**, 오세화**, 이기서**†, 정호형***

Dong-in Yang*, Chang-long Li**, Sea-hua Oh**, key-seo Lee**†, Ho-hung Jung***

Abstract For interoperability and safety management of the different signaling system, Europe and China have been studied about standard train control system. Currently, Europe has been working on stage of application after finishing standardization and China has been regulated the standardization level for a decade. In Korea, different signaling systems of several countries were made on account of historical reason resisting interoperability and unified management. So in this paper, we introduce the signaling system configuration and define the standard level establishment of railway signaling in Korea.

Keywords : KTCS, Railway Signal, level, Standard

초 록 유럽과 중국은 서로 다른 신호시스템의 상호운영과 안전관리를 위하여 20여년 전부터 표준열차제어시스템에 대한 연구를 진행하여 왔다. 유럽은 현재 표준화를 완성하여 응용단계에 처해 있으며 중국도 10년전부터 연구하여 표준화 레벨을 규제하고 있다. 국내는 현재 역사적인 원인으로 여러 나라의 서로 다른 신호시스템 체계가 형성되어 상호운영 및 통일화된 관리가 아주 어려운 실정이다. 따라서 본 논문에서는 국외 신호시스템 레벨과 체계에 대해 소개하고 국내 철도신호시스템의 표준화 레벨 설정에 대하여 정의한다.

주요어 : KTCS, 철도신호, 레벨, 표준화

1. 서 론

유럽에서는 1992년부터 열차의 상호운영과 안전관리를 위하여 철도신호시스템의 표준화에 대한 연구를 진행하여 왔다. 유럽은 기술적, 경제적, 사업적인 면에 있어서 철도 수송량 취급을 개량하기 위해 각각의 국가에서 사용하는 열차제어 및 안전관련 설비 운영방법을 통합하여 기본적으로 모든 현존하는 유럽 각국의 신호시스템의 통합, 신호시스템 관련 기술사양의 표준화에 의한 단일 시장화, 열차 안전운행에 중점을 두고 ERTMS/ETCS를 개발하였다.

중국은 2002년부터 기존선의 상호운영의 불가능하고 명확한 발전방향이 없음을 깨닫고, 미래 20년철도망 대규모 투자계획을 수립과 함께 중국철도부 지원으로 유럽과 비슷한 열차운행의 안전과 운영효율성에 중점을 두고 CTCS를 개발하여 현재는 CTCS의 FRS(Functional Requirement Specification), SRS(System Requirement Specification)를 완성한 상태이다.

† 교신저자: 광운대학교 로봇학부(kslee@kw.ac.kr)

* 국토해양부 ** 광운대학교 일반대학원 제어계측공학과 *** 서울메트로 기술연구원

2. ETCS & CTCS

2.1 ETCS

ETCS는 ERTMS의 한 부분으로서 유럽철도신호시스템의 약자이다. ERTMS는 ETCS(Euro-cab), GSM-R(Euro-radio), Euro-balise, Euro-interlocking으로 나뉜다. ETCS는 아래와 같은 일곱 가지 부분에 목적을 둔다. 첫째, 상호운영성이다. 상호운영성은 운영적인 면에서의 상호운행과 공급자의 면에서의 호환을 의미한다. 둘째, 안전이다. ETCS는 레벨0에서도 운행의 안전을 위한 ATP 또는 cab signal의 개선이 필요하다. 셋째, 용량이다. ETCS를 도입하여 기존 선의 밀도를 향상한다. 넷째, 가용성이다. ETCS의 표준화로 상호운행 시 추가의 차상시스템이 필요하지 않다. 따라서 최소한의 장비로 인터페이스 문제도 해결하고 유지보수에도 용이하다. 다섯째, 효율적인 투자비용이다. ETCS의 도입으로 장비의 종류를 줄일 수 있어서 더욱 효율적인 투자가 가능하다. 여섯째, 차상시스템의 간소화이다. 하나의 차상시스템만 있어도 서로 다른 시스템을 사용하던 지역을 통과할 수 있게 된다. 마지막으로 오픈 마켓이다. 독점이 붕괴된다. 이 부분은 유럽공동체가 ETCS프로젝트를 시작할 때 강력하게 원하던 부분이기도 하다.

2.2 CTCS

표 1 ETCS & CTCS 비교표

응용레벨	L0	L1	L2	L3	L4
제어방식	distance to go	distance to go	distance to go	distance to go	distance to go
폐색방식	고정폐색; 준이동폐색	준이동폐색	준이동폐색	준이동폐색	이동폐색; 가상폐색
제어방식	분할식	분할식	1 차연속	1 차연속	1 차연속
궤도점유방식	궤도회로	궤도회로	궤도회로	궤도회로	무선통신방식; 발리스 보정
차상과 지상 통신방식	다주파궤도회로 &점식장비	궤도회로 &점식장비	궤도회로&점식장비; 디지털궤도회로	무선양방향통신	무선양방향통신
열차운행간격	고정폐색 L보다 크다	L	L	L	L보다 작다
선로데이터 원	차상	차상	발리스 ; 디지털궤도회로	무선통신	무선통신
대응되는 ETCS 레벨			ETCS 레벨 1	ETCS 레벨 2	ETCS 레벨 3

유럽의 ERTMS와 같이 중국의 철도신호시스템의 표준화도 같은 배경에서 시작되었다. 중국은 표준화 작업을 시작하기 전에는 역사적인 것과 기술적인 원인으로 서로 상호운영이 어려운 6가지의 신호시스템이 존재하였다. 이에 중국철도부에서는 상호운영의 장애를 없애기 위하여 고속철, 기존선, 화물선, 승객선을 하나의 표준시스템으로 구성하기 위한 필요성을 제기하였다. 이에 따라 중국은 유럽의 표준화 작업과 비슷한 CTCSS시스템을 5개의 레벨로 나누어 기존선과의 호환문제를 해결하려고 한다. 이 5개 레벨은 궤도회로의 유무로 크게 두 가지로 나뉜다. 레벨 0,1,2는 궤도회로를 기본으로 속도에 따라 분리된다. 레벨0은 120km/h이하의 시스템에 적용되고, 레벨1은 120km/h에서 160km/h의 속도구간에서 적용되며, 레벨2는 160km/h이상의 구간에 적용된다. 레벨3과 4는 GSM-R방식이 핵심이 되어 열차제어에 대한 데이터 송수신을 한다. 레벨3에서도 궤도회로는 사용되지만 레벨0,1,2와 다르게 열차점유기능과 열차무결성 체크기능만 수행한다. 따라서 CTCSS는 차상시스템, 지상시스템, 관제시스템 및 모바일통신을 비롯한 통신시스템으로 구성이 된다.[1]

3. 한국철도신호시스템의 표준화 레벨 설정 방향

3.1 국내 현황

국내 철도신호시스템은 경량전철, 광역도시철도, 일반철도로 나뉠 수 있다. 경량전철은 현재 봄바디아, 지멘스, 탈레스, 안살도, 히타치와 같은 국외제품에 의존하고 있고 광역도시철도도 알스톰, 지멘스, 탈레스와 같은 외국회사에서 공급하고 있다. 일반철도도 마찬가지로 봄바디아와 탈레스에서 대부분의 신호시스템을 공급하고 있는 실정이다. 따라서 국내 신호시스템 운영현황은 대부분 국외 시스템을 도입하여 설치, 운행함으로써 각각의 노선에 따라 모두 상이하게 기술적 특성이 주어져있어 운영 및 유지보수 측면에서 각각의 노선 별로 기술적인 호환 및 교류가 불가능한 상태이다. 또한 완전한 기술이전이 전제가 된 경우에 설비의 개량 및 개조 등이 가능하지만, 대부분의 시스템은 이러한 설비 개량 및 개조 등의 작업을 국내의 기술로서 독자적으로 취급하거나 국내 운영 및 유지보수 기술을 바탕으로 한 완전한 운영 및 유지보수는 여전히 어려운 과제로 남아 있는 것으로 확인된다. 따라서 국내에서 통합시스템으로 제작된 신호시스템의 공급과 이를 상용화하기 위한 노력이 필요한 것은 독자적인 운영 및 유지보수는 물론 국내에서 사용 중인 신호시스템의 통합 운영 기술 확보를 위해 매우 중요한 요인이다. 이를 위해서는 어떠한 형태로든 철도신호시스템에 대한 상호운영성을 위한 표준화가 추진되어야 한다. 유럽과 중국도 표준화 작업이 형성되기 전에는 이러한 문제점으로 출발하여 신호시스템의 표준화 작업을 시작하게 되었다.

3.2 표준화 레벨 설정 방향

국내 신호시스템은 유럽과 중국의 실정과 비슷한 상황이다. 지리적위치로 보면 중국과 유럽으로 통하는 유라시아 대륙의 시발점으로 볼 수 있어서 중국, 유럽간의 상호운영이 필

요하고 경제적으로 보면 북한, 러시아와의 연결이 필요하다. 따라서 표준화 작업은 유럽, 중국과 마찬가지로 상호운영성, 안전성, 가용성, 용량 등 면에서 비슷한 부분을 가지게 된다. 상호운영성면에서는 국내 도시철도와와 상호운영이 가능해야 하고, 북한 나아가서 중국, 러시아, 유럽과의 호환이 가능해야 하며, 안전하면서도 유지보수가 편리하고 운영 효율도 극대화가 되어야 한다.

중국은 철도망의 비약적인 발전으로 자체 내수시장의 활성화가 진행되고 있으므로 국내 신호시스템도 중국시스템과의 상호운영과 오픈 마켓을 통한 발전이 필요하다. 따라서 국내신호시스템도 궤도회로 방식을 기본으로 하는 저속신호시스템과 무선통신기반(LTE-R)을 중심으로 하는 고속신호시스템, 그리고 해외 수출을 지향하는 개발도상국가 신호시스템으로 나뉘어 표준화 작업을 시작해야 한다.

4. 결론

국내의 신호시스템은 세계 각국의 여러가지 시스템이 일정한 기준이나 규격에 의하지 않고 들어와 운영 중이다. 신호시스템 구축시기나 노선별로 상이한 신호시스템으로 구성되어 있어 상호 연계 또는 직통운전의 필요성이 있음에도 이를 이해 할 수 없는 실정에 있다. 이는 결국 또 다른 경제적 비용을 발생하게 하고 있게 되므로 어떠한 형태로는 철도 신호시스템에 대한 표준화를 필요로 하게 되며, 늦은 감은 있으나 조속한 연구와 추진이 요구된다. 따라서, 국내에서도 유럽이나 중국의 신호시스템 표준화와 마찬가지로 우리의 실정에 맞도록 한국형 철도신호시스템 표준화 레벨 설정이 필요하다.[2]

이에 본 연구에서는 한국형철도시스템 표준화 레벨 설정의 기준으로 열차의 상호 연계 운영성, 시스템의 안전성, 수송능력, 경제성, 시장개방성 등을 제시하고 궤도회로방식, 차상-지상 통신방식, 신호보안장치, 열차제어방식 등에 따라 한국형철도시스템(KRTCS)을 5~6 단계 수준으로 구분하여 레벨을 설정하여 표준화를 추진하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] B.Ning, T.Tang, K.Qiu, C.Gao & Q.Wang (2010) Advanced Train Control Systems, CTCS-Chinese Train Control System, *WIT Press*, pp. 1-8.
- [2] Peter Stanley (2011) ETCS for Engineers.