

다중 열차 운행 노선에 일반고속철도용 KRTCS 적용을 위한 전제조건 및 구축 방안

Study on the Pre-Condition & Construction for KRTCS for Conventional & High Speed Railway

김도원*, 윤학선*[†], 박종원**, 이강규**, 성동일**, 조귀곤**

Do-Won Kim*, Hak Sun Yun*[†], Jong Won Kim**, Kang Gu Lee**, Il Dong Sung**, Gue Gun Jo**

Abstract In this paper, we introduces the application technique of the 350km/h class of conventional & high-speed railway for the LTE-R based Korea Radio based Train Control System(below KRTCS). Ministry of Land, Infrastructure and Transport(MOLIT) is this project that initiated December 2014 National R&D. We introduces pre-conditions and construction for operation speed, patterns and different type of trains railroad. Also, we introduces technical factors and role of track circuit for radio based train control sytem.

Keywords : Train Control, Railway Signaling, KRTCS for Conventional & High Speed Railway

초 록 본 논문에서는 국가R&D로 추진중인 ‘일반고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화’ 과제의 연구성과로 운행속도, 패턴, 차량의 종류가 다른 다중 열차가 운행되는 철도 노선에 대하여 한국형 무선기반 열차제어시스템(KRTCS for Conventional & High Speed)을 적용하기 위한 전제조건과 효율적인 구축 방안에 대하여 제시하였다. 무선을 이용한 열차제어시스템을 이미 철도가 구축된 노선에 확대 적용 시 검토되어야 할 기술적인 사항과 무선기반 열차제어시스템에서 궤도회로의 역할 등에 대하여 제시하였다.

주요어 : 열차제어, 철도신호, 일반고속철도용 KRTCS

1. 개요

한국철도시설공단에서는 국토교통부 주관으로 국토교통과학기술진흥원에서 국가 R&D과제로 발주한 ‘일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화’ 과제를 수주하여 수행중에 있다. 본 과제는 2014년 12월에 착수하여 2017년 12월 36개월동안 철도전용무선통신망(LTE-R)과 일반고속철도용 한국형 무선기반 열차제어시스템(가칭, KRTCS for Conventional & High speed)을 350km/h이상에서도 적용이 가능한 실용화된 시스템을 개발중에 있다. 본 논문에서는 동 과제의 연구 성과의 일환으로 개발되는 열차제어시스템을 실제로 운영중인 노선 또는 신설 노선에 적용하기 위한 전제조건과 적용방안에 대하여 제시하였다.

† 교신저자: 한국철도시설공단 신호처 (kamayun@kr.or.kr)

* 한국철도시설공단 신호처

** 한국철도시설공단 기술연구처

2. 일반고속철도용 한국형 열차제어시스템 실용화

2.1 국내외 현황

2.1.1 국내 현황

국내의 경우 고속철도 열차제어시스템 등 독자적인 철도열차 신호제어시스템 기술(브랜드)를 보유하지 못한 실정으로 경부고속선 1단계(서울~대구)구간 시스템 교체시기(12년째 운영중)가 다가오고 있으나 핵심부분은 국산화가 되어 있지 않았고, 일반철도는 열차자동방호장치(ATP)를 도입하여 설치 운영중에 있으며 무선제어방식으로 개선을 고려중에 있다. 지상신호기 방식의 신호체계로는 고속화, 고밀도 열차운행, 국제 경쟁력 확보에 한계점에 도달하여 차상신호방식의 무선방식 열차제어로 한 단계 발전하는 것이 시급하다.

2.1.2 해외 현황

유럽의 경우 ETCS를 개발하여 일반 고속철도에 적합한 열차 신호시스템 국제 표준 사양으로 이끌고 있어 유럽 27개국 뿐만 아니라 북.남미, 아시아, 아프리카 등 33개국이상 채택하므로써 국제표준으로 자리잡아 가고 있다.(한국, 중국도 도입 후 자체적으로 국산화) 미국은 GPS 및 무선제어 PTC를 개발 의무사용 법제화하였으나 막대한 구축비로 도입이 지연되고 있으나 암트랙 열차사고를 계기로 도입을 서두르고 있으나 고속철도는 ETCS방식 채택하였다. 일본은 무선제어방식 ATACS를 간선/고속철도 도입하기 위하여 확대를 모색중이며, 최근 히타치가 이태리 안살도를 인수하여 유럽진출을 위한 교두보를 확보하였다. 중국은 ETCS에 기반한 CTCS를 구현하여 확대 추진 중에 있으며 무선제어가 가능한 CTCS 레벨 3(ETCS 레벨2와 유사)를 상용화하였다.

이와 같은 세계적인 신호시스템 추세는 일반선 및 고속선은 ETCS 레벨 2로 표준화 하고, 도시철도(경전철)는 CBTC/UTO로 건설노선에 따라 공급사별로 신호시스템을 선택하는 추세가 굳어지고 있어 우리나라도 글로벌 표준기술을 확보하여 해외진출을 모색하는 방안이 절실히 요구되고 있다. 또한 유럽은 “Shift 2 Rail” 계획에 따라 ETCS 운영환경에서 승객과 화물 수송능력 증대와 에너지 절감을 목적으로 AT0를 적용한 자동운전 기술을 2022년까지 개발 추진 중에 있어 해외시장 진출을 위한 한국형 철도신호시스템의 개발과 프로젝트 수행이 가능한 대기업 및 중소기업 육성이 시급하다고 할 수 있다.

2.2 일반고속철도용 한국형 무선기반 열차제어시스템 개요

2.2.1 과제개요

국가R&D과제로 추진중인 ‘일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화’ 과제는 3년의 연구기간으로 총 연구비 270억원으로 현재 한국철도시설공단을 연구단으로 한국철도공사, 한국전자통신연구원 등의 세부주관연구기관과 함께 국내 유수의 철도신호전문기업인 현대로템, LS산전, 포스코엔지니어링, 대아티아이, 유경제어, 석교전력, 테크빌, 신우이엔지,서우건설 등이 열차제어시스템 제작 참여기업으로 실용화 연구에 참여하고 있다.

2.2.2 일반고속철도용 한국형 무선기반 열차제어시스템의 개념

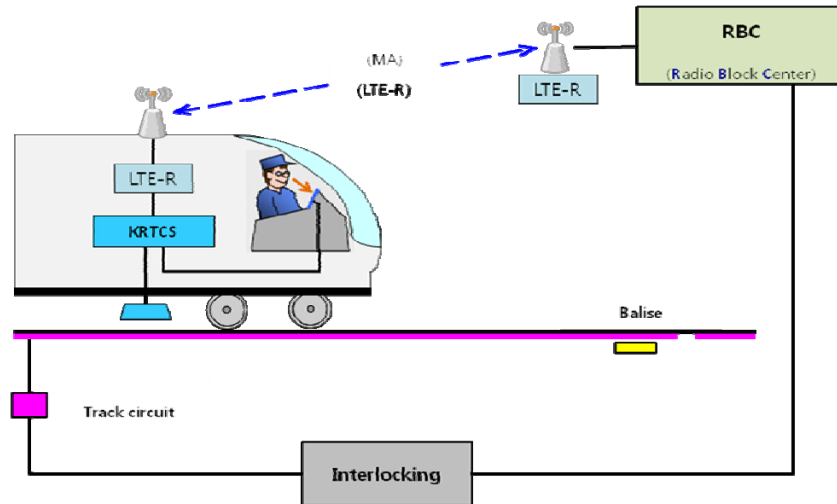


Fig. 1 Concept of KRTCS for Conventional & High Speed

일반고속철도용 한국형 무선기반 열차제어시스템은 선형열차의 위치 정보를 지상의 무선제어장치로 전달하고 이 정보는 LTE-R무선망을 통하여 차량의 차상장치로 전달하여 위치정보에 따른 이동권한에 의해 이동할 수 있는 거리를 실시간으로 연산하여 지시 속도 내에서 열차가 운행되는 원리이다. 이 시스템은 최악의 경우 무선이 두절되더라도 궤도회로에 의해 열차위치 감지 및 열차 충돌, 충돌 등 사고 방지가 가능하여 안전 확보가 가능하고, 기존 노선에 일반고속철도용 KRTCS를 적용할 경우 신호기 및 선로변 장치, 가변발리스 등이 필요 없게 되어 설비를 간소화하게 됨은 물론 자동화된 시스템으로 기관사는 열차 운행 업무에만 좀 더 집중할 수 있어 궁극적으로 열차 안전 운행에 도움을 줌으로써 휴먼에러를 근본적으로 방지하여 대구 사고 등을 원천적으로 방지할 수 있게 된다.

2.2 무선제어 열차제어시스템 도입 전제 조건

이러한 무선제어 열차제어시스템은 다양한 장점이 있음에도 불구하고 도입을 함에 있어 전제조건 및 선행되어야 할 기술적인 특성이 존재한다.

2.2.1 신설, 개량 시 기존 신호체계와 상호 운영성 확보

철도를 최초로 건설하는 노선에서는 어떤 신호체계를 선택하든 관계없으나, 이미 철도가 구축되어 있는 노선을 개량하거나 타 노선과 연계되는 신설 노선은 기존 신호체계와의 상호 운영성을 확보하여야 기존 차량도 신설 노선에 운행이 가능하다. 국가 철도의 경우 대부분 철도 노선이 연계 운영을 고려하고 있고, 상호 운영성이 확보되지 못하면 차상장치 2개를 탑재해야 하는 불합리가 발생된다.

- 건설 및 설계중인 일반(화물)철도 노선 ATP로 반영
- KTX, 화물, 여객열차 등 680량 이상 제어(기관)차 개조 완료
- 제어(기관)차당 약 4억원, 약 2,700억이상 소요

2.2.2 열차 분리, 결합 등 사고 방지 기술 및 안전 확보

화차, 객차 등 자체 전원장치가 없는 차량은 물론 무궁화 여객열차 등의 열차 분리, 결합에 대한 감지, 제어 기술이 없다. 2012.8.16. 경부선(영동~대전사이) 무궁화호 열차 분리 사고 등이 실제로 발생되고 있는 현실에서 무선이나 기타 기술로 열차를 감지하고 차량의 연결, 분리는 기술이 필요하나 국내에는 아직 기초적인 연구단계에 있으며, 외국의 경우도 아직

초보적인 연구 단계에 있다. 특히, 고장에 의한 열차 분리와 정상적인 열차 분리를 구분하는 Fail-safe가 검증된 기술이 있어야 한다. 객차, 화차, 작업차 등은 KTX, 전동차와 달리 편성량(열차길이)이 수시로 바뀌고 이는 무선제어 기술에서 잘못된 입력요소로 작용하여 오류시 제동거리 등이 틀리게 되어 사고 발생 우려가 있다. KRTCS에서는 이러한 점을 감안하여 궤도회로장치로 열차 분리, 결합 등에 대한 안전 확보가 가능하도록 했으며, 이미 국산화된 기술이며 세계적으로 널리 쓰이고 있는 기술이다.

2.2.3 무선제어 신호시스템 미 장착 열차의 운행 확보 기술 필요

무선제어방식을 도입할 시 객차, 화차, 모터카 등 미 장착 열차에 대한 열차 검지를 위한 무선 제어 장치 필요하다. 객차, 화차 등은 자체적인 전원이 없어 전원장치도 개발이 필요하다.

2.2.4 건널목 경보장치 제어를 위한 대체 기술 필요

전국적으로 976개의 2종이상(차단기 설치) 건널목이 존재하고 있으며, 현재는 궤도회로를 이용하여 건널목을 제어하고 있다. 무선으로 건널목에 열차 진입을 알리는 기술 개발이 선행적으로 필요하다.

2.2.5 국가적 재난(전시, 재난 등)발생시 대응책 필요

전시 또는 재난 시 전기 두절 대비 군수품, 구호품 수송 필요하여 철도공사가 디젤기관차를 못 없애는 것처럼 무선 두절 등에 대비하여 궤도회로 등을 이용한 열차 운행 설비를 유지할 필요가 있다.

2.2.6 LTE-R(무선망)이 먼저 전국에 구축 필요

2012년 기준 약 1.2조원의 구축 비용 필요 예측되어(*2012년 한국정보통신정책연구원 보고서) 이는 철도공사의 이동, 차량 단말기 가격을 미포함한 것으로 대규모의 예산이 소요되는 철도무선통신망 구축이 선행되어야 열차제어를 무선으로 수행 가능하게 된다.

2.2.7 반달리즘(테러 등)에 대한 대책 필요

완전 무선 방식을 적용하여 무인자동운전으로 여객, 화물, KTX를 운행시 테러 등에 대한 대책이 있어야 한다. 차내외 영상감시설비 등 부가적인 안전설비 구축 비용 필요하고 이는 전국망 영상감시시스템 구축 비용, 유지보수 등에 막대한 비용 투자가 있어야 한다. 전용주파수 사용시에도 재밍(전파 혼선) 등을 이용 고의적인 열차 운행의 악영향 미칠 가능성 배제 못 하므로 이에 대한 대책도 마련되어야 한다.

3. 결론

본 논문에서는 속도와 운행패턴, 목적이 다른 열차를 운행하는 노선과 기존에 이미 신호 체계가 구축된 노선을 개량하는 경우, 신설 노선과 기존 노선을 서로 다른 신호시스템체제로 운영할 경우 다양한 전제조건 및 면밀한 적용 계획을 중장기 계획으로 수립하여야만 효율적으로 안전하게 열차 운행 목적을 달성할 수 있음을 알 수 있었다. 새로운 신호시스템을 도입하는 것은 단순히 신호시스템의 변경이 아니라, 운영체계를 바꾸는 작업이므로 개발단계부터 이러한 점을 고려해야만 실제 적용에 있어 문제점을 최소화하고 새로운 신호시스템을 확대해 나갈 수 있다는 점을 고려해야 한다는 점을 제시하였다.

후 기

본 연구는 국토교통부(국토과학기술진흥원)의 철도기술연구사업 “일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화” 과제의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 국가철도 통합무선제어 기술개발 상세기획연구 연구보고서, 2013.12, 국토교통부
- [2] 차세대 철도 통합무선망 구축을 위한 철도전용 주파수 할당에 관한 연구, 2012.12. 한국방송통신전파진흥원.
- [3] 국가 철도전용 통합무선망 구축 방안 및 효과 분석, 2012.3. 국토해양부, 정보통신정책연구원.
- [4] 일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화 과제 RFP, 2014.12 국토교통과학기술진흥원.
- [5] 일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화 과제 연구개발계획서, 2014.11. 한국철도시설공단.
- [6] 일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화 과제 1 차년도 연구실적 및 계획서, 2015.11, 한국철도시설공단.
- [7] 도시철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화 과제 4 차년도 최종보고서[2014.7. 국토교통과학기술진흥원.

(한국철도학회 정기학술대회 Full Paper Template 작성일: 2015.02.17)