

## 무궤도회로 열차제어시스템 기술 분석

### Technical Analysis for Train Control System without Track Circuit

김용규\*<sup>†</sup>, 윤용기\*, 김정태\*, 오세찬\*

Yong-Kyu Kim\*<sup>†</sup>, Yong-Ki Yoon\*, Jung-Tai Kim\*, Seh-Chan Oh\*

**초 록** 열차 속도 증가와 산업 기술 발달은 기관사의 신호등 현시에 의한 열차 운영을 의미하는 신호시스템을 차상 컴퓨터에 의해 열차를 운행하는 열차제어시스템으로 변환시키는 중요한 계기가 되었다. 이러한 열차제어시스템 기술의 대부분은 궤도회로라는 정보 전송 매체를 통해 구현된다. 그러나 정보통신기술의 발달은 궤도회로의 단점인 운영 및 유지보수의 문제점을 해결할 수 있는 무궤도회로 열차제어시스템의 구현 가능 단계에 도달하였다. 본 논문은 KRTCS 개발 기술을 기반으로 무궤도회로 열차제어시스템 기술 개발 방안을 검토하였다.

**주요어** : TCS, CBTC, ETCS, NGTC, Track circuit, KRTCS

#### 1. 서 론

열차제어시스템은 열차의 이동을 제어하는 기술로, 열차속도제어, 열차위치검지, 지상-차상간의 정보전송이 주요 기능으로 정의된다. 이러한 기능 구현은 ETCS 계열, CBTC 계열, 각 국가별 고유 기술로 개발된 열차제어시스템으로 분류된다. 첫 번째로 ETCS는 각 국가별 상이한 열차제어시스템 통합을 위해 탄생된 유럽열차제어시스템을 의미한다. 그러나 기존의 열차제어시스템과의 통합을 위한 최적의 방안인 ETCS에서 최초로 제안된 무궤도회로 방식 ETCS Level 3은 ETCS 개발 당시의 통신기술로 구현할 수 없었기에 따라, ETCS Level 1의 발리스에 의한 열차이동 권한(MA)을 GSM-R로 대체하도록 ETCS Level 2가 개발되었다. 여기서 GSM-R은 미래 철도가 요구하는 이동패색, 고용량 데이터의 고속 전송, 영상 전송, 원격 유지보수와 같은 요구 조건을 충족할 수 없었기에 따라, UIC는 2013년부터 관련 요구사항을 만족하는 MASS (Multi-damain Advanced Signaling System) 프로젝트를 통해

ETCS와 CBTC를 통합하기 위한 NGTC(New Generation Train Control)를 추진하였다[1]. 두 번째로 CBTC는 궤도회로를 사용하지 않는 최초의 무선기반 열차제어시스템으로 안전성, 신뢰성, 선로용량, 진단 및 예방 유지보수에서 매우 우수하며, 선로변 설비의 대부분을 구성하는 궤도회로가 없음에 따라 유지보수 시간이 크게 감소한다. 세 번째로 각 국가별 고유 기술로 개발된 열차제어시스템을 사용하는 대표적인 국가는 중국, 러시아, 미국, 일본 등이 있다[2]. 중국은 ETCS를 통해 CTCS(Chinese Train Control System)을 2002년에 중국철도 기술표준으로 제안하였다. CTCS는 중국의 다양한 열차제어시스템의 통합 측면에서 ETCS와 유사하지만, 고유기술 확보를 위해 운영기술, 소프트웨어, 정보전송방식, 차상현시장치(MMI)를 ETCS와 상호호환이 불가능하도록 개발하였다[3]. 현재는 유럽의 NGTC와 유사한 유형의 NGTC를 추진중에 있다. 러시아는 KLUB-U라는 러시아 통합 열차제어시스템을 사용한다. 러시아는 고속철도가 일반 및 화물열차와 동일한 노선을 운행하며, 특히 강추위에 따른 지상설비의 운영 및 유지보수의 문제점으로 인해 궤도회로가 아닌 위성 기반 열차제어시스템을 개발하였다. 미국은 2008년 캘리포니아 열차 충돌 사고 이후, PTC(Positive Train

<sup>†</sup> 교신저자: 한국철도기술연구원 열차제어통신연구팀(ygkim1@krri.re.kr)

\* 한국철도기술연구원 열차제어통신연구팀

Control)의 설치를 의무화하였다. PTC는 기존의 열차제어시스템에 위성통신을 이용하여 열차의 이동을 감시, 제어함으로서 기관사 오류에 의한 사고를 방지하도록 개발되었다. 일본은 기업 중심의 ETCS 기술 개발 및 시험이 중국에서 실행 되었음에도 불구하고 유럽 진입 장벽으로 인해 ETCS 개발사인 Ansaldo STS를 인수하여 유럽 진입을 시도하고 있다.

## 2. 무궤도회로 열차제어시스템 개발 방안

무궤도회로 열차제어시스템의 핵심 기술은 열차위치검지, 이동폐색, 속도제어, 열차진로제어, 열차운행 스케줄 관리, 열차자동운전, 무결성 기술로 분류된다. 열차위치검지는 절대위치 보정용 지상자와 무선통신기술을 통해 열차위치를 실시간으로 추적하는 기술을 의미한다. 이동폐색은 제어영역에 있는 모든 열차위치를 기반으로 각각의 열차에 대해 열차이동권한과 열차제한속도를 실시간으로 설정하는 기술로 정의된다. 열차진로제어는 궤도회로없이 분기지역 또는 건널선과 승강장에서 열차진로를 제어하는 기술로 주어진다. 열차운행 스케줄 관리는 무선전송된 실시간 열차위치정보를 기반으로 열차운행 스케줄 관리 및 지연 발생시의 열차의 출발과 정차시간 조정을 통해 지연시간을 복구한다. 열차자동운전은 지상-차상장치 연계를 통해 열차의 자동출발 및 출입문 개·폐를 제어하는 기술과 승강장에 설정된 정지선에 정위치 정차하는 제어 기술로 구분된다. 무결성 기술은 열차무결성과 레일무결성으로 분류된다. 열차무결성은 궤도회로가 없는 조건에서 열차가 끊어질 경우, 이를 감지하여 열차를 방호하며, 이는 열차를 편성하는 경우에 열차 길이를 자동으로 감지하여 열차방호구역을 설정한다. 레일무결성은 궤도회로가 없는 조건에서 레일이 절손된 경우에 이를 감지하여 열차의 접근을 차단하는 기술을 의미한다. 아래의 표는 이러한 요소 기술에 대한 KRTCS(도시)와 KRTCS(일반·고속)의 응용 가능 기술을 분석하였다.

Core technology	Development completed	Developing
	KRTCS (urban)	KRTCS (conventional)

		& High speed)	
Train position detection		○	-
Train safety distance control	Moving Block	○	-
	Speed control	○	○
Train route control		○	-
Train schedule control		○	-
Train automatic operation control		○	-
Integrity	Train integrity	○	-
	Rail integrity	○	○

Table 1 Core technology of TCS without track circuit

## 3. 결론

본 논문은 KRTCS 기술이 무궤도회로 열차제어시스템의 핵심 기술에 어떻게 적용될 수 있는지를 분석하였다. 분석 결과, KRTCS(도시)에서 개발된 무궤도회로 열차제어시스템을 중심으로 KRTCS(일반, 고속)의 일반, 고속의 특성을 융합하는 것이 고속용 무궤도회로 열차제어시스템 기술개발을 최적화할 수 있음을 확인하였다.

## 후기

본 연구는 한국철도기술연구원 주요사업 “열차자동운행제어 핵심기술개발”의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] J.Y Kim, S.W. Choi, Y.S. Song, Y.K. Yoon, Y.K. Kim (2015) Automatic Train Control over LTE: Design and Performance Evaluation, *IEEE Communications Magazine*, October, pp.102-109.
- [2] Y.K. Kim, Y.S. Song, S.C. OH (2012) Study on the Plan of the KRTCS technology development Unrelated to Speed and Operational Environment, *2012 IASME-WSEAS*, Athens, pp. 215-219.
- [3] B.Ning, T.Tang, K.Qiu, C.Gao & Q.Wang (2010) *Advanced Train Control System : CTCS-Chinese Train Control System*, WIT press, Southampton, pp.1-8.