

ETCS Level 3 기반 전자연동장치의 기능 및 인터페이스 분석

The Analysis of the Function and Interface of ETCS Level 3 Based Electronic Interlocking

황경환*, 이기서*[†], 홍정기*,성동일** , 황청하*

Kyung-hwan, Hwang*, Key-seo, L*[†], Jeong-ki, Hong*, Dong-il, Sung** Chung-ha, Hwang*

Abstract The contents of this study are related to the contents of ETCS L3-based train route control technology development among the "Development of core technology and alternative track circuit function of track control system for ETCS L3 high-speed railway supporting automatic operation" under the national R & D project. As described. Existing ETCS L1 / L2 , Electronic Interlocking (EIS) uses track circuit to check the position of trains, while ETCS L3, Electronic Interlocking receives train position information from the RBC(Radio Block Center) device over the air. It consists of a system of virtual block method. The purpose of this study is to analyze and present the function of ETCS L3 based Electronic Interlocking and interface with peripheral devices.

Key words : ETCS L3, Train route control, Electronic Interlocking (EIS), Interface.

초 록 본 연구의 내용은 국가R&D 사업으로 추진중인 “자동운전을 지원하는 ETCS L3 급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체 기술개발” 과제 중 ETCS L3 기반 열차진로제어 기술개발 내용에 관련되는 부분에 대하여 기술하였다. 기존 ETCS L1/L2 전자연동장치(EIS)는 궤도회로를 사용 열차의 위치를 확인하는 방식이나 ETCS L3 기반 전자연동장치는 무선을 통해 열차위치정보를 RBC(Radio Block Center))로 부터 받아 역 구내에서 가상폐색(Virtual Block)방식의 시스템으로 구성한다. 이에 따른 ETCS L3 기반 전자연동장치의 기능 및 주변장치와의 인터페이스 방안을 분석하여 제시하였다

주요어 : ETCS L3, 열차진로제어, 전자연동장치(EIS), 인터페이스

1. 서 론

열차제어시스템은 열차의 위치를 검지하고 이를 바탕으로 열차를 안전하고 효율적으로 운행 하도록 하는 안전설비이다. 기존의 궤도회로 대신 무선통신 방식으로 열차의

위치를 정밀하게 검지함으로써 열차 간 안전간격을 단축하여 열차수송용량을 높일 수 있고, 지상설비를 최소화하여 유지관리 비용절감 등을 기대할 수 있다. 이러한 무궤도회로 방식의 ETCS L3 열차제어 시스템을 개발하기 위해서는 열차위치 검지기술, 이동폐색 기반의 열차진로 제어기술 등이 요구된다. 본 논문에서는 ETCS L3 를 구현하기 위해 열차진로제어의 중심기능을 하는 연동장치의 기능 및 인터페이스 분석과 국내에

† 교신저자: 철도신호사업연구조합 이사장
(kslee@kw.ac.kr)

* 철도신호사업연구조합 연구원

** 한국철도시설공단 KR 연구원

적용 예정인 ETCS L3 기반 전자연동장치의 개념을 제시한다.

2. 본 론

2.1 ETCS Level 3 란?

ERTMS/ETCS (이하 "ETCS")는 유럽철도 네트워크의 모든 국가에서 기존에 운영중인 시스템을 대체하도록 설계된 열차제어 시스템이다. ETCS 는 다른 공급 업체의 차상장치가 장착된 열차가 동일하거나 다른 공급업체 장비가 장착된 선로를 자유롭게 운행할 수 있도록 하며 차상 및 지상시스템으로 구성된다. ETCS L3 는 지상의 신호기 및 레도회로를 없애고 열차가 고정 발리스 및 차상 주행 측정법에 의해 차량에서 무선으로 전송 한 열차위치정보를 사용한다는 것을 특징으로 한다. 이러한 열차위치정보를 RBC 는 연동장치로 전송하며, 연동장치로부터 진로정보를 받아 통제 하에 있는 열차에 이동권한(MA)을 부여한다.

ETCS L3 의 구현은 철도 노선 용량 및 유연성을 증가시키고 자본 및 운영비용을 감소시킬 수 있다. 또한, 이동폐색 신호방식을 사용하여 철도교통을 관리할 수 있다.

2.2 ETCS Level 3 유형 및 국내적용

2.2.1 ETCS Level 3 유형

ETCS L3 의 유형에는 정의 및 개발 측면에서 그 완성 정도에 따라 다음과 같은 4 가지 유형으로 구분할 수 있으며, 현재 유럽의 일반철도에서는 레벨 3 하이브리드 방식으로 실용화 시험 중이다.

- 레벨 3 오버레이
- 레벨 3 하이브리드
- 레벨 3 가상폐색
- 레벨 3 이동폐색

이동폐색 신호의 대안으로서 ETCS L3 는 또한 가상고정폐색 모드에 사용될 수 있다. 이 경우 고정폐색 시스템의 작동을 간단하게 모방할 수 있다. ETCS L3 가 이동폐색 혹은 가상 고정 폐색 모드에서 운행하여야 하는지에 대한 논의는 국가적 및 유럽 차원에서 진행되고 있다

2.2.2 국내적용 ETCS Level 3 유형

이동폐색 신호는 고정폐색 신호시스템과 비교하였을 때 선로의 가용성을 증가시킬 수 있음에도 불구하고 분기부, 역 구내와 입환구역 등 실제적으로 여전히 많은 기술적인 제약조건이 있으며 오늘날 대부분의 이동폐색신호는 도시철도에 적용되고 있다. 국내 일반철도 및 고속철도에서는 무 레도회로 가상폐색 방식을 우선 적용하고 점차적으로 이동폐색을 적용할 예정이다.

2.3 선로전환기가 있는 구간의 안전확보

가상폐색을 이용한 ETCS L3 구현시 역 구내, 분기부 등 선로전환기가 있는 특수 구간에는 열차검지 보조장비로 엑셀카운터를 설치하여 열차 위치정보를 연동장치에서 수신하여 열차진로제어 및 철사쇄정에 사용하여 안전을 확보하도록 한다

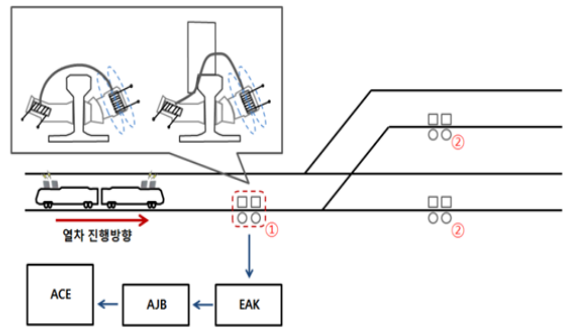


그림1. 분기부 엑셀카운터 설치

2.4 가상폐색을 이용한 연동제어 기능

2.4.1 열차위치보고 (Train Position Report)

ETCS L3 에서 연동장치는 이동폐색 기반의 차량의 열차위치정보를 RBC 로 부터 수신하여 연동장치의 Block Data Converter 를 거쳐 열차의 가상폐색 점유정보로 변환한 후 가상폐색에 의한 연동논리를 구현한다.

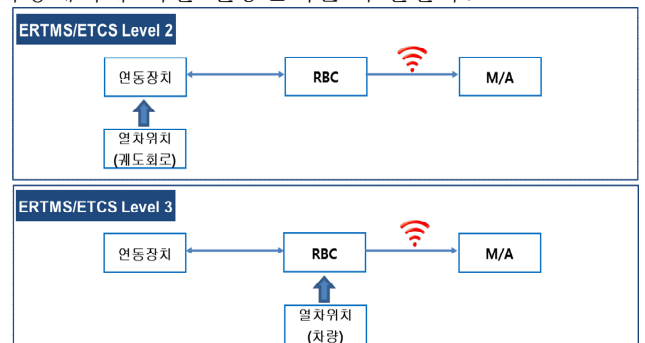


그림2. ETCS L2,L3 열차위치보고 비교

2.4.2 가상폐색을 이용한 연동제어 기능

가상폐색을 지원하는 전자연동장치는 기존 연동장치와 동일하게 ATS(CTC/RC/LCC)와 현장설비인 선로전환기, 가상신호기와 인터페이스 하여야 하고 기존 연동장치와 다르게 열차위치정보를 RBC 를 통하여 수신한다. 기존 열차검지장치인 궤도회로 또는 엑셀카운터는 장애 대비 백업장비 또는 분기부 등 특수구간에 보조장비로 연결하여 열차위치정보를 수신할 수 있게 설계하여야 한다.

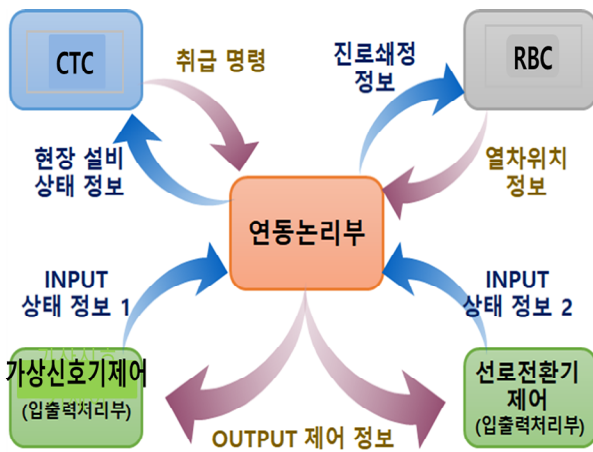


그림3. 가상폐색을 지원하는 연동장치 정보흐름

1) 가상신호기(Virtual Signal)

- 연동장치는 현장 신호기를 사용하지 않고 가상 신호기를 사용한다.
- 가상신호기 정보는 RBC 와 CTC 에 제공한다.

2) 가상블록(Virtual Block)

- 연동장치는 현장의 궤도회로를 사용하지 않고 가상블록 개념을 사용하여 열차의 위치를 표시한다.
- 연동장치는 가상블록 개념을 역구내와 역간에서 모두 적용한다.
- 연동장치는 가상블록 정보를 RBC 와 CTC 에 제공한다.

3) 열차 Berthing

- 연동장치는 가상블록 개념을 사용, 구내의 동일한 홈 궤도에서 2 대의 열차가 동시에 앞뒤로 정차하는 기능을 적용한다.

4) 열차 위치정보

- 연동장치는 열차위치 감지를 위한 현장의 궤도회로 설비가 없으므로 차상 ATP 인 KVC (Korean Vital Computer)가 생성한 열차위치보고 (Train Position Report)정보를 RBC 로부터 수신하여 열차의 위치를 판단한다.
- 연동장치는 정확한 열차 위치 판단을 위하여 필요에 따라 엑셀카운터, 궤도회로, 발리스를 추가의 선택사항으로 적용할 수 있다.

5) 궤도절손 검지장치 인터페이스

- 연동장치는 궤도절손 검지장치와 정보를 인터페이스 한다.
- 연동장치는 궤도절손 검지장치로부터 역과 역간에 포함된 모든 궤도절손 검지 정보를 수신한다.
- 연동장치는 역과 역간의 궤도절손검지 정보를 가상블록정보에 포함하여 RBC 와 CTC 에 제공한다.

2.4.3 쇄정 기능

연동장치의 쇄정기능은 안전확보를 위한 필수적인 기본기능으로 ETCS L3 에서도 기존에 사용중인 연동장치의 쇄정기능 및 선로전환기 감시기능을 유지하도록 한다. ETCS L3 연동장치의 쇄정기능 다음과 같다

구분	내용
● 철사 쇄정	✓ 열차가 관련 선로전환기 상의 가상블록과 사전 지정된 인접 블록을 점유했을 때 선로전환기의 전환을 금지한다
● 진로 쇄정	✓ 선로전환기 상의 블록이 특정 진로에 대해 예약이 되었을 때 선로전환기의 전환이 이루어지지 않도록 하는 기능
● 접근 쇄정	✓ 열차가 사전 지정된 접근 쇄정 영역을 점유하면 열차가 접근 쇄정 영역을 통과하거나 접근 쇄정 영역 내 정거장에 정렬될 때까지 선로전환기의 전환이 이루어지지 않도록 하는 기능
● 보류 쇄정	✓ 수동 진로 취소 명령으로서 해제된 진로의 블록에 대한 MA가 적색으로 설정되면, 보류 쇄정 기능은 일정 시간 동안 선로전환기의 전환을 금지한다
● 선로전환기 감시	✓ 선로전환기 상태에 대한 Vital감시(모드, 전환 방향, 정상 여부) 수행하며 장애가 발생하면 선로전환기상 블록을 폐쇄한다

2.5 무선폐색센터 (RBC) 인터페이스

연동장치와 무선폐색센터(RBC)간의 인터페이스는 ETCS L2 와 L3 에서만 사용된다. 레벨에 따라 연동장치 또는 RBC 가 많은 기능을 수행한다. 레벨 2 의 경우 연동장치가 대부분의 노선관련 기능을 수행한다. 레벨 3 의 경우 RBC 는 진로 모니터링(진로 입증)을 수행한다. RBC 와 연동장치에는 궤도배선과 궤도요소에 대한 정적 정보가 포함되며 각각의 기능은 다음과 같다.

연동장치

- 열차집중제어장치(CTC) 및/또는 로컬제어 시스템(LCC)에 의해 제어된다.
- 열차 진로설정 및 해제.
- 궤도회로/엑셀카운터를 통해 궤도가 비점유 상태임을 입증한다(궤도점유 검지).
- 신호기, 전철기, 철도 건널목 시스템 등의 외부 요소와 시스템 제어.
- 열차진로 설정 시 위험상황, 즉 정면충돌, 측선충돌, 주차된 차량과의 충돌 회피.

RBC

- 이동 권한 산출.
- 이동 권한을 열차에 무선으로 전송.
- 위험 상황 시 이동 권한 철회.

두 시스템에서 정적, 동적 데이터와 일부 운영 기능을 공유하여 사용할 수 있다. RBC 는 이동 권한 산출을 위해서 필수 정보와 같이 연동 시스템에서만 이용 가능한 동적 입력 데이터를 필요로 한다.

3. 결 론

일반 및 고속철도에서 무궤도회로 방식의 ETCS L3 열차제어 시스템을 개발하기 위해서는 열차 위치검지기술, 이동폐색 기반의 열차 진로제어기술 등이 요구된다. 열차진로제어기술 관련, ETCS L3 기반 전자연동장치는 기존 전자연동장치의 시스템 기본원리에 가상폐색을 적용하여 구현한다. 기존 전자연동장치는 궤도회로를 사용하여 열차의 위치를 확인하는

방식이나, ETCS L3 용 전자연동장치는 무선을 통한 열차위치 정보를 RBC 로 부터 받아서 연동장치의 Block Data Converter 를 거쳐 열차의 가상폐색 점유정보로 변환한 후 가상폐색(Virtual Block)에 의한 연동논리를 구현한다. 향후 기술적인 제약조건 개선 후 점차적으로 이동폐색(Moving Block)방식으로 구현하도록 한다.

기존의 궤도회로 대신 무선통신 방식으로 열차의 위치를 정밀하게 검지하고 가상폐색을 이용한 연동장치 기능을 구현함으로써 열차 간 안전간격을 단축하고 열차수송용량 증대를 기대할 수 있다

ACKNOWLEDGMENT

This study was performed as part of a railroad technology research project (code 18RTRP-B144906-01)with the support of the Ministry of Land, Infrastructure, and Transport and the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement.

참고문헌

- [1] ‘자동운전을 지원하는 ETCS L3 급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체 기술개발’ 과제 연구개발계획서’(2018)
- [2] 한국철도표준규격: 전자연동장치(KRS SG 0015-17R)
- [3] ERTMS/ETCS(2014) System Requirements Specification (SUBSET 026-v340) Chapter 2
- [4] IRSE-News-Issue-232(2017) ERTMS/ETCS - L3-The-gamechanger
- [5] Simon Chadwick (Siemens) and Wouter Malfait (ERA)_CCRCC(2017) ERTMS/ETCS L3
- [6] Railtech (2017) ‘hybrid ERTMS Level 3’
- [7] EULYNX(2017), EULYNX Domain knowledge v1 1,