

한국형 무선기반 열차제어시스템(KRTCS)용 전자연동장치 개발연구

Electronic Interlocking System development study for the KRTCS

최진식 †, 김도원*, 정상국**, 김채덕***, 윤학선****

Jin-Sig Choi †, Do-Weon Kim*, Sang-gug Jeong**, Chea-Duk Kim***, Hak-Sun Kim****

Abstract Test line of 11.7km between Illo and Daebul in Muan Jeollanam-do was installed for "KRTCS" projects which is performed as a R&D and now the performance evaluation of the KRTCS which is available for the unattended operation mode is in progress. This study is to mention the development of the Electronic Interlocking System of the subsystem of which is included in KRTCS system.

The newly developed EIS was made similarly using the existing EIS principle. The main differences between the existing EIS and the newly developed EIS are that the KRTCS EIS took the distributed configuration instead of the centralized configuration and the logical block section method which is to receive the train location information from the ATP equipment through the wireless instead of using the track circuits. Based on this EIS developments, more complete EIS development is necessary in the future.

Keywords : KRTCS, EIS, ATP equipment

초 록 본 연구의 내용은 한국형 무선기반 열차제어시스템(Korean Radio Train Control System)의 하부시스템 중 전자연동장치 개발내용에 관련되는 부분에 대하여 기술하였다. 급변에 개발된 전자연동장치는 기존전자연동장치의 시스템 기본원리를 이용하여 구현하였다. 급변 개발된 KRTCS의 하부시스템에 사용된 전자연동장치와 기존전자연동장치의 가장 큰 차이점은 집중형구조 방식이 아닌 분산형구조 방식을 채택하였고(중앙장치와 역장치로구분), 기존전자연동장치는 궤도회로를 사용 열차의 위치를 확인하는 방식이나, 개발된 전자연동장치는 무선을 통하여 차량의 위치를 지상 ATP 장치로 부터 열차위치 정보를 받아서 역구내에서 LBS(Logical Block Section)방식의 시스템으로 구성하였다. 이를 바탕으로 향후 완벽한 무선기반 개념의 전자연동장치에 대한 개발이 필요할 것으로 판단된다.

주요어 : 무선기반열차제어시스템, 전자연동장치, 지상 ATP

1. 서 론

국가R&D사업으로 추진중인 “도시철도용 무선통신기반 열차제어 시스템 표준체계 구축 및 성능 평가”를 위하여 전라남도 무안군 일로~대불역간(대불선) 약 11.7km 구간에 설치된 무인 운전방식 무선통신기반 열차제어시스템 실용화 시험선(Test-line)이 구축되어 현재 종합성능시험 평가가 진행 중에 있다.

† 교신저자: 한국철도시설공단, 연구원 기술연구소 과장(chois900@kr.or.kr)

* 한국철도시설공단, 연구원 기술연구소장, ** 한국철도시설공단, 연구원 전기부장,

한국철도시설공단, 연구원 차장, *한국철도시설공단, 연구원 차장

본 연구의 목적은 단순히 개발되었거나(또는 개발된) 열차제어시스템의 시제품을 성능 평가하는 것이 아니라, 그 동안 산업계·학계·연구기관에서 개발이 완료되었지만 검증이 안된 무선통신기반 열차제어시스템에 대하여 무인운전 시험이 가능한 시험선을 만들어 표준 체계를 구축하여 성능평가를 시행하고 향후 상업노선에 적용 가능성 여부를 실증적으로 검증하는 실용화에 준하는 연구개발 사업이다. 본 내용은 KRTCS(Korean Radio Train Control System)한국형무선기반 열차제어시스템의 하부시스템인 전자연동장치(EIS, Electronic Interlocking System) 개발사항에 관련되는 부분에 대하여 기술하였다.

2. 본 론

2.1 전자연동장치의 개요 및 개발범위

전자연동장치(EI)는 신호기, 선로전환기, 레도회로, 폐색장치 등의 상호 연쇄조건을 데이터베이스화 된 소프트웨어로 구성하고 현장신호보안장치의 상태조건을 Logic화하여 운행되는 열차에 대해 안전한 진로조건을 제공하는 가장 핵심적인 신호설비로서 어떠한 경우의 고장 시에도 안전측으로 동작할 수 있는 Fail-Safe 기능을 구비하여야 하며, 열차운행과 관련한 데이터를 분석, 제어, 표시하여야 한다. 바이탈 장비인 전자연동장치는 장애 발생, 오동작 등을 대비하여 다중계 구조로 항상 열차의 정상운행을 유지해야 한다. 금번 국가 R&D 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계구축 및 성능평가사업과 관련하여 그림(1)은 실제 대불선 KRTCS 시험선에 구축된 전체 열차제어시스템의 구성도이며, 이중 하부시스템인 EIS 개발범위는 기존 연동장치시스템을 가능한 그대로 사용하고, 최소한의 변경으로 구성하였다. 따라서 이번 연구에서는 개발된 연동장치의 하드웨어장치 구성과 기존 전자연동장치와의 차이점에 대해서 기술하고자 한다.

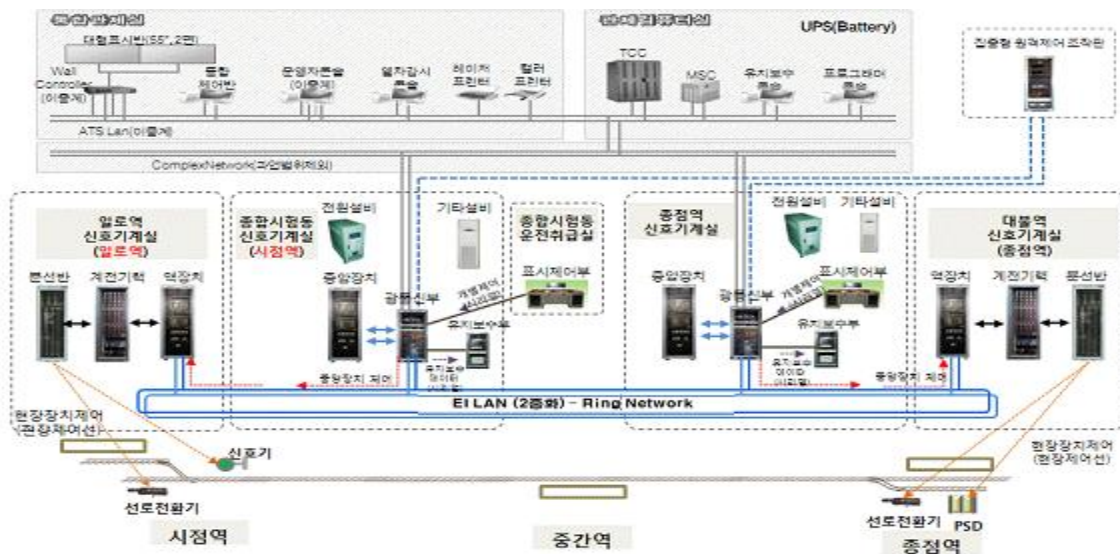


Fig. 1 KRTCS Train Control System Configuration

2.2 KRTCS 전자연동장치(EIS) 설비 개요

2.2.1 시스템 표준화

전자연동장치의 주요제원은 KRS규격 “KRS SG 0015-09 R 전자연동장치”를 준수하여 개발하였다. 진로제어 및 연동논리에서는 기존 궤도회로를 이용한 열차위치확인방식대신에 역구내에 논리폐색구간(LBS)를 설정해 놓고 지상ATP장치로부터 열차위치정보를 받아 열차위치를 확인한다. 전자연동장치(EI) 중앙장치는 신호기, 선로전환기, 열차점유 조건 등의 상호 연쇄조건을 데이터베이스화된 소프트웨어로 구성하고, 연동로직에 의해 열차의 진로조건을 제어한다. 현장설비의 직접제어는 역 장치에서 담당하며, 중앙장치, 역 장치 모두 2중계로 구성하여 사용계에 장애 발생 시 자동으로 대기계로 절체되며, 1계, 2계간 상호 감시동작으로 FAIL-SAFE 기능을 수행한다.

2.2.2 하드웨어적 안정성 구현

전자연동장치는 안전측 동작(Fail-safe)의 원칙에 의하여 설계, 제작 하며, 한 개 또는 여러 개의 부품 또는 모듈, 장치에 고장이 발생하거나 입력신호의 손실, 연산오류, 소프트웨어 작성오류 등의 어떠한 경우에도 오동작 또는 열차운행에 위험한 출력이 발생되지 않도록 구성한다. 계간데이터 비교, 출력안정성 구현 등은 기존 전자연동장치와 동일하게 구현하였다.

2.3 KRTCS 전자연동장치(EI) 하드웨어

2.3.1 중앙장치구성 및 내용

중앙장치는 연동처리부, 광통신부, 표시제어부, 유지보수부로 구성된다.

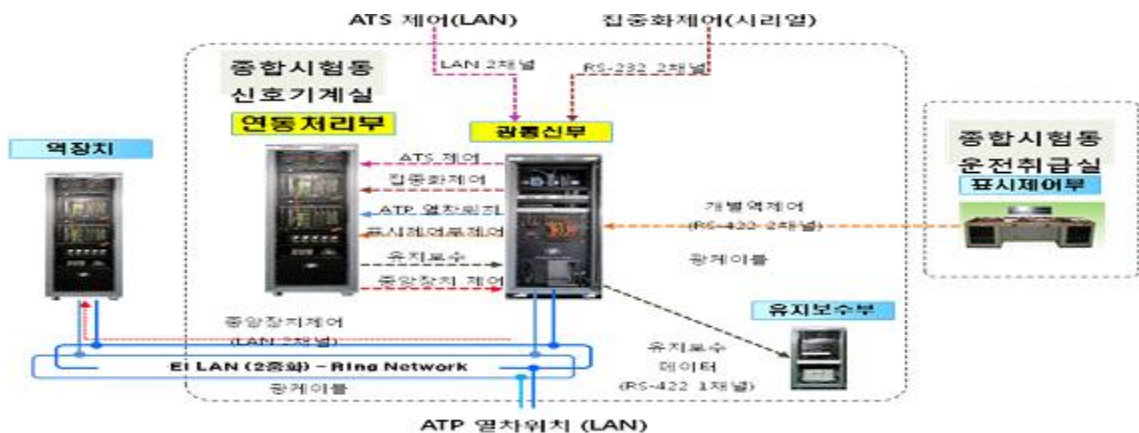


Fig. 2 EIS H/W Configuration

2.3.1.1 연동처리부

연동처리부는 2중계로 구성하고 ATP 에서 수신된 열차위치에 따라 연동처리를 수행하고, ATP 장치와 통신처리를 수행한다. 연동처리부는 CPU 모듈, COM모듈, IF모듈, NIU, IN모듈로 구성하였다.

2.3.1.2 광통신부, 표시제어부, 유지보수부

광통신부, 표시제어부, 유지보수부는 기존 연동장치의 원리 및 구성과 동일하다.

2.3.2 역 장치구성 및 내용

전자연동장치 입출력처리부는 연동처리부의 역 DB에 의거한 제어명령에 따라 신호기 및 선로전환기에 필요한 제어 계전기를 제어한다.

2.3.2.1 입출력 처리부

가. 입출력처리부 구성

입출력처리부는 2중계로 구성하고 현장 신호설비에 대한 입출력 수행 및 연동처리부와 통신처리를 수행한다.

나. 입출력처리부 모듈 인터페이스

연동처리부로부터 수신받은 출력정보를 VME BUS기반 OUT, 선로전환기모듈(PDO) 모듈을 통해 출력을 하고, IN 모듈을 통해서 현장 정보를 입력받아 연동처리부에 송신한다.

각각의 IN, OUT, PDO 모듈은 계전기락을 거쳐 분선반을 통해서 현장과 인터페이스 된다.

다. 입출력처리부 물리적 통신 인터페이스

입출력처리부는 현장 입력정보를 연동처리부에 전송하고 출력정보를 수신하여 현장의 신호설비로 제어출력을 한다

2.3.2.2 계전기락 및 분선반

계전기락 및 분선반등은 기존 전자연동장치와 구성방법이 동일하다.

2.4 기존연동장치와 개발전자연동장치와의 차이점

2.4.1 연동장치 구성의 차이점

기존 장치는 연동논리부에 연동논리모듈(CPU)와 통신모듈(광통신부와 연계), IFU, 입출력모듈이 VMEbus 를 통하여 데이터를 집중처리하고 있다. 그러나 분산형 장치는 연동처리 부분은 중앙장치에서 처리하고, 입출력처리 부분은 통신을 통하여 역장치에서 처리하고, 그와 관련된 표시 및 제어정보에 대해서는 NIU 를 통하여 통신으로 데이터를 주고받는 형태이다. <그림 3>는 2 개역을 기준으로 기존의 연동장치로 구성하는 경우와 TCS 연동장치로 구성하여 분산형으로 제어하는 경우의 차이를 표시하고 있다.

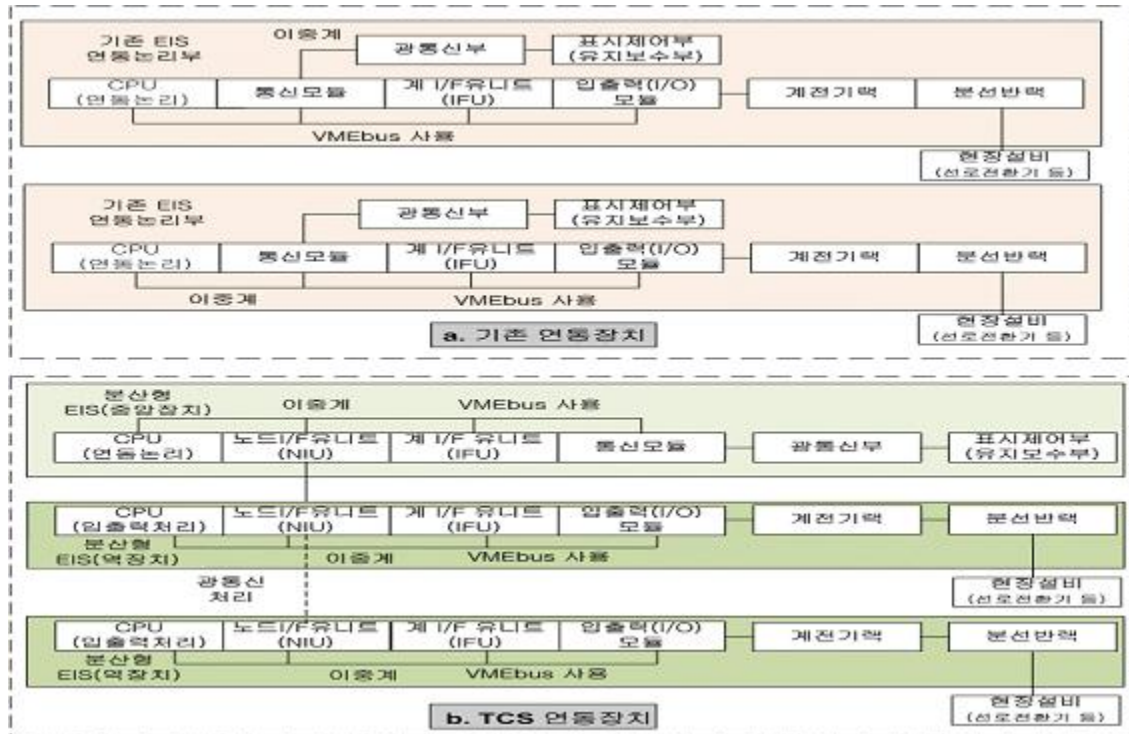


Fig. 3 The Differences between existing EIS and KRTCS EIS

2.4.2 ATP를 통한 열차 위치정보의 수신

가. 기존의 고정폐색방식(FBS: Fixed Block Section)에서는 궤도회로장치로 부터의 열차의 선로점유 정보를 연동장치의 입출력모듈(입력모듈)을 통하여 열차위치(선로점유 정보, 블록단위)를 입력받아 처리하였으나, KRTCS EIS에서는 그림(4)와 같이 ATP와의 인터페이스를 통하여 위치정보를 수신하여 처리하는 형태이다.

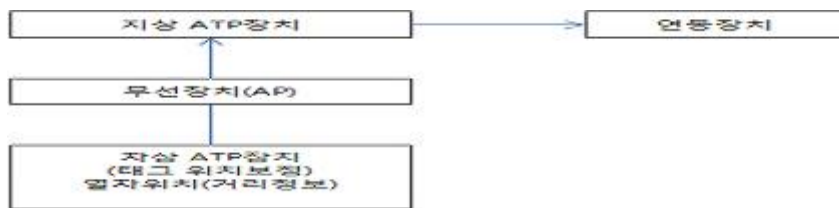


Fig. 4 Train location data transmission process

나. 논리 폐색구간을 사용한 열차 위치 정보처리 예시

전자연동장치(EIS)는 지상 ATP 장치로부터 TAG ID(태그 ID)와 TAG 기준의 열차위치방향(Q_TAG), 태그로부터의 거리(D_TAG), 열차 전두부 위치(Q_DIRTAG)를 받으면 이 데이터를 바탕으로 열차의 위치를 검지하고 연동논리에 사용을 한다.

Table 1 Data from On board ATP equipment

번호	구분	수신데이터	비고
1	TAG ID	3	TAG3
2	TAG 기준의 열차위치 방향(Q_TAG)	Reverse	일로→대불방향
3	TAG로 부터의 거리(D_TAG)	80m	
4	열차 전두부 위치(Q_DIRTAG)	Normal	대불→일로방향
5	열차길이	50m	



Fig. 5 Train location display using the onboard ATP data

3. 결론

금번에 개발되는 열차제어시스템의 KRTCS 용 전자연동장치는 기존전자연동장치 시스템을 가능한 그대로 사용하여 전자연동장치를 구현하는 것으로 하였다. 기존전자연동장치와 KRTCS 용 전자연동장치와의 가장 큰 차이점은 집중형 대신에 분산형 구조를 채택하였고(중앙장치와 역장치로 구분) 기존 궤도회로를 사용하는 방식대신에 지상 ATP 에서 열차위치 정보를 받아서 역구내에서는 LBS(Logical Block Section)방식으로 구성하였다. 또한 대불선에서 2013년 5월~7월부터 2개월간 도시철도시설 성능시험기준에 따라서 공인시험을 시행하여 시험결과 적합한 것으로 판정되었다. 개발된 전자연동장치는 열차의 위치정보를 ATP 장치로부터 수신을 하므로 ATP 장치 고장시 보조로 열차위치를 검지할 수 있는 차축계수기(Axle Counter)등 보조 장비와 연계한 전자연동장치에 대한 개발이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 한국철도표준규격 KRS SG0015 전자연동장치
- [2] 무선통신기반 열차제어시스템 성능평가 시험선 구축방안 논문 2011 춘계철도학회 논문
- [3] 무선통신기반 열차제어시스템 성능평가 대불선 시험용 열차제어시스템(ATS/EI) 구매설치 시스템 제작사양서
- [4] 무선통신기반 열차제어시스템 ATS/EI 개발사양서