

ETCS L3 안전성 확보를 위한 연동장치와 레일절손검지장치 간 인터페이스 방안

Interface Scheme between the Interlocking and DBRD to Secure the Safety of ETCS L3

황경환*, 이기서*[†], 홍정기*, 성동일**, 황정하*

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

초 록 본 연구의 내용은 국가 R&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. ETCS Level 3 는 기존의 궤도회로를 사용하지 않으므로 궤도회로를 이용한 레일절손검지를 대체할 수 있는 안전시스템이 필요하다. 본 논문에서는 ETCS L3 용으로 개발중인 DAS(Distributed Acoustic Sensing)기반 레일절손검지장치 (DBRD, DAS based Broken Rail Detector)가 EIS 로부터 진로 및 상태정보 등을 수신 받고 EIS 가 DBRD 로부터 레일절손 검지 정보를 수신 받아 보다 안전하게 열차진로를 제어하기 위한 인터페이스 방안을 분석하여 제시하였다

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

1. 서 론

무궤도회로 방식의 ETCS L3 열차제어 시스템을 개발하기 위해서는 열차위치 검지기술, 이동폐색 기반의 열차 진로제어기술 및 궤도회로가 부수적으로 담당하였던 레일절손 검지 기능이 궤도회로를 사용하지 않게 됨에 따라 이를 대체할 수 있는 기술 개발이 요구된다. 본 논문에서는 ETCS L3 를 구현하기 위해 열차진로제어의 중심기능을 하는 연동장치와 DAS(Distributed Acoustic Sensing)기반 레일절손 검지장치 (DBRD, DAS

based Broken Rail Detector)와의 정보교환을 통한 ETCS L3 안전성 확보방안을 제시한다.

2. 본 론

2.1 장치의 정의

ETCS L3 전자연동장치(EIS)는 역구내에서 열차의 운행과 차량의 입환작업을 안전하고 신속하게 수행하기 위하여 가상신호기, 선로전환기, 가상폐색, 엑셀카운터 등의 신호보안장치를 상호 연쇄하여 열차에 대한 진로취급과 신호설비 취급 시 오동작이나 부정동작을 방지하도록 구성한 장치이다.

DBRD 는 레일절손 여부를 판별하여 절손 된 위치와 절손 정보를 EIS 에 전송하는 장치이다. 이 장치는 DAS 기술을 사용하는데 DAS 는 광케이블에 특정 주파수를 주사하고 이를 수신하여 Scattering 정보를 분석함으로써

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

* 철도신호사업연구조합 연구원

** 한국철도시설공단 KR 연구원

광케이블 주위에서 발생한 진동정보를 시간별, 거리별로 분석하는 기술이다. DBRD 는 선로 변에 통신, 열차제어 등의 용도로 매설된 광케이블의 여분의 코어를 이용한다.

2.2 DBRD 구성 및 기능

DAS 는 광케이블의 특정 파형이 주위의 진동에 의해 왜곡되는 현상을 이용하여 진동 및 충격 정보를 추출하는 기술이며 선로 변에 이미 매설된 광케이블을 이용하면 되므로 설치 및 유지보수가 쉽다는 장점이 있다.

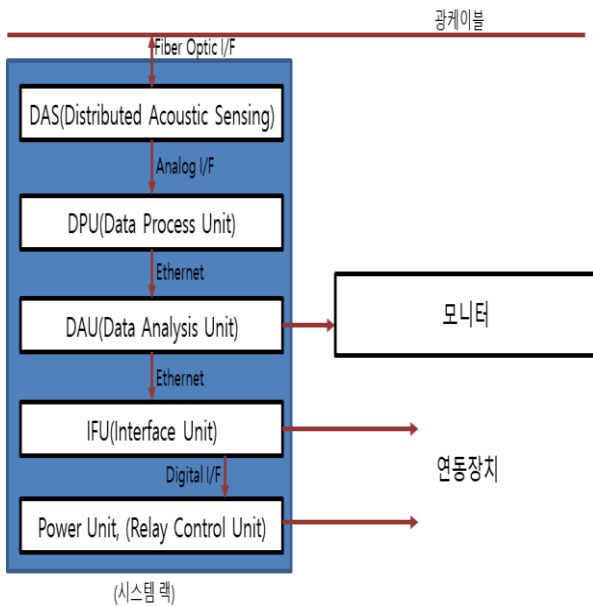


그림1. DBRD 구성도

- DAS: 광케이블에 신호를 보내고 스캐터링에 의하여 반사되는 신호를 수집하는 장치. 반사 신호의 크기는 케이블 주변의 소음 및 진동 크기에 비례한다.

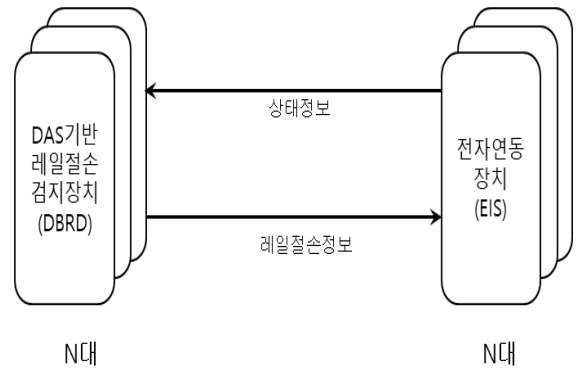
- DPU: DAS로부터 아날로그 신호를 받아 샘플링 및 디지털화 한 후 신호를 거리 및 시간에 따라 처리하고 압축하여 파일시스템으로 구현한다.

- DAU: DPU 의 데이터를 분석하여 해당 선로에 대한 절손 상태를 추정하고 감지한다.

- IFU: 레일절손 감지 결과를 열차제어시스템의 EIS 에 전달하기 위한 인터페이스 역할을 담당한다.

2.3 EIS와 DBRD 인터페이스 방안

신호기계실에 설치된 EIS 는 DBRD 와 연계된다. EIS 와 DBRD 간 인터페이스는 별도의 통신망을 사용하여 연계된다. DBRD 는 EIS 로 레일절손 관련 절손 된 위치정보와 절손 종류를 전송하며, EIS 로부터 진로, 가상폐색, 가상신호기, 선로전환기 정보 등의 상태정보를 수신하여 레일절손을 판별하는데 활용한다.



각 DBRD 에는 1 개의 광케이블 인터페이스와 2 개의 LAN 포트가 있다. 각각의 광케이블 인터페이스는 광케이블의 양단에 연결되어 각각 상행과 하행으로 선로를 따라 신호를 송수신하여 레일절손을 감지한다. (1 계: 상행, 2 계: 하행). DBRD 의 2 개 LAN 포트는 각각 해당 EIS 의 1 계 장치와 2 계 장치로 연결되어 중복구조를 구성한다.

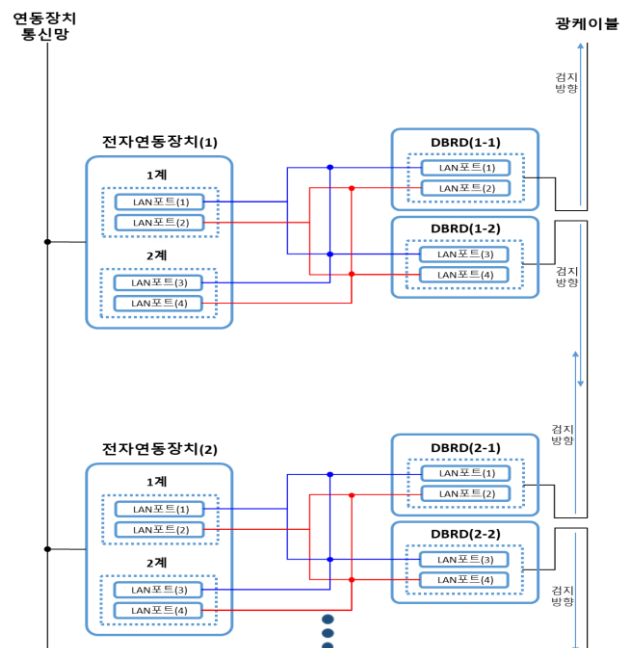


그림2. EIS ~ DBRD 인터페이스구성도

2.4 EIS ~ DBRD 전송 데이터

2.4.1 전송 프로토콜

EIS 는 DBRD 가 현장의 변화된 정보를 수용할 수 있도록 현장 신호설비 및 기기의 변화된 상태 정보가 발생하면(1 초, CTC 와 같은 주기) 전송한다. DBRD 는 EIS 에서 받은 정보와 광케이블로 수신된 데이터를 분석하여 레일절손 여부를 판별하고 이 결과를 1 초 단위로 주기적으로 전송한다. 절손으로 판별된 레일구간이 없을 경우에도 이를 1 초 단위로 주기적으로 전송한다.

[표1] EIS ~ DBRD 전송 프로토콜

STX	Data Length	Sequence No.	Station No.	Message Type	Data	CRC	ETX
1byte	2 byte	1 byte	2 byte	1 byte	N byte	4 byte	1 byte

2.4.2 EIS의 가상폐색(구내, 역간) 정보전송
EIS 가 DBRD 로 가상폐색의 비점유/점유 상태정보 및 레일절손 정보를 전송한다.

[표2] 가상폐색 점유상태 정보

비트	명칭	설 명
0	TK	1: 가상폐색 비점유상태 0: 가상폐색 점유상태
1	RLK	1: 진로설정, 0: 진로해정
2	TDB	1: 레일절손 발생함, 0: 레일절손 발생 안함
3-7	-	NA

2.4.3 DBRD의 레일절손 검지 정보 전송

DBRD 가 EIS 로 전송하는 레일절손 관련 정보에는 절손위치정보(Position of Broken Rail), 절손위치 가상폐색 ID 정보 및 절손 타입으로 패킷을 구성한다.

[표3] P_BROKENRAIL

명칭	Position of Broken Rail
설명	절손위치정보

변수길이	최소값	최대값	스케일
32 bit	0	4,294,967,294	1 m
할당된값	4294967295	Unknown	

[표4] VID_BROKENRAIL

명칭	Virtual Block ID of Broken Rail		
설명	절손위치 가상폐색 ID 정보		
변수길이	최소값	최대값	스케일
16 bit	0	65,534	ID
할당된값	65535	Unknown	

[표5] TP_BROKENRAIL

명칭	Type of Broken Rail		
설명	절손 타입		
변수길이	최소값	최대값	스케일/단위
8 bit			
할당된값	0	정상	
	1	절손의심/미세균열	
	2	Spare	
	3	Spare	
	4	Spare	
	5	Spare	
	6	Spare	
	7	절손	

2.5 EIS의 진로제어 및 안전성확보

EIS 에서는 DBRD 로부터 레일절손 위치정보(Position of Broken Rail), 절손위치 가상폐색 ID 정보 및 절손 타입 정보를 전송받아 레일절손이 발생한 가상폐색으로의 열차진로를 차단한다. 또한 DBRD 로부터 접수한 레일절손 정보를 RBC(무선폐색센터)로

전송하여 RBC 에서 안전한 열차제어 기능(레일절손 위치 및 타입에 따른 M/A 부여)을 수행하도록 정보를 제공하여 보다 향상된 ETCS L3 열차운행의 안전성을 확보할 수 있다.

3. 결론

ETCS L3 기반 EIS 는 기존 EIS 의 시스템 기본원리에 가상폐색(논리블록)을 적용하여 구현한다. ETCS L3 용으로 개발중인 DAS 기반 레일절손 검지장치(DBRD)가 EIS 로부터 진로 및 가상폐색 상태정보 등을 수신 받고 EIS 가 DBRD 로부터 레일절손 검지 정보를 수신 받아 보다 안전하게 열차진로를 제어할 수 있다

EIS 는 DBRD 로부터 레일절손 위치정보, 절손위치 가상폐색 ID 정보 및 절손 타입 정보를 전송받아 레일절손이 발생한 가상폐색으로의 열차진로를 차단한다. 또한 RBC 에서 안전한 열차제어기능(레일절손 위치 및 타입에 따른 M/A 부여)을 수행하도록 정보를 제공하여 향상된 ETCS L3 열차운행의 안전성을 확보할 수 있다.

다만 DAS 를 레일절손 검지기술로 활용하기 위해서는 광케이블에서 들어오는 대용량의 데이터를 수집하고 이를 선로 상황과 열차 운행 상황과 같이 고려하여 판단을 하여야 하므로 적절한 판단 알고리즘과 함께 상당기간의 데이터수집 과정이 필요하다

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 레도회로 기능 대체 기술개발’ 과제 연구개발계획서’(2018)
- [2] 한국철도표준규격: EIS(KRS SG 0015-17R)

- [3] ERTMS/ETCS(2014) System Requirements Specification (SUBSET 026-v340) Chapter 2
- [4] DBRD-EIS 인터페이스 사양서(2020) 철도신호사업연구조합
- [5] DAS 기반 레일절손검지장치의 인터페이스 구성방안 (2020) 김정태, 한국철도기술연구원
- [6] Simon Chadwick (Siemens) and Wouter Malfait (ERA)_CCRCC(2017) ERTMS/ETCS L3
- [7] Railtech (2017) ‘hybrid ERTMS Level 3’