

# 무선통신기반 열차제어시스템의 무선시스템 설계에 대한 검토(2)

## On the Design of Radio System for Communication Based Train Control System(2)

최규형\*  
Choi, Kyu-Hyoung

윤용기\*\*  
Yoon, Yong-Gi

---

### ABSTRACT

CBTC(Communication Based Train Control) System has many superior train control performances than conventional track-circuit-based train control system with higher train operation efficiency, and less installation and maintenance cost. It is expected that CBTC will replace the conventional train control systems in near future. As CBTC has different mechanisms from conventional track-circuit-based train control systems in identifying train positions, and communicating information between train and ground facility, we have to pay a careful attention to making the interface between CBTC equipments and other signalling devices. This paper provides the construction of the interface between CBTC equipment and other signalling equipments such as TTC(Total traffic Control) system, ATO, electronic interlocking devices.

---

### 1. 서 론

무선통신기반 열차제어시스템(CBTC시스템)에서는 열차위치 검지 및 열차제어정보 송수신에 있어, 종래의 열차제어에서 사용하던 궤도회로 대신에 무선통신을 사용한다. 즉, 궤도 선로들 따라 무선통신네트워크를 구축하고, 이를 이용하여 열차의 위치를 검출함과 동시에 열차제어에 필요한 선형열차들의 주행상황과 선로궤도정보등의 각종 데이터를 송수신하도록 하고 있다.

이와 같은 무선통신기반 열차제어시스템을 효과적으로 구축하기 위해서, 궤도시스템을 구성하는 차량 및 선로의 다른 제어장치장치들과 원활한 인터페이스를 확보하는 것이 무엇보다도 중요하다. 본 논문에서는 경량전철에 적용하기 위한 신호제어시스템을 개발하고 이를 시험선에 적용하여 실제로 자동 운전시스템을 구축하는 과정에서, CBTC 장치와 운행관리장치, ATO장치, 전자연동장치 등과 같은 다른 신호제어장치들과의 인터페이스를 확보하기 위하여 중점적으로 검토하였던 사항들을 제시하고 있다.

---

\* 한국철도기술연구원 수석연구원, 정회원

\*\* 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

## 2. CBTC 시스템 구성

철도시스템의 효율성 향상을 위하여 열차운전시각의 단축 및 운행관리의 개선이 요구되고 있으며, 기존의 궤도회로의 단점을 보완하기 위하여, 무선용 열차제어시스템(CBTC)에 대한 연구가 진행되고 있다. CBTC는 지상의 기점에 위치한 컴퓨터가 각 열차로부터 위치와 속도를 주기적으로 수집하고, 선행 열차와 속도제한 지점까지의 거리를 열차로 전송하고, 차상의 컴퓨터가 열차성능에 맞는 최적의 속도제어를 하는 것으로, 이러한 지상과 차상간의 데이터 전송에 무선통신을 사용하는 것이다. 또한, CBTC는 궤도회로에 의한 고정배색구간에 의존하지 않고 이동배색(Moving Block System)방식에 의한 열차제어를 구현하고 있다.

이동배색방식에 있어서 열차간의 간격은 궤도회로에 구성된 고정배색구간(Fixed-block Section)에 좌우되지 않으며, 각각의 열차는 정지 또는 주행중인 선행열차 및 분기점에서 신호로 구성된 정차지점을 비교하여 안전한 충돌방지를 위한 제동곡선을 계산해 낸다. 이 안전 정차거리는 열차전방의 고정 또는 이동 장애물과 열차사이의 간격보다 항상 짧게 되며, 열차 간격을 최소화함으로써 신호의 수용용량을 최대화 할 수 있다.

그림 1은 경량전철용으로 개발중인 CBTC 신호제어시스템에서, 시험선에 설치중인 각종 신호제어 및 통신시스템 구성도를 나타낸다. 또한 그림 2는 3개 역으로 구성된 시험선에서, 신호제어시스템을 구성하는 운행관리장치, ATO, 전자연동장치 및 CBTC 장치들 간의 인터페이스 개념도를 나타낸다.

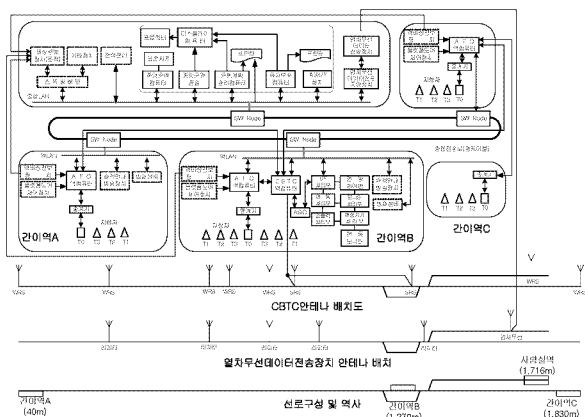


그림 1. CBTC 시스템 구성도

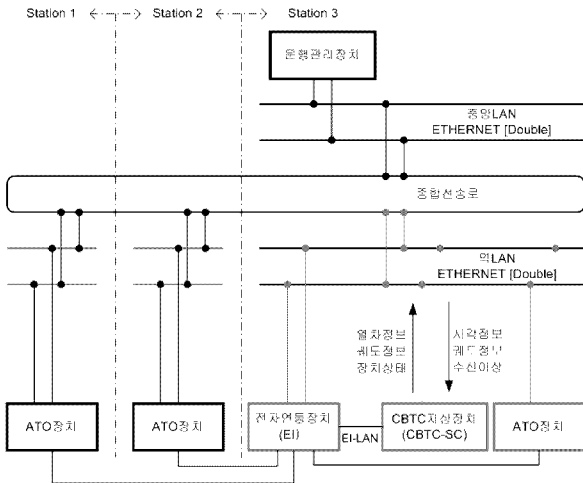


그림 2. 인터페이스 개념도

### 3. 신호제어시스템 인터페이스 구성

#### 3.1 CBTC장치 ↔ 운영관리장치 인터페이스

CBTC 지상장치로부터 운영관리장치에 송신되는 alert 정보는 다음과 같이 구분된다.

##### ① 열차운행 정보

열차운행 정보는, 표1에 보이는 것처럼, 열차운행에서 정상과 상이한 상황이 발생해서, 그 후의 열차운행에 대해서는 사람의 판단에 맡기는 상황을 통보하기 위한 정보이다.

##### ② 보수용 정보

보수용 정보는 CBTC 지상장치가 검지한 각종 장치들의 장애를 통지한다. 여기서 대상 장치는 CBTC 지상장치, CBTC 무선장치, CBTC 차상장치 등으로, 이러한 보수용 정보가 통지된 경우에는, 보수요원이 장애가 발생한 해당 장치의 모니터 기능으로부터 상세정보를 수집하여 대처하도록 한다. 보수용 정보는 대상 장치별로 표 2, 3과 같이 정의된다.

표 1. 열차운행 관련 정보

종 별	부속 정보	Alert 내용
위치 불확정 열차의 발생	편성번호	「편성번호」의 열차의 위치가 불확정되어 자동 운전이 불가능 열차정지후, 자동복구 또는 수동운전
비상정지 지령	편성번호	「편성번호」의 열차에 CBTC가 비상정지 지령을 보낸 것을 통보
위치 확정 Timeout	편성번호	초기 열차위치 결정처리과정에서, 정해진 시간내에 열차 위치 확정 불가능 정보

표 2. CBTC 지상장치 관련 정보

종 별	부속 정보	Alert 내용
CBTC 지상장치 동작상태 변화	동작상태	CBTC 지상장치 동작상태가 「동작상태」로 변경된 것을 통지
CBTC 지상장치 내부장애	-	CBTC 지상장치에 장애가 발생한 것 통지
CBTC 지상장치 외부 IF 장애	외부접속기기	CBTC 지상장치와 「외부접속기기」와의 통신에 장애 발생 통지

표 3. CBTC 차상장치 관련 정보

종 별	부속 정보	Alert 내용
열차분리 발생	편성번호	「편성번호」의 열차의 연결기가 분리된 것 통보
열차속도 표시 이상	편성번호	「편성번호」의 열차에서 보내온 열차속도가 일치하지 않음을 통보
CBTC 차상장치 장애	편성번호	「편성번호」의 열차의 CBTC 차상장치에 장애 발생

### 3.2 ATO장치 ↔ 운행관리장치 인터페이스

ATO장치와 운행관리장치와의 데이터는 표4에 보이는 것처럼, 전송방향에 따라 ATO 제어 정보, 차량정보, Alert 정보, Alive 정보로 구분된다.

#### ①차량정보

ATO장치로부터 운행관리장치에 대해 차상장치로부터의 정보를 통보하는 것으로서, 차량장치와 결합될 때에 일정주기로 송신된다.

#### ②ATO 제어정보

운행관리장치로부터 ATO 장치, 차상장치에 대한 제어정보를 통보한다. 이 정보는 역 도착 직전에 열차위치를 검지하여 통지되도록 한다.

#### ③시각 요구

시각 요구는 ATO 장치의 기동시에 송신된다.

#### ④시각 수리

시각 수리는 ATO 장치로부터 시각정보를 수신하고, 시각 조정이 정확하게 수행된 것을 운행관리장치에 통보하는 message이다.

⑤Alert 정보

Alert 정보는 ATO 장치가 장애를 검출한 경우에 송신된다. 단, 최초의 장애 검출 후 1초가 발생한 Alert는 하나의 message로 통합하여 송신된다.

⑥Alive 정보

Alive 정보는 ATO 장치가 정상적으로 동작하고 있다는 것을 일정 주기로 운행관리장치에 통보한다. 운행관리장치에서는 ALive 정보로 감시해서, 일정 시간 수신이 없는 경우에는 ATO 장치 고장으로 판정한다.

표 4. ATO장치 ↔ 운행관리장치 인터페이스전송 정보 구분

전송 방향	Message	acknowledge
ATO장치→운행관리장치	차량정보	-
	시각 요구	-
	시각 수리	-
	Alert 정보	-
	Alive 정보	-
운행관리장치→ATO장치	ATO 제어정보	-
	시각 요구	시각 수리

3.3 전자연동장치 ↔ 운행관리장치 인터페이스

전자연동장치와 운행관리장치와의 데이터는 표4에 보이는 것처럼, 전송방향에 따라 연동표시정보, 연동제어정보, Alert 정보로 구분된다.

표 4. 전자연동장치 ↔ 운행관리장치 인터페이스전송 정보 구분

전송 방향	Message	acknowledge
전자연동장치→운행관리장치	연동표시정보	-
	시각 요구	-
	시각 수리	-
	Alert 정보	-
	연동제어정보	-
운행관리장치→전자연동장치	연동제어정보	-
	시각 정보	시각 수리

①연동표시정보

연동표시정보에는 진로제어상태, 접근채경, 진로채경, 신호제어, 신호선환기 채경, Center/Loccal Mode, 장치 정상 등의 정보를 종합하여, 변화의 유무와 관계없이 일정 주기로 보내는 정보를 전송한다.

②연동제어정보

연동제어정보에는 진로제어, 진로위소제어, 진행성위제어, 진행성위위소제어, 신호선환기 단독 정위/만위/중립 제어 등의 정보를 종합하여, 변화의 유무와 관계없이 일정 주기로 보내는 정보를 전송한다.

③시각 요구

시각 요구는 전자연동장치의 기동시에 송신된다.

④시각 수리

시각 수리는 전자연동장치로부터 시각정보를 수신하고, 시각 조정이 정확하게 수행된 것을 운행관리장치에 통보하는 message이다.

⑤Alert 정보

Alert 정보는 전자연동장치가 장애를 감출한 경우에 송신된다. 단, 최초의 장애 감출 후 1초가 발생한 Alert는 하나의 message로 통합하여 송신된다.

#### 4. 결 론

CBTC를 중심으로 하여 무인자동운전을 위한 신호제어 시스템을 구현하는 과정에서, CBTC 장치와 ATO장치, 운행관리장치, 전자연동장치 등 신호제어시스템을 구성하는 다른 장치들간의 원활한 인터페이스를 확보하기 위하여 검토하여야 할 사항들을 도출하여 제시하였다. 신호제어시스템은 열차의 운행 및 정지를 책임지는 장치로서, 철도시스템의 각종 제어장치들 및 지상설비들과 유기적인 결합을 통하여 필요한 정보를 교환하여야 하기 때문에, 정확한 인터페이스 사양의 정의 및 그 구현이 무엇보다 중요하다고 할 수 있으며, 본논문에서 제시한 인터페이스 검토사항들은 CBTC를 기반으로 하는 철도신호제어시스템 개발에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참 고 문 헌

- 1 IEEE Std P1474.1, "Draft Standard for Communication Based Train Control(CBTC) Performance and Functional Requirements", 1999.
- 2 IEEE Std P1474.2/D2., "Draft Standard for User Interface Requirements in Communication Based Train Control(CBTC) Systems", 2000.
- 3 T. Sullivan, "Operators await TBTC standards", Railway Gazette International, pp.577-580, 1999.
- 4 J.K.Baker, "Advanced Automatic Train Control pioneered in San Fransisco", Railway Gazette International, pp.311-312, 2002.
- 5 윤용기, 백중현, 최규형, "경량전철의 무인자동운전을 위한 신호제어시스템 연구", 한국철도학회지, Vol.5, No.4, pp.10-15, 2002.12.
- 6 최규형, 윤용기, "'무선통신에 의한 이동체색 열차제어방식의 연동논리 구축에 관한 검토", 2003년도 대한전기학회 춘계학술대회 논문집 NTP 16, pp.418-419, 2003.4.,
- 7 최규형, 윤용기, "CBTC 이동체색 열차제어방식에서의 열차운행상황 표시방식에 대한 검토", 2003년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 NTP 8, pp.1321-1322, 2003.7.