

무선통신에 의한 이동폐색 열차제어방식의 연동논리 구축에 대한 검토

최규형* 윤용기
한국철도기술연구원

On the Construction of Interlocking Logic for Moving Block Train Control System based on Radio Communication

Choi, Kyu-Hyoung Yoon, Yong-ki
Korea Railroad Research Institute

Abstract - 종래의 궤도회로를 사용하지 않는 무선통신기반의 이동폐색방식 열차제어시스템에서는, 궤도회로에 의한 폐색구간을 기반으로 하는 종래의 연동제어논리를 더 이상 사용할 수 없게 된다. 이와 같이 궤도회로를 사용하지 않고 역구내에서의 진로제어를 수행하기 위한 연동논리를 구축하기 위하여, 역구내에서, 장내 및 불발과 분기기 구간 위치에서 가상 섹션을 두어서 열차의 진입 유무를 고정폐색방식으로 치환하고, 진로관리와 연쇄, 선로전환기 제어와 쇄정, 신호제어등의 연동논리를 구축하는 방안을 제시하였다.

1. 서 론

차세대 열차제어시스템으로서 최근 연구개발이 진행되고 무선통신 기반 열차제어(CBTC) : Communication-based Train Control) 시스템에서는 열차와 차량간의 무선통신을 통하여 열차위치를 검출하고, 선행열차와의 최적 제동거리를 산출하여 열차간격제어를 수행하는 이동폐색(Moving Block)방식의 열차제어기능을 구현하고 있다. 이와 같은 이동폐색방식을 기반으로 하는 신호제어시스템의 경우, 역구내에서의 열차진로 제어를 위한 연동시스템에도 변화가 불가피하다. 즉, 종래의 고정폐색 신호방식에서는, 선로를 폐색이라고 하는 고정된 구간들로 구분하고, 이 폐색구간 단위로 열차 위치를 검지하여 열차속도를 제어하고, 연동논리를 구축하여 진로제어를 수행하고 있는데, 이러한 고정 폐색구간을 설정하지 않는 이동폐색방식에서는 그에 적합한 연동논리가 필요하다.

본고에서는, 이와 같이 궤도회로를 사용하지 않고 역구내에서의 진로제어를 수행하기 위한 연동논리 구축방안에 대하여 검토하였다. 이를 위해, 역구내에서, 장내 및 불발과 분기기 구간 위치에서 가상 섹션을 두어서 열차의 진입 유무를 고정폐색방식으로 치환하고, 진로관리와 연쇄, 선로전환기 제어와 쇄정, 신호제어등의 연동논리를 구축하는 방안을 제시하였다.

2. CBTC 시스템

철도시스템의 효율성 향상을 위하여 열차운전시격의 단축 및 운행관리의 개선이 요구되고 있으며, 기존의 궤도회로의 단점을 보완하기 위하여, 무선을 이용한 열차제어시스템(CBTC)에 대한 연구가 진행되고 있다. CBTC는 지상의 거점에 위치한 컴퓨터가 각 열차로부터 위치와 속도를 주기적으로 수집하고, 선행 열차와 속도 제한 지점까지의 거리를 열차로 전송하고, 차상의 컴퓨터가 열차성능에 맞는 최적의 속도제어를 하는 것으로, 이러한 지상과 차상간의 데이터 전송에 무선통신을 사용하는 것이다[그림 1]. 또한, CBTC는 궤도회로에 의한 고정폐색구간에 의존하지 않고 이동폐색(Moving Block System)방식에 의한 열차제어를 구현하고 있다.

이동폐색방식에 있어서 열차간의 간격은 궤도회로에로

구성된 고정폐색구간(Fixed-block Section)에 좌우되지 않으며, 각각의 열차는 정지 또는 주행중인 선행열차 및 분기점에서의 신호로 구성된 정차지점을 비교하여 안전한 충돌방지를 위한 제동곡선을 계산해 낸다. 이 안전정차거리는 열차전방의 고정 또는 이동 장애물과 열차사이의 간격보다 항상 짧게 되며, 열차 간격을 최소화함으로써 선로의 수송용량을 최대화 할 수 있다.

한편 열차진로제어 측면에서 보면, CBTC시스템에서는 열차위치 검출에 더 이상 궤도회로에 의한 고정폐색구간을 사용하지 않기 때문에, 연동제어에 있어서도 별도의 검토가 필요하게 된다. 다음 절에서는 이동폐색 열차제어시스템에서의 연동논리 구성을 위한 접근방법에 대하여 검토한다.

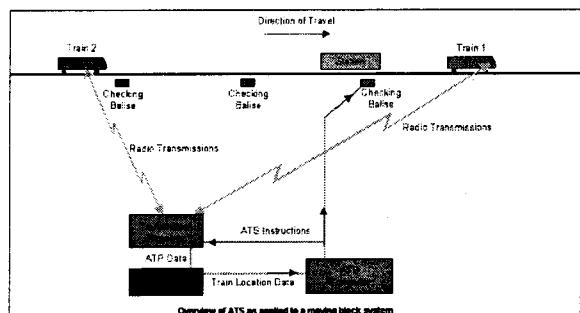


그림 1. CBTC 시스템 구성

3. CBTC에서의 연동논리

3.1 연동 기능

선로상에서도 특히 역구간에서는 열차의 교행/대피, 열차 입환등을 위한 복잡한 선로로 구성되어 있고, 이에 따라 많은 선로를 분기/집합하고, 열차의 출발/도착/입환을 위하여 선로전환기 및 신호기의 빈번한 취급이 필요하다. 이에 따라 역구간에서는 궤도회로 및 장내신호기와 출발신호기를 포함하여 진로를 제어하기 위한 선로전환기등 다양한 신호설비들이 설치되어 있고, 신호취급자의 부담 증대 및 인위적 오류 발생 가능성이 높은 곳이다.

열차 안전운행을 위한 기본조건으로서, 열차의 진로가 완전히 구성되어 있어야 하고, 진로상에는 열차/차량이 없어야 하며, 진로를 방해하려는 열차의 운전가능성이 없어야 하는데, 이와 같이 정거장 구내에서의 열차의 운행과 차량의 입환을 안전/신속하게 하기 위하여 신호기, 선로전환기등의 상호간을 전기/기계적으로 연관시켜 동작시키는 장치를 연동장치라고 하며, 인위적으로 신호기/선로전환기를 잘못 취급하더라도, 일정한 순서에 의해 서만 동작하고 잘못 취급시는 쇄정을 하여 동작하지 않도록 하는 기능을 수행한다.

이와 같은 연동논리는 연동도표로 작성하는데, 역구내

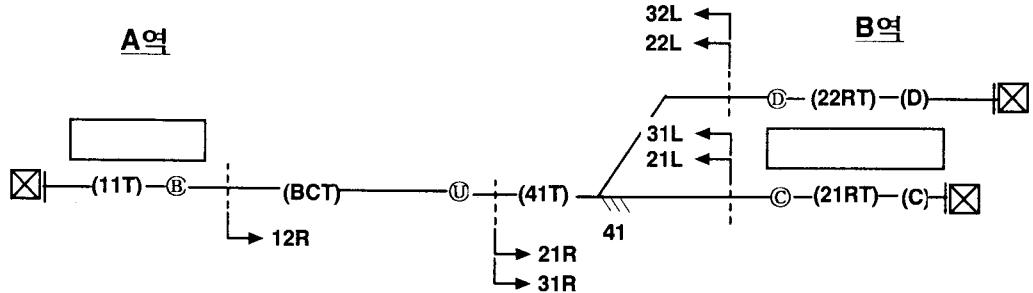


그림 2. 연동도

표 1. 연동표

명칭	번호	쇄정	신호제어 또는 철사쇄정	진로쇄정	보류쇄정
A역					
출발진로	A역-B역	12R	① 21LB 22LB 31LU 32LU 11LA	BD	(BCT 41T) ((30초))
B역					
장내진로	A역-(C)	21R	② 41 21LB 31LU 31RC	41T	BD (41T) ((60초))
	A역-(D)		③ 41 22LB 32LU 31RD	41T	BD (41T) ((60초))
출발진로	(C)-A역	21L	④ 41 1RB 12RU 21RC 31RC 31LU	41T	BD (41T)(BCT) ((30초))
	D-A역	22L	⑤ 41 1RB 12RU 21RC 31RD 32LU	41T	BD (41T)(BCT) ((30초))
입환진로	BCT-(C)	31R	⑥ 41 21LB 31LU 21RC	41T	BD (41T) ((30초))
	BCT-(D)		⑦ 41 22LB 32LU 21RD	41T	BD (41T) ((30초))
입환진로	(C)-BCT	31L	⑧ 41 12RU 21RC 31RC 21LB	41T	BD (41T) ((30초))
	(D)-BCT	32L	⑨ 41 12RU 21RD 31RD 22LB	41T	BD (41T) ((30초))
선로전환기		41		41T	

의 신호기, 표지, 선로전환기등의 신호보안설비에 대하여 그 설비내용 및 이들을 유기적으로 연관시키는 연동 장치의 구성이나 쇄정관계 등을 규정된 부호와 기재방식에 따라 한장의 도표로 정리한 것으로, 신호보안장치 설계, 연동장치 취급/구내작업, 연동장치 공사 및 보수등에 활용된다.

3.2 이동폐색에서의 연동논리

이동폐색에서의 연동논리를 구현을 위한 간이 모델 선로써, 그림 2에 보이는 연동도처럼 간단한 선로를 대상으로 검토한다. 대상선로는, 두 개의 역으로 구성되어 있으며, B역에서는 축선이 병설되어 있고 진로제어를 할 수 있다.

열차들의 위치는 열차에서 자체적으로 검출하여 전송하는 것으로 되어 있으므로, 일반 선로 구간은 구분할 필요 없이 하나의 구간으로 간주한다. 그러나, 분기기 구간에서는 열차가 분기기를 통과했는지 여부를 정확하게 검출할 필요가 있기 때문에, 분기기 전후에 무전원형의 트랜스폰더를 설치하여 열차 진입 여부를 검출하여 위치를 보정하도록 한다. 이에 따라, 분기기 구간은 일반 선로구간과 분리하여 설정하도록 하고, 역에서의 플랫폼 구간도 별도로 설정하여, 역간 선로는 길이에 관계없이 하나의 구간으로 설정한다.

진로 설정에 있어서, 이동폐색방식에서는 더 이상 신호기가 설치되지 않으나, 가상의 신호기를 두어 진로구성을 설정하도록 한다.

또한, 신호제어는 분기기만 대상으로 하고, 이동폐색제어에 맙기는 것으로 한다.

이상과 같이 검토되어 작성된 연동표를 표 1.에 보인다. 표 1에서 “BD“는 제동거리를 나타낸다.

4. 결 론

CBTC에 의한 이동폐색방식의 열차제어시스템에서 효과적인 연동장치 구축을 위한 연동논리에 대하여 검토하였다. 기존의 궤도회로에 의한 고정폐색방식에서의 연동장치와 차이점으로서는, 분기기 전입 전후를 정밀하게 검출하기 위하여 분기기 전후에 트랜스폰더를 설치하고 분기기 구간을 별도로 설정하여야 한다는 점과, 신호제어에서 폐색구간 리스트 대신에 이동폐색제어를 위한 제동거리를 설정하는 점등이다. 향후 이동폐색에의 연동시스템을 시험선에 설치하여 검증을 수행할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEEE P1474.1, "Draft Standard for Communication Based Train Control(CBTC) Performance and Functional Requirements", 1999.
- [2] IEEE P1474.2/D2., "Draft Standard for User Interface Requirements in Communication Based Train Control(CBTC) Systems", 2000.
- [3] 일본철도전기기술협회, "이동폐색시스템에 의한 수송력 증강책의 적용성에 관한 조사, 검토 보고서", 1994.3.