

CBTC 이동폐색 열차제어방식에서의 열차운행상황 표시 방식에 대한 검토

최규형* 윤용기
한국철도기술연구원

On the Method of Train Operation Situations Display based on CBTC Moving Block Train Control System

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

Abstract - 무선통신기반의 이동폐색방식 열차제어시스템에서는, 열차위치를 폐색구간 단위로 검지하지 않고 실제 위치를 점단위로 검지하는 방식을 취하기 때문에, 종래와 같이 궤도회로에 의한 폐색구간 단위로 열차위치를 표시할 수 없게 된다. 이와 같이 궤도회로를 사용하지 않는 이동폐색방식 열차제어시스템에서 현시전개도를 통하여 열차운행상황을 나타내는 방안을 제시하였다.

한 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, 열차운행위치를 표시하는데 있어서도 별도의 검토가 필요하게 된다. 다음 절에서는 이동폐색 열차제어시스템에서의 열차위치 표시에 대한 접근방법에 대하여 검토한다.

1. 서 론

최근 연구개발이 진행되고 있는 무선통신 기반 열차제어시스템(CBTC : Communication-based Train Control)에서는 열차와 차량간의 무선통신을 통하여 열차위치를 검출하고, 선형 열차와의 최적 제동거리를 산출하여 열차간격제어를 수행하는 이동폐색방식(Moving Block)의 열차제어기능을 구현하고 있다. 이와 같은 이동폐색방식의 신호제어시스템의 경우, 선로상에서의 열차 위치를 정확하게 검지하기 때문에, 폐색구간 단위로 열차위치를 검지하고 이를 표시하는 종래의 표시반에도 변화가 불가피하다. 즉, 종래의 고정폐색 신호방식에서는, 선로를 폐색이라고 하는 고정된 구간들로 구분하고, 궤도회로를 이용하여 폐색구간 단위로 열차 위치를 검지하고, 이러한 열차의 궤도회로 점유정보를 이용하여, 사령실등에 설치된 열차운행상황 표시반에 열차운행위치를 표시하고 있는데, 이러한 고정 폐색구간을 설정하지 않는 이동폐색방식에서는 그에 적합한 표시 방식이 필요하게 된다.

본고에서는, 이와 같이 궤도회로를 사용하지 않는 이동폐색방식 열차제어시스템에서 열차운행상황을 표시하기 위한 방안으로, 열차위치 변화에 따른 제동거리 및 속도제어 변동상황등을 종합하여 현시전개도를 작성하는 방안에 대하여 검토하였다.

2. CBTC 시스템

철도시스템의 효율성 향상을 위하여 열차운전시각의 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, 선형 열차와 속도제한 지점까지의 거리를 열차로 전송하고, 차량의 컴퓨터가 열차성능에 맞는 최적의 속도제어를 하는 것으로, 이러한 지상과 차량간의 데이터 전송에 무선통신을 사용하는 것이다. 또한, CBTC는 궤도회로에 의한 고정폐색구간에 의존하지 않고 이동폐색(Moving Block System) 방식에 의한 열차제어를 구현하고 있다.

이동폐색방식에 있어서 열차간의 간격은 궤도회로에 구성된 고정폐색구간(Fixed-block Section)에 좌우되지 않으며, 각각의 열차는 정지 또는 주행중인 선형열차 및 분기점에서의 신호로 구성된 정차지점을 비교하여 안전

3. 열차운행상황 표시

고정폐색에 있어서는 먼저 결정된 폐구간에 고유의 속도신호를 부여한다라는 방식을 사용하고 있기 때문에 표의 형에서 열차위치와 그 후방의 각 고유구간에 부여하는 신호현시와의 관계를 쉽게 표현할 수 있었다. 이 열차위치와 현시의 관계표를 현시전개도라고 한다.

CBTC의 경우 이동폐색을 사용하고 있기 때문에 고정폐색과 같은 한 열차가 독점하는 고유의 구간 개념이 기본적으로 없어, 그 때문에 열차의 이동에 따라서 후방의 신호현시도 이동해 간다. 이상적으로는 선형열차와 속행열차가 도로 교통에서와 같이 tail to nose에서 주행할 수 있지만 현재의 이동폐색에 대한 개념은 탈선 등의 불의의 사태에서 선형열차가 돌연정지 하는 것을 고려해 속행열차는 정지할 수 있을 때까지 간격을 벌려 주행하도록 결정되어 있다. 또 이동폐색의 이점을 최대한 발휘시키기 위해 정지할 수 있을 때까지의 최고속도를 항상 부여하는 것이 가능한 패턴 브레이크를 사용하고 있다.

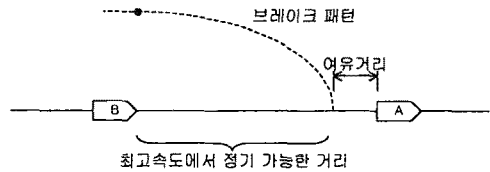


그림 1 패턴 브레이크

여기서, 브레이크 패턴은 열차의 이동에 따라 연속적으로 이동하기 위해 이것을 하나하나 표현하지 않고 패턴의 변화하는 점을 경계로서 경계마다에 열차를 이동하는 형태의 현시전개도로 표현한다. 패턴이 변화하는 것은 아래와 같은 지점에서 이 지점에서의 패턴의 길이, 높이, 형태, 열차이동에 따른 연속성등이 변한다.

- 1) 구배변화점
- 2) 속도제한구간
- 3) 역의 양단
- 4) 역구내(가상궤도 경계, 진로, 분기기)
- 5) 선로단말

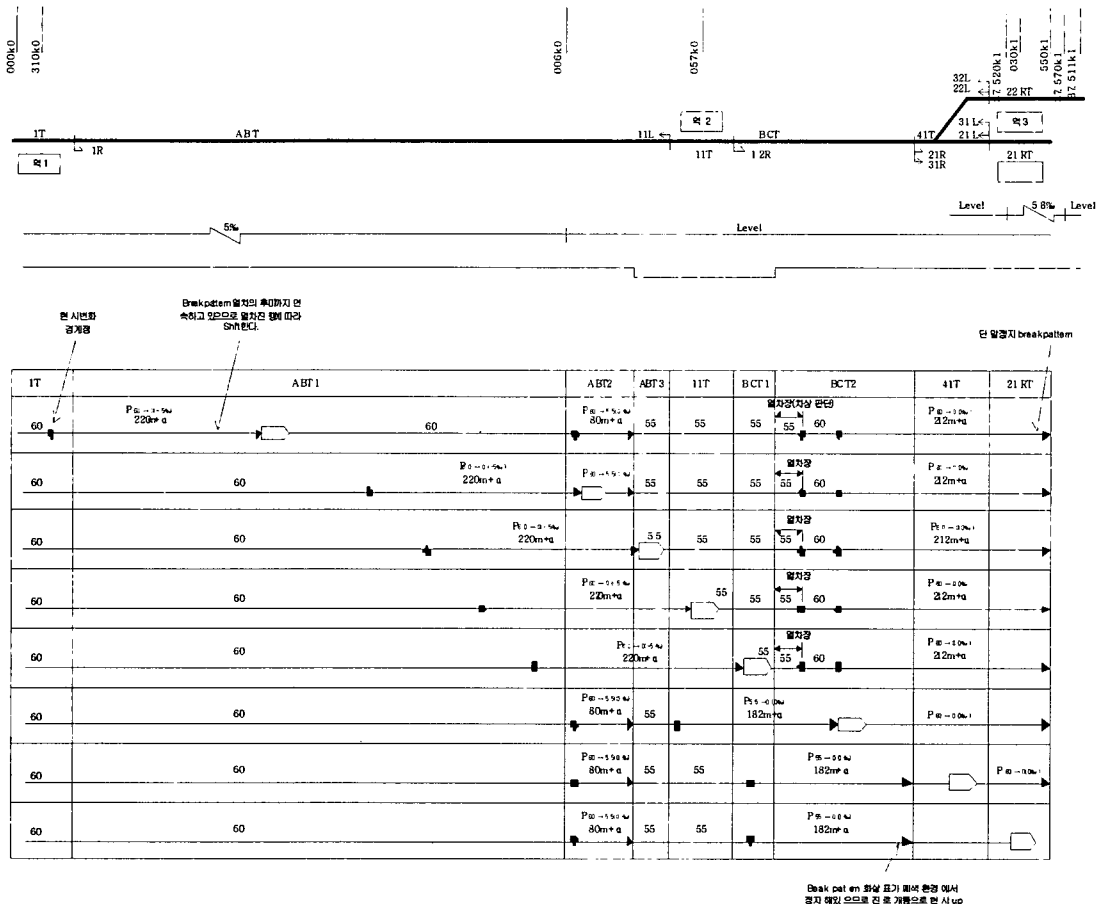


그림 2. 현시전개도

이것들의 경계 사이의 각 구간에 열차가 있는 경우의 열차후방 브레이크 패턴, 속도제한감속 패턴, 속도제한 해제현시 UP, 비개통 진로수전(手前)에 정지 패턴, 단말 정지 패턴 및 브레이크 패턴이 발생하고 있지 않은 상태에서 최대속도를 표현한다. 열차 후방 브레이크 패턴에 대해서는 열차의 이동과 함께 패턴이 이동해 간다고 이해한다.

이 방법에서 표현한 본선의 현시전개도의 예를 그림 2에 나타낸다. 운전패턴의 예를 보면 최대속도의 변화를 그래프적으로 읽어 내는 것이 가능 하지만 현시전개도로 표현하는데 있어 작도가 어렵고 스페이스가 부족하다는 어려움이 있다. 그림 2의 현시전개도의 예에 있어서는 패턴 부분을 화살표로 표현, 속도V1에서 V2의 브레이크 패턴을 PV1→V2, 패턴의 구간길이를 00m에서 표현, 패턴이 발생하고 있지 않은 부분은 그 구간의 제한 최고속도를 수치로 기록하고 있다. 속도의 변화점이나 패턴의 발생점을 검은 원으로 표현하고 있다. 본 이동폐색에 있어서는 정지위치까지의 패턴 표현을 화살표와 속도 및 구간길이를 표현했다. 또한, 다음과 같은 전제하에서 수치를 산정하였다.

- 1) 감속도 : 상용제동3.5km/h/s
- 2) 공주시간 : 3 초
- 3) 구배에서의 감속도 : 3.5+ (±구배/31)
- 4) 최고속도 : 60km/h
- 5) 열차길이 : 18m

- 6) 역2 부근의 곡선속도제한 : 55km/h로 가정
- 7) 제동거리의 여유 : 계산치+ 10%

4. 결론

CBTC에 의한 이동폐색방식의 열차제어시스템에서 열차운행상황을 효과적으로 나타내기 위한 방안으로 현시전개도를 작성하는 방안에 대하여 검토하였다. 기존의 레드회로에 의한 고정폐색방식과의 차이점으로서, 열차위치의 연속적인 감지에 따라 열차가 이동하는 형태로 표시하여야 하는 점이다. 제안 시스템은 향후 시험선에 시험을 통하여 검증을 수행할 계획이다.

[참고 문헌]

- [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.
- [4] 최규형, 윤용기, "무선통신에 의한 이동폐색 열차제어방식의 연동논리 구축에 대한 검토", 대한전기학회 B부문 춘계 학술대회 논문집, 2003. 5.