

GPS 및 무선통신을 이용한 철도신호설비 기능향상

(Improvement of the Railroad Signalling Equipment using GPS and Wireless Telecommunication)

최규형* · 최대섭*

(Kyu-Hyoung Choi · Dae-Seob Choi)

Abstract

This paper gives a basic data of improving the performance of railroad signalling equipment by adopting GPS and wireless telecommunication technologies. These approach enable the moving block control of train, which can optimize train operation by reducing the distance between trains and maximize the railroad capacity. These method of detecting train position and controlling train movement can also improve the train route control at stations.

1. 서 론

차세대 열차제어시스템으로서 최근 연구개발이 진행되고 있는 무선통신 기반 열차제어(CBTC : Communication-based Train Control)시스템에서는 열차와 차량간의 무선통신을 통하여 열차들의 속도 및 진로를 제어한다.

이와 같은 CBTC 시스템에서는 무선통신 및 GPS등을 이용하여 열차위치를 정확하게 검출하고, 선행열차와의 최적 제동거리를 산출하여 열차간격제어를 수행하는 이른바 이동폐색(Moving Block)방식의 열차제어기능을 구현함으로써, 열차제어를 최적화하고 선로의 수송용량을 최대화 하고 있다. 또한, 이와 같은 이동폐색방식을 기반으로 하는 신호제어시스템의 경우, 역구내에서의 열차진로 제어를 위한 연동제어시스템에도 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 보다 효율적인 진로제어가 가능하게 된다.

2. 본 론

2.1. 무선통신을 이용한 철도신호설비

철도시스템의 효율성 향상을 위하여 열차운전시각의 단축 및 운행관리의 개선이 요구되고 있으며,

기존의 궤도회로의 단점을 보완하기 위하여, 무선 통신을 이용한 열차제어시스템(CBTC)에 대한 연구가 진행되고 있다. CBTC는 지상의 거점에 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[그림 1].

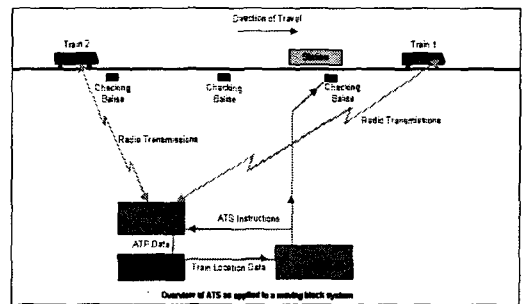


그림 1. 무선통신 기반 신호제어 시스템 구성

Fig. 1. Configuration of CBTC system

2.2. 열차간격 제어 성능 향상

CBTC는 궤도회로에 의한 고정폐색구간에 의존하지 않고 이동폐색(Moving Block System)방식에 의한 열차제어를 구현하고 있다. CBTC는 지상의 거점에 위치한 컴퓨터가 각 열차로부터 위치와 속도를 주기적으로 수집하고, 선행 열차와 속도제

한 지점까지의 거리를 열차로 전송하고, 차상의 컴퓨터가 열차 성능에 맞는 최적의 속도제어를 하는 것으로, 이러한 차상과 차상간의 데이터 전송에 무선통신을 사용하는 것이다.

이동폐색방식에 있어서 열차간의 간격은 궤도 회로에 의해 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[그림 2]. 이 안전 정차거리는 열차전방의 고정 또는 이동 장애물과 열차사이의 간격보다 항상 짧게 되며, 열차 간격을 최소화함으로써 선로의 수송용량을 최대화 할 수 있다.

그림 3은 이와 같은 이동폐색방식의 열차제어시스템으로 운영되는 열차들의 주행상황을 전개도로 나타낸 것으로, 열차 간격을 최소화하는 방향으로 열차 제어가

이루어 지는 것을 알 수 있다.

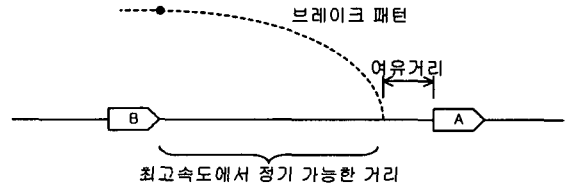


그림 2 제동 패턴 곡선
Fig. 2. Braking pattern curve

즉, 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 선행열차와 속행열차가 도로 교통에서와 같이 tail to nose에서 주행할 수 있지만 현

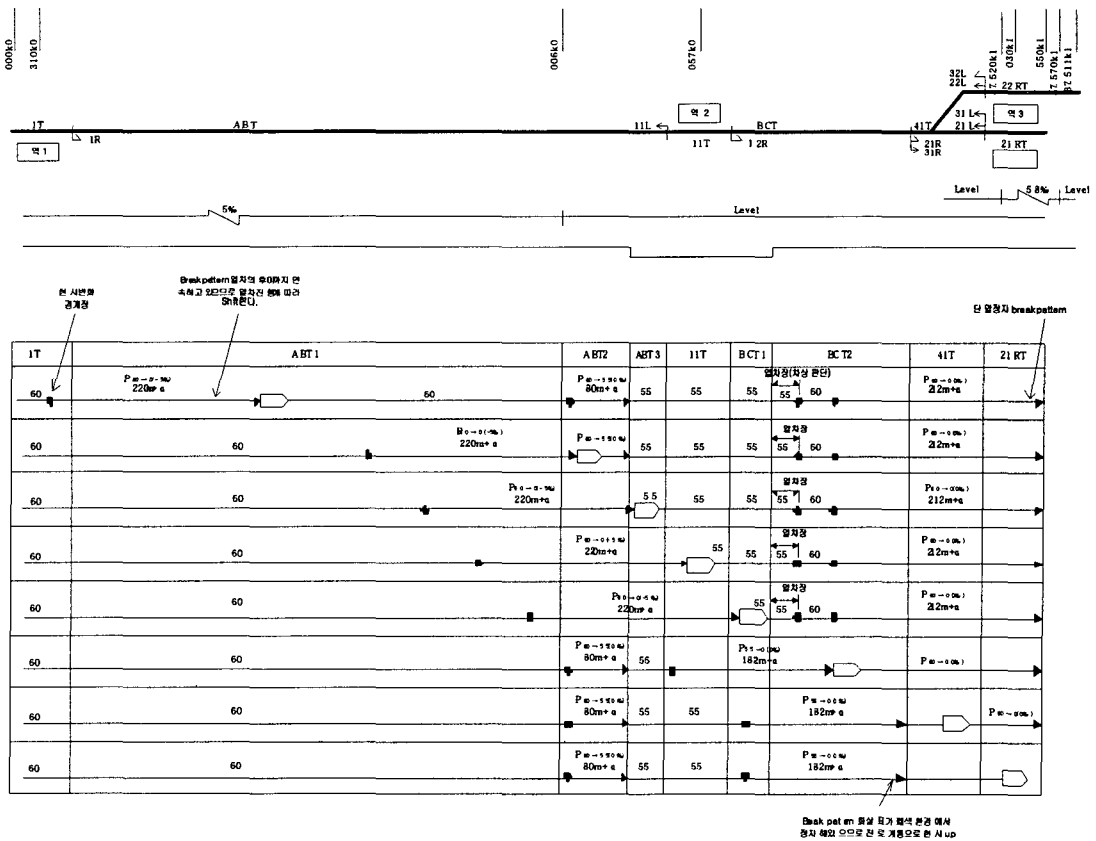


그림 3. 열차 간격제어 현시전개도
Fig. 3. Diagram of train movement control

재의 이동폐색에 대한 개념은 탈선 등의 불의의 상태에서 선행열차가 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.

2.3. 열차 진로제어 성능 향상

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 레도회로 및 장내신호기와 출발신호기를 포함하여 진로를 제어하기 위한 선로전환기등 다양한 신호설비들이 설치되어 있고, 신호취급자의 부담 증대 및 인위적 오류 발생 가능성이 높은 곳이다.

이동폐색에서의 연동논리 구현을 위한 간이 모델 선로로써, 그림 4에 보이는 연동도처럼 간단한 선로를 대상으로 검토한다. 대상선로는, 두 개의 역으로 구성되어 있으며, B역에서는 측선이 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 설정하되, 역간 선로는 길이에 관계없이 하나의 구간으로 설정한다.

진로 설정에 있어서, 이동폐색방식에서는 선로변에 진로를 지시하는 신호기를 설치할 필요가 없으나, 진로제어 로직 구성상 가상의 신호기를 두어 진로구성을 설정하도록 한다. 또한, 신호제어는 분기기만 대상으로 하고, 열차 제어는 이동폐색제어 방식에 맡김으로써, 복잡한 역구간에서의 열차운행 효율을 향상시킬 수 있다.

3. 결 론

철도신호설비에 무선통신기술을 적용하는 CBTC 방식을 도입함으로써, 열차 위치 검출의 정확성 및 열차-지상간 통신 성능을 개선시켜, 열차 간격제어 및 열차 진로제어 성능을 향상시킬 수 있다는 것을 보였다. 향후의 철도신호제어시스템은 CBTC 방식을 표준으로 발전되어 갈 것으로 판단되며, 이에 따라 관련 연구를 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 적응성에 관한 조사, 검토 보고서", 1994.3.
- (4) 최규형, 윤용기, "무선통신에 의한 이동폐색 열차제어방식의 연동논리 구축에 대한 검토", 대한전기학회 B부문 춘계 학술대회 논문집, 2003. 5.

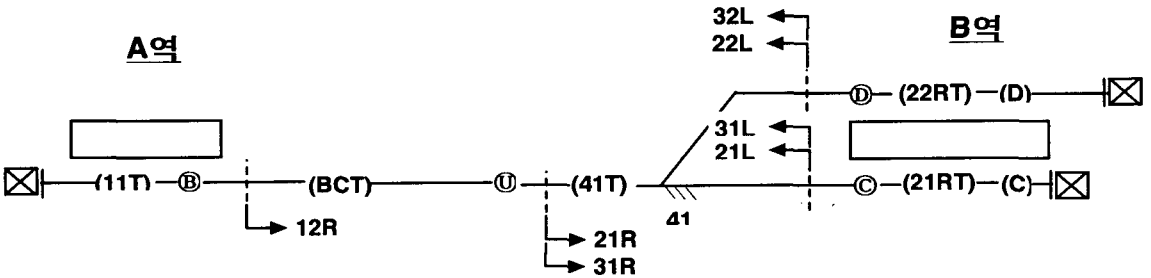


그림 4. 연동도
Fig. 4. Interlocking Diagram