

고무차륜 AGT 시스템의 이동폐색 검증

정락교, 정상기, 조홍식, 윤용기
한국철도기술연구원

Verification of Moving Block for Rubber-Tired AGT System

Rag-Gyo, Jeong, Sang-Gi, Chung, Hong-Sik, Cho, Yong-Ki, Yoon

Abstract - 현재 철도 신호시스템 추세는 이동폐색 및 무인운전, 안전에 주안점을 두어 연구개발 되고 있다. 본 논문에서는 철도환경에 적합하고 경제성이 고려된 무선에 의한 새로운 열차검지기법인 토대로 이동폐색을 구현 및 평가하기 위하여 적합한 방법에 대하여 기술하고자 한다. 시험선에서 1편성의 열차 조건으로 이동폐색을 검증하기 위하여 선두열차를 모형열차(Dummy Train)로 시스템을 구성하여 정적인 상태에서 평가를 통해 검증하였다.

1. 서 론

경량전철은 차량, 기계부품, 전기, 전자 및 제어, 정보통신, 재료, 토목 등의 종합적인 기술이 연계되어 있을 뿐만 아니라 무인운전을 전제로 한 시스템이므로 관련된 부품 및 시스템 개발에 있어서 하부시스템의 구성 및 제작, 시험평가에 이르기까지 일련의 체계에 따른 개발이 요구된다. 또한 고정된 선로 상에서 차량을 운행할 때 있어 운행규칙을 철저히 지켜 차량의 안전 및 승객안전을 도모하는 것은 대단히 중요하다. 이러한 임무를 수행하는 신호제어시스템은 열차의 운행을 감시하면서 진로를 자동으로 설정하여 제어하는 열차운행제어 관리장치, 열차의 위치를 검지하여 열차의 충돌, 추돌 및 탈선 등을 방지하고 열차의 안전운행을 보장하는 자동열차제어 장치 및 이를 연결하는 통신장치로 구성된다.

컴퓨터, 정보통신, 제어 등의 요소기술로 이루어지는 신호제어시스템을 구현하기 위해서는 시스템 엔지니어링 기술과, 각 요소기술, 신뢰성 기술을 확보하여 하지만 국내의 개발환경이 취약함에 따라 이에 대한 연구가 활발히 이루어지지 못하고 부분적으로 수행되어 왔다.

또한 신호제어시스템을 구현하기 위해서는 차량시스템, 선로구축물, 전력공급시스템과의 원활한 인터페이스를 구축하여야 하지만 국내 신호제어시스템기술이 부족하여 지하철을 설계, 건설, 설치 및 시험을 하는 단계마다 많은 문제점을 표출하고 있다. 특히 표준화된 신호제어시스템의 개념, 기능, 구성, 및 설계를 정립하지 못한 결과 국내에는 다양한 해외 신호제어시스템이 도입되었다. 이에 따라 신호제어시스템에 대한 사양 및 시험기준에 대한 내용이 표준화가 되어 있지않아 운영기관 및 신호업체에 많은 어려움을 주고 있는 실정이다. 운영기

관의 경우 여러 종류의 신호제어시스템에 대한 유지·관리체계를 구축하기 위해서는 인력 및 비용의 손실이 많아진다. 신호업체의 경우 도입되는 신호제어시스템의 사양이 다양하기 때문에 개발하고자 하는 분야를 선정하는 것이 어렵기 때문에 철도신호제어시스템의 요소기술을 축적하는데 많은 장애를 주고 있다. 이를 극복하기 위한 방안으로 무선을 기반으로 한 열차제어시스템(Communication Based on Train Control System)을 개발목표로 하여 추진하고 있다. 이러한 기술적인 문제점을 해결하기 위해서 무인자동운전체계, 차상과 지상간의 신호 송수신체계 및 열차검지방법 등에 대한 개념, 사양 및 설계에 대한 기준을 정립하여 핵심기술 및 요소기술 등의 연구개발에 대한 기반을 확보하고, 시스템의 개발과 구축기술 및 이를 통합, 연계시키는 시스템엔지니어링 및 인터페이스 기술을 개발하여야 한다. 또한 시험선 구축 및 신호제어시스템에 대한 시험·검증체계를 정립하여 신뢰성과 안전성을 확보한 경량전철시스템을 구축할 수 있도록 하여야 한다.

이들 요소들 중에서도 열차 위치 검증이 절대적으로 중요하기에 검증 시험기법을 검토하고 방안을 마련하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시스템 요구사항

신호제어시스템을 운영측면에서 보았을 때 필요한 안전성, 신뢰성 및 효율성을 충족할 수 있는 요구사항을 도출하였다. ① 궤도회로와 상관없이 고정도의 열차 위치를 결정한다. ② 연속적이며, 양방향성 차상-지상간 무선 데이터 통신을 수행한다. ③ 차상 및 지상 장치에는 바이탈 기능이 있다.

이를 바탕으로 시스템 기본사양을 각 하부 시스템인 ATP(Automatic Train Control Protection), ATO(Automatic Train Operation), ATS(Automatic Train Supervision)로 구분하여 기능을 설정하였으며, TOA(Time of Arrival)는 전파 통신을 기초로 한 방법으로 차량에 부착되어 있는 이동국과 지상에 고정되어 있는 지상국간 통신을 통해 차량의 위치를 검지하고 그 정보를 계산하여 사용하는 방법으로서 그림 1, 2에서 검지 및 결정하는 방법을 나타내었다.

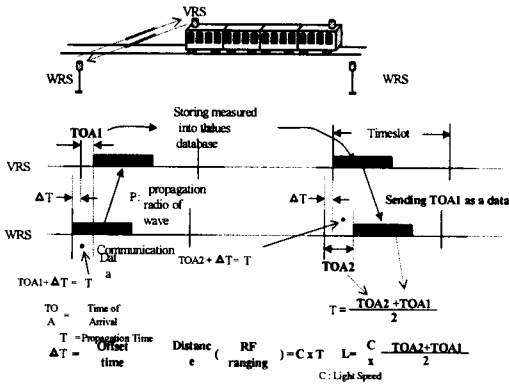


그림 1. TOA에 의한 열차 위치검지 개념도

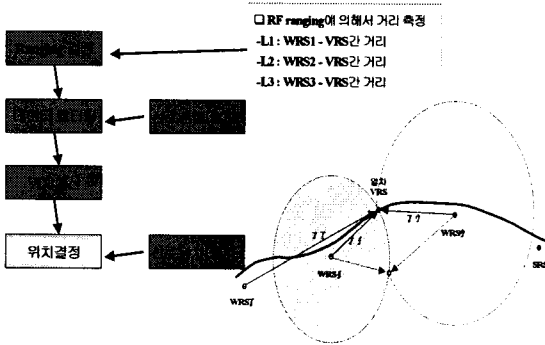


그림 2. TOA에 의한 열차 위치 결정도

표 1에서는 CBTC 열차제어시스템의 주요성능사항을 나타내고 있으며, 본 사양에 의거하여 시험방안을 수립하고 상호 연계성을 시험을 통해 알아보아야 한다. 개발시스템의 검증절차에 따라 시험선에 설치되어 있는 시스템 각 H/W에 대한 성능평가를 수행할 때 안전을 확보하기 위한 물리적인 대책이 강구되어야 한다.

표 1 CBTC 열차제어시스템의 주요 성능사항

항 목	성능 사양
다중통신방식	CDMA, FDMA, TDMA
사용주파수	2423.75㎒ ~ 2462.75㎒
채널수	32개 채널(1㎒ 간격)
사용대역폭	3㎒/1ch
송신출력	1W/1ch
1개 제어구간에서의 제어 가능열차	10 ~ 20 열차
열차위치검지 정밀도	±5.0m ~ ±10m
열차속도 정밀도	±1㎞/h ~ ±5㎞/h
열차제어속도 스텝	±0.5㎞/h ~ ±5㎞/h
무선통신응답시간	표준 0.5초
인터페이스	RS 485, EISA net

개발시스템에 대한 검증절차로는 무선주파수 할당 관련 사항은 전파법에 의해 신고/허가절차에 따라 수행하였으며, 이를 근거로 한 시스템 검지를 위한 절차는 별도의 시험평가가 체계 속에서 이루어질 것이다. 이를 시험평가를 위한 시험조건으로는 각 하루 시스템별 주요 시스템 사양은 표 2와 같다.

표 2 경량전철 주요시스템 사양

구분	주요사항	사양 내용	비고	
시스템 (운전방식)	본선 및 측선 일부	자동열차운전 (무인)		
	측선 일부	수동운전		
차 량	편성	2량 고정 1편성 (고무차륜 AGT)	1편성 추가필요(시험검증)	
	안내 방식	측방 안내		
	조향방식	보기 방식		
	주행륜	고무타이어		
	분기 방식	좌우가동분기		
	추진제어 방식	VVVF 제어		
	성능	가속도	3.5m/h/s	
		감속도 (상용)	3.5m/h/s	
		감속도 (비상)	4.5m/h/s	
	최고 운전속도	60km/h		
전 력	가선 전압	DC 750V		
	전원공급 방식	제3궤조 방식		
선 로	노선 연장	1.000㎞		
	역사 수	3		
	최급 구배	-본선 : 5%, -측선 : 58%		
	최소곡선 반경	-본선 : 100m -측선 : 30m		

2.2 시험선 설계

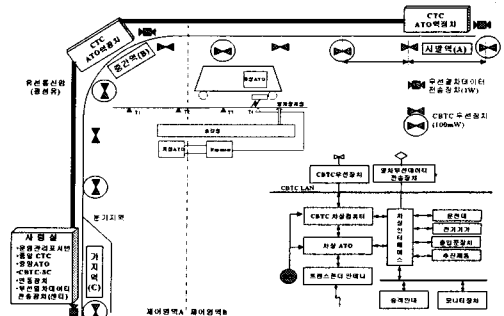


그림 3. 신호제어시스템 배치도

시험선 선형에 위치 검지·결정을 위한 신호제어시스템의 H/W 구성품의 배치는 선로변 및 역사에 설치된 장

치는 그림 3에 나타내었다.

또한 CBTC 시스템을 차상과 지상, 역사의 CBTC로 구분하여 각 장치간의 하드연결과 통신 구성을 그림 4에 도식적으로 나타내었다.

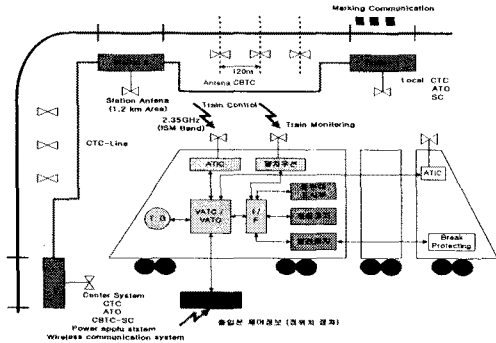


그림 4. CBTC 시스템 구성

2.3 이동폐색 구현 및 고찰

경량전철시스템 통합시험 측면에서 요구되는 각종 기능시험들에 대한 평가(제동, 출입문 개폐, 정밀 정위치 정착 등)는 완료하였으며 시험선에서 열차간 안전제동거리 확보의 검증을 위한 방법 및 이동폐색에 대한 평가방법을 살펴보면 원칙적으로는 표 2에서 언급하였던 것처럼 최소한 1편성의 차량을 더 제작한다면 위치 속도 결정에 문제가 없을 것이나, 본 사업에서는 비용 및 제작 여건상 차량 1편성을 제작하는데 어려움이 있다.

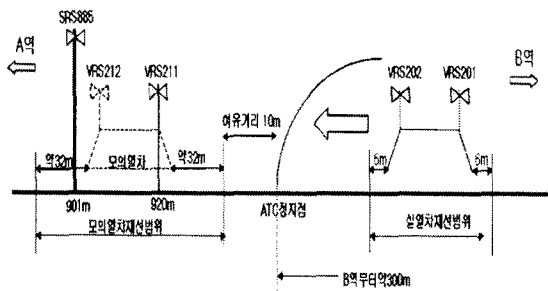


그림 5. A-B역간 모의열차

따라서 다른 대안을 찾을 필요가 있어 열차를 대체할 수 있는 움직임을 타나낼 수 있는 모형 열차(Dummy Train)를 대안으로 하여 그림 5에서와 같이 구성하여 시험선의 선형조건이 가장 열악한 구간에 설치하여 시험평가 할 수 있는 방법이 있다. 그림 6에서와 같이 차량 높이를 고려하여 안테나 위치 및 차상무전기를 설치하여 시험할 수 있도록 구성하였다. 이때 시스템 제작요구사항으로는 계전레일이 Antenna대는 절대로 넘어지지 않는 구조로 하여야 하며, 우천에서도 시험이 가능하도록 VRS와 모의차상장치(Note PC포함)를 기구박스에 넣도록 하고 모의열차의 재선 위치를 변경할 수 있도록 Antenna대와 모의차상장치는 쉽게 운반하도록 한다. 연선기구박스로부터 모의열차 각 기기로의 전원공급용

Cable(AC 220V, 50m정도)이 되도록 하여 구성하였다.

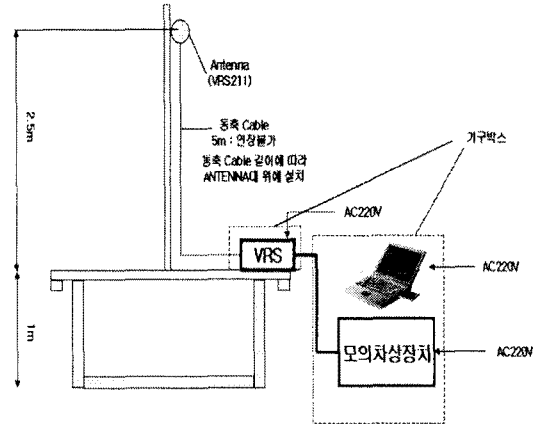


그림 6. 모의열차 구성도

그림 7에서 보는 바와 같이 무인운전으로 B역에서 A역 방향으로 운전시 선형열차를 모형 열차로 하여 열차를 접근시켰을 때의 결과로서 안전거리지점에서 정지함을 나타내고 있다.

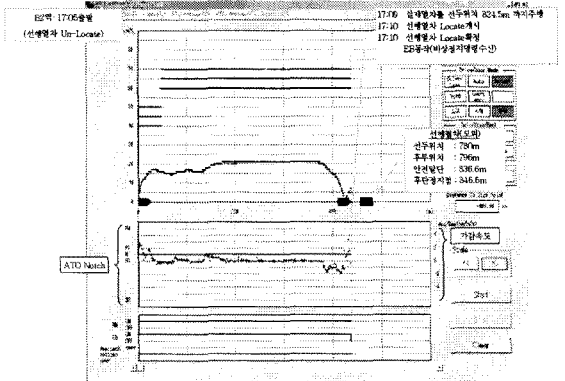


그림 7. 시험 결과

3. 결 론

모형 열차(Dummy Train)의 구성에 따라 선형열차가 정지되어 있는 상황에서 이동폐색 구현에 대한 안전거리 확보 시험은 수행하여 정지함을 보여주었지만 선형열차의 움직임에 따른 간격제어는 수행 할 수 없었다. 따라서 향후에는 모형 열차를 움직이게 할 수 있도록 시스템을 구성하여 시험할 필요가 있다.

[참 고 문 헌]

1. 한국철도기술연구원 "경량전철 신호시스템기술개발" 5차년도 연구보고서
2. 한국철도기술연구원 "경량전철 신호시스템기술개발" 6차년도 연구보고서