

고무차륜 경량전철의 무인운전

정락교, 정삼기, 조홍식, 김영조*
한국철도기술연구원, 유한대학*

Driverless Operation for Rubber Tired AGT System

Rag-Gyo, Jeong, Sang-Gi, Chung, Hong-Sik, Cho, Young-Cho, Kim*
Korea Railroad Research Institute, Yuhan College**

Abstract - 주요 대중교통 수단에 있어서 승객의 서비스 질 향상을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 국내외적으로는 UIC, ISO, KS등에서 규격으로 제시되고 있으며 이에 부합하기 위한 일련의 연구가 진행되고 있다. 그러나 현재까지 국내에서는 무인 운전시스템이 없어 승차감 등은 운전자의 운전 조작의해 판단하였으나 무인 운전되는 고무차륜 AGT 경량전철 시스템을 개발함에 따라 ATO측면에서의 제어가 중요하게 부각되었다. 따라서 본 연구에서는 고무차륜 AGT 경량전철 시스템에 최초로 CBTC 을 적용하여 무인운전의 과정을 기술하였다.

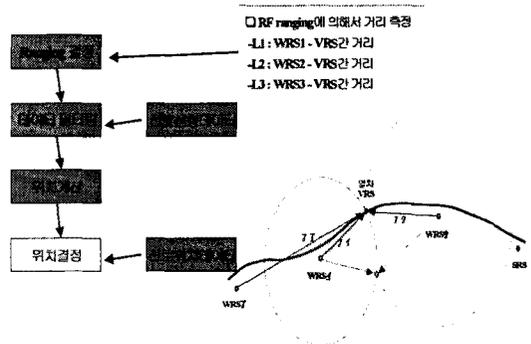


그림 2 TOA에 의한 열차 위치 결정도

1. 서 론

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), ATIS(Automatic Train Supervision)로 구분하여 기능을 설정하였으며, TOA(Time of Arrival)는 전파통신을 기초로 한 방법으로 차량에 부착되어 있는 이동국과 지상에 고정되어 있는 지상국간 통신을 통해 차량의 위치를 검지하고 그 정보를 계산하여 사용하는 방법으로 그림 1, 2에서 검지 및 결정하는 방법을 나타내었다.

표 1에서는 CBTC 열차제어시스템의 주요성능사양을 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 성능사양

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

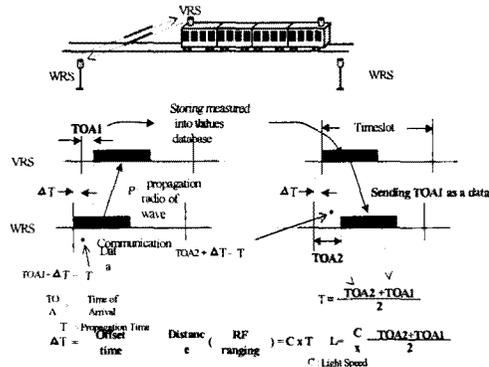


그림 1 TOA에 의한 열차 위치검지 개념도

개발시스템에 대한 검증절차로는 무선주파수 할당 관련한 사항은 전파법에 의해 신고/허가절차에 따라 수행

하였으며, 이를 근거로 한 시스템 검지를 위한 절차는 별도의 시험평가 체계 속에서 이루어질 것이다. 이를 시험평가하기 위한 시험조건으로는 각 하부 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	
차량	편성	2량 고정 1편성 (고무차륜 AGT)	1편성 추가 필요(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		
전력	가선 전압	DC 750V	
	전원공급 방식	제3케조 방식	
선로	노선 연장	1.000m	
	역사 수	3	
	최급 구배	-본선 : 5%	
		-측선 : 58%	
최소곡선 반경	-본선 : 100m		
	-측선 : 30m		

2. 시험선 설계 및 시험

2.1 시험선 설계

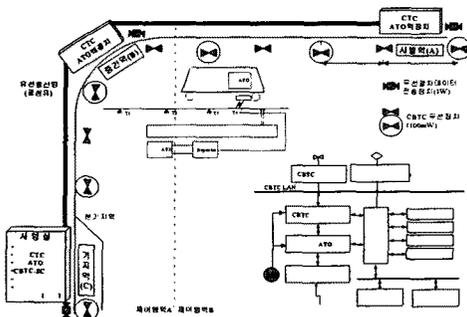


그림 3 신호제어시스템 배치도

시험선 선형에 위치 검지결정을 위한 신호제어시스템의 H/W 구성품의 배치는 선로 및 역사에 설치된 장치는 그림 3에 나타내었다.

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

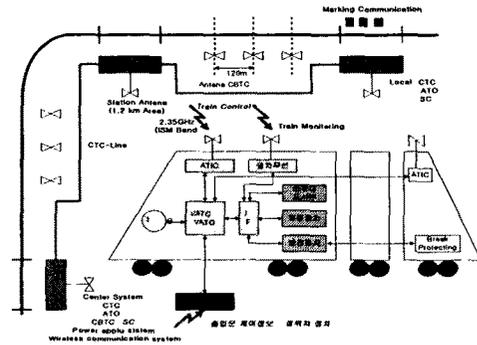


그림 4 CBTC 시스템 구성

2.2 시험절차

1) 실험실(사내 또는 공장)평가

경량전철신호제어시스템 장치를 제작하는 제작사(참여기관)는 담당 장치를 현지(시험선)에 설치하기 전에 제작사양서를 바탕으로 작성한 시험계획서에 따라서 장치의 기능 및 성능에 대한 충분한 검증을 한다. 실험실(사내)평가에서 수행하는 시험 종류는 크게 4단계로 구분한다.

(1) 일반시험(Routine Test)

장치성능과 특성이 이미 검증되었고 이 장치를 철도분야에서 사용하는 것이 이미 결정된 경우에 시행하는 외관검사, 치수검사, 전기특성검사, 기계특성검사, 화학분석시험 등 일반적인 시험

(2) 형식시험(Type Test)

장치성능과 특성에 대한 검증이 국내외에서 이루어지지 않았고, 철도분야에서 도입단계 또는 개발품인 경우 국내환경조건 및 내구성조건을 검증하는 시험

(3) 단품시험

기능과 특성을 갖춘 제작품에 대한 시험으로 인터페이스관련 모의신호 및 전원을 입력하여 장치의 작동 및 성능을 측정하여 판정하는 시험

(4) 종합시험

장치와 관련된 기타 장치를 네트워크로 구성하고 전원을 투입하여 종합시험을 순서에 따라 수행하면서 확인하는 시험으로 장치간 인터페이스기능 및 동작시험이 포함된다.

2) 현지(시험선) 시험

신호제어시스템관련 장치를 현지(시험선)에 설치한 후 다음과 같은 시험을 수행한다.

(1) 설치복원시험

실험실평가를 거친 각 장치는 분해되어 현장에 반입된 후 조립설치된다. 설치가 완료된 후 각 장치가 실험실시험과 동일한 수준의 기능과 성능을 유지하고 있는지를 확인하는 시험

(2) 조정시험

시험선로의 지정된 위치에 장치를 설치하는 경우 현장의 환경조건에 따라 상이한 결과가 나올 수 있어 다시 한번 현지 환경에 맞추어 각 장치를 조정하여 성능을 확인하는 시험

(3) 하부시스템 모의시험

경량전철 차량을 사용하지 않고 신호제어시스템의 하부시스템장치를 연결하고 시뮬레이터 또는 시험기 등을 사용하여 각 장치간의 인터페이스 등이 정상적으로 작동하고 있는지를 확인하는 시험

(4) 현차시험(유인운전, 무인운전)

차량에 탑재되어있는 신호제어시스템과 각 장치를 포함하여 종합적으로 수행하는 시험이다. 현차 시험은 유인운전단계와 무인운전단계로 수행 된다.

현차 시험의 무인운전단계에서 열차Dia에 입각한 시험은 실제 상업노선의 운전형식과 동일하므로 이를 토대로 시험을 수행하였다. 그 결과는 그림 각 운전방향별로 그림 5, 6, 7, 8과 같이 나타났다.

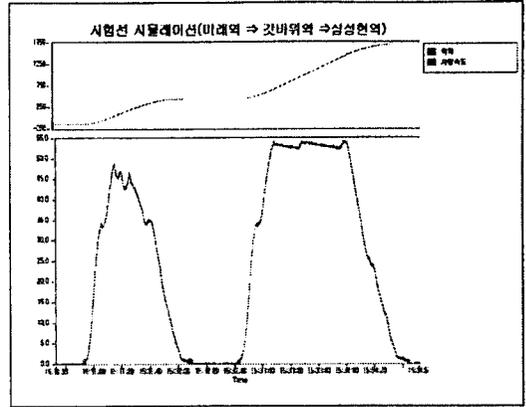


그림 7 C-A 운전방향

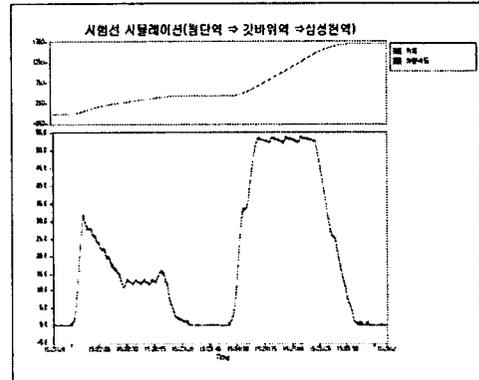


그림 8 D-A 운전방향

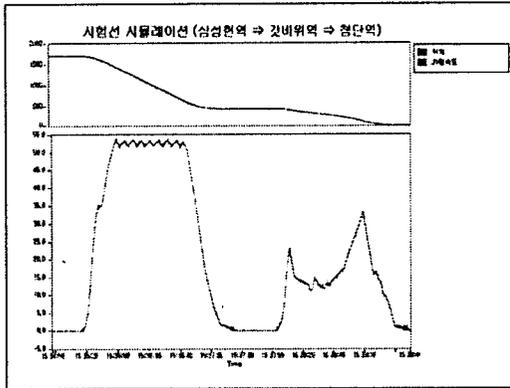


그림 5 A-C 운전방향

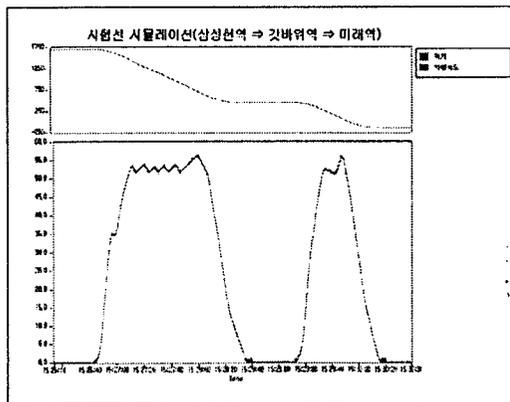


그림 6 A-D 운전방향

3. 결 론

건설교통부 제231호('00.3.18)의 “도시철도차량안전기준에 관한 규칙”, 및 건설교통부 제126호('00.5.17)의 도시철도차량성능시험에 관한 기준”, 건설교통부 제2000-3333호('00.12.27)의 도시철도용품의 품질인증요령의 시험기준에 적합성여부 판단과 개발시스템의 절차에 따른 일련의 시험을 방법 중 새로운 시스템의 적용시험에 따른 기존 시험기준의 차이점 발생은 기준의 포괄성 및 개정의 필요성이 현존하고 있음도 알았으며 신뢰성 확보를 위한 일련의 시험을 지속하여 하여야 할 것이며 아울러 무인 Dia. 운전제에 따른 문제점 있으면 지속적으로 트레이드오프를 하여 보완해야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

1. 한국철도기술연구원 “경량전철 신호시스템기술개발” 5차년도 연구보고서
2. 한국철도기술연구원 “경량전철 종합시스템엔지니어링기술개발” 6차년도 연구보고서