

CBTC에 의한 고무차륜 AGT의 운전

정락교	정상기	조홍식	이정선
한국철도기술연구원	한국철도기술연구원	한국철도기술연구원	한국철도기술연구원

The test result of Rubber Tired AGT System using CBTC

Jeong, Rak Gyo	Jeong, Sang Gi	Cho, Hong Sik	Lee, Jeong Sun
KRRI(Korea Railroad Research Institute)	KRRI	KRRI	KRRI

Abstract - Light Rail Transit(LRT) Systems with transport capacity between subway and bus(5,000-25,000 persons per hour) are being carried on over 100 lines around the world. In Korea, to solve the urban transportation problem, the introduction of LRT system has been proceeded positively. It is planned to develop the Korean standard LRT system in which safety, efficiency and cost effectiveness are emphasized. So we were able to make proto type of Rubber tired AGT system for LRT. This is capable of driverless operation using CBTC(Communication Based Train Control) of Moving Block System and is currently making an experiment for reliability in test-line.

This study is focused on verifying the performance of CBTC system for driverless and ATO mode through implementing the examination.

1. 서 론

경량전철이란 기존 지하철과 버스의 중간규모의 수송능력(시간당 5,000-25,000명)을 가지는 교통수단을 말한다. 1980년대 이후 본격적으로 실용화되어 미국, 일본, 독일 등 세계 20개국에서 100여 노선이 건설·운영중에 있다. 국내에서도 기존 지하철의 특성을 유지하면서 건설비가 저렴하고 신도시개발에 환경친화적인 교통수단으로 적합한 경량전철에 대한 관심을 가지게 되었고, 이에 대한 노력으로 한국철도기술연구원을 중심으로 경량전철 기술의 국산화, 실용화를 위한 연구개발사업을 추진하게 되었다. 그 성과로서 현재 한국형 경량전철을 개발하여 시험운행하고 있고 최첨단 무인자동운전을 구현하여 기존 신호시스템과 달리 무선에 의한 양방향 통신을 기본으로 하는 이동폐색시스템인 CBTC

(Communication Based Train Control) System을 적용하고 있다. 이로써 열차운행시각 조정, 철도시스템 제어에 대한 신뢰도 및 효율을 높이고, 운영경비는 줄이며 안전을 강화할 수 있는 시스템을 구축할 수 있었으며, 현재 이에 대한 시스템의 신뢰성 시험을 실시하고 있다.

본 논문에서는 위와같이 개발된 한국형 경량전철의 CBTC 신호를 계측하고 그래프로 나타내으며, 현재 개발된 CBTC System이 정상적으로 동작하는 것을 시험적으로 검증하였다.

2. 본 론

2.1 시험장소 - AGT 경량전철 시험선

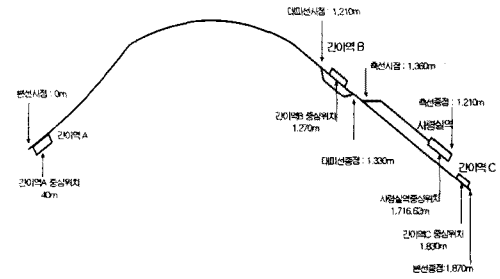


그림 1 노선 평면도

노선길이는 본선길이 1.870m, 측선길이 387.5m, 대피선 길이 120.92m이며 역사수 4개(간이역 3개, 사령실역 1개)이다. 최급구배는 본선 5%, 측선 58%이고, 최소곡선반경는 본선 400m, 측선(대피선) 40m으로 구성되어 있다.

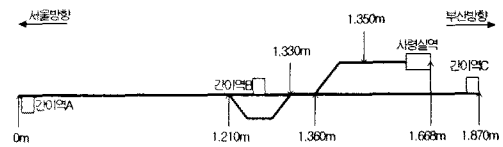


그림 2 경산시험선 역사배치

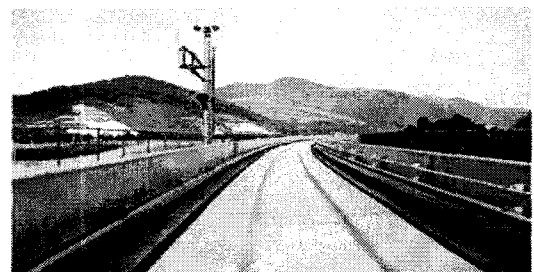


그림 3 경산시험선

경량전철 열차편성은 2량 1편성으로 하고, 열차구성은 MC1차량 1대, MC2차량 1대로 이루어진다.

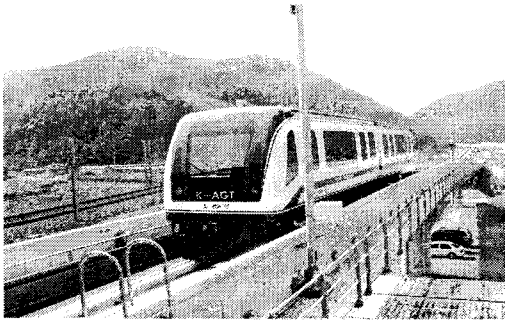


그림 4 AGT 경량전철

경량전철 경산시험선에 배치되는 안테나는 CBTC용 안테나 10개, 열차무선데이터전송장치용 안테나 6개가 설치되어 있다.

시험선로는 곡선반경이 400이상으로 선형은 매우 좋으나 급경사의 산이 바로 옆에 위치하고 있어 시야가 좋지 않다. 특히 전파의 직진성에 많은 장애를 주고 있으며, 전파반사가 발생하기 때문에 시점을 기준으로 하여 600m - 1,000m 지역에 많은 수의 안테나가 배치된다. 이러한 영향 때문에 시험선로 시점(0m)에 설치되는 CBTC용 안테나의 경우 그림과 같이 주행선로를 중심으로 하여 8m정도 벗어나게 설치를 하여야 한다. 그 외의 안테나는 주행선로 측벽에 가깝게 설치하였다.

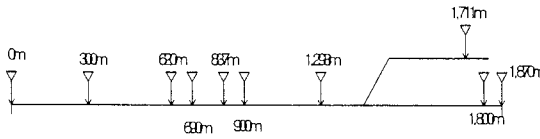


그림 5 CBTC무선기 설치 위치도

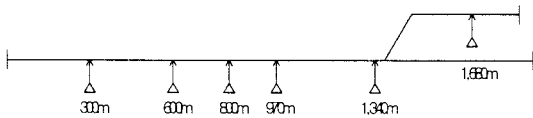


그림 6 열차무선데이터전송장치 안테나 배치

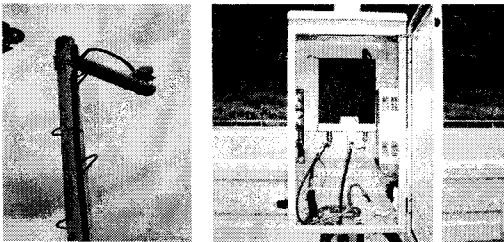


그림 7 CBTC용 안테나 및 무선장치

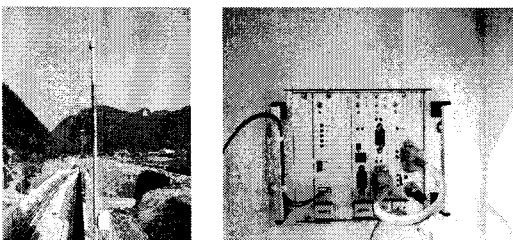


그림 8 열차무선데이터전송장치용 안테나 및 무선장치

2.2 차상내 신호시스템

신호제어시스템과 관계되어 있는 주요한 차상장치는 CBTC차상컴퓨터, ATO차상컴퓨터, 열차무선데이터전송차상장치 및 이러한 기기와 관련된 장치이다. 차상장치의 구성도는 그림 11과 같다.

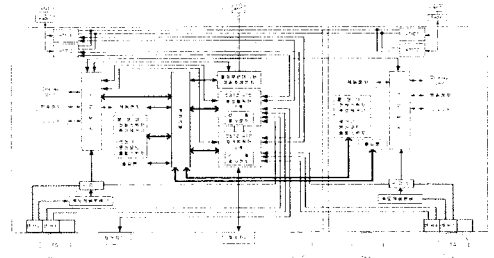


그림 11 차상신호제어시스템구성도

경량전철시스템에 설치되는 차상신호장치는 중량전철의 전동차에 설치되는 차상신호장치와 달리 설치수량 및 설치공간에 고려할 사항이 있다. 일반적으로 중량전철의 지하철은 2중화된 차상신호장치를 2sets를 설치하지만, 본 연구개발의 경우 경량전철은 차량의 길이가 짧고, 제어대상장치의 수량이 적기 때문에 2중계로 된 신호장치를 1[set]만 설치하였다.

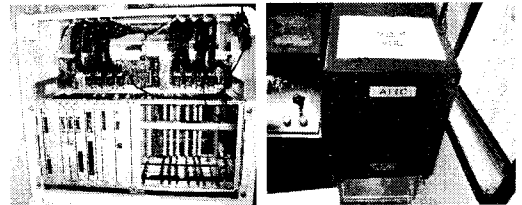


그림 12 CBTC 차상컴퓨터 & ATIC 차상설치

CBTC역컴퓨터에서 속도제어지령 등의 정보를 수신하고, 속도센서(TG)의 정보와 비교하여 열차가 안전한 속도로 주행하고 있는가 속도검사를 한다. 속도를 초과한 것으로 판정했을 때는 제동제어지령을 제동제어장치에 출력한다. CBTC차상컴퓨터는 수동운전 시에 필요한 차내속도신호를 운전대에 표시한다. 또한 원하지 않는 열차의 후진을 검지하면 제동제어지령을 제동제어장치에 출력한다. VRS는 열차의 선두 및 후미차량의 지붕에 설치되는 무선기이며 WRS/SRS와 통신을 한다. 그리고 ATIC장치는 CBTC차상장치와 VRS간 인터페이스를 하는 장치로서 VRS 근방에 설치된다.

ATO이상자로부터 정보를 수신하여 정위치정지패턴 생성과 거리보정을 한다. 정위치정지패턴을 판정하여 가감속도지령을 차량의 구동장치에 출력한다. ATO차상컴퓨터가 논리치리를 한 결과 제동제어가 필요한 경우는 제동지령을 제동제어장치에 출력한다.

열차무선데이터전송차상장치는 비상경보신호 전송, 비상정지스위치취급신호, 열차무인운전관련정보를 중앙사령실로 전송을 한다.

열차를 무인자동으로 운전하기 위해서는 기존의 시스템에서 승무원과 운전사가 수행했던 업무가 자동운전으로 대체되었지만 열차가 이상시에 수동조작을 필요로 했던 업무는 중앙지령원이 수행하는 것으로 한다. 이것을 위해서 차량에 탑재되어 있는 각 기기의 상태정보를 중앙지령실에 집중시켜 중앙지령원의 지령조작을 지원한다.

ATIC - CBTC/ATO차상컴퓨터간 인터페이스내용은 다음과 같다.

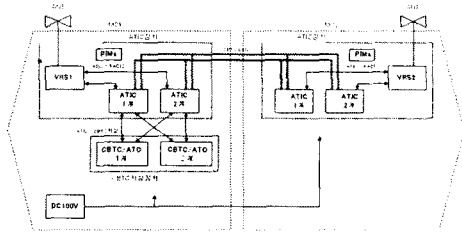


그림 14 ATIC - CBTC/ATO차상컴퓨터 연결도

항목	성능	비고
논리처리	2 중계	
I/F 처리	2 중계	
직렬 I/F (입·출력)	RS-485	
전송속도	57.6kbps	
전송 주기	ATIC -> CBTC차상	표준 500ms (최대 33ms)
	CBTC차상 -> ATIC	표준 250ms (최대 250ms)
변조방식	NRZ	
통신방식	전이중	
Frame형식	HDLC에 준거	

표 1 ATIC 장치 제원

2.3 신호시스템 계속제널

CBTC/ATO차상컴퓨터 1계 및 2계는 MC1차량에 탑재되어 있는 TCMS장치와 시리얼 통신으로 연결된다. MC2차량에 있는 TCMS에 필요한 정보는 MC1의 TCMS를 경유한다. 이 시리얼통신과는 별도로 CBTC/ATO차상컴퓨터와 TCMS는 또한 계전기를 사용하여 연결된다.

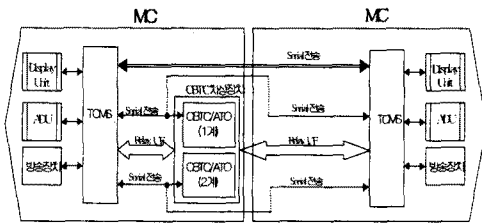


그림 15 TCMS직렬통신 인터페이스 구성

(1) 제동장치(ONB1, ONB2, ONB3 Channel)

CBTC차상장치는 제동노치에 해당하는 제동코드를 TCMS장치에 출력하고, TCMS장치는 이를 갖고 제동장치에 대한 제동지령으로 사용한다.

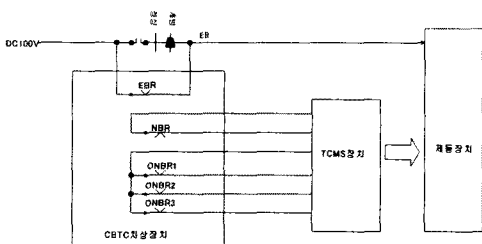


그림 16 제동제어장치 인터페이스 구성

제동 노치	ONBR1	ONBR2	ONBR3	감속도
B1	0	0	1	소 ; ; 대
B2	0	1	0	
B3	0	1	1	
B4	1	0	0	
B5	1	0	1	
B6	1	1	0	
B7	1	1	1	상용최대제동

표 2 제동장치 신호에 따른 제동노치

(2) 추진제어장치(VVVV장치; P1, P2, P3 Channel)

CBTC차상장치는 역행 노치에 해당하는 역행코드를 TCMS장치로 출력하고, 이를 받은 TCMS장치가 추진제어장치에 대한 역행제어를 행한다.

역행 노치	P3R	P2R	P1R	감속도
P1	0	0	1	소 : :
P2	0	1	0	
P3	0	1	1	
P4	1	0	0	대

표 3 추진제어장치에 따른 역행노치

(3) Master Handle 제어

(MC1MNR, MC1MB7R, MC2MNR, MC2MB7R)

제동제어장치, 추진제어장치의 제어노치 신호를 생성한다.

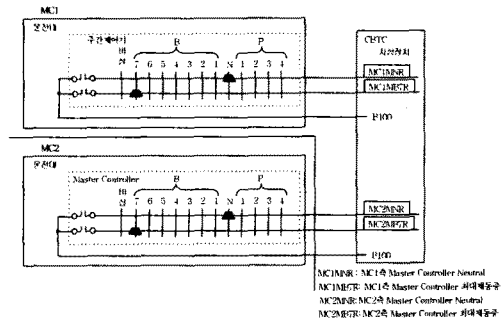


그림 17 Master Handle 제어기상태입력 I/F

(4) 전진/중립/후진 스위치(MC1FR, MC1NR, MC1RR, MC2FR, MC2NR, MC2RR)

ATO 무인운전의 경우에만 스위치위치를 N으로 설정을 하고 이외의 경우에는 F로 설정한다. 또한 후진을 하는 경우에는 R로 설정한다.

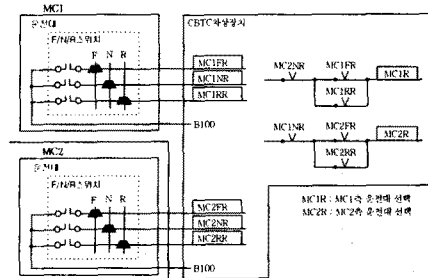


그림 18 F/N/R 인터페이스

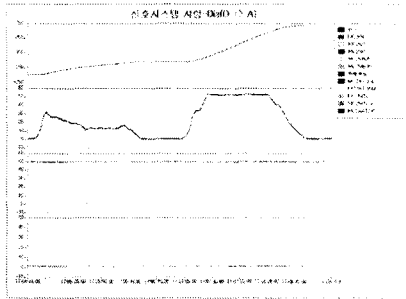


그림 28 운전모드선택 signal

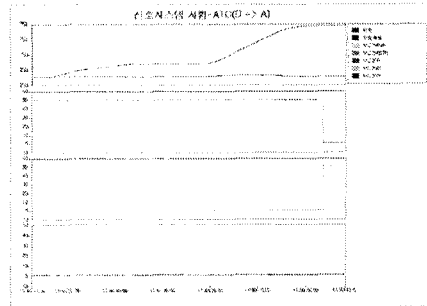


그림 32 전진/중립/후진 선택 signal

3.2 차동모드(ATO 유인)

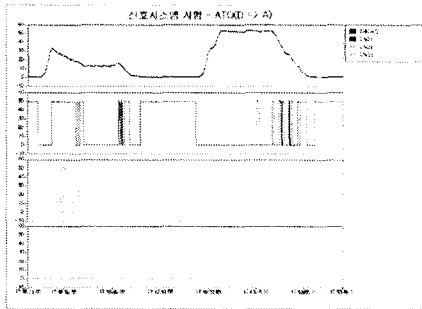


그림 29 CBTC 제동장치 signal

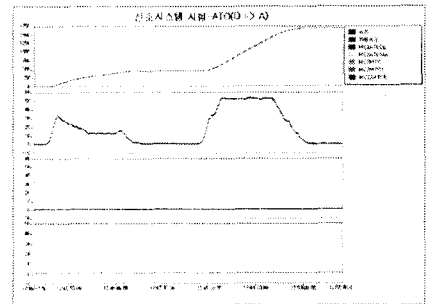


그림 33 운전모드선택 signal

3.3 ATO 비상모드

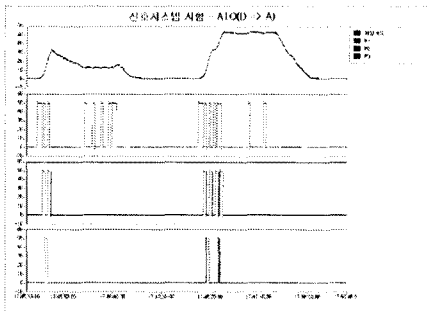


그림 30 CBTC 역행장치 signal

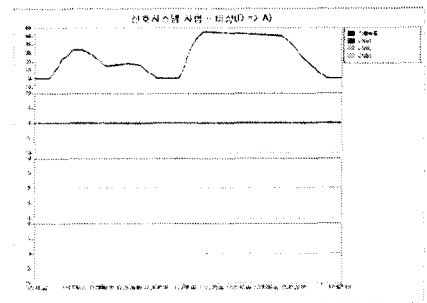


그림 34 CBTC 제동장치 signal

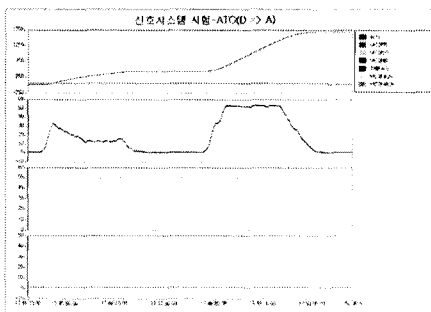


그림 31 CBTC Master Handle 제어 signal

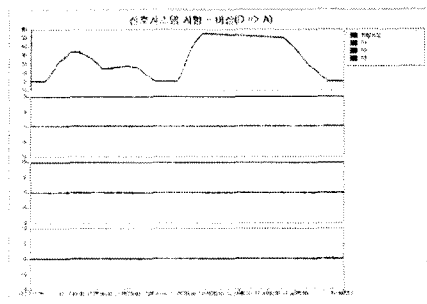


그림 35 CBTC 역행장치 signal

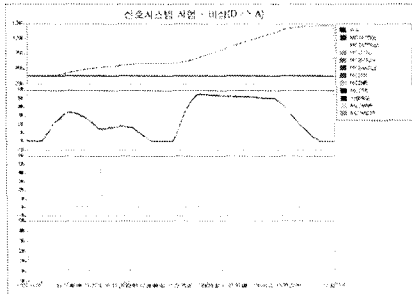


그림 36 CBTC Master Handle 제어 signal

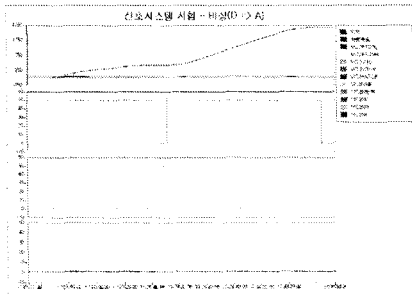


그림 37 전진/중립/후진 선택 signal

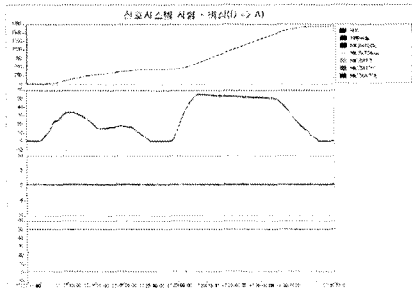


그림 38 운전모드선택 signal

4. 결 론

ATO무인운전, ATO유인자동운전, 비상운전의 결과를 비교해보면, 각각의 운행모드에서 CBTC와 차량 사이에 정상적인 동작을 하고 있음을 확인할 수 있다. 하지만 CBTC System에 의한 무인운전을 대한 연구는 실제 적용하는 데 있어서 아직은 부족하다. 현재 국내에서도 경량전철은 도시교통에서의 실제노선이 적용될 예정일 이 때 무인운전의 안전성과 신뢰성에 관한 연구는 계속되어야 할 것이다. 더욱이 본 논문에서는 2량 1편성에 의한 시험결과를 나타낸 것이므로 복수차량에 운행에 의한 안전성 시험, 더미차량에 의한 실제 운전시각에 관한 시험 등을 시행하여 국내 경량전철의 CBTC에 의한 신호시스템을 더욱 발전시켜야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국철도기술연구원, "경량전철 신호제어시스템 기술개발 연구결과보고서", pp. II 77 ~ II 151, 2004.
- [2] 정락교, 백종현, "경량전철 시험선 시각에 관한 해석적 고찰", 한국철도학회 추계논문집, 2003.