

한국형 경량전철 다중편성시험방안

Test Scheme for Multiple Train Operation of K-AGT System

조봉관* 황현철** 류상환** 조홍식**
Cho, Bong-Kwan Hwang, Hyeon-Cheol Ryu, Sang-Hwan Cho, Hong-Sik

ABSTRACT

LRT System Application Project is performed for the purpose of technical advancement and stabilization of K-AGT system from the viewpoint of practical use and commercialization. For those purpose, the performance test and evaluation procedure for signaling system have been developed, including the scheme of verifying the performance and function of signaling system under driverless multiple train operation environment.

In this paper, multiple train operation scheme in K-AGT test line is presented. Test schemes for maintaining the safety distance between trains, operation scenario considering shunting and turning of train, and dia operation schemes in test line are reviewed while researching test vehicle features, route condition and running pattern. Additional equipments for testing each scheme are also reviewed.

1. 서론

경량전철시스템 실용화사업에서는 한국형 경량전철의 국내 보급 및 해외 수출기반을 마련하기 위한 실용화 및 상용화를 목적으로 한국형 경량전철 신호시스템 기술을 고도화하고 안정화시키고 있다. 이를 위하여 신호시스템에 대한 종합시험평가절차를 개발하고 국내에서 수행된 바 없는 다중편성 무인운전 환경에서 신호시스템의 성능 및 기능을 검증하기 위한 계획을 수립, 추진하고 있다[1].

본 논문에서는 경량전철 시험선에서 다중편성시험을 위한 열차운영 방안이 제시한다. 시험차량의 특성, 노선 조건, 주행 패턴을 조사하고 시험선에서 열차간 안전간격제어시험 방안과 교행시의 대피 및 회차를 고려한 운행 시나리오 및 다이어 운전 방안 등이 검토되었다. 또한, 각 방안을 시험하기 위한 추가 설비에 대해서 검토하였다.

2. 경량전철 시험선 현황

2.1 개요

경량전철 시험선은 2004년 7월 고무차륜 AGT 시스템의 성능시험을 위해 경북 경산시에 소재한 경부선 폐선구간 삼성역~남성역 부근에 2.37km가 건설되었으며, 최대구배 5.8%, 최소 곡선반경 40m, 정거장 4개소(검수시설 포함 1개소, 시험용 임시정거장 3개소), 교량은 2개소(본선 30m, 측선 160m), 대피선은 1개소(120m)이다. 경산시험선의 신호시스템은 무선통신기술을 기반으로 하는 열차제어(RF-CBTC : Radio-Frequency Communication-Based Train Control)시스템으로 발리스와 별도로 차량의 무선기와 통신을 위해 그림 1과 같이 9대의 무선기가 선로변에 설치되어 있다. 무선기의 명칭은 A역쪽에서부터 C역방향으로 WRS880, WRS881, WRS882, WRS883, WRS884, SRS885, SRS886, WRS887, WRS888이다. 사령실역에 설치된 WRS887은 수신다이버시티를 적용하여 이격거리가 6m인 두 개의 안테나(WRS887-1, WRS887-2)로 구성된다. WRS884는 GPS수신기가 설치되어 있으며 모든 무선기는 WRS884의 시간에 동기화되어 TDMA망을 구성한다.

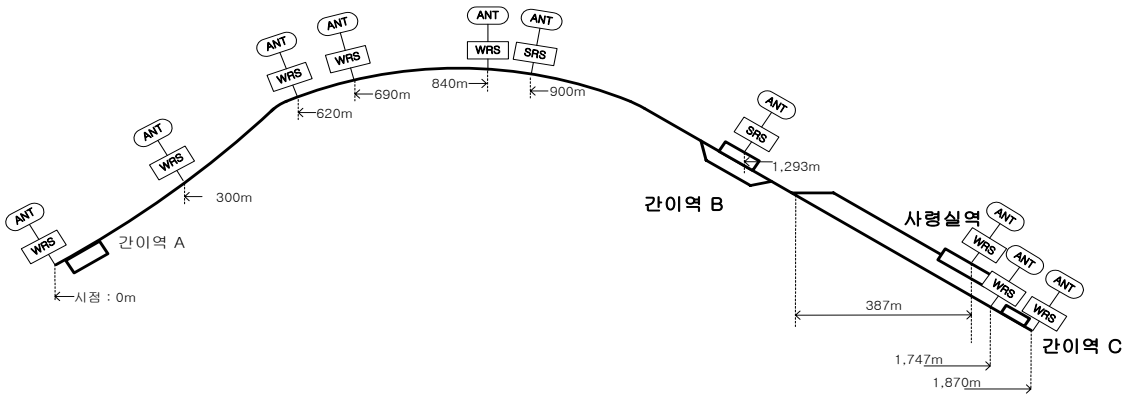


그림 1. 경량전철 시험선 무선기 설치도

2.2 신호시스템 구성

경량전철시험선에 있어서 지상신호시스템의 구성은 그림 2와 같다. CBTC지상컴퓨터는 전자연동장치 및 ATO지상장치 등과 함께 B역에 설치된다. CBTC지상컴퓨터는 역무선기(SRS : Station Radio Set) 2 개가 cable로 각각 접속되고, 열차제어정보, 열차표시정보 및 그 외 보수정보 등을 전송한다. 선로변 무선기(WRS : Wayside Radio Set)는 SRS무선기와 다른 연선무선기 및 열차의 차상무선기(VRS : Vehicle Radio Set)와 통신을 한다. WRS무선기는 CBTC지상컴퓨터와 CBTC차상장치 간의 무선 데이터의 중계전송을 한다. A역에는 ATO지상장치가 설치되고 A역용 P0지상자(유전원)와 중계기를 사이에 넣어 접속한다. D역에도 ATO지상장치를 설치하지만, C역용 P0지상자(유전원)와 D역용 P0지상자(유전원) 사이에 각각 중계기를 사이에 넣어 접속한다. 각 역에 설치되는 주요기기는 종합전송로를 지나서 중앙사령실로 접속된다.[2]

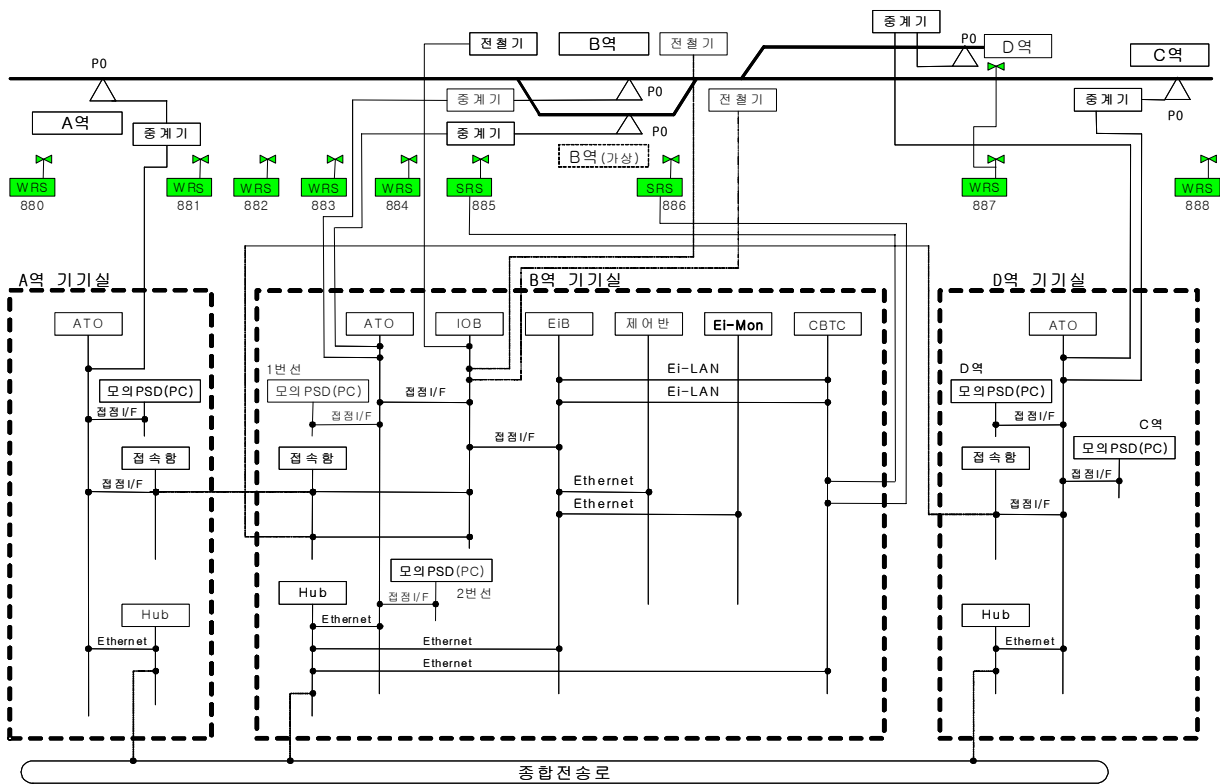


그림 2. 지상신호시스템 구성도

차상장치는 그림 3과 같이 CBTC차상장치 본체와 ATIC장치, 차상자로 구성된다. ATIC장치는 무선으로 오는 CBTC-SC의 거리측정 및 데이터를 송수신하여 CBTC차상장치에 전달하는 역할을 담당하여, CBTC차상장치는 ATIC을 통하여 전달되는 데이터, 지상자-차상자를 통하여 전달되는 ATO 지상데이터 및 차량에서 입력되는 여러 조건을 판단하여 열차운행 및 여러 동작에 관한 제어를 수행한다. 또한, 차상자는 ATO지상장치와 연결된 유전원지상자 및 무선원지상자와 결합하면 CBTC차상컴퓨터로 데이터를 전달하는 역할을 한다.[2]

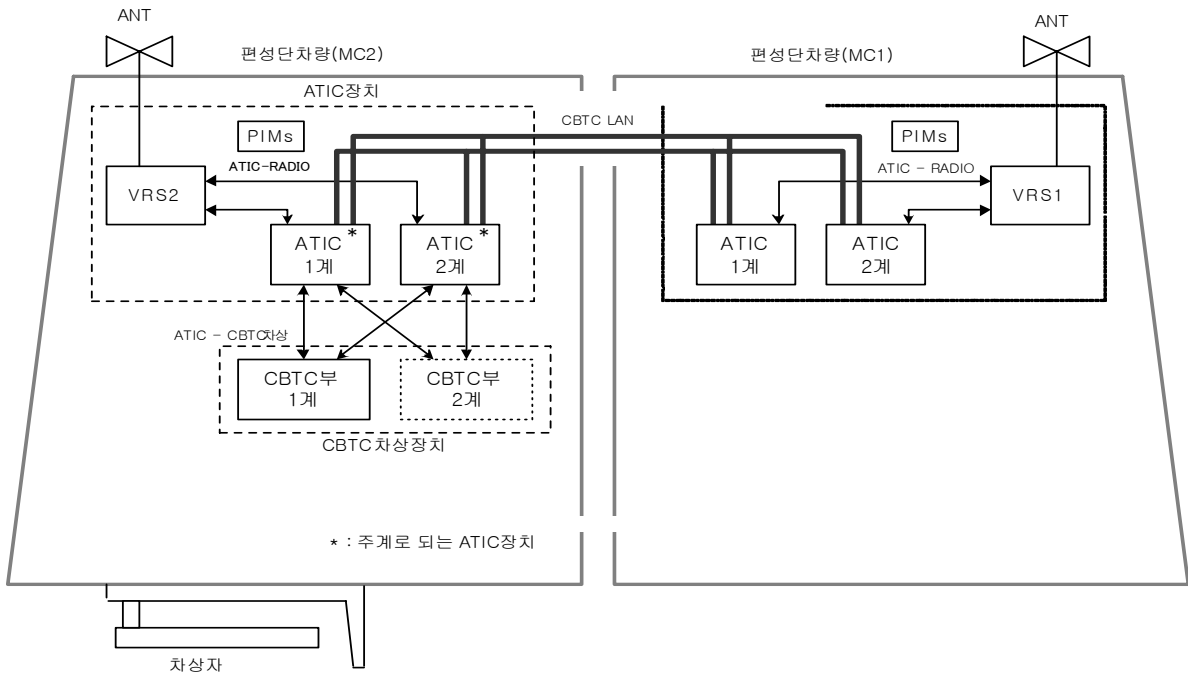


그림 3. 차상장치 구성도

3. 다중편성 신호제어시스템 성능시험(안)

RF-CBTC시스템은 열차운행 시격을 보다 줄인 동시에 높은 안전성 확보, 열차제어의 높은 정밀도, 연속적인 열차안전간격 확보 및 과속보호를 할 수 있어 열차를 효율적으로 운용할 수 있는 최신의 시스템이다. 따라서 RF-CBTC시스템에서 열차를 다중으로 편성하여 열차간의 안전거리 확보 및 속도제어기능의 검증은 열차운행의 안전확보에 있어 가장 중요한 요소이다[3].

다중편성시험을 위하여 시험차량을 추가로 2량1편성 제작하여 시험선에서 운행을 통하여 통신기반열차제어시스템의 성능을 검증할 계획이다. 또한, 다중편성시험은 다중편성을 위하여 새로 투입되는 시험차량 #2의 안전성 점검을 위한 단일편성 시험완료 후 기존의 시험차량 #1과 연동하여 수행할 예정이다.

3.1 성능시험 내용

- (1) 열차편성 : 2량1편성(열차길이 18m.)구성의 2편성
- (2) 신호 취급 모드 : 열차간격제어시험을 위한 수동진로설정 또는 열차다이아운전시험을 위한 자동진로설정
- (3) 다중편성시험의 운전방법과 확인내용은 다음과 같다.
 - 열차위치검지 : 기본성능 확인
 - 수신한 정보 현시 : 기본성능 확인
 - CBTC제동 : 수동운전, 간격제어시험
 - ATO주행 : 다이아 운전시험
 - 종합주행 : 다이아 운전시험

3.2 열차간격제어시험(안)

(1) 다중편성시험 구성조건

- 열차편성 : 시험차량 #1(MC1+MC2) 및 시험차량 #2(MC1+MC2)



그림 4. 다중편성시험을 위한 구성조건

- 신호취급모드

연동제어반에서 수동진로설정 또는 운행관리장치에서 자동진로를 설정하여 다중편성으로 열차를 제어한다.

- 선로조건

다중편성 실차시험을 위한 선로조건은 기존의 시험선 선로조건으로 한다.

- 지상설비 구성조건

지상설비의 구성조건은 기존 경산시험선의 신호시스템에 의하여 열차가 제어되도록 하며, 다중편성 시험을 위한 시험차량 #1과 시험차량 #2의 열차시험운행순서는 다음과 같다.

(2) 시험주행 시나리오 1

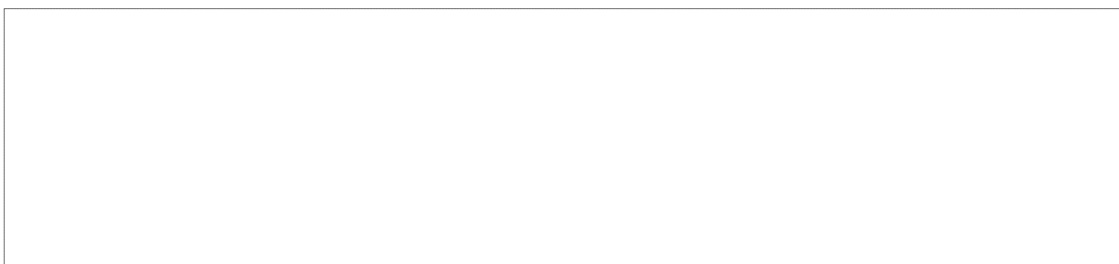


그림 5. 시나리오 1의 구성조건

- 시험내용

시험선에서 A역과 B역 사이에 그림 5와 같이 시험차량 #1과 시험차량 #2의 2대의 열차가 운행한다. 시험선의 A역 종단에서 자동회차가 불가능한 점을 고려하여 운전모드는 선행열차는 수동운전모드로 후속열차는 자동운전모드로 동시주행시험을 실시한다.

- 성능확인 사항

두 대의 선행열차와 후속열차간 안전거리 확보 상태를 확인한다.

(3) 시험주행 시나리오 2



그림 6. 시나리오 2의 구성조건

- 시험내용

A역과 B역 사이를 그림 6과 같이 시험차량 #1과 시험차량 #2의 2대의 열차가 운행하며 운전 중 선형열차를 급제동시켰을 경우, 후속열차의 안전거리 확보를 측정한다. 운전모드는 상기와 동일하게 선형열차는 수동운전모드로 후속열차는 자동운전모드로 한다.

- 성능확인 사항

선형열차의 급제동시에도 후속열차가 안전거리를 확보하며 정지하는가를 확인한다.

(4) 시험주행 시나리오 3

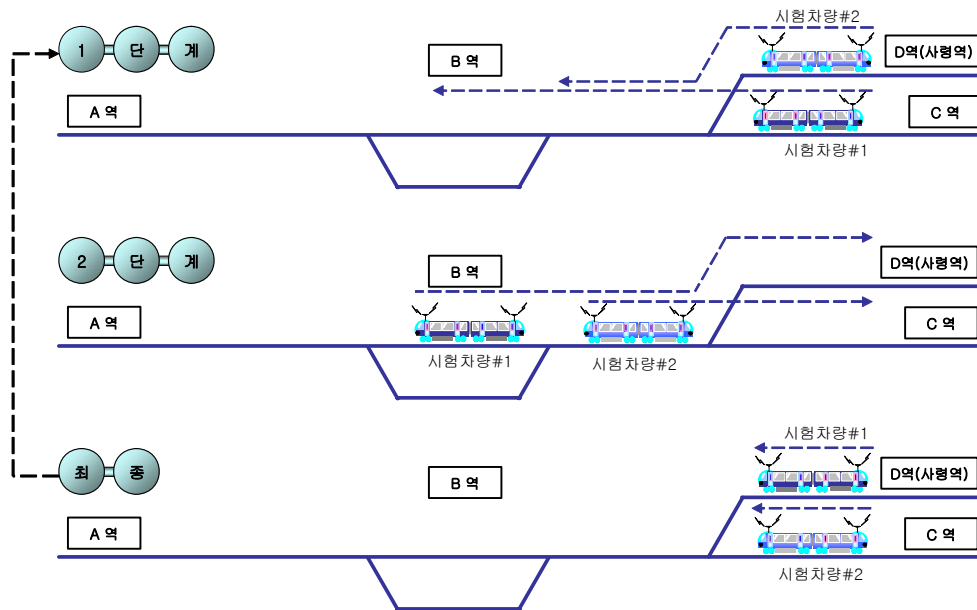


그림 7. 시나리오 3의 구성조건

- 시험내용

시험차량 #2를 D역 선로, 시험열차 #1를 C역 선로에 놓고 진로를 각각 C역과 D역으로 설정하고 그림 7의 단계에 따라 시험을 수행한다.

- 성능확인 사항

각각의 진로가 선택된 열차가 각각 지정된 진로에 진입하는 것을 확인한다.

3.3 열차 다이어 운영 시험(안)

(1) 시험주행 시나리오 1

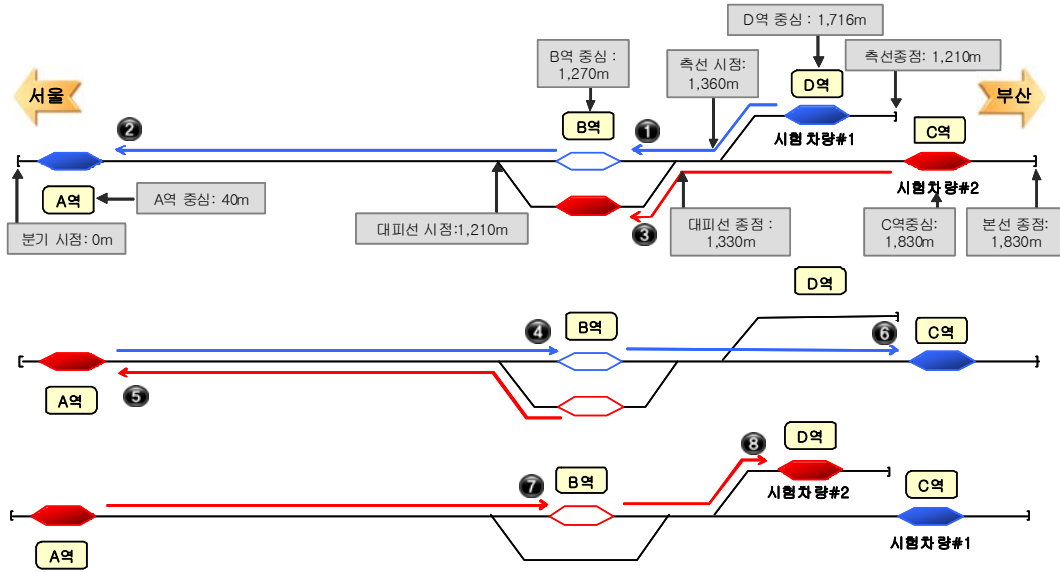


그림 8. 다이어 운전 방안

D역 시험차량 #1과 C역 시험차량 #2를 정차시킨 후 열차 시험운행 순서는 다음과 같다.

- ①, ② 시험차량 #1은 D역에서 B역과 A역으로 운행 정차
- ③ 시험차량 #2는 C역에서 B역 부분선으로 대피하여 정차
- ④ 시험차량 #1은 A역에서 B역 본선으로 운행 정차
- ⑤ 시험차량 #2는 B역 부분선에서 A역으로 운행 정차
- ⑥ 시험차량 #1은 B역에서 C역으로 운행 정차
- ⑦, ⑧ 시험차량 #2는 A역에서 B역과 D역으로 운행 정차한다.

- 시험내용

시험차량 #2를 C역 선로, 시험열차 #1을 D역 선로에 놓고 사전에 정해진 다이어 운전스케줄에 따라 상기 순서대로 주행시험을 수행한다.

- 성능확인 사항

정해진 다이어에 따라 상기 순서대로 반복해서 주행하지 여부를 확인한다.

4. 맺음말

경량전철 시험선의 다중편성 무인운전 환경하에서 CBTC 신호시스템의 성능 및 기능을 검증하기 위한 간격제어시험(안)과 다이어 운전 시험(안)에 대해 검토하였다.

간격제어시험(안) 검토에서는 A역에서 자동회차하는 방안에도 고려하였으나 시험선의 선로조건이 단선이며 대피선이 없는 상황이라 A역과 B역 사이에 가상의 역을 설치하여야 하며 별도의 지상 ATO설비를 구비하여야 한다. 또한, 가상역에 후속열차를 정차시키기 위해서 P1, P2, P3, P0 지상자를 설치해야 하는 애로사항이 있다.

열차다이어 운전시험(안)에 대해서도 상기한 시험주행 시나리오 이외에 시험차량 #1과 시험차량 #2가 각각 A역과 C역에서 출발하여 상호 교행하면서 각각 반대편의 C, D역과 A역으로 진행하는 방안 등에 대해서도 추가적인 검토가 필요하다.

향후, 각각의 다중편성시험(안)에 대한 구체적인 측정항목, 측정방법에 대한 검토 및 절차서 작성, 측정결과 분석방법에 대해서도 보다 심도있는 검토를 추진할 예정이다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, 신호시스템 종합시험평가 1차년도 연구보고서, 2007
2. 한국철도기술연구원, 경량전철 신호제어시스템 기술개발 연구결과보고서, 2004
3. Y. Baba, Y. Tateishi, K. Mori, S. Aoyagi, K. Takeshi, S. Saito, Y. Suzuki, and T. Watanabe, "Radio Control System(ATACS)", JR East Technical Review, No. 3, pp.54 ~ 62, 2004