

열차정보(TWC)시험기 개발에 관한 연구

A study on development of TWC Tester

정호형*[†], 이재봉*, 김철환**Ho Hung Jung^{*†}, Jae Bong Lee^{*}, Zhe huan Jin^{**}

Abstract TWC(Train to Wayside Communication) is an equipment that sends train information to TTC(Total Train Control) at Total Control Center through Wayside Signalling System for the sake of providing information for train operation. The sent inner train information includes train number, train-set number, destination, and error data, and it is sent by wireless.

Adopting ATO systems in Seoul Metro Line 2 made the confirmation of Wayside Train Information Receiving Equipment's Operation and the connective operation test of TWC-related facilities(IFC, PSD, ATC) available only if TWC information by onboard signaling was send to wayside facilities.

This paper discusses developing a transmission equipment which can send train information to wayside without suspension of trains operation so that the efficiency of facilities maintenance gets increased through using the equipment during signalling maintenance and PSD inspection.

Keywords : TWC Tester, ATC, ATO, ATP

초 록 TWC(Train to Wayside Communication) 장치는 열차정보를 지상 신호 시스템을 통하여 종합관제실 TTC(Total Train Control)설비로 전송하여 열차 운행을 위한 정보를 제공하는 설비이며, 전송되는 열차 내부 정보로는 열차번호, 편성번호, 행선지, 열차고장 정보 등이 있으며 무선으로 전송한다.

서울메트로 2호선 구간에 ATO시스템이 도입됨에 따라 지상 열차정보수신장치의 동작상태확인 및 TWC관련 설비(IFC, PSD, ATC)의 연계 동작시험을 위해서는 차상신호장치에 의한 TWC 정보를 지상설비에 전송하여야만 한다.

본 논문에서는 열차운행 없이 열차정보를 지상으로 전송할 수 있는 송신장치를 개발하여 신호설비 유지보수와 PSD점검에 활용하여 시설물 유지관리 효율을 높이고자 한다.

주요어 : 열차정보 시험기, ATC, ATO, ATP

† 교신저자: 서울메트로(metro2line@daum.co.kr)

* 서울메트로

** 혁신전공사

1. 서론

TWC(Train to Wayside Communication) 장치는 차량과 현장설비간의 양방향 통신을 하는 정보교환장치로 이 시스템은 차상설비와 현장설비 2개의 시스템으로 분리되며, 차량과 현장설비의 정보교환은 현장에서 정거장 특정한 위치에 지상 TWC 루프코일을 설치하고 차량은 차량 하부에 루프안테나를 설치하여 무선 정보통신을 하는 장치이다.

무선으로 송·수신한 정보는 각각 차상설비인 열차자동제어장치(ATC), 열차자동운전장치(ATO), 열차제어감시장치(TCMS : Train Control Monitor System)와 연결하여 열차운전을 제어하고 현장설비는 TWC 유니트가 신호기계실의 주컴퓨터와 연결하여 정보를 송·수신함으로써 열차자동운전에 필요한 각종 기능을 수행한다.

2. 본론

2.1 연구개발의 배경

본 연구개발은 TWC 시스템 고장 시 TWC 시스템을 영업운행을 종료한 후 예방정비하고 있으나 시험기 미보유로 정상동작 여부를 실제 영업열차 운행으로 시험하여 확인하고있다.

타 도시철도 기관에서도 TWC시험기를 사용하고 있으나 외국제품으로 구매가격이높아고장시 A/S기간과 소요비용이 과다하여 국산화 개발이 시급한 실정이다.

2.2 이론적 배경

2.2.1 TWC 장치의 개요 및 기능

TWC(Train to Wayside Communication) 장치는 차상에서 지상으로 데이터 전송을 위해 사용한다. TWC 시스템은 표준시스템 IMU 100을 기본으로 한다. LZB 700M ATO 시스템의 서브 시스템인 TWC에 의해, 차량 데이터는 차량에서 신호기계실로 그리고 인터페이스 컴퓨터를 통해 사령실로 전송된다.

열차가 역 구내에서 ATP가 허용하는 정차범위 내로 정차했을 때, 차상 ATO는 차량 데이터가 포함된 TWC Telegram을 송신한다. 수신장치으로써 플랫폼 내의 궤도에 TWC 루프가 설치되고, 이 루프는 동축 케이블로 연결되어 TWC 지상 유니트를 통해 해당 신호기계실의 인터페이스 컴퓨터와 연결한다.

TWC 루프는 궤도 중앙에 설치하고 TWC는 차량편성번호를 자동으로 식별하기 위해 입/출고선에서 열차번호를 전송하는데 사용한다. 이때 열차번호는 TTC로 전송한다.

TWC는 차량 데이터를 유도적으로 전송하고 캐리어 주파수는 850 kHz이다. 캐리어 주파수는 FSK(Frequency Shift Keying, 823.5 / 875 kHz) 변조되고 전송률은 50kbit 이다. 96 bits의 Telegram이 전송되고, 기계실 컴퓨터에 의해 추가로 처리될 수도 있다. start-stop모드로 ASCII문자가 전송되는데 다음의 데이터들이 전송된다.

- 열차번호
- 차량편성 번호
- 목적지 번호
- 출입문 개/폐 정보
- 열차 상태 정보

TWC 장치는 매우 신뢰성이 높고 Fail-Safe 설계가 필요하지 않으므로 모든 회로는 한 채널로 설계하였다.

2.2.3 구성장치

가. TWC 차상 장치

TWC 차상장치는 차상 ATO의 일부분이며 다음의 장치들로 구성한다.

- 1 TWC 전자 모듈
- 1 TWC 송신 코일

TWC 송신 코일은 차량의 수평축에 평행으로 설치되며, 대략 레일 상단에서 150mm정도 떨어져 있다. 시스템은 병렬 공진 회로이다. 페라이트 막대의 권선에 의해 유도장이 형성되고 송신 코일은 차폐 케이블로 ATO 차상장치에 연결된다.

TWC 전자 모듈은 ATO 컴퓨터와 코일 간에 인터페이스를 하고 ATO 컴퓨터 서브랙에 설치된다.

나. TWC 지상장치

TWC 지상장치는 다음과 같이 구성 된다.

- 궤도 루프
- 접속함
- TWC 기계실 유니트로의 연결 케이블 (동축 케이블)
- TWC 기계실 유니트 (제어장치 : CPU 850)

궤도 루프의 위치는, 열차의 운행 방향, 열차의 길이와 편성량(4량, 6량, 또는 10량 편성)에 따른 가능한 역 구내 정차 위치, 그리고 정차 허용 범위에 영향을받는다. 궤도 루프와 피더 케이블의 정합이 이루어진다. 증폭기의 전원은 TWC 기계실 유니트에서 피더 케이블을 통해 공급된다.

TWC 기계실 유니트는 다음의 기능을 수행 한다.

- 궤도 루프를 통해 통과열차의 전송 수신
- 수신 신호의 선택, 증폭 및 복조
- IF_C로 복조된 텔레그램을 직접 직렬 전송

TWC 기계실 유닛은 19인치 PC-Board 프레임의 반 크기로 되어있다. 이는 신호 기계실의 IF_C 캐비닛에 설치된다. 절연 변압기, 수신 증폭기, 판별기 및 최대 8개 루프에 해당하는 전원장치로 구성한다.

2.2.4 기술 데이터

가. 일반 데이터

전송 모드	시분할 다중 방식
전송 주파수	823.5 kHz / 875 kHz
전송 형태	start / stop 플랙이 있는 Telegram
정보량 (표준 버전)	최대 96bits 사용가능
전송 air gap	100 mm ~ 400 mm
측면 편차	+100 mm/ -100 mm
운행 속도	0 ~ 250 km/h
동작 온도 허용 범위	-25 °C ~ 80 °C

2.3 자료검토

2.3.1 현황 파악

가. 현행 TWC 정기점검 방법

- 1) 3개월 검사(3M)로는 TWC Loop Coil 손상유무와 배선 단자접속 및 배선상태 점검이 있다.
- 2) 6개월 검사(6M)로는 TWC 수신주파수 파형 및 출력전압 측정과 TWC 접속박스 내부 접속상태 점검이 있다.

나. 정기점검의 애로사항

- 1) 무선 전송 시스템이기 때문에 열차 정보 파형을 측정하기 위해서는 운행중인 열차를 대상으로 한 수신레벨을 측정한다.
- 2) 측정단자의 조밀함에 따른 내부 부품 파손의 위험이 상존한다.
- 3) TWC 설비 자체 고장을 확인하기 위하여는 로깅파일을 분석하여 열차별 정확한 데이터 전송 여부를 확인해야 한다.

3 연구개발

3.1 연구개발 방안

본 연구에서는 기존의 열차 정보시험기 비교 분석한 결과 다음과 같은 열차정보시험기의 개발방법을 제시하였다. 기존에 사용 중인 제품의 기능에 사용 편의성 향상을 위하여 다음과 같은 방안이 구성되었다.

측정시 열차정보 송신기능만 필요하고, 2호선 특성상 본선, 성수지선, 신정지선으로 구분하였다. 차후 PSD시험을 위한 문열림, 문닫힘 기능을 넣었으며 자동 버튼을 누르면 데이터가 연속으로 전송하는 기능을 포함하였다.

3.2 시험

3.2.1 공장시험

공장시험 모습은 Figure 1과 같으며 관능검사와 시험검사를 해서 양호한 결과를 얻었다. 검사항목으로는 디스플레이 상태, 주파수(823 - 875kHz) 송신상태, TWC SCOPE 데이터 정상수신 여부, 기존 측정 데이터와 비교시험이 있다.



Figure 1 시제품 외관 및 측정모습

3.2.2 현장 적용시험

열차정보 송신기의 시험대상은 2호선 차량기지 시험선, 본선역 TWC Loop 코일에서 Figure 2와 같이 시험하였다.

시험방법으로는 TWC-Loop에 열차정보 송신기 안테나를 놓고 송신기의 커넥터 안테나를 연결한다. 정보전송 버튼을 누르면 연속하여 열차정보 데이터가 송신기에서 발생한다. TWC 증폭모듈에 오실로스코프를 연결하여 주파수 및 레벨값을 확인하면서 시험하였다.



Figure 2 차량기지 현장시험

Figure 2는 차량기지에서 실시한 1차 시제품 시험으로, 송·수신은 정상적으로 되었으나 TWC Scope화면에서 알려지지 않는 CRC error가 나타났다.

이와 같은 문제점은 TWC 데이터 추출 프로그램상의 오류로 판정되어 해결하였다.



Figure 3 차량기지 주파수 측정사진

Figure 3은 차량기지에서 실시한 2차 시제품 시험으로 차량기지 신호기계실에서 측정하였다, 열차의 정확한 주파수를 측정하기 위하여 스펙트럼 분석기를 사용하여 지선 열차가 운행할 때 측정하였다. 측정된 결과로는 매뉴얼대로 데이터가 0일때 823kHz가 측정되었으며 데이터가 1일 경우 875kHz가 측정되었다.

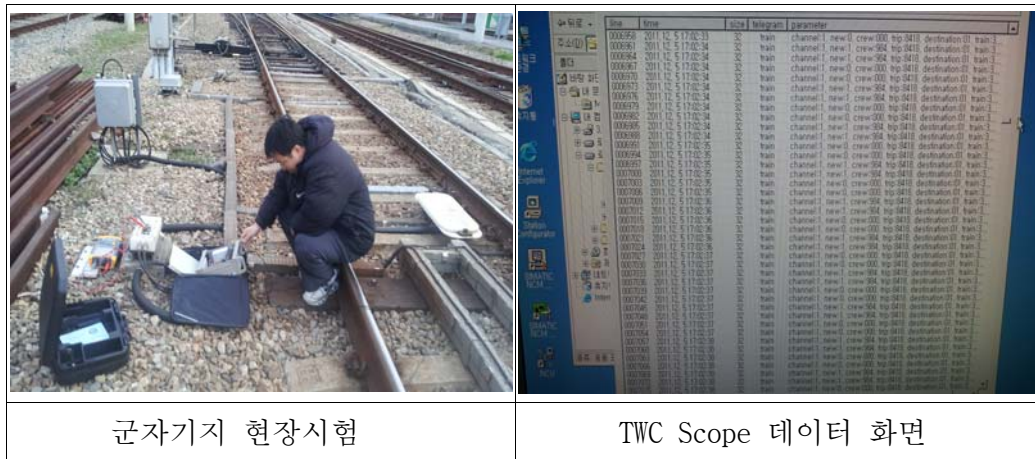


Figure 4 시험선 측정사진

Figure 4는 4차 시험으로 CRC데이터 오류없이 양호하게 측정되었다.



Figure 5 본선 측정사진

Figure 5는 2호선 본선 구간 관내에서 시험한 5차시험으로 오류없이 양호하게 측정되었다.

3. 결론

본 논문은 TWC Telegram을 전송할 수 있는 송신장치에 대하여 연구를 하였다. 열차정보(TWC)시험기는 지상 TWC 시스템의 동작 상태를 테스트 및 확인 시험하기 위하여 차상 신호장치를 대신하여 TWC 신호를 송신하는 장치이다.

지상 TWC 시스템의 동작 상태를 확인 시험하기 위하여 시험열차를 투입하여 TWC 신호를 송신하고 IMU에서 확인하는 과정을 거치게 된다. 이는 비용대비 효과측면에서 볼 때

대단히 불합리하다. 실제 열차에서 수신된 TWC Telegram을 열차정보(TWC) 시험기에 적용시켜 TWC Telegram을 송신하면 실제 열차의 차상장치에서 송신하는 것과 동일한 신호를 지상 TWC 시스템에 전송한다.

실시간 ATO시스템의 동작상태를 열차운행에 의하지 않고 시험기에서 모의 정보를 생성하여 시험을 가능케 함으로서 열차 안전운행과 지상장치의 신속한 유지보수에 기여할 수 있다.

참고문헌

- [1] 정호형, 이남일, 고양욱 (2011) “열차정보(TWC) 시험기 개발 연구보고서”, 서울메트로 기술연구원
- [2] 정호형, 이남일, 고양욱 (2011) “열차정보(TWC) 시험기 사용자 매뉴얼”, 서울메트로 기술연구원
- [3] 서울메트로 (2008) “2호선 신호시스템 개량 제작사양서”
- [4] 한봉석, 박재영, 최중환 (2014) “철도신호”, 동일출판사
- [5] 이만필 (2015) “철도신호해설”, 세화