

한국형 틸팅열차 열차제어진단장치의 구성품시험에 관한 연구

A study on a Component Test of Train control and Management System for Korean Tilting Train Express

한주섭* 이수길** 한성호***
Han, Ju Seop Lee, Su Gil Han, Seong Ho

ABSTRACT

This paper dealt with a component test of train control and management system(TMS) developed for korean tilting train express(TTX). This system that is established on TTX monitors and controls action of various devices by running of the train. Also, to performance estimation of the TMS, it is essential to verify a composition and function of TMS.

Therefore, this study reviewed standards related on a component test of the TMS and confirmed test items, test conditions and evaluation basis on a Component Test. Running Test of TTX can verify performance of TMS and communications with other devices and secure reliability of TMS.

1. 서론

철도차량의 운영을 위하여 과거에는 차량의 운전과 성능에 관련된 정보를 단순히 감시하여 기관사 및 검수자에게 제공하는 기능만을 제공하는 시스템이었지만, 현재는 전기전자기술의 발전으로 차량에 설치된 기기들의 동작상태 감시 및 제어, 기기들의 고장상태 파악 등의 기능을 갖는 종합적인 제어진단장치의 형태로 발전하고 있다.

일반적으로 철도차량의 열차제어진단장치는 통신기술을 기반으로 데이터 수집 및 제어처리를 실시간으로 처리하며, 열차의 운행제어의 전반적인 감시기능을 수행한다.

열차제어진단장치는 장치의 기능에 따라 제어진단장치와 모니터장치로 구분되며, 지금까지 지하철 전동차의 경우 종합제어장치(TCMS)와 열차정보장치(TIS)가 사용되고 있고, 최근 무인운전제어와 관련하여 경량전철의 종합제어장치가 적용되고 있다. 특히, 고속선을 주행하는 KTX와 한국형고속열차(350km/h)에도 열차모니터장치가 있어 고속주행에 대한 각종 기기의 상태와 안전기능 수행한다. 따라서 이러한 장치는 전기철도라는 주위 환경하에서도 안정적인 동작과 기능을 유지하여야 하므로 하드웨어적인 성능과 소프트웨어적인 기능 검증은 반드시 실시되어야 한다.

본 연구에서는 현재 개발 중에 있는 한국형틸팅열차(TTX)의 열차제어진단장치(TMS)에 대한 성능시험 방법과 절차에 대하여 논하고자 한다. 현재, 350km로 운행할 수 있는 고속철도가 개발되었으나 이를 국내 전 지역이 고르게 혜택을 받지 못하고 있어, 고속철도 비수혜 지역에 대해 기존선로에서 속도를 180km이상으로 증속·운행하기 위하여 한국형 틸팅열차를 개발하고 있다.

개발열차는 6량으로 편성되며, 3량 단위의 독립된 추진제어시스템을 가지는 각 유니트로 이루어진다.

* 한주섭, 정회원, 한국철도기술연구원 기존철도기술개발사업단

E mail : jshan@krrri.re.kr

TEL : (031)460-5694, FAX : (031)460-5699

** 정회원, 한국철도기술연구원

*** 정회원, 한국철도기술연구원

1유니트는 구동차(제어차 포함) 2량과 부수차 1량의 2M1T 구조로 선진국에서 주로 사용하는 전동차의 구성방법이다. 그림 1은 틸팅열차의 차량 편성도를 나타낸 것으로 판토타그래프를 가지는 동력제어차(Mcp), 구동차(M) 및 부수차(T)로 편성되어 있다.

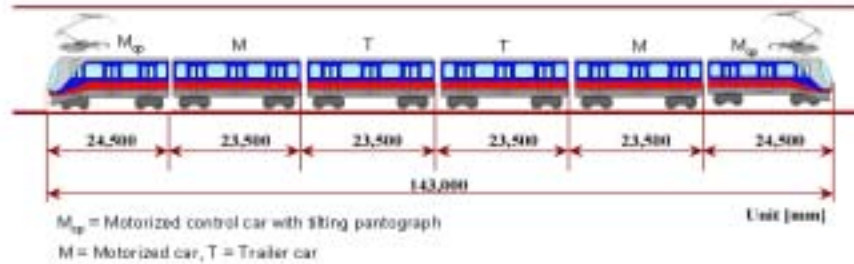


그림 1 한국형 틸팅열차의 차량 편성도

2. TTX의 열차제어진단장치

2.1 장치의 구성

열차제어진단장치는 틸팅열차의 운행 및 유지·보수를 위하여 기기의 동작상태를 감시하고, 고장상태에 따른 동작을 수행하고 또한 고장정보 등을 저장하여 기기들의 통계적인 관리 및 기관사에 그 정보를 제공하고 있다. 열차제어진단장치는 열차의 운행을 제어하기 위한 Mcp 차량에 Train Computer(TC, 2EA), 기관사에게 운행정보 및 기기의 동작상태를 제공하기 위한 표시장치(2EA)와 각 차량내의 정보를 제공하는 Car Computer(CC, 6EA)로 이루어져 있다. 각 차량간의 통신에는 10M급 Ether-Net을 사용하여 실시간으로 정보를 교환하도록 구성하였다.

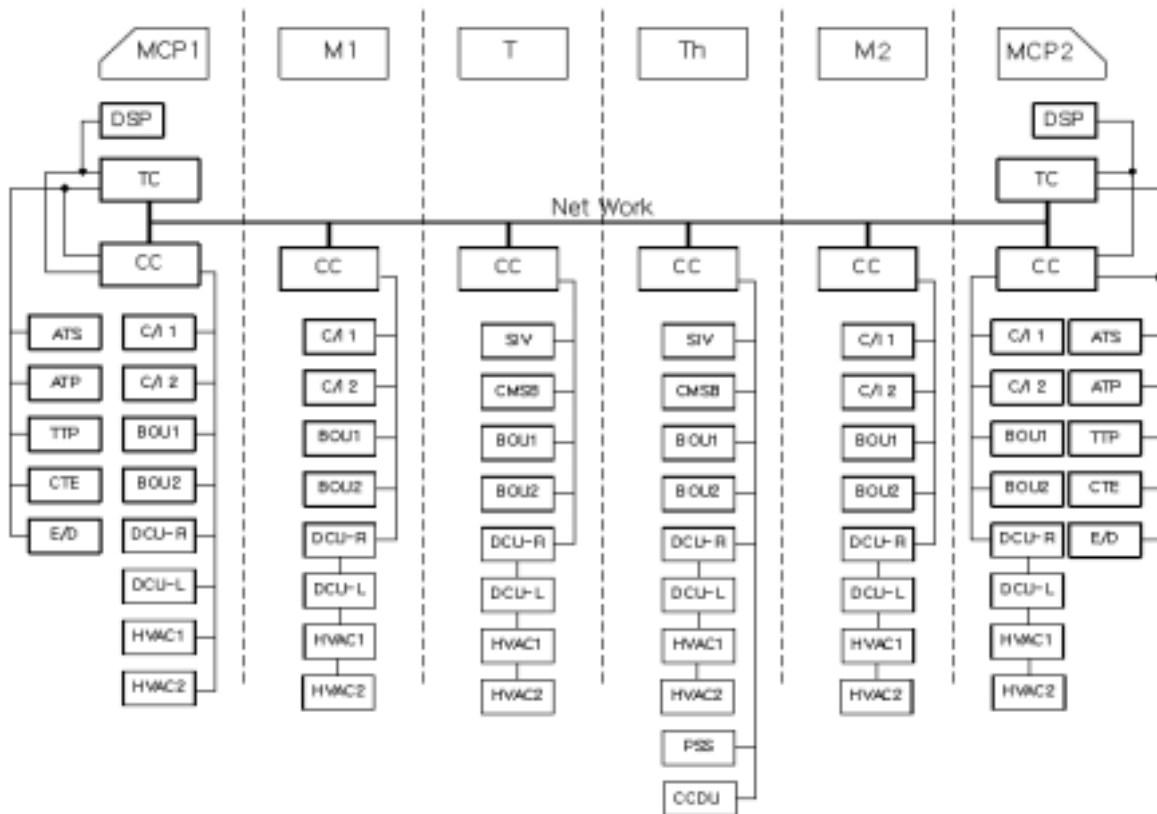


그림 2 한국형 틸팅열차의 장치별 배치구성도

2.2 다른 장치들과의 통신 인터페이스 사양

열차제어진단장치는 설치된 장치들에 명령을 지령하고 동작상태정보를 수신하기 위하여 주기적으로 각 장치들과 통신을 수행한다. 통신 인터페이스를 갖는 장치는 추진 및 제동관련 제어장치, 틸팅제어장치 및 신호관련장치와 승객서비스장치 등이 있으며 열차제어진단장치와는 표 1과 같은 통신 인터페이스 사양을 가진다. 각 장치들과는 직렬통신방식을 사용하고, 데이터 전송속도는 장치들의 동작특성에 따라 19,200~38,400[bps]로 구성하였다. 여기서 CTE(carbody tilting electronic)는 틸팅전력변환장치로서 틸팅액츄에이터를 구동제어하는 기능을 하며, TTP(Train Tilting Processor)는 곡선부에서 열차가 주행할 때 곡선반경에 따라 적절한 틸팅제어명령값을 산출하여 명령하는 기능을 수행한다.

표 1 다른 장치들과의 통신 인터페이스 사양

	통신방식	전송속도[bps]
ATP	RS-485	38,400
ATS	RS-485	38,400
SIV	RS-485	19,200
C/I	RS-485	38,400
BOU	RS-485	38,400
CTE	CAN-BUS, RS-485	19,200
TTP	RS-485	38,400
HVAC	RS-485	19,200
PSS	RS-485	19,200
CMSB	RS-485	19,200
E/D	RS-485	19,200

3. 구성품시험 개요 및 절차

3.1 시험 항목 및 적용 규격

개발한 열차제어진단장치의 성능을 검증하기 위하여 철도차량 성능시험 시행지침의 [별표 2]에 따라 구성품시험을 수행하는 최초 적용시험이므로, 국내에서 시험한 사례가 없었으며, 기준도 설정되어 있지 않은 실정이기 때문에 도시철도차량의 성능시험에 관한 기준의 [별표 6]을 적용하였다.

구성품 시험은 구조 및 절연 시험, 전원 변동 및 동작 시험, 온습도 시험 및 전자파 시험과 진동시험으로 구분할 수 있는 하드웨어적인 시험과 TMS의 기능이 규정된 조건에서 적절하게 동작하는지에 대한 조합시험으로 구분할 수 있다.

표 2에는 구성품시에 대한 성능시험 방법과 성능기준 등에 적용하는 국내·외 규격과 세부시험항목과 관련하여 나타내었다.

3.2 조합시험절차

3.2.1 시험 개요 및 조건

조합시험은 개발한 열차제어진단장치의 구성장치간 통신과 그것과 연계되는 장치들과의 통신이 요구되는 성능을 만족하는지에 대한 적합성을 확인하는 시험이다. 조합시험에는 열차제어진단장치를 6량 1편성으로 구성하여 실시하며, 디지털 및 아날로그 입력장치와 시리얼 통신장치는 시뮬레이터를 이용하여 기기들의 동작에 따른 적절한 신호를 인가한다. 조합시험은 시뮬레이터에 따른 시험, 화면에 따른 시험으로 구분되며 장치간 통신 과정을 측정하여 송/수신 전송주기, 전압레벨 및 송/수신 데이터 확인으로 정상동작 유무를 확인한다.

3.2.2 시험 종류별 절차

조합시험은 시뮬레이터에 따른 시험항목 11개와 화면표시에 따른 시험항목 7개로 구분하여 시험한다. 시험종류별 시험항목의 정의는 다음의 표 3과 같다.

표 2 구성품시험과 관련된 규격

구분	시험 항목	관련 규격
1	외관 구조 및 치수 검사	
2	전원 변동 시험	
3	저온 시험	KS C 0220, IEC 60068-2-1
4	고온 시험	KS C 0221, IEC 60068-2-2
5	고온·고습 시험	KS C 0227, IEC 60068-2-30
6	과전압, 서지, 정전 방전 시험	KS C IEC 61000-4-2, KS C IEC 61000-4-4, KS C IEC 61000-4-5
7	과도 버스트 시험	KS C IEC 61000-4-4
8	무선주파수 간섭 시험	KS C IEC 61000-4-3, KS C IEC 61000-4-6
9	절연 시험	KS R 9156
10	진동, 충격 시험	KS R 9144, KS R 9146
11	방수 시험	KS C 0904
12	온도 사이클링 시험	KS C 0225, IEC 60068-2-23
13	조합 시험	

표 3 조합시험 항목 구분

시험 종류별 구분	
시뮬레이터에 의한	화면에 따른 시험
운전대 연계동작 시험	운행상태 화면
저전압 감시동작 시험	그래프 상태 화면
제동장치 및 공기압축기 연계동작 시험	객실상태 화면
출입문장치 시험	틸팅상태 화면
형광등 연계동작 시험	장치상태 화면
냉난방장치 연계동작 시험	접촉기상태 화면
PSS장치 연계동작 시험	PSSM(Preset Speed Mode) 화면
판토타그래프 제어 시험	
보조공기 압축기 제어 시험	
주차단기 투입/차단 제어 시험	
화재검지 제어 시험	

3.2.2 시험 결과분석 사례

상기 시험종류에 대한 시험결과 분석으로서 틸팅상태 화면 시험항목에 대하여 설명한다. 본 시험은 정상적인 상태에서 시험을 시작한다. 정상적인 상태의 TMS라 함은 중앙장치 및 단말 장치가 모두 정상적으로 통신이 연결되어져 있으며, 시뮬레이터와 입출력 상태를 알 수 있는 상태이고, 하부장치와의 통신이 정상적으로 시뮬레이터와 재연된 상태를 말하며, 차량에서와의 신호가 같은 상태를 말한다. TMS의 구성은 1호차부터 6호차까지 그 ID를 1,2,3,4,5 & 0 로 설정한다. 즉 마지막을 의미하는 차량은 Zero ID를 부여한다.

이 시험은 틸팅상태에 대한 화면에 따른 시험으로 TTP와 연계하여 기본적인 데이터 표시 및 틸팅과

관련된 상태 표시여부를 확인하며, 표시화면의 데이터와 기준은 표 4와 같다.

표 4 틸팅상태 화면 시험 기준 및 결과

표시항목	입력항목	입력조건	동작확인	판정	비고
			표시장치		
CLOCK	MONITOR 중앙장치 시계 I C		시 : 분	양호	
열번, 행선	현재의 열번 현재의 행선		번호 표시 행선 역명	양호	
승객비상	PEAS 1 개이상 화재 발생 FDT	ON ON	승객비상 점멸 화재발생 점멸	양호	
가선 전압	VSrms: VVVF의 SD	TEXT(16)	AC **kV	양호	단말 통신 Data
운전실 선택	F or R	ON OFF	Active 및 진행방향 NON 또는 후두차	양호	
도어상태	DSR, DSL	ON OFF	SPACE (OPEN) LIT (CLOSE)	양호	각 단말장치
판토타프상태	PANPS	ON OFF	UP DOWN	양호	각 단말장치
틸팅엔진 Ready	CTE SD TEXT(2-0) NTLEB	ON OFF	색있음 색없음	양호	
현재 틸팅각도	CTE SD	TEXT(3,4)	현재 각도표시	양호	
설정 틸팅각도	CTE SD	TEXT(5,6)	설정 각도표시	양호	
틸팅고장상태	CTE SD	TEXT(2)	해당위치 ON	양호	

4. 결론

본 논문에서는 국내에서 처음으로 제작되는 한국형 틸팅열차 열차제어진단장치의 성능 확보를 위해 국내외 규격을 분석하여 작성한 시험절차서와 시험결과에 대하여 설명하였다. 열차제어진단장치는 철도 차량성능시험지침의 [별표 2]에 의하여 구성품시험을 실시하는 항목으로 규정되어 있다. 개발한 열차제어진단장치의 구성품시험 결과는 양호하였으며, 현재 한국형 틸팅열차는 완성차 제작의 마지막 단계에 있다.

한국형 틸팅열차의 완성차 시험을 통하여 열차제어진단장치의 성능 및 각종의 기기들과의 동작을 검증하고 그 신뢰성을 확보할 수 있다. 또한 2006년 7월 1일부터 철도 차량, 시설물과 시설물 및 인원에 대하여 성능과 안전이 부분이 강화된 철도안전법이 시행된 이후의 열차제어진단장치에 대해 처음으로 시행하는 시험이므로, 이후의 실시되는 시험에 대한 참고자료로 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 한성호 외, “시스템통합 및 연계기술개발”, 철도기술개발사업 보고서(한국철도기술연구원), 2003.7
2. 이수길 외, “틸팅열차용 열차제어진단장치 개발에 관한 연구”, 2005년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 B권, 2005.7.18-20
3. 이은규 외, “열차제어진단장치 실용기술개발”, 철도기술개발사업 보고서(우진산전), 2006.7