틸팅열차용 ATP 차상장치의 설치 및 설치시험 연구

백종현*
*한국철도기술연구원 열차제어통신연구실
e-mail:jhbaek@krri.re.kr

The Study of Installation and Installation Test for Tilting Train ATP On-board Equipment

Jong-Hyen Baek*
*Dept of Train Control & Communication Research,
Korea Railroad Research Institute

요 약

본 논문에서는 틸팅열차의 안전성 확보 및 운행효율 향상을 위해 "한국형 틸팅열차 신뢰성 평가 및 운용기술개발" 연구과제의 한 분야로 추진된 ATP 차상장치의 설치 및 시운전시험에 대한 내용 및 결과를 제시하고 있다. 한국철도기술연구원에서는 기존선의 속도 향상과 KTX 비수혜지역의 여객 서비스 향상을 위해 틸팅열차를 개발하였으며 개발된 틸팅열차의 신뢰성 평가를 위해 기존에 사용되고 있는 ATS 장치에 의한 10km 주행 시운전 시험을 진행하였다. 국토해양부에서는 KTX가 운행되지 않는 지역인 중앙선 및 충북선을 비롯한 7개 기존 노선을 200km/h 이상으로 고속화하기로 하였으며, 이에 따라 열차제어시스템은 기존의 ATS 장치에서 ATP 장치로 개량하여야 한다. 따라서 틸팅열차에도 ATP 차상장치를 설치하여 운행 적합성을 확인하여야 하기 때문에 한국철도공사의 경부선 및 호남선 ATP 구축사업에 사용된 것과 동일한 ATP 차상장치를 틸팅열차에 설치하여 시험하였다.

1. 서론

국내 기존선의 속도향상을 위한 틸팅열차의 개발은 2007년 제작이 완료되었으며 실용성을 입증하기 위하여 10만 km 시운전 시험을 추진하였고 현재까지 12만 km 주행 시운전 시험을 달성하였다.

틸팅열차의 제작시 기존의 자동열차정지장치(ATS)만을 장착하여 차량의 성능 확인을 위한 시험 및 시운전을 우선적으로 추진한 후, 한국철도공사에서 추진하고 있는 차상신호(ATP) 장치 구축사업에 적용된 Bombardier Transport사의 ETCS ATP 장치에 대한 성능 시험이 우선 설치 구간 시험에서 완료되면 동일한 장치를 틸팅열차에 적용하기로 결정하였다. 이는 ETCS ATP 장치가 2006년에 틸팅열차에 설치되어도 관련 설비에 대한 시험은 불가능하며, 또한 철도공사의 ETCS ATP 장치 성능 시험이 종결되지 않음에 따라 틸팅열차의 성능 시험 및 시운전에 관련된 연구를 원활히 추진할 수 없기 때문에 ATS 장치에 의한 차량의 성능 시험이 선행되어야 했기 때문이다. 그러나 틸팅열차에 설치된 ATS 장치는 기본적으로 160km/h 이하의 속도에서만 유용하며, 그 이상의 속도에서는 현실적으로 사용이 어렵기 때문에 틸팅열차의 목표속도인 180km/h 이상을 위해서는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 한국철도공사에서 추진하고 있는 차상신호시스템 구축사업에 적용된 ATP 장치를 도입하여 설치 및 설치시험을 한 연구결과를 제시하고 있다[1].

2. 기존 ATS 시스템 기술

ATS 시스템의 주요 원리는 기존의 선로변 신호체계의 문제점이 주어질 때 벨 또는 경보 등으로 기관사에게 주의를 환기시켜 정상적인 열차 운행을 하도록 하며 만약 기관사가 일정 시간동안 제동 조작을 하지 않으면 강제적으로 제동을 인가하여 열차를 안전하게 정지시키는 역할을 한다. 따라서 열차의 안전 운행을 확보하기 위해서는 정확한 ATS 설비의 정상적인 기능 유지가 필수 조건으로 주어진다. ATS 장치는 선로에 설치된 지상자를 열차가 통과할 때 지상자는 관련 폐색 구간의 통과 속도 정보를

차량으로 전송한다. 수신된 정보는 ATS 차상장치에 의해 기관사에게 통보되거나 제동 체결 명령을 인가한다. 이러한 ATS 시스템은 1969년 경부선 구간에 처음 설치된 이후 1988년에 경부선 5현시 차상속도 조사식으로 개량하여 현재까지 사용하고 있다[1,2].

ATS 시스템에 있어서 안전 및 신뢰성의 가장 큰 문제점으로 고려되는 사항 중의 하나인 주파수 간섭 현상은 타 시스템과의 공용시에 매우 심각하다. ATS 시스템의 주파수 변환은 아날로그 방식에 의해 지상에서 차상으로 정보를 전송함에 따라 현재 사용하고 있는 주파수에 근접한 타 주파수의 유입 시에는 오동작을 유발하는 확률이 매우 크다. 또한 150km/h 이상의 속도로 운행하는 열차에 대한 지상-차상 응동은 신뢰성이 확보되지 않았다. 특히 ATS 시스템의 정보는 단지 과속도에 따른 열차 운행을 제한하기 위한 속도 정보만을 취급한다. 따라서 임시 속도제한, 유지보수 등의 특수한 선로변 조건이 발생할 경우, 신호 시스템에 의한 직접적인 프로그램이 불가능하여 비정상 상황에 대한 경보 및 통제는 지상에서 기관사에게 직접 통보해야 하기 때문에 이 경우 기관사의 판단에 따른 대응 방안이 절대적으로 열차 운행을 좌우하게 된다[1,2,3].

3. ATP 시스템 기술

차상신호방식과 지상신호방식의 가장 큰 차이점은 지상신호 현시 확인의 어려움에 대한 문제점이 차상신호방식을 사용할 경우에는 해결됨은 물론 속도 제어에 대한 안전성이 제공된다는 점이다. 한국철도공사에서 추진하고 있는 ETCS 레벨 1에 의한 ATP 구축사업은 ATS 시스템의 고장 발생 우려에 관한 문제점을 일시에 해소할 수 있으며 철도신호설비의 안전성과 신뢰성을 크게 향상시키고, 열차의 안전 운행을 보장함으로서 여객과 화물을 편안하고 신속하게 수송하여 대국민 서비스 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다[1-5].

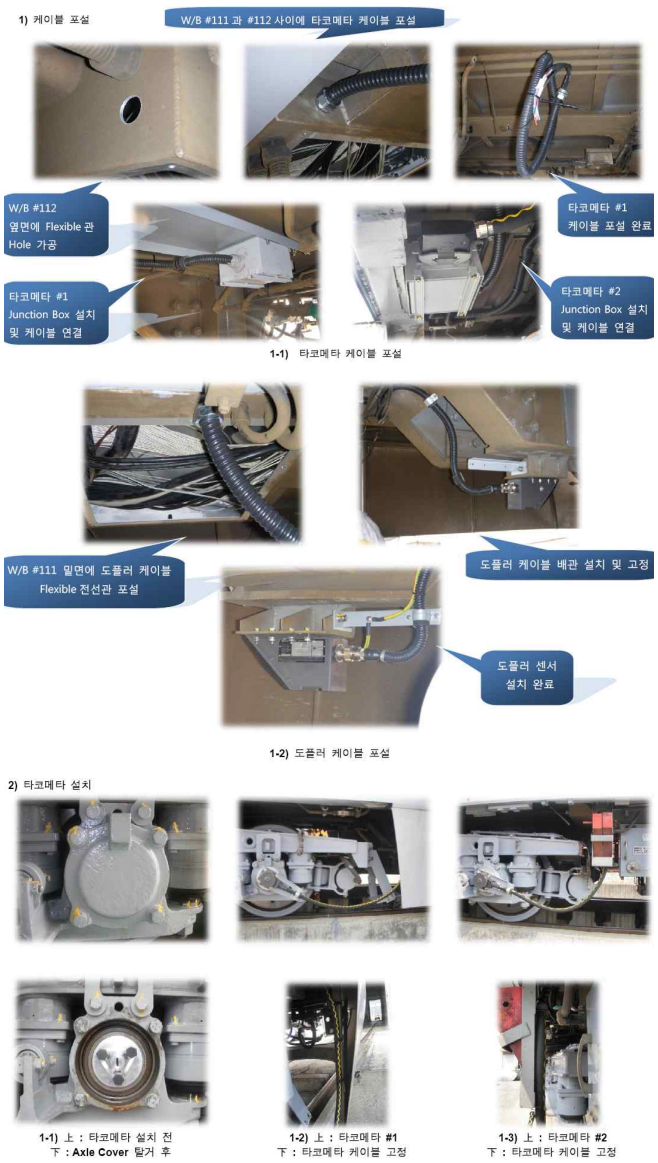
이러한 차상신호방식에서는 Distance to go 기능을 사용한다. 이는 제동 목표 거리를 차상컴퓨터에서 자동 계산하여 운행 속도를 제공하며, 현존하는 지상장치의 많은 개량 없이도 차상신호시스템에서 지상 정보를 이용하여 열차속도의 향상을 실행할 수 있다는 장점이 있다.

4. 틸팅열차용 ATP 차상장치의 설치

앞에서도 제시하였듯이 틸팅열차의 주행 시운전 일정에 지장을 주지 않기 위하여 틸팅열차의 중수선 기간인 2009년 9월부터 10월 사이에 ATP 차상장치를 설치하고 설치시험을 완료하였다. 틸팅열차에 설치되는 ATP 차상장치의 본체에 해당하는 차상컴퓨터는 다음의 그림 1과 같이, 운전실에 설치되는 ATP 장치인 MMI 및 스피커 그리고 압력 스위치 등은 다음의 그림 2와 같이, 차량하부에 설치되는 CAU 안테나, 타코미터 및 도플러 레이더와 각각의 장치들 사이에 연결되는 케이블 등은 다음의 그림 3과 같이 설치하였다[1,6].

[그림 1] ATP 차상컴퓨터

[그림 2] 운전실 ATP 차상장치



[그림 3] 틸팅열차 하부에 설치된 ATP 차상장치

5. 틸팅열차용 ATP 차상장치의 설치시험

ATP 차상장치의 설치후 시험은 승인된 설계에 따라 설치가 적합하게 이루어졌는지 확인하기 위해 외관·치수검사 및 배선검사, 절연저항 및 내전압 시험을 하는 설치검사와 설치된 장치의 기능과 성능이 적합한지 확인하기 위한 설치시험으로 구분되며, 설치검사의 결과는 다음의 표 1과 같이, 설치시험의 결과는 다음의 표 2와 같이 적합함을 확인하였다.

[표 1] 설치검사 결과

시험규격 : TTX-ATPT-001 시험장소 : 오송기지 대기선로		
열차번호	시험항목	시험결과
틸팅열차 MCP 1	설치검사	적합
틸팅열차 MCP 2	설치검사	적합

[표 2] 설치시험 결과

시험규격 : TTX-ATPT-002 시험장소 : 오송기지 대기선로		
열차번호	시험항목	결과
틸팅열차 MCP 1, 2	[IT001] 극성확인	적합
	[IT002] 하드웨어 구성	적합
	[IT003] 소프트웨어 구성	적합
	[IT004] BTM 보정을 위한SW 구성	적합
	[IT005] 설치 파라미터	적합
	[IT006] 기본(Default)열차 데이터	적합
	[IT007] 유지보수 파라미터	적합
	[IT008] 인프라구조 확인	적합
	[IT009] 운전실 기동	적합
	[IT011] 방향 제어	적합
	[IT012] 제동 및 TCO의 차단	적합
	[IT013] 발리스전송 및 상용제동 시험	적합
	[IT014] 비상제동시험	적합
	[IT015] ATS 지상자 응동시험	적합
	[IT016] 틸팅시 발리스 응동시험	적합
	[IT017] 자료기록장치 기능동작 확인	적합

위의 표 2의 설치시험 항목중 [IT016] 틸팅시 발리스 응동시험은 틸팅열차가 곡선 선로 주행시 최대 틸팅 상태(틸팅각 8°)에서도 지상의 발리스로부터 정보를 적합하게 수신 받는지 확인하기 위한 시험으로 직선 선로에서는 틸팅열차가 기울여진 상태로 주행할 수 없기 때문에 다음의 그림 4와 같이 지상의 임시 발리스를 10.4° 기울여서 놓고 틸팅열차를 주행시켜 확인하였다.

[그림 4] 틸팅시 발리스 응동시험

6. 결론

틸팅열차 제작시 ATP 차상장치를 설치할 수 있도록 반영되어 있었으나, ATP 차상장치의 실제 설치 과정에서 설계상의 미비 또는 설계도에는 나와 있으나 실제로는 반영되어 있지 않은 부분 등이 발견되어 작업일 기준으로 6일을 계획하였던 설치 일정이 두 배 이상 늘어나는 등 다소 일정에 쫓기는 등의 문제점을 제외하고는 각 구성부품의 설치상태와 개별적인 기능 및 인터페이스 성능에 대한 확인 시험이 성공적으로 수행되었다. 틸팅열차에 설치된 ATP 차상장치의 모든 구성품 및 소프트웨어는 한국철도공사 차상신호시스템 구축사업에 사용된 것과 동일 버전의 제품 및 소프트웨어가 설치되었으며, 시험결과 모든 세부시험항목에 대해 어떠한 차상장치 하드웨어 및 차상소프트웨어 장애로 인한 오류사항도 발생하지 않았다.

틸팅열차에 설치된 ATP 차상장치가 국산 개발품은 아니지만 설치를 위한 설계 및 설치과정과 설치시험을 거치면서 시스템 엔지니어링 및 시험 기술 등을 확보하였고, 이는 향후 ATP 차상장치의 국산화 개발에 활용되어 보다 효율적인 연구가 추진되리라 기대된다.

틸팅열차에 설치된 ATP 차상장치의 기본적인 기능 및 성능은 설치시험 단계에서 입증되었지만, ATP 차상장치에 의한 틸팅열차 운행 적합성을 검증하기 위해서는 ATP 차상장치의 Level 1 운용모드(ATP모드) 및 Level STM 운용모드(STM모드) 운행에 필요한 요구기능이 구현되어 있는지 확인하여야 하며, 이를 위해 ATP 지상설비가 설치된 호남선(서대전-함평) 구간 및 STM 모드 운행을 위한 중앙선 구간 등에서 ATP 차상장치에 의한 틸팅열차 주행 시운전 시험을 진행하고 있다.

참고문헌

[1] 백종현, “ATP 차상장치의 틸팅열차 설치 및 설치시험 분석” 한국산학기술학회논문지 제11권 제7호. pp.2534-2540, 2010.

[2] 백종현, 이창구, “기존선 속도 향상을 위한 발리스를 이용하는 열차간격제어 기술에 대한 연구” 한국산학기술학회논문지 제10권 제2호. pp.256-263, 2009.

[3] 김용규, 백종현(2007), “기존선 속도향상을 위한 신호보안체계 최적구축방안 연구” 한국철도기술연구원 철도기술연구개발사업(국토해양부) 최종연구보고서.

[4] “철도신호용어편람” 철도청, 한국철도신호기술협회 용어편람. pp.210-211.

[5] Y.G. Kim, "유럽 철도망 통합을 위한 ERTMS 프로젝트 추진 현황" Korea railroad research institute. 2001.5

[6] 한성호, 백종현외(2009), “한국형 틸팅열차 신뢰성 평가 및 운용기술 개발” 한국철도기술연구원 미래교통기술개발사업(한국건설교통기술평가원) 2차년도 보고서