

트램시험선의 시운전 안전확보를 위한 과주방지시스템 연구

Research commissioned by tram using a system engineering

김유호*, 이수환*[†], 이남형*, 이부현*, 김예지*

You-Ho Kim*, Soo-Hwan Lee*[†], Nam-hang Lee*, Boo-Hyun Lee*, Ye-Ji Kim*

Abstract The road transport and rail signal applied to the Osong TEST Line tram depot in order to evaluate the performance of the combined system is being built. Road traffic and railway signals applied to the tram test of a mixed system shall perform the test and driving test device connectivity, depending on the operating scenario. The development of a system for preventing over road and railway signal systems can be applied without the trams it is necessary for the safety of the test. Without also affecting the vehicle, the movement according to the position in the field to be developed as over road protection system.

초 록 트램에 적용될 도로교통과 철도신호가 혼합된 시스템의 성능평가를 위하여 오송차량 기지에 시험선이 구축되고 있다. 트램에 적용될 도로교통과 철도신호가 혼합된 시스템의 시험은 운영시나리오에 따라 장치연결시험과 운행시험을 수행하여야 한다. 시험의 안전을 위하여 트램에 철도신호시스템 없이 적용이 가능한 과주 방지용 시스템의 개발이 필요하다. 또한 차량에 영향을 주지 말아야 하며, 현장에서 위치에 따라 이동이 가능한 과주방지 시스템을 개발하여야 한다.

주요어 : 트램, 시험선, 과주방지, 안전설비

1. 서 론

국내에서 개발되는 무가선트램의 도로교통연계 신호시스템의 성능평가를 위하여 오송차량 기지 구내에 시험선이 구축되고 있다. 현장에는 전기선로전환기, 각종 신호기, 관제센터 등의 다양한 시설물이 구축될 것이다. 또한 시험선의 기능에 따라 현장설비가 추가될 것으로 사료된다. 따라서 개발되는 트램용 도로교통연계 신호시스템의 시험은 운영시나리오에 따라 현지결합시험(정적시험)과 편성시험(동적시험)을 수행하여야 한다. 그러기 위해서는 지속적인 주행시험 및 시험항목에 따른 일부 동작시험을 수행하여야 할 것이다. 그러나 현장의 신호설비들이 트램의 시운전 기간중에 트램의 과속 및 기관사의 부주의에 따른 위험한 상황에 대한 안전설비로 운영하기에는 문제가 있다. 즉 위에서 언급한 시설물이 트램의 과주에 대한 안전대책으로 적용 하기에는 문제가 있다. 그러므로 아직 개발되고 있는 시스템에 적용은 불가능할 것으로 사료된다. 그러나 트램은 지속적으로 주행시험을 수행하고 시험항목 및 절차에 따라 각종 시험을 수행하여야 한다. 따라서 트램에 신호시스템이 없어도 적용이 가능한 과주방지용 시스템의 개발이 필요하다. 또한 차량에 영향을 주지 말아야 하며, 현장에서 위치에 따라 이동이 가능한 과주방지 시스템을 개발하여야 한다. 그리고, 기본적인 시험선의 구조와 상황을 파악하고 현장에 가장 적합한 검지시스템을 선정하여 시험선에 적용이 가능한 과주방지시스템을 검토하여야 한다. 따라서 본 논문에서는 트램시험선 및 각종 시험선에서 적용이 가능한 과주방지시스템에 대하여 연구하였다.

2. 본 론

2.1 트램 시험선의 현황

현재 충북선 고속철도 오송차량기지 내에 있는 트램시험선은 차량시험운행을 위해 1,283m가 설치되어 있고, 추가로 연장공사가 진행되고 있다. 또한 1개의 승강장이 설치되어 있다.

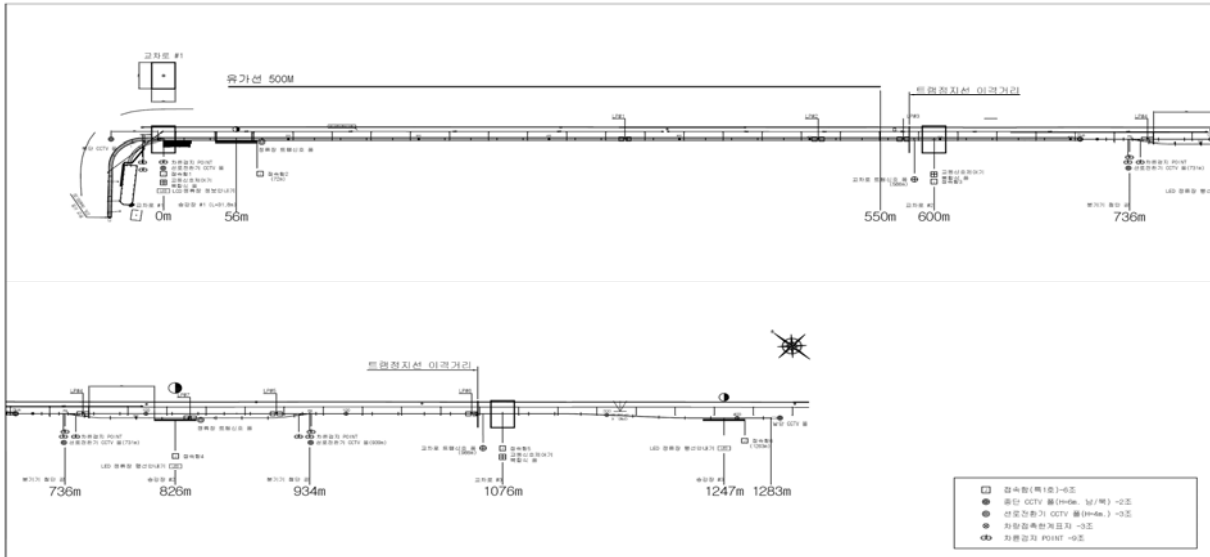


그림1 시험선의 현황

트램시험선의 노선길이는 본선의 길이가 약 1,283m이고 현재 연장을 계획하고 있는 길이는 약 200m구간으로 현재 공사가 진행중에 있다. 현재 시험선에는 2개의 정거장이 있으며, 향후 추가적으로 1개의 정거장을 건설할 예정이다. 전체노선은 무가선과 유가선으로 나누어져 있으며, 유가선 구간은 약 500m 정도로 건설될 예정이다.

2.2 트램 특징 및 차량제원

트램차량의 특징은 차량 바닥면을 저상(Low Floor)으로 구성하여 교통약자, 휠체어 및 유모차 등의 승/하차가 용이한 구조로 되어 있으며, 급곡선 성능이 우수하여 기존 도심의 차도에서도 건설/운영이 가능하도록 되어 있다. 또한 차량 폭이 버스와 유사하여 기존 차도 폭의 변경없이도 운영이 가능하도록 계획하였으며 가장 경쟁력이 강한 것은 초기 건설비가 저렴(고가 경전철의 1/3, 중전철의 1/8이하 수준)하고 친환경적인 시설을 구축하므로 도시환경 및 생활환경에 적합하도록 계획되었다.

트램 제원은 5량 1편성, 매립형 표준궤도(1,435mm)에 운행하도록 계획하였으며, 트램의 길이는 31.8m, 공차중량은 43.1톤/편성 이하, 높이는 3.4m, 폭은 2.45m로 설계하여 제작되었으며, 주행성능으로는 최고속도 70km/h에 가속도는 3.5km/h/s이상이고 감속도는 3.7km/h/s이며, 구배는 6%로 제작되었다. 트램의 주동력은 Li-Polymer 배터리를 탑재하여 운행하고 판타그라프가 있는 개소에는 배터리 충전 및 유가선 운행이 가능하도록 개발되었다.



그림2 트램의 형태

2.3 트램 시스템 구성

현재 개발하고 있는 트램의 도로교통연계신호시스템의 구성은 관제운행지원장치, 열차자동감시장치, 연동장치, 현장제어장치, 트램신호장치, 차상운행지원장치, 도로교통신호제어기, 도로교통 감시 및 제어장치로 구성되며 시스템 구성도는 아래의 그림과 같다.

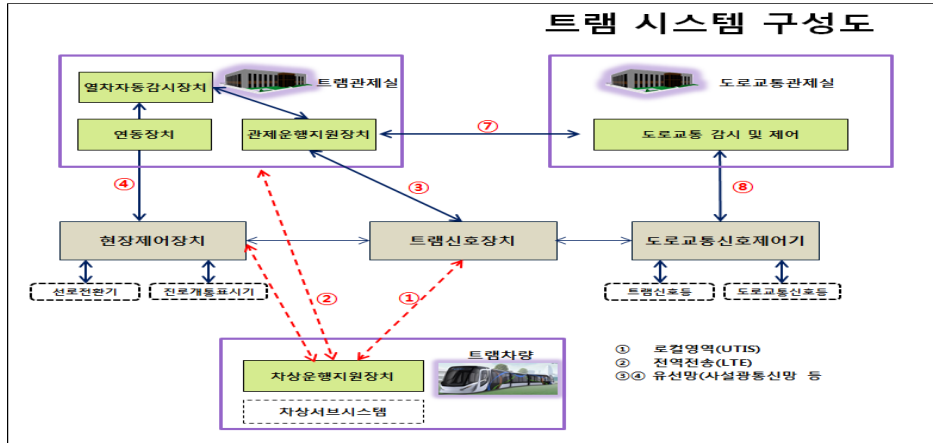


그림3 트램 시스템 구성도

2.4 과주방지 시스템의 분석

2.4.1 기존 과주 방지장치 검토

현재 일반철도에서 사용하고 있는 자동열차정지시스템(ATS)과 자동열차방호시스템(ATP)이 가장 일반적이고 많이 사용되고 있다. 이러한 시스템을 시험선에 적용하기 위해서는 장치의 운영을 위하여 지상설비와 차상설비를 구축하고 시험선에 적용이 가능한 S/W를 별도로 개발하여야 하므로, 현재 개발되고 있는 도로교통연계 신호시스템에 적용하기에는 시기적으로 무리가 있다. 따라서 기존의 사용방법이 아닌 차량에 개량이나 개수를 하지 않고 적용이 가능한 방법을 검토하였다.

표1 기존 과주방지시스템의 시험선 적용성 검토

구 분	ATS	ATP	HTC	TCMS 활용
적용가능성	현재 사용중임	현재 사용중임	시험 개발중	미적용
차상장치 (수신기 포함)	ATS 차상장치	ATP 차상장치	HTC 인터페이스장치	TCMS 개조
지상장치	ATS 지상장치	ATP 발리스	HTC 태그	미정(상용제품)
설치조건	30cm 이격	13-27cm	10cm 이상	

개발중인 시험선에 적용하기 위한 과주방지장치는 현재 신호시스템이 설치되지 않아도 적용이 가능하고, 차량의 개발에 어떠한 영향도 없이 적용이 가능해야 한다. 본 연구에서는 지상에 센서를 설치하여 트램을 검지하고, 트램의 속도를 조사하여 과속으로 주행하는 경우에, 기관사에게 경보를 알려주는 과주방지 시스템을 도입하고자 한다.

2.4.2 과주 방지용 센서의 선정

현재 트램 개발에서는 시험운전에 따른 반복운전으로 기관사의 과주운전에 의한 열차충돌 또는 탈선을 방지하기 위한 설비로 레이저 스캐너(LMS 511-10100pro)가 검토되고 있다.

레이저 스캐너(LMS 511-10100pro)는 오송 무가선 시험선에 설치 할 수 있으며, 전방 80m 탐지거리 성능과 90도의 검지범위에서부터 트램 차량거리를 외부환경에 영향을 받지 않고 정확히 센싱하여 특정 임계치를 초과할 경우 기관사에게 청각과 시각을 통해 알람을 경보하여 과주방지는 물론 외부 보안을 위해 활용할 수 있다.

특히 설치하고자 하는 레이저스캐너 제품군은 보안이 요구되는 분야와 철도와 같이 안전이 요구되는 특수한 교통안전설비에 적합하고, 철도횡단 보행자가 많은 1중 건널목에서 기존 지장물검지장치(레이더 센서)를 대체하여 성능입증을 국가철도운영기관인 코레일로부터 획득하여 설치 운영할 계획이 있는 안전과 성능이 입증된 설비이다.

따라서 트램에서 요구하는 시험선의 안전차량 운행 조건을 만족하고 지능형자동차 분야, 보안 분야에서 상용 실적이 다수 있으므로 본 센서를 채택하였다.

2.4.3 과주 방지 시스템 구축방안

시험선 양측 종단에 트램시험 운행시 과주할 경우 이를 경고하여 기관사에게 트램을 즉시 정차할 수 있게 하는 장치를 구축한다. 과주방지 구축용 센서 설치와 레이저 레이더를 세울 수 있는 기초 및 지지대를 설치하고, 차량내에 탈부착이 가능한 거치형 기관사 경고알람수신기(핸드형), 현장제어함 등으로 구성한다. 센서는 과주하는 열차를 검지하기 위한 핵심설비로 과주지점에 높이 2m의 스텐레스 강관기주에 설치하고, 비와 먼지 등 오염물질이 들어가지 않도록 외부 케이스에 매입한다. 검지범위 확보를 위하여 케이스는 센서검지각 190°를 확보하여야 한다. 그리고 과주한 열차의 기관사에게 주의를 환기시키기 위해, 과주와 동시에 제어함 자체에 설치된 알람기능(스피커, 경광표시기)를 설치하여 기관사가 들을 수 있는 기준 65dB이 되어야 한다.



그림 4 과주방지시스템의 구성

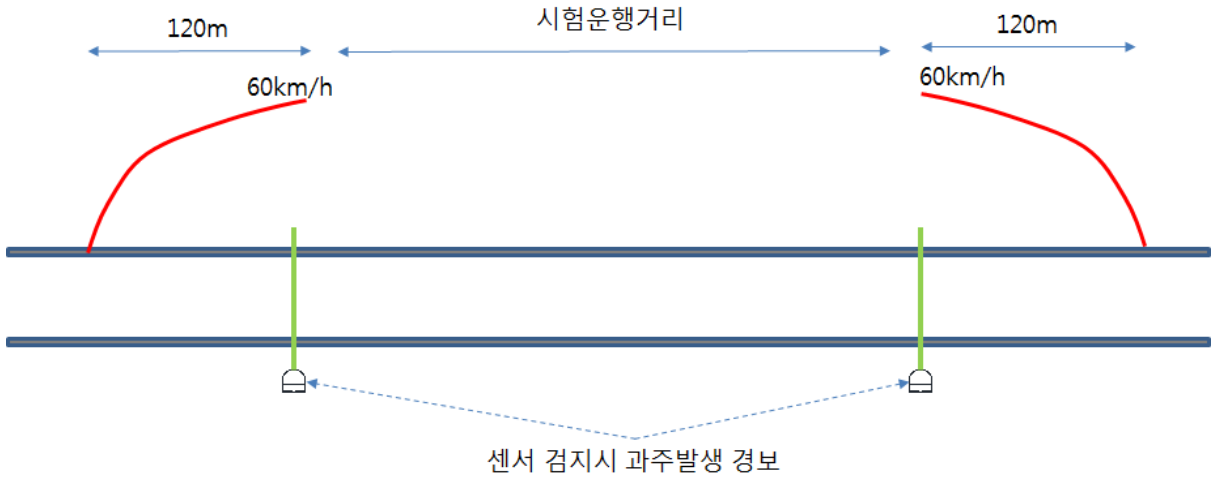


그림 4 트램시험선의 과주방지시스템 적용 구성도

3. 결론

본 연구에서는 레이저 레이더 센서를 이용한 과주방지시스템을 개발하고 있다. 이 시스템은 트램 시험선에 적용되는 과주방지시스템으로서, 현재 운용되고 있는 신호시스템이 없이도 과주방지 기능이 가능하고, 개발되는 트램의 차량에 영향을 주지 않는다. 이러한 특징으로, 시험선의 특성상 지속적인 시험운행을 수행하면서 발생하는 기관사의 오인 또는 신호위반과 신체적인 문제로 발생하는 사고에 대하여 기관사에게 경고를 주고 주지시킴으로써 시험운행의 안전을 도모하는 기능을 수행할 수 있다.

감사의 글 : 이 논문은 국토해양부에서 지원한 "철도기술지원사업"의 "트램인프라 실용화 기술개발" 과제에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Laser scanners LMS5xx / LMS511 / Outdoor / Mid Range(ONLINE DATA SHEET, SICK)
- [2] 오송 시험선 - 도로교통시설물 구축내역(도로교통신호 연계 트램신호시스템 개발, 2015.07.30, (주)세인 기술연구소)
- [3] CASE STUDY OF TRAMWAY TURNBACKS IN FRANCE(2015.04.30, SYSTRA)
- [4] 트램시스템의 시험선의 과주방지 시스템제안(2015.04.23, (주)에이알텍)
- [5] Bombardier and AIT develop new optical 3D sensor system for trams -Railway Technology(2014.04.17, Bombardier)
- [6] 차상운행지원장치 연계정보(2015.03.24, (주)세인 기술연구소)
- [7] 트램 신호시스템 운영시나리오(TRAMSIG-ENGART-V03, 박강훈, (주)에이알텍)
- [8] 트램 신호시스템 시스템원리 및 기본개념(TRAMSIG-SPFC-V03, 한국철도기술연구원)