

한국형 틸팅차량용 신호장치 기본설계방안 연구

신승권, 송용수, 엄기영, 김용규

한국철도기술연구원

Fundamental Design Of Signalling System for Korean Tilting Train Express

Seung Kwon, Shin · Yong Soo, Song · Ki-Young, Eum · Yong-Kyu, Kim

Korea Railroad Research Institute

Abstract - 현재 기존선에 설치되어 있는 ATS 지상신호시스템은 고속화에 어려움이 있으며 만약 열차운행속도 180km/h급 틸팅차량이 안전하게 운행하고자 한다면, 첨단기술을 이용한 차상신호시스템이 도입이 필요하다. 지상신호시스템의 고속화 적용에 가장 큰 장애 요인으로 작용하는 기관사 시인성 연구 결과에서도 열차 운행속도 160km/h 까지는 가능하나 그 이상의 속도에서는 기관사의 피로도 및 오동작 확률이 높아지므로 기존선 고속화를 위해 신호시스템을 차상신호 시스템으로 개량하는 것이 적합한 것으로 알려져 있다. 본 논문은 최고운행속도 180km/h급 틸팅차량 TTX(Tilting Train eXpress)에 적합한 차상신호장치의 기본설계방안을 제시한다.

1. 서 론

고속철도 운행 및 급증하는 철도교통 수요에 대처하기 위해 기존선 속도향상이 요구됨에 따라 180km/h급 틸팅차량을 개발 중에 있다. 일반적으로 곡선부에서 승객들의 승차감을 위해 열차의 통과속도를 제한하지만 틸팅차량은 대차에 틸팅장치를 장착하여 차량의 곡선 통과속도를 향상시킬 수 있다. 현재 기존선에서 설치되어 운행되고 있는 신호시스템은 자동열차정지장치(ATS : Automatic Train Stop)로, 지상장치로부터 수신되는 지시속도와 열차속도를 비교하여 열차가 과속이면 기관사에게 경보/주의를 주고 5초 이내에 적절한 조치를 취하지 않으면 비상제동장치를 작동시켜 열차를 자동으로 정지시키는 장치이다. 기존선 속도 향상에 있어 틸팅차량에 기존 신호시스템인 ATS를 적용할 경우, 안전성과 신뢰성의 문제점을 유발할 뿐만 아니라 최대속도 150km/h 이상에서의 적용 가능성이 검증되지 않았다. 기관사 시인성 연구에서도 160km/h 이상의 속도에서는 기관사의 피로도 및 오동작 확률이 높아지므로 열차 사고 위험성이 높아진다. 또한 지상에서 차상으로의 정보전송이 아날로그 신호로 주어지기 때문에 주변의 노이즈나 왜란으로부터 주파수 간섭이 일어날 확률이 높아진다. 따라서 기존선 구간에서의 열차 속도 향상을 위해서는 안전성에 기본을 둔 새로운 신호시스템의 적용이 필요하며, 우리나라의 열차 운행을 담당하는 한국철도공사에서도 기존선 구간의 신호시스템을 지상신호시스템(ATS)을 차상신호시스템인 ETCS (European Train Control System)로 교체 중에 있다. 본 논문은 최고운행속도 180km/h급 틸팅차량 TTX(Tilting Train eXpress)에 적합한 차상신호장치의 기본설계방안을 제시한다.

2. 틸팅차량용 신호장치

180km/h급 틸팅차량의 안전한 운행을 위해서는 반드시 차상신호 시스템(ATP)을 설치하여야 한다. 또한 차상 신호시스템의 설치와 함께 고려하여야 할 사항은 틸팅차량의 개발 이후에도 기존선 구간에서의 기존열차와

의 병행운행을 위해 현재 사용 중인 기존 신호시스템(ATS)과 인터페이스가 가능하도록 신호시스템이 설계되어야만 한다.

2.1 차상 신호시스템

차상 신호시스템은 각 제작사 및 사용 국가에 따라 특성이 다르며, 도입하고자 하는 기존 시스템에 따라 상이 할 수 있으므로 기본적인 장치 선정은 ERTMS/ETCS에서 적용된 장치 및 “차상신호(ATP) 설치 타당성 조사 및 기본계획 수립(철도청)” 최종보고서에서 검토된 장치의 종류를 토대로 선정하였다. 또한 현재 기존선에 설치되어 있는 지상신호시스템과의 호환성이 유지되어야 한다. 차상신호시스템 구성은 차상컴퓨터, 발리스정보 수신용 안테나 장치, 발리스 정보 전송 모듈(BTM : Balise Transmission Module), MMI 현시장치, 속도 및 거리 연산장치, 타코메터, 차상기록장치, 속도검지용 레이더, 무선진단시스템, 전원장치, 절체모듈, 안전계전기 등으로 구성되며 그림 1는 차상신호시스템의 중요 구성품을 나타내었다.



그림 1 차상신호장치 구성도

(1) 차상컴퓨터

지상장치로부터 수신한 데이터, 기관사가 입력하는 열차 데이터 및 현재 열차의 위치 및 속도 등에 따라 열차를 안전하게 제어하기 위해서 정적 속도 프로파일, 동적 속도 프로파일 등의 계산, 계동 제어(일상적인 가감속은 기관사가 실시) 등의 기능을 가지며, 모든 기능은 ERTMS/ETCS의 SRS 2.2.2 Class 1에서 규정하고 있는 기능상의 요구 사항을 만족하도록 한다.

(2) 발리스 정보수신용 안테나

열차운행에 필요한 궤도 조건과 선로 데이터, 전로 개통 조건 등 신호 현시에 필요한 제반조건을 지상으로부터 수신하여 차상장치로 전송한다.

- 발리스를 기동시키기 위한 Tele-Powering 신호의 전송기능
- 발리스 정보 수신
- 발리스 장비의 전송 능력감시
- 발리스 설비의 검지 및 수신감시를 위한 신호발생

(3) 발리스 정보전송 모듈(BTM)

궤도에서 차량으로 전송되는 불연속 정보를 수신하는 차상장치로 안테나는 수신한 부호화된(Coded) Telegram을 수신하고, 유효성을 위한 해석과 검사, 중복 정보 메시지를 억제하며, 안전하게 데이터를 현장설비와 열차간에 전송, 지상의 발리스 구동, 수신된 데이터의 번역 및 처리, 정보전송장치 전송 bit-stream 제공, 2 out of 2 로직에 의한 텔레그램 분석 및 최적의 판단 등을 위해 검증된 Telegram을 차상컴퓨터 장치로 전송한다.

2.2 자동열차정지장치

ATS 차상자는 기존 지상자(3현시, 5현시)와 인터페이스를 고려하여 위치를 설정해야 하며, 틸팅차량의 틸팅작용으로 유동범위가 크므로 틸팅차량의 선두차에 설치되어야 한다. 특수, 입환, 공사의 특수운전방식이 있으며 3현시구간과 5현시 구간 운전이 가능하다. 지상자의 설치높이와 차상자의 취부높이는 수신기의 동작특성에 의해 결정되는데 지상자와 차상자의 사이의 거리는 130[mm]~250[mm]가 되도록 해야만 한다. 자동열차정지장치는 수신기, 표시제어장치, 속도검지기, 차상자로 구성되어 있으며 취부된 차상자와 연결되어 동작이 원활하여야 한다. 자동열차정지장치 사양은 표 1과 같으며, 그림 2와 그림 3은 자동열차정지장치 구성도를 나타낸다.

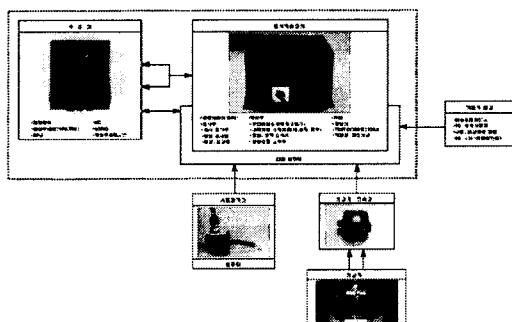


그림 2 자동열차정지장치 구성도 (I)

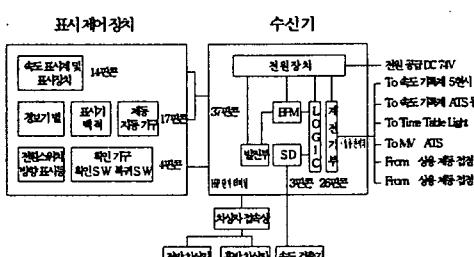


그림 3 자동열차정지장치 구성도 (II)

표 1 자동열차정지장치 사양

구분	항 목	기 준
전원 장치	입력전압(DC,V) 출력전압(DC,V) 소비전력(V/A)	100±20% 24±1, 18±1, 12±1, 5±0.3 24/1, 18/1, 12/1, 5/0.3,
1. 수 기	발진부 발진필터부 주파수검출부, Hz 속도계산부, m/h 논리판단제어부, m/h 비상제동부, DC, V	기본 발진 78±6Hz 이내 98, 106, 114, 122, 130 25, 65, 105 (1-200) 26±1, 66±1, 106±1 이내 24±2
2. 속도 감지 기	입력전압 (DC, V) 출력 속도범위 (m/h)	24±2 8 Pulse/1회전 1-200
3. 표 시 제 어 장 치	신호현시에 따른 주파수 (5현시 구간) 운전방식 특수 임환 공사	98±3 YG Y YY R FREE 106±3 114±3 122±3 130±3 105 65 25 25 FREE 제한속도 (m/h) 제한속도 (m/h) 25m/h 25m/h FREE

2.3 절연구간 검지장치

직류-교류, 교류-교류 전차선 절연구간 예고신호를 송신하는 장치로서 송신기에서 발생한 예고신호를 궤도에 설치된 지상자(송신코일)에 의하여 ATS 차상장치로 전송하고 차상에 탑재된 ATS 수신기에 의해 이 신호를 수신하여 전차선 절연구간의 위치를 예고하는 장치이다. 전차선 절연구간 전방에 예고장치를 설치하여 기관사에게 주의를 환기시켜 적절한 시기에 전원장치를 변환함으로써 열차의 안전운행을 도모하는데 그 목적이 있다. 절연구간 검지장치는 MTR 보드, DSD 보드, DSD-RY 보드 등의 전자제어회로기판으로 구성되며 그림 4와 같다.

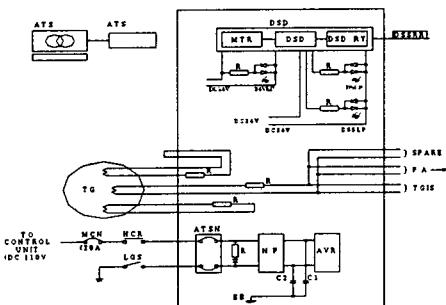


그림 4 절연구간 검지장치 차상설비 구성도

- DSLP : 절연구간신호 검지표시등
ATSN : 전원 차단기
DSSLP : 절연구간검지 출력표시등
NF : 노이즈 필터
DCLP : DC 100V 전원표시등
DSDE : 절연구간 검지장치
24VLP : DC 24V 전원표시등

DSD 수신기는 ATS 차상자와 연결되어 지상의 절연구간 예고 지상자에서 송신되는 68kHz를 ATS 차상자로부터 입력받아 결합 변압기(Matching Transformer)를 거쳐 BPF에 입력된다. BPF에서 출력된 신호는 레벨이

변환되어 신호의 지연을 행한 후 30초 유지회로로 출력된다. 절연구간 검지장치 사양을 표 3에 나타내었다.

표 2 절연구간 검지장치 사양

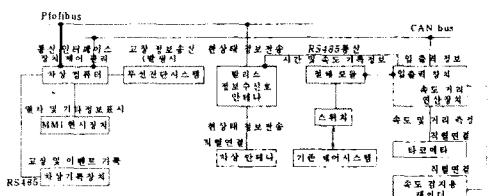
구 분	사 양
열차 운동 최고속도	130km/h
차상자와 지상자 간격	90~260m
차상자와 지상자의 좌우 편차 범위	±70mm 이하
대 지상자 진행방향 운동거리	400m
차상자 접속 함 -	4심 실드 케이블
DSD 수신부간 케이블	7.5±2.5m
성능보증온도	-10°C ~ +40°C
검지주파수	68Hz ± 3Hz

3. 차상 신호시스템 장치간 인터페이스

차상신호시스템의 인터페이스는 신뢰성, 가용성, 유지보수성, 안정성을 고려한 ERTMS/ETCS SRS 2.2.2 Class1에서 규정하고 있는 기능상의 요구사항을 만족하도록 설계되어야 한다.

3.1 차상 신호시스템의 인터페이스 구성

차상장치간의 인터페이스는 차상 컴퓨터를 주축으로 속도 및 거리 연산장치, 밸리스 정보전송 모듈, MMI 현시장치, 차상기록장치, 절체 모듈, 밸리스 정보 수신용 안테나, 타코메터 및 속도검지용 레이더, 그리고 열차 상태 및 지상장치 상태 정보를 송신하는 무선진단 시스템 간에 이루어진다.



Pfolibus	CAN bus	RS485 통신 CTODL
• 차상 컴퓨터 유니트 밸리스 정보 수신용 안테나 및 장치간 변경 제어 및 데이터 통신	• 차상 컴퓨터 입/출력 장치간 최고속도의 인터페이스 데이터 통신	<ul style="list-style-type: none"> • 차상 컴퓨터 MMI간 상호 정보 공유 인터페이스 • 차상 컴퓨터 고장 및 차상기록 장치간 상호 정보 통신 인터페이스 • 밸리스 정보수신용 안테나 장치 - 입/출력 장치간 상호 정보 통신 인터페이스

그림 5 차상 장치간의 인터페이스 구성도

3.2 차상 컴퓨터와 BTM 인터페이스

차상 컴퓨터와 BTM간 인터페이스는 CAN Bus 및 RS485를 이용하여 완성된 전송 정보를 선택하여 밸리스 정보 수신용 안테나 장치를 통해 지상 장치로부터 수신된 정보를 해석한다

3.3 차상 신호시스템과 ATS 인터페이스

개발될 텔팅차량의 차상 신호시스템을 기존선에서 운영하기 위해서는 기존선에 설치되어 있는 ATS시스템의 기능을 수용하여야 한다. 이를 위해 텔팅 차량에 기존 ATS시스템을 장착하여 운행구간에 따라 차상신호 시스템과 기존 ATS시스템을 절체하여 운영하는 방법, 신설되는 차상신호 시스템의 장비 중 일부인 밸리스 정보 수신용 안테나를 개량하여 기존선 구간의 ATS 지상장치와 인터페이스 하는 방법, 그리고 기존 ATS 장비의 차

상자만을 수용하여 특수 인터페이스 모듈과 통신하여 운영하는 방법으로 구분할 수 있다. 기존선 구간의 운행을 위한 ATS시스템과 개량선 구간의 운행을 위한 차상신호 시스템을 함께 구축하여 절체 스위치를 사용하여 운영하는 시스템 구성은 그림 6과 같고, 그림 7은 차상 신호시스템과 ATS시스템의 병행(안)을 나타내었다.

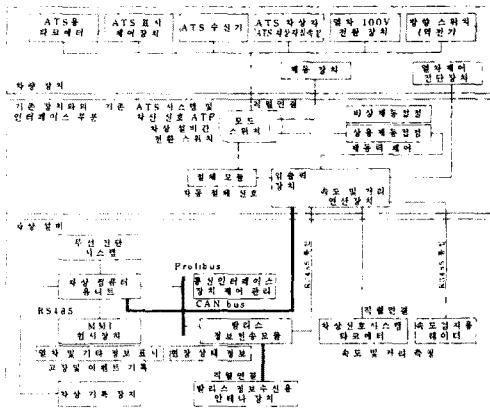


그림 6 차상신호 시스템의 인터페이스 구성도

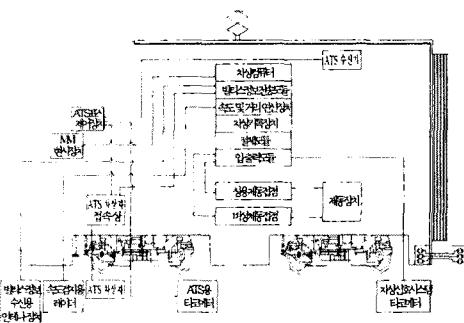


그림 7 차상 신호시스템과 ATS시스템의 병행(안)

4. 결 론

본 논문은 텔팅차량에 적용될 차상신호시스템의 구성방법을 검토하고 구성에 따른 기존 차상장치와의 연계방안을 취급하였다. 또한 텔팅차량이 기존선 구간을 운행할 것을 감안하여 차상신호시스템과 기존 ATS 시스템을 함께 혼합하여 설치할 경우를 대비하여 구성하였다. 향후에는 속도향상을 위한 차상신호장치 실용화에 관련 시스템 엔지니어링 요구사항을 적용하여 텔팅차량에 차상신호시스템을 설치하여 구성품 시험 및 종합 성능시험에 수행되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국철도기술연구원, “기존선 속도향상을 위한 신호보안체계 최적구축 방안연구”, 2004.
- [2] 김영태, “신호제어시스템”, 2004.
- [3] 철도청 “차상신호(ATP) 설치 타당성 조사 및 기본계획 수립”, 2003.