터널경보장치의 일반철도 적용을 위한 방안 연구

A Study on Application for Conventional Railway of Train approach warning system in tunnel

김유호*, 이수환*, 이부현*, 한수민*†

You-Ho Kim*, Soo-Hwan Lee*, Boo-Hyun Lee*, Su-Min Han*†

Abstract The purpose of this thesis is to introduce the applications of train approach warning system in tunnel for the upgradability of safety equipment due to speed up of conventional railway. Tunnel section has been increasing at conventional railway section, which is currently building or improving, because of route linearization for speed up and the application of train approach warning system in tunnel is necessary due to the safety of maintainer. Train approach warning system in tunnel, introduced in the country, is mainly installed at high-speed railway section, check the difference between the conventional railway equipment and high-speed railway equipment for the application on conventional railway, identify the problem while applying to conventional railway through technical analysis of existing train approach warning system in tunnel, and suggest the solution for applying the train approach warning system in tunnel at conventional railway by analyzing the improvements.

***Keyword*:** Safety Equipment, Upgradability, Train Approach Warning System in Tunnel

초 록 본 논문에서는 일반철도구간의 고속화에 따른 안전설비 고도화를 위한 터널경보장치의 적용 방안을 소개하고자 한다. 현재 신설 또는 개량되는 일반철도구간은 고속화를 위한 노선의 직선화로 터널구간이 증가 되고 있으며 유지보수자의 안전성 향상을 위해 터널경보장치의 적용이 필요하다. 국내 도입되어 있는 터널경보장치는 주로 고속철도구간에 설치되어 있고 일반철도 적용을 위해 고속철도와 일반철도 설비의 차이점을 검토하여 기존 터널경보장치의 기술 분석을 통한 일반철도 노선에 적용 시 문제점을 도출하고 개선사항을 분석하여 일반철도구간에 터널경보장치 적용을 위한 방안을 도출한다.

주요어 : 안전설비, 고도화, 터널경보장치

1. 서 론

국내 철도는 국가철도망 구축계획(2011년~2020년, 제2차)에 의거 고속철도를 중심으로 일반철도의 경쟁력 확보를 위한 신설 또는 기존노선 개량사업으로 고속화를 추진하고 있다. 열차운행속도가 200~250[㎞/h]까지 향상됨에 따라 철도시설물 및 승객, 유지보수자의 안전 확보에 대한 관심이 높아지고 있다. 현재 국내 철도에 적용되어 있는 안전설비는 고속철도를 위주로 설치되어 있어 일반철도 구간에 적합한 안전설비 적용을 위해 기존설비의 문제점 및 개선사항에 대한 개량방안 연구, 제품개발 등의 필요하다. 본 논문에서는 국내 설치되어 있

는 안전설비 중 고속화로 인해 점점 증가되고 있는 터널구간의 안전 확보를 위해 터널경보장치를 일반철도에 적용하기 위한 방안에 대하여 검토하였다.

† 교신저자: ㈜에이알텍(hanc0140@naver.com)
* (주)에이알텍

2. 본 론

2.1. 터널경보장치 현황

터널경보장치는 터널 내 순회자 또는 유지보수자의 안전을 위해 작업시간 전에 경보장치를 동작시켜 열차가 터널구간에 진입하기 전에 경보기, 경광등을 통해 열차가 접근하고 있음을 확인시켜 유지보수자가 안전하게 대피 할 수 있도록 하기 위한 설비이다.

2.1.1 고속철도의 터널경보장치

국내 고속철도 구간의 터널경보장치는 경부고속철도, 호남고속철도가 동일한 설비로 설치되어 운영되고 있다. 두 노선은 연동장치와의 인터페이스를 통해 열차의 궤도 점유 정보를 전송 받아 동작하며, 터널 내 진입 시 열차제어 시스템을 통해 열차를 감속시키는 방식 동일하다. 고속철도의 터널경보장치는 유지보수자가 터널 진입 전 터널입구에 설치된 스위치함으로 경보장치의 이상 유무를 시험 후 동작시켜 터널 내로 진입한다.

정상 동작되면 연동장치로부터 수신한 궤도점유정보를 분석하여 열차의 접근에 따라 경보기 및 경광등을 작동시키도록 구성되어 있다.

경보기와 경광등은 열차가 터널 진입 30초 전에 작동되어 열차가 터널 진입 전에 종료되는데 열차의 진입방향에 따라 개별 동작하도록 구성되어 있다.

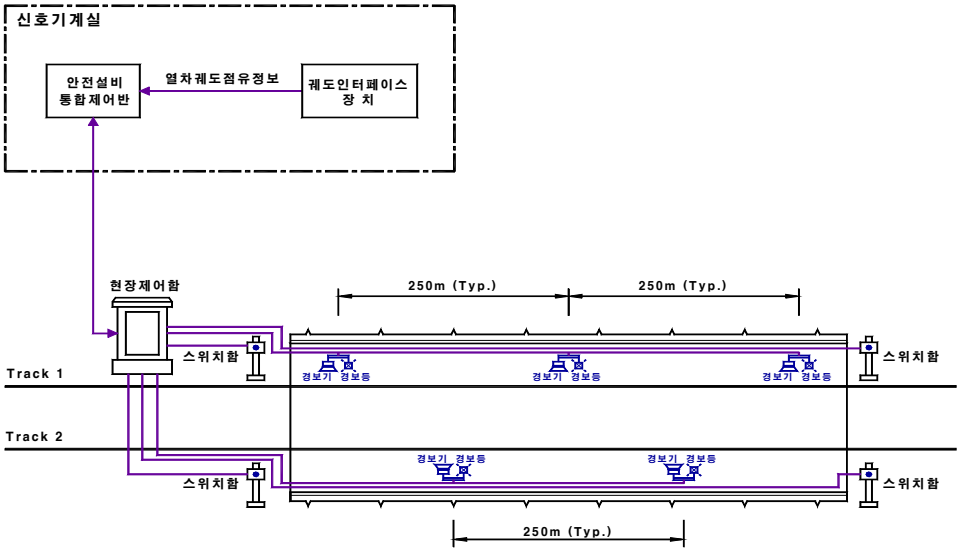

Fig. 1 고속철도구간 터널경보장치 구성도

Table 1 고속철도구간 터널경보장치 설치현황

구분	구간		터널경보장치 현황
고속철도	경부선	서울~대구(1단계 구간)	71개소
		대구~부산(2단계 구간)	55개소
	호남선	오송~광주송정	30개소

2.1.2 일반철도의 터널경보장치

국내 일반철도 구간의 터널경보장치는 전라선의 고덕터널에 유일하게 설치되어 있으며, 고속철도와 기본구성은 동일한 설비로 구성되어 있으나 열차 점유정보에 대하여 연동장치와 인터페이스가 이루어 지지 않으며, 차상장치가 고속철도와 달라 열차의 연속적인 속도제어를 할 수 없는 구조로 구성되어 있다. 따라서 일반철도의 기존설비는 단순히 열차의 접근 시 궤도회로의 단락을 통해 열차 점유를 인지하고 경보기와 경광등을 작동시켜 유지보수자가 대피하도록 경고하는 기능만을 수행하고 있다. 감시기능은 현장제어반과 운전취급실의 표시제어부간 광케이블 연결을 통해 표시제어부 화면에 터널경보장치의 동작상태를 확인할 수 있도록 구성되어 있다.

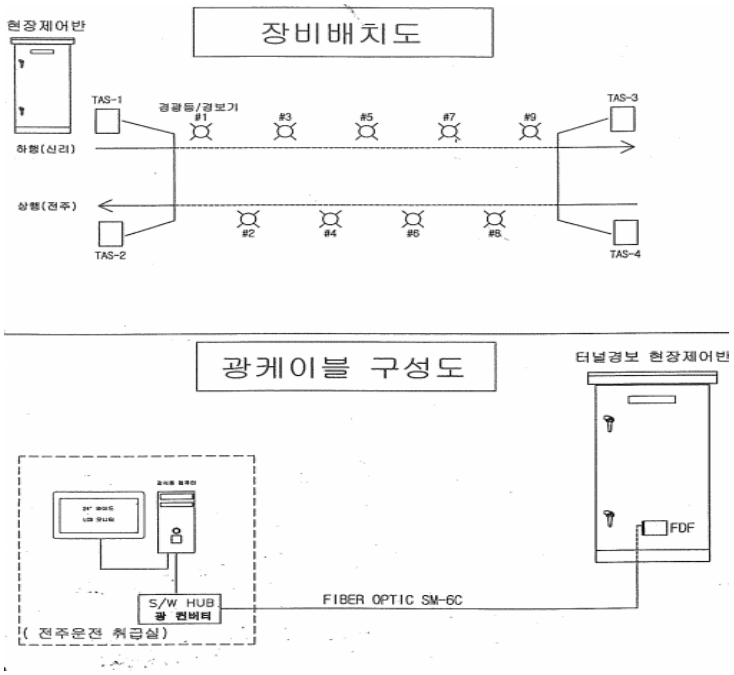

Fig. 2 일반철도구간 고덕터널 터널경보장치 구성도

2.2 기존 터널경보장치 적용시 문제점

국내 적용되어 있는 터널경보장치는 고속철도 도입 시 구축된 설비로 기능개선 없이 일반철도 구간에 적용할 경우 전라선의 고덕터널에 설치된 사례와 같이 단순한 기능으로 동작할 것이다. 따라서 일반철도 구간에서도 고속철도와 같은 기능을 적용하기 위해선 아래와 같은 문제점이 발생되는 것으로 검토되었다.

첫째, 고속화 노선으로 신설 또는 개량 되어도 고속철도 구간과 같이 단일 열차(KTX, KTX 산천)가 운행하는 전용 노선이 아니기 때문에 투입되는 열차마다 운행속도가 다르고 열차 제원이 달라 터널 접근 시 유지보수자가 대피할 수 있는 시간(30초이상)을 확보 하기 위해 열차검지 시점을 어떻게 할 것인지에 대한 문제가 발생한다. 또한 열차검지 시점과 연결하여 어떻게 열차점유 정보를 전송 받을 것인지에 대한 기술이 필요하다. 고속철도의 경우 연동장치와의 인터페이스를 통해 연속적으로 열차의 궤도 정보를 현장제어반이 수집하여 일정 궤도에 열차가 점유 할 경우 경보장치가 작동하도록 구성되어 있다.

둘째, 고속철도 운전취급 세칙 제41조에 의거 위험지역 내에서의 작업 시 터널에 진입하는 열차의 속도를 170[㎞/h]이하로 감속운행 해야 하는데 이때 터널 내 작업 유무(터널경보장치 동작 유무)에 따라 열차를 자동으로 감속 시키는 기술이 필요하다. 고속철도의 경우 열차의 차상장치를 통해 궤도정보 및 속도정보를 송수신하여 터널 내 유지보수자의 작업 유무에 따라 열차의 속도를 제어할 수 있는 시스템이 구축되어 있고, 앞으로 일반철도 구간을 운행할 열차의 최고속도가 170[㎞/h]이상으로 운행 되기 때문에 터널경보장치의 작동여부에 따라 열차를 감속시키는 기술이 필요하다.

셋째, 현재 일반철도 구간에 구축되어 있는 터널경보장치는 단순히 동작, 오류 등의 감시기능을 운전취급실에서만 수행하고 있으나, 고속철도와 같이 철도교통관제센터까지 터널 경보장치의 정보를 연계하여 감시망의 구축이 필요하다.

2.3 터널경보장치 개선사항

2.3.1 열차 검지 위치 선정과 열차검지기술

현재 국내에 진행 중인 고속화 구간의 선로최고속도는 250[㎞/h]이고 화물열차와 여객열차(급행, 완행)로 구분되어 투입될 예정으로 계획되어 있다. 일반철도 구간은 고정폐색으로 궤도를 나누어 열차를 검지하고 있어 투입 열차 별로 검지 위치를 다르게 구성하는 방법은 기술적으로 어렵다. 따라서 투입되는 열차 중 제동거리 및 열차 속도가 가장 빠른 열차로 감속시간과 감속거리를 검토하여 모든 투입 열차의 검지위치를 동일하게 적용하는 것으로 검토하였다.

고속화 구간에 투입될 열차를 개발하고 있는 단계로 정확한 열차의 제원을 알 수 없어 함께 투입이 검토되고 있는 KTX산천 제원을 기준으로 열차 검지 위치에 대하여 검토하였다.
250[㎞/h]의 속도에서 터널 내 유지보수자가 작업 시 터널구간 진입속도인 170[㎞/h]까지 감속 하는데 필요한 시간에 대한 산출한 값은 아래 (1)식과 같다.

$$감속시간(s) = \frac{V_a - V_b}{\beta} = \frac{250 - 170}{3.6} \times 1.2(여유시간) \fallingdotseq 26.6초 \quad (1)$$

V_a : 최고속도 V_b : 터널진입속도 β : 열차감속도

여기서, 감속까지 필요한 거리를 산출한 값은 아래 (2)식과 같다.

$$감속거리(m) = \frac{V_a^2 - V_b^2}{7.2 \times \beta} = \frac{250^2 - 170^2}{7.2 \times 3.6} \times 1.2(여유거리) \fallingdotseq 1{,}555.5m \quad (2)$$

일반철도의 AF궤도회로 특성상 1궤도가 1,000m를 넘지 않아야 하므로 250[km/h]로 운행하는 열차를 감속시키는 시간과 거리를 감안하여 2~3궤도 정도의 위치에서 열차의 진입여부를 검지할 수 있도록 구성하여 대피시간 30초를 확보한다.

또한 열차가 검지되는 시점의 궤도점유 정보를 터널경보장치의 현장제어반까지 전송해야하는데 고속철도와 같이 연동장치와 인터페이스 하기 어렵기 때문에 2~3개소의 궤도정보를 폐색제어유니트 또는 중계기구함과 직접 광통신 할 수 있도록 구성하여 열차 점유정보를 수집한다.

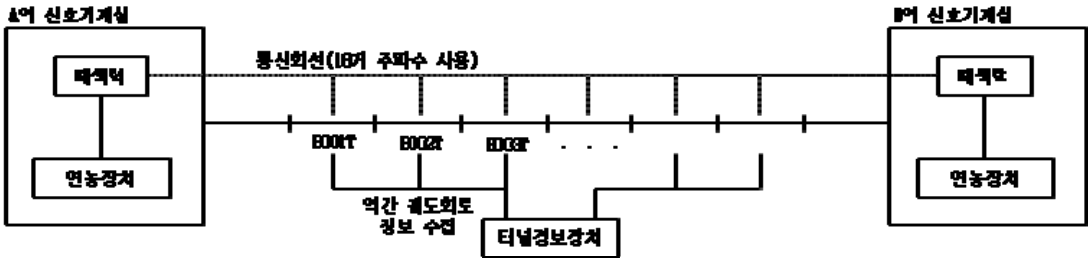

Fig. 3 일반철도 구간의 궤도점유 정보 수집 방안

2.3.2 열차감속 기술

일반철도의 차상신호방식으론 고속철도와 같이 열차를 감속시킬 수 있는 방법이 없기 때문에 차상장치로 감속정보를 송신할 수 있는 별도의 발리스와 같은 장치를 설치하거나, 기존 폐색제어유니트에서 터널경보장치의 동작정보를 수집하여 감속정보를 선로변제어유니트(LEU)와 인터페이스해서 170[km/h]이하로 감속운행 할 수 있도록 발리스에 속도정보를 전송하는 방안 등이 검토되고 있다.

2.3.3 감시기술

고속철도와 같이 안전설비 종합감시를 위해 국가철도망을 통해 터널경보장치의 정보를 철도교통관제센터까지 전송할 수 있도록 구축하고, 평상시 터널경보장치가 작동하지 않을 경우 터널구간을 무단으로 침입하는 사람, 동물 등의 감시를 통해 열차를 안전하게 운행할 수 있도록 터널입구 감시설비를 구축한다.

3. 결 론

일반철도 구간에 기존 고속철도의 터널경보장치와 동일한 기능 수행 할 수 있도록 터널경보장치 적용 시 구성 방안을 아래 Fig.4와 같이 제시하였으며, 향후 이 구성 방안을 기반으로 구체적인 열차검지기술, 열차속도제어기술, 터널감시기술 등에 대한 구체적인 검토가 필요하다. 또한 일반철도의 선로조건에 적합한 설치기준에 대한 수립이 필요할 것이다.

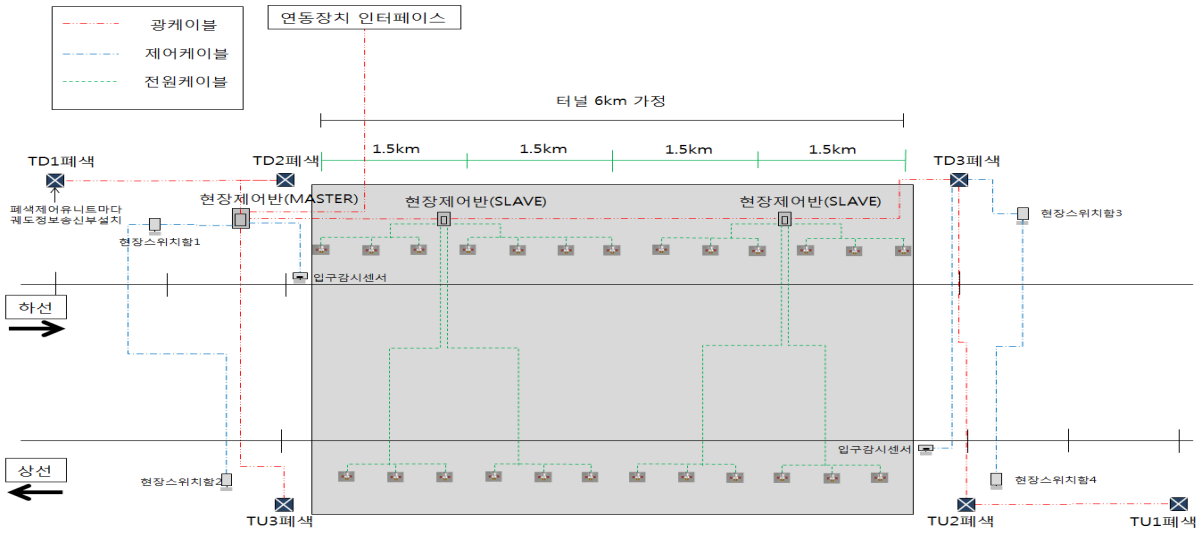

Fig. 4 일반철도 구간의 터널경보장치 구성(안)

후기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(16RTRP-B082515-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] 철도안전법(시행 2016.7.25), 법률 제13436호
[2] 철도시설 기술기준(시행 2016.9.7) , 국토교통부고시 제2016-603호
[3] 한국철도공사(2016), 전기업무자료, 제23호, pp. 287
[4] 한국철도공사(개정 2015.10.21), 고속철도 운전취급 세칙, 제2015-58호
[5] 한국철도시설공단(2016.5.), KR S-13010, 안전설비
[6] 에이알텍(2012.3.29), 철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반 연구
[7] 에이알텍(2016.4.), 터널경보장치의 성능개선 및 고도화를 위한 기술 분석, 도시철도학회 2016년 춘계학술대회
[8] 에이알텍(2016.8.1), 터널경보장치 제작 사양서, ART-15-30D-006