

**GPS방식의 열차접근경보기의 지형에 따른 영향 분석**  
**A performance analysis in the mountains and tunnels of AT-PASS**  
**(Access Train -Portable Access Signal alarm System) of GPS type**

온정근\*\*  
Ohn, Jung-guen

심재복\*  
Shim, Jae-bock

권기진\*  
Ki Jin Kwon

최영하\*  
Chol, Yeng-ha

---

ABSTRACT

AT-PASS(Access Train -Portable Access Signal alarm System) which is used at railroad sideway has an important effect upon geography. Especially, it is used at railroad which is a particular condition, tunnel, curve sections and electric car line sections.

Therefore, this paper investigated an affection though field test of railroad which is a particular condition.

---

1. 서론

GPS형 열차접근경보기는 전파를 사용하여 열차의 접근을 선로에서 근무하는 작업자에게 알려주는 시스템을 사용하고 있다. GPS를 사용함으로써 많은 장점이 있지만, 위성에서 항상 정보를 수신 받아야 하는 제한된 조건이 함께 따른다. 우리나라 지형과 같이 산악과 개곡이 많은 지형에서는 100 % 수신 신뢰성을 보장할 수 없다. 특히, 선로에서 사용할 휴대용 열차 접근장치는 지형적인 영향과 더불어 철도라는 특수한 장소에서 사용하므로 터널, 곡선구간, 고전압이 흐르는 전차선구간, 역구내의 시설물 등에 의한 영향을 고려하지 않을 수 없다. 선로에서 사용할 경우 GPS의 전파 방식을 사용하고 있는 열차 접근경보기가 제대로 된 성능을 발휘하지는 못해수이다.

따라서, 본 논문은 현장 시험을 통해서 우리나라의 지형과 철도라는 특수한 환경이 GPS형 휴대용 열차접근경보기의 성능에 미치는 영향을 고찰하여 보았고, 개선 방안을 제시하였다.

2. 본론

---

\* 한국철도기술연구원 연구원, 정희원

\*\* 한국철도기술연구원 선임연구원, 장희원

## 2.1 GPS방식의 휴대용 열차경보장치 시스템

GPS방식의 휴대용 열차접근경보장치는 철도 차량에 송신기를 설치하여 경보신호를 지속적으로 송출하고 작업자들은 경보신호를 감지할 수 있는 수신기를 휴대하여 열차접근을 감지하는 시스템이다. 열차 접근시 동작 계통도는 Fig. 1에 잘 나타나 있다. 선로에서의 보수 작업시 작업자는 열차의 운행에 의한 위험 사고에 항상 노출되어 있다. 현재 열차접근경보장치가 현장에서 사용되고 있지만, 작업시작 전 설치의 번거로움, 무게와 크기 때문에 휴대상의 문제점등 사용상 여러 가지 제약이 있다. 이런 문제점을 해결할 수 있는 GPS방식의 새로운 휴대용 열차접근장치는 여러 가지 장점을 가지고 있다. 초기 설치시에 송신장치를 모든 열차에 장착해야하지만, 실제 작업자가 휴대하는 수신기는 크기가 작고 휴대하기 위한 뿐 아니라 별도의 외부장치가 필요 없다.

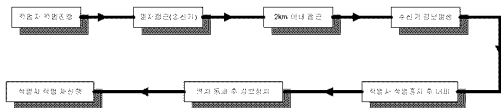


Fig. 1 Warning system of AT-PASS

이 시스템은 Fig. 2처럼 송신기, 송신안테나, 수신기로 구성 되어있다. 열차에 송신기와 송신안테나를 장착하고, 수신기는 선로에서 작업하는 작업원들이 휴대하여 열차의 접근에 따른 정보를 경보음, 진동 및 LED점등으로 사전에 알 수 있도록 하였다.

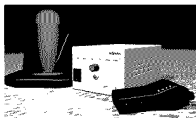


Fig. 2 AT-PASS(Access Train -Portable Access Signal alarm System)

작업자들이 휴대하는 수신기와 열차에 장착된 송신기가 2 km이내의 거리가 되면 경보음과 진동이 발생한다. 접근 거리가 짧아지면 거리에 비례하여 경보 주기가 짧아져 작업원이 쉽게 열차의 접근 상태를 인식 가능하게 했으며, 선로 주변의 안전 지대로 대피할 수 있도록 하였다. 대략적인 시스템 구성은 Fig. 3과 같다.

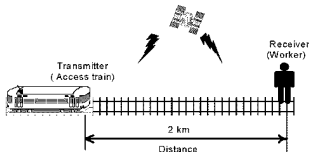


Fig. 3 System of AT-PASS warning device

## 2.2 현장 시험 및 결과

GPS방식의 열차접근경보장치는 GPS 정보를 수신해서 열차의 접근을 경보할 수 있도록 설계되었다. 항상 GPS정보를 수신해야 하므로 터널등 지형상의 조건에 의해 정보를 수신하지 못할 경우는 RF방식에 의해 송수신기가 정보를 주고받을 수 있도록 되어있다. 하지만, RF모드에서는 지형에 의해서 전파의 수신상태가 많은 영향을 받는다. 특히, 터널에서는 GPS수신이 불가능하므로 RF모드에 의한 송수신만 가능할 뿐이다. 또한 터널의 여러 가지 종류 즉, 곡선터널, 직선터널, 연속으로 이어진 터널등에 의해 RF모드에서 송수신이 어떤 영향을 받는지 알아볼 필요가 있다. Table. 1은 휴대용 열차접근경보장치에 프로그램 된 RF주파수 레벨이며, 열차가 접근할수록 경보음과 진동 주기가 빨라지도록 설계되어져 있다. Fig. 4는 프로그램 된 레벨과 실제 측정된 RF레벨과의 관계를 나타낸다.<sup>[3]</sup>

Radio Wave	Distance
Over 350	500 m
300~350	1 km
200~300	1~2 km
200 이하	Over 2 km

Table. 1 Level of Radio Wave

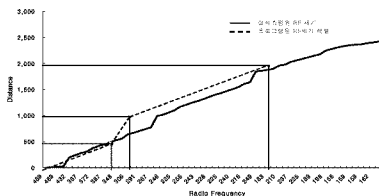


Fig. 4 Level of Radio Wave

현장시험은 수신기와 수신기록장치(노트북), 송신기와 송신기록장치(노트북)를 1set로 해서 시험하였다. 송신기와 수신기는 각각의 저장 장치가 있으며, 실시간 저장도 가능하다. 저장되는 정보는 위성정보(위도, 경도, 시간), 열차번호, 열차속도, 열차이동방향, RF전파세기, 알람 작동 여부등이다. 이러한 저장 정보들에 의해 송수신 상태를 확인하였고, 저장된 결과 데이터를 가지고 성능을 확인하였다.

송수신기의 통신은 Serial Port를 이용하여 RS-232 케이블로 컴퓨터와 연결하여 실시간 정보를 저장하였다. 또한 송수신기 모두 EPROM에 약 36시간 정도 저장 가능하며 시험 후 다운로드 하여 분석하였다. 송신 주파수는 415 Mhz이고, 송신 간격은 2~3초이다.

곡선터널 시험 장소는 함백선의 5 k 420 m부근에 위치한 함백터널에서 시험하였다. 터널 길이는 약 2km정도이며, 곡선반경 400m을 가진 곡선, 단선 터널이다.

Fig. 5처럼 거리에 비례하여 RF 전파 강도가 약해짐을 알 수 있다. 최종 전파관계 지점은 약 850 m 정도임을 알 수 있다.

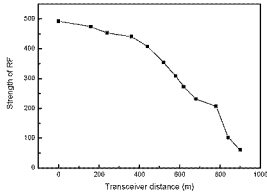


Fig. 5 Curve tunnel section

곡선 터널은 태백선 60 k 50 0m 지점에 위치한 수리재 터널에서 시험하였다. 터널길이가 1 840 m 정도이며 곡선, 단선 터널이다.

Fig. 6에서 알 수 있듯이 곡선 터널처럼 거리에 비례하여 송수신 전파 강도가 약해짐을 알 수 있다. 최종 전파한계지점 역시 곡선 터널과 같은 약 850 m 지점임을 알 수 있다.

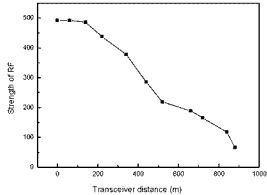


Fig. 6 Straight line tunnel section

500 m 크기의 터널 시험은 태백선 59 k 280 m 지점의 머루2터널에서 시험하였다. 터널길이는 약 472 m 정도이며 곡선반경은 약 300 m 정도의 곡선터널이다. 터널을 사이에 두고 큰 산이 위치해 있으며 터널 사이의 전파강도를 측정하였다. 터널의 입구에서 곡선까지는 Fig. 7에서 전파의 수신강도가 양호함을 알 수 있다. 터널통과 후 약 500 m 지점에서 급격한 전파의 감소 현상이 나타난다. 최종 전파한계지점은 약 570 m 정도임을 알 수 있다.

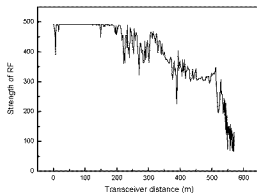


Fig. 7 About 300m tunnel section

200 m이하의 작은 터널이 연속적으로 이어진 터널 시험은 태백선 156 k 840 m지점인 조동1터널, 조동2터널과 조동3터널에서 시험하였다. 터널길이 185 m의 곡선인 조동1터널, 약 183 m의 직선구간인 조동2터널, 조동3터널이 연속적으로 이어진 곳이다. 시험은 3가지 유형으로 송수신기 전파강도를 측정하였다. 첫 번째는 수신기 이동·송신기 정지할 경우, 두 번째는 수신기 정지·송신기 이동할 경우, 세 번째는 송수신기가 연속적인 각각의 터널 안에 있는 경우로 가정하여 시험하였다. 결과는 Fig. 8에 잘 나타나 있다. 첫 번째 시험과 두 번째 시험에서는 전파강도가 양호함을 알 수 있다. 세 번째 시험인 송신기와 수신기가 연속적으로 이어진 각각의 터널안에 들어가 있는 경우 송수신이 불가능할 정도로 전파강도가 낮게 나왔음을 알 수 있다.

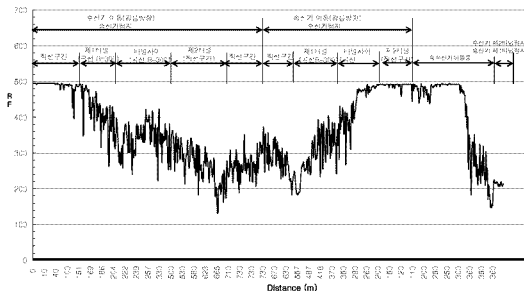


Fig. 8 Tunnel section in a series

### 3. 결론

지형에 따른 휴대용 열차접근 경보장치의 송수신 상태를 알아보았다. 특히, 터널에서의 여러 가지 특성을 파악한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 약 2 km의 곡선 터널에서의 RF모드의 송수신 거리는 약 850 m이다.
- 2) 약 2 km의 직선 터널에서의 RF모드의 송수신 거리는 약 850 m이다.
- 3) 500 m를 가진 터널에서의 터널 양편에서의 GPS모드의 송수신 거리는 약 570 m이다.
- 4) 200 m정도의 소형터널이 연속으로 이어진 곳에서의 터널사이에서의 송수신 상태는 양호하며, 송신기와 수신기가 동시에 터널안에 있을 경우 RF모드의 송수신이 불가능할 정도로 작다.

터널안에서의 송수신 전파거리는 약 850 m이다. 열차의 속도가 100 km/h이하인 구간에서는 대피 시간이 31 sec 정도를 갖게 된다. 하지만, 150 km/h인 구간에서는 20 sec 정도로 충분한 대피 시간을 확보할 수 없으므로 별도의 중계기가 필요하다. 특히 연속적으로 이어진 터널에서 송수신기 배열이 있는 각각의 터널 안에 들어가 있는 경우는 송수신의 전파강도가 불가능할 정도로 작으므로 별도의 중계기가 필요하다.

#### 참고문헌

1. 日本鉄道技術協會, “鉄道と電気技術”, Vol. 14-15, 2003.
2. 원윤재, 송병환, 한민홍, “GPS와 RF통신을 이용한 주변차량 모니터링 시스템 개발”, 대한산업공학회, 2001
3. 심재복, 은경근, 권기진, “GPS와 RF 방식의 열차접근경보장치에 의한 철도 안전 시스템 구축에 대한 연구”, 한국철도학회 2004춘계학술대회, 2004.
4. 권기진, 은경근, 심재복, “휴대용 열차접근경보장치에 적용되는 GPS모드와 RF모드의 거리 및 속도분석”, 한국철도학회 2004춘계학술대회, 2004.