

## 철도선로용 안전펜스 개발

### Development of Railway Safety Barrier Fence

김준영\*, 성덕룡\*†, 박성현\*\*, 김장규\*\*\*

Jun-Yeong Kim\*, Deok-Yong Sung\*†, Sung-Hyun Park\*\*, Jang-Kyu Kim\*\*\*

**Abstract** Railway traffic accident is decreasing annually, but the portion of railway casualty accidents is the highest 51.3%, and the secondly high cause of railway casualty accidents is a track approach and without-permission passing. For prevention of these accidents, this study developed the safety fence for railway. This study researched domestic and foreign examples of a safety fence for railway, analyzed problems and implications of domestic safety fences. Therefore, this study developed the railway safety barrier fence which can prevent railway casualty accidents of a track approach and without-permission passing, without any effect of operation of trains.

**Keywords** : Railway traffic accident, Railway casualty accident, Adjacent to railway construction, Railway safety barrier fence

**초 록** 철도교통사고는 매년 감소하고 있는 상황이다. 하지만 철도교통사고 원인 중 교통사상사고의 비중이 51.3%로 가장 많으며, 교통사상사고 원인 중 자살사고 다음으로 선로근접 및 무단통행으로 인한 사고가 높은 비율을 차지하고 있다. 이러한 선로근접 및 무단통행 사고를 원천적으로 예방하기 위해 본 연구에서는 철도선로용 안전펜스를 개발하였다. 본 연구에서는 국내외 철도선로용 안전펜스 사례를 조사하였고, 국내 안전펜스에 대한 문제점 및 시사점을 분석하였다. 따라서 본 연구에서는 열차운행에 지장 없이 선로근접 및 무단통행으로 인한 사고를 예방할 수 있는 철도선로용 안전펜스를 개발하였다.

**주요어** : 철도교통사고, 교통사상사고, 운행선 근접공사, 철도선로용 안전펜스

## 1. 서 론

환경성, 안전성, 교통체증 등의 문제로 철도분야에 대한 새로운 인식이 조성되고 있으며, 2005년 교토의정서의 발효 이후, 전 세계적으로 온실가스 배출량 저감 움직임이 본격화됨에 따라 저탄소 녹색성장의 일환으로 에너지효율성 및 친환경성이 우수한 철도산업의 중요성이 부각되고 있다. 철도산업의 중요성이 부각됨과 동시에 안전에 대한 중요성 또한 높아지고 있다.

† 교신저자: 대원대학교 철도건설과(dysung@daewon.ac.kr)

\* 대원대학교 철도건설과

\*\* (주)서현기술단 궤도사업부

\*\* (주)영중산업

2004~2013년 연도별 철도교통사고 사망자수 및 부상자수는 계속적으로 감소하고 있으나, 원인별 철도교통사고는 총 2,826건 중 자살자를 제외한 교통사상사고가 1,449건인 51.3%로 가장 높게 나타났다. 2004~2013년 교통사상사고 원인을 분석한 결과 열차에 뛰어듬(자살), 선로근접 및 무단통행, 승하차시 넘어짐, 부주의한 행동, 출입문에 끼임 등의 순으로 교통사고 발생이 많이 발생하였다. 따라서 철도교통사상사고 중 선로근접 및 무단통행에 대해서는 원천적으로 선로 무단침입을 차단할 경우 인명 및 재산피해를 최소화할 수 있을 것으로 판단된다.

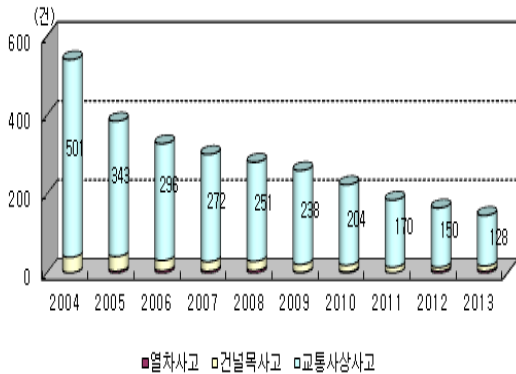


Fig. 1 연도별 철도교통사고 발생 추세[1]

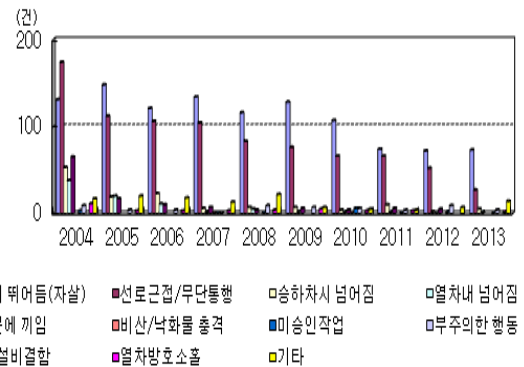


Fig. 2 원인별 철도교통사상사고 발생 추세[1]

## 2. 운행선 근접공사의 문제점 분석

철도공사 제 규정, 건설기술관리법에는 “열차운행선상 또는 운행선에 근접하여 공사를 할 때에는 안전관리계획서에 열차안전운행 확보에 관한 내용을 포함해야한다.” 라고 명시되어 있으며, 철도건설공사 전문시방서(노반편) 제12장 운행선 근접공사에는 “1.1선로지장작업 - (4) ④수급인은 중업원이 건축한계 범위를 알 수 있도록 공사착수 전 작업장에 건축한계 표지를 하고, 설치여부를 확인해야 한다.”, “1.3운행선 근접공사 관리계획 - (2) ④작업진행 공정에 따른 운행선 보호용 가시설 계획과 가시설 도면” 을 제시하도록 되어 있다. 하지만 이러한 법규 및 기준에 따른 시공 및 감리사의 열차운행선 보호를 위한 조치 및 대처는 실제적인 안전을 보장하기에는 매우 부족한 실정이다(Fig. 3, 4 참조). 또한, 철도 운행선 근접공사 시 일반적인 경계표 설치는 바닥면에 철심을 박고 안전띠 연결, 일반 공사장에서 사용하는 스탠드형 안전펜스 사용하고 있다.



Fig. 3 철도 운행선 근접공사 시 경계표 설치 예



Fig. 4 철도 운행선 근접공사 시 경계표 설치 예 및 중장비로 인한 사고 예

운행선 근접공사 시 안전상 문제점을 정리하면 다음과 같다.

- 일반인 및 작업자가 선로 통행이 자유롭기 때문에 사고발생률이 높음
- 중장비 공사 시 운행선 건축한계 침범으로 인한 사고발생률이 높음
- 철도선로 특성상 평평한 바닥면이 아니며, 열차풍 및 바람에 의해 스탠드형 안전펜스가 쓰러져 접근금지 경계역할을 못하여 열차운행에 지장을 초래
- 철도공사 특성상(열차정상운행과 동시에 작업진행 또는 열차차단 후 작업진행) 주간작업 시 작업자가 경보음을 듣기 어렵고, 야간작업 시 작업능률 저하 및 작업자 부주위로 인한 사고 발생이 많으며, 야간에는 안전펜스를 설치하지 않거나 설치하였다 하더라도 안전펜스에 대한 시야확보에 어려움이 있어 기존 운행선 선로를 침범하는 경우가 자주 발생
- 열차감시원을 배치하더라도 인적에러(열차감시원의 근무태만으로 인한 감시소홀, 작업자 부주위 등)로 인한 사고발생은 항시 존재하기 때문에 이에 대한 원천적인 차단 방안이 필요함

### 3. 국외 철도선로용 안전펜스 사례조사

국외(유럽, 호주 등)의 경우 운행선 근접공사 시 열차운행에 지장을 주지 않고, 작업자의 안전 확보 및 작업효율을 높이기 위해 철도용 안전펜스 적용을 의무화하여 확실한 경계를 설정하고 있다.

#### 3.1 독일

독일의 경우 레일저부 고정형으로 각관 또는 강봉을 굴곡시켜 적용하고 있으며, 수직빔에 용접된 갈고리가 있고, 가로봉 양 끝에 있는 구멍을 거치시키는 구조이다. 가로봉은 목재로 제작하고 빗살무늬 적용하고 있고, 구조가 간단하고, 설치가 용이한 장점을 가지고 있다. 하지만 가로봉 길이조절을 위한 추가설비가 필요하며, 수직빔에 용접된 갈고리로 인해 보관 및 이동 시 불편하고, 부속품의 잦은 파손 및 변형으로 사용수명이 짧다. 또한, 횡방향 폭 조절기능이 없고(철도종류별 차량한계 고려가 어려움), 도상어깨높이가 고려되어 있지 않아 자갈을 제거해야하는 작업이 요구된다.



Fig. 5 독일의 철도선로용 안전펜스 예

### 3.2 호주

호주의 경우에는 스프링을 이용한 레일복부 거치형이며, 일반 및 도시철도용으로 구분하고 있다. 간단한 설치 및 해체과정(스프링을 이용한 레일복부 거치형), 가로빔의 경우 조립품으로 규격화되어 수직빔에 고정시키고, 도시철도용의 경우 펜스높이를 높게하고 칸막이 설치가 가능한 것이 장점이다. 하지만 레일절연효과 없으며, 비교적 고가이고, 열차통과 시 레일복부의 반복적인 휨으로 인해 레일복부 거치부의 수명이 짧다(스프링 및 연결부 파손 우려). 또한, 레일종류별 복부높이 차이로 인해 레일종류에 따라 다른 제품을 사용해야 하고, 도상어깨높이가 고려되어 있지 않은 것이 단점이다.



Fig. 6 호주의 철도선로용 안전펜스 예

### 3.3 영국

간단한 설치 및 해체 가능(레일저부 고정형)하고, 수직빔에 반달형 고리 4개가 연결되어 있고, 여기에 가로봉을 삽입하는 구조로 되어 있으며, 선로통행용 안전펜스 적용하고 있다. 또한, 열차속도 160km/h에서 사용가능하며, 교류구간(DC)에서 사용가능하다. 하지만 가로봉의 길이차이로 인해 미관상 좋지 않으며, 수직빔의 반달형 고리로 인해 보관 및 이동 시 불편하고, 도상어깨높이가 고려되어 있지 않은 것이 단점이다.

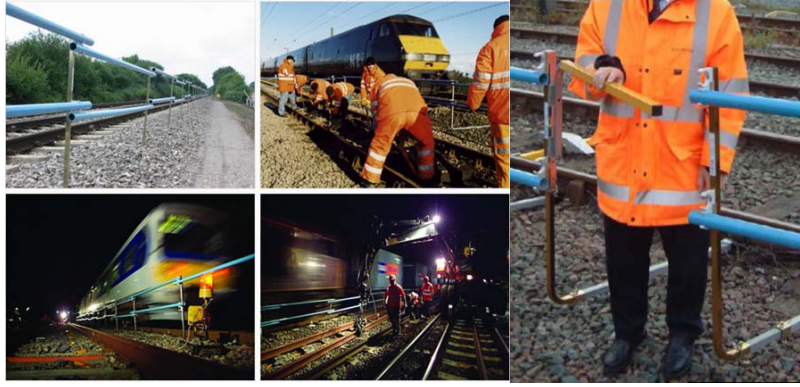


Fig. 7 영국의 철도선로용 안전펜스 예

### 3.4 네덜란드

매우 간단한 설치 및 해체 가능(마그네틱을 이용한 레일복부 부착형)하고, 도상어깨높이를 고려한 유선형 설계 및 모든 레일종류에 사용이 가능하다. 또한, 철도종류별 차량한계를 고려한 횡방향 폭 조절이 가능하며, 수직빔 설치 위치차이로 인한 가로빔 길이 조절이 가능하고, 가로빔 연결부를 암수형태로 설계하여 설치 및 해체가 용이하다. 하지만 마그네틱을 사용함에 따라 사용조건에 제한이 있으며(직류구간(AC)에서만 사용), 저속운행구간에서만 사용이 가능하다.



Fig. 8 네덜란드의 철도선로용 안전펜스 예

## 4. 철도선로용 안전펜스 개발

운행선 근접공사 시 작업자 및 일반시민의 안전을 확보하기 위해 국외 철도선로용 안전펜스 사례를 바탕으로 국내 철도선로용 안전펜스를 개발하였다.

### 4.1 철도선로용 안전펜스의 요구조건 분석

철도선로용 안전펜스 개발을 위한 요구조건은 다음과 같다.

- 기존 공사장 안전펜스와 차별화된 철도선로 전용 안전펜스 개발
  - 차량한계 및 건축한계를 침범하지 않고, 모든 레일종류에 사용가능하며, 완벽한 레일절연이 가능하도록(직류 및 교류구간 사용가능) 개발
  - 직곡선부에서 혼용 가능한 철도 선로용 모듈식 안전펜스 개발
- 급속 설치 및 해체가 가능하고, 휴대성 및 보관성이 용이한 안전펜스 개발
  - 모듈식으로 한 사람이 설치 및 해체가 가능하도록 개발
  - 휴대하기 편리하고, 보관이 용이한 구조로 개발

- 긴 연장의 공사구간을 위한 통행로 개발
- 긴 연장의 공사구간에 설치된 안전펜스는 원천적으로 작업자 및 관계자의 선로침입을 차단하기 때문에 특정구간에 대해서 선로통행이 가능하도록 하는 설비 개발
- 철도 건설 및 유지보수현장의 안전을 확보할 수 있는 추가설비 설치 가능
- 야간작업을 위한 반사코팅 가로봉 적용, 수직빔 상부에 반사경 설치, 가로봉 사이 “안전제일” 설치 등이 가능하도록 개발

#### 4.2 철도선로용 안전펜스 설계

철도선로용 안전펜스의 기본개념은 Fig. 9와 같고, 레일저부 고정형으로 레일과 안전펜스가 연결되는 재료는 절연체를 사용하였으며, 모든 레일종류에 적용 가능하도록 설계하였다. 또한, 차량종류별 폭을 고려하여 안전펜스의 폭(50mm간격으로 최대 200mm까지 확대가능)을 조절할 수 있도록 설계하였으며, 직선부 및 곡선부에서도 충분한 안전거리(350~550mm)를 가질 수 있도록 설계하였다. 휴대성을 고려하여 수직봉은 접이식으로 설계하였고, 총 중량은 1.5m기준으로 12.6kg이다.

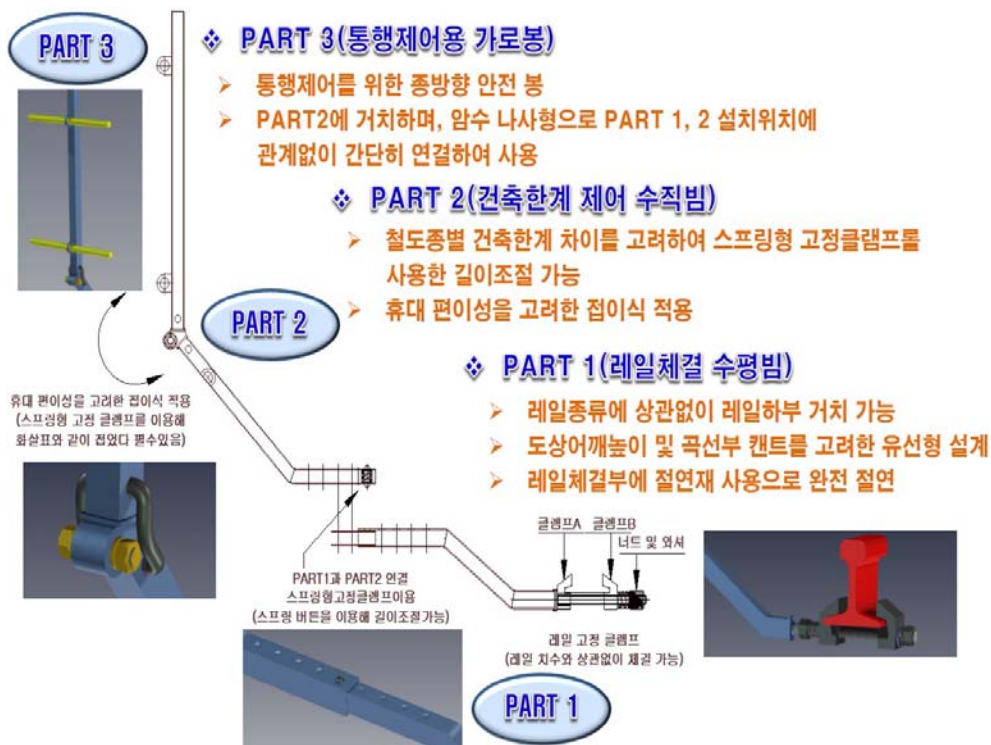


Fig. 9 철도선로용 안전펜스 개념 및 구조

### 4.3 철도선로용 안전펜스 개발

본 연구에서 개발한 철도선로용 안전펜스는 Fig. 10과 같다.

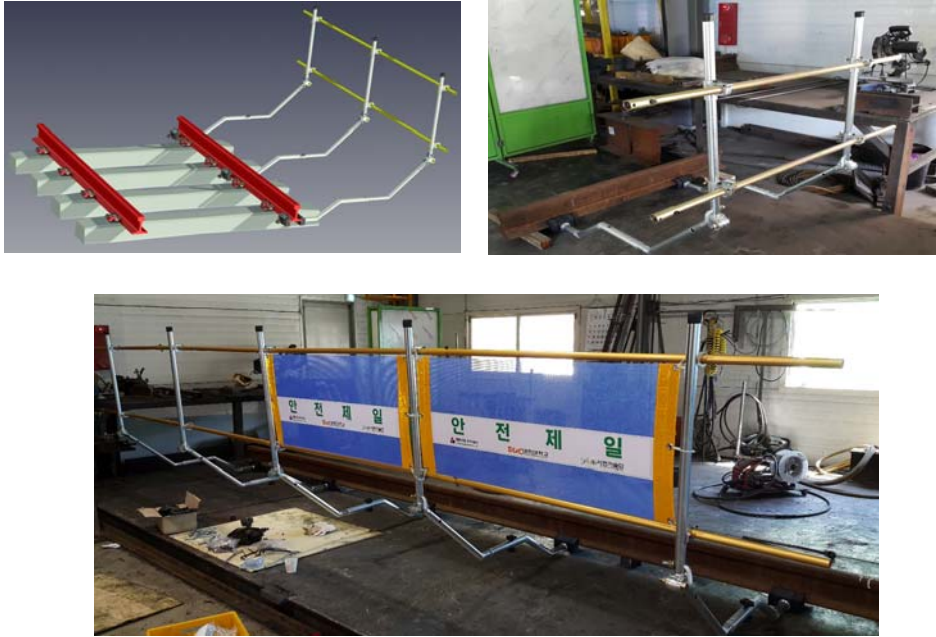


Fig. 10 철도선로용 안전펜스

## 5. 결 론

본 연구에서는 철도교통사고 중 교통사상사고 발생율을 감소시킬 수 있는 철도선로용 안전펜스를 개발하였다. 국내 철도 운행선 근접공사의 문제점을 분석하였으며, 국외 사례를 바탕으로 국내에 적용 가능한 철도선로용 안전펜스를 개발하였다. 본 연구에서 개발한 철도선로용 안전펜스는 휴대성, 작업성을 고려하였으며, 국내에서 사용하고 있는 모든 레일(50kg, 60kg, UIC60)에 적용하고, 직선부 및 곡선부에 적용가능하다. 또한, 레일절연, 도상어깨높이, 열차별 폭을 고려할 수 있도록 설계 및 제작하였다. 향후 열차폭에 대한 수치해석, 현장시험을 통한 안전성 검토 등을 통해 현장적용성을 높일 필요가 있을 것으로 판단된다.

## 후 기

본 연구는 중소기업청의 2015년 산학연협력 기술개발사업의 지원으로 수행하였으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- [1] 국토교통부(2014) 2014년 교통안전연차보고서.
- [2] <http://www.vortok.com>
- [3] <http://www.rss-rail.com>