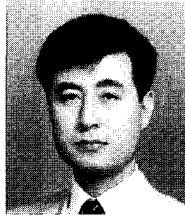


도시철도 선로시스템 안전시설의 기술적 특성



이 승 원 | 경북대학 토목설계과 교수

1. 서론

도시철도는 현재 서울, 경기, 부산, 대구, 인천 등의 대도시에서 활발히 운행중에 있고 계속 확충 중에 있으며 광주, 대전 등의 도시까지도 건설이 진행되고 있다. 이러한 도시철도를 구성하는 각종 시스템 중에서 선로시스템의 안전확보를 위하여 안전 시설물이 설치되어 있다. 현재 일본, 미국, 유럽등과 같은 철도선진국에서는 선로시스템의 안전시설과 관련된 수많은 연구가 수행됨으로써, 그 결과를 선로 설계 및 유지관리에 활용하고 열차주행 안전성 확보를 위한 세부적인 안전기준 설정에 활용하고 있다. 이러한 선로시스템의 안전시설 및 기준은 각 국가별로 철도시스템이 다르고 운영방식이 다르기 때문에 독자적인 연구개발을 통하여 확보되어야 한다. 대량 공공여객 수송수단인 도시철도에서 사고가 발생할 경우 막대한 인명 및 재산상의 손실은 물론 국가 중요 교통망으로서 기능이 상당시간 마비될 수 있으므로, 도시철도 사고를 미연에 방지할 수 있는 도시철도 선로안전시스템 구축은 경제·사회적으로 기여하는 바가 매우 크다고 하겠다. 따라서 도시철도 선로시스템의 안전성 확보는 공공여객 수송수단인 도시

철도에서 확보되어야 할 가장 중요한 기술사항이라 하겠다. 도시철도는 지형상의 여건과 기술적 한계에 의하여 제한적인 공간에서 운행하기 때문에 선로의 열차주행 안전에 있어 많은 취약개소를 가지게 된다. 이러한 선로 취약개소를 열차가 통과할 경우 예기치 못한 사고의 발생으로 인하여 심할 경우 열차 탈선 및 전복으로 인하여 인명사고를 포함한 대형사고가 발생하게 된다. 실제 철도현장의 많은 사고는 선로의 취약개소에서 발생하며 그 유형도 매우 다양하게 나타나고 있다. 따라서 계속적으로 급증하는 도시철도 확충 및 교통수요에 대비하여, 선로를 주행하는 열차의 안전한 주행과 사고발생시 피해 최소화 및 승객에 대한 최대한의 안전을 확보하기 위하여 국내여건에 적합한 체계화된 도시철도 선로시스템의 안전시설 표준화를 위한 기초연구가 시급히 요구된다 하겠다. 본 고에서는 현재 진행중인 연구결과중에서 국내·외 도시철도에 적용되고 있는 각종 선로안전시설중 대표적인 가드레일, 차막이, 차륜막이, 방호설비, 방화시설, 안전축선 및 피난선, 대피 시설등에 대한 기술적 특성 및 현황에 대해서 간략히 소개하고자한다.

2. 가드레일

2.1 탈선방지 가드레일

열차가 주행시 선로에서의 탈선을 방지하기 위하여 설치하는데, 일반적으로 다음과 같은 기준으로 해당개소에 탈선방지 가드레일을 부설한다.

- 반경 300m 미만의 곡선에 부설한다.
- 일반적으로 적용중인 탈선방지 가드레일 부설기준에서 정한 구배 변화와 곡선이 중복되는 개소 또는 연속 하구배 개소와 곡선이 중복되는 개소에 부설한다.
- 위험이 큰 쪽의 반대쪽 레일 궤간 안쪽에 부설한다.
- 가드레일은 특수한 경우를 제외하고는 본선 레일과 같은 레일을 사용하여야 하며 본선레일보다 낮거나 또는 25mm 이상 높게 하여서는 안 된다.
- 폭은 80~100mm로 부설하고 그 양단은 2m 이상의 길이를 깔대기형으로 구부려서 종단은 본선 레일에 대하여 200mm 이상의 간격이 되도록 하여야 한다.
- 탈선방지 가드레일의 이음부는 특수한 경우를 제외하고는 이음매판을 사용하고 이음매판 볼트는 플렌지웨이 바깥쪽에서 조여야 한다. 다만, 특수한 구조의 가드레일 이음부는 신축구조로 하여야 한다.

2.2 교상가드레일

열차가 교량위를 주행시 교량상 선로에서의 탈선을 방지하기 위하여 설치하는데, 일반적으로 다음과 같은 기준으로 해당개소에 교상가드레일을 부설한다.

- 트러스교, 플레이트 거더교와 전장 18m 이상의 교량
- 곡선중에 있는 교량

- 10%이상 구배중 또는 종곡선중에 있는 교량
- 열차가 진입하는 쪽에 반경 600m미만의 곡선이 인접되어 있는 교량
- 기타 필요하다고 인정되는 교량

2.3 건널목 가드레일

열차가 건널목구간을 주행시 건널목 선로에서의 탈선을 방지하기 위하여 설치하는데, 일반적으로 다음과 같은 기준으로 건널목 가드레일을 부설한다.

- 건널목에는 본선레일 궤간 안쪽 양측에 가드레일을 부설하여야 하며, 특수한 경우를 제외하고는 본선과 같은 레일을 사용하며 플렌지웨이 폭은 65mm에 슬랙을 더한 치수로 하여야 한다.
- 건널목 보판 또는 포장은 본선레일과 같은 높이로 하며 특수한 경우를 제외하고는 본선레일 바깥 양쪽으로 약 450mm 보판을 깔아야 하며, 궤간 내 차량의 복귀가 용이하도록 양쪽 끝은 경사지게 설치하여야 한다.

2.4 안전가드레일

탈선방지 가드레일이 필요한 개소로서 이를 설치하기가 곤란하거나 낙석 또는 강설이 많은 개소에 있어서 다음과 같이 안전가드레일을 부설한다.

- 위험이 큰 쪽의 반대측 레일의 궤간 안쪽에 부설하여야 한다. 다만, 낙석, 강설이 많은 개소는 위험이 큰 쪽 레일의 궤간 바깥쪽에 부설하여야 한다.
- 안전가드레일은 본선 레일과 같은 종류의 현레일을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- 안전가드레일의 부설간격은 본선레일에 대하여 200mm~250mm의 간격으로 부설하고 그 양단부에서는 본선 레일에 대하여 300mm 이상의 간격으로 하여 2m 이상의 길이에서 깔대기형으로 구부려야 한다.

- 안전가드레일의 이음매는 이음매판을 사용하고 이음매판볼트는 안전가드레일을 궤간 안쪽에 부설하는 경우에는 플렌지웨이 바깥쪽에서, 궤간 바깥쪽에 부설하는 경우에는 안전가드레일 바깥쪽에서 조이도록 하고 스파이크는 침목 1개 걸러 박을 수 있다.

2.5 포인트 가드레일

선로중 레일마모가 심한 곡선분기기 등의 포인트 부에는 텅레일 마모방지용 포인트 가드레일 또는 포인트 프로텍터를 부설한다.

- 포인트 가드레일의 부설방법은 분기가드레일 부설방법에 따르되 플렌지웨이 폭은 65mm에 슬랙을 가한 치수로 하여야 한다.

3. 차막이와 차륜막이

3.1 차막이

차막이(Buffer Stop)는 열차 또는 차량의 과도한 주행 등을 방지하기 위하여 선로의 종단에 설치하는

설비이다. 특히, 본선로로 주행 등의 위험이 생길 가능성이 있는 개소에는 상당한 보안 설비를 확보할 필요가 있다. 일반적으로 사용되는 차막이는 자갈돋기식, 목재식, 독식, 레일식 등이 있으며 대표적인 차막이의 일반적인 기술적 사항은 다음과 같다.

3.1.1 독식차막이

독식차막이는 건물, 높은 축제, 절취선이 설치되어 있는 경우에, 열차 또는 차량이 정지 위치를 오인하면 중대한 피해를 줄 우려가 있는 개소에 설치된다. 그 구조는, 성토나 콘크리트블록 구조 및 이와 동등한 것을 표준으로 하지만, 통상은 콘크리트조로 하며, 높이는 2m 전후, 길이는 1.5~2.5m 정도로 설계된다. 차량의 강도를 감안하여 100tf까지는 견딜 수 있는 것으로 하며, 그 이상이 되면 차막이가 전도되도록 설계하고 있다.

3.1.2 유압식차막이

특정한 구내에서 유효장 확보 및 여객 공중에 대한 안전을 고려하여 유압 댐퍼를 사용한 기계식 차막이를 사용하는 경우가 있다. 이 설비는 본선로의 선로 종단에서 열차가 과주하면 여객 공중과 각종 역 설비에 중대한 피해를 줄 우려가 있거나 기설 건조물에

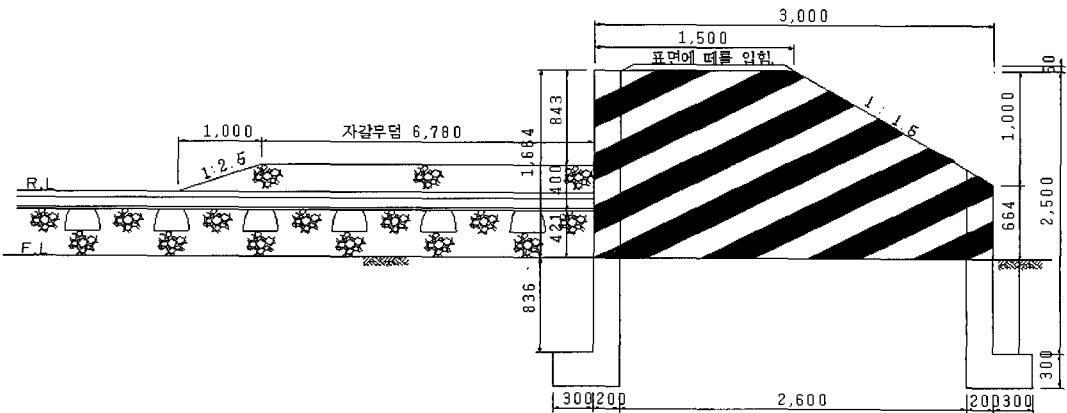


그림 1. 독식 차막이

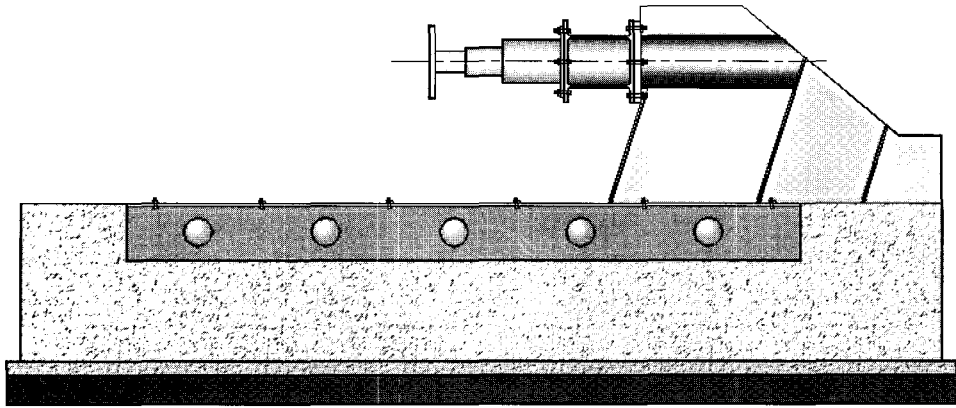


그림 2. 유압식 차막이

중대한 지장이 생기는 경우에 이용된다. 따라서 이것은 진입하는 열차의 중량과 속도에 견디고 동시에 차량, 승객, 지상설비의 피해를 최소한으로 제어할 수 있는 기능을 가질 필요가 있다. 설계에 있어 고려할 사항은 다음과 같다.

- 충격력을 받아 지지하는 부분의 구조 : 차량의 피해를 감안, 연결기를 끼워넣어 충격력을 받아 지지하는 구조로 한다.
- 저항력의 크기 : 차체의 강도를 고려하여 결정한다.
- 완충의 용량 : 차량에 과대한 충격력을 주지 않고 동시에 진입하는 열차의 운동에너지를 짧은 stroke로 효율성 좋게 흡수할 수 있는 구조로 한다.

3.1.3 자갈돋기식 차막이

자갈 돋기식 차막이의 경우에 차량이 받는 제동력은 차막이의 자갈에 의한 궤도와 차륜 등과의 마찰력 또는 차량끼리의 충돌 힘 등에 의하여 결정된다.

일부 외국의 특정한 구내에서는 선로 유효장외의 확보 및 공중 등에 대한 안전면의 배려에서 유압댐퍼 등을 사용한 기계식의 차막이가 이용된다. 설비는 본 선로의 종단에 있어서 열차의 과도한 주행 등이 발생

하면, 여객 공중과 각종 역 설비에 중대한 손해를 줄 우려가 있고, 여기에 더하여 시설의 구조물 등에 중대한 지장이 생기는 경우에 이용되고 있다. 따라서, 이것은 진입하는 열차의 중량, 속도 등에 견디고, 게다가 차량, 승객, 지상 설비의 피해를 최소한으로 제어할 수 있는 기능을 가질 필요가 있다.

설계에 있어서는 다음의 항목을 고려한다.

- 충격을 받는 부분의 구조 : 차량의 피해 등을 감안하여 연결기를 넣어 충격력을 받는 구조로 한다.
- 저항력의 크기 : 차체의 강도를 고려하여 결정한다.
- 충격의 용량 : 차량에 과대한 충격력을 주지 않고, 게다가 진입하는 열차의 운동 에너지를 짧은 스트로크로 효율 좋게 흡수할 수 있는 구조로 한다.

3.2 차륜막이

차륜막이는 측선에서 유치중인 차량이 자연적으로 굴러 타 선로와 차량에 지장을 줄 염려가 있을 때 레일상에 설치하는 반직식 차륜막이가 있고, 췌기형으로 된 차륜막이는 차륜 밑에 고여 차량의 전주(轉走)를 막는다.

4. 방호설비

4.1 낙하물의 방호설비

낙하물 방호설비는 동절기 열차의 상하에 부착된 설빙 덩어리가 고속운전에 의해 선로에 낙하하거나, 또는 낙하된 설빙 덩어리가 도상 자갈층에 떨어져 열차의 안전운전에 방해되는 사고를 방지하기 위한 설비이다. 일반적인 설비기준은 다음과 같다.

- 일반고가구간 : 전선로에 걸쳐 1m 작업용 통로 외측에 50m 간격으로 유형강구조(3600×1000)를 설치하도록 계획하는 것으로 하지만 현재 100m 간격마다 설치한다.
- 터널구간 : 터널 순회차를 사용하지 않는 터널내의 중앙통로 노측벽에 아치 슬립메달에 의한 도비라 형식의 설비를 설치한다. 간격은 터널 출입구 1km 이내에서는 50m 마다, 기타는 100m 마다 설치한다.

4.2 교량 전낙방지망

전낙 방지망은 야간 교량침묵 궤도구간에서 보수 작업등을 행하는 작업원의 전낙을 방지하기 위해서 설치하는 장치로서 교측보도와 주교간, 상하선 주교간에 철망으로 만들어진 보호공을 설치한다.

4.3 선로 방호책

선로 방호책으로는 일반인이 선로내에 들어오는 것을 방지하기 위한 장치로서 선로내에 단순한 침입을 막고, 전선로에 설치하는 강구조로 한다.

4.4 교량 방호공

교량 방호공은 교량을 자동차의 충격에서 보호하

기 위하여 설치하는 장치로서 교량하 공간의 높이가 4.7m 미만의 가도교에 설치한다. 이 구조는 14ton의 자동차가 40km/h의 속도로 충격하였을 경우에 견디는 H형강 등에 의해 문형 구조로 한다.

4.5 교각 방호공

교각 방호공은 도로 및 철도 등의 입체교차개소에 있어서 차량이 교각에 충격하여 손상되는 것을 방지하기 위하여 설치하는 설비로서 도로용으로는 콘크리트 또는 가드레일을, 철도용으로는 H형 구조를 채용한다.

4.6 자동차 전낙 방지공

자동차 전낙 방지공으로는 자동차가 낙하하는 것을 방지하기 위한 것으로 근접평형도로, 레일면에서 도로가 높이 위치하고 있는 개소 또는 도로가 1.5km 낮게 있어도 접근할 위험이 있는 개소에 설치한다. 14ton의 자동차가 80km/h의 속도로 직각 또는 15°의 각도에서 충격을 주었을 경우, 충격에 대한 내구성을 가지게 설계되고 설비되어야 한다. 과선 도로교의 난간에는 강성 방호책을, 평행도로의 선로측에는 가드레일 S형 또는 가드로프 S형을 설치한다. 또한, 과선 도로교에는 적하 전낙 방지망을 설치하는데, 이 설비는 도로부대물의 필요에 따른 개소에는 도로관리자가 요청하여 설치하는 것으로 한다.

5. 방화시설

5.1 국내외의 방화시설

현재 국내 철도터널에는 도시철도를 제외하고 환기설비 뿐만 아니라 방재 설비가 설치된 사례가 적으

며 특히 환기 및 배연시스템 즉, 수직 환기구에 의한 화재배연 및 환기시스템에 대한 도입은 미미한 실정이다. 그러나, 최근 장대화되고 있는 철도터널에서 터널 공조시스템이 설치되어 있지 않으면 매연 문제와 열차운행에 따른 터널내부 온도상승으로 안전뿐만 아니라 철도 종사원들의 작업환경 문제도 크게 대두되고 있다.

우리나라의 경우, 소방법령 및 건축법령 중 관계규정을 준수하는 선에서 배연설비가 설치되는 것이 현실이며, 비록 혼치 않은 경우이기는 하지만, 특수한 구조와 용도에 따라 소방당국에서 권장하는 장소에

설치되기도 한다. 또한, 배연에 관한 기본 개념과 실시방식에 대한 체계적인 보급이 제대로 되지 않아 구성과 설계에서부터 오류를 범하는 일이 많다. 이와같은 실정임에도 불구하고 우리나라의 배연설비는 관계법령의 구속하에 시행되고 있으므로 실제상황과 관련하여 문제점과 개선방향을 생각하여야 한다.

화재시 열차의 모든 위치에 대해, 환기시스템은 충분한 기류가 모든 방향의 열차전체 길이에 유지될 수 있도록 설계해서 연기의 앞부분이 역류하는 것을 막을 수 있어야 한다. 공기속도는 터널 전체에 대해 평균 초당 5m 이지만, 열차 위에서는 초당 11m, 열

표 1. 화재붕괴 방지구조

| 기능 국가 | 기본체계 | 보조체계 I | 보조체계 II |
|-------------|--|--------------------------------|---|
| | 개요 | 개요와 관련된 기본체계 | 개요와 관련된 기계, 전자장치 |
| 중국 지하철 | 특별한 규정 없음 | 건물의 벽과 바닥의 저항에 대한 규제치를 적용 | 특별한 규정 없음 |
| 이탈리아 지하철 | 역사와 터널 모두에 대한 구조물에서의 내화성은 REI 120을 기준 | 구조물의 내화성은 적어도 REI 120이 되어야 한다. | 기술적 실적을 포함하는 내화성은 REI 90, 문이달린 경우 REI 60이 되어야 한다. |
| 일본 지하철 | 특별한 규정 없음 | 특별한 규정 없음 | |
| 비고 | 유럽과 미국에는 상세한 규정들이 있다. 중국과 일본에서는 특별한 규정이 없으나 건축 표준법을 따른다. | | |

표 2. 가연물의 제거

| 기능 국가 | 기본체계 | 보조체계 I | 보조체계 II |
|-------------|---|--|---|
| | 개요 | 개요와 관련된 기본체계 | 개요와 관련된 기계, 전자장치 |
| 중국 지하철 | 플라스틱 같은 물질은 사용될 수 없음 | 가연성 물질은 사용될 수 없음 | 특별한 규정 없음 |
| 이탈리아 지하철 | 모든 지하공간에서의 물질의 화재에 대한 대응 (D.M.I 26.06.84에 따라 결정된 화재대응의 등급) | 이전의 기초구조를 위한 것처럼 건축자재의 화재에 대한 대응의 요구조건 | 내화물질로 미리 만들어진 통로 혹은 화재에 견디는 구조의 지하 통로에 설치된 전선/조명 설치구의 화재에 대한 대응 |
| 일본 지하철 | 특별한 규정 없음 | 원칙적으로 지하구조물은 연소 불가능하게 만들어져야 한다. | 하부벽을 포함한 내장 마감재는 불연재로 만들어져야 한다. |
| 비고 | 원칙적으로 각각의 나라에서 불연재료가 사용되고 있으며, 대부분의 나라에서 대안이 잘 고려되는 것으로 본다. | | |

표 3. 감지와 경보

| 국가 | 기능 | 기본체계 | 보조체계 I | 보조체계 II |
|-------------|---|---------------------------------|---|---|
| | | 개요 | 개요와 관련된 기본체계 | 개요와 관련된 기계, 전자장치 |
| 중국 지하철 | | 특별한 규정들은 없지만, 감지기와 경보기는 있어야 한다. | 특별한 규정들은 없지만, 감지기와 경보기는 있어야 한다. | 장치는 두가지 방법으로 통제되어야 한다(자동과 수동). |
| 이탈리아 지하철 | | 자동화재 탐지 시스템 | 경보시스템은 운영요원이 탑승한 채 역 공간내에 배치되어야 한다. 사람이 있는 모든 방에 있는 스피커폰을 통해 경보 | 내부에 있는 기계장치와 역의 이동계단을 따라 설치된 자동화재 탐지기 |
| 일본 지하철 | | 특별한 규정 없음 | 특별한 규정 없음 | 역 구내의 설비들 <ul style="list-style-type: none"> 경고장치: 자동화재 탐지기 알림장치: 통신과 방송장치, 무선 보조 안테나 장치 역 사이에(터널들) 장착된 설비 통신장치(열차와 터널↔운행지시센터) |
| 비고 | 원칙적으로 각각의 나라에서 불연재료가 사용되고 있으며, 대부분의 나라에서 대안이 잘 고려되는 것으로 본다. | | | |

표 4. 비상체계(구조, 탈출, 대피)

| 국가 | 기능 | 기본체계 | 보조체계 I | 보조체계 II |
|-------------|--|--|---|--|
| | | 개요 | 개요와 관련된 기본체계 | 개요와 관련된 기계, 전자장치 |
| 중국 지하철 | | 특별한 규정 없음 | 건설전에 긴급 시스템의 설계가 정부 화재부서로부터 승인을 받아야 한다. | 건설전에 긴급 시스템의 설계가 정부 화재부서로부터 승인을 받아야 한다. |
| 이탈리아 지하철 | | 직원을 위한 비상구 소방대를 위한 비상 진입구 터널내에서 열차가 긴급정지 하기 위한 서비스 플랫폼 | 승객들을 위한 출구들의 위치와 대피경로는 D.P.R.06.06.82 n.524에 의해 표지판들에 명확하게 표시되어야 한다. | 안전조명장치 긴급 전기장치에는 하나 이상의 에너지원이 있어야 한다. (예를들어, 화재저항의 성격에 따른 발전장치의 설치) |
| 일본 지하철 | | 역 플랫폼으로부터 피난통로는 각 플랫폼 끝으로부터 50m 내에 설치되어야 한다. 피난인도장치: 플랫폼으로부터 지상까지의 적어도 두 개의 피난통로가 마련되어야 한다. | 방의 어떠한 부분도 피난 통로로부터 100m 이상 떨어져 있어서는 안된다. 플랫폼 화재의 경우, 역 중앙출이 탈출지역이 되어야 한다. | 역 시설 <ul style="list-style-type: none"> 소방관, 내부소화전, 상호연결된 스프레이장치 혹은 스프링쿨러 상호연결된 물공급파이프, 비상조명장치, 탈출구, 안내조명, 통행로 안내조명 역들사이(터널)에 설치된 장치 <ul style="list-style-type: none"> 상호연결된 물공급 파이프 긴급조명장치 탈출표지 |
| 비고 | 일본과 스웨덴, 미국에서는 내부규정과 표준 등이 탈출경로와 역 출구 혹은 비상출구까지의 거리를 자세히 규정한다. 이외의 국가에서는 규정들이 화재부서로부터의 지시를 따른다. | | | |

표 5. 화재연기제거

| 국가 | 기능 | 기본체계 | 보조체계 I | 보조체계 II |
|-------------|--|--|---|---|
| | | 개요 | 개요와 관련된 기본체계 | 개요와 관련된 기계, 전자장치 |
| 중국 지하철 | | 각 기본조직에서, 화재와 연기제어 구역은 반드시 준비되어야 한다. | 특별한 규정은 없지만, 연기와 화염이 피난지역 내로 들어오지 못하도록 하는데 이용되는 환기설비는 있다. | 화재시, 기계적 환기설비는 보통의 시간에 연기제어 시스템으로 사용되기에 효과적일 것이다. |
| 이탈리아 지하철 | | 소화시스템: 화재호스, 소화전, 소화기 상점, 상업공간, 술집등의 스프링클러 | 소화기 서비스업소 내의 스프링클러 | 스프링클러(역에 설치된 이동계단) |
| 일본 지하철 | | 특별한 규정 없음 | 플랫폼과 선로사이, 계단가 에스컬레이터에 매달린 벽이 설치되어야 할 것이다. | 효율적인 연기배출 설비가 역과 역 사이에 설치되어야 한다.(연기배출 설비는 기계적 환기 목적으로 사용될 수도 있다.) |
| 비고 | 기본 터널 구조에 대한 일반규정은 없음. 역에는 연기배출이 가능한 방법으로 환기설비가 설계된다. | | | |

표 6. 외국의 주요 장대 철도터널 방화 및 방재대책 현황

| 터널명 | 터널연장 | 국가 | 환기/방재설비 | 구난역 |
|------------------------|-------|-------------|---|-----|
| Gotthard Base Tunnel | 34km | 스위스 | · 제연급기 및 배기 · 방재설비는 검토중 | 2개소 |
| Lotschberg Base Tunnel | 57km | 스위스 | · 제연급기 및 배기 · 방재설비는 검토중 | 1개소 |
| Seikan Tunnel | 54km | 일본 | · 환기용 급기 및 제연배기, 화재탐재설비, 소화설비, 배수설비, 조명설비, 비상 방송설비, 피난유도설비 및 각종 계측설비 설치. · 구난역에는 물분무설비, 소화전설비, 급수전, 전화 및 CCTV 등 설치 | 2개소 |
| Channel Tunnel | 50km | 영국~ 프랑스 | · 제연급기 및 배기 · 냉수공급설비 | 없음 |
| Drogden Tunnel | 3.7km | 덴마크~ 스웨덴 | · 젯트송풍기 설치(중방향 기류로 환기) | 없음 |
| Storebaelt Tunnel | 8km | 덴마크 | · 125m 간격으로 젯트송풍기 설치(중방향 기류로 환기) | 없음 |

차 양 옆에서는 초당 15m를 초과해서는 안된다. 연기 방출을 위한 환기 통로는 열차가 불탈 수 있는 모든 잠재적 장소에 위치해야 하고, 다른 모든 열차에 대해서도 동일해야 한다. 연기가 다음 열차로 전달

될 가능성을 최소화 해야 한다. 플랫폼에서의 화재를 다루기 위해 만드는 공기 흐름은 인접궤도의 열차 이동을 허용할 수 있도록 충분히 안정적이어야 한다.

표 7. 외국의 주요 장대터널의 방재설비 현황

| 구분 | | 터널명 | Gotthard Base Tunnel | Lötschberg Base Tunnel | Seikan Tunnel | Channel Tunnel |
|----------------------|---------|-----|--|--|---|--|
| 위 치 | 국가 | | 스위스 | 스위스 | 일 본 | 영국~프랑스 |
| | 지역 | | Erstfeld~Bodio | Frutigen~Raron | Yoshioka~Tappi | Calais~Folkestone |
| 구 조 | | | 단선병렬터널 | 단선병렬터널 단선터널+Service터널 | 복선터널+Service +Pilot터널 | 단선병렬터널 +Service터널 |
| 연 장(km) | | | 57 | 35 | 53.85 | 50 |
| 단면적(m ²) | | | 41~47 | 46 | 72 | 45 |
| 열차운행 | | | 300편성/일 | 170편성/일 | 74편성/일 (여객34, 화물40) | - |
| 방 재 설 비 | 제 연 설 비 | | 구간역 부근에서 200m ³ /s의 급기 및 배기 | 구간역 부근에서 150m ³ /s 혹은 200m ³ /s의 급기 및 250m ³ /s의 배기 | 구간역 부근에서 급기 및 166m ³ /s의 배기 | 2개소의 제연용 수직구(영국 260m ³ /s, 프랑스 300m ³ /s)에서 제연급배기. 댐퍼를 설치하여 급기 및 배기(역회전 송풍기) |
| | 기 타 | | - | - | 화재탐지설비, 소화설비, 배수설비, 조명설비, 비상방송설비, 피난유도설비 및 각종계측설비 설치. 구간역에는 물분무설비, 소화전설비, 급수전, 전화 및 CCTV 등 설치 | |
| 구간역 | | | 2개소 | 1개소 | 2개소 | 없 음 |
| 횡 단 통 로 | 간 격 단면적 | | 330m | 330m | 600~1,000m | 375m |
| | | | 13m ² | 13m ² | - | 8m ² |
| 대피터널 | | | 없 음 | 14.4 또는 59m ² | 18m ² | 15m ² |
| 압력조절덕트 | | | 검토중 | 검토중 | 없 음 | 250m 간격 |
| 유지보수 | | | 제연설비와 동일하게 터널환기 | 제연설비와 동일하게 터널환기 | 제연설비와 동일하게 터널환기 | 제연설비와 동일하게 터널환기 |
| 기 타 | | | 2007년 개통예정 | 2013년 개통예정 | 1988 개통 | 1994년 개통 |

현재 소화 및 방화시설로는 소화설비, 피난설비, 경보설비, 소화용수설비, 소화활동설비, 소화 및 방화 시설의 유지관리로 구분할 수 있으며 각 시설은 소방법에 따라 설치하여야 한다.

터널 화재안전 설계 기준에 필요한 사항으로는 터널내의 온도, 환기기준, 화재크기에 대한 설정문제, 비상 연결터널 간격, 환기설비의 용량문제, 구조물의 내화성능, 화재규모에 따른 임계속도 등이 있다. 다

음표들은 이러한 방화시설에 대하여 국외에서 적용중인 기본 및 보조시스템등을 소개한 것이다.

5.2 국외 장대 철도터널의 방화대책

(표 6) 참조

6. 안전측선 및 피난선

안전측선과 피난선은 정거장등에서 열차의 안전한 정지, 대기, 대피를 위해서 설치되는데, 일반적인 사항은 다음과 같다.

6.1 안전측선

- 상하행 열차를 동시에 진입시키는 정거장에 있어서의 상하 양 본선의 선단
- 연락 정거장에 있어 지선이 주요선에 접속하는 경우에는 지선의 종점
- 정거장 가까이 하구배가 있어 열차가 정지위치를 잃을 우려가 있는 경우에 있어서의 본 선로의 선단

6.2 피난선

- 긴 하구배의 종단에 정거장이 있는 경우 정거장 전체를 방호하기 위하여 본선으로부터 분기시키는 경우에 피난선을 설치한다.

7. 대피시설

선로 보수 및 유지관리를 위한 보선원의 안전을 위하여 설치되는 시설인데, 대표적으로 열차대피 손잡이 및 본선출입용 계단등이 있다.

7.1 열차대피 손잡이

열차운행중 본선 점검시 복선 터널구간은 단면 폭이 넓어 열차(교행) 진입시 대피거리가 멀어 사고발생 우려가 있으므로, 유지관리 점검반(선로, 본선환기실, 기타)의 안전을 위하여 반드시 열차대피 손잡이를 설치하는 것이 타당하다.

- 설치위치 : 복선터널(직선, 곡선부) 설치
- 설치기준 : 곡선부 R=2000이하
- 설치높이 : 터널 중앙부 1.1m 스트롱 앵커로 고정
- 설치간격 : 5m
- 규격 및 재질 : 폭 0.4m, 봉경 50mm의 스테인레스 제품

※ 복선 터널일 경우 양쪽 측벽에 모두 설치하고 단선병렬 터널일 경우 보도 현치가 설치된 측벽에 설치할 것

7.2 본선 출입용 계단

정거장 시, 종점 부위에 본선 출입용 계단을 설치하며, 터널구간은 콘크리트 계단으로 Box 구간은 철제형 계단으로 설치한다.

8. 침수방지 설비

선로 특히 정거장등의 선로 침수방지를 위하여 설치되는 설비이다. 대표적으로 설치되는 시설 및 설비로는 Middle Slab 배수로, 역사 환기구 배수설비, 승강장 하부 배수로, 승강장 하부 배수 콘크리트, 횡단 배수공 및 집수정 유입구, 터널 정거장의 측벽배수 확인구, 집수정 내부 사다리 및 양수기 받침, 지하철 출입구 배수처리, 에스컬레이터 및 엘리베이터 피트 바닥 배수처리 설비등이다.

9. 결론

본 고에서는 국내·외 도시철도에 적용되고 있는 선로 안전시설을 중심으로 현재 진행중인 연구결과중에서 가드레일 및 차막이 시설, 차륜막이, 방호설비, 방화시설, 안전측선 및 피난선, 대피시설 각각에 대한 기술적 특성 및 현황에 대해서 간략히 소개하였다. 먼저 국내에서 적용되고 있는 가드레일중에서는 탈선방지 가드레일, 교량 상 가드레일, 안전가드레일, 건널목 가드레일 및 포인트 가드레일에 대하여 국내 도시철도의 설치기준 및 특성에 대하여 소개하였다. 차

막이 시설 중에는 독식, 유압식, 자갈돋기식 차막이에 대하여 소개하였다. 방호설비로는 낙하물의 방호설비, 교량 전낙방지망, 선로 방호책, 교량 및 교각 방호공, 자동차 전낙 방호공 등에 대하여 소개하였다. 방화시설 및 안전측선 및 피난선에 대해서도 소개하였다. 현재 이러한 도시철도 선로시스템 안전시설에 대하여 국내실정에 적합한 표준화의 전단계인 기초연구를 수행중에 있으며, 장기적으로 지속적인 연구분석을 통하여 국내 도시철도 선로시스템의 안전 확보에 기여하고자 한다.

참고문헌

1. 철도안전법, 건설교통부, 2003
2. 선로정비 규칙, 철도청, 2001
3. 건설교통 안전관리 개선방안 철도안전부문 연구, 한국철도기술연구원, 2003
4. 대구지하철 2호선 궤도실시설계 용역 실시설계 요약 보고서, 대구광역시 지하철 건설본부, 2002
5. 대구지하철 2호선 궤도실시설계 용역 지하철 2호선 개선사항 검토, 대구광역시 지하철 건설본부, 2001
6. 지하철 2호선 궤도실시설계 보고서, 대구광역시 지하철 건설본부, 2002
7. 도시철도 표준화 연구개발사업 연구결과 최종보고서(도시철도 선로 시스템 표준화), 한국철도기술 연구원, 2002
8. Track Safety Standards Compliance Manual, United States Department of Transportation, 2002
9. Federal Railroad Administration, Department of Transportation, 2002
10. Railway Safety, HSE Books, 1997