

KR C-12120

Rev.5, 30. August 2024

# 터널 환기, 조명, 방재시설

2024. 08. 30



국가철도공단

## REVIEW CHART

[illegible]

## 경 과 조 치

이 “철도설계지침 및 편람” 이전에 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 “철도설계지침 및 편람”을 그대로 사용할 수 있습니다.

## 일 러 두 기

- 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 “철도설계지침” 및 “편람”을 국제적인 방식에 맞게 체계를 코드별로 변경하였습니다.  
또한, 코드에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 코드별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.
- 이번 개정된 “철도설계지침 및 편람”은 개정 소요가 발생할 때마다 각 항목별로 수정되어 공단 EPMS, CPMS에 게시될 것이니 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.
- “철도설계지침 및 편람”에서 지침에 해당하는 본문은 설계 시 준수해야 하는 부분이고, 해설(이전 편람) 부분은 설계용역 업무수행의 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서입니다. 여기서, 제목 부분의 편람은 각 코드에서의 해설을 총칭한 것입니다.

# 목 차

<b>1. 일반사항</b>	<b>1</b>
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
<b>2. 조사 및 계획</b>	<b>2</b>
2.1 조사 및 계획 일반	2
2.2 조사	2
2.3 계획	2
<b>3. 재료</b>	<b>2</b>
3.1 재료 일반	2
3.2 재료 특성	2
3.3 품질 및 성능시험	2
<b>4. 설계</b>	<b>2</b>
4.1 환기시설	2
4.2 조명시설	2
4.3 방재시설	3
4.4 공사 중 설비	3
4.5 하·해저터널 시설	3
4.6 연직갱 및 경사갱 시설	3
<b>해설 1. 일반사항</b>	<b>4</b>
1. 환기시설	4
2. 전기시설	4
3. 방재시설	5
4. 공사 중 시설	5
<b>해설 2. 환기시설 계획</b>	<b>7</b>
1. 개요	7
1.1 목적	7
1.2 적용범위	7
2. 계획 및 조사	7
2.1 계획	7
2.2 조사	8



3. 환기설계 .....	9
3.1 철도터널의 환기 특성 .....	9
3.2 환기 제조건 .....	10
3.3 자연환기검토 .....	11
3.4 소요환기량 산정 .....	13
3.5 환기방식의 선정 .....	14
3.6 환기기 선정 .....	15
3.7 환기소 .....	17
3.8 환기 제어 .....	18
4. 유효성 검증 .....	18
5. 환기량 계산 .....	19
5.1 개요 .....	19
5.2 발열량 제거를 위한 환기량 계산 .....	20
5.3 오염물질 제거를 위한 환기량 계산 .....	20
5.4 환기량 선정 .....	21
6. 환기시뮬레이션 수행예 .....	21
6.1 개요 .....	21
6.2 시뮬레이션 입력조건 .....	21
6.3 시뮬레이션 해석결과 .....	22
<b>해설 3. 전기사설 .....</b>	<b>23</b>
1. 일반사항 .....	23
1.1 개요 .....	23
1.2 철도전기사설의 구분 .....	23
2. 전기관련 터널시설 .....	27
2.1 공동관로 시설 .....	27
2.2 전차선용 지지금구 .....	29
2.3 장력조정장치 설치공간 .....	31
2.4 터널내 전기관련 기계실 .....	32
2.5 접지시설 .....	33
2.6 터널조명시설 .....	35
<b>해설 4. 방재설비 계획 .....</b>	<b>38</b>
1. 방재설비의 목적 .....	38
2. 방재설비의 종류 및 정의 .....	38
3. 방재설비관계 법령 및 기준 .....	38
3.1 국내 법규 및 기준현황 .....	38
3.2 국외 관계 법령 및 기준현황 .....	44
4. 방재시설 기본계획 .....	49

4.1 기본원칙 .....	49
4.2 터널방재 시설계획 및 설계 .....	49
5. 터널방재설비 설치기준 .....	50
6. 피난대피계획 .....	50
6.1 기본방향 .....	50
6.2 피난대피 계획시 고려사항 .....	50
6.3 비상시나리오별 피난 대피계획 .....	50
<b>해설 5. 공사 중 설비 .....</b>	<b>52</b>
1. 공사 중 설비개요 .....	52
2. 공사 중 환기설비 .....	52
2.1 환기량 산정 .....	52
2.2 환기설비 선정 .....	57
2.3 환기방식의 선정 .....	59
3. 공사 중 급수설비 .....	65
4. 공사 중 배수설비 .....	65
5. 오탁수 처리설비 .....	66
6. 공사용 전기시설 .....	67
6.1 수변전 설비 .....	67
6.2 고압 및 저압 배전선로 설비 .....	68
6.3 공사용 조명설비 .....	68
6.4 공사용 동력설비 .....	68
<b>해설참고 1. 철도시설의 기술기준(국토교통부) .....</b>	<b>69</b>
<b>RECORD HISTORY .....</b>	<b>116</b>

## 1. 일반사항

### 1.1 목적

- (1) 이 기준의 목적은 철도 터널에 적용되는 영구설비, 방재설비 및 터널공사시 필요한 임시설비와 관련된 기준을 제시하는 것이다.

### 1.2 적용범위

- (1) KDS 27 60 00(1.2)를 따른다.

### 1.3 참고 기준

#### 1.3.1 관련 법규

- (1) KDS 27 60 00(1.3.1)을 따른다.

#### 1.3.2 관련 기준

- (1) KDS 27 60 00(1.3.2)를 따른다.

### 1.4 용어의 정의

- (1) 대피로(Evacuation way) : 터널 내 화재와 같은 비상상황 발생 시 안전한 지역으로 대피자를 탈출시키기 위한 통로(경로).
- (2) 배연(Smoke exhaust) : 화재 시 발생하는 연기 및 열기류를 화재지점으로부터 외부로 배출하는 것.
- (3) 비상전원(Emergency power) : 상시전원(정상적인 상태에서 외부로부터 전력을 공급받아 사용하고 있는 전력공급원)이 사고나 고장에 의하여 공급되지 못할 경우에 사용하기 위한 전력공급원.
- (4) 비상조명(Emergency lighting) : 화재 등 사고로 인한 갑작스런 정전 시 2차 사고를 방지하고 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 설치하는 예비조명.
- (5) 안전영역(Safety zone) : 터널의 안전에 영향을 미치는 정도를 규정한 터널 주변의 영역으로서 각 영역별로 터널안전을 위한 대책을 강구하도록 규제하는 영역.
- (6) 자가발전설비(Fail safe generator) : 외부 전원의 정전에 대비하여 전기 수용자가 별도로 설치한 발전전원설비.
- (7) 제연(Smoke control) : 화재 시 연기 및 열기류의 흐름방향을 제어하는 것을 말함.
- (8) 질소산화물(NOx) : 엔진 내에서 연료의 연소 시 고온에 의하여 공기 중의 질소와 산소가 열반응하여 생성되는 물질.
- (9) 환기설비(Tunnel ventilation system) : 터널 내 공기질을 유지하기 위하여 신선공기를 유입 또는 급기하거나 오염공기를 배출하기 위한 설비.

### 1.5 기호의 정의

- (1) KDS 27 60 00(1.5)를 따른다.



## 2. 조사 및 계획

### 2.1 조사 및 계획 일반

- (1) KDS 27 60 00(2.1)을 따른다.

### 2.2 조사

- (1) KDS 27 60 00(2.2)를 따른다.

### 2.3 계획

- (1) KDS 27 60 00(2.3)을 따른다.

## 3. 재료

### 3.1 재료 일반

- (1) KDS 27 60 00(3.1)을 따른다.

### 3.2 재료 특성

- (1) KDS 27 60 00(3.2)를 따른다.

### 3.3 품질 및 성능시험

- (1) KDS 27 60 00(3.3)을 따른다.

## 4. 설계

### 4.1 환기시설

#### 4.1.1 철도터널의 환기시설

- (1) KDS 27 60 00(4.1.3)을 따른다.
- (2) 열차의 주행, 차량 냉방기기, 조명, 일체의 발열 등에 의해 상승되는 터널내의 온도가 일정온도 이상을 초과하지 않도록 터널 내 온도를 제어 하기 위한 환기량 이상을 확보하여야 한다.
- (3) 열차가 터널을 주행할 때 공기압변동에 의한 이명현상이 발생하지 않도록 계획하여야 한다.

### 4.2 조명시설

#### 4.2.1 철도터널의 조명시설

- (1) KDS 27 60 00(4.2.3)을 따른다.
- (2) 전반조명의 소요평균 조도는 궤도 수평면에서 10 룩스가 되도록 하여야 한다.



#### 4.3 방재시설

##### 4.3.1 터널의 방재시설

- (1) KDS 27 60 00(4.3.1)을 따른다.

##### 4.3.2 철도터널의 방재시설

- (1) KDS 27 60 00(4.3.3)을 따른다.
- (2) 터널에 대한 방재 대책으로 사고예방 시설물대책, 사고피해감소 시설물대책, 대피촉진 시설물대책, 구조촉진 시설물대책으로 구분하여 계획한다.
- (3) 방재구난지역은 가능한 선로 높이와 비슷한 높이로 설치해야 한다. 단, 터널 출입구와 대피통로 출구의 방재구난지역 지면이 선로 높이와 표고차가 발생하여 접속 계단을 설치할 경우에는 대피 및 구조가 용이하도록 폭 1.2m 이상을 확보하여야 한다.

#### 4.4 공사 중 설비

##### 4.4.1 공사 중 환기설비 계획

- (1) KDS 27 60 00(4.4.1)을 따른다.
- (2) 공사 중 터널에서 유해가스나 가연성가스가 발생하는 경우, 유해가스에 의한 인명사고 및 가연성가스의 폭발 방지를 위해 터널 내 지반에서 나오는 가스 발생유무를 측정 감시해야 하며, 이를 고려한 환기를 수행하여야 한다.

##### 4.4.2 공사 중 조명설비 계획

- (1) KDS 27 60 00(4.4.2)를 따른다.

##### 4.4.3 공사 중 배수설비계획

- (1) KDS 27 60 00(4.4.3)을 따른다.

##### 4.4.4 터널의 수방대책시설

- (1) KDS 27 60 00(4.4.4)를 따른다.

#### 4.5 하·해저터널 시설

- (1) KDS 27 60 00(4.5)를 따른다.

#### 4.6 연직갱 및 경사갱 시설

##### 4.6.1 연직갱 시설

- (1) KDS 27 60 00(4.6.1)을 따른다.

##### 4.6.2 경사갱 시설

- (1) KDS 27 60 00(4.6.2)를 따른다.



## 해설 1. 일반사항

터널구간은 지상구간과는 달리 각종 오염물질이 대기로 확산되지 못하고 축적되기 쉬우므로 환경유지를 위한 환기와 보선작업자나 비상시 대피를 위한 조명이 필요하고, 화재사고시 연기의 확산방지와 승객의 신속한 대피를 위한 대책이 필요하다. 또한 공사 중에도 상기 내용에 준하는 환기대책과 공사용 장비에 사용되는 용수의 공급, 터널내 용출수 및 오탍수 처리시설 등이 필요하다.

### 1. 환기시설

- (1) 열차는 전기나 경유 등의 에너지를 사용하여 운행되며 그에 따른 발열 및 배기가스의 발생이 불가피하다.
- (2) 따라서 터널은 반밀폐공간으로 열차 이용 승객이나 승무원 및 보선요원의 건강유지를 위하여 오염원의 효과적인 배출을 통한 터널내 환경유지가 필수적이다.
- (3) 터널환기를 위한 필요환기량은 차종, 운행간격 및 출력상태에 따라 큰 차이가 있으며, 다음 사항을 고려하여 계획하여야 한다.
- (4) 환기량은 열차의 운행에 따른 발열량 및 오염물질 발생량과 터널내 흡열 및 자연환기량을 감안하여 결정하여야 한다. 또한, 열차풍의 거동에 의한 상태변화가 심하므로 적절한 수치시뮬레이션을 실시하여 환기의 유효성 및 환기방식의 적정성 검증이 필요하다.
- ① 전기 전동차의 경우, 주행발열, 제동발열 및 에어컨의 응축기 방열 등을 처리하기 위한 환기량으로 소요환기량이 결정되며, 자연환기 및 강제환기 여부에 대한 검토가 필요하다.
- ② 디젤기관차는 열차발열뿐만 아니라 500℃ 이상의 연소열과 연소가스에 포함된 NOx, CO, SOx, PM 등 각종 유해물질이 발생하며, 보선작업자 및 승객/승무원의 적정 노출환경을 위한 허용농도 이하의 터널내 공기환경에 대한 검토가 필요하다.
- (5) 차량의 공기압에 의해 높은 압력에 노출되는 환기시설(송풍기, 댐퍼 등)은 써징 및 스톨현상을 충분히 고려한 내압성능 및 운전성능을 지녀야 한다.

### 2. 전기시설

- (1) 철도터널에서의 정상업무 수행 및 유사시 대비를 위해서는 전력공급 시설 및 기타 전기시설의 적정 설치가 요구된다.
- (2) 철도터널에서 요구되는 제반시설의 필요성 및 목적과 시설간의 상호관계를 검토하여 철도터널에 필요한 전기시설을 계획하여야 한다.

### 3. 방재시설

- (1) 방재시설의 계획은 국내외 시설기준, 방재시설 적용사례, 현황 및 사고사례를 조사하여 경제적이며 효과적인 시설을 선별 하여 설치하여야 한다.
- (2) 열차가 터널운행 중 화재가 발생하는 경우, 터널은 대피환경이 열악하므로 우선적으로 터널을 통과하여 지상구간에서 승객의 하차를 유도하여야 하며, 열차의 비상운전 거리를 검토하여 터널내 정차가 예상되는 장대터널의 경우에는 대피통로 구난역 및 구난지역 등의 피난 대피환경에 대한 검토 및 적용이 필요하다.
- (3) 화재, 충돌, 탈선 등 여러 가지 유형의 열차사고에 대한 재해사례를 분석하여 이에 상응하는 비상시나리오별 피난대피계획과 신속한 사후처리 방안을 수립하며, 특히 화재 사고는 화재열기와 함께 화재연기에 의한 질식으로 많은 인명피해가 발생하는 점을 고려하여 차종별 화재규모 및 터널특성(계절적 영향)에 따라 화재연기의 임의제어가 가능하도록 임계속도 이상의 풍속을 확보할 수 있는 송풍기의 선정 및 제연계획에 대한 검토가 필요하다.
- (4) 터널내 임의지역 및 구난역 등의 특정지역에 대한 화재상황을 예측하고 1차원 및 3차원 수치 시뮬레이션을 실시하여 화재 강도 및 기류 속도에 따른 상세 검증이 필요하다.

### 4. 공사 중 시설

- (1) 터널내 작업장에서 공사 중 필요한 환기량은 지반조건, 굴착공법, 굴착단면, 터널 길이, 사용 화약량, 작업 Cycle, 공사용 기계, 시공방법에 의해 달라지지만, 공사 중 발생하는 분진이나 발파가스의 제거와 종업원의 필요 산소공급을 위한 환기가 필요하며 유해물질이 중복하는 경우의 소요환기량은 터널내에서 예상되는 각각의 작업상황과 현장의 자연조건 등 공사의 제조건을 충분히 검토하고, 대상으로 되는 공중에 따라 결정하여야 한다.
- (2) 급수시설은 천공 및 굴착기의 마찰열 냉각이나 분진제어 및 슛크리트타설과 그라우팅 등과 같은 공사 중 사용수 등 각종 기기의 필요용수를 공급하기 위한 시설로 갱구에 물탱크를 설치하여 펌프를 사용하거나 수두차를 이용하여 막장부까지 소요압력을 유지시켜 공급하여야 하고 급수시설은 비상시 소화용으로 사용할 수 있도록 계획할 필요가 있다.
- (3) 배수시설은 터널내에서 발생하는 배출수의 신속한 배출로 양호한 작업환경이 유지될 수 있도록 하며 상향경사와 달리 하향경사로 진행되는 공사는 강제배수설비가 필요하며 막장부의 굴진과 발생량에 따라 400~500m마다 수중펌프를 설치하여 릴레이식으로 갱외로 배수하여 옥외 탁수 처리시설로 배수시킨다. 배수시설은 예상 용출수량, 용출수개소, 장비 사용수량 및 작업내용을 고려하여 여유 있는 배수시설계획을 수



립하여야 한다.

- (4) 터널내 발생 배출수에는 굴착시 연마된 석분과 콘크리트 경화제에 포함된 강알칼리성의 일반폐수가 혼입되어 있어 공사지역에 따라 환경법에서 정하는 배출수 처리수 허용기준에 적합하게 처리하여 주변지역의 오염 확산을 방지하여야 한다. 계획시 설치부지가 터널갱구의 비탈면에 위치하는 경우가 많으므로 배출량과 처리속도 및 설치부지의 규모를 감안하여 방식을 선정하여야 하며, 일반적으로 자연침전과 약품투여를 병행하는 물리·화학적 처리방식이 많이 채택되고 있다.

## 해설 2. 환기시설 계획

### 1. 개요

#### 1.1 목적

환기시설 계획은 철도터널 건설 및 유지관리에 필요한 환기시설의 설계방법을 서술한 것이다. 철도터널의 환기시설은 명확한 설치기준이 정립되어 있지 않은 실정이며, 본 장에서는 환기시설의 적용을 위한 계획, 조사 및 환기시설 선정방법 등에 대한 전반적인 사항을 언급함으로써 최적의 환기시설을 계획할 수 있도록 하고자 한다.

#### 1.2 적용범위

철도터널은 지역적 특성 및 운행열차의 특성에 따라서 터널단면 및 형태(복선터널, 단선터널)가 달라지며, 최근들어 고속화에 따라 장대터널의 건설이 급증하고 있다. 본 장에서는 복선터널뿐만 아니라 다양한 형태의 철도터널에 적용될 수 있는 내용을 다루고자 한다. 다만, 터널규모 및 열차의 운행계획 등에 따라 보다 세부적인 검토가 필요하므로 이에 대한 고려가 필요하다.

## 2. 계획 및 조사

### 2.1 계획

- (1) 터널공간은 열차의 발열 또는 오염물질을 고려한 적정 환기가 필요하며 연장이 짧은 터널은 자연환기가 가능하나 연장이 길고 교통량이 많은 터널에서는 기계환기시설이 필요하게 된다.
- (2) 환기계획은 터널의 전체 계획수립과 단면 형상 등과 같은 터널본체 구조의 결정 및 터널 노선선정 등의 기본계획과도 밀착 관계가 있으므로 전체 계획의 일부로써 면밀하게 검토할 필요가 있다. 즉 환기계획에 큰 영향을 미치는 운행방식(단·복선), 열차의 종류(전기·디젤), 방재계획과의 관련성, 주변환경에 미치는 영향 등을 고려하여 경제적이고 합리적인 검토가 실시되어야 한다.

#### (3) 계획의 순서

##### ① 터널노선의 검토

노선의 편익, 지형, 경사 상태 등을 고려하여 시행하며 특히 장대터널의 경우 연직갱, 경사갱의 위치선정은 환기계획이 노선의 선정과 밀착 관계를 갖게 되므로 비교안을 작성 검토 후 선정하여야 한다.



## ② 자료수집

노선이 결정되면 다음과 같은 환기계획용 자료를 수집하여 상세하게 검토하여야 한다.

가. 차량조건(발열량, 오염물질 배출량 등)

나. 열차운행조건(운행시간, 운행속도 등)

다. 기상조건

라. 주변환경 및 지형, 노반상태

마. 관계 법령

## ③ 환기의 필요성 검토

가. 열부력 및 교통환기력에 의한 자연환기의 가능여부를 분석하여야 한다.

나. 열차발열 및 오염농도에 대한 터널내 공기환경을 분석하여 기계환기의 필요성 여부를 분석하여야 한다.

다. 기계환기의 적용여부는 방재계획과 연계하여 종합적인 검토결과에 따라 최종 결정하여야 한다.

## ④ 소요환기량 산정

가. 열차발열 및 오염농도의 분석결과에 따라 필요한 환기량을 산출하여야 한다.

나. 방재계획과 연계할 경우 임계풍속을 충족시킬 수 있는 제연량을 감안하여 결정하여야 한다.

## ⑤ 환기 기본계획 작성

가. 소요환기량 및 터널주변 환경조건 등을 고려하여 환기방식을 선정하여야 한다.

나. 이때 각 비교안을 작성하여 상세하게 검토하여야 하며 경제성, 유지관리의 용이성, 주변환경에 미치는 영향 등을 고려하여 선정하여야 한다.

## ⑥ 환기기 선정

가. 환기기 사양, 환기기 배치 등을 결정하여야 한다. (환기기의 써징 및 스톨현상 검토)

나. 환기기의 설치를 위한 환기실의 적정 규모 및 장비 배치를 하여야 한다.

다. 환기기의 역회전 운전(역회전 효율 80%이상)이 가능하도록 용량을 선정하여야 한다.

라. 환기기의 제어를 위한 운전, 감시설비에 대하여 검토하여야 한다.

## 2.2 조 사

### 2.2.1 열차운행계획

(1) 열차의 운행시간, 종류 및 운행횟수 등을 조사하여야 한다.

(2) 열차의 종류별 운행속도 및 차량의 구성현황 등을 조사하여야 한다.

### 2.2.2 기 상

(1) 대기 및 터널내 온도, 풍향, 풍속, 기압차 등을 조사하여야 한다.

(2) 계절별 자연환기력의 크기를 예측하여야 한다.

### 2.2.3 환 경

- (1) 터널내 오염물질이 주변지역으로 확산되어 환경적으로 문제를 발생시킬 가능성은 적으나, 지역여건에 따라 문제의 소지가 있으므로 주변 환경에 대한 영향을 검토할 필요가 있다.
- (2) 환기기를 설치하는 경우 운전소음의 확산을 방지하는 조치를 검토하여야 한다.

## 3. 환기설계

### 3.1 철도터널의 환기 특성

철도터널은 차량의 운행특성 및 오염물질 배출량 특성이 도로터널과 다르기 때문에 환기계획도 이러한 점을 고려하여 수립하여야 한다. 철도터널과 도로터널은 다음과 같은 특성을 갖고 있다.

표 1. 철도터널과 도로터널의 환기 특성 비교

구분	철 도 터 널	도 로 터 널
터 널 내 오염 농도	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염물질의 배출량이 많기 때문에 열차가 한 대 지나가는 것으로도 터널 내 오염물질 농도는 허용 농도를 초과할 수 있으며 오염물질의 치환 전에 열차가 추가적으로 진입하는 경우 오염물질이 중첩되어 오염농도가 증가할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염 농도는 차량의 주행 속도와 교통량에 큰 영향을 받는다.</li> </ul>
비상 환기	<ul style="list-style-type: none"> <li>화재 등 사고시 터널 탈출 운전을 우선으로 하여야 한다.</li> <li>정량적위험성 검토 결과 피난 위험이 높을 경우 경우 외부대피통로를 검토하며, 15km 이상의 초장대터널에는 구난역 및 서비스 터널 등에 대한 추가계획이 필요하다.</li> <li>필요시(장대터널) 제연(화재시 연기의 승객 탈출방향으로의 역류 방지) 시설 및 연결송수관시설을 계획한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>화재, 사고시 전후의 운행차량 때문에 터널 탈출이 곤란하다.</li> <li>일반적으로 1km 이상의 터널에는 화재시 연기의 역류 방지(제연환기) 계획을 수립하여야 한다.</li> </ul>
화재강도 및 제연특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>제연시설용량검토를 위한 화재강도는 열차특성에 따라 객차 1량의 전소시 발생하는 열방출량을 기준으로 하여야 한다.</li> <li>화재시 제연운전계획은 근접한 환기구의 환기시설들을 활용하여 양방향 제연이 가능하도록 계획한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제연시설용량검토를 위한 화재강도는 20MW 정도를 적용하여야 한다.</li> <li>화재시 제연운전계획은 일방향 또는 양방향 조건에 따라 다르다.</li> <li>일방향 터널의 경우에는 차량진행방향으로 제연을 하고 반대방향으로 대피하는 것을 원칙으로 하여야 한다.</li> <li>양방향 터널의 경우에는 제연방향 설정이 곤란하여 장대터널의 경우에는 횡류식 환기방식 등이 적용된다.</li> </ul>



### 3.2 환기 제조건

#### 3.2.1 터널제원

##### (1) 연장

터널의 연장은 열차의 운행시간 및 교통환기력과 직접적인 영향이 있다.

##### (2) 단면적

내부 필요시설물의 설치를 감안한 단면적을 선정하여야 하며 일반적으로 열차에 의한 공기압과 환기는 상호 영향이 있으며 단면의 증가는 공기압 저감 및 환기량의 증대에 효과가 있다.

##### (3) 경사도

열차의 출력과 관련되며 출력의 증가는 소요환기량의 증가를 초래한다.

##### (4) 터널형식별

###### ① 단선단일터널

운행간격에 따라서 장대터널의 경우, 차량의 양방향 교번 운전으로 교통환기력이 상쇄되어 터널내 오염물질 및 열축적이 가속화되어 필요 환기용량이 증가한다.

###### ② 단선병렬터널

차량의 일방향 운전은 차량의 열차풍에 의한 자연환기력이 발생하여 환기효율이 우수하나 양방향 터널의 체적증가로 강제환기시 필요환기(제연)용량의 증가가 발생한다.

###### ③ 복선터널

차량의 동시 양방향 운전으로 자연환기력의 상쇄로 인한 터널내 오염물질 및 열축적 가속화로 필요 환기용량이 증대하며 열차 공기압의 변동에 환기기 운전에 제약이 크므로 기류의 거동상태에 따라 환기류를 일치시키거나 비 운행시간에 집중적으로 환기하는 방식을 검토해야 한다.

#### 3.2.2 열차운행형태

(1) 열차의 운행형태는 평상시와 침두시 및 증편시로 구분하여 검토할 필요가 있다.

(2) 운행시각 및 차량편성은 열차의 운전선도를 활용하여 운행시각 및 차량편성의 구성상태와 유해물질을 배출하는 디젤기관차 운행비율 및 터널내 운행시 Notch의 사용 정도를 구분하여 검토하여야 한다.

(3) 열차의 주행속도는 운전선도 및 열차 운전시물레이션 자료를 활용하여 적용하여야 한다.

#### 3.2.3 유해물질 배출

평상시 환기의 목적은 터널내 공기를 교체하여 터널내부의 잔존 유해물질을 터널 외부로 배출시켜, 반복적인 디젤열차 주행으로 농도상승을 억제하여 오염농도를 허용농도 이하로 유지하는 것으로 터널내에 발생하는 유해물질의 종류와 배출량에 대한 검토가 필요하다.



- (1) 디젤기관차가 운행하는 터널에서는 유해가스와 매연이 발생되며, 유독성 물질의 농도는 승객과 승무원의 건강위생이 보장되는 수준으로 유지되어야 한다.
- (2) 디젤기관차 배출량에 영향을 주는 요인으로는
  - 가. 열차의 정격 출력
  - 나. 열차의 종류와 내구연수
  - 다. 열차의 유지보수 정도
  - 라. 열차 운행시 사용 Notch의 정도
  - 마. 배출 Filter 또는 촉매변환기(Catalytic Converter)의 장착 여부가 있으며
- (3) 디젤기관차의 주요 배출물질로는
  - 가. NOx(대부분 NO이고 일부는 NO2)
  - 나. CO
  - 다. PM이 있다.

#### 3.2.4 기 상

기상월보와 실측을 병행하여 과대 설계 요인을 제거하도록 하여야 한다.

- (1) 외기온도 및 지중온도  
계절별 온도차에 따라 자연환기력이 변동하므로 검토하여 반영하여야 한다.
- (2) 풍향, 풍속  
계절에 따라 갱구 방향에 대한 풍향, 풍속을 검토하여 반영하여야 한다.
- (3) 기압차, 강우, 적설 등의 특이현상을 검토하여 대책을 수립하여야 한다.

#### 3.2.5 지형, 지물

- (1) 시추측정  
필요시 시추에 의한 지중온도, 용출수량, 가스발생량 등을 조사하여 대책을 설계에 반영하여야 한다.
- (2) 기타 주변환경을 파악하여 민원 등이 발생하지 않도록 대책을 수립하여야 한다.

### 3.3 자연환기검토

#### 3.3.1 일반사항

- (1) 터널에서 외부 조건에 의한 환기력은 터널 내·외부 온도차에 의해 발생하는 부력효과와 운행열차에 의해 발생하는 교통 환기력으로 구분되며 외부자연풍 효과는 부력효과와 교통환기력에 비해 매우 작다.
- (2) 온도차에 의한 부력효과는 터널 내·외부 온도차에 의해 동계에는 터널내부의 가벼운 공기가 상향경사 방향으로 이동되고, 하계에는 터널내부의 무거운 공기가 터널 하향경사 방향으로 이동하여 자연적인 기류가 발생 한다.



- (3) 열차에 의한 교통환기력은 열차주행으로 발생하는 압력 에너지가 운동에너지로 변환되어, 열차의 진행방향으로 터널풍속을 형성시키는 것으로 교통환기력에 의한 풍속은 열차의 진입시 급격하게 증가하여 열차가 운행하는 동안 일정한 풍속을 유지하며, 열차가 터널을 통과한 후에는 점차 자연환기력에 의한 풍속으로 회복하게 된다.
- (4) 자연환기의 가능여부는 열차풍 및 자연환기력에 의해서 발생하는 풍속에 의한 신선공기의 치환시간 및 후행열차에 의해서 발생하는 오염물질의 중첩에 의한 오염농도의 증가현상에 의해서 결정된다.

### 3.3.2 부력효과

터널 내·외부의 온도차가 큰 동계와 하계를 기준으로 부력에 의한 유효 압력차와 터널풍속을 다음과 같은 순서로 검토하여야 한다.

- (1) 외부 기온 선정
- (2) 터널 지형 분석
- (3) 계절별 유효압력차 계산
- (4) 터널내 풍속 계산
- (5) 치환거리 및 치환시간검토를 통한 공기교체여부 검토

### 3.3.3 교통환기력

터널내 열차주행으로 발생하는 터널풍속과 치환시간을 계산하여 오염공기교체 가능여부를 검토하는 순서는 다음과 같다.

- (1) 차량의 종류나 제원의 그룹화
- (2) 터널내 풍속 계산
- (3) 공기 교체 여부 검토

### 3.3.4 교통환기력에 의한 터널내 풍속

- (1) 주행중인 열차의 전면, 측면, 후면에는 압력변동에 의해서 생성된 압력에너지는 운동에너지로 변환, 터널내 기류를 형성하게 된다. 열차에 의한 압력은 차량길이, 주행속도, 열차 측면 마찰계수, 터널 단면적과 열차 단면적비가 증가할수록 압력변화량이 커진다. 또한 열차가 터널을 통과하면 교통환기력이 소실되며 터널내 풍속은 공기는 관성력에 의해 지수 함수적으로 감소하게 된다.
- (2) 터널내 열차주변의 압력분포는 <그림 1>과 같으며, 열차의 교통환기력은  $b \sim f$ 구간 사이의 압력차에 의해서 발생한다.

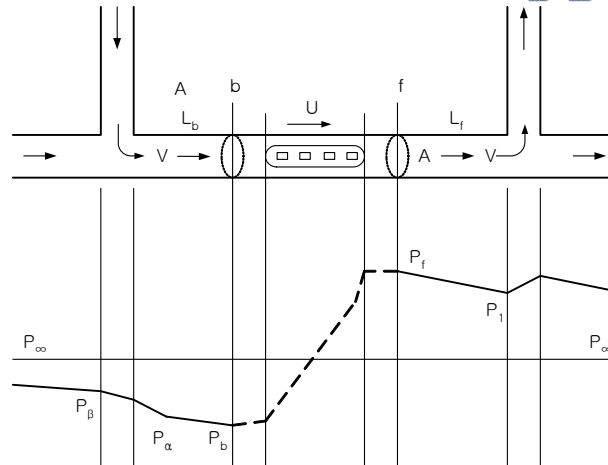


그림 1. 터널내 열차주변의 압력분포

### 3.4 소요환기량 산정

#### 3.4.1 개요

일반적으로 철도터널의 소요환기량은 전술한 바와 같이 배기가스에 의해서 발생하는 오염물질의 치환 또는 희석을 위한 환기량과 열차의 주행발열이나 에어컨디션과 같은 보조기기의 발열을 처리하기 위한 환기량으로 결정된다.

#### 3.4.2 발열량에 의한 검토

##### (1) 잔류열량 검토

열차의 종류, 운전상태, 자연환기의 정도에 따라 다르며 열차 주행에 의해 발생하는 발열량에 대한 소요환기량은 터널 벽면을 통한 흡열량과 비교하여 환기의 필요성을 검토하여야 한다.

- 열차발열량( $q_T$ ) < 벽면을 통한 흡열량( $q_W$ ) : 자연환기
- 열차발열량( $q_T$ ) > 벽면을 통한 흡열량( $q_W$ ) : 기계환기

##### (2) 환기량 산정식

$$Q = \frac{q}{0.29 \times \Delta t}$$

여기서,  $Q$  : 발열량에 대한 소요환기량 [ $\text{m}^3 / \text{hr}$ ]

$q$  : 잔여 발열량 [ $\text{kcal/hr}$ ]

$\Delta t$  : 터널 내, 외부 평균 온도차 [ $^{\circ}\text{C}$ ]

#### 3.4.3 오염물질에 의한 검토

##### (1) 환기 필요 여부 검토 대상 오염물질 선정

열차 운행으로 인해 배출되는 오염물질의 농도를 검토하여 설계조건에 위배되는 농도를 나타내는 물질을 선정하여야 한다.



## (2) 환기 여유시간 검토

터널의 특성과 열차의 운행 시격, 설계 개념 등을 고려해 터널내 공기 치환이 이루어져야하는 시간을 검토하여야 한다.

## (3) 환기 시설 필요여부 검토

열차 운행에 의한 교통환기력과 부력에 의한 기류에 의해 터널내 오염물질이 필요한 농도 이하로 낮아지는 시간과 환기 여유 시간을 비교하여 환기 시설 필요 여부를 결정하여야 한다.

# 3.5 환기방식의 선정

## 3.5.1 개 요

정상 환기시, 디젤 기관차에 의해 발생된 유해물질의 터널내 축적 방지를 위해, 열차운행간격내(Head Way)에 완전한 공기교체(Purging)를 위한 치환환기방식 이나 희석환기방식의 검토가 필요하며 비상 환기시에는 화재발생시 승객안전 확보와 대피시간 확보를 위한 연기역류 제어능력을 갖춘 방식과 용량으로의 선정이 필요하며 상기 정상/비정상시의 환기조건을 모두 만족하는 환기방식의 선정이 필수적이다.

## 3.5.2 적용 가능한 환기방식

강제환기방식은 하기와 같이 대별 할 수 있으며 터널의 여건에 맞추어 조합방식을 포함한 비교안을 검토하여 선정하여야 한다.

- ① Push-Pull(송배기 방식) 방식
- ② 체트팬 방식
- ③ 송기방식 및 배기방식
- ④ 조합방식

## (1) 환기방식 선정

### ① 치환(Purging) 환기

선행 디젤기관차에서 배출되는 유해물질을 후행 열차진입 전에 완전히 교체하여 잔존 오염물질을 제거하는 환기방식으로 급배기 기류방향은 터널내 발생된 열부력 기류방향과 동일한 방향으로 함을 원칙으로 하여야 한다.

이 환기방식은 계획된 열차운행 시간표에 따라 열차의 비운행시간에 송풍기의 제어운전이 필요하다

### ② 희석(Dilution)환기

열차의 주행방향이나 열부력 기류방향과 관계없이 일정기류를 형성, 상대속도를 높여 농도를 낮추는 환기방식으로 연속적인 일방향 운전이 가능한 단선병렬 터널에 적용이 용이하다.

### ③ 임시환기

자연환기가 가능한 터널이라도 내부환경이 기준치를 초과하여 열악한 경우 이동식

환기기를 보선용 열차에 장착하여 작업전 임시환기로 보선원 작업효율을 제고하도록 하여야 한다.

### 3.6 환기기 선정

#### 3.6.1 선정시 고려사항

- (1) 터널 환기용으로 사용되는 송풍기는 대풍량 저풍압이 요구되며, 풍량제어 범위에서 경제적으로 운영할 수 있는 기종을 선정하여야 한다.
- (2) 부력효과, 교통환기력 이용 및 비상시 화재발생을 감안하여 정·역회전 사양과 고온에서도 운전이 가능한 전동기에 직결하여 구동방식으로 계획하여야 한다.
- (3) 송풍기 주요부품은 NOx 및 SOx에 대한 내구성을 검토하여 구조성이 우수하고, 내압성 및 내식성이 뛰어난 재질을 선정하며 장시간 사용으로 인한 유지관리와 운전의 효율성을 위하여 댕수 분할 설치를 고려하여야 한다.
- (4) 송풍기의 병렬운전시 발생하는 써징 현상과 열차의 주행시 발생하는 공기압에 영향을 받는 스톨(실속)현상에 대한 특성을 고려하여 적정 운전성능이 확보되어야 한다.



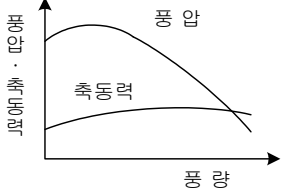
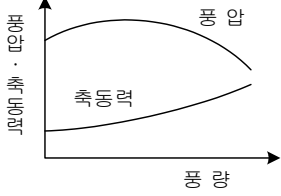
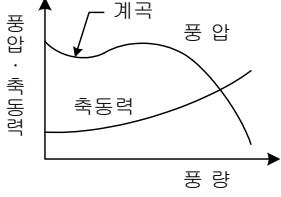
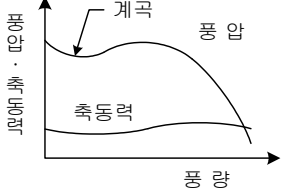
### 3.6.2 익형 형식별 특징

표 2. 환기기 익형 형식별 특징

형 식 명			회전차 형상과 주요특징		비속도 (Ns)	전풍압 (mmAq)	전압효율 (%)
원 심 식	터보형	터보팬		뒷기울기 날개 또는 직선	300~750	150~1,200	65~80
		날개형 팬		뒷기울기 날개형 단면	300~750	150~1,200	75~85
		리미트 로드팬		S자형 날개케이스 입구부 정날개달림	500~1,000	30~250	55~75
	레이 디얼	플레이트팬		반경방향 날개 또는 직선	200~500	200~1,500	60~75
	다익형	다익팬		앞기울기 날개 폭좁은 여러개	500~700	15~400	45~65
축 류 식	축류형	축류팬		날개형 정익 또는 직선	1,000~2,000	20~700	65~90
				날개형 또는 개부 정익없음	1,500~3,000	0~20	50~65

### 3.6.3 팬 형식별 성능 특성

표 3. 팬 형식별 성능 특성

구분	기 종	날 개	특성 곡선	특 징
원 심 식	터보브로워 터 보 형 날 개 형 팬 리미트로드팬	뒷기울기 날 개		풍량-풍압곡선이 산모양이며, 풍량이 증가함에 따라 축동력도 증가하지만 어느 정도에서 증가하지 않음
	플레이트팬	반경방향 날 개		풍량-풍압곡선이 산모양이며, 풍량이 증가함에 따라 축동력도 증가함
	다 익 팬	앞기울기 날 개		풍량-풍압곡선이 골짜기 모양(서징구역)이며, 풍량이 증가함에 따라 축동력이 현저하게 증가함
축 류 식	축 류 팬	축 류		풍량-풍압곡선이 골짜기 모양(서징구역)이며, 축동력은 대체로 일정함

## 3.7 환기소

### 3.7.1 설계시 고려사항

환기소는 터널의 본체, 환기용 연직갱, 경사갱 및 갱구 주변에 설치할 수 있으며 아래와 같은 사항들을 고려하여야 한다.

### 3.7.2 시설물 검토

- (1) 터널구조물과의 연계 설치
- (2) 장비 반입로 및 반입구 설치
- (3) 환기기 및 소음기 등 부속기기설치
- (4) 자연/강제 환기 풍도면적 확보 및 환기탑 설치(풍속 기준 등 표기)
- (5) 반, 출입용 인양 장비 설치
- (6) 관리시설
- (7) 비상대피통로 (높이 30m 이상시 엘리베이터 설치)



### 3.8 환기 제어

#### 3.8.1 설계시 고려사항

환기기의 제어는 운전효율을 극대화할 수 있도록 계획하여야 하며, 다음과 같은 사항들을 고려하여야 한다. 또한, 철도터널내 공기환경은 열차의 운행상황에 따라 수시로 변하므로 운행상황별로 환기기의 제어계획을 검토할 필요가 있다.

- (1) 환기방식
- (2) 자연환기력
  - ① 열부력에 의한 자연풍의 방향
  - ② 자연풍의 크기
- (3) 열차의 운행현황
  - ① 열차의 종류(전기, 디젤)
  - ② 열차의 운행방향
  - ③ 열차의 운행시간, 시격
- (4) 화재시 등의 비상시 운전계획

### 4. 유효성 검증

환기 설계 완료 후 각 부분적인 조건에 맞는 설계가 열차 운영 중 설계 조건에 부합되는지 여부와 설계 대상 이외에 다른 기준을 만족하는지에 대해 검토를 할 필요가 있다. 그러나 터널의 경우 실물에 대한 직접적인 시험 운전과 실험에 의한 검토가 어렵기 때문에 대부분 수치해석을 통해 설계 적절성과 설계의 유효성을 검증하게 된다.

터널은 외형이 종방향 크기가 단면에 비해 월등히 크기 때문에 터널 내부의 단면상 유동은 1차원적인 유동을 가정하여 해석하여도 전체적인 환기 성능의 평가에는 큰 무리가 없다. 따라서 1차원 해석을 통해 다음과 같은 사항들에 대하여 터널내 환기 성능을 검토하게 된다.

- ① 열차 운행 중 터널내 유해 물질 농도 분석
- ② 열차 운행 중 터널내 온도 분포 및 변화 분석
- ③ 터널내 배열, 환기에 대한 설계의 적절성 검증
- ④ 화재시 제연시설의 임계풍속 이상의 기류 유지 가능성 검증

다음은 1차원 수치해석 사례이다.



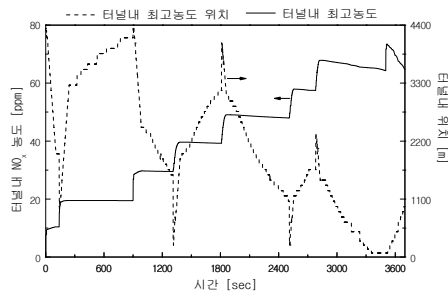


그림 2. 오염농도 해석

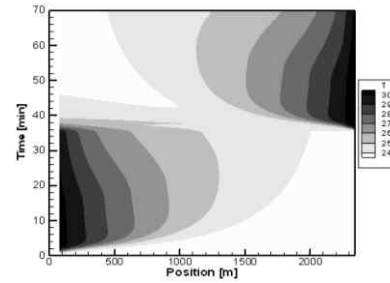


그림 3. 온도분포 해석

1차원 해석을 통해 상기 사항에 대한 검토는 가능하지만 평상시 국부적인 환기류 또는 온도분포 및 화재시 연기의 거동에 대한 정보와 열의 확산에 대한 공간적인 정보는 얻을 수 없기 때문에 이들에 대한 환기 및 방재 시설의 유효성 검증은 위해서는 터널내 화재 발생위치 부근을 대상으로 하는 3차원 해석이 필요하다.

다음은 3차원 수치해석 사례이다.

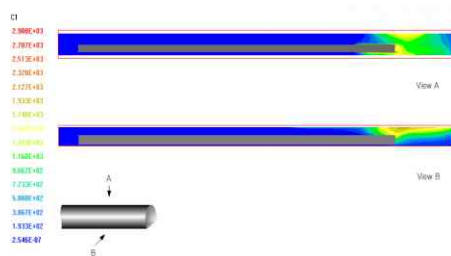


그림 4. 화재연기의 농도 해석

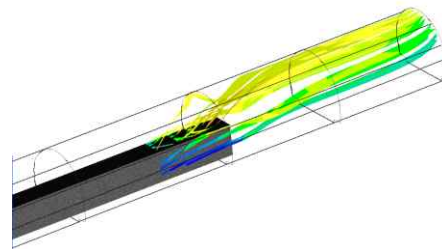


그림 5. 화재연기의 기류 해석

## 5. 환기량 계산

### 5.1 개요

철도터널의 환기량은 터널제원, 열차운행계획 및 주변환경에 따라 달라진다. 환기량은 터널내 환경을 기준치 이내로 유지하기 위해 외부의 신선공기를 공급하여 농도를 낮추거나 오염공기를 외부의 신선공기로 치환하기 위한 용량으로 선정하며, 화재시를 고려하여 제연풍량을 만족할 수 있도록 계획하여야 한다.



## 5.2 발열량 제거를 위한 환기량 계산

### 5.2.1 열차의 발열량 계산( $q_T$ )

$$q_T = q_{TR} + q_{AX} + q_{AC} + q_G + q_E$$

여기서,  $q_{TR}$  : 열차의 주행발열 [kcal/hr]

$q_{AX}$  : 열차 보조기기의 발열 [kcal/hr]

$q_{AC}$  : 차량 냉방장치의 발열 [kcal/hr]

$q_G$  : 발전기의 발열 [kcal/hr]

$q_E$  : 배기가스의 발열 [kcal/hr]

### 5.2.2 벽면을 통한 흡열량 계산( $q_W$ )

$$q_W = K \times F \times \Delta t$$

여기서,  $K$  : 터널 벽체의 열관류율 [ [kcal/hr·m<sup>2</sup>·°C]

$F$  : 터널 벽면의 표면적 [m<sup>2</sup>]

$\Delta t$  : 터널내부 허용온도와 지중의 온도차 [°C]

### 5.2.3 잔여열량 계산

$$q = q_T - q_W$$

### 5.2.4 환기량 산정

$$Q_h = \frac{q}{0.29 \times \Delta t}$$

여기서,  $Q_h$  : 발열량에 대한 소요환기량 [m<sup>3</sup> / hr]

$q$  : 잔여열량 [kcal / hr]

$\Delta t$  : 터널 내·외부 온도차 [°C]

잔여열량  $q$ 의 값이 음(-)의 값이 나오면 기계환기가 필요하지 않은 경우이므로 환기량을 산정하지 않는다.

## 5.3 오염물질 제거를 위한 환기량 계산

### 5.3.1 열차의 운전시격( $t_T$ )

열차의 운전시격은 터널 내 오염물질의 분포에 따라 환기가 필요한 시간대의 열차 운전간격으로 적용하여야 한다. 열차의 운전간격은 환기운전 시간대에 따라 달라질 수 있으므로 가장 짧은 운전간격을 열차의 운전시격으로 선정하여야 한다.

그러나 계획 중인 노선의 경우 세부적인 운전계획이 확정되지 않은 상태이므로 목표연도에 예상되는 디젤열차 운행횟수를 기준으로 평균 운행시격으로 계산하며, 피크시간대의 운전 및 야간 미운행시간대를 고려하여 안전율을 적용하여야 한다.

$$t_T = \frac{24 \times 3600}{N \times (1.5 \sim 2)}$$

여기서, N : 디젤열차의 운행횟수 [회/일](복선터널은 왕복, 단선터널은  
편도 기준)

### 5.3.2 환기량 산정

$$Q_p = \frac{A \times L}{t_T}$$

여기서,  $Q_p$  : 오염물질에 대한 소요환기량 [ $m^3/sec$ ]

A : 터널 단면적 [ $m^2$ ]

L : 환기구사이의 거리 [m]

$t_T$  : 디젤열차의 운전시각 [sec]

### 5.4 환기량 선정

철도터널의 환기량은 발열량에 의한 환기량( $Q_h$ )과 오염물질에 의한 환기량( $Q_p$ )중 큰 값으로 선정하여야 한다. 계산된 환기량에 따라 환기기를 선정하게 되면 수치시물레이션을 수행하여 터널내 환경이 계획된 기준을 만족하는지의 여부를 검증하여야 한다. 또한, 화재시를 고려하여 예상되는 화재규모에 따라 필요한 임계속도를 만족하는 용량의 제연풍량을 확보하여야 한다.

## 6. 환기시물레이션 수행예

### 6.1 개요

철도터널의 공기환경에 대한 검토는 열차의 운행상황에 따라 불규칙적으로 변하므로 단순한 수계산으로 환기의 필요성을 검토하는 것은 불가능하므로, 수치해석 프로그램을 사용하여 터널내 공기환경에 대한 검토를 수행하여야 한다. 다음은 이러한 수치해석의 적용사례를 요약하여 나타낸 것이다.

### 6.2 시물레이션 입력조건

- (1) 터널 제원 및 환기구 제원
- (2) 온도적용 기준
- (3) 차량 제원
- (4) 열차 운행 환경 (운행속도 및 편성수)



### 6.3 시뮬레이션 해석결과

- (1) 교통환기력 해석
- (2) 터널내 오염농도 해석
- (3) 터널내 온도 해석
- (4) 압력 및 압력변동율 해석
- (5) 종합검토의견

자연환기여부를 판단하여 자연환기 및 강제환기 선정에 따른 계획을 수행(자연환기 풍도 및 환기기 설치 등)하며, 이에 따른 수치시뮬레이션으로 그 효과성을 검증함.

## 해설 3. 전기시설

### 1. 일반사항

#### 1.1 개요

철도의 노반구성 요소에는 꺾기와 쌓기에 의해 구성되는 토공구간과 하천, 호수 또는 바다를 가로질러야하는 교량구간 및 산으로 가로막힌 곳을 관통하기 위한 터널로 구성된다. 터널을 이용한 노반구성에서 전기시설을 위해 검토하고 고려하여야 할 사항은 철도 고유의 운반수단으로서의 기능확보를 위해 필요한 운영관련 전기시설의 터널내 수용에 관한 사항과 터널의 특성에 따른 운영 중에 필요한 정상적인 유지보수와 유사시 효과적 대응에 필요한 터널 고유전기시설의 배치 및 이와 관련하여 필요한 전원시설 등이 될 것이다. 이와 더불어 터널을 건설계획을 효과적으로 지원할 수 있는 공사기간중 전기시설에 대한 계획 및 설계로 매우 중요한 부분이라고 할 수 있다.

#### 1.2 철도전기시설의 구분

철도전기시설은 운행될 차량의 종류에 따라 그 범위가 규정된다. 즉, 디젤기관차 등과 같이 화석연료를 이용하여 구동에너지를 변환 사용하는 일반철도와 전차선 등과 같은 전기에너지 공급시설을 설치하고 전기기관차에 의해 전기에너지를 직접 수전하여 구동에너지로 사용하는 전기철도로 구분된다. 전기철도와 일반철도의 환경을 고려한 전철화 사업을 감안할 때 장래에 건설될 철도를 위한 터널에는 전기 철도로의 전철화사업이 대부분일 것이므로 터널의 구조적 형상에 미리 적용되는 것이 효과적이라고 할 수 있다.

##### 1.2.1 일반철도의 전기시설

산업이 고도화 대량화 대중화되기 이전의 철도는 자동운행이라는 개념이 없이 인간의 눈과 귀에 의한 수신호, 수동작에 의한 운행이었지만 현재의 철도는 대량수송과 정확한 수송을 위해 대부분의 시설이 자동화되어있고 이러한 자동화를 위해서는 철도시설의 개량과 더불어 신호, 통신시설의 발전이 이루어 졌으며 그러한 운행 필수시설의 정확한 동작은 모두 전기적으로 이루어지게 되므로 전기시설의 대용량화 복잡화 및 안전을 확보하기 위한 이중화가 근래의 추세이다. 이러한 관점에서 철도에서의 터널내부 전기시설의 종류 및 특징을 설명하였다.

##### (1) 전기시설

###### ① 배전시설

- 철도시설의 운영에 필요한 전원을 확보하고 전력이 필요한 각 개별 장소에 공급하는 시설



- 철도시설이 건설되는 전구간에 걸쳐서 배치되어야 한다.
- 이중화구조에 의한 Fail Safe 구조를 갖추어야 한다.
- 종전의 6.6kV Delta 계통에서 22.9kV WyeYE 저항접지방식으로 전환되고 있다.
- 특고 또는 고압의 배전전압으로부터 선로연변 전기시설에서 사용하는 저압전압으로의 전압 변성시설을 필요로 하며 선로에서 부하전류에 의해 전압강하가 발생하므로 최대공급가능거리가 제한된다. 최대 공급가능 제한거리의 2배 이상의 터널에서는 터널내부에 전압변성용 전기설을 설치하는 것이 좋다.
- 터널내에 전기설이 구성되는 경우 그에 따른 전기설 시설유지를 위한 부대시설이 필요하다.
- 특히 시설의 확대 및 장래증설을 위한 선로 좌우측 관로간의 횡단관로에 대한 여유분을 설치하는 것이 필요하다.

## ② 조명시설

- 터널내부에서의 작업을 위한 조명시설이 필요하다.
- 작업의 종류 및 요구되는 작업의 정밀도에 따라 소요 조도를 판단하여야 한다.
- 설치될 조명기구는 터널내부 환경에 대한 적응성이 있어야 한다.
- 작업 및 점검자의 행동유형에 부합되는 구간별 점멸방법이 강구 적용되어야 한다.
- 터널내 차량 사고시 승객, 승무원 보호 관점에서 비상시 자동운영 절차가 준비되어야 한다.

## ③ 작업용 전원시설

- 해당선로의 궤도 및 구조물에 대한 유지보수계획과 연계 검토된 작업용 전원시설이 필요하다.
- 소형전동공구 및 전기용접지의 최대소요용량 및 동시사용 필요대수에 따라 작업용 전원수구의 전압종별, 전류규격을 결정하여 설치하여야 한다.
- 작업을 위한 국부 조명 부하도 고려하여야 한다.

## ④ 접지시설

- 터널내 각종 전기시설의 효과적 접지를 위한 설비
- 터널내부에 전기설 배치 필요시 전기설 구성을 위하여 필요한 각종접지 설비

## (2) 신호시설

### ① 신호보안장치

- 신호방식에 따라 구분된다.
- MTBF를 고려한 열차의 절대위치 및 인접열차간의 상대위치를 파악하고 신호방식에 따라 열차간 안전거리를 확보하는 설비이다.
- 전철기에 대한 제어회로와 궤도회로의 구성으로 구분된다.

## ② 궤도 회로장치

- 운행 중인 열차의 절대위치 및 인접열차간의 상대위치를 파악하고 신호방식에 따라 열차간 안전거리를 확보하는 시설이다.
- 자동운전을 위한 필수시설이다.
- 근래에는 가청 주파수(Audio Frequency)가 주로 적용된다.

## ③ 연동장치

- 열차의 안전운행 및 정확한 운행을 보장하는 신호기, 전철기 및 궤도회로 상호간을 전기적 또는 기계적으로 연쇄 동작시킴으로써 열차 안전운전을 확보하기 위한 시설이다.
- 열차운행에 가장 중요한 필수시설이다.

## ④ 열차자동제어장치(ATC, ATP, ATO)

- 근래의 열차 자동화 운행장치이다.
- 지상장치와 차상장치간의 열차정보교환에 의한 안전을 확보한 최적운행을 보장하여야 한다.

## ⑤ 열차집중제어장치(CTC)

- 전 노선에 걸쳐 구간별로 제어되는 각종열차 제어장치를 중앙에서 집중감시 및 원격제어하는 시설이다.
- 열차운영의 안전과 효율성을 동시 확보하게 된다.

## (3) 통신시설

### ① 전송시설

- 구간내 열차의 안전운행을 보장하기 위해서는 전력, 신호에서의 각급 제어소간의 정보교류를 포함한 여러 가지 유성을 포함한 각종정보의 교환이 필요하게 된다.
- 이러한 각종 정보교환의 통로는 통신기술의 발전에 따라 고속 광통신 정보 간선에 의해 이루어진다.
- 또한 정보의 전송 및 접수장소가 다양하고 대량화되어 정보의 교환체계를 구성하는 시설이 복잡하게 구성된다.

### ② 열차무선시설

- 수백 km에 걸쳐 펼쳐진 노선에 정해진 시격으로 운행하는 열차와 각급 제어소 및 역과의 통신수단으로 열차 무선시설이 시설되어 열차운행의 안전뿐만 아니라 효율성 제어에도 기여하게 된다.
- 노선의 구성이 토공구간, 교량구간, 터널구간으로 구성되게 되므로 터널내부에서의 무선통신 확보를 위한 터널내 케이블 안테나 시설이 필요하게 되며 개방공간에서의 무선통신은 안테나를 적정 높이의 안테나타워에 설치하여 확보하여야 한다.



### ③ 자동요금 검수시설 및 경영정보시스템

- 철도사업의 주된 수입원은 승객으로부터의 운임수입이다 그리고 운임수입은 구간내 각 정거장에서 입금되며 승객이 가고자하는 행선지에 따라 각양각색이다.
- 따라서 각 정거장 등 발권소에서의 운임 징수업무를 자동화하여 자료화하고 이를 철도사업 경영체계와 연계하여 사업의 생산성을 최대화하는 수단이 필요하게 된다.
- 근래에는 주중, 일중 차등 요금제가 적용되므로 시설의 복잡성이 확대되는 추세이고 On-Line에 의한 운영으로 사업의 효율성을 제고하고 있다.

### ④ 기타 통신설비

- 상기에 언급한 시설 외에 정차장에서의 안전을 확보하는 시설, 대승객 서비스 제고를 위한 열차운행 정보 표시시설, 구간내 유지보수작업을 지원하는 인터폰시설 등 각종 통신시설이 필요하다.
- 이러한 통신시설의 효율적 배치를 위해서는 터널내부에도 통신기계실이 배치되곤 한다.

## 1.2.2 전기철도의 전기시설

환경에 대한 고려 및 기존 화석에너지의 효율성 제고를 위해 철도의 전철화가 추진되고 있다. 따라서 장래 시설될 철도의 터널은 전철화를 고려한 구조를 갖추어야 각종시설의 효율적 설치가 가능하게 되므로 터널에 있어서의 전기철도 고유의 요구사항에 대한 검토가 필요하게 된다.

### (1) 전차선 시설

#### ① 가선용 지지금구 시설

- 토공구간 및 교량구간으로 구성된 개방된 노선공간에서의 전차선 설치를 위한 수단 확보는 터널구간에 비해 용이하다. 그러나 폐쇄된 공간인 터널구간에서는 차량을 위주로 하는 구조적 요구조건인 차량한계에 의해 정해지는 건축한계의 설정에 의해 영향을 받는다.
- 터널의 종류에 따라 검토의 조건은 다르겠지만 장래 전철화를 고려하여 터널내부 천장에 일정간격으로 지지금구를 매립해 두는 것은 아주 유용한 일이다.

#### ② 전차선 장력조정장치 시설

- 카테나리 방식의 가공 전차선을 설치하여야 하는 전철화 사업에서는 가공전차선의 설치구간별로 전차선의 온도에 따른 신축영향을 상쇄할 수 있는 장력 조정장치를 설치하여야 한다.
- 스프링 텐션에 의한 장력 조정장치를 설치하는 방법도 있으며 근래 터널구간에 적용되고 있다.

#### ③ 접지시설



- 일반철도에서의 접지시설은 전기시설의 종류별 요구조건에 따라 설치될 수 있다.
- 그러나 전기철도에서는 전차선에 흐르는 대규모 전류에 의한 주변 금속체 및 토목구조물 내부의 철근에 대한 영향을 고려한 전구간에 걸친 접지시설을 설치하여야 한다.

## 2. 전기관련 터널시설

### 2.1 공동관로 시설

#### 2.1.1 설치목적

- (1) 철도노선의 전구간에 걸쳐 각종 전기시설이 배치되면 전기시설간에는 전선로가 구성되어야 한다. 이러한 전선로는 금속케이블, 광케이블이 주종이며 사용전압 및 용도에 따라 적절한 관로 시설을 갖추어야 한다.
- (2) 터널은 제한된 실내공간으로 만일 각종 전기시설(전력, 신호, 통신) 등이 각자 자기 목적 달성을 위해 임의로 각종 전선로를 구성한다면 터널내부는 아주 복잡한 형상을 이루게 될 것이며 외관상 및 유지보수 목적상으로도 별 도움이 되지 않을 것이다.
- (3) 따라서 터널 계획 초기에 이러한 전선로에 대한 분석에 의해 분류된 전선로별로 적절한 관로시설을 공통으로 설치하면 구조적으로도 구성이 용이하고 각종 시설별 기능확보에도 유리할 것이다.

#### 2.1.2 철도산업의 전기시설 구성 특징

- (1) 철도는 대량 교통수단으로 장거리에 걸쳐 설치되며 그 운영 방안도 상당히 복잡하고 국가적 차원에서 철도의 교통수단으로서의 기능을 상시 유지하여 기능상실을 방지하여야 한다.
- (2) 따라서 예기치 못한 상황에 의한 기능중단의 사태를 예방하기 위해 그리고 승객 및 화물의 안전수송을 보장하기 위해 대부분의 전기시설은 이중화 구조를 갖게 되며 전기 시설간의 전선로 구성도 예외가 아니다.
- (3) 이는 터널내부에서의 공동관로 구성 및 배치에도 검토 반영되어야 하는 사항이며 일반적으로 상하행선 선로를 중심으로 양측에 관로를 구성하고 이중구성 전선로를 좌, 우측에 분리수용함으로써 유사시 전체기능 중단을 예방하고 있다.

#### 2.1.3 시설별 공동관로내 수용케이블의 종류

##### (1) 전력시설

- ① 특고압 배전용 케이블
- ② 터널내 조명 및 작업용 전원 구성을 위한 저압케이블
- ③ 터널내 각종 신호, 통신용 시설을 위한 전원케이블(저압)



## (2) 신호시설

- ① 각종 신호기계설로부터 선로 연변 시설(전철기, 신호등, 지상장치 등)로의 조작케이블
- ② 선로연변 시설을 위한 전원케이블

## (3) 통신시설

- ① 전구간에 걸친 정보 전송용 광케이블
- ② 열차무선 시설용 안테나 급전선
- ③ 선로연변 통신시설과 통신기계설간 연락 통신선
- ④ 선로연변 통신시설용 전원선은 교류의 경우 전력에서 공급

### 2.1.4 공동관로 구성 방안

#### (1) 전기적 고려 사항

- ① 위에서 언급한 바와 같이 전력, 신호, 통신용 전선로는 서로 간의 상호간섭을 배제하기 위해 분리된 수용공간에 설치하여야 한다.
- ② 분리된 수용공간 내에서도 안전을 위해 전압계급 별로 격벽에 의한 구분설치가 필요하다.
- ③ 이러한 시스템별 전압계급별 분리구분 및 공간내 수용은 운영 중 고장에 의한 유지 보수 및 확장을 고려하여 적절히 배치하여 작업이 용이하도록 한다.

#### (2) 터널의 구조적 고려 사항

- ① 터널은 지하에 설치되는 운송수단의 통로로서 지하공간이라는 구조적 특징을 가진다. 또한 터널축조 방법에 따른 특성을 가질 수도 있다.
- ② 지하공간이라는 구조적 특수성에 의해 터널내에 필수적으로 갖추어지는 환기와 배수에 필요한 시설이 있다.
- ③ 배수와 관련된 구조적 시설과 전기적 시설인 공동관로는 항상 상호간섭의 관계에 있게 된다. 두 시설간의 공통점은 터널의 횡단면에서 볼 때 종방향으로 양쪽 벽쪽으로 배치된다는 것이다. 그러나 어느 시설이 횡단면상에서 바깥쪽 또는 안쪽에 설치되느냐가 간섭사항이 된다.
- ④ 공동관로 시설은 전기시설의 특성상 터널이 종방향으로 진행하면서 선로연변 전기시설물의 배치에 따라 횡단전선관이 설치되어야 하거나 터널내부에 설치될 지하공간의 각종 전기기계설로의 연결관로가 필요하게 된다.

#### (3) 효율적 구성방안

- ① 공동관로의 배치
  - 터널횡단면상의 양측 및 내측에 배치

## ② 공동관로의 구성

- 구조체 : 공동관로를 위한 공간을 제공
- 공동관로 : 전력, 통신, 신호 시설별 구분공간 구성

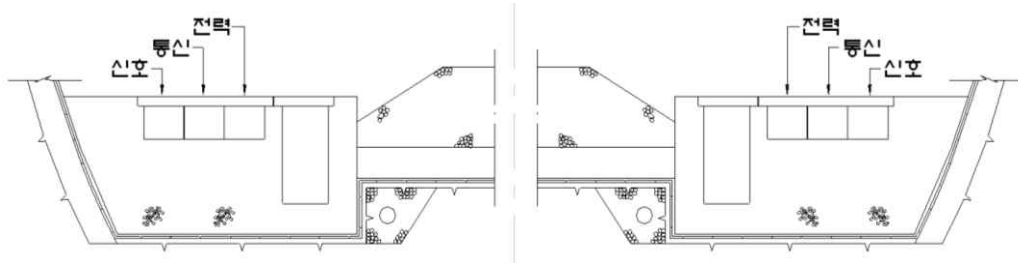


그림 6. 공동관로의 구성

- 공동관로의 구성재료는 터널 내부환경, 전선로로써의 요구사항(발열, 케이블 손상방지) 및 외부충격으로부터의 자기 보호를 위한 기계적 강도를 보유하여야 한다.
- 구조물의 내용적 규격은 사업별 규모에 따라 전기 부문과의 협의에 의해 결정되어야 한다.

## 2.2 전차선용 지지금구

### 2.2.1 설치목적

- (1) 전기철도에서 급전용 전차선을 설치하기 위해서는 카테나리 방식이나 R형 강체전차선에 의한 가공선로를 구성하여야 한다.
- (2) 이러한 전차선을 설치하기 위해서는 터널의 구조체에 지지대를 설치하고 지지대로부터 가선용 금구를 설치하여 전차선을 가선한다.

### 2.2.2 전차선로 지지물 배치의 특성

- (1) 전차선로의 지지물 배치는 전차선 설계에서 패킹플랜이라는 배치도에 의해 표현된다. 전차선은 급전선으로 전기기관차에 설치된 팬타그래프와 접촉되어 움직이는 열차에 동력을 공급하게 된다. 따라서 열차의 표정속도 및 최고속도가 전차선 설치의 견고성을 정해주는 요인이 된다.
- (2) 전기기관차에 의한 열차가 전차선으로부터 동력을 공급받아 주행하게 되면 팬터그래프가 자체스프링에 의해 전차선과의 접촉을 지속적으로 유지하고자 하지만 가공설치된 선차선의 진동이 불규칙할 경우 접촉이 단절되는 현상이 반복된다. 이것을 이선율이라 하는데 운행시간중의 비접촉 시간율을 나타낸다.
- (3) 전차선의 지지물의 배치는 이선율을 최소화하는 방향으로 검토하여야 한다.



- (4) 또한 선로의 배선구성과 터널구성에 따라 지지금구 하나에 상행선 하행선 전차선을 모두 설치하는 방법과 각각 설치하는 방법이 있다. 그에 따라 전차선용 지지금구의 배치도 달라지게 된다.

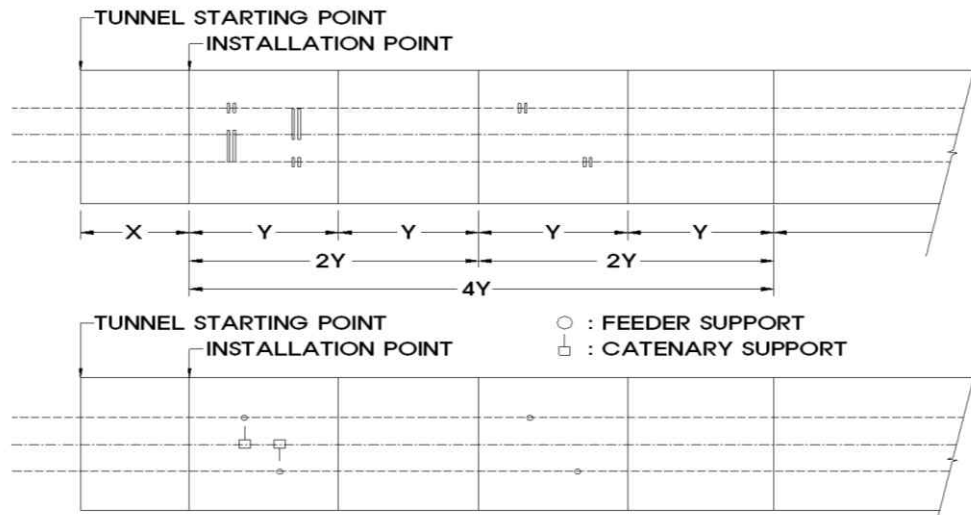


그림 7. 카테나리 방식 전차선 지지금구 배치도(C-Channel)

### 2.2.3 지지금구의 설치방안

#### (1) 아치형 터널에서의 설치

- ① 아치형 터널에서의 전차선 지지금구는 아치를 따라 조정가능한 구조로 되어 조정시 높이와 위치가 조정될 수 있는 구조이어야 한다.
- ② 아치형 터널의 경우 터널폼에 의해 라이닝이 설치되므로 라이닝에 지지금구를 고정하기 위해서는 형상이 터널폼의 곡선과 동일하여 터널폼에 부착고정이 가능한 형상이어야 한다.
- ③ 일반적으로 터널폼의 단위 길이가 일정하므로 입구로부터 출구까지 적정 위치에 일정한 간격으로 고정설치를 할 수 있도록 패킹 플랜을 계획하여야 한다.

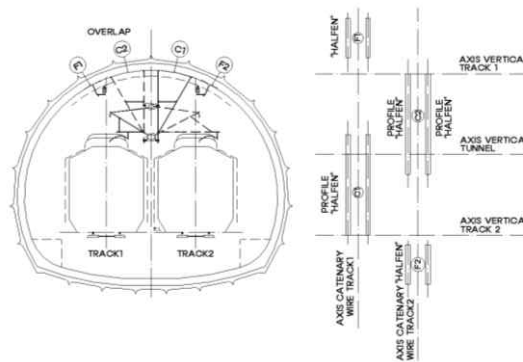


그림 8. 카테나리방식 전차선 지지금구 배치도 2(C-Channel)

## (2) 개착식 터널에서의 설치

- ① 개착식 터널의 경우 선로의 중심선에 설치하면 되므로 인서트 양카류로 일정한 형상을 갖추어 설치할 수 있다. 좌우 편위 조정은 인서트 양카에 고정된 지지금구에서 가능하므로 설치가 아치형 터널에 비해 용이하다.

## 2.3 장력조정장치 설치공간

### 2.3.1 설치 목적

- (1) 전기철도에서 전기기관차에 에너지를 공급하기 위한 급전체계에는 앞서 언급한 바와 같이 25kV 계통의 경우 R-bar에 의한 강체전차선 방식과 카테나리 방식이 있다. 강체전차선 방식과 카테나리 전차선 방식의 적용에 관해서는 운행하고자 하는 열차의 최고속도에 따라 정해진다.
- (2) 즉, 전차선과 펜타그래프간의 열차운행최고 속도에서의 중단없는 전력공급을 보장할 수 있는 방식이어야 한다.
- (3) 따라서 카테나리 전차선에서의 전차선 구분 구간의 양측에는 전차선에 적당한 장력을 유지하여 온도변화에 따른 신축에 의한 수직적 수평적 굴곡부 발생을 억제해 줄 수 있는 장력조정장치가 설치되어야 한다.

### 2.3.2 설치방안

- (1) 만약 터널의 표준단면적이 정해진 범위내에서 장력 조정장치 설치가 곤란한 경우에 적용된다.
- (2) 전차선 기본설계인 패킹 플랜에 의해 위치가 정해지며 패킹 플랜은 배선의 곡률반경에 따라 계획한다.
- (3) 전차선 구분구간은 대략 1,500m 이내 간격으로 정해진다.
- (4) 즉 1,500m 이내마다 기본 단면보다 확대된 단면을 가진 적정 길이의 구간이 배치된다는 것이다.
- (5) 확대된 단면을 가진 구간은 상하행선 동일 위치일 수도 있고 상이한 위치가 될 수도



있다. 물론 구조적 안정성을 고려하여 가능하다면 동일위치인 경우가 시공성이 개선될 것이다. 따라서 전기분야와 터널토목분야가 긴밀히 협의하여 결정하여야 할 것이다.

- (6) 확대단면을 가지는 구간의 거리 및 깊이는 대략 구간거리가 200~250m 정도이고 깊이는 1.5~2.5m 정도이다. 이는 개착식 터널의 경우 사각구조이므로 적은 깊이의 구조에서도 장력조정장치 지지대 높이를 확보할 수 있으므로 짧아질 수 있을 것이나 아치형 터널의 경우 아치의 곡률에 따라 장력조정장치의 지지대에 필요한 높이를 확보할 수 있는 깊이이어야 한다.

## 2.4 터널내 전기관련 기계실

### 2.4.1 설치목적

- (1) 일반사항에서 언급한 바와 같이 철도산업에서의 전기시설인 전력, 신호, 통신 각 분야의 시스템적 필요성에 의해 터널내부에 기계실이 배치될 수 있다.
- (2) 특히 장대터널 즉 2km를 초과하는 터널의 경우 필연적으로 터널 내부에 전기관련 기계실 배치가 필요하게 된다.
- (3) 2km 이내 길이의 터널의 경우 일반적으로 전기관련 기계실이 필요한 경우 터널 입출구 부분에 면적을 확보하여 설치하여야 한다. 따라서 터널 계획시에는 항상 터널 내부에서의 전기관련 기계실의 필요성 여부와 더불어 입출구부에서의 필요성도 동시에 검토하여야 한다.
- (4) 특히 통신시설인 무선통신 중계용 안테나 시설은 모든 터널의 입출구에 배치하는 경우가 많다.

### 2.4.2 설치방안

- (1) 전력관련 기계실
  - ① 필요한 장소에 필요한 면적으로 설치하여야 한다.
  - ② 바닥면에 전선의 통로로 활용할 케이블 트렌치를 배치하여야 하므로 최소 천장고가 대략 3.5m 이상은 되어야 한다.
  - ③ 본선터널 양측에 배치된 공통관로와의 연결관로 구성을 고려한 구조이어야 한다.(배수로와의 간섭조정 방안 적용)
  - ④ 구조물 완성 후 건축적 마감작업을 고려하여야 한다.
  - ⑤ 장비의 반출입이 가능한 건축적 마감을 계획하여 장래 유지보수에 대비하여야 한다.
  - ⑥ 적절한 환기방안 또는 냉방시설을 적용하여 기기의 발열에 의한 기기의 성능저하 및 수명감소를 예방하는 구조로 하여야 한다.
  - ⑦ 방수를 고려한 구조적 계획으로 지하공간에서의 침수, 습도 증가에 의한 전기기기 절연 열화를 억제하여야 한다.
  - ⑧ 본선 터널에서 발생하는 분진으로 인한 실내환경 오염 및 전기기기 고장을 억제할 수 있는 환기시설을 적용하여야 한다.

- ⑨ 그와 더불어 전기기기의 적용 시방도 터널내부라는 환경 특수성을 고려한 제품으로 적용하여야 한다.

## (2) 신호 관련기계실

- ① 신호관련 기계실은 신호 분야의 요구 사항에 따라 신호관련 기계시설을 설치하기에 적합한 장소에 설치하여야 한다.
- ② 전력관련 기계실과 유사동일한 조건으로 설치하여야 하나 신호 관련 시설의 특성에 적합한 구조를 감안하여야 한다.
- ③ 실내에 전자부품으로 구성된 장비가 수용되므로 특히 습기를 방지하기 위한 건축마감이 필요하다.
- ④ 기계실로부터 터널 본선 양측에 배치된 공동관로에는 케이블이 많으므로 충분한 전선로를 확보하기 위한 검토가 요구된다.

## (3) 통신관련 기계실

- ① 통신관련 기계실은 통신 분야의 요구 사항에 따라 통신관련 기계시설을 설치하기에 적합한 장소에 설치하여야 한다.
- ② 신호관련 기계실의 요구사항과 유사한 항목이 요구된다.

## 2.5 접지시설

### 2.5.1 설치목적

- (1) 전기공급계통 및 신호, 통신 계통 들은 전기에 의해 동작하는 기기들로서 일반철도 및 전기철도에서 모두 계통의 안정과 감전사고 방지 및 기기의 보호를 위해 접지시설이 필요하다.
- (2) 특히 전기철도의 경우는 열차의 구동에 소요되는 전력이 크게 되어 전차선에 흐르는 전류가 대규모가 되므로 터널내의 제한된 공간에서 대규모 전류가 흐르는 전선이 배치되는데 따른 전기자기적 영향을 고려한 보호시설로서의 접지시설이 요구된다.

### 2.5.2 설치방안

- (1) 일반철도에서의 접지시설은 주로 전기관련 기계실을 위주로 해당 장소에 설치되므로 터널 구조적인 고려보다는 전기 시설적으로 검토하여야 한다.
- (2) 전기철도의 경우 접지시설은 필수시설이며 따라서 구조체 건설과 연계되어 노선 전반에 걸쳐 이루어지는 것이 일반적이다. 즉, 교량의 경우 교각과 상판 제작시 내부 철근의 접지의 연속성을 확보할 수 있는 계획이 수립 적용되어야 하고 터널에서도 터널의 라이닝 및 노반구조체 내부 철로도 접지의 연속성이 유지되어야 한다.
- (3) 또한 구조체 접지와 더불어 전 노선에 걸친 공통모선 접지선이 설치되며 일정 간격마다 구조체 접지와 연접하여 하나의 접지모선으로 전기시설의 접지 요구사항과 전기철도에서의 노선연변 금속체 접지를 공통으로 적용하여야 한다.

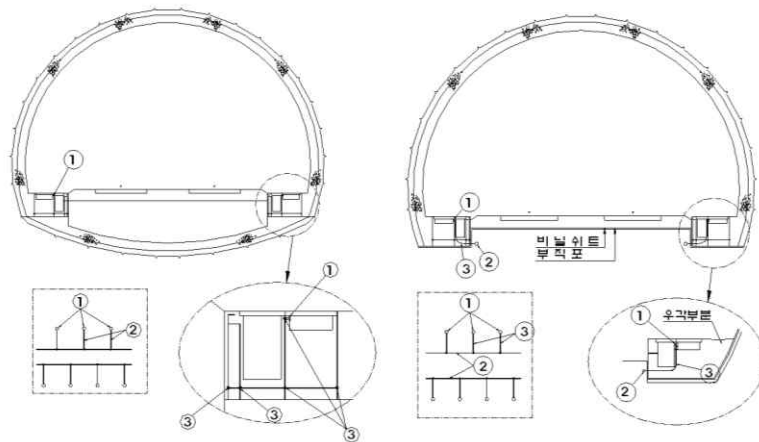


그림 9. 터널 내 접지 설치 표준도

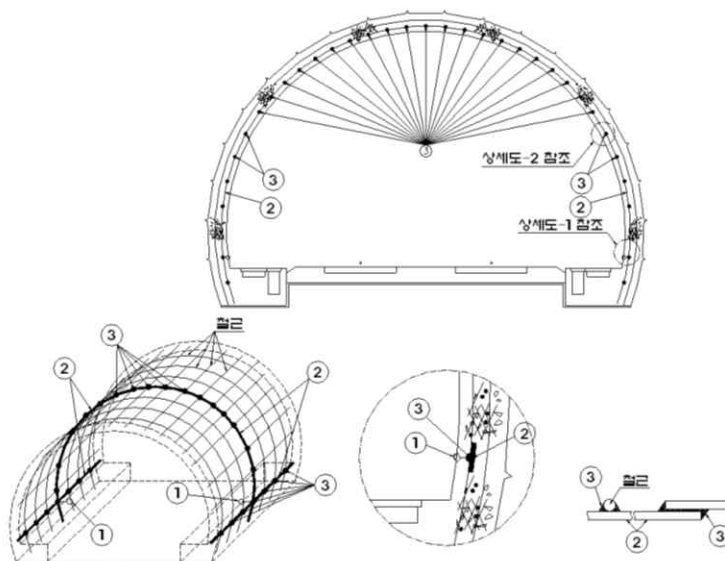


그림 10. 아치형 터널 구조체 접지설치 상세도

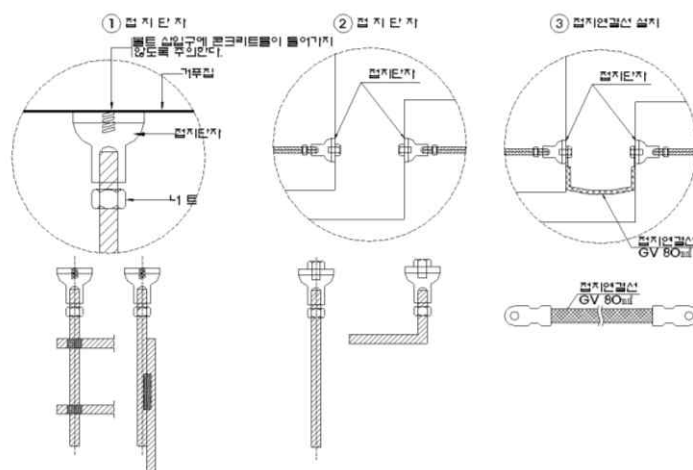


그림 11. 접지단자 설치 표준도



## 2.6 터널조명시설

### 2.6.1 설치목적

- (1) 철도터널은 원칙적으로 상시점등을 하지 않고 운영된다. 왜냐하면 궤도 위를 운행하는 열차는 자동화된 제어장치에 의해 운행되고 철도는 일반차량이나 사람이 통행할 수 없도록 법으로 규제되어 있기 때문이다.
- (2) 그러나 긴급시 또는 통상적 유지보수를 위해서는 내부 조명이 필요하다. 이러한 두 가지 필요 상황에 경제적이고 효율적으로 조명을 확보하기 위해서는 긴급시 상황과 통상적 유지보수의 상황을 분석하여 시설을 확보하여야 한다.
- (3) 열차가 터널 내부를 주행중 예기치 않은 고장 등의 이유로 운행이 정지되어 부득이 열차에 탑승한 승객이 차량으로부터 이탈하여 대피가 필요한 경우에는 승객이 안전하게 터널 외부로 이동할 수 있도록 통로를 확인할 수 있게 해주어야 한다. 터널 내부로부터 입구까지의 거리 즉 터널 중간에서 긴급 상황이 발생하였을 때 최단 거리의 출구방향 표시가 필요하다. 즉 최단 시간내에 승객들을 안전하게 대피시키기 위해서는 긴급상황의 내용에 따라 방향을 정하고 승객의 불안감을 덜어주기 위해서도 더욱 필요하다.
- (4) 통상적 유지보수를 위한 조명은 철도산업의 특성을 검토 분석하여야 한다. 즉 열차 운영의 안전을 확보하기 위해서는 각종 일상 점검이 필요하게 된다. 이러한 일상점검 활동의 종류, 내용 및 소요 정도를 검토하여 조명시설을 확보하는 것이 필요하다. 일상 점검 활동과 더불어 정기적 유지보수 및 긴급 보수를 대비한 작업을 위한 조명도 검토되어야 한다. 터널 내부의 철도시설에 대한 발생 가능한 유지보수 작업을 지원하기 위한 효율적 조명 시설을 미리 확보해 두어야 한다는 것이다.

### 2.6.2 전반 조명(긴급시 및 일상점검 지원)

- (1) 통상적 유지보수 및 긴급시 승객 대피용 조명시설이다.
- (2) 터널내 건축한계 외측에 설치하여 열차 운행에 지장을 주어서는 안된다.
- (3) 비상조명등은 단선터널의 경우 한쪽 벽쪽에, 복선터널의 경우에는 양쪽 벽쪽에 10m 이내의 간격으로 가능한 낮게 기준 평균조도 10럭스(lux) 이상 밝기를 유지하도록 설치하여야 하며, 철도안전규정에 적용받는 터널에서 2중화 전원공급 계통 확보가 곤란한 경우에는 무정전전원장치 또는 터널 저압 수전 등을 보완하여 설치하여야 한다.
- (4) 구조물의 천장 및 천장설치 전차선 관련 시설의 점검도 고려한 조명시설이어야 한다. 즉 조명기구 형상이 터널내 전방향으로의 광속조사에 의한 일상점검이 가능하여야 한다.

### 2.6.3 국부조명(유지보수 작업 지원)

- (1) 상시 유지하는 시설을 유지보수 작업에 필요한 조도기준으로 설치하는 것은 경제성이 떨어진다. 따라서 터널내 일정 장소에서 벌어질 수 있는 유지보수 작업을 위한 조명은 필요한 때에 주변의 전원을 이용하여 이동형 고출력 조명기구를 적용하는 방식을 활용 한다.



- (2) 이러한 국부조명용 조명기구는 각 터널별로 일정수량을 확보하거나 유지보수 조직별로 필요 수량만큼 확보하여 운영할 수 있다.
- (3) 국부 조명용 조명기구는 자립형이며 필요한 장소로의 이동이 용이한 구조를 갖추어야 한다. 휴대용 자립형의 경우 이동 및 보관이 용이하므로 기동성을 제고해 준다.

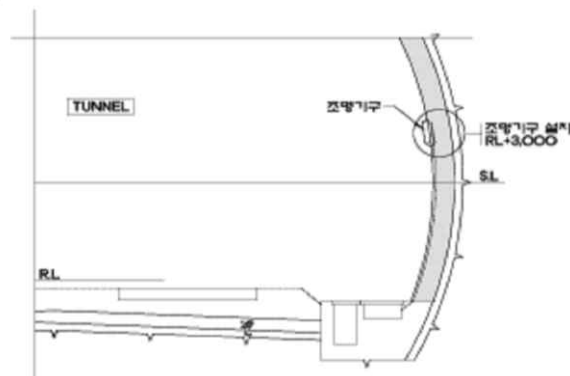


그림 12. 터널등기구 설치용 배관홈 설치도

- (4) 국부조명용 조명기구는 대부분 특정장소에서의 유지보수작업을 지원하게 되며 작업용 전원 수구에 연결하여 사용하므로 작업용 전원 수구의 전원 용량에 맞게 시설하여야 한다.

#### 2.6.4 조명의 제어

##### (1) 전반 조명의 제어

- ① 장경간 터널의 경우 전반 조명을 위한 조명 전력도 무시할 수 없을 정도로 크게 된다. 따라서 조명의 점멸 방법에 따라 소비전력량을 현저하게 절감할 수 있다.
- ② 전반 조명의 점멸 방법은 터널 내에서의 조명의 필요성을 효율적이면서 적극적으로 지원하는 방향으로 계획되어야 한다. 즉 일상점검을 위한 점검팀이 터널의 한쪽 입구에서 다른 쪽 출구로 진행하면서 점검활동을 할 경우 점검팀의 시야 범위 내에만 필요한 조도를 확보해주고 진행 방향으로 소등과 점등을 반복하면서 진행하게 해준다면 점검기간중 전체 점등에 의한 에너지 낭비를 억제할 수 있다.
- ③ 그러나 긴급상황에 의한 승객 대피의 경우는 그러하지 않다. 즉 긴급상황에 의해 승객이 가까운 출구로 대피할 필요가 있을 경우 승객의 안전한 탈출보장과 승객의 불안감 해소를 위해 터널 전구간에 걸쳐 점등하는 것이 필요하다.
- ④ 위의 서로 다른 방안은 자동화 회로에 의해 구성되어 필요한 경우 별로 정확한 동작이 이루어질 수 있어야 한다.

#### 2.6.5 출구방향 표시등

- (1) 긴급 시 승객의 탈출을 돕기 위한 표시등은 전원공급이 중단되지 않는 표시등으로서 녹색바탕에 백색표지를 적용한 탈출구 표시를 하고 양쪽 방향에 대한 가장 가까운 터널입구 또는 비상탈출구까지의 거리를 명시하여야 한다.

- (2) 단선터널일 경우 한쪽 벽쪽에 100m 이내, 복선터널일 경우 양쪽 벽쪽에 지그재그 50m 이내 간격으로 바닥면상 0.5m 이내로 설치하여야 한다.
- (3) 외부전원공급을 차단하는 때에는 60분 이상 자체적으로 전원을 공급할 수 있는 축전지가 내장되어야 한다.

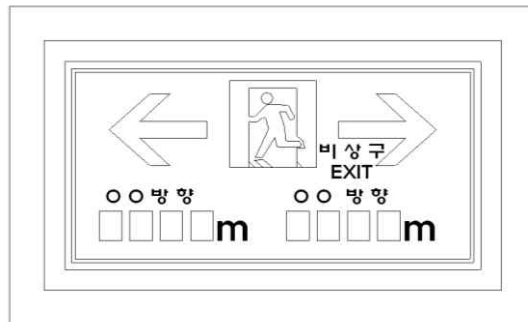


그림 13. 출구 방향 표시등

## 2.7 작업용 전원설비

### 2.7.1 시설목적

- (1) 철도터널은 내부시설 즉 구조물을 포함한 각종 전기, 기계시설의 시설개량 및 고장 수리를 위한 작업이 필요한 경우가 발생한다.
- (2) 이러한 터널내 작업을 위해 작업중 필요한 전기기계 기구의 종류 및 전원 용량을 조사하고 그에 따른 작업용 전원설비를 미리 갖추어 놓으면 필요시 작업을 원활하게 수행할 수 있게 된다.
- (3) 그러나 특수한 작업 즉 대용량 전원이 필요한 경우는 전기분야와 협의하여 전원을 확보하여야 할 것이다.

### 2.7.2 시설방안

- (1) 작업용 전원설비는 발생 가능한 작업을 분석하여 결정하여야 하겠지만 대체로 3상 전원을 시설하는 것이 유리하다.
- (2) 저압 3상 4선식 380/220V 전원을 터널내부 벽측에 지그재그로 양측에 설치하여 필요시 활용할 수 있게 하여야 한다.
- (3) 분전함 방식으로 구성하여 내부에 주차단기 및 3상, 단상의 차단기를 적정수량 시설하여 용도 및 필요에 따라 연결 사용할 수 있게 한다.



## 해설 4. 방재설비 계획

### 1. 방재설비의 목적

터널구간은 반밀폐공간으로 터널내에서 사고발생하는 경우, 대피, 구난 및 복구 대책이 원활치지 못하여 대형사고로 이어질 가능성이 높다. 따라서 화재 등 터널내사고에 대한 대책을 강구하여 열차의 안전한 운행과 사고시 생명을 보호하고 신속한 복구로 중요 교통시설로서의 기능을 유지하도록 함을 목적으로 하여야 한다. 특히 화재사고의 경우, 연기는 승객에게 치명적인 피해를 주며, 터널을 통해 빠르게 확산하므로 제연풍량을 충분히 확보함은 물론 적절한 운전으로 승객의 대피환경을 확보하여야 한다.

### 2. 방재설비의 종류 및 정의

- (1) 철도안전에 관한 기준은 내장재에 대한 불연재의 사용 및 차량자체 소화장비 등을 정의하는 철도차량 안전기준에 관한 규칙과 터널, 교량 등 철도시설의 방재시설설계를 위한 철도시설의 기술기준으로 구분된다.
- (2) 또한 철도시설과 관련한 안전기준은 도시철도법에 의한 도시철도시설안전기준과 철도안전법에 의한 철도시설 기술기준으로 구분되며, <표 4>에 그 현황을 보이고 있다.
- (3) <표 5>는 철도시설의 기술기준에 정의하고 있는 방재시설의 종류를 나타낸 것이다.

### 3. 방재설비관계 법령 및 기준

#### 3.1 국내 법규 및 기준현황

- (1) 철도터널에 방재시설에 설치, 유지 관리, 설계에 대한 사항은 소방관련법령에서 예외로 하고 있으며, 주로 국토교통부가 주관하여 재정한 다음과 같은 법 및 기준을 적용하여야 한다.
- (2) 철도관련법은 <표 4>에 나타난 바와 같이 도시철도법, 철도건설법 및 철도안전법이 있으며, 본 절에서는 철도건설법 및 철도안전법에 정하는 터널방재기준을 근거로 하여 설명하기로 하여야 한다.
- (3) 철도방재시설에 대한 기준을 정하고 있는 철도안전법은 시행령 및 규칙과 하위기준으로 철도차량안전기준, 철도시설의 기술기준을 두고 있다.

표 4. 철도터널 관련법 현황

법 명	시 행 령 / 규 칙	기 준 / 지 침
도시 철도법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시철도법 시행령/시행규칙</li> <li>• 도시철도 건설규칙</li> <li>• 도시철도시설 안전기준에 관한 규칙</li> <li>• 도시철도차량 안전기준에 관한 규칙</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시철도 정거장 및 환승편의시설 설계지침</li> </ul>
철도 건설법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철도건설법 시행령/시행규칙</li> <li>• 철도건설규칙</li> </ul>	
철도 안전법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철도안전법 시행령/시행규칙</li> <li>• 철도차량안전기준에 관한 규칙</li> <li>• 철도시설안전기준에 관한 규칙</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철도시설의 기술기준</li> <li>• 철도비상대응계획 수립에 관한 지침</li> </ul>

(4) 또한 철도시설안전기준 및 경부고속철도와 호남고속철도를 건설하면서 제정된 고속 철도터널 방재시설기준을 요약하면 <표 5>와 같다.

표 5. 국내 터널 방재시설 설치기준 비교

방재시설		철도시설의 기술기준
연소 방지시설	터널 구조물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 터널 라이닝은 불에 타지 않는 재료 사용</li> </ul>
	전기등 시설물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고압이상인 전기회로에서 화재 등으로 손상 될 우려가 있는 개소에는 불연재료, 준불연재료 또는 난연재료를 사용할 것</li> </ul>
사전검지 제어설비	방호 스위치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 궤도회로 경계지점 부근에 방호스위치</li> <li>• 식별가능한 안내표지판 설치</li> </ul>
	화재감지기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화재발생 초기에 열이나, 연기, 불꽃 또는 연소생성물 등을 감지 후 철도운영자에게 자동통보</li> <li>• 온도, 습도, 먼지, 열차바람 및 디젤기관차 주행으로 발생하는 열 및 연소생성물 등에 오동작하지 않을 것.</li> <li>• 화재감지기가 연동되어 있는 방연셔터에는 감지기 오작동 여부를 확인할 수 있는 영상감시장치 설치</li> </ul>



방재시설		철도시설의 기술기준
비상 통신 장비	일반 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널의 출입구, 대피통로의 내부 또는 대피로에 비상통신장비를 500미터 이내의 간격으로 설치</li> </ul>
	유선 전화	<ul style="list-style-type: none"> <li>쉽게 식별 및 사용할 수 있어야 하며, 안내표지판을 설치할 것</li> <li>관제실 또는 인근역 역무실과 직접 연결이 가능하여야 하며, 해당 지역 소방대와 통화가 가능하도록 구축</li> </ul>
	무선 전화 또는 휴대 폰	<ul style="list-style-type: none"> <li>기관사, 승무원, 관제실 및 인근 현장역 등의 종사자 및 소방대원 간에 의사통화를 할 수 있을 것</li> <li>휴대폰 이용에 필요한 시스템을 이동통신사업자가 구축할 수 있도록 지원할 것</li> </ul>

방재시설		철도시설의 기술기준
대피	대피 통로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 안전성 분석을 통하여 대피통로간 간격의 적정성 검증</li> <li>• 유독가스 차단시설 설치</li> <li>• 수직갱의 대피통로에는 터널의 수평연결구에서 승객 및 승무원이 지표면으로 직접 탈출할 수 있을 것</li> <li>• 경사갱은 긴급구조차량 이 진입 및 회차가 가능하도록 충분한 공간 확보</li> <li>• 연직갱 높이 30m 이상인 경우 추가적인 안전공간 또는 비상엘리베이터 설치 가능</li> <li>• 경사갱 폭 및 높이는 2.25m 이상 원칙</li> <li>• 경사갱이 연직갱으로 이어질 경우 경사갱의 길이는 150m 이하 원칙</li> <li>• 경사갱 길이 300m이상시 250m간격으로 차량이 교차통행 할 수 있는 공간 확보</li> <li>• 조명시설및 통신수단과 100m간격으로 출구까지 거리표지판 설치</li> </ul>
	대피 로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단선터널은 한쪽벽, 복선터널은 양쪽벽에 폭 0.7m이상 높이 2.1m이상 설치</li> <li>• 대피로 측벽, 바닥면에서 1.2m이내 높이에 안전손잡이 설치</li> </ul>



방재시설		철도시설의 기술기준
대피	대피 통로 접속부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유독가스가 스며드는 것을 방지할 수 있도록 제연설비 등을 설치하여야 한다.</li> <li>• 차단구역의 바닥 폭 및 대기인원을 고려하여 정하고, 길이는 12m 이상 설치</li> <li>• 연기를 차단할 수 있는 방화문</li> <li>• 차단구역의 출구는 최소한 대피통로 입구와 같은 폭을 가져야 하며, 문짝의 폭은 1미터 이상일 것</li> </ul>
	비상 조명등	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이중화 전원계통에서 전원을 공급할 것</li> <li>• 단선터널은 대피로가 설치된 벽, 복선터널은 양쪽벽에 20m이내 간격으로 설치</li> <li>• 대피로 바닥의 조도가 1럭스 이상 밝기 유지</li> </ul>

방재시설		철도시설의 기술기준
구조	본선 터널 입출구 진입로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외부인 또는 동물등의 출입을 통제할 수 있는 표지판, 울타리 또는 자물쇠가 있는 출입문 설치</li> <li>• 통합방위법에 적용되는 터널은 원격감시장치 설치 또는 감시인력 배치</li> <li>• 본선 터널의 출입구 부분은 방호울타리와 비상진입용 대형 철책문을 4미터 이상의 폭으로 설치</li> <li>• 본선 터널 출입구에 진입로를 설치할 경우에는 소방차량 등 긴급 구조차량이 쉽게 접근할 수 있어야 한다.</li> </ul>
	방재 구난 지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 터널 출입구 및 대피통로 출구에 설치</li> <li>• 터널 출입구 및 대피통로 출구에서 최대 200미터 이내에 설치</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 면적 400제곱미터 이상</li> </ul>
	구난 대피소	-
	콘센트	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단선터널은 편측 125m, 복선터널은 양측 250m 이내 간격 설치</li> <li>• 전용배전선로의 이중화 전원계통에서 전원 공급</li> <li>• 전원회로는 단상 교류220볼트로서 용량은 1.5킬로바(KVA) 이상일 것</li> </ul>
	이정 표지판	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로변 진입로 입구에는 소방대 및 구조대가 선로의 출입구를 쉽게 찾을 수 있도록 설치할 것</li> </ul>



방재시설		철도시설의 기술기준
소방	소화기	<ul style="list-style-type: none"> <li>기자재 저장장소에 소화기 비치</li> <li>ABC분말 소형소화기(약제중량의 합이 18kg 이상) 또는 상응하는 성능의 소화기 또는 청정소화약제 소화기</li> <li>소화기함내에 수납, 안내표지판 설치</li> <li>소화기 중량은 7kg이하</li> </ul>
	연결 송수관	<ul style="list-style-type: none"> <li>본선터널 안에 소방용수 공급</li> <li>안전성 분석결과 본선 터널에 연결송수관설비가 필요한 경우설치</li> <li>소화수조는 유효용량 100m<sup>3</sup> 이상</li> <li>습식 또는 건식으로 하며, 건식으로 할 경우 30분 이내 충수할 수 있는 구조</li> <li>사용자 식별용이한 곳에 표지판 설치</li> <li>방수구는 50m 간격</li> <li>배관 재질은 압력배관용아연도금강관 또는 동등 이상, 재질, 관경은 150mm 이상</li> <li>방수기구함에 구경 65mm 길이 15m이상 소방호스 4개와 관창 1개 보관</li> <li>가압송수장치의 펌프 토출량은 1분당 2,400리터 이상일 것</li> <li>가압송수장치는 방수구가 개방될 때 자동으로 기동되거나 수동스위치를 조작하여 기동되도록 할 것</li> </ul>
	구난 승강장	-
사고 경감 방안	제연 설비 · 배연 설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전성분석 결과에 따라 설치</li> <li>제연설비는 화재가 발생한 경우에 유독가스가 진입지역으로 급격히 확산되지 않도록 제어될 것</li> <li>배연설비는 화재가 발생한 경우에 유독가스의 배출방향·속도 등을 제어하여 유독가스가 밖으로 배출시킬 수 있을 것</li> <li>배연설비의 전원은 서로 다른 두 개의 회로에서 공급되어야 하고, 역회전이 가능한 송풍기를 2대 이상 분할하여 설치할 것</li> <li>제연·배연설비는 열차가 정상 운행할 경우 열차풍압에 의한 구조적 안전성 및 성능을 확보할 것</li> <li>제연·배연설비 중에서 전동기, 배풍기, 배출풍도 및 배풍막(배풍기와 배출풍도를 연결하는 막을 말한다)과 관련 부품, 동력전달기구 등은 섭씨 250도에서 1시간 이상 정상적으로 기능을 유지할 것</li> </ul>
	환기 설비	-
	신선 공기 공급 시설	-
기타	단전 및 접지 기구	<ul style="list-style-type: none"> <li>전차선로 계통은 비상시에 구간별로 단전할 수 있게 설치</li> <li>1km이상 터널에는 출입 구에 접지결이 비치</li> <li>단전과 접지장소에는 통 신수단과 조명 확보</li> </ul>



## 3.2 국외 관계 법령 및 기준현황

### 3.2.1 외국 법규 및 기준

표 6. 외국 관계 법령 및 기준

방재 시설	국외 방재기준				
	UIC	EBA(독일)	일본(국토교통성)	프랑스	UN(유럽연합)
기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>UIC 779-9 Code (2003)</li> <li>1~15km 장대 터널, 15km 이상 초장대터널.</li> <li>1km이상 터널에 대하여 대책 제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>독일 연방 철도 터널 화재안전 기준(1997)</li> <li>1~15km 장대 터널, 15km 이상은 초장대 터널로 분류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>건설성의 화재 운영법</li> <li>표준철도, 고속철도, 특수철도의 터널과 지하역으로 구분</li> <li>5km 이상 터널에 대하여 장대 터널로 간주하여 대책 제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내무부/시설, 교통 주택부 시설기준</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항없음</li> </ul>
소화 기구	<ul style="list-style-type: none"> <li>주터널에 소화설비 설치하지 않을 것 권장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항없음</li> </ul>
연결 송수 관 설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 입구에 100m<sup>3</sup>의 용수 저장</li> <li>250 m 간격 방수구 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 입구에 96m<sup>3</sup>의 용수 저장</li> <li>125 m 간격 방수구 설치</li> <li>방수량 800LPM× 5bar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>연락 유도로 간격마다 방수구 설치(신간선 사례)</li> <li>500m 간격으로 설치(지하철 구간)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소화용수 120m<sup>3</sup> 저장</li> <li>방수구 최대 250m마다 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>모든 터널에 소방용수 공급</li> </ul>
자동 화재 탐지 설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>주터널과 기계실을 구분하고 다양한 탐지 개념에 따른 간헐적/선형 탐지 시스템 적용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>적외선 온도 카메라와 감광률식 연기감지기를 500m 마다 설치(신간선 일부터널)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널내부에 화염을 일으킬 수 있는 가스를 취급하는 경우 화염가스 감지기가 필요</li> <li>전기 설비들은 화재와 침수로부터 보호되어야 함</li> </ul>

방재 시설	국외 방재기준				
	UIC	EBA(독일)	일본(국토교통성)	프랑스	UN(유럽연합)
배연 설비	· 해당사항 없음	· 해당사항 없음	· 해당사항 없음	· 해당사항 없음	· 해당사항 없음
비상 콘센트 설비	· 선로 한쪽 또는 양쪽에 125~250m 간격으로 설치	· 양쪽 터널벽에 각기 최대 125m 간격으로 설치 · 비상조명 스위치가 있는 위치에 설치 · 8kW 용량 공급	· 해당사항 없음	· 터널 양측에 200m 간격으로 엇갈려 설치 · 최소 12kVA 전력	· 해당사항 없음
제연 설비	· 주터널에는 규정된 사양이 없음 · 단,복선이 섞여 있는 경우 또는 단선병렬 터널에서 횡갱이 있는 경우 연기가 한쪽터널에서 다른 쪽으로 확산되지 않도록 설계	· 해당사항 없음	· 승객 전원이 안전대피장소까지 피난하기 위한 시간을 7분으로 하여 환기용량을 결정 (신간선 사례) · 평상시에는 경사경으로부터 터널부로 환기류가 흐르지 않도록 연결터널 전단면을 개폐할 수 있는 방풍문 설치(신간선 사례)	· 내무부/시설, 교통 주택부 시설기준 적용 · 도시노선 터널 및 위험물질 운송의 5 km 이상 터널의 경우 배연은 의무적 · 배연 속도는 1.5 m/s 이하여야 하며 배연설비는 지역적 기상 조건에 적합 · 환기장치는 2 시간동안 적어도 200℃에서 내화성능을 가져야 함	· 연기배출 시스템의 설계는 관련된 위험과 비용 등을 고려하여야 하며, 비상 탈출로와 횡갱, 안전터널 등을 고려하도록 함
피난 유도 등/유 도 표지 판	· 해당사항 없음	· 해당사항 없음	· 해당사항 없음	· 약 100m의 일정간격으로 터널출구 및 대피통로까지 거리 표시	· 해당사항 없음
비상 조명 설비	· 단선터널 한쪽에, 복선터널 양쪽에 설치 · 조도 : 연기가 찬 상태에서 안전하게 걸을 수 있는 수준	· 전원이 차단되어도 자체적으로 3시간 유지 · 최소 조도는 0.5럭스 · 점등 스위치는 125m 간격으로 설치	· 터널 내부에는 모든노선에 걸쳐 1럭스 정도의 조명 설치 (신간선사례) · 단전시 비상전원에 의해 즉시 점등	· 대피통로 비상조명 최소 2럭스 밝기 · 설치간격 50m 이하	· 여객열차 운행 터널 필수 · 자동으로 작동 · 연기속과 가시거리가 열악한 상황에서 잘 발견되어야 함



방재시설	국외 방재기준				
	UIC	EBA(독일)	일본 (국토교통성)	프랑스	UN(유럽연합)
휴대폰 및 열차 무선	<ul style="list-style-type: none"> <li>공용 주파수 채널이 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조기관에서 사용하는 통신 시스템은 터널내에서도 사용이 가능하여야 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널내에는 열차 무선, 승무원무선, 소방 무선 등이 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 내부 화재 현장과 외부의 통신이 보장되어야 함</li> <li>열차와 통제센터 전 화소통 연속성 보장되어야 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>
비상 유선 전화	<ul style="list-style-type: none"> <li>통제소와 직접 연결 가능</li> <li>전화기 설치간격 500~1,000m가 기준</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사령실과 직접 연결 가능</li> <li>복선터널의 경우 터널 양쪽에 마주보도록 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비상전화 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널의 주요 요소(횡갱, 대피로)에 설치</li> <li>필요시 사운드 후드 설치</li> </ul>
비상 전원	<ul style="list-style-type: none"> <li>비상조명, 통신 시스템 전원공급장치는 60분간 사용 가능</li> <li>이중화 전원 공급원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비상조명, 통신 시스템 전원공급장치, 방화문의 개폐기능은 90분간 작동 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이중화 전원 공급</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>
안전 스위치	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>
구조용 궤도 차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조열차의 적소 배치 및 운영, 비상호출, 조직 구성에 빈틈 없는 개념 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>
소화용 궤도차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>
응급구조 수레	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>
본선 터널 입출구부 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>폭 3m 이상의 진입로 설치</li> <li>터널 출입구에 최대한 근접하여야 하고, 차량 회차지역이나 구조지역을 둔다.</li> <li>용수 공급 능력</li> <li>전원 공급장치</li> <li>조명, 통신장비 비치</li> <li>헬기착륙장 (20m×20m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>폭 3m 이상의 진입로 설치</li> <li>터널 출입구에 최대한 근접하여야 하고, 구조 공간 (1,500m<sup>2</sup>)을 둔다.</li> <li>구조지역과 터널 입구 까지 최대거리는 200m.</li> <li>헬기 착륙장 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조차량 접근 가능</li> <li>구조차량 정차, 회차가 충분한 규모의 주차장 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비상구조차량 접근 가능</li> <li>헬리콥터 착륙 지역 확보 추천</li> </ul>

방재시설	국외 방재기준				
	UIC	EBA(독일)	일본(국토교통성)	프랑스	UN(유럽연합)
경사갱, 연직갱 진입부 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>진입로 및 회차 지역 설치(소방차 접근성, 견고한 노면)</li> <li>용수 공급 능력</li> <li>전원 공급장치, 조명,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 비상 출구에 최대한 근접 하여 구조공간 (1,500m<sup>2</sup>)을 둔다.</li> <li>헬기 착륙장 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	-
경사갱, 연직갱과 본선 접속부 시설 (대피 통로 접속부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>문을 주 터널 쪽으로 열었을 때 연기 역류 방지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최소한 12m 이상의 차단 구역 설치</li> <li>접속부의 차단 구역에 제연설비 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전대피시설 수용인원 1,000명(신간선)</li> <li>안전대피장소에 일시적으로 피난 하고 안전의 확인, 연락, 휴식 후에 지상으로 유도 (신간 선사례)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Landing 사이는 6m보다 커서는 안되며, 30m보다 높은 곳은 방재용 리프트를 설치하여 소방대원 및 의료진이 빠르게 접근할 수 있어야 함</li> </ul>
연소방지 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>불연성 재료 및 연기 발생 특성이 확인된 재료 사용</li> <li>터널 구조물은 ISO834, Euro code 1의 Part 2.2와 HC곡선에 근거한 화재조건에 견뎌야 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 벽은 1,200℃에서 60분 이상 견딜 것</li> <li>상측 전선 및 급전선은 사고 발생시 인명 피해 없도록 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조물의 내화성은 건축기준법 시행령과 소방법 시행령의 규정에 따라야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대피소에 대한 보호대책 : 대피소의 화재안전 을 위 해 서 ISO 834규정을 적용</li> </ul>
대피통로	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전대피 장소 간 거 리 는 1,000m(승객들의 자력 탈출 평균 거리 : 500m)가 일반 기준임</li> <li>단선병렬터널의 횡갱간격 : 500m</li> <li>수직탈출구 최대 높이 30m 이내</li> <li>안전지대로 연기확산 방지시설 필요</li> <li>조명 및 통신 시설 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하철 및 일반터널 에서는 최대 : 500m 간격 (지 하 철 은 300m)</li> <li>수직탈출구 최대 높이 60m 이내 (30m 이상 인 경우 엘리베이터 설치)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대피거리가 최대 500m를 초과하지 않아야 한다. (신간선사례)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시 노선에 설치되지 않은 두개통로형 터널의 경우 각 통로 사이의 연결</li> <li>통로를 최소 폭의 4 배, 최소 높이 2.2m로 최대 800m 마다 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역, 국가마다 기준이 다르지만 빠른 시간 내에 탈출할 수 있는 거리</li> <li>쌍굴터널은 지표로 통하는 출구보다는 피난 연결통로 이용</li> </ul>



방재시설	국외 방재기준				
	UIC	EBA(독일)	일본 (국토교통성)	프랑스	UN(유럽연합)
대피통로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대피통로 출구문 설치</li> <li>• 경사갱 최대 길이 150m 기준. 이보다 길 경우, 차량 진입이 가능할 것</li> <li>• 횡갱 폭 및 높이는 2.25m 이상이고 연기 확산을 방지하는 구조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경사갱 길이가 300m 이상일 경우 차량 진입이 가능할 것</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연락갱의 출입문은 2시간 동안 화재를 막을 수 있어야 함</li> <li>• 서비스 터널이 계획될 경우 횡갱을 철도 터널과 서비스 터널 사이에 동일한 조건 하에서 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150m 이상인 경사탈출로에서는 지상 차량이 접근 가능하여야 함</li> </ul>
대피로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대피로 폭은 0.7m이상, 최적 폭은 1.2m</li> <li>• 터널 측벽에 안전난간 설치</li> <li>• 복선 터널은 양쪽에 설치</li> <li>• 기존 터널은 대피를 위해 노면을 고르게 함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대피로 폭은 1.2m 이상 높이는 2.2m 이상 확보</li> <li>• 터널 측벽에 안전난간 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대피로의 최소 폭 700mm, 높이 2m</li> <li>• 복선터널의 경우 터널 양쪽 설치, 대피로에 핸드레일 버팀벽에 고정 설치</li> <li>• 인버트(역아치형 인도)방안 채택시 최소 기준보다 작아서는 안됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>
구난 승강장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구난 터널을 건설할 때는 지리/기술적 조건 운용조건, 비용 등을 고려</li> </ul>
구조안전 대피소 (본선내)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당사항 없음</li> </ul>

## 4. 방재시설 기본계획

### 4.1 기본원칙

- (1) 터널 안에서의 화재 및 탈선사고와 같은 비상사태가 발생하는 경우, 재해를 최소화하기 위해서는 최대한으로 방재설비를 갖추어 안전을 기하는 것이 최선의 방법이지만 모든 터널에 대하여 동일 규모로 설비를 갖추는 것은 투자 효과 측면에서 합리적이지 않다.
- (2) 이에 철도터널에서는 방재시설을 사고예방시설 및 대책, 사고피해감소 시설물 및 대책, 대피축진시설물 및 대책, 구조축진시설물 및 대책으로 구분하여 터널의 이용도, 화재유관기관의 접근성, 열차의 통행방식, 터널형태에 따라서 적절한 방재설비를 선정하고 그 규모를 계획하는 것이 중요하다.
- (3) 또한 열차는 화재 사고시에는 타력운전에 의해서 운전을 지속할 가능성이 높으므로 터널내부에서 운행 중인 차량에서 화재가 발생하는 경우에는 차량을 계속 운행하여 터널외부로 탈출시키고 승객을 구난하는 것을 원칙으로 하여야 한다.
- (4) 화재차량이 부득이 터널내부에 정차하게 되는 경우에는 우선적으로 승무원이 1차적인 책임을 지고 후속차량이 터널로 진입하지 못하도록 조치를 취하고 초기소화 및 승객대피를 위한 초동 조치를 취하도록 하며, 방재시설을 계획할 때에는 이를 고려한 연락망이나 안전조치를 할 수 있는 방재시설을 계획하여야 한다.

### 4.2 터널방재 시설계획 및 설계

- (1) 터널내 화재 등 사고발생 시 피해를 최소화할 수 있는 방재시설을 계획하며 1km 이상의 본선터널에 대하여 화재안전성 분석을 “철도터널의 화재안전성 분석방법 매뉴얼”에 준하여 수행해야 한다.
- (2) 방재시설을 계획하는 경우에는 사고예방시설 및 대책, 피해감소 시설물 및 대책, 대피축진 시설물 및 대책, 구조축진시설물 및 대책으로 구분하여 터널의 규모에 적정하도록 시설별 설치기준에 의해서 설치하여야 한다.
- (3) 시설간 연계성과 설치목적을 충분히 달성하기 위해서 필수적으로 동시에 시설되어야 하는 경우가 있으므로 방재시설을 계획하는 경우에는 상호연관성을 충분히 검토한 후에 설치여부를 정하도록 규정하고 있다.
- (4) 터널화재 시 대피환경의 확보가 인명보호에 가장 효과적인 것으로 알려져 있으며, 따라서 외국의 경우 터널방재검토 시 배연설비 및 피난대피시설을 중점적으로 검토하는 추세이다.
- (5) 그러나 국내의 경우, 대피환경 확보를 위한 제연시설 및 피난대피시설을 위한 비용이 크기 때문에 성능위주의 설계를 지향하고 있으며, 이를 위한 방안으로 피난연결통로, 제·배연설비, 연결송수관설비 등은 정량적 안전성 평가를 통해서 설치여부를 결정하도록 하고 있다.



## 5. 터널방재설비 설치기준

- (1) 방재시설별 설치기준은 “철도시설의 기술기준”에 준하여 설치한다.
- (2) “철도시설의 기술기준”에 기술되지 않은 시설별 설치 세부기술기준은 소방방재청의 국가화재 안전기준(NFSC)에 준하여 설치한다.

## 6. 피난대피계획

### 6.1 기본방향

터널내부에서 운행 중인 차량에서 화재가 발생하는 경우, 차량의 운행이 가능한 경우에는 계속 운행하여 터널을 탈출한 후에 승객을 신속하게 대피시키는 것을 원칙으로 하여야 한다.

화재의 차량이 터널내부에 정차할 경우 승객이 안전하게 대피장소 또는 터널을 벗어날 수 있도록 화재초기 단계부터 피난대피(시나리오 등)를 계획하고 이에 따른 적용시설을 설치하여야 한다. 환기시설은 연기의 확산속도(임계속도)와 화재강도를 고려한 제연 계획을 수립하여 화재로부터 인명이 보호되는 시설이 되어야 한다.

### 6.2 피난대피 계획시 고려사항

터널은 밀폐된 공간으로 사고시 인명피해를 최소화하고 사고에 따른 2차 사고 및 피해 확산을 방지하며 사고에 신속한 대응 체제 수립할 수 있도록 다음과 같은 사항을 고려하여 피난계획을 수립하여야 한다.

- (1) 탈출 및 방재, 구난팀의 진입이 어려우며 재해내용을 확실히 파악하지 못한 상태에서 소화 및 구난활동에 착수하는 점을 고려한다.
- (2) 소화용수의 공급의 어려움과 외부와의 통신이 두절되기 쉬우며, 방재 및 구난에 필요한 효율적인 기구의 준비가 어려운 상황을 고려한다.
- (3) 화재연기의 확산으로 시계가 불량하며 탈출 및 구난까지의 소요되는 시간이 길어 위험도가 높아질 수 있음을 고려한다.

### 6.3 비상시나리오별 피난 대피계획

- (1) 터널내 운행 중 열차의 화재시에는 승객 및 승무원의 질식사 등을 유발시킬 수 있으므로 운행열차 내에 있는 승객의 신속한 대피가 가장 우선되어야 하며 아래와 같은 사항에 따라 대피계획이 수립하여야 한다.

#### ① 화재차량에서의 조치

- 가. 화재상황을 운전사령실 및 인접역에 통보
- 나. 열차내 소화기로 자체 소화 작업 수행
- 다. 화재규모에 따라 운전사령실 및 인접역에 구조요청



- 라. 화재차량의 앞뒤로 승객유도, 화재차량 격리
- 마. 승객의 대피가 필요한 경우 대피방법 안내 방송

## ② 화재열차에서의 대피

- 가. 인근의 환기구에서 비상환기시스템 가동
- 나. 비상조명 및 피난유도등 설비 가동
- 다. 열차가 정차하면 승객은 하차하여 연기의 역방향으로 대피
- 라. 화재 열차의 전동방지 조치
- 마. 승객은 대피공간에서 구난열차 대기
- 바. 승객은 상황에 따라 인근의 대피통로(경사갱, 교차통로, 연직갱 등)으로 대피

## ③ 승객의 구난활동

- 가. 소방차량은 터널 입·출구에 대기
- 나. 구급차 및 구조차량은 터널 입구 및 필요시 경사갱을 통하여 진입
- 다. 구난열차는 인접역사에서 화재열차 부근으로 진입
- 라. 구난열차에 승객 승차 및 터널 탈출
- 마. 소방대원은 화재열차의 소화활동
- 바. 터널 및 경사갱에서는 사고방지를 위하여 모든 차량 서행
- 사. 부상자는 인근 의료기관으로 후송

## (2) 충돌 등 기타사고 발생시

충돌 등 기타사고시에도 화재가 발생할 우려가 있으므로 승객을 신속하게 대피할 수 있도록 조치를 취하며, 사고에 의해 승객 및 승무원의 인명피해가 예상되는 사고의 경우에는 사상자에 대한 신속한 후송이 필요하다. 따라서 이러한 사고에 대해서는 우선적으로 사상자의 신속한 후송을 고려한 피난대피계획을 수립하여야 한다.

### ① 인명피해가 예상되는 터널내 사고 발생시

- 가. 긴급방호와 전동방지 조치 및 열차방호
- 나. 사상자 후송 및 화재 등의 2차 사고 우려시 필요에 따라 승객 대피 유도
- 다. 운전사령실 또는 인접역에 사고상황 통보
- 라. 필요시 구조지원을 소방서, 병원, 경찰서, 구조대, 예비군, 군부대 등에 요청
- 마. 구원상황의 확인 및 구난열차 운행
- 바. 재난처리 활동 및 확인

### ② 인명피해가 예상되지 않는 터널내 사고 발생시

- 가. 긴급방호와 전동방지 조치 및 열차방호
- 나. 필요에 따라 승객 대피 유도
- 다. 사고상황 조치후 운전사령실 또는 인접역에 사고상황 통보
- 라. 운전가능시는 운전사령실 또는 인접역에 조치상황 통보 및 지시에 따라 계속 운행
- 마. 운전불가능시는 상황을 설명하고 구조요청



## 해설 5. 공사 중 설비

### 1. 공사 중 설비개요

터널의 작업환경은 외부와 달리 환기, 급수, 배수, 탁수처리 및 조명 등 여러가지 제약조건이 있다. 예를 들면 작업중 가장 알맞은 조도를 유지시켜야 하고 온도 및 오염된 공기가 인체에 해로움을 주어서는 안되므로 허용농도 이하로 유지하기 위해서 신선한 공기를 공급하여야 하며, 작업의 능률을 높이기 위해 항상 물기가 없는 지반을 유지시켜 밝은 한 분위기를 만들고 작업자를 착암기 및 장비의 소음으로부터 보호하기 위해 귀막이의 사용 및 숏크리트공의 마스크 및 보호장비를 사용하여야 한다.

이런 작업환경이 모두 갖추어져야만 공해로부터 작업자의 건강을 확보할 수 있고 작업능률을 높일 수 있으므로 터널 굴착공법과 갱내작업공간을 고려한 환기·안전 설비계획을 수립하여야 한다.

### 2. 공사 중 환기설비

#### 2.1 환기량 산정

공사 중에 터널에서 필요한 환기량은 지반여건, 굴착공법, 터널 길이, 굴착단면, 사용 화약량, 작업 Cycle, 공사용 기계, 시공방법에 의해 달라지지만, 유해물질이 중복하는 경우의 소요환기량은 예상되는 터널내에서 각각의 작업상황과 현장의 자연조건 등 공사의 제조건을 충분히 검토하고, 대상으로 되는 공종을 예정해서 결정하여야한다.

공사의 제 조건마다의 소요환기량은 가~마 등에서 각각 구할 수 있다. 최종적인 소요환기량  $Q_{req}$ 는 각 공종마다의 환기량 중 가장 큰 값을 고려하여 다음 식에 의해 결정하는 것으로 하여야 한다.

$$Q_{req} = Q_p + Q_{max}$$

여기서,  $Q_{req}$  : 소요환기량[m<sup>3</sup>/min]

$Q_p$  : 종업원에 대한 환기량[m<sup>3</sup>/min]

$Q_{max}$  : 각 공종마다의 환기량 가운데 최대값[m<sup>3</sup>/min]

##### 2.1.1 자연발생가스·산소결핍공기가 있는 경우

터널공사에서 자연발생가스·산소결핍공기가 있는 경우의 환기량의 산정은 디젤기 관의 배기가스, 발파후 가스 등에 관계하는 요인의 환기량이 크기 때문에 고려하지 않는 경우가 많다. 그러나 사전조사 예측은 규명하기 어렵고, 가연성가스·산소결핍공기의 발생이 예상되는 공사에서는 충분히 안전하게 계획하여 설비할 필요가 있다.

또한 상시 감시체제를 갖추어 비상시의 대응을 철저히 주지시켜야 한다. 특히 쉘드공사에서는 환기량의 산정이 가연성가스·산소결핍공기의 발생량에 의해 결정되는 경우가 많기 때문에 충분히 여유를 두도록 한다.

#### (1) 자연발생가스의 경우

가연성 가스를 희석하는 소요환기량은 다음식에 의해 구하여야 한다.

$$\frac{E_m}{100} = \frac{V}{Q_{1a} + V}$$

$Q_{1a} \gg V$  라면,

$$Q_{1a} = \frac{V}{E_m} \times 100$$

여기서,  $Q_{1a}$  : 소요환기량 [ $m^3/min$ ]

$V$  : 가연성가스의 용출량 [ $m^3/min$ ]

$E_m$  : 관리목표농도(=0.25) [%]

가연성가스(터널공사에서는 주로 메탄가스를 대상)의 발생량은 가스가 포함되어 있는 지층조건, 가스압력, 암석의 침투율, 굴삭속도, 굴삭방법 등의 여러 가지의 조건에 의해 다르므로 예측하기 어렵다. 그래서 소요환기량  $Q_{1a}$ 의 설정은 시추조사 등을 행하여 사전에 가스발생량을 예상한 상태에서 그것이 관리목표농도 이하가 되도록 값을 산정하여야 한다.

또한 메탄가스는 질량이  $0.55kg/m^3$ 로 공기에 비해서 가벼워서 터널 상부공간 등에 정체·축적하는 경향이 있기 때문에 정체지역을 만들지 않기 위해서 풍속을 확보할 필요가 있다. 터널내 공기가 정지하고 있는 상태에서는 메탄가스의 상부는 층을 만들고, 분자확산 때문에 오랜 시간 공기와 혼합하고, 부력에 의해 천장을 따라서 이동하여야 한다. 풍속  $0.3m/s$ 에서는 메탄가스는 발생점보다 역류해서 메탄가스층을 형성하고, 풍속  $0.5m/s$ 에서는 메탄가스의 역류는 어느 정도 없게 되지만 아직 메탄층은 형성되어 있다. 그러나 풍속  $1.0m/s$  이상으로 되면 메탄가스는 활발하게 혼합해서 층의 형성이 없게 된다.

따라서 메탄가스가 정상적으로 용출해 있는 경우는 터널내의 풍속을  $1.0m/s$  이상으로 하면 메탄가스가 상부에 층을 형성하기 않기 때문에 이 값에 접근하도록 할 필요가 있다.

#### (2) 산소결핍공기가 있는 경우

터널내 공기의 산소농도가 항상 18% 이상이 되도록 계속해서 환기하지 않으면 안 된다. 산소결핍 공기를 희석하는 경우의 소요환기량은 다음 식에 의해 구하여야 한다.

$$Q_{1c} = \frac{C \cdot V}{C_a - C}$$



여기서,  $Q_{1c}$  : 소요환기량 [ $m^3/min$ ]

$V$  : 산소결핍공기의 용출량 [ $m^3/min$ ]

$C$  : 터널내에서 산소농도가 일정으로 된 시간의 농도 [%]

$C_a$  : 신선공기의 산소농도(=0.21) [%]

그러나 최종적인 소요환기량은 작업자수에 대한 환기량에 유해물질에 대한 환기량을 더해서 구하는 것으로 하여야 한다. 무압기공법의 터널공사에서 산소결핍공기를 예상하는 경우 작업자에 대한 환기량은

$N \geq 5$ 인 경우,  $N$  : 작업자수

$$Q_{1c} = 10N \text{ [m}^3/\text{min]}$$

$N < 5$ 인 경우

$$Q_{1c} = 50 \text{ [m}^3/\text{min]}$$

### (3) 가연성 가스가 있는 경우

가연성 가스가 존재하고, 그 농도가 폭발 위험이 있는 농도에 도달할 우려가 있는 장소에 사용하는 전기기기는 방폭 구조로 하여야 한다.

터널 외부에 환기팬을 설치한 경우, 송기식은 비방폭형으로 해도 좋으나 배기식에서는 터널 외부설비라 할지라도 가연성 가스가 덕트를 통하여 환기팬을 통과하므로 방폭형을 사용하여야 한다.

### 2.1.2 발파를 사용하는 경우

터널내에서 발파를 사용하는 경우의 발파후 가스에 대한 소요환기량  $Q_2$ 는 발파후의 농도를  $t$ 분간에 관리농도까지 저감하는 것으로 다음 식으로 구하여야 한다.

#### (1) 소요 환기량 $Q_2$

$$Q_2 = K \times \frac{W \cdot \epsilon}{\alpha \cdot t}$$

여기서,  $Q_2$  : 소요환기량 [ $m^3/min$ ]

$W$  : 1회 발파에 사용하는 화약량 [kg]

$\epsilon$  : 화약 1kg당 유해가스 발생량 [ $m^3/kg$ ]

$K$  : 팬(Fan)의 용량, 덕트의 설치위치 등에 따르는 계수(배기방식의 경우 = 0.4)

$\alpha$  : 유해가스의 규제 목표 농도

$t$  : 막장부의 유해가스 농도를 규제치 이하로 하는 소요시간 (일반적으로 막장부에서 작업을 중단할 필요가 있는 시간 = 20분)

표 7. 유해가스의 규제 목표 농도

종류 \ 구분	예상하는 중독장해	밀도 (공기=1)	폭발범위 (vol %)	노동부고시 제2018-62호	
				TWA	STEL
일산화탄소(CO)	중독	0.97	12.5~74.0	30ppm	200ppm
탄산가스(CO <sub>2</sub> )	산소결핍증	1.53	-	5,000ppm	30,000ppm
이산화질소(NO <sub>2</sub> )	중독	1.59	-	25ppm	-
황화수소(H <sub>2</sub> S)	중독	1.199	-	10ppm	15ppm
아황산가스(SO <sub>2</sub> )	중독	2.26	-	2ppm	-

※ TWA : Time Weighted Average (1일 작업시간 동안의 시간가중 평균노출 기준)

※ STEL : Short Term Exposure Limit (단시간 노출기준)

표 8. 발파 후 가스의 유해가스

화약의 종류	환기대상유해가스	표준발생량(m <sup>2</sup> /kg)	비 고
일반 다이ना마이트	일산화탄소(CO)	$8 \times 10^{-3}$	
기타 다이ना마이트	일산화탄소(CO)	$11 \times 10^{-3}$	
슬러리(Slurry)	일산화탄소(CO)	$2.5 \times 10^{-3}$	
ANFO	산화질소(NO <sub>2</sub> )	$17 \times 10^{-3}$	

### 2.1.3 디젤기관을 사용하는 경우

터널 공사에서 사용하는 디젤기관에서 배출되는 유해가스에 대한 소요환기량  $Q_3$ 는 다음 식으로 산출하여야 한다. 또한 산출에 적용되는 정격출력당 환기량 및 기계가동율은 <표 9>을 사용하여야 한다.

$$Q_3 = (H_S \cdot q_S \cdot \alpha_S) + (H_D \cdot q_D \cdot \alpha_D) + (H_E \cdot q_E \cdot \alpha_E)$$

여기서,  $Q_3$  : 소요환기량 [m<sup>3</sup>/min]

$H_S$  : Shovel계 사용기계의 총정격출력 [HP]

$H_D$  : Dump계 사용기계의 총정격출력 [HP]

$H_E$  : 기타기계 사용기계의 총정격출력 [HP]

$q_S$  : Shovel계 정격출력당 환기량 [m<sup>3</sup>/(min·HP)]

$q_D$  : Dump계 정격출력당 환기량 [m<sup>3</sup>/(min·HP)]

$q_E$  : 기타기계 정격출력당 환기량 [m<sup>3</sup>/(min·HP)]

$\alpha_S$  : Shovel계 가동율

$\alpha_D$  : Dump계 가동율

$\alpha_E$  : 기타기계 가동율



표 9. 디젤기관의 HP당 환기량

종 별	배기가스 처리장치 무 ( $\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{HP})$ )	배기가스 처리장치 유 ( $\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{HP})$ )	가 동 율
Shovel 계	2.16	1.08	0.2~0.3
Dump 계	0.84	0.67	0.4~0.5
기타 기계	0.82	0.65	0.15~0.2

#### 2.1.4 숏크리트 시공의 경우

터널내에서 숏크리트 작업시 발생하는 분진에 대한 소요환기량  $Q_4$ 는 분진발생량을 확실하게 파악할 수 있는 경우에는 다음 식으로 산정할 수 있다.

$$Q_4 = \frac{q}{Em}$$

여기서,  $Q_4$  : 소요환기량 [ $\text{m}^3/\text{min}$ ]

$q$  : 막장부 부근에서의 분진 발생량 [ $\text{mg}/\text{min}$ ]

$Em$  : 관리목표 농도 [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]

터널내 숏크리트 공법으로 인한 분진 발생상태 조사결과에 의하면 조성은 대부분 광물질이고 규산량도 20% 이하로 제2종 분진이다. 실측 농도는 입경  $10\mu\text{m}$  이하에서는  $5\text{mg}/\text{m}^3$  이하이고 환경기준상 문제는 없지만 집진 장치를 설치한 예도 있다. 숏크리트 공법의 분진대책으로서는 통상 환기 이외에 집진 장치 설비, 살수 등도 충분히 검토할 필요가 있다. 또 숏크리트 시공시 터널내 작업자는 분진 마스크를 착용하여야 한다.

표 10. 광물성 분진의 규제 농도

분 진	일본에서의 규제농도( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
제1종 분진 : 날아 다니는 규산 30% 이상의 광물성 분진, 골석, 납석, 알루미늄, 알루미늄, 유화광(석선은 제외)	2
제2종 분진 : 날아다니는 규산 30% 미만의 광물성 분진, 산화철-흑연, 카본 Block, 활성탄, 석탄	5
제 3종 분진 : 기타의 분진	10
석선 분진	2섬유/ $\text{cm}^3$

### 2.1.5 터널내 작업자가 필요로 하는 환기량

$$Q_1 = q \times N \text{ [m}^3/\text{min]}$$

여기서,  $q$  : 작업자 1인당 필요로 하는 환기량( $=3\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{인})$ )

$N$  : 터널내 최대 종업원수 [인]

종업원의 호흡에 의한 터널내의 공기의 오염은  $\text{CO}^2$ 이다. 호흡에 의한  $\text{CO}^2$ 가스의 발생은 발생후 가스 및 디젤기계 배기가스 등에 의한 경우와 비교해서는 극히 적은 량이지만 장시간 작업시  $\text{CO}^2$ 는 증가한다. 특히 많은 사람이 작업하는 경우에는 무시할 수 없다.

작업자의 호흡에 의한 환기량은 다음과 같다.

$$Q_p \geq \frac{c}{a-b}$$

여기서,  $Q_p$  : 소요 환기량 [ $\text{m}^3/\text{min}$ ]

$a$  :  $\text{CO}^2$ 의 관리목표농도( $5,000\text{ppm} = 5,000 \times 10^{-6}$ )

$b$  : 대기중의  $\text{CO}^2$ 농도( $0.03\% = 0.03 \times 10^{-2}$ )

$c$  : 작업자가 배출하는  $\text{CO}^2$ 량 [ $\text{m}^3/\text{min}$ ]

상기 식에  $c = 1.2 \times 10^{-3} \text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{인})$ 을 대입하면

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{1.2 \times 10^{-3}}{5,000 \times 10^{-6} - 0.03 \times 10^{-2}} \\ &= 0.3 \text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{인}) \end{aligned}$$

위에서 처럼 작업자 1인당 약  $0.3 \text{m}^3/\text{min}$ 이 되지만 이 정도의 소풍량으로는 사람이 출입하는 공간을 효과적으로 환기하는 것은 일반적으로 곤란하다.

또 환경악화 원인에는 땀에 의한 습도증가, 기온의 상승 및 체취의 충만 등이 있고 작업자에게는 적절한 기류(Draft)를 필요로 하기 때문에 이를 고찰해서 작업자 1인당의 소요 환기량을 최저  $3 \text{m}^3/\text{min}$ 로 하는 것이 바람직하다. 또한 작업자의 호흡에 의한 공기오염의 경우에 환기방법은 작업지점에서 송기식이 효과적이다.

## 2.2 환기설비 선정

### 2.2.1 송풍기 풍량 산정

소요환기량을 막장부까지 공급 또는 발생된 유해공기를 갱외로 배출하기 위한 송풍기 풍량은 다음 식에 의해 구해진다.

$$Q_F = \frac{Q_{req}}{1-m} = \frac{Q_{req}}{1 - (\beta \times L \times \frac{1}{100})}$$

여기서,  $m$  : 누풍율

$\beta$  : 100m당 누풍율

$L$  : 덕트 연장 [m]



$\beta$ 는 통상시공에서 다음 값을 취한다.

경질덕트(스파이럴 강관 등) :  $\beta=0.015$

연질덕트(비닐 덕트 등) - 시공양호 :  $\beta=0.015$

- 시공불량 :  $\beta=0.030$

덕트내가 (-)압이 되는 배기덕트의 경우는 누풍율을 적용하지 않는다.

## 2.2.2 급기 및 배기덕트 지름 선정

환기 덕트의 크기는 다음 식에 의해 구해진다.

$$A = \frac{Q_A}{60 V} = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{Q_A}{15 \pi V}}$$

여기서, A : 덕트의 단면적 [ $m^2$ ]

D : 덕트의 지름 [m]

V : 덕트내 평균유속 [m/sec]

$Q_A$  : 평균풍량( $= \frac{Q_F + Q_{req}}{2}$ ) [ $m^3/min$ ]

$Q_F$  : 송풍기용량 [ $m^3/min$ ]

$Q_{req}$  : 소요환기량 [ $m^3/min$ ]

덕트내 풍속 V는 환기의 경제성을 좌우하는 중요한 요소이고 일정한 환기량 Q에 대해서 V를 크게 취하면 덕트 단면적을 적게 할 수 있다. 통상  $V=10\sim12m/s$ 로 하는 예가 많다. 단, 전단면 굴착시 여유가 있는 경우 이 풍속을  $5\sim7m/s$ 로 하는 것이 유리하다. 스파이럴 덕트의 경우에는  $15m/s$ 이상으로 하는 것도 가능하다.

## 2.2.3 덕트의 압력손실 산정

소요 환기량을 환기하기 위한 덕트의 총 압력손실은 다음 식으로 구한다.

$$h_T = h_T = \frac{1}{1-m} \times \lambda \times \frac{L_E}{D} \times \frac{\gamma}{2g} \times V^2$$

여기서,  $\lambda$  : 관마찰 손실계수

( 강관 = 0.02(배기덕트), 비닐관 = 0.025(송기덕트) )

m : 누풍율( $=\beta \times \frac{L_E}{100}$ )

$\beta$  : 100m당 누풍율( $\beta$ = 배기 0.015, 급기 0.020 )

$L_E$  : 상당 덕트 길이

D : 덕트 지름 [m]

$\gamma$  : 공기의 비중량( $=1.2kg/m^3$ )

g : 중력가속도( $=9.8m/s^2$ )

V : 덕트내 평균풍속 [m/s]



## 2.2.4 송풍기 선정

일반적인 경우 터널내에서 작업환경 제공을 위한 소요환기량을 환기하기 위한 송풍기 풍량과 풍압은 상기 (1)과 (3)에서 선정되어지고 송풍기 전동기 용량은 다음 식으로 구한다.

송풍기의 필요 축동력은 이론동력에 팬 및 전동기의 효율을 고려하여 선정하며, 팬 효율  $\eta_1 = 70\%$ , 전동기 효율  $\eta_2 = 80\%$  정도가 보통이다. 최종적용동력은 제조사의 사양에 의하여 정한다.

$$N = \frac{Q_F \times h_T}{6,120 \times \eta_1 \times \eta_2} \times (1 + \alpha)$$

여기서, N : 송풍기 동력 [kW]

$\eta_1$  : 송풍기 효율 [%]

$\eta_2$  : 전동기 효율 [%]

$Q_F$  : 송풍기 풍량 [ $m^3/min$ ]

$h_T$  : 송풍기 풍압 [mmAq]

$\alpha$  : 여유율 [%]

## 2.3 환기방식의 선정

환기방식은 터널공사의 규모, 시공방식 등에 적합한 것을 선정할 필요가 있지만 배기식, 송기식, 송배기 병용식, 가변식, 국소 순환용 송풍기에 의한 방식이 실용되고 있다. 이것의 각종 환기방식의 적용은 터널의 규모(단면적, 연장 등), 시공방법, 시공조건 등을 고려해서, 가장 적합한 방식을 선정한다.

### 2.3.1 환기방식 선정의 기본개념

#### (1) 터널내 집중방식

갱구 부근에 대규모의 송풍기를 설치하는 방식으로 배기식, 송기식, 병용식 등이 있고 환기효과는 뛰어나지만 설치가 대규모로 되고 설비의 변경이 어렵다. 터널 연장에 비해 상당한 동력비가 소요되므로 연장이 짧은 소규모 터널에 적합하다.

#### (2) 직렬방식

공사 진행에 맞추어서 덕트 및 환풍기를 순차 설치해 나가는 방식으로 송기식, 배기식, 연결식, 단속식 등이 있고 터널내 집중 방식에 비해서 송풍기 대수가 많게 되므로 그 보수에 노력을 요하게 되고 또 단속식의 경우는 환기효율이 나쁘게 된다. 그러나 공사의 진행에 맞추어 사용할 수 있는 경제적인 면이 있으므로 현재 터널공사에 많이 쓰이고 있다.

### 2.3.2 환기방식 선정

일반적으로 채용되고 있는 환기방식은 터널내 배기식, 급기식으로 분류되지만 실제의 환기설비에 대해서는 이 배기식, 급기식을 병용한 급·배기 병용식 또는 배기



식

과 급기식을 조합시킨 급·배기 조합식이 많다.

이와 같이 터널공사 중에 환기방식에는 여러 가지 방식이 있기 때문에 터널의 규모(단면, 연장), 시공방법 및 조건, 주변환경 등을 충분히 고려하여 선정할 필요가 있다.

각종 환기방식의 적용방법 및 특징은 다음과 같다.

#### (1) 배기식

##### ① 집중 배기식(덕트내 : 부압)

공사의 착공시 터널 전구간에 대응할 수 있는 환기팬을 터널갱구 부근에 집중 설치하여 터널굴착에 따라 덕트를 연장하는 방식으로 덕트의 흡입구는 채굴현장 부근에 설치하여 발생가스·분진을 덕트를 통해 터널 밖으로 배기하여야 한다.

- 굴착현장에서 발생하는 발파후 가스 또는 숏크리트 분진 등은 덕트를 통해서 직접 배기되기 때문에 터널 전 연장을 오염하지 않은 장점이 있다.
- 작업의 진행에 대응해서 덕트연장을 늘려나가는 방식으로 채굴현장의 청정화가 행하여지지만 발파에 의한 덕트의 파손 또는 덕트 연장 작업의 집약화 등에 의해 채굴현장에서 흡입구가 30m 정도 이상 떨어진 경우 발파후 가스, 디젤기관의 배기가스 및 숏크리트 분진 등의 공기오염물질을 평균적으로 흡입하는 것이 곤란하기 때문에 일반적으로는 국소용 환기팬을 병용해서 환기를 수행할 필요가 있다.
- 이 방식의 덕트는 부압이 걸리므로 연결관을 사용할 수 없다.

##### ② 집중·배기식(덕트내 : 정압)

터널 내에 주 환기팬을 설치하여, 굴착현장의 진행에 대응해서 주 환기팬을 이동해서 가는 방법이다.

- 터널 밖에 주 환기팬을 설치하는 방법보다 채굴현장에서의 흡입 능력은 높다.
- 덕트는 연결관을 사용할 수 있지만 주 환기팬의 이동 및 덕트의 연장에 시간이 걸리고, 이동용 가대 등의 설비가 필요하다. 또한, 터널내로 송풍기 전원을 연결하여야 하므로 전기공사비가 증가된다.
- 터널 밖의 소음대책은 필요 없지만 터널내의 환기팬의 소음에 대한 대책이 필요하다.

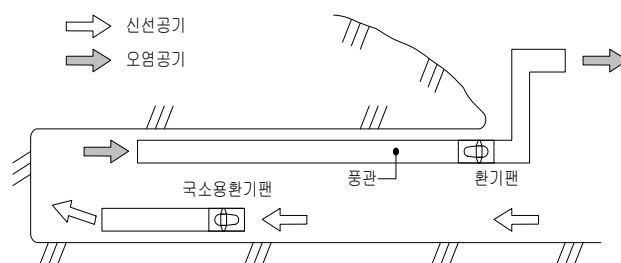


그림 14. 집중 배기식(덕트 내 부압)

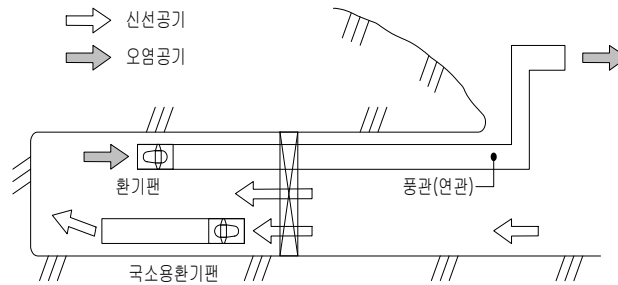


그림 15. 집중 배기식(덕트 내 정압)

③ 직렬 배기식(덕트내 : 부압)

비교적 소형의 축류팬을 덕트의 중간에 설치해서 굴착진행에 대응해서 덕트를 순차적으로 접속·연결하는 방식으로 발생가스, 분진 등은 덕트를 통해서 터널 밖으로 배기하여야 한다.

- 축류팬의 소요동력은 환기팬에 접속한 덕트의 길이에 비례하여야 한다. 그러나 집중식에 비해서 접속개소가 증가하기 때문에 누풍이 일어나기 쉽다.
- 연결관을 사용할 수 있지만 이 경우 접속부가 부압이기 때문에 연관이 수축하여 관마찰저항이 현저하게 증가되는 결점이 있다.
- 기타 특징으로는 집중배기식과 유사하다.

④ 직렬 배기식(덕트내 : 정압)

굴착현장의 진행에 대응해서 환기팬을 증가시켜 가는 방법으로 저압의 환기팬을 사용할 수 있다. 풍관(덕트)내가 정압이므로 연관을 사용할 수 있다.

- 터널 연장이 길게 되어도 흡입 능력은 저하하지 않는다.
- 저압의 환기팬을 사용할 수 있고 덕트는 연결관을 사용할 수 있지만 접속개소의 덕트의 부압대책이 필요하다.
- 터널 밖의 환기팬의 소음대책은 필요하지 않지만 터널내의 환기팬의 소음대책이 요구된다.
- 주 환기팬의 이동, 덕트의 연결에 시간이 걸리고, 이동용 가대 등의 설비가 필요로 된다.

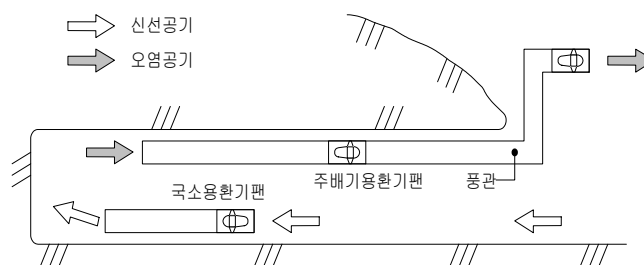


그림 16. 직렬 배기식(덕트 내 부압)

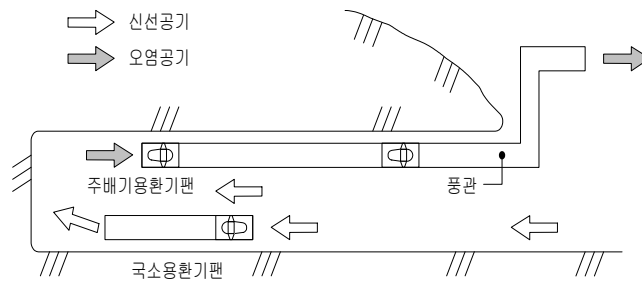


그림 17. 직렬 배기식(덕트 내 정압)

## (2) 급기식

### ① 집중 급기식

설비는 집중 배기식과 대부분 같은 사양이지만 덕트의 배기구를 굴착현장부근에 설치하여 터널갱구로 부터 신선공기를 유입하여 덕트에 의해 굴착 현장으로 급기하여야 한다. 발생가스는 터널을 통해서 배출시킨다.

- 굴착현장 부근에서 발생하는 가스, 분진은 터널을 통해서 배출되기 때문에 터널 전체가 오염된다. 중간에서 복공 기타의 작업이 행하여지는 경우에는 집중·배기식에 비하여 좋지 않은 상태가 된다.

집중·배기식과 마찬가지로 덕트는 작업의 진행에 따라서 연장하며 급기되는 신선공기에 의해서 청정화가 행하여진다. 급기구와 굴착현장과의 거리가 30m 정도 이상 이격된 경우에는 급기된 신선공기가 채굴현장까지 도달하는 것이 곤란하기 때문에 급기구를 가능한 한 채굴현장에 가깝게 하든가 또는 국소용 환기팬의 병용이 필요하다.

- 덕트는 연결관을 사용할 수 있지만, 이 경우 누풍에 대해서 고려하는 것이 필요하다.

### ② 직렬 급기식

환기설비는 직렬 배기식과 같은 사양이지만, 신선공기는 덕트를 통해서 굴착현장으로 급기하고, 발생가스는 터널을 통해서 배출하여야 한다. 특징은 상기의 직렬 배기식 및 집중 급기식과 유사하다.

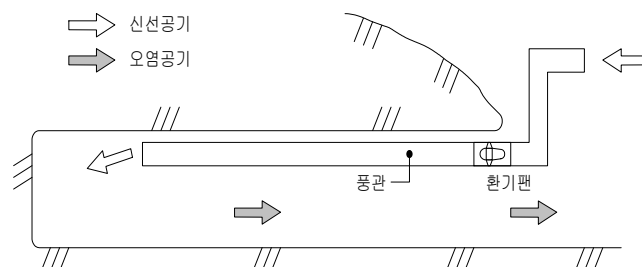


그림 18. 집중 급기식 환기개요도

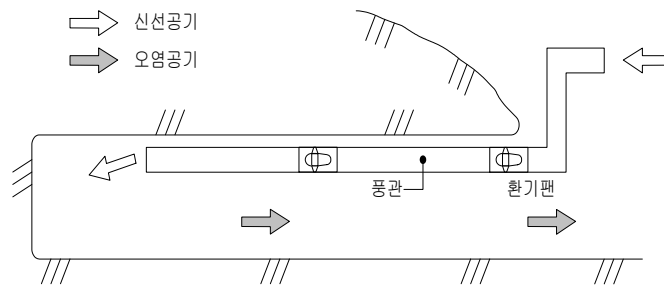


그림 19. 직렬 급기식 환기개요도

### ③ 급·배기 병용식

#### 가. 집중 급·배기 병용식

집중 배기식과 집중 급기식의 2계열의 환기설비에서 배기계통의 팬은 급기계통의 팬보다 능력을 크게 하고, 급기계통의 급기구를 배기계통의 흡입구보다 굴착현장의 적당한 위치에 설치하여 공사의 진행에 따라 덕트를 연장시킨다.

- 집중 배기식과 집중 급기식의 단점을 보완하는 것이 가능하다. 따라서 터널이 긴 경우 또는 횡갱 터널, 경사갱, 연직갱을 통과해 본선터널이 굴착되는 경우 또는 굴진속도의 향상에 의한 발생가스량, 분진량이 증가하는 경우 등 작업환경이 악화되는 것을 해결하기 위해서는 이 방식이 우수한 것으로서 추천되고 있다.
- 이 방식을 전단면 굴착의 경우에 적용하고 있다.
- 급기계통의 덕트에는 연질관을 사용할 수 있지만, 배기계통의 풍관은 경질관으로 하지 않으면 안된다.

#### 나. 직렬 급·배기병용식

직렬급기식과 직렬배기식의 2계열의 환기설비로 된다.

- 배기계통의 덕트에 연질관을 사용할 수 있지만, 팬의 집중 배치에 비해 접속개소가 증가하여 누풍이 일어나기 쉽기 때문에 이점을 고려하는 것이 필요하다.
- 기타, 집중 급배기 조합식 및 직렬 배기식 및 직렬 급기식을 참조한다.

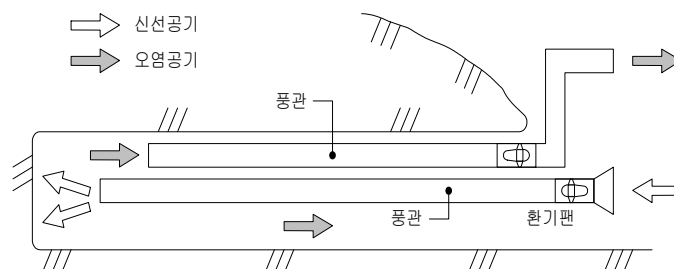


그림 20. 집중 급배기 병용식

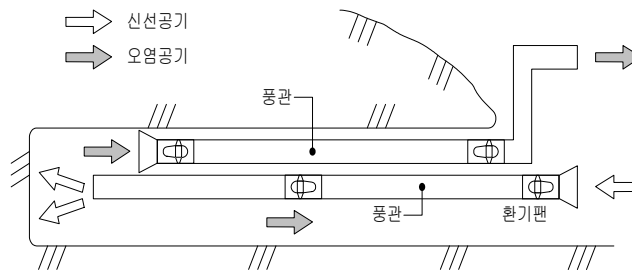


그림 21. 직렬 급배기 병용식

#### ④ 급·배기 조합식

1000m 이상의 장대터널에서 채굴되고 있는 방식으로 터널내의 급기용과 배기용의 환기설비를 설치하고 터널내의 공기를 채굴현장으로 급기하고, 회석된 오염공기를 배기용의 환기팬 또는 덕트를 통해서 배기하는 방식이다.

##### 가. 집중 급·배기 조합식(배기용 덕트내 : 부압)

급기용 환기팬을 터널내에 배기용 환기팬을 터널 밖에 설치하여 터널내의 공기를 채굴현장으로 급기한 후 회석시킨 오염공기를 배기용 환기팬을 통해서 배기하는 방식이다. 덕트내 압력이 급기용은 정압으로 되기 때문에 연질관을 사용할 수 있지만 배기용은 부압으로 되기 때문에 경질관을 사용하여야 한다.

- 1000m 이상의 장대터널에서도 채굴현장에 대해서 소요환기량이 충분히 확보할 수 있다.
- 덕트의 연장은 급·배기 병용식에 비해서 짧다.
- 오염공기가 터널내로 흐르기 때문에 복공 작업의 환경은 좋지 않다.
- 급기용과 배기용의 환기팬의 풍량제어를 고려할 필요가 있다.
- 배기용의 덕트는 특히 누풍방지에 유의할 필요가 있다.
- 배기용의 환기팬 흡입구는 흡입하기 좋도록 가동할 필요가 있다.

##### 나. 집중 급·배기 조합식(덕트내 : 정압)

급기용과 배기용의 2대의 대형 환기팬을 터널내의 작업장 가까이에 설치하고 터널내의 공기를 급기해서 회석된 오염공기를 배기용 환기팬을 통해서 배기하는 방식이다. 덕트는 급기용·배기용 모두 정압으로 되기 때문에 연질관을 사용할 수 있다.

- 1000m 이상의 장대터널에서도 채굴현장에 대해서 소요환기량을 충분히 확보할 수 있다.
- 덕트의 연장은 급·배기 병용식에 비해 짧다.
- 덕트는 급기, 배기 모두 정압으로 되기 때문에 연질관을 사용할 수 있다.

- 오염공기가 터널내를 흐르기 때문에 복공 작업의 환경이 좋지 않다.
- 급기용과 배기용의 환기팬의 풍량제어를 고려할 필요가 있다.
- 배기용의 덕트는 특히 누풍방지에 유의할 필요가 있다.
- 배기용의 환기팬의 흡입구는 흡입하기 쉽도록 가공할 필요가 있다.

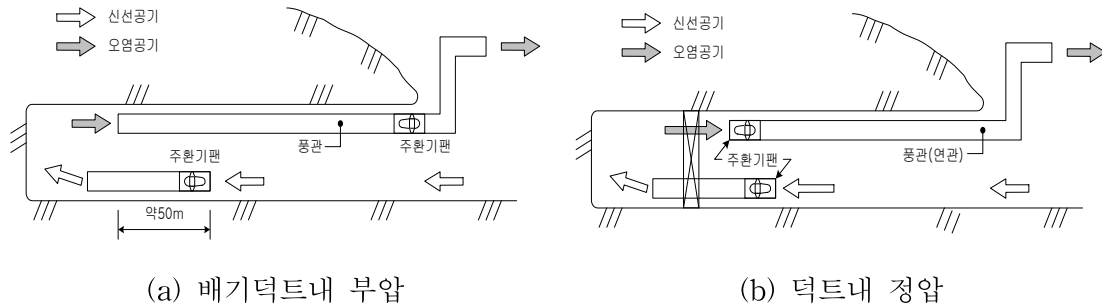


그림 22. 집중 급배기 조합식

### 3. 공사 중 급수설비

굴착암반과 커터 또는 점보드릴의 마찰열 발생을 억제 및 슛크리트, 그라우트 등의 굴착공사시 사용되는 용수량을 공급하여 주기 위한 시설로 갱구에서 물탱크를 설치하여 펌프를 사용하거나 수두차를 이용 막장부까지 소요압력을 유지시켜 공급하여야 한다. 또한 급수설비는 소화용으로 사용될 수 있는 용량을 확보하는 것이 바람직하다.

이를 위해서는 소화배관 100m 간격으로 연결송수구를, 호스길이는 45m, 노즐선단압력은 0.35MPa 이상을 기본으로 하되, 점보드릴등의 사양에 따라 증감한다. 방수량은 130~150ℓ/min 정도로 하는 것이 통상적이나, 천공수량, 점보드릴의 소요수량등을 산정하여 필요시 증감한다.

### 4. 공사 중 배수설비

배수설비는 용출수 등을 터널외부로 항상 신속히 배출 할 수 있는 능력을 가진 설비로 하고 동시에 항시 양호한 작업환경을 유지될 수 있도록 유지관리에 노력하여야 한다.

강제배수설비는 막장부 굴진과 병행하여 400~500m마다 수중펌프를 설치, 릴레이식으로 갱외 침전지로 배수시킨다.

배수설비는 예상 용출수량과 장비사용수량 등을 고려하여 여유 있는 배수설비계획을 세우고 용출수개소, 지하 용출수량, 작업내용에 따라서 배수펌프와 집수정을 설치하지 않으면 안된다. 대량용출수가 예측되는 지질에서는 추가의 배수설비공간을 배수설비계획시 고려하여야 한다. 특히 측벽도갱 소단면작업갱 등의 단면이 작은 경우는 차량한계 등에 주의하여야 한다.



배수량에 따른 펌프의 교환을 용이하게 하거나 배수계통의 변경은 곤란하므로 여유 있는 배수설비로 하여야 한다. 또한 배수배관을 이용하는 경우는 배관경이 지나치게 크면 유속이 감소되고 배관내 부유물이 침강하여 막히는 일이 있으므로 주의를 하여야 한다.

터널 경사가 내리막인 장소는 정전시 막장부가 침수할 위험이 있으므로 비상용 전원을 설치하여 펌프의 운전관리를 할 필요가 있다

배수펌프를 설치할 경우는 배관이음, 호스, 배수펌프 및 집수정의 관리가 중요하다.

## 5. 오탁수 처리설비

오탁수처리설비는 주변의 하천 조건 및 하류까지의 수질오염에 의한 환경문제도 고려해서 설비의 처리능력에 대해 계획하여야 한다.

오탁수처리설비는 하천의 수질오염을 방지하기 위해 지질조사 자료에 의한 용출수량의 추정이나 공사용수 사용계획에 의한 원수량을 기준으로 처리수량을 결정하고, 주변의 하천조건 및 하류까지의 수질오염에 의한 환경문제도 고려해서 설비의 처리능력 및 방류수의 수질기준에 대해서 신중히 검토하고 계획하여야 한다. 설비 주변에 오탁수처리 Flow Chart 간판 등을 게시하기도 하고, 원수와 처리수가 명확하게 알 수 있도록 하는 설비라는 것은 환경보전 입장에서 바람직하다.

터널공사에서는 때로는 예상 이상으로 다량의 용출수가 나오는 일도 있다. 탁수처리 설비는 일단 설치하면 증설이나 변경이 용이하지 않기 때문에 기기는 증설이 가능한 Type을 선정하고, 여유가 있는 부지에 설비를 계획하여야 한다. 또한, 공사 완료까지 설치하는 것이 바람직하다. 기준치는 각 시,도별로 기준을 설정하고 있는 경우도 있고, 사전에 시·도별 조례, 지도내용 등을 충분히 조사할 필요가 있다.

또한, 방출 하천의 유량이나 어패류의 존재, 종류 등은 사전에 조사해 둘 필요가 있고, 어업권의 설정이나 양어장 등이 있는 경우는 관리에 주의가 필요하다.

특히 다량의 주입(注入)공사가 예측될 경우에는 pH가 상승하므로 중화장치의 능력은 여유가 있는 설비로 하는 것이 바람직하다.



## 6. 공사용 전기시설

### 6.1 수변전 설비

#### 6.1.1 터널 굴착공사의 특징

- (1) 터널의 종류는 다양하겠지만 공사용 전기시설 확보의 관점에서 개착식터널과 아치형 터널을 위주로 검토하여야 한다.
- (2) 개착식터널의 경우는 비교적 짧은 연장에 적용되므로 공사용 전기시설에서 특별히 고려할 사항이 별로 없다.
- (3) 아치식 터널의 경우 비교적 짧은 터널은 양단에서 굴착이 개시되어 터널을 축조하지만 장대터널의 경우 예정터널의 갱도 중간 부분에 경사갱을 설치하고 양단이 아닌 복수의 다수 장소에서 굴착이 이루어질 수 있다.
- (4) 터널의 굴착이란 땅속에 굴을 파는 일로 파낸 흙의 처리를 위해서는 갱도로부터 터널 외부로 흙을 운반하고 육상 운반용 차량에 상차하는 작업이 필요하다. 터널내부에서의 굴착부가 점점 전진함에 따라 굴착장비에 대한 전원공급선이 계속연장 되어져야 한다.
- (5) 굴착점이 전진하면서 기 굴착된 갱도에서는 지하수가 유출되어 흐를 수 있으며 갱입구로 부터의 거리가 벌어지면서 작업 장소에서의 산소부족으로 종업원의 작업이 곤란할 수 있으며 굴착작업에 의한 먼지 비산으로 작업 환경이 저해될 수 있다.
- (6) 위와 같이 터널굴착 공사에서의 전력 소요 장비 및 시설을 보면 굴착장비용 전원, 환기 설비용 전원, 배수용 전원, 조명용 배전, 작업용 소공구를 위한 전원 콘크리트 라이닝 타설을 위한 거푸집 이동 설치 등을 위한 전원 등으로 대별된다.
- (7) 특히 굴착장비의 경우 대개 표준 저압 전원 방식인 380/220V 3상 전원이 아닌 440/275V 3상 전원 장비가 사용될 수 있으므로 되어 주의가 필요하다.

#### 6.1.2 수변전설비의 구성

- (1) 수전선로
  - ① 현장주변 한전 22.9kV 배선선로로부터 현장까지 설치
  - ② 굴착개소별 독립 별도 설치 필요
  - ③ 한전 배전선로에 여유용량이 없을 시는 원거리로부터 독립 수전선로 구성 필요
- (2) 변전설비
  - ① 22.9kV 전압을 현장에서 필요한 전압으로 강하시키기 위한 변압기 설치
  - ② 수전점으로부터 굴착점까지의 거리가 원거리이므로 대부분의 굴착장비의 경우 6.6kV급의 자체변압기를 내장하므로 변전설비에 6.6kV 배전용 변압기 시설 필요
  - ③ 기타 장비의 경우 380/220V 3상 4선식 전원으로 공급 가능



## 6.2 고압 및 저압 배전선로 설비

### 6.2.1 고압배전선로( 6.6kV 3상 4선)

- (1) 수전점 변압기로부터 굴착점까지 구성
- (2) 7.2kV급 고압케이블로 구성
- (3) 터널입구부는 배관후 배관내에 케이블 수용 시설
- (4) 터널내부는 적당한 높이의 측벽에 조가선 설치 및 케이블 고정 설치 및 방수에 유의 필요
- (5) 케이블을 예상 최장거리 만큼을 미리 확보하거나 1, 2회 접속 연장 계획시설 및 접속 연장시는 중간 접속재를 활용

### 6.2.2 저압배전선로(380/220V 3상 4선)

- (1) 터널내부 작업용 조명전원으로의 전력공급
- (2) 터널내부용 환기설비로의 동력공급
- (3) 터널내부 배수 설비로의 동력공급
- (4) 터널외부 공사 지원 시설의 전력공급
- (5) 임시용 분전반을 자립식으로 철제 제작 활용

## 6.3 공사용 조명설비

### 6.3.1 전반조명설비

- (1) 터널벽면 일측에 조가선 설치 및 조명기구 설치
- (2) 통로 통행 보안등으로 사용

### 6.3.2 국부조명설비

- (1) 굴착부 작업용 집중조명
- (2) 콘크리트라이닝 타설용 집중조명
- (3) 기타 작업 지원용 집중조명
- (4) 자립식 투광기로 제작 및 필요 광도에 이동 활용

## 6.4 공사용 동력설비

- (1) 환기, 배수 등 설비는 기계설비 계획에 따라 전력공급
- (2) 작업용 공구는 전등용 분전반에서 전력공급

## 해설참고 1. 철도시설의 기술기준(국토교통부)

계속적인 개정으로 인해 최신기준은 국토교통부 홈페이지에서 확인하여야 한다.

철도시설의 기술기준을 다음과 같이 개정한다.

### 철도시설의 기술기준

#### 제1장 총 칙

제1조(목적) 이 기준은 「철도안전법」 제25조제1항에 따라 철도시설의 기술기준에 관하여 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “건축한계”란 차량이 안전하게 운행될 수 있도록 궤도상에 설정한 일정한 공간을 말한다.
2. “경사갱”이란 본선 터널의 바닥면과 터널 외부의 지표면이 직접 연결되어 사람이나 차량이 이동할 수 있도록 수평 또는 일정한 경사도를 두고 설치된 터널을 말한다.
3. “고속철도”란 열차가 주요 구간을 시속 200킬로미터 이상으로 주행하는 철도로서 국토교통부장관이 그 노선을 지정·고시하는 철도를 말한다.
4. “광역철도”란 「대도시 광역교통관리에 관한 특별법」 제2조제2호나목에 따른 철도를 말한다.
5. “교차통로”란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 대피통로를 말한다.
  - 가. 두 개의 본선 터널이 병렬로 설치된 경우 그 사이의 연결통로
  - 나. 본선 터널의 선로가 복선인 경우 선로와 선로사이에 설치한 시설물을 통과할 수 있는 통로
  - 다. 본선터널과 본선터널 사이에 점검·보수를 위한 안전터널이 설치된 경우 본선터널과 안전터널을 연결하는 통로
6. “단선병렬터널”이란 두 개의 독립된 터널에 각각 한 개의 독립된 선로를 부설할 수 있는 터널을 말한다.
7. “대피로”란 열차의 화재 등 비상시에 승객 및 승무원이 신속히 대피할 수 있도록 본선 터널에 설치한 보도를 말한다.
8. “대피통로”란 열차의 화재 등 비상시에 승객 및 승무원이 본선 터널의 외부 등 안전한 곳으로 대피할 수 있도록 본선 터널의 출입구 외에 설치한 비상통로를 말한다.
9. “도시철도”란 「도시철도법」 제3조제1호에 따른 도시철도를 말한다.
10. “배전선로”란 변전소와 전기실 간 또는 전기실 상호간에 설치된 고압전선로 및 특별고압전선로와 이에 부속된 전기시설물을 말한다.
11. “복선터널”이란 한 개의 터널에 두개의 선로를 부설할 수 있는 터널을 말한다.
12. “본선”이란 열차의 운전에 상용되는 선로(정거장 내에 있는 대피선과 반복 운전선을 포함한다)를 말한다.



13. "본선터널"이란 본선에 설치되어 열차가 주행하는 터널을 말한다.
14. "비상탈출구"란 터널에서 지상외부로 나갈 수 있는 수직갱, 경사갱, 교차통로의 본선터널 쪽 입구를 말한다.
15. "선로시설"이란 철도차량을 운행하기 위한 궤도와 이를 받치는 노반, 교량 및 터널 등의 시설물을 말한다.
16. "수전선로"란 전력공급 사업자의 전기공급설비와 변전소 간을 연결하는 특별고압 전선로 및 이와 부속된 전기시설물을 말한다.
17. "안전성 분석"이란 철도시설이 가질 수 있는 위험을 식별하고 그 원인 및 영향을 분석하여 정량화한 결과를 설계 및 시공 등에 반영하여 철도사고의 발생 가능성을 최소화하는 기법을 말한다.
18. "방호스위치"란 비상사태가 발생할 경우 보수자의 조작으로 정지신호를 전송하여 열차를 정지시킬 수 있는 스위치를 말한다.
19. "안전측 동작"이란 장치 또는 설비가 동작 중 고장이나 장애가 발생하더라도 안전한 상태를 유지하는 것을 말한다.
20. "역 시설"이란 열차의 출발·도착과 여객 및 화물의 취급을 위하여 역에 설치한 승강장, 대합실, 이용편의시설, 역 광장 및 이를 연결하는 통로 등의 시설을 말한다.
21. "연동장치"란 신호기, 선로전환기 및 궤도회로 등의 장치를 기계적, 전기적 또는 소프트웨어적으로 서로 연동하게 하는 장치를 말한다.
22. "수직갱"이란 본선터널과 본선터널 외부의 지표면이 수직으로 관통하는 터널을 말한다.
23. "열차제어장치"란 열차자동정지장치(ATS, Automatic Train Stop), 열차자동제어장치(ATC, Automatic Train Control), 열차자동방호장치(ATP, Automatic Train Protection), 열차집중제어장치(CTC, Centralized Traffic Control) 및 신호원격제어장치(RC, Remote Control) 등으로 구성되는 장치를 말한다.
24. "열차확인거리"란 건널목 앞의 도로차량운전자 또는 보행자 등이 열차의 진입상황을 확인할 수 있는 시계확보거리로서 철도경계선(가장 바깥쪽 레일의 끝선을 말한다)과 도로 중심선의 교점으로부터 도로 중심선을 따라 5미터 되는 지점의 1.4미터 되는 높이에서 철도경계선으로부터 2미터 되는 높이를 아무런 장애 없이 볼 수 있는 최대거리를 말한다.
25. "유도장해"란 전철전력설비로부터 정전유도작용 및 전자유도작용으로 발생한 전자기파가 사람에게 위험을 주거나 다른 설비에 피해를 입히는 현상을 말한다.
26. "일반철도"란 고속철도와 「도시철도법」 제3조제1호에 따른 도시철도를 제외한 철도를 말한다.
27. "자동열차감시장치"란 전방 열차의 선로 조건을 후방 열차에 전송하여 전방 구간에 열차가 있는지를 감시하는 장치를 말한다.
28. "자동열차방호장치"란 전방 열차의 위치에 따라 후방 열차의 속도를 제어하는 장치를 말한다.
29. "전자기 잡음"이란 인접한 도체 간에 서로 영향을 미쳐 정상적인 동작을 방해하는 전기자기적인 유도를 말한다.
30. "전차선로"란 동력차에 전기에너지를 공급하기 위하여 선로를 따라 설치한 전선, 지

지물 및 이에 부속설비를 말한다.

31. "전철전력설비"란 열차 운행에 필요한 전원 공급 및 철도 관련 시설의 전원 공급에 필요한 설비를 말한다.
  32. "차단구역"이란 본선터널과 수직갱 또는 경사갱 사이의 차단된 지역을 말한다.
  33. "철도시설관리자"란 「철도안전법」 제2조제9호의 철도시설관리자를 말한다.
  34. "철도신호제어설비"란 열차 및 차량의 안전운행과 수송능력 향상을 목적으로 설치하는 신호기장치, 선로전환기장치, 궤도회로장치, 폐색장치, 연동장치, 건널목보안장치, 열차제어장치 등으로 구성되는 설비를 말한다.
  35. "철도정보통신설비"란 철도차량의 안전운행과 여객 편의 등을 목적으로 설치하는 통신선로설비, 전송설비, 역무용 통신설비, 열차무선설비, 역무자동화설비 및 건축통신설비 등으로 구성되는 시설을 말한다.
  36. "측선"이란 본선 외의 선로를 말한다.
- 제3조(적용범위) 이 기준은 철도시설관리자가 철도시설을 설치 또는 점검·보수 등 유지·관리하는 경우에 대하여 적용하며, 도시철도는 직류 1천 500볼트의 전원을 공급받는 중량전철(도시전철용 전동차)의 도시철도시설에 적용한다. 다만, 고속·일반·광역철도시설 건설기준은 「철도건설규칙」 및 「철도의 건설기준에 관한 규정」, 도시철도시설 건설기준은 「도시철도 건설규칙」을 따라야 하며, 이 기준보다 우선한다.

## 제2장 고속·일반·광역철도

### 제1절 철도시설의 안전성 분석

제4조(일반기준) ① 안전성 분석은 다음 각 호에 따라 실시하여야 한다.

1. 안전성 분석을 위한 자료를 충분히 조사하여 기술할 것
  2. 정량적인 방법으로 수행할 것. 다만, 객관적인 평가방법이 확립되어 있지 아니한 경우에는 기존의 자료 또는 사례를 이용하거나 정성적인 방법을 적용할 수 있다.
  3. 자료조사 및 안전성 분석은 가능한 한 최근에 확립된 방법 및 기술을 사용하여 실시하여야 하며 적용된 방법 및 기술과 인용된 자료 또는 가정은 그 출처를 명시할 것
- ② 철도운영자는 철도시설관리자가 안전성 분석을 원활히 수행하기 위하여 철도시설의 유지·보수 및 운영 등에 대한 지원을 요청하는 경우에 특별한 사유가 없는 한 이에 협조하여야 한다.

제5조(안전성 분석대상) ① 1킬로미터 이상의 본선 터널과 지하역 및 철도신호제어설비에 대하여 안전성 분석을 실시하여야 한다. 다만, 이미 안전성 분석을 시행한 철도시설과 규모가 같거나 환경 및 조건 등이 유사할 때에는 이를 생략할 수 있다.

- ② 제1항 단서조항에 따라 안전성 분석을 생략하는 경우에는 타당한 사유와 합리적인 근거를 명시하여야 한다.
- ③ 본선 터널의 길이가 15킬로미터 이상인 경우에는 이 기준의 방재요구조건이 미흡하다고 판단되면 해당 터널에 적합한 별도의 대책을 수립하여야 한다.
- ④ 다음 각 호의 터널은 별도의 대책을 수립하여야 한다.

1. 하저 및 해저의 터널



## 2. 화물열차 전용터널

- ⑤ 철도시설관리자는 터널 방재와 관련하여 이 기준에 정하지 아니한 사항은 별도로 세부사항을 정하여 시행하여야 한다.

제6조(안전성 분석 수행절차) ① 안전성 분석 절차는 다음 각 호에 따라 수행하여야 한다. 다만, 이 절차를 따르지 않는 경우에는 타당한 사유와 합리적인 근거를 명시하여야 한다.

1. 잠재위험확인 : 충돌·탈선 및 화재 등의 사고를 유발할 수 있는 잠재적인 위험을 식별하고 식별된 위험에 대하여 시나리오를 작성할 것
2. 사고발생 확률계산 : 시나리오의 단계별로 사건의 발생확률을 객관적으로 산정할 것
3. 사고영향분석 : 시나리오의 단계별로 사고결과에 따른 피해영향을 분석할 것
4. 안전성 분석 : 시나리오별 사고발생 확률과 피해정도를 산출하여 안전성을 정량적으로 평가할 것
5. 안전대책 수립 : 안전성 분석 결과에 따라 정한 안전수준에 부합하도록 안전대책을 수립할 것. 다만, 해당 안전수준을 만족하지 못할 경우에는 원인을 규명하고 요구수준에 부합하도록 안전대책을 수립할 것
6. 안전성분석 결과에 대한 검증 : 실시절계 준공 이전에 안전성 분석이 적합한 지에 대하여 철도운영자 등을 포함한 5인 이상의 해당 전문가에게 검증·확인을 받을 것

제7조(본선 터널의 안전성 분석 등) 본선 터널의 안전성 분석 및 안전대책 검증 시 다음 각 호의 사항을 고려하여 수행하여야 한다.

1. 안전대책을 수립할 때에는 철도객차의 화재규모를 10메가와트 이상 적용하여 승객 또는 승무원이 터널 외부로 안전하게 탈출할 수 있는 지 시뮬레이션을 수행하여 분석할 것
2. 안전대책에는 화재가 발생할 때에 승객 또는 승무원이 안전하게 대피하기 위하여 상황별 피난시나리오와 긴급구조에 관한 사항을 포함시킬 것
3. 터널에서 화물열차와 교행하는 노선일 경우에는 가장 많이 운행되는 화물열차 1량 이상의 화재규모를 반영시킬 것
4. 10킬로미터 이상의 터널에 제연설비 또는 배연설비를 설치할 때에는 터널의 축소모형을 이용한 모의화재실험을 실시하여 제1호의 시뮬레이션 결과를 보완시킬 것
5. 제연설비 또는 배연설비를 설치하여 터널이 준공된 후에는 제연설비 또는 배연설비에 대한 성능을 시험할 것
6. 터널의 환기성능 분석을 실시하고 필요한 경우 공기질 개선을 위하여 추가설비를 설치할 것

제8조(지하역의 안전성 분석 등) 지하역의 안전성 분석 및 안전대책 검증시에는 다음 각 호의 사항을 고려하여 수행하여야 한다.

1. 잠재위험을 확인하기 위한 시나리오를 작성할 경우에는 승강장 및 피난로에서의 위험사례를 작성하고 각 사례의 상호 연관성을 고려할 것
2. 안전성 분석을 수행하는 경우에는 철도차량의 운행조건과 승강장 안전시설과의 상호관련성 등을 종합적으로 분석할 것
3. 제7조에 따른 안전대책이 화재를 포함한 비상사태에서 승객과 승무원의 안전에 적절한 지를 검증하기 위한 피난인원을 산정할 때에는 열차 대피인원과 승차대기 인원을

가산하고, 피난 대상자별 최단거리에 위치한 출구로부터 안전한 위치까지 대피에 소요되는 피난 허용시간 등을 고려한 피난안전성 시뮬레이션을 수행할 것

제9조(철도신호제어설비의 안전성 분석 등) 철도신호제어설비의 안전성 분석 및 안전대책을 검증할 때에는 다음 각 호의 사항을 고려하여 수행하여야 한다.

1. 열차제어장치는 연동장치 등과 연계하여 정할 것
2. 전체시스템 요구사항을 바탕으로 설정하여 안전요구사항의 달성기준을 제시할 것
3. 안전성 분석을 수행할 경우에는 최소한 철도시설의 시스템운영, 환경조건, 적용조건 및 운영조건 등의 위험원을 도출할 것
4. 인적요인에 의하여 철도안전에 영향을 미칠 수 있는 위험원을 도출할 것
5. 철도신호제어설비를 구성하는 기본기능, 대상 장치의 내·외부 인터페이스, 운영시나리오 등을 대상으로 위험원을 도출할 것
6. 도출된 위험원의 원인분석 및 위험도(위험원으로 인한 사고의 심각도와 발생빈도의 조합을 말한다)를 통하여 철도신호제어설비의 안전성이 허용될 수 있는 안전수준으로 제어되고 있음을 정량적 수치 또는 판단논리로 입증할 것

제10조(안전성 분석 결과의 기록과 활용) ① 안전성 분석의 결과를 다음 각 호와 같이 기록·보존하여야 한다.

1. 철도시설의 사업개요, 시설내용, 부지사용, 주요특성, 법적사항 및 일정계획 등 시설의 전반적인 개요를 기술할 것
  2. 철도시설의 설치·운영시 고려사항, 설계특성 및 설계기준 등 철도시설 운영의 전반에 대하여 안전성을 검증·확인할 수 있도록 설계에 관한 제반내용을 상세하게 기술할 것
  3. 안전성 분석결과를 토대로 해당 철도시설의 운영 및 안전관리를 위해 적용되어야 할 핵심적인 기준과 해당 근거를 제시하고, 이를 철도시설의 안전대책 시행계획 수립시 반영할 것
  4. 안전성 분석에 활용한 참고자료 및 인용문헌 등을 기술할 것
- ② 철도시설관리자는 제1항에 따른 안전성 분석결과를 철도운영자에게 통보하여야 하고, 필요한 경우 이를 관계기관에 통보할 수 있다.

## 제2절 선로시설

### 제1관 선로

제11조(건축한계내의 안전) 건축한계는 다음 각 호의 사항을 고려하여 정하여야 한다.

1. 직선구간의 건축한계와 차량한계의 간격은 차량이 주행할 때 발생하는 동요 등을 고려하여 차량의 주행과 여객 및 승무원의 안전에 지장을 주지 않도록 정할 것
2. 전기기관차 또는 전차가 주행하는 경우 직선구간의 건축한계와 차량한계의 간격은 차량이 주행할 때 발생하는 동요 등을 고려하여 감전 및 화재가 발생하지 않도록 정할 것
3. 곡선구간의 건축한계는 캔트(철도차량이 곡선구간을 원활하게 운행할 수 있도록 안쪽 레일을 기준으로 바깥쪽 레일을 기준으로 바깥쪽 레일을 높게 부설하는 것을 말



한다)의 크기에 따른 차량의 기울기에 따라 제1호 및 제2호에 따른 건축한계보다 확대하여 정할 것

4. 건축한계 외부라 하더라도 건축한계 내로 무너질 우려가 있는 것을 두어서는 아니 된다.

제12조(탈선방지시설) ① 본선 선로의 곡선반경이 300미터 미만 또는 탈선위험이 있는 장소에는 가드레일 등을 설치하여야 한다.

② 선로의 종점에는 종점 표지를 하여야 하고, 열차가 탈선하거나 과속하는 경우에 위해를 미칠 우려가 있는 장소에는 열차의 속도, 선로의 경사 등을 고려하여 차막이 시설을 설치하여야 한다.

③ 단선구간 또는 2개 이상의 열차 또는 차량이 동시에 출발·진입하는 정거장 구내에 안전측선을 설치하여야 한다. 다만, 운전보안장치가 설치되어 있어 안전측선이 불필요한 경우에는 설치하지 아니할 수 있다.

④ 차량이 정해진 위치를 벗어나서 구르거나 열차정지 위치를 지나쳐 피해를 끼칠 위험이 있는 장소에 구름방지설비를 설치하여야 한다.

제13조(선로의 방호시설) ① 외부인이 선로에 진입할 우려가 있는 다음 각 호의 장소에는 울타리 등을 설치하여야 한다. 다만, 고속철도전용선 구간에 철도교량(이하 “교량”이라 한다), 터널 그 밖에 선로에 진입하는 것이 불가능한 장소에는 예외로 한다.

1. 궤도와 도로가 평면교차하거나 평행하는 곳 또는 근접한 구간에 통학로 및 놀이터가 설치되어 있는 장소
  2. 궤도가 인가 또는 공원과 놀이터 등 사람이 모이기 쉬운 곳과 가 가까이 밀접되어 있는 장소
  3. 도심지를 통과하는 철도 고가 하부에 위험물 등의 적치로 인하여 화재 발생 등의 우려되는 장소
  4. 야생동물 등이 선로에 진입할 우려가 있는 장소
  5. 그 밖에 과거에 사고가 발생하였던 곳 또는 주변지역의 청원 등으로 국토교통부장관이 특별히 필요하다고 인정하는 장소
- ② 제1항에 따라 울타리 등을 설치할 때에는 사람이 쉽게 선로를 진입할 수 없는 높이 및 구조로 하여야 한다.

제14조(선로의 안전시설) 고속철도 전용선 구간에 다음 각 호의 안전설비를 설치하여야 한다. 다만, 일반철도를 고속화하여 시간당 180킬로미터 이상으로 운행하는 선로 및 구간에도 해당 선로의 여건을 고려하여 필요한 안전설비를 설치할 수 있다.

1. 차축의 과열로 인한 탈선사고를 사전에 예방하기 위하여 주행하는 열차의 차축온도를 일정거리마다 측정하는 차축온도감지장치
2. 철도를 횡단하는 고가차도나 낙석 또는 토사붕괴가 우려되는 지역에 자동차나 낙석 등이 선로에 침범하는 것을 감지하는 지장물감지장치
3. 차량 차체의 하부 부속품이 차량에서 이탈되어 매달린 상태로 주행하는 경우 궤도 사이에 부설된 신호시설물이 파손되는 것을 방지하기 위한 끌림감지장치
4. 지진이 발생하였을 경우 지진규모에 따라 열차를 감속 운행하거나 운행을 중지시킬 수 있는 선로변 지진감시설비
5. 폭우·강풍·폭설 등 기상상태를 감지하여 기상이 악화된 경우에 열차를 감속 운행



하거나 운행을 중지시킬 수 있는 기상검지장치

6. 제설작업이 곤란한 지역에서 선로전환기를 작동할 수 있도록 눈을 녹여주는 분기기 히팅장치
7. 철도시설 보수자가 지정된 장소에서 선로를 횡단하는 경우 해당 장소에 열차가 접근하는 지 여부를 확인하여 주는 보수자 횡단장치
8. 본선 터널에서 작업자 또는 순회자의 안전을 위하여 본선터널에 접근하는 열차가 있는 지 여부를 확인하여 주는 터널경보장치
9. 레일 온도상승으로 레일이 늘어날 위험이 있는 개소에 설치하는 레일온도검지장치 등

제15조(선로의 대피시설) ① 선로에는 비상시 주행하는 열차로부터 유지·관리업무 수행자와 승객이 안전하게 대피할 수 있는 공간을 확보하여야 한다.

② 제1항에 따른 대피시설 보행로는 0.7미터 이상으로 하여야 한다.

제16조(선로의 진입로) 선로의 진입로는 사고발생시 신속한 구조를 위하여 교량 또는 터널의 출입구나 산악지역 등 외부에서 진입이 가능하도록 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다. 다만, 주변여건상 진입로 설치가 불필요하다고 판단될 경우에는 신속한 구조를 위한 별도의 계획을 수립할 수 있다.

1. 선로의 경계에는 잠금장치를 갖춘 출입구를 설치할 것
2. 선로의 출입구와 대피통로의 출구는 소방대 및 구조대의 접근이 가능하도록 할 것
3. 차량 통행이 가능할 것
4. 진입로는 방재구난지역이나 회차지역에서 끝나야 하며, 선로출입구에 최대한 근접할 것
5. 방재구난지역이 막다른 길과 이어질 경우에는 차량이 회전할 수 있도록 방재구난지역이 넓을 것
6. 도로변 진입로 입구에는 소방대 및 구조대가 선로의 출입구를 쉽게 찾을 수 있도록 이정표지판을 설치할 것

## 제2관 노 반

제17조(일반기준) 노반의 흙쌓기 및 땅깍기 구간은 열차를 안전하게 지지하는 동시에 부등침하가 발생하지 않아야 하며, 충분한 내구성과 안정성을 확보할 수 있도록 적절한 재료를 사용하여야 한다.

제18조(비탈면) ① 비탈면은 완만하게 시공하여야 하며, 선로에 토사, 낙석 및 유수 등이 유입되지 않도록 예방조치를 하여야 한다.

② 낙석 및 붕괴위험 지역에는 열차의 안전 확보를 위하여 지장물 검지장치와 낙석방지울타리 등을 설치하여야 한다.

③ 지장물검지장치는 다음 각 호의 지역에 설치하여야 한다.

1. 인접한 도로 또는 산에서 낙석 위험이 있는 지역
2. 고속철도 위로 횡단하는 교량이 있는 지역
3. 토사붕괴의 위험성이 높은 지역
4. 터널 입·출구 중 낙석이 우려되는 지역



제19조(침식방지) 흙쌓기 및 땅깍기 구간의 하단에는 강우 등으로 인한 침식을 방지할 수 있도록 조치를 취하여야 한다.

제20조(배수) 흙쌓기 및 땅깍기 구간은 배수가 원활하여야 하며, 물의 흐름을 방해하는 장애물이 없어야 한다.

제21조(옹벽) 옹벽은 장기적인 안정성이 확보되도록 설치하여야 하며, 경사가 급한 비탈면이 있는 옹벽에는 유지·관리 등을 위한 계단 및(또는) 난간 등을 설치하여야 한다.

제22조(접속구간) 노반의 흙쌓기 및 땅깍기 구간과 구조물이 접하는 구간은 노반 강성의 급격한 차이로 인하여 침하가 발생되지 않아야 한다.

제23조(지반) 시설물의 기초지반은 안전한 지지력을 확보하여야 한다.

제24조(수목관리) 선로 가까이에 있는 수목은 철도안전에 지장이 없도록 다음 각 호에 따라 관리하여야 한다.

1. 철도안전운행에 방해되지 않을 것
2. 철도시설물의 화재위험으로부터 보호될 것
3. 철도표지나 철도신호제어설비의 시야에 방해되지 않을 것
4. 철도시설관리자의 작업에 방해되지 않을 것
5. 전철전력설비, 철도신호제어설비 및 철도정보통신설비의 정상기능에 방해되지 않을 것

### 제3관 교 럡

제25조(일반기준) ① 교량은 열차가 안전하게 운행할 수 있도록 안전성 및 내구성을 갖추어야 한다.

② 교량은 홍수, 강풍 또는 지진 등의 자연재해로부터 안전하게 설치하여야 한다.

③ 도로 또는 하천을 가로지르는 교량은 도로 또는 하천을 이용하는 교통수단과 충돌하지 아니하도록 하부공간을 충분히 확보하여야 한다.

④ 하천을 가로지르는 교량의 교각과 교대에 대하여는 세굴에 대한 대책을 마련하여야 한다.

⑤ 교량은 철도시설관리자가 점검과 유지·관리업무를 쉽고 안전하게 수행할 수 있도록 설치하여야 한다.

제26조(교량의 안전시설) ① 철도시설관리자는 18미터 이상의 교량에서 열차가 탈선할 경우 피해를 최소화하기 위하여 가드레일 또는 방호벽 등의 안전시설을 설치하여야 한다.

② 자동차나 선박 등의 통행이 잦은 도로 또는 하천 위에 가설한 교량에는 자동차나 선박에 의한 충격을 방지할 수 있는 보호대 등을 설치하여야 한다.

③ 교량에는 점검 및 유지·관리시 추락을 방지할 수 있는 난간을 설치하여야 한다.

제27조(도로교량의 방호시설) ① 철도를 횡단 또는 인접한 도로교량의 난간 부분에는 방호울타리 등을 설치하여야 한다.

② 철도를 횡단하는 도로교량은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 난간부분에는 사람이 열차주행을 방해하는 물체를 선로에 던지거나 집어넣을 수 없는 구조의 안전막 등을 설치하여야 하며, 전차선 등의 전철전력설비로부터 사람이

안전거리 이내에 접근할 수 없도록 할 것

2. 도로교량의 난간은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에서 정한 기준을 충족하여야 하며, 도로교량의 시설물이 선로에 떨어지지 아니하도록 견고하게 설치할 것
- 제28조(교량의 대피시설) ① 교량에는 철도사고가 발생한 경우에 승객 및 승무원이 사고 열차 또는 주행하는 열차로부터 안전하게 대피할 수 있도록 교측보도, 계단(교량길이가 1킬로미터 이상인 경우에 한함) 등을 설치하여야 한다. 다만, 현장 여건 등으로 대피시설을 설치할 수 없는 경우에는 이에 준하는 안전대책을 마련하여야 한다.
- ② 교측보도는 작업원의 점검통로, 대피소, 작업 등의 목적으로 활용할 수 있도록 충분한 강성이 확보되어야 하며, 바닥에서부터 0.1미터 이상의 높이를 유지하는 발끝막이판을 설치하여야 한다.

#### 제4관 터널

- 제29조(일반기준) ① 터널은 열차가 안전하게 운행할 수 있도록 안전성 및 내구성을 갖추어야 한다.
- ② 터널에서 차량운행조건 및 기반시설 등에 대한 종합적인 안전성 분석을 하여 방재대책을 수립하여야 한다.
- ③ 터널의 기울기는 원활한 배수가 가능하도록 하여야 하고, 출입구, 환기구 및 비상탈출구 등으로 빗물이 유입되지 않아야 한다.
- 제30조(안전대책 시설물) ① 터널에서 화재 등의 안전사고를 예방하고 피해를 감소시키며, 대피·구조를 촉진하기 위한 안전대책 시설물을 설치하여야 한다.
- ② 터널의 시설물은 화재발생시 보호되어야 하고, 불연성 또는 난연성 재료를 사용하여야 한다.
- ③ 터널 입·출구 상부의 지장물이 선로로 떨어지지 않도록 방호시설을 설치하여야 한다.
- 제31조(분기기의 배치) ① 분기기 또는 선로를 제어하는 장치는 터널 또는 터널의 입구, 노반의 지지력이 서로 다른 구간에 설치하지 않아야 한다. 다만, 불가피하게 노반 지지력이 다른 구간에 분기기를 설치할 때에는 부등침하가 발생하지 않도록 별도의 보완조치를 취하여야 한다.
- ② 제1항에도 불구하고 불가피하게 터널 또는 터널 입구에 분기기를 설치할 때에는 터널의 폭을 넓히거나 대피시설을 설치하여야 한다.
- 제32조(본선 터널 및 교량의 출입구) ① 터널의 출입구 주위에는 열차의 안전운행을 위하여 외부인이나 동물 등의 출입을 통제할 수 있도록 표지판, 울타리 또는 자물쇠가 있는 출입문 등을 설치하여야 한다.
- ② 「통합방위법」 제21조제4항에 따라 국가중요시설로 지정된 본선 터널 또는 교량에는 실시간 감시할 수 있도록 원격감시장치를 설치하거나 감시요원을 배치하여야 한다.
- ③ 제2항에 따라 터널 또는 교량에 원격감시장치를 설치하거나 감시요원을 배치할 경우에는 다음 각 호와 같이 하여야 한다.
1. 본선 터널의 출입구 부분은 방호울타리와 비상진입용 대형 철책문을 4미터 이상의 폭으로 설치하여야 하며, 필요한 경우에는 자동감시장치를 설치할 것



2. 터널 또는 교량에 대한 원격 감시는 감시실 또는 인접 역에서 가능할 것
3. 일반도로와 연결된 비상진입용 대형 철책문에는 “비상출입” 표지판을 부착하여야 하고, 감시요원 또는 해당지역의 소방대에서 통제가 가능하여야 하며, 평상시에는 잠금 상태로 유지하여야 한다.
- ④ 본선 터널 출입구에 진입로를 설치할 경우에는 소방차량 등 긴급 구조차량이 쉽게 접근할 수 있어야 한다.

제33조(비상통신장비) ① 본선 터널에는 화재 등 비상사태가 발생한 경우에 응급구조를 요청할 수 있는 비상통신장비를 설치하여야 한다.

- ② 터널의 출입구, 대피통로의 내부 또는 대피로에 비상통신장비를 500미터 이내의 간격으로 설치하여야 한다.
- ③ 제1항에 따른 유선전화는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 쉽게 식별 및 사용할 수 있어야 하며, 안내표지판을 설치할 것
2. 관제실 또는 인근역 역무실과 직접 연결이 가능하여야 하며, 해당 지역 소방대와 통화가 가능하도록 구축할 것

- ④ 제1항에 따른 무선전화 또는 휴대폰은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 기관사, 승무원, 관제실 및 인근 현장역 등의 종사자 및 소방대원 간에 의사통화를 할 수 있을 것
2. 터널에 휴대폰 이용에 필요한 시스템을 이동통신사업자가 구축할 수 있도록 지원할 것

제34조(방호스위치) ① 고속철도 전용선에는 터널에서 비상사태가 발생할 경우 정지신호를 전송하여 열차를 정지시킬 수 있는 방호스위치를 설치하여야 한다.

- ② 제1항에 따른 방호스witch는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 궤도회로 경계지점 부근에 방호스위치를 식별할 수 있는 안내표지판을 부착하여 설치할 것.
2. 궤도회로 경계구간이 없는 짧은 터널의 경우에는 가까운 궤도회로 경계구간의 방호스위치를 활용할 것

제35조(터널 표지 등) ① 본선 터널에는 비상전화기의 위치, 대피통로의 위치를 나타내는 표지를 설치하여야 한다.

- ② 제1항에 따른 표지는 주·야간에 식별이 가능하도록 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조에 따라 소방방재청이 고시하는 화재안전기준에 적합한 축광방식 표지 또는 전원 공급이 중단되지 아니하는 표시등으로 하여야 한다.

- ③ 피난설비인 유도등 및 유도표지에 대하여는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

1. 조도는 「유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303)」에 적합할 것
2. 외부 전원공급이 차단될 때에는 60분 이상 자체적으로 전원을 공급할 수 있는 축전지가 내장되어 있을 것

- ④ 축광방식의 표지는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

1. 200럭스 밝기의 광원으로 20분간 조사(照射)한 상태에서 다시 주위 조도를 0럭스로 하여 60분간 발광시킨 후 직선거리 10미터 떨어진 곳에서 위치 표지를 식별할 수 있어야 하며 그 때의 휘도는 제곱미터당 7밀리 칸델라 이상일 것
2. 산소지수는 26 이상의 난연성 재료로 표면의 내마모, 내오염, 미끄럼방지가 될 수 있

는 제품일 것

3. 화재가 발생한 경우 인체에 유해한 유독가스의 발생이 현저히 적을 것
4. 축광을 위한 충분한 밝기의 광원이 없을 경우에는 적절한 형태의 전원공급이 이루어질 것

⑤ 탈출구 표지는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

1. 탈출구 표시를 하고 양쪽 방향에서 가장 가까운 터널입구 또는 비상 탈출구까지의 거리를 명시할 것
2. 높이는 지면에서 1미터 이하이어야 하며, 설치 간격은 터널 입·출구 300미터에서부터 단선터널일 경우 대피로 방향의 벽에 100미터 이하, 복선터널일 경우 양쪽 벽에 지그재그로 50미터 이하의 간격으로 설치할 것
3. 백색바탕에 녹색문자로 표시하여야 하며, 부착물 등에 의해 가려지지 아니할 것
4. 대피통로 접속부에 설치되어 있는 표지는 접속부의 위치를 쉽게 확인할 수 있도록 녹색바탕에 백색문자로 표시하여야 하고, 대피자가 쉽게 인식할 수 있는 높이에 설치할 것

⑥ 각종 표지는 운행열차의 진동이나 풍압에 의해 탈락되지 않도록 견고하게 설치하여야 하며, 항상 쉽게 식별할 수 있도록 유지할 것

제36조(터널구조물 보호) 터널구조물을 보호하기 위하여 다음 각 호를 고려하여 수행하여야 한다.

1. 터널구조는 화재가 발생하였을 때 하중 지지력이 손상되지 않아야 하고 터널구조의 재료는 연기발생 및 인화가 최소화되도록 할 것
2. 터널 라이닝은 불에 잘 타지 않는 재료를 사용하여야 하며, 불연성 재료 및 연기 발생에 관한 특성이 검증된 자료를 사용할 것
3. 화재가 발생하였을 때에는 추가적인 부하로 터널이 붕괴될 수 있으므로 인명피해를 막기 위해 사전에 붕괴 위험여부를 검토하여 사고를 방지할 것

제37조(전기시설물 보호) 전기시설물은 다음 각 호의 사항을 고려하여 설치하여야 한다.

1. 고압 이상의 전기회로에서 화재 등으로 손상될 우려가 있는 개소에는 불에 타지 않거나 잘 타지 아니하는 재료를 사용할 것
2. 전선 및 케이블 피복은 불에 타지 않거나 잘 타지 아니하는 재료를 사용할 것
3. 터널의 비상조명등 및 통신시스템의 전력은 이중화 전원계통에서 전원을 공급할 것. 다만, 이중화 전원계통 확보가 곤란한 단선철도 등에서는 무정전 전원장치 또는 축전지 등의 적절한 설비를 갖추어 것
4. 탈선이나 건설작업으로부터 케이블이 물리적으로 보호될 수 있도록 케이블 위치를 최적화할 것
5. 독성연기 방지에 적합한 재료를 사용할 것

제38조(방재를 위한 터널의 형태) ① 복선터널 및 단선 병렬터널을 계획하는 경우에는 화재가 발생하였을 때 구조 활동이 가능하도록 하여야 한다.

② 단선 병렬터널은 화재가 발생하였을 때 한쪽 터널갱구를 통하여 외부로 배출되는 연기가 바로 인접한 다른 쪽 터널갱구 안으로 옮겨가는 현상이 최소화될 수 있도록 하여야 한다.

제39조(소화기) 터널에 소화기는 다음 각 호와 같이 비치하여야 한다.



1. 화재가 발생하였을 때 신속히 초동조치를 할 수 있도록 기자재 저장장소에 소화기를 비치할 것
2. 제1호에 따른 소화기는 ABC분말 소형 소화기(약제중량의 합이 18킬로그램 이상) 또는 상응하는 성능의 소화기 또는 청정소화약제소화기를 안내표지판과 함께 소화기함에 비치하여야 하며, 바닥이나 벽체에 견고하게 부착할 것
3. 소화기의 중량은 쉽게 사용하고 운반할 수 있도록 7킬로그램 이하일 것
4. 화재가 발생한 경우에는 소화기함에서 쉽게 꺼낼 수 있는 구조이어야 하며, 소화기함이 대피로의 승객탈출 공간을 침해하지 아니할 것

제40조(방연문 등) 안전성 분석결과에 따라 방연문, 방연셔터 및 방연용 워터커튼 등을 설치할 때에는 다음 각 호를 고려하여야 한다.

1. 방연문은 화재발생시 차단구역 내부에 연기가 침투되지 않도록 할 것
2. 방연문의 개폐작용은 자동개폐형 장치에 의해 운영되어야 하고, 대피승객이 통과할 때 쉽게 열리고 통과 후에는 자동으로 닫히는 구조일 것
3. 방연셔터는 연기차단 벽으로서 주로 경사갱 등에 화재와 같은 비상사태가 발생하는 경우에 자동차 등 차량이 쉽게 통과하고 연기침투를 방지할 목적으로 설치하는 것이며 평상시에는 개방된 형태의 기동식 셔터를 말함
4. 방연셔터 대신에 방연용 워터커튼을 사용할 수 있을 것. 이 경우에는 연기차단성능 및 누전문제 등에 대하여 별도로 검토할 것
5. 방연문, 방연셔터 및 방연용 워터커튼에 사용되는 재료는 불연재료 내화성능을 보유하여야 하며 이음부나 접합틈새로 연기가 새지 아니하도록 기밀성을 갖는 구조일 것
6. 방연셔터가 설치되는 비상통로에는 출입문(방연문)을 설치하여 차량의 통과와는 별개로 대피자가 용이하게 통과할 수 있는 구조일 것
7. 방연문, 방연셔터 및 방연용 워터커튼 등의 설비는 열차가 정상 운행할 때 발생하는 풍압에 의한 구조적 안전성을 확보할 것

제41조(화재감지기) 안정성 분석결과에 따라 화재감지기가 필요한 경우에는 다음 각 호와 같이 설치하여야 한다.

1. 화재감지기는 화재발생 초기에 열이나 연기, 불꽃 또는 연소생성물 등을 감지하여 철도운영자에게 자동으로 통보하는 기능을 갖출 것
2. 화재감지기는 온도·습도·먼지·열차바람 및 디젤기관차 주행으로 발생하는 열 및 연소생성물 등에 오동작하지 않을 것
3. 화재감지기가 연동되어 있는 방연셔터에는 감지기 오동작 여부를 확인할 수 있는 영상감시장치를 설치할 것
4. 화재감지기의 종류와 설치방법 등에 대하여 본 기준에 규정되지 않은 사항은 「자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203)」을 준용하되 터널의 현장여건 등을 고려하여야 하고, 감지기는 감지범위 및 감지능력이 적합할 것

제42조(제연·배연설비) ① 본선 터널에 대한 안전성 분석결과에 따라 제연·배연설비가 필요한 경우에는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 제연설비는 화재가 발생한 경우에 유독가스가 진입지역으로 급격히 확산되지 않도록 제어될 것
2. 배연설비는 화재가 발생한 경우에 유독가스의 배출방향·속도 등을 제어하여 유독가

스가 밖으로 배출시킬 수 있을 것

3. 본선 터널 바닥면과 연결되어 있는 환기구를 대피통로로 사용하는 경우 배연설비는 비상시 승객 및 승무원이 신속히 대피할 수 있는 구조로 설치할 것
4. 배연설비의 전원은 서로 다른 두 개의 회로에서 공급되어야 하고, 역회전이 가능한 송풍기를 2대 이상 분할하여 설치할 것
5. 환기 및 제연·배연 기능이 겸용인 설비는 비상시 충분한 기능을 발휘할 수 있도록 할 것
6. 제연·배연설비는 열차가 정상 운행할 경우 열차풍압에 의한 구조적 안전성 및 성능을 확보할 것
7. 제연·배연설비 중에서 전동기, 배풍기, 배출풍도 및 배풍막(배풍기와 배출풍도를 연결하는 막을 말한다)과 관련 부품, 동력전달기구 등은 섭씨 250도에서 1시간 이상 정상적으로 기능을 유지할 것. 다만, 배풍기와 분리 설치되어 배출가스의 영향을 받지 않는 전동기는 그러하지 아니하다.

② 본선 터널 바닥과 연결되어 있는 환기구를 대피통로로 사용하는 경우에는 내화구조물로 구획되어야 하며, 배연설비는 비상시 승객 및 승무원 등이 신속히 대피할 수 있는 구조로 설치하여야 한다.

제43조(대피통로 접속부의 안전기준) ① 본선 터널과 대피통로가 접속되어 있는 부분(이하 “접속부”라 한다)에는 승객 및 승무원이 쉽게 진입할 수 있어야 하고, 유독가스가 스며드는 것을 방지할 수 있도록 제연설비 등을 설치하여야 한다.

② 병렬터널에서 터널 사이를 연결하는 교차통로가 있는 경우에는 제연설비 또는 방화문은 두 터널 사이의 통로를 통하여 연기가 한쪽 터널에서 다른 쪽으로 옮겨가는 현상이 최소화 될 수 있도록 하여야 한다.

③ 본선 터널과 수직갱 및 100미터 이상의 경사갱 사이에는 다음 각 호에 따라 차단구역 설치하여야 한다.

1. 본선 터널로 이어지는 문 및 차단구역과 경사갱 또는 수직갱 사이에 있는 문은 연기를 차단할 수 있는 방화문이어야 할 것
2. 차단구역의 출구는 최소한 대피통로 입구와 같은 폭을 가져야 하며, 문짝의 폭은 1미터 이상일 것
3. 차단구역의 바닥 폭 및 대기인원을 고려하여 정하고, 길이는 12미터 이상으로 할 것
4. 접속부의 차단구역에 설치된 제연설비는 방화문을 열었을 때 연기가 차단구역으로 확산되는 현상을 최소화할 수 있는 구조일 것
5. 차단구역에 제연설비를 설치하는 경우에는 열차운행에 따른 공기압력 조절댐퍼 설치가 가능할 것

④ 대피통로의 본선 접속부는 차량이 대피통로 접속부에 정지하는 경우에도 대피가 원활하게 이루어 질 수 있도록 폭을 넓힐 것

⑤ 대피통로의 접속부는 화재열차가 접속부에 정지하는 경우에도 승객과 승무원이 안전하게 대피할 수 있는 구조로 할 것

제44조(대피로) ① 비상시 승객 및 승무원이 도보로 신속히 본선 터널의 양쪽 출입구 또는 대피통로의 입구로 이동할 수 있도록 대피로를 설치하여야 한다.

② 대피로는 본선 터널 바닥면의 궤도를 제외한 부분에 설치하되 단선 터널은 한쪽 벽



에 설치하여야 하고, 복선 터널은 양쪽 벽에 설치하여야 한다.

③ 대피로의 바닥은 견고한 재질을 사용하여야 하며, 바닥에는 승객이 대피하는 데 지장을 주는 장애물 등은 없어야 한다.

④ 대피로의 폭은 0.7미터 이상, 높이는 2.1미터 이상 확보하여야 하며, 대피로 공간에는 그 밖의 시설물이 침범할 수 없도록 하여야 한다.

제45조(안전손잡이) 안전손잡이는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 대피로의 측벽에는 승객 및 승무원의 안전한 대피를 위하여 대피로 바닥면에서 1.2미터 이내의 높이에 설치할 것
2. 승객 및 승무원이 비상시 안전손잡이를 잡고 대피할 때 아무런 장애를 받지 않을 것
3. 재질은 내부식성이 크고, 열전도율이 낮을 것
4. 이용자의 안전을 위하여 접지를 할 것

제46조(대피통로) 터널의 화재발생에 대한 안전성 분석결과에 따라 대피통로가 필요한 경우에는 다음 각 호를 고려하여 설치하여야 한다.

1. 안전성 분석을 통하여 대피통로 간격의 적정성을 검증할 것
2. 대피통로에는 화재가 발생한 경우에 승객 및 승무원이 연기 등 유독가스에 질식하지 않도록 차단시설을 설치할 것
3. 수직갱의 대피통로에는 본선 터널의 수평연결구(터널 벽의 움푹 파인 곳으로 대피로와 연결된 곳을 말한다)에서 승객 및 승무원이 지표면으로 직접 탈출할 수 있을 것
3. 둘 이상의 독립된 본선 터널을 병렬로 건설하는 경우에는 교차통로가 대피통로로 사용되도록 하고, 하나의 본선 터널에 둘 이상의 선로가 있는 터널을 건설하는 경우에는 수직갱 또는 경사갱이 대피통로로 사용되도록 할 것
4. 경사갱은 소방차량 등의 긴급구조차량이 본선 터널로 진입 및 회차가 가능하도록 충분한 공간을 확보할 것
5. 제연 또는 배연 통로로만 사용되는 수직갱 및 경사갱이 지표면과 가까운 곳에 위치할 경우에는 승객탈출용 대피통로로 겸용할 수 있을 것
6. 본선 터널과 접히는 대피통로 입구에는 비상사태가 발생하는 경우를 대비하여 식별하기 쉽도록 표지판 등을 설치할 것
7. 대피통로 출구부에는 비인가자의 출입을 제한하는 개폐장치가 있는 문을 설치하되 내부의 승객이 외부로 용이하게 열 수 있는 구조일 것

제47조(수직갱) 수직갱은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다. 다만, 지형여건상 설치하기가 곤란한 경우에는 이에 준하는 대체 안전시설을 설치하여야 한다.

1. 내부에는 승객이 이용할 수 있는 계단과 안전난간을 설치하여 화염으로부터 보호될 수 있는 구조일 것
2. 수직갱의 높이가 30미터 이상인 경우에는 계단 이외에 엘리베이터 또는 계단 중간에 추가적인 안전공간을 설치할 것
3. 계단의 폭은 1.2미터 이상, 엘리베이터의 면적은 2.5제곱미터 이상으로 할 것
4. 터널에는 적절한 조명시설 및 통신수단을 갖출 것
5. 수직갱의 대피통로에 설치하는 방화문은 30분 이상 화염에 견딜 수 있는 성능을 확보할 것
6. 방화문은 비상시에 본선 터널에서 용이하게 열수 있는 구조로서 경보시설로 감시되



어야 하고, 평상시에 수직터널 쪽에서 방화문을 열려는 경우 인가자를 제외한 자가 출입할 수 없는 구조일 것

제48조(경사갱) 경사갱은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다. 다만, 지형 여건상 설치하기가 곤란한 경우에는 이에 준하는 대체 안전시설을 설치하여야 한다.

1. 경사갱의 폭 및 높이는 2.25미터 이상을 원칙으로 할 것
2. 경사갱이 바로 지상 출구로 이어지지 않고 수직갱으로 이어질 경우에는 경사갱의 길이는 150미터 이하를 원칙으로 할 것
3. 경사갱의 길이가 300미터 이상인 경우에 접속부는 소방차량 등의 긴급구조차량이 회전할 수 있도록 공간이 확보되어야 하며, 이 경우 250미터 간격마다 차량이 교차 통행할 수 있도록 공간을 확보할 것
4. 경사갱이 대피와 배연기능을 겸용으로 사용할 때에는 배연통로의 연기가 대피로에 침투하지 못하도록 할 것
5. 경사갱의 경사도와 길이는 승객대피와 도로용 차량의 이동이 용이하도록 할 것
6. 승객들의 대피가 용이하도록 조명시설 및 통신수단과 100미터 간격으로 출구까지의 거리표지판을 설치할 것
7. 경사갱의 대피통로에 설치하는 방화문은 수직갱의 방화문을 준용할 것

제49조(교차통로) 교차통로는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 폭 및 높이는 2.25미터 이상일 것
2. 안전대피 장소로 연기가 확산되는 것을 방지하는 구조일 것
3. 비상조명등을 설치할 것
4. 대피통로 출구에는 소방대 및 구조대가 접근할 수 있도록 진입로를 확보할 것

제50조(비상조명등) 비상조명등은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 단선터널은 대피로가 설치된 벽, 복선터널은 양쪽 벽에 20미터 이내의 간격으로 설치할 것
2. 대피로 바닥의 조도가 1럭스 이상의 밝기를 유지하도록 설치할 것

제51조(단전 및 접지기구 설치) ① 전차선로 계통은 비상시에 구간별로 단전할 수 있게 설치하여야 하며, 터널 길이가 1킬로미터 이상인 터널에는 입·출구에 접지걸이를 비치하여 안전을 확보하여야 한다.

② 단전과 접지장소에는 통신수단과 조명이 확보되어야 하며, 단전작업은 작업절차와 책임소재가 명확하여야 한다.

제52조(터널 출입구의 진입로) 터널 출입구에 진입로는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 소방대 및 구조대가 접근할 수 있을 것
2. 폭은 4미터 이상이어야 하며, 최대 150미터 이내의 간격으로 차량이 교차할 수 있는 공간을 마련할 것
3. 바닥은 견고하여야 하며, 차선은 분리할 것
4. 구조·소방차량 등이 정차하고 회전할 수 있는 지역(이하 “방재구난지역”이라 한다)이나 회차지역에서 끝나게 하여야 하며, 터널 출입구에 최대한 근접할 것
5. 도로변 진입로 입구에는 소방대 및 구조대가 터널을 쉽게 찾을 수 있도록 이정표지판을 설치할 것



제53조(방재구난지역) 진입로에는 다음 각 호에 따라 방재구난지역을 확보하여야 한다.

1. 터널 출입구 및 대피통로 출구까지는 방재구난지역을 통해 진입이 가능할 것
2. 방재구난지역은 가급적 터널 출입구 및 대피통로 출구에 가깝게 위치하여야 하며 지형 여건상 부득이한 경우에는 최대 200미터 이내에 설치할 것
3. 방재구난지역의 면적은 400제곱미터 이상이어야 하며 컨테이너 등의 다른 시설물을 설치하지 아니할 것
4. 방재구난지역은 가능한 선로높이와 비슷한 높이로 설치할 것
5. 지형여건상 진입로 및 방재구난지역을 설치하기가 곤란한 경우에는 터널 입·출구부 인근에 「항공법」에 따라 헬기장을 설치할 것
6. 방재구난지역은 야간 구조 활동을 위하여 조명설비를 설치하여야 하며, 구조활동에 필요한 그 밖에 다른 장치가 필요한 경우에는 별도로 설치할 것
7. 단선 병렬터널은 구조용 차량이 터널 갱구 앞을 통과할 수 있도록 출입구 근처 바깥쪽에 구획을 정리할 것
8. 터널 출입구와 대피통로 출구의 방재구난지역 지면이 궤도높이와 표고차가 발생할 경우에는 현장여건을 고려하여 대피 및 구조가 가능하도록 할 것

제54조(연결송수관설비) 안전성 분석결과 본선 터널에 연결송수관설비가 필요한 경우에는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 소방용수의 공급은 본선 터널의 출구와 입구를 연속으로 연결하는 연결송수관으로 습식 또는 건식으로 하며, 건식으로 할 경우 30분 이내 충수할 수 있는 구조로 할 것
2. 연결송수관은 저수지, 터널 근처의 소화수조 또는 그 밖의 용수공급원으로부터 물을 공급할 수 있어야 하며 겨울철 및 건조기에도 소화용수 공급이 가능할 것
3. 송수구는 사용자가 식별하기 용이한 곳에 “연결송수관설비 송수구”라고 표시한 표지를 설치할 것
4. 소화수조는 내식성과 동결방지 장치를 확보하고 용량은 터널에 설치되어 있는 건식 배관을 채우고 유효수량이 100제곱미터 이상이어야 하며 터널 출구 또는 대피통로 접속부 인근에 설치할 것
5. 배관은 선호 한쪽 측면에 설치하여 유지·관리하기 쉽게 배치할 것
6. 방수구는 가까운 곳에 보기 쉽게 “연결송수관설비 방수구” 표지판을 설치할 것
7. 연결송수관설비 표지판은 발광식 또는 축광식으로 설치하여야 하며 설치기준은 「유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303)」에 적합할 것
8. 연결송수관설비의 배관은 구역별로 분리하여 안전한 위치에 설치할 것
9. 연결송수관이 연속적으로 설치된 경우에는 50미터 간격으로 방수구를 설치하고, 소방용수가 대피통로를 통해서만 공급되는 경우에는 본선 터널의 대피통로 입구에 방수구를 설치할 것
10. 연결송수관 배관은 압력배관용 아연도금 강관 또는 동등 이상의 재질로 하여야 하며, 관경은 150밀리미터 이상으로 할 것
11. 방수구는 개폐 가능하여야 하고, 방수구의 호스 접결구는 바닥으로부터 0.5미터 이상 1미터의 위치에 직경 65밀리미터로 설치하여야 하며, 소방대 호스와 연결 가능할 것

12. 방수기구함은 방수구와 동일한 위치에 설치하여야 하며, 방수기구함에는 구경 65밀리미터, 길이 15미터의 호스와 방사형 관창 1개를 비치하되 호스는 방수구와 연결하였을 때 그 방수구가 담당하는 구역을 충분히 소화할 수 있도록 4개의 호스를 비치할 것
  13. 방수기구함에는 “방수기구함”이라고 표시된 표지를 할 것
  14. 가압송수장치의 펌프 토출량은 1분당 2,400리터 이상일 것
  15. 가압송수장치의 펌프 양정은 배관계통에서 압력이 최소인 방수구(가압송수장치로부터 가장 멀리 떨어진 방수구 또는 구배상 가장 높은 위치의 방수구를 말한다)의 노즐 선단 압력이 0.343메가파스칼 이상이 될 것
  16. 가압송수장치는 방수구가 개방될 때 자동으로 기동되거나 수동스위치를 조작하여 기동되도록 할 것. 이 경우 수동스위치는 2개 이상 설치하여야 하고, 그 중 1개는 송수구 주변에 강판으로 수납하여 설치할 것
  17. 연결송수관 설비에 의한 소화 작업은 소방활동을 전문적으로 수행할 수 있는 전문 소방대가 수행하는 시스템으로 구축하여야 하며, 소방용수의 공급은 연 1회 이상 정기적으로 점검할 것
  18. 연결송수관 설비는 평상시에 터널 살수용으로 활용할 수 있으며, 사용 후 즉시 소화용수를 보충할 것
- 제55조(비상콘센트설비) 비상콘센트설비는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.
1. 터널의 비상콘센트설비는 복선터널은 양측 250미터, 단선터널은 편측 125미터 간격으로 설치할 것
  2. 터널의 전기공급시스템은 비상구조 활동에 적합할 것
  3. 전선과 플러그는 사고가 발생한 경우에 파손되지 아니하도록 계획되어야 하며, 열과 물로부터 보호될 것
  4. 비상콘센트는 전용 배전선로의 이중화 전원계통에서 전원을 공급하여야 하며, 접속은 일반적으로 사용하는 방식을 적용할 것
  5. 노출된 전선의 길이는 안전상의 이유로 제한되어야 하며, 정기적으로 점검을 실시할 것
  6. 비상콘센트설비의 전원회로는 단상 교류220볼트로서 용량은 1.5킬로바(KVA) 이상일 것.
  7. 비상콘센트설비는 접지를 시킬 것

### 제3절 역시설

- 제56조(일반기준) ① 역 선로의 종점에 궤도가 있는 경우에는 열차를 안전하게 정지시키고 승객과 승강장 시설을 열차의 과주행으로 인한 피해로부터 보호할 수 있어야 한다.
- ② 승강장에는 선로 및 선로 인접부근의 활동사항과 관련하여 비상상황을 제어할 수 있는 시설을 마련하여야 한다.
- ③ 승강장과 대합실을 포함한 역사 내에는 비상상황 발생시 승객이 안전하게 대피할 수 있도록 대책을 마련하여야 한다.
- ④ 역 시설에는 시각 또는 청각장애인이 정보를 이용할 수 있는 안내표지 또는 안내설



비를 설치하여야 한다.

- ⑤ 본 기준에서 정하지 않은 시설은 「교통약자 이용편의 증진법」에서 정한 바에 따라 설치하여야 한다.

제57조(승강장) 승강장은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 전동차가 운행되는 승강장에는 승객의 안전사고를 방지하기 위하여 안전펜스 또는 스크린도어를 설치할 것
2. 본선 터널의 출구부분, 철도교량의 양끝부분 또는 외부인의 무단침입으로 철도사고의 발생 가능성이 있는 선로 등의 철도시설에는 진입통제시설을 설치하거나 위험을 알리는 표시를 하여야 하며 필요한 경우 승강장의 시점·종점 끝단에 1.5미터 높이의 방벽을 설치할 것
3. 승강장의 시점·종점 끝단에는 승객의 안전확보를 위하여 비상시 이용할 수 있는 0.9미터 이상의 통로 및 계단을 설치하여야 하고, 평상시 선로접근을 방지할 수 있는 개폐시설을 설치할 것
4. 승강장은 노대로부터 안전거리를 확보할 수 있는 경계표시를 하여야 하며, 무정차 통과 열차운행시 열차속도에 따른 추가 경계선 및 안내표시를 할 것
5. 승강장 노대에는 미끄럼 방지용 마감재를 사용하여야 하며, 시각장애인이 승강장 가장자리를 감지할 수 있도록 점자블록을 설치할 것
6. 승강장에 접한 선로에는 비상시 대피를 위하여 고상 승강장 아래에 적절한 크기의 여유 공간을 마련할 것
7. 전동차와 승강장 가장자리의 간격이 0.1미터가 넘는 부분에는 안전발판 등 승객의 실족을 방지하는 설비를 설치할 것

제58조(대합실) 대합실은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 일반 통행인과 여객 동선과는 분리할 것
2. 여객 동선을 고려하여 구조물, 매표소, 집표·개표구 등을 배치할 것
3. 장애인 및 노약자의 이용에 지장을 주는 지장물은 제거할 것
4. 여객에게 유용한 정보를 제공할 수 있는 안내표지 또는 안내설비를 설치할 것
5. 대합실에 설치되는 계단 및 경사로는 혼잡상황을 고려하여 충분한 너비를 확보하여야 하며 이동에 방해되는 장애물은 제거할 것
6. 유도점자블록은 장애인이 각 장소로 쉽게 이동할 수 있도록 연속성 있게 설치할 것
7. 안내표지의 내용은 쉽게 이해할 수 있어야 하며, 모든 환경에서 명확히 인지할 수 있을 것
8. 안내표지는 정보를 찾는 승객들이 다른 승객들의 이동 흐름을 방해하지 않도록 설치할 것
9. 역 이름이 포함된 안내판은 조명시설을 갖추어 야간에도 명확히 알아 볼 수 있을 것
10. 역사 및 승강장 내에서 공지방송 및 안내방송을 명확히 청취할 수 있도록 방송설비를 설치할 것
11. 장애인용 집표구·개표구를 최소 1개 이상 설치하여야 하며 집표구·개표구와 전면 계단은 충분히 이격될 것

제59조(역 광장) 역 광장은 역사 내로 여객이 안전하고 편리하게 출입할 수 있어야 하며, 비상시 긴급차량이 신속하고 안전하게 접근할 수 있어야 한다.

- 제60조(피난로 및 피난설비) ① 피난로 및 피난설비는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.
1. 비상시 역 및 승강장에서 안전한 구역으로 피난할 수 있는 통로, 출입구, 계단 등을 확보할 것
  2. 승강장에서 터널로 통하는 진입로의 경우, 비상시 쉽게 대피할 수 있도록 적정한 폭을 확보하고 안전시설을 설치할 것
  3. 비상시 역 및 승강장에서 안전한 피난을 위해 유도등, 비상조명등 등과 같은 적절한 피난설비를 설치할 것
- ② 역시설 내 비상상황이 발생할 경우 승객이 안전하게 피난할 수 있는 피난로를 다음 각 호와 같이 확보하여야 한다.
1. 피난경로는 단순 명쾌하며 2방향 이상 피난로를 확보할 수 있는 구조
  2. 출입구의 자동폐쇄장치 및 제연설비가 갖추어진 안전구획 공간
  3. 피난계단은 전실형태의 구조
  4. 피난로는 방화 및 방연성능을 확보
- ③ 지하 3층 이하의 승강장에는 승강장과 지상을 계단으로 직접 연결하는 별도의 특별 피난 계단을 설치하여야 한다.
- ④ 출입구는 비상시 이용될 수 있도록 안전지대로 연결하여야 하고, 화재와 연기로부터 보호되어야 한다.
- ⑤ 비상상황이 발생할 경우 승객이 안전하게 피난할 수 있도록 유도등, 비상조명등을 설치하여야 한다.
- ⑥ 제5항에 따른 유도등은 승강장·대합실·통로·계단 등에는 평상시에도 항상 점등되어야 하고, 비상상황 발생시 60분 이상 계속 점등되어야 한다.
- ⑦ 유도등 및 비상조명등의 세부 설치기준은 유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303) 및 비상조명등의 화재안전기준(NFSC)에서 정한 바에 따라 설치하여야 한다.
- ⑧ 역시설에는 화재, 사고 등 비상 대피를 할 경우 고객이 휴대할 수 있는 휴대용 비상조명등을 설치하되 어둠속에서 위치확인이 가능하여야 하며, 건전지는 20분 이상 유지할 수 있는 용량을 사용하여야 한다.
- ⑨ 모든 지하역사에는 층별로 2개 이상의 인명구조용 공기호흡기를 설치하여야 한다.
- 제61조(내화구조 및 불연재료) ① 승강장을 포함한 역사 내의 주요 구조부는 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제3조에 따른 내화구조로 하여야 한다.
- ② 승강장을 포함한 역사 내 구조물의 마감재는 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제6조에 따른 불연재료를 사용하여야 한다.
- 제62조(소방시설) ① 역 및 승강장 내에 설치하는 화재경보설비는 원활히 작동될 수 있도록 유지·관리되어야 하며, 모든 경보장치는 작동과 동시에 각 역 또는 관제실에 전송되어야 한다.
- ② 역 및 승강장의 제연설비는 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따라 설치하되 화재가 발생할 경우에 승객의 질식에 의한 사고를 방지하고 승객이 안전하게 대피할 수 있도록 하여야 한다.
- 제63조(역 시설) 역 시설은 폭우, 강풍 등에 대비할 수 있도록 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.



1. 침수방지설비 및 배수량에 따른 배수설비를 갖출 것
2. 비가 올 때 빗물이 지하 역사내로 흘러들어가지 않도록 출입구 부분을 접속되는 지면보다 충분히 높게 시공할 것
3. 환기구 등을 통해 빗물이 흘러 들어가지 아니할 것
4. 노출 급·배수관은 겨울철 동파가 되지 아니할 것

제64조(여객 이동통로) 여객의 이동통로는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 비상시 혼잡상황을 고려한 예상 인원을 수용할 수 있는 폭을 확보할 것
2. 환승객, 여객 및 장애인의 동선을 분리하여 승하차 동선을 단순화하고 동선에 장애물이 없도록 할 것
3. 통로의 바닥은 미끄러지지 아니하는 재질로 마감할 것
4. 출입구는 가능하면 통로 및 역사 내 혼잡한 지역에 설치하지 아니할 것

제65조(에스컬레이터 및 수평보행기) 에스컬레이터, 수평보행기는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 적절한 폭과 충분한 대기 공간을 마련할 것
2. 인접한 벽과 적당한 간격을 두고 손잡이를 설치할 것
3. 비상정지스위치는 잘 보이는 곳에 설치할 것
4. 비상시 필요한 모든 장비들은 각 에스컬레이터 및 수평보행기 부근에 설치되어야 하며, 역무원이 쉽게 접근할 수 있을 것
5. 계획되지 아니한 운행 중단에 대한 경고음 시스템을 설치할 것

제66조(승강기) 승강기는 「교통약자의 이동편의 증진법」에서 정한 바에 따라 설치하여야 한다.

#### 제4절 철도건널목

제67조(일반기준) 철도시설관리자는 철도건널목(이하 “건널목”이라 한다)에서 이용자에게 위험을 알리고 이용자와 철도를 보호할 수 있는 대책을 마련하여야 한다.

제68조(건널목 신설 및 폐지) ① 건널목은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 인접 건널목과의 거리는 1킬로미터 이상일 것
2. 열차확인거리는 해당 선로에서 열차가 최고 운행속도로 운행할 때의 제동거리 이상을 확보할 것
3. 건널목의 폭은 3미터 이상일 것
4. 철도선로와 접속도로와의 교차각은 60도 이상일 것
5. 양쪽 접속도로는 반드시 포장되어야 하며, 철도경계선으로부터 30미터까지의 구간을 직선으로 하여 굴곡이 없어야 하고, 그 구간의 경사도는 3퍼센트 이하일 것

② 철도시설관리자는 건널목을 폐지할 경우에 폐지에정일 10일 이전에 폐지사유와 폐지연월일을 통행인이 잘 볼 수 있는 건널목 주변에 게시하여야 한다.

제69조(건널목 종류) ① 건널목은 철도 및 도로의 교통량에 따라 제1종 건널목, 제2종 건널목, 제3종 건널목으로 구분하여야 한다.

② 건널목 종류는 별표1의 철도건널목 분류기준에 따른다.

제70조(교통량 조사) ① 철도시설관리자는 건널목에 대하여 2년마다 별지 제1호서식의 철

도건널목 교통량 조사표에 따라 교통량을 조사하여야 한다. 다만, 건널목 주변여건에 따라 교통량이 급격히 변동된 때에는 수시로 교통량을 조사할 수 있다.

② 제1항에 따라 교통량을 조사할 경우에 기상악화 등 일시적인 요인으로 교통량이 급격히 변할 때에는 교통량을 조사하지 않아야 한다.

③ 제1항에 따른 교통량 조사는 평일에 3일간 연속하여 실시하여야 한다. 다만, 교통량 조사기간 중 교통량이 평상시와 큰 차이가 있을 경우에는 3일을 초과하여 조사할 수 있다.

제71조(건널목 안전설비) ① 건널목 안전설비는 별표2의 건널목 종류별 안전설비 설치기준에 따라 설치하여야 한다.

② 건널목 안전설비는 정전의 경우에도 일정시간 동안 기능에 이상이 없도록 작동하여야 한다.

③ 건널목 안전설비는 낙뢰 및 이상전압이 유입될 경우 기기를 보호할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

④ 건널목 주변의 각종 장애물 등으로 인한 건널목 사고를 예방하기 위하여 다음 각 호의 안전설비를 필요한 개소에 설치하여야 한다.

1. 지장물 검지장치
2. 출구측 차단봉검지기
3. 정시간제어기
4. 고장검지 및 감시장치
5. 정보 분석장치
6. 그 밖에 필요하다고 판단되는 장치

제72조(차단기 설치) ① 차단기는 지형여건상 부득이한 경우를 제외하고는 도로에서 선로를 바라볼 때 우측에 설치하되, 열차운행에 지장을 주지 않아야 한다.

② 차단기는 고압전선으로부터 1.5미터 이상의 거리를 두고 설치되어야 한다.

제73조(경보기 설치 등) ① 건널목에 경보기만을 설치하는 경우에 지형 여건상 부득이한 경우를 제외하고는 도로시점에서 선로를 바라볼 때 우측에 설치하되 열차운행에 지장을 주지 않아야 한다.

② 경보기를 차단기와 함께 설치하는 경우에는 차단기 바깥쪽에 차량운전자 및 보행자가 쉽게 알아볼 수 있는 위치에 설치하여야 한다.

③ 편도 2차선 이상의 도로 또는 편도 1차선의 도로 중 대형차량이 빈번하게 통행하는 건널목에 설치되는 경보기는 차량운전자 및 보행자가 쉽게 위치를 알 수 있도록 현수형 또는 가교형으로 설치하여야 한다.

제74조(건널목 보판의 여유 폭과 차량진입 금지설비) ① 건널목 보판의 양끝은 지형여건상 부득이한 경우를 제외하고는 도로보다 각각 0.5미터 이상 넓게 설치하여야 한다.

② 건널목 보판의 여유 폭을 확보하기가 어려운 곳이나 여유 폭을 확보하여도 차량이 보판 밖으로 이탈할 위험이 있는 곳에는 건널목 보판의 끝부분에 경사판을 설치하여야 한다.

③ 차량통행이 금지된 건널목은 차량이 통행할 수 없도록 일시정지선 위치에 적당한 간격으로 말뚝을 설치하여야 한다.

제75조(차단기·경보기 그 밖의 안전장치 고장시의 조치) ① 건널목 관리원 또는 보수자



는 차단기·경보기 그 밖의 안전장치가 고장으로 작동하지 아니하는 경우에는 별표3의 고장표지를 그 안전장치의 전면에 게시하고 필요한 안전조치를 취한 후 즉시 관제실에 통보하여야 한다.

② 차단기·경보기 그 밖의 안전장치가 고장이 발생하였을 때에는 즉시 보수하여야 한다.

③ 철도시설관리자가 제2항에 따라 보수를 하는 경우에는 해당 안전장치의 앞쪽에 별표3의 고장표지를 게시하여야 한다. 다만, 고장으로 고장표시등이 켜지는 경우에는 고장표지를 게시하지 아니할 수 있다.

제76조(관리원 없음 표지의 게시) 관리원을 배치하지 아니한 제1종 건널목과 관리원을 배치하였으나 관리원이 근무하지 아니하는 시간대의 제1종 건널목에는 별표4의 관리원 없음 표지를 차량운전자 및 보행자가 쉽게 알 수 있는 위치에 게시하여야 한다.

제77조(관리원 배치 및 근무) ① 제1종 건널목의 관리원 배치는 철도시설관리자가 건널목의 여건과 복잡도에 따라 관리원의 배치여부를 정하여 주·야 교대근무 또는 교통량이 많은 일정한 시간을 지정하여 근무토록 할 수 있다.

② 건널목 관리원의 근무시간, 근무요령 등 필요한 사항은 철도시설관리자가 정하여야 한다.

제78조(건널목 대장 비치 등) ① 건널목은 별지 제2호서식의 건널목대장에 관련 사항을 기재하고 전산으로 관리하여야 한다.

② 제1항에 따른 기재사항이 변경된 경우에는 즉시 그 변경사항을 건널목대장에 기재하여야 한다.

## 제5절 전철전력설비

제79조(일반기준) ① 사람들이 접근하기 쉬운 장소에는 전철전력설비에 대한 위험 경고표지를 설치하여야 하며, 화재위험을 최소화할 수 있도록 하여야 한다.

② 전철전력설비에서 발생하는 전자파는 인체에 유해한 영향을 미치지 아니하도록 설치하여야 하고, 유지관리 하여야 한다.

③ 전철전력설비는 주변설비에서 발생하는 전자파로 인하여 오동작이 발생되지 않아야 한다.

④ 가공 전차선로의 시설은 인체의 감전 및 다른 교통수단에 지장이 없도록 높이를 유지하여야 한다.

⑤ 취급자의 부주의로 위험을 초래할 수 있는 전철전력설비에는 주의표시를 하여야 하며, 작동상태를 알 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

제80조(인체피해예방) ① 전철변전소 및 전기실 등이 설치된 장소에는 외부인의 출입을 제한하는 조치를 하여야 한다.

② 전철전력설비는 감전 등 사람에 대한 위험을 최소화하도록 하여야 한다.

③ 건널목 및 통로 등에 설치하는 귀선로는 대지와 전위차로 인하여 통행하는 사람 등이 감전되지 아니하도록 설치하여야 한다.

제81조(화재예방) ① 낙뢰로 인한 피해가 우려되는 전철전력설비에는 폭발을 방지하는 구조로 된 피뢰기를 설치하여야 한다.



② 터널, 역사 등의 전기설비에는 화재발생시 유독가스에 의한 인명피해가 발생하지 않도록 불연재료를 사용하여야 한다. 다만, 특성상 불연재료를 사용할 수 없는 경우에는 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제5조에 따른 난연재료를 사용할 수 있다.

제82조(전철전력설비 안전) ① 변전소의 용량은 전철 전기 공급 구간별로 장래 수송수요와 연장 급전을 고려하여 정하여야 한다.

② 변전소를 비롯한 전철 전기를 공급하는 회로(이하 “급전계통”이라 한다)에는 장애를 신속하게 발견하고 그 장애가 다른 설비로 확산되지 않도록 차단기, 단로기 등의 보호설비를 설치하여야 한다.

③ 전기설비가 설치된 장소에는 비상시 전위상승 등으로부터 설비를 보호하기 위해 접지하여야 한다. 또한 전기설비 보호를 위한 접지시설은 이상전압이 발생할 경우에 신속하게 대지로 방전시켜야 하며, 정기적으로 측정·관리되어야 한다.

④ 장력조정장치 등 전차선로의 주요 구성 시설물은 열차의 안전운행 및 유지·보수에 필요한 상호간 절연 이격거리 및 높이를 유지하여야 한다.

⑤ 전철주 등 가공 전차선로의 지지물은 그 지역의 최대 풍속, 강설, 온도, 지진 등 환경을 고려하여야 하고, 터널, 교량, 개활지 등 지형특성을 반영하여 설치하여야 한다.

제83조(사고피해 저감) ① 변압기는 예상되는 부하에 견딜 수 있어야 하고, 외부 진동, 충격 등으로부터 보호될 수 있도록 설치하여야 하며, 사고 발생 시 그 확산을 방지할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

② 보호계전기는 사고가 발생할 경우에 급전계통을 분리하여 인명피해 및 기기시설의 손상을 방지하도록 하여야 하며, 고장발생기록·저장장치를 갖추어야 한다.

③ 전력시스템의 안정적인 운영을 위해서 전기관제실, 변전소 등의 주요 장소에는 비상조명등과 유도등을 설치하여야 한다.

④ 전력공급을 위하여 필요한 전철전력설비는 사고 발생에 대비하여 예비설비를 갖추어야 한다.

제84조(수·배전선로) ① 가공선로는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 가공선로는 풍수해, 설해 등의 피해를 받을 우려가 있는 지역은 가급적 피할 것
2. 인근 통신선에 대한 유도장해를 감안할 것
3. 가공인입선은 견고하게 설치하여야 하고, 풍수해, 설해 등의 피해우려가 없는 곳에 설치할 것
4. 낙뢰 등 외부 이상전압으로부터 시설물을 보호하여야 하고 각 전철전력설비 간 효율적인 운용을 위한 절연협조를 갖출 것

② 지중선로는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 지중 시설물이 가급적 적은 지역에 설치할 것
2. 다른 지중선, 케이블 등과 근접하거나 교차할 경우 상호 이격거리를 준수하거나 내화성 격벽을 설치할 것
3. 지중인입선은 사람이 접촉할 우려가 없도록 할 것
4. 비상시를 대비하여 예비선로를 확보할 것

제85조(수·변전설비 및 배전설비) 수·변전설비 및 배전설비는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.



1. 고압, 특별고압 수용장소의 인입구 등 낙뢰로 인한 피해가 우려되는 곳에는 피뢰기를 설치할 것
2. 철도의 역사, 차량기지 등에 전원을 공급하기 위한 배전설비에서 발생할 수 있는 이상전압을 방지하는 설비를 설치할 것
3. 축전지는 발화물질과 최대한 떨어져 있어야 하며, 보관시 방전되지 않도록 적절한 보호대책을 마련할 것
4. 전력용 콘덴서는 고온 다습한 장소를 피할 것
5. 배전설비는 충전부분이 노출되지 않도록 금속제 외함에 설치할 것
6. 변전실은 부하의 분포상태, 전압강하 등을 고려하여 설비 및 전선 등은 쉽게 점검할 수 있을 것
7. 변압기는 다음 각 목을 고려할 것
  - 가. 진동, 충격 등으로부터 내구성을 확보할 것
  - 나. 화재 시 폭발하지 않을 것
  - 다. 환기설비를 갖출 것
  - 라. 온도상승 여부를 확인할 수 있을 것
  - 마. 주변압기는 같은 장소에 배치하여야 하며, 예비용 변압기를 갖출 것

제86조(원격제어시스템) ① 원격감시제어시스템(SCADA)은 전철변전소, 수전실, 전기실 등 원격지에 설치된 전기설비를 통신망으로 연결하여 전기관제실 등에서 개폐기 등 전기기기를 감시, 제어할 수 있도록 시설하여야 한다.

- ② 무인기능실(변전소, 구분소, 보조구분소)에는 원격영상감시, 출입통제 및 원격방송이 가능한 설비를 설치하여야 한다.

제87조(보호장치) 급전계통의 보호장치는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 개폐기가 중력 등에 의하여 자연적으로 작동될 우려가 있을 경우 자물쇠장치 또는 이를 방지할 장치가 있을 것
2. 개폐기는 개폐상태를 표시하는 장치가 있어야 하며, 개폐상태를 쉽게 확인 가능할 것
3. 조작이 간편하고 위험의 우려가 없을 것
4. 과전류차단기의 차단용량은 통과하는 단락전류를 확실하게 차단할 수 있을 것
5. 단로기는 변압기의 여자전류를 개폐할 수 있을 것
6. 보호계전기는 다음 각 목의 기능을 갖출 것
  - 가. 사고발생 시에 급전계통을 분리하여 전철전력설비의 손상을 방지할 것
  - 나. 고장 해소 시 자동으로 복귀할 수 있을 것
  - 다. 고장 기록을 저장할 수 있을 것

제88조(접지설비) 접지설비는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 전기설비가 설치된 장소에는 비상시 전위상승 등에 의한 감전 및 화재방지, 전기설비 보호를 위해 접지를 할 것
2. 수전실, 변전실 및 배전실(전기실)은 망상 접지로 하며, 선로변에 매설된 공용접지와 연결할 것
3. 변압기, 선로보호기기, 개폐기 및 감전될 우려가 있는 철제시설물은 선로변에 매설된 공용접지와 연결하여야 한다. 다만, 지형 또는 주위 환경에 따라 공동 매설접지선에

접속이 곤란한 금속체 등은 「전기설비기술기준」에 따라 접지를 할 것

제89조(절연장치) 절연 및 절연협조는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 급전 계통에 발생하는 낙뢰 이외의 전차선 지락사고 등에 의한 절연파괴가 발생하지 않도록 기기 등의 절연강도를 결정할 것
2. 전력설비의 절연물이 오염될 가능성이 있는 곳에서는 오염을 최소화하는 대책을 마련할 것
3. 전철전력설비는 부식에 따른 안전에 영향이 없도록 관리할 것

제90조(전차선로) 전차선로는 차량의 안전운행 및 원활한 유지보수를 고려하여 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 설치장소의 상황, 차량운행 등에 지장이 없는 높이 이상으로 유지하여야 하고, 승객과 일반대중이 직접적으로 접촉하지 않도록 할 것
2. 유도자기에 의한 장애가 밖으로 미치지 않도록 전선 상호 이격거리를 유지할 것
3. 전차선이 지나가는 구름다리나 높은 승강장 또는 교량에는 안전설비를 할 것
4. 보호선은 사고전류를 흐를 수 있게 충분한 전류용량과 기계적 강도를 가지고 있을 것

제91조(전차선 지지설비) 전차선 지지설비는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 전차선로의 지지물은 최대 풍속과 강설 및 최고·최저온도 조건 등 외부환경을 고려하여 설계할 것
2. 터널이나 교량, 개활지 등의 구간 및 지형특성 등을 반영하여 설계하여야 하며, 지진, 하중 및 적절한 안전율을 주어 시설할 것
3. 전주, 지선, 보, 지지대 등의 지지물은 견고하여야 하며, 안전율을 유지할 것
4. 지지물은 승객이나 공중이 쉽게 올라가지 못하도록 설계되어야 하며, 부득이한 경우 오름방지설비를 할 것
5. 절연체의 절연누설거리 등 절연성능은 환경조건, 운영조건 등을 반영할 것

제92조(전차선 귀선로) 전차선 귀선로는 사람이 다니는 건널목이나 통로에서 감전이 되지 않도록 설치하여야 하며, 레일로부터 땅으로 흐르는 누설전류는 최소화하여야 한다.

제93조(전차선표지) 전차선의 표지는 철도종사원 등이 식별하기 쉬운 위치에 설치하여야 한다.

제94조(방재설비) ① 비상등은 전기관제실, 무선통신실, 신호실과 변전소 등의 주기계실, 전기실, 주요 통로, 계단 및 복도에 설치하여야 한다. 다만, 지하의 비상유도등은 상용전원이 정전될 경우 60분 이상 점등되어야 한다.

② 화재발생이 우려되는 설비에 대하여는 화재 확산에 대비하기 위하여 소화설비를 설치하여야 한다.

## 제6절 철도신호제어설비

제95조(일반기준) ① 철도신호제어설비는 열차의 안전운행 및 수송의 효율성 향상에 적합하여야 하며, 다음 각 호의 기능을 갖추어야 한다.

1. 열차의 충돌 및 추돌방지
2. 분기구간 및 곡선구간에서의 열차탈선방지



### 3. 열차의 진로설정 및 열차의 진로진입승인

#### 4. 건널목에서의 열차보호

② 철도신호제어설비는 안전성이 검증된 것을 설치하여야 하며, 다음 각 호의 사항 등을 포함한 여러 조건을 고려하여야 한다.

1. 다른 노선과의 연계운행
2. 전철전력설비 및 철도신호제어설비용 전원공급장치
3. 열차 운영의 자동화수준
4. 비상시 열차운행 취급방법
5. 철도신호제어설비와 다른 설비와의 인터페이스

③ 철도신호제어설비는 장애 또는 이상상황이 발생하면 열차의 안전을 확보하는 방향으로 작동하여야 한다.

④ 운영 중인 철도신호제어설비를 변경 또는 신설하는 경우에는 철도안전에 영향을 주지 아니하여야 한다.

제96조(철도신호제어설비의 구조) 철도신호제어설비의 주요 장치를 제작·설치할 때에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 기능, 인터페이스 등에 대한 무결성을 스스로 진단·감시·저장되어야 하며, 장애가 발생하면 안전상태로 전환될 것
2. 장치를 설계·개발하는 과정에서 오류 등이 발생되지 않도록 소프트웨어의 분석·시험 및 검증을 수행할 것
3. 중요한 정보를 지속적으로 안전하게 전송할 것
4. 교체 및 철거가 쉬울 것

제97조(철도안전설비와의 연계) 철도신호제어설비는 선로 또는 승강장에서의 철도사고를 방지하고 그 영향을 차단할 수 있도록 다음 각 호의 철도안전설비와 연계되어야 한다.

1. 차축온도검지장치 등 선로의 안전설비
2. 비상정지버튼 등 승강장 안전설비

제98조(철도교통관제설비) 철도교통관제설비는 관제업무종사자가 철도를 안전하고 효율적으로 운영할 수 있도록 다음 각 호와 같이 설치하여야 한다.

1. 철도교통관제설비는 중앙집중제어가 가능하도록 전용 건물내에 설치하여야 하고, 정거장별로 개별취급이 가능하여야 하며, 인접지역에 사고가 발생할 경우에도 열차운행에 지장이 없어야 하며, 관제기능을 상실할 경우에 대비하여 필요시 예비 관제설비를 설치할 것
2. 철도교통관제설비의 경보장치와 다른 경보·감시설비와 명확히 구분하여 관제업무종사자가 잘못된 판단을 일으키지 않도록 할 것
3. 열차집중제어장치(CTC)는 정거장과 정거장 사이를 운행중인 열차의 운행위치 확인이 가능할 것

제99조(철도신호제어설비) ① 철도신호제어설비를 설치하기 위해서는 다음 각 호와 같이 열차에 설치되는 차내 신호제어설비와의 적합성을 확인하여야 한다.

1. 열차위치검지방식 및 성능
2. 상용제동을 포함한 여러 가지 제동성능
3. 데이터 전송방법

4. 운전석의 신호정보표시 및 조작

5. 스크린도어장치 등 승강장 안전장치와의 연계 등

② 신호기 장치는 다음 각 호를 고려하여 설치하여야 한다.

1. 설치위치는 열차진행방향 중앙 또는 좌측에 설치하는 것을 원칙으로 하고 충분한 확인거리를 확보할 것

2. 데이터 정보를 전송할 때 오류가 없도록 할 것

③ 철도신호제어설비는 설치지역의 환경조건, 작업자의 안전한 이동 및 승객의 안전한 탈출을 고려하여 설치하여야 한다.

④ 철도신호제어설비는 주변에 설치되어 있는 다른 시설물 또는 장치가 안전하게 작동되는 것을 방해하지 아니하여야 하고, 다른 시설물 또는 장치로부터 방해받지 아니하도록 충분한 간격을 두고 설치하여야 한다.

⑤ 케이블을 포함한 철도신호설비는 화재, 열차탈선 및 침입으로 인한 피해를 최소화되도록 설치하여야 한다.

⑥ 철도신호제어설비는 외부인이 임의로 취급할 수 없도록 보호장치를 설치하여야 한다.

제100조(열차위치검지장치) 열차위치검지장치는 열차의 안전한 간격 확보와 철도신호제어설비의 정확한 운용을 위해 다음 각 호를 고려하여 설치하여야 한다.

1. 정확한 열차위치정보를 제공할 것

2. 열차위치정보를 건널목제어설비, 경보시스템 또는 열차운행과 관련한 각종 설비에 제공할 것

3. 운전업무종사자 및 철도종사자 등이 열차점유상태 및 열차정보를 확인할 수 있도록 할 것

제101조(연동장치) 열차의 운전취급이나 신호제어설비의 조작 시 오동작 등이 발생하지 않도록 신호기장치, 선로전환기 등의 연동장치는 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 연동장치는 선로전환기가 열차진행방향으로 밀착된 것을 확인하고 신호를 현시할 것

2. 연동장치의 일시적인 고장으로 진로 쇄정 및 선로전환기 쇄정이 해제되지 않도록 할 것

3. 연동장치는 열차가 이선으로 진입하지 않도록 하고, 운전취급자가 잘못된 취급을 방지할 수 있는 시스템을 구성할 것

제102조(철도사고 관련 위험원 관리) 열차사고를 유발하는 다음 각 호의 위험원에서 철도의 신호제어설비 및 정보통신설비와 관련된 위험원을 확인하여야 하고 관리하여야 한다.

1. 열차의 충돌 및 추돌사고 위험원

가. 신호기와 관련된 오류

나. 열차상태정보와 관련된 오류

다. 열차운전자 또는 운전취급자와 관련된 오류

라. 철도신호제어설비가 설치된 선로의 환경조건 등에 의한 신호설비 오류

마. 열차속도제어와 관련된 오류

바. 철도제어신호제어설비를 구성하는 장치의 고장

2. 지장물에 의한 열차충돌사고의 위험원



- 가. 지장물이 승강장에서 선로로 낙하
- 나. 철도관련 구조물 또는 기타 시설물에서 탈락한 지장물이 운행선로로 낙하
- 다. 열차에서 탈락한 차량 구성품이 운행선로 낙하
- 라. 절개지 붕괴 또는 산사태로 발생한 토석의 운행선로 차단
- 3. 열차탈선사고의 위험원
  - 가. 운전취급자, 건널목관리자, 현장작업자 및 입환작업자와 관련된 오류
  - 나. 선로전환기와 관련된 오류
  - 다. 열차과속과 관련된 오류
  - 라. 열차충돌사고에 의한 열차탈선
  - 마. 폭염, 폭우, 폭설, 강풍 및 지진
- 4. 철도시설 유지·관리업무 수행자의 열차접촉사고의 위험원
- 5. 철도신호제어설비의 전기회로에 의한 과열, 누전 또는 아크로 인하여 발화원 또는 폭발사고의 위험원
- 6. 전기 및 전자파에 의한 장애 위험원
  - 가. 철도신호제어설비의 가용성을 높이기 위하여 예비용의 전력공급장치를 확보할 것
  - 나. 철도신호제어설비는 전위상승 등과 같은 이상상태로부터 신호제어설비의 훼손을 방지하기 위한 보호설비를 설치할 것
  - 다. 철도신호제어설비는 전력설비 및 열차의 추진제어장치의 유도전압 및 전자파로 인한 장애가 발생하지 않도록 할 것

#### 제7절 철도정보통신설비

- 제103조(일반기준) ① 철도정보통신설비는 관제실, 정차장, 운전실, 변전소 그 밖에 보안상 필요한 장소 상호간에 음성, 부호, 데이터 및 영상 등의 중요한 정보를 지속적으로 안전하게 송수신하여 신속히 연락할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.
- ② 철도정보통신설비를 구성할 때에는 다음 각 호의 조건을 고려하여야 한다.
1. 철도종사자 및 일반인이 도움과 지원을 요청할 수 있을 것
  2. 비상대응 조치를 지원하도록 적합한 설비를 구축할 것
- ③ 철도정보통신설비를 변경하거나 신설하는 경우에는 철도안전에 영향을 주지 아니하도록 하여야 한다.
- 제104조(철도정보통신설비의 구조) 철도정보통신설비는 기능을 충실하게 수행하기 위하여 안전성, 신뢰성 및 유지보수가 용이하여야 하며, 주요 장치는 다음 각 호의 기준을 충족하여야 한다.
1. 주요 부분은 고장시 자동 및 수동운용에 지장이 없도록 예비시스템을 갖출 것
  2. 기능 및 인터페이스 등을 자동으로 진단하고, 장애발생시 경보음이 울리도록 할 것
  3. 전원장치는 전력공급이 중단되더라도 통신설비가 일정시간 계속 작동할 수 있는 시스템을 갖출 것
  4. 광케이블은 이중화로 설치하여 철도통신망의 안전성을 확보할 것
- 제105조(관제전화) ① 관제전화는 관제업무종사자가 철도를 안전하고 효율적으로 운영할 수 있도록 일제호출, 그룹호출, 개별호출이 가능하도록 설치하여야 한다.

② 제1항에 따른 관제전화는 하나의 관제전화기에서 장애가 발생되더라도 다른 단말기의 통화 및 호출에 지장을 주지 않아야 한다.

③ 광역철도 연계 수송기관 상호간에는 직통전화를 설치하여야 한다.

제106조(비상전화) 비상전화는 철도선로 연변에서 순회점검이나 작업시 현장근무와 해당 관제실 사이의 상호업무연락을 취하기 위하여 다음 각 호의 기준을 고려하여 설치하여야 한다.

1. 현장여건과 이용자의 편의성 및 안전성을 고려하여 토목구조물에 따라 적절한 장소에 설치할 것
2. 사용자가 열차와 대향하여 전화기 개폐가 가능하도록 할 것

제107조(열차간 무선통신) 터널 연장 2킬로미터를 초과하는 터널 내에는 열차간 무선교신이 가능하도록 하여야 한다. 이 경우 무선통신방식은 지능형 철도시스템(LTE-R) 개발 등을 고려하여야 한다.

제108조(안내방송장치) 안내방송장치는 방재설비 및 소방설비와 연동될 수 있도록 다음 각 호의 기준을 고려하여 설치하여야 한다.

1. 방재설비와 연동하여 비상시 경보음 송출과 비상방송이 가능하도록 할 것
2. 화재시 다른 설비의 방송을 차단할 수 있는 구조일 것
3. 건물 전 구역에 일제방송 및 경보음 송출이 가능할 것
4. 화재시 수신반으로부터 정보를 받은 후 방송이 개시될 때까지의 소요시간은 10초 이하일 것
5. 옥내배선은 난연전선을 사용하여야 하며, 옥외배선시 차폐케이블을 사용할 것
6. 방송설비의 배관은 별도의 배관으로 할 것

제109조(영상감시설비) ① 영상감시설비는 송출되는 신호를 관제실 또는 역무실(유지관리 처소)에서 감시할 수 있어야 하며, 카메라 영상신호는 7일 이상 저장 및 재생이 가능하여야 한다.

② 광역철도 지하역사 승강장 및 대합실의 영상감시장치는 자동화재탐지설비와 연동되어 화재지역에 자동감시가 가능하도록 설치하여야 한다.

③ 영상감시설비는 광역철도 운송기관간 경계역 승강장의 영상을 상호간에 역 또는 철도교통관제센터에서 감시가 가능하도록 설치하여야 한다.

제110조(역무 자동화설비) 자동개집표기와 비상게이트는 화재발생시 자동으로 개방될 수 있도록 자동화재탐지설비와 연동하여 설치하여야 한다.

제111조(철도정보통신설비) ① 철도정보통신설비는 “방송통신기자재 등의 적합성평가에 관한 고시”에 의거 적합인증을 받은 기기로 설치되어야 한다.

② 철도정보통신설비는 “방송통신설비의 안전성 및 신뢰성에 대한 기술기준” 및 “접지 설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준”에 적합하게 설치하여야 한다.

## 제8절 철도시설의 유지·관리

제112조(일반기준) ① 철도시설관리자는 열차가 규정된 속도로 안전하게 운행되고 이 기준에 적합한 상태를 지속적으로 유지할 수 있도록 철도시설을 점검·보수하여야 한다



등 유지·관리하여야 한다.

② 철도시설관리자는 제1항에 따라 철도시설을 점검·보수하려는 경우에는 철도시설의 특성 등을 고려하여 시설명 및 시설기준, 점검항목, 점검주기 및 방법 등에 관한 세부사항을 정하여 시행하여야 한다.

제113조(유지·관리) 철도시설관리자는 「철도안전법」 제7조에 따라 철도시설을 유지·관리하려는 경우에는 안전관리체계를 갖추어 국토교통부장관 승인을 받은 후에 시행하여야 하며, 승인받은 안전관리체계를 지속적으로 유지하여야 한다.

제114조(기록의 관리) 철도시설관리자는 철도시설에 대한 점검·보수 등 유지·관리를 하는 경우에는 해당 점검·보수 등 유지·관리에 관한 기록을 작성하여 관리하여야 한다.

제115조(정밀안전점검) ① 철도시설관리자는 궤도, 전차선, 신호 등의 철도시설에 대하여 다음 각 호의 사항에 대한 정밀안전점검을 시행할 때에는 객관성 확보를 위해 「철도안전법」 제69조에 따른 철도안전전문기관에 의뢰하여야 한다.

1. 철도시설공사 완료 시
2. 철도시설공사 하자 만료시
3. 내용연수가 초과된 철도시설
4. 기타 철도시설관리자가 철도시설에 대하여 필요하다고 인정할 때

② 철도시설관리자는 제1항에 따른 정밀안전점검시 지적사항에 대하여는 지체없이 필요한 조치를 하여야 한다.

### 제3장 도시철도

제116조(도시철도차량과의 적합성) 철도시설관리자는 도시철도차량과의 상호 연관성을 고려하여 선로시설, 전철전력설비, 신호 및 열차제어설비를 설치·운영하여야 한다.

#### 제1절 선로시설

##### 제1관 선로

제117조(일반기준) ① 선로는 열차의 축중, 통과 속도 및 무게에 적합하고, 온도 변화를 포함한 예상할 수 있는 모든 하중조건에서 구조적으로 안전하며, 열차의 주행 안전에 영향을 미치는 변형이 없도록 설계, 시공 및 유지·관리하여야 한다.

② 선로와 선로 사이 및 선로와 선로 시설물 사이에는 열차가 안전하게 통과할 수 있도록 여유 공간을 확보하여야 한다.

③ 열차의 소음과 진동에 의한 피해가 예상되는 지역의 선로에는 소음과 진동을 줄이기 위한 대책을 마련하여야 한다.

제118조(궤도) ① 궤도는 가능한 한 장대레일(길이가 200미터 이상인 레일을 말한다)로 부설하여야 한다.

② 궤도의 하부구조는 열차의 운행 하중을 효과적으로 지지하고 하부로 전달할 수 있는 지지력과 배수기능을 갖추어야 한다.



③ 궤도는 도시철도차량, 전철전력설비, 신호 및 열차제어설비의 전기적 또는 기계적 요구 조건을 충족시킬 수 있게 설계하고 시공하여야 한다.

제119조(탈선방지시설) ① 궤도가 급한 곡선으로 이루어진 구간, 열차의 탈선이 우려되는 구간에는 가드레일 등 열차의 탈선을 방지할 수 있는 설비를 설치하여야 한다.

② 선로의 종점에는 열차가 더 이상 진행하지 못하도록 차막이 시설을 설치하여야 한다.

제120조(선로변의 구조물 및 설비) ① 선로변이나 선로 위에 있는 구조물은 구조물에 작용하는 모든 하중을 지지하고 선로를 보호할 수 있는 성능을 확보하여야 한다.

② 선로변에 설치하는 구조물 및 설비는 주행하는 열차와 충분한 거리를 두도록 설치하여야 하고, 시설관리자가 쉽게 접근할 수 있어야 한다.

③ 선로변에 설치하는 구조물 및 설비는 선로변 보도의 연속성을 방해하지 아니하도록 하여야 한다. 다만, 구조물 또는 설비와 선로 사이에 공간이 충분하지 아니한 경우에는 구조물이나 설비 뒤로 우회하도록 선로변 보도를 설치하여야 한다.

제121조(선로변 보도 및 대피공간) ① 본선의 선로변에는 시설관리자와 승객이 비상시 주행하는 열차로부터 대피할 수 있도록 선로변 보도를 설치하여야 한다.

② 선로변 보도를 연속적으로 설치할 수 없는 경우에는 따로 대피 공간을 설치하여야 한다.

제122조(도로와의 교차) 선로는 도로와 평면에서 교차해서는 아니 된다.

## 제2관 터널

제123조(일반기준) ① 터널은 충분한 내구성을 갖추어야 한다.

② 지하터널에는 역 출입구, 환기구 및 비상탈출구 등을 통하여 노면수가 유입되지 않아야 한다.

제124조(비상시 대피) ① 터널형식과 대피설비는 비상시 승객과 시설관리자가 대피할 수 있도록 열차의 종류, 열차의 이동방법, 탈출거리, 탈출하는 데 필요한 시간, 열차로부터의 탈출방법 등을 고려하여 정하여야 한다.

② 기존 선로의 연장선인 선로에는 기존 선로의 대피방법과 동일한 대피방법을 마련하여야 한다.

제125조(탈선대책) ① 터널에서는 열차의 탈선을 방지하고 열차의 탈선 시 승객과 선로의 피해를 최소화할 수 있는 대책을 마련하여야 한다.

② 전기용 케이블 등 터널의 설비들은 열차의 탈선 시 피해를 최소화할 수 있는 곳에 설치하여야 한다.

제126조(교차통로의 설치) ① 단선 병렬터널에는 터널과 터널 사이에 교차통로를 설치하여야 한다. 이 경우 교차통로의 설치 간격은 열차의 길이, 대피방법 및 구조활동의 용이성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

② 제1항에 따른 교차통로를 설치하려는 경우에는 다음 각 호의 사항을 고려하여야 한다.

1. 연기와 열의 교차통로 내부 통과 가능성
2. 교차통로 출입문의 설치 필요성



3. 열차에서 대피한 승객 및 시설관리에게 미치는 위험요소(공기역학적 효과를 포함한다)

③ 교차통로가 설치된 터널에는 교차통로의 위치와 거리를 표시하는 표지판을 교차통로의 입구까지 일정한 간격으로 설치하여야 한다.

제127조(터널 배수설비) ① 터널의 배수설비 용량은 홍수시 예상되는 최대유량을 고려하여 정하여야 한다.

② 터널의 수직 방향 기울기 및 수평 방향 기울기는 원활한 배수가 가능하도록 정하여야 한다.

제128조(터널 조명설비) ① 본선터널과 진입로에는 인접한 역의 전기실에서 제어할 수 있는 조명설비를 설치하여야 한다.

② 조명설비는 전원장치에 고장이 발생하더라도 그 기능을 완전히 상실하지 아니하도록 하여야 한다.

### 제3관 교량

제129조(일반기준) ① 교량은 내구성이 있어야 하며, 폭우나 지진 등 자연재해로부터 안전하도록 설계하여야 한다.

② 교량은 시설관리자가 안전하게 점검과 유지·관리업무를 수행할 수 있도록 설계하여야 한다.

제130조(탈선방지) 교량은 열차의 탈선을 방지할 수 있어야 하며, 열차 탈선 시에도 교량에서 열차가 이탈하는 것을 방지하도록 설계하여야 한다.

제131조(교량 하부 공간) ① 교량에는 도로를 통과하는 자동차가 교량과 충돌하지 아니하도록 하부 공간을 확보하여야 한다. 다만, 불가피한 경우 도시철도건설자는 하부 공간의 높이를 표시하여 도로를 통과하는 자동차가 교량과 충돌하는 것을 예방할 수 있도록 하고, 「도로법」 제20조에 따른 해당 도로관리청과 협의하여 추가적인 예방수단을 마련하여야 한다.

② 도로 또는 철도를 횡단하는 교량의 교각과 교대에는 도로 또는 철도를 통과하는 자동차나 열차의 충돌에 대한 대책을 마련하여야 한다.

③ 하천을 횡단하는 교량의 교각과 교대에는 강물에 의한 세굴 및 선박의 충돌에 대한 대책을 마련하여야 한다.

제132조(교량의 방호벽 등) ① 열차의 추락을 방지하기 위하여 도로 또는 철도를 횡단하는 교량에 설치하는 방호벽은 열차가 충돌하여 일부분이 파손되더라도 그 파손된 부분이 교량 아래로 떨어지지 아니하도록 하여야 한다.

② 도로 또는 철도를 횡단하는 교량에는 사람이 교량의 난간에 오르거나 교통을 방해하는 물질을 던지지 못하도록 하는 대책을 마련하여야 하며, 교량과 전기가 흐르는 전차선 등의 장치 간에는 안전거리를 확보하여야 한다.

제133조(도로교량의 방호시설) ① 철도를 횡단 또는 인접한 도로교량의 난간 부분에는 방호울타리 등을 설치하여야 한다.

② 철도를 횡단하는 도로교량은 다음 각 호에 따라 설치하여야 한다.

1. 난간부분에는 사람이 열차주행을 방해하는 물체를 선로에 던지거나 집어 넣을 수 없

는 구조의 안전막 등을 설치하여야 하며, 전차선 등의 전철전력설비로부터 사람이 안전거리 이내에 접근할 수 없도록 할 것

2. 도로교량의 난간은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에서 정한 기준을 충족하여야 하며, 도로교량의 시설물이 선로에 떨어지지 아니하도록 견고하게 설치할 것

#### 제4관 흙 노반

제134조(일반기준) 흙쌓기 구간, 땅깍기 구간 등 흙 노반은 부등침하가 발생하지 아니하도록 하여야 하고, 내구성과 안정성을 확보할 수 있는 재료를 사용하여야 한다.

제135조(비탈면) ① 비탈면은 완만하게 시공되어야 하며, 경사가 급한 비탈면에는 선로에 흙, 모래, 낙석 및 유수 등이 유입되지 아니하도록 예방조치를 하여야 한다.

- ② 낙석 및 붕괴위험지역에는 지장물 검지장치 및 낙석 방지 설비를 설치하여야 한다.

제136조(세굴 및 침식방지) 흙쌓기 구간 또는 땅깍기 구간의 하단에는 비가 올 때 세굴 및 침식에 대한 방지수단을 마련하여야 한다.

제137조(축대 벽) 축대 벽에는 시설관리자의 접근을 위한 난간 등을 설치하여야 한다.

제138조(접속구간) 흙 노반과 구조물이 접하는 구간은 침하의 차이를 최소화하여야 하고, 노반의 강성이 급격히 변화하지 아니하여야 한다.

#### 제3절 전철전력설비

##### 제1관 전기안전기준

제139조(전철전력설비의 구성) ① 전철전력설비는 고장 시 고장의 범위를 한정하고 고장 전류를 차단할 수 있어야 하며, 단전이 필요한 작업을 하는 경우 단전의 범위를 한정할 수 있도록 계통별 및 구간별로 분리할 수 있어야 한다.

- ② 열차 운행에 직접 영향을 미치는 전철전력설비에 고장이 발생한 경우에는 정상 부분으로 파급되지 아니하도록 고장 부분을 전기적으로 자동 분리할 수 있도록 하여야 하며, 예비설비를 사용하여 정상적으로 운용할 수 있어야 한다.

제140조(변전소의 위치 및 간격) ① 변전소의 위치를 선정할 때에는 다음의 각 호의 사항을 따라야 한다.

1. 급전 구간의 부하 중심에 가능한 가까울 것
2. 수전선로의 길이가 최소화될 수 있도록 전력공급사업자 변전소와 가까울 것
3. 설비의 운반 및 반입이 쉬울 것
4. 지반이 견고하고 수해나 토사 유입 등의 우려가 없을 것
5. 배기가스, 염해 및 분진의 영향이 적을 것

- ② 변전소의 간격은 도시철도차량의 운행을 위한 전차선 전압의 최저한도를 유지할 수 있도록 선정하여야 한다.

제141조(변전소의 용량) ① 변전소의 용량은 부하설비의 크기, 성질 및 전압강하와 수송 수요를 고려하여 결정하여야 한다.



② 변전소의 정류기는 정류기 자체의 고장 시 또는 인접 변전소의 고장시 전기를 연장하여 공급하여야 하는 상황을 고려하여 상시 운영하는 2대와 예비로 운영하는 1대로 구성한다. 다만, 변전시설에 미치는 부하의 정도를 고려하여 정류설비의 계통 구성 및 정류기의 수량을 조정할 수 있다.

제142조(전차선의 가선방식 및 전압) ① 전차선의 가선방식은 가공단선식으로 하며, 전차선의 전압은 도시철도차량의 기능을 확보할 수 있도록 다음 각 호의 구분에 따른 값을 가져야 한다.

1. 표준 전압 : 직류 1천 500볼트
2. 최저 전압 : 직류 900볼트
3. 최고 전압 : 직류 1천 800볼트. 다만, 지속시간이 5분 이내의 일시적인 전압 상승은 직류 1천 950볼트까지 허용할 수 있다.

제143조(출입의 제한) 변전소와 전기실 등 전기설비가 설치된 곳에는 관계자 외의 사람의 출입을 제한하기 위한 장치를 설치하여야 하고, 관제실 또는 가까운 역 등에서 감시할 수 있어야 한다.

제144조(전기안전표시) ① 전철전력설비는 감전 및 화재발생의 위험을 방지할 수 있도록 설치하여야 한다.

② 감전 및 화재발생의 위험이 있는 전기설비에는 잘 보이는 곳에 위험을 알리는 표시를 하여야 하며, 필요한 경우 전원인가 상태를 확인할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

③ 보수점검 등을 위하여 송전·수전선로 및 개폐기에는 상의 구분이 가능하도록 표시를 하여야 한다.

제145조(이상전압에 대한 보호) ① 전철전력설비는 외부와 내부의 이상전압으로 인한 설비의 파손이 생기지 아니하도록 하여야 한다.

② 레일의 전위상승에 따라 사람에게 위해를 가져올 우려가 있는 곳에는 전위 상승을 억제하는 대책을 마련하여야 한다.

제146조(전선 및 전기장치의 배치) ① 전선은 적절하게 지지되고 마모나 손상으로부터 보호될 수 있는 곳에 비틀림이 없고 유지보수가 쉽도록 설치하여야 한다.

② 전선의 단자는 기계적 충격이나 진동에 의하여 풀리지 아니하는 구조여야 한다.

③ 전선, 전선의 단자 및 전기장치에는 각각 구분할 수 있도록 판별이 쉽고 지워지지 아니하는 표시를 하여야 한다.

④ 전선은 유도장해를 고려하여 사용전압 및 기능별로 분리하여 수용하는 것을 원칙으로 한다.

⑤ 전기장치는 기능의 유지 및 보수점검을 고려하여 배치하여야 하며, 전기장치 상호간 영향을 미치지 아니하도록 충분한 거리를 두어야 한다.

제147조(충전부분의 노출) 전기설비는 충전부분이 노출되지 아니하도록 하여야 한다. 다만, 충전부분이 불가피하게 노출되는 전기설비는 충전부분에 사람이 쉽게 접촉할 수 없도록 방호설비를 하여야 한다.

제148조(접지) ① 전철전력설비는 비정상적인 전위 상승 또는 고전압의 침입 등으로부터 사람이나 설비를 보호하기 위하여 접지하여야 한다.

② 접지설비를 하는 경우에는 전류가 땅으로 안전하게 흐를 수 있도록 하여야 한다.

③ 접지설비의 상태는 정기적으로 측정·관리되어야 한다.

제149조(전자파 억제) ① 전철전력설비로부터 발생할 수 있는 전자파는 도시철도차량, 지상설비 및 그 밖의 선로에 인접한 설비와 사람에게 유해한 영향을 미치지 아니하도록 설치하여야 하고, 유지관리하여야 한다.

② 유도장해에 민감한 장치는 작동 중 발생하는 전자파에 대하여 충분한 내성을 가져야 한다.

제150조(보호협조) 변전소 및 전기실에는 보호설비를 설치하여 수전단 이하의 계통에서 발생하는 장해를 신속하고 정확하게 검출하고, 설비 상호간의 정정값 및 동작시간을 조정함으로써 다른 설비 또는 구간으로 장해가 확산되지 아니하도록 하여야 한다.

제151조(전력관제) ① 전철전력설비는 중앙 집중원격감시제어방식으로 제어하여야 한다. 다만, 점검 및 시험을 위하여 해당 설비가 설치된 곳에서 조작할 필요가 있는 설비는 현장 감시제어방식으로 전환하여 제어할 수 있어야 한다.

② 전력관제실은 도시철도차량의 운영을 담당하는 관제실과의 협조가 쉬운 곳에 정하여야 한다.

③ 전력관제실, 변전소 및 전기실 등 전력관제를 수행하는 곳에는 서로 연락할 수 있는 통신설비를 설치하여야 한다.

④ 변전소 및 전기실 등 무인으로 운전되는 전기설비가 있는 곳에는 화상감시장치를 갖추어야 한다.

제152조(오조작 방지) 오조작으로 위험을 초래할 수 있는 전기설비에는 주의표시를 하여야 하고, 잠금기능과 동작상태를 알 수 있는 지시기능 또는 경보기능을 갖추어야 한다.

제153조(작업용 설비) 변전소 및 전기실 등 시설관리자의 작업이 필요한 장소에는 안전을 도모하기 위하여 작업용 접지단자를 설치하여야 하며, 검전기 등 작업에 필요한 설비를 갖추어야 한다.

제154조(절연물의 오염방지) 전철전력설비의 절연물이 오염될 수 있는 곳에는 오염을 최소화할 수 있는 대책을 마련하여야 한다.

제155조(외함) 노출된 전기설비가 외부 충격, 누수, 먼지 등으로 제 기능을 발휘할 수 없을 때에는 외함 내에 설치하여야 한다.

## 제2관 화재안전기준

제156조(화재예방을 위한 기준) 전기설비 등은 화재발생의 위험을 방지할 수 있도록 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 전기설비에는 불연재를 사용할 것. 다만, 전기설비의 특성상 불연재를 사용할 수 없는 경우에는 난연재를 사용할 수 있다.
2. 변전소와 전기실에는 폭발 위험 및 연소 가능성을 최소화하는 방식의 설비를 선정할 것
3. 전선에는 저독성의 난연재를 사용하고, 필요시 전선관 등으로 보호할 것. 다만, 지중관로 방식의 전선 및 지상 구간의 케이블의 경우 저독성이 아닌 난연재를 사용할 수 있다.
4. 불꽃이나 열이 발생할 위험이 있는 장치는 일정한 간격으로 거리를 두고 설치하고,



- 필요한 경우 그 사이를 절연하거나 불연재질의 차단막을 설치할 것
- 제157조(소화설비) ① 화재발생의 위험이 있는 설비에 대해서는 화재발생 시 자동으로 작동하는 자동소화설비를 설치하여야 한다.
- ② 변전소와 전기실에는 소화설비 및 경보설비를 설치하여야 한다.

### 제3관 수·변전 및 배전설비

- 제158조(변압기) ① 변압기는 화재 시 폭발하지 않는 성능을 갖추어야 한다.
- ② 변압기는 진동, 충격 등 외부로부터의 충격이 없는 곳에 설치하여야 하고, 환기설비를 갖추어야 한다.
- ③ 변압기는 온도를 확인할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.
- ④ 정류기용 변압기의 설계 시에는 정류기로부터 발생하는 고조파에 의한 전력 손실 및 온도 상승을 고려하여야 한다.
- 제159조(개폐기) ① 개폐기는 부하전류 및 고장전류를 차단할 수 있는 기능을 갖추어야 하며, 동작상태에 따라 그 상태를 표시할 수 있어야 한다.
- ② 부하전류를 차단하기 위한 목적이 아닌 개폐기에는 부하전류가 통하고 있을 경우 부하전류가 차단되지 아니하도록 적절한 조치를 하여야 한다.
- ③ 중력 등에 의하여 오작동될 우려가 있는 개폐기에는 잠금장치 등 오작동을 방지할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
- 제160조(정류기) ① 정류기의 정류소자는 정격의 부하전류, 단락전류 및 외부로부터의 이상전압 등에 대하여 충분한 내력을 가져야 한다.
- ② 정류기에는 정류소자의 온도를 확인할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
- ③ 정류기는 고조파로 인한 영향을 최소화할 수 있는 정류방식을 택하여야 한다.
- 제161조(직류 고속도차단기) 직류 고속도차단기의 내열성 구조물과 아크 발생부분 간에는 충분한 거리를 두어야 한다.
- 제162조(보호계전기) ① 보호계전기는 전철전력설비 중 이상전압 또는 고장전류가 발생한 부분을 계통으로부터 분리하여 공급의 지장 및 설비의 손상을 줄일 수 있어야 한다.
- ② 보호계전기는 전철전력설비에서 발생한 고장을 기록하고 그 기록을 일정 기간 저장할 수 있어야 한다.
- ③ 보호계전기는 일시적인 현상에 의한 고장 조건이 사라지고 안전한 상태가 확인되면 전철전력설비가 정상적인 동작으로 복귀하도록 하는 기능을 갖추어야 한다.
- 제163조(축전지) ① 축전지는 발화물질과 최대한 거리를 두고 설치·보관하여야 한다.
- ② 축전지함은 축전지로부터 누출되는 가스가 축적되지 아니하도록 환기장치를 설치하거나 자연 통풍으로 방출될 수 있도록 설계하여야 한다.
- ③ 축전지를 보관할 때에는 방전되지 아니하도록 보호 조치를 마련하여야 한다.
- 제164조(원격감시제어설비) ① 원격감시제어설비는 전철전력설비의 일부 계통 또는 장비에 장애가 발생하더라도 정상적으로 작동하여야 한다.
- ② 원격감시제어설비의 주 시스템에 장애가 발생할 때에는 예비시스템으로 자동 전환되어 본래의 기능을 유지할 수 있어야 한다.
- 제165조(전력케이블) ① 수전선로의 전력케이블은 전압강하, 허용전류 및 단락전류에 따

라 굵기를 선정하여야 한다.

- ② 변전소와 변전소 간을 연결하는 연락 송전선로는 통신선로 및 배전선로와 분리하여 포설하는 것을 원칙으로 한다.

#### 제4관 전차선로설비

제166조(전차선로 조가방식) ① 구간별 전차선로의 조가 방식은 다음 각 호와 같다.

1. 지하구간 : 강체조가(Rigid Suspension) 방식
2. 지상구간 : 헤비 심플 커티너리(Heavy Simple Catenary) 방식
3. 지상 차량기지 및 기지 인입선 구간 : 심플 커티너리(Simple Catenary) 방식
4. 지상과 지하가 연결되는 구간(이하 "이행구간"이라 한다) : 트윈 심플 커티너리(Twin Simple Catenary) 방식 또는 헤비 심플 커티너리 방식

- ② 지상부 전차선로에는 별도의 급전선을 설치하고, 지하부 전차선로는 강체전차선으로 한다.

제167조(전차선로 급전계통의 구성 및 구분) ① 전차선로의 본선 구간에는 상행선·하행선 별 및 방면별 분리 급전방식으로 전력을 공급하여야 한다.

- ② 전차선과 급전선(부급전선은 제외한다)은 안전상 및 운전상 필요한 곳에서 구분하되, 전기적으로 개폐되도록 설치하여야 한다.

제168조(전차선로 이격거리의 유지) 전차선로는 사람 및 설비의 안전을 위하여 도시철도 차량과 전기적 이격거리를 유지하여야 한다.

제169조(전차선의 높이) ① 전차선의 높이는 터널 높이와 도시철도차량의 제원을 고려하여 안전한 열차운행에 필요한 높이를 확보하여야 한다.

- ② 지하구간의 강체전차선과 지상구간의 커티너리 전차선과의 이행구간은 팬터그래프가 전차선과 원활히 접촉하여 움직일 수 있는 구조여야 한다.

제170조(전차선의 편위) 전차선의 편위는 레일 윗면에 수직인 궤도 중심으로부터 좌·우측 각각 200밀리미터를 표준으로 한다. 다만, 부득이한 경우에는 250밀리미터 이내로 할 수 있다.

제171조(피뢰기) ① 전차선로설비에는 이상전압으로부터 지상부 전차선로를 보호하기 위하여 피뢰기를 설치하여야 한다.

- ② 피뢰기는 폭발위험을 방지하기 위하여 내부 압력을 완화시키는 구조여야 하며, 폭발시에도 파편이 날리는 것을 방지하는 기능을 가져야 한다.

#### 제4절 신호 및 열차제어설비

##### 제1관 전기안전기준

제172조(일반기준) 신호 및 열차제어설비는 다음 각 호의 안전기본원칙에 적합하도록 설계, 제작 및 설치하여야 한다.

1. 사람과 장치의 안전을 보장할 것
2. 진로제어, 속도제어 및 간격제어 등의 조치는 안전하고 정확하게 수행할 것



3. 돌발 상황이나 사람의 실수 등 비정상적인 외적 영향에서도 안전하게 동작하고, 모든 열차방호기능을 정확하게 수행할 것
4. 스스로의 상태를 지속적으로 감시하여 성능저하의 정도를 확인할 수 있을 것
5. 성능이 떨어진 상태에서도 운행 시 열차를 방호할 수 있도록 안전측 동작을 할 것
6. 주설비에 이상이 발생하더라도 예비설비를 사용하여 정상적인 동작을 할 수 있도록 이중으로 안전확보 방안을 마련할 것
7. 신호 및 열차제어설비는 전기, 기계 및 환경 등의 비정상적인 외적영향에서도 안전하게 동작할 것
8. 지상신호설비는 차상신호설비와 연계하여 안전하게 동작할 것

제173조(전력공급기준) ① 신호기계실에는 항상 전원이 공급되어야 한다.

- ② 신호기계실에 공급되는 신호용 배전선의 전압 및 전기방식은 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준에서 정하는 것으로 한다.

제174조(전기안전표시) 고압을 사용하는 전기장치에는 잘 보이는 곳에 "고전압" 및 "전기위험" 표시를 하여야 한다.

제175조(장치의 오조작 방지) 오조작으로 위험을 초래할 수 있는 전기장치는 오조작으로부터 보호될 수 있는 장소에 설치하여야 하며, 잠금장치를 설치하여야 한다.

제176조(절연확보) ① 지상신호설비에 설치된 전기회로 및 전선은 설비 고장 또는 감전 사고를 막기 위하여 절연설비를 갖추어야 한다.

- ② 지상신호설비는 이상전압 발생 시 설비가 파괴되지 아니하도록 하여야 한다.

제177조(전선 및 전기장치의 배치) ① 전선은 적절하게 지지되고 마모나 손상으로부터 보호될 수 있는 곳에 비틀림이 없고 유지보수가 쉽도록 설치되어야 한다.

- ② 전선의 단자는 기계적 충격이나 진동에 의하여 풀리지 아니하는 구조여야 한다.
- ③ 전선, 전선의 단자 및 전기장치에는 각각 구분할 수 있도록 판별이 쉽고 지워지지 아니하는 표시를 하여야 하며, 필요시 추가적인 표시를 할 수 있어야 한다.
- ④ 전선은 유도장해를 고려하여 사용전압 및 기능별로 분리하여 수용하는 것을 원칙으로 한다.

- ⑤ 신호기계실의 기기와 설비는 감전 및 화재발생의 위험을 방지할 수 있도록 설계·설치하여야 하고, 이에 대한 보호대책을 수립하여야 한다.

- ⑥ 전기장치는 기능의 유지 및 보수점검을 고려하여 배치하여야 하며, 전기장치 상호간 영향을 미치지 아니하도록 충분한 거리를 두어야 한다.

제178조(전기 차단) ① 지상신호설비에는 운전 및 유지보수 시에 전원을 차단하거나 분리시킬 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

- ② 제1항에 따른 장치에는 오조작으로 인한 위험을 알리는 주의표시를 하여야 하고, 잠금기능을 갖추어야 한다.
- ③ 전기회로 및 전자회로는 내부회로 또는 외부회로의 합선이나 다른 전기장치의 고장이 발생하는 경우에 대비하여 회로차단기능 또는 회로보호기능을 갖추어야 한다.
- ④ 회로의 차단 또는 분리를 위한 장치는 그 동작 상태를 알 수 있는 지시기능 또는 정보기능을 갖추어야 한다.

제179조(접지) ① 지상신호설비는 낙뢰나 이상전압으로부터 보호하기 위하여 접지하여야 하며, 전자기적 간섭에 의한 오동작이 방지되어야 한다.



② 감전의 위험이 있는 장치나 기기는 접지하여야 한다.

제180조(유도장해의 억제) 유도장해에 민감한 장치는 운용 중 발생하는 전자기 잡음에 대하여 충분한 내성을 가져야 한다.

## 제2관 화재안전기준

제181조(화재예방을 위한 기준) 신호 및 열차제어설비는 화재발생의 위험을 방지할 수 있도록 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 신호 및 열차제어설비에는 불연재를 사용할 것. 다만, 설비의 특성상 불연재를 사용할 수 없는 경우에는 난연재를 사용할 수 있다.
2. 불꽃이나 열이 발생할 위험이 있는 장치는 일정한 간격으로 거리를 두고 설치하고, 필요한 경우 그 사이를 절연하거나 불연재질의 차단막을 설치할 것
3. 전선에는 저독성의 난연재를 사용하고, 필요시 전선관 등으로 보호할 것.

제182조(소화설비) ① 신호기계실에는 화재발생 시 자동으로 작동하는 자동소화설비를 설치하여야 한다.

② 운영제어실에는 쉽게 발견하여 사용할 수 있는 위치에 1개 이상의 소화기를 두어야 한다.

## 제3관 장치의 설치 등

제183조(장치의 설치) ① 신호 및 열차제어설비를 구성하는 각 설비의 나사·볼트·너트 등의 체결부는 진동 및 충격에 의하여 느슨해지거나 풀리는 것을 방지할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

제184조(부식억제) ① 신호 및 열차제어설비를 구성하는 모든 설비는 기름류의 접촉이나 악천후에의 노출 등에 의하여 안전에 영향을 미치는 수준 이상으로 부식되지 아니하여야 한다.

② 화학적 성질이 다른 금속 간에 접촉이 되는 구성품에는 전기부식을 억제하기 위한 예방 조치를 마련하여야 한다.

제185조(실내설비) ① 신호기계실 내부에 설치하는 수도시설은 신호 및 열차제어설비에 영향을 주지 아니하도록 하여야 한다.

② 신호기계실에는 전자장치 운영에 적절한 냉방설비 및 환기설비를 갖추어야 한다.

제186조(고장대책) 도시철도운영자는 신호 및 열차제어설비에 고장이 발생하더라도 열차를 안전하게 운행할 수 있도록 수신호 개발 등 열차운영대책을 마련하여야 한다.

## 제4관 지상신호설비

제187조(신호전원장치) ① 신호전원장치는 정전 시에도 예비전원이나 축전지로부터 전원을 공급받아 지상신호설비가 동작하도록 하여야 한다.

② 신호전원장치는 이상전압이나 고장전류로부터 신호 및 열차제어설비를 보호하여야 하고, 전압의 변동이 지상신호설비의 기능에 영향을 미치지 아니하도록 하여야 한다.



③ 지상신호설비는 신호전원장치에 고장이 발생한 경우 그 고장을 기록하고, 무정전 전원장치의 상태를 감시할 수 있어야 한다.

④ 신호전원장치에 고장이 발생한 경우 예비전원이나 축전지를 사용하여 지상신호설비에 1시간 이상 전원이 공급되어야 한다. 다만, 신호관제실에는 3시간 이상 전원이 공급되어야 한다.

⑤ 신호전원장치는 일시적인 현상에 의한 고장 조건이 사라지고 안전한 상태가 확인되면 초기화 기능에 의하여 정상적인 동작으로 복귀될 수 있어야 한다.

제188조(신호전원장치용 인버터) ① 인버터의 부품 중 전원 차단 시 60볼트 이상의 충전 상태가 5초 이상 유지되는 부품에는 잘 보이는 곳에 주의표시를 하여야 한다.

② 인버터의 부품 중 외부로부터 발생하는 정전기에 의하여 손상될 수 있는 부품은 점검·교체 또는 보관 시 정전기에 의한 손상으로부터 보호하여야 한다.

제189조(축전지) ① 축전지는 발화물질과 최대한 거리를 두어 설치·보관하고, 청결을 유지하여야 한다.

② 축전지함은 축전지로부터 누출되는 가스가 축적되지 아니하도록 환기장치를 설치하거나 자연 통풍으로 방출될 수 있도록 설계하여야 한다.

③ 축전지를 보관할 때에는 방전되지 아니하도록 적절한 보호 조치를 마련하여야 한다.

제190조(외함) 외부 충격, 누수, 먼지, 전기적인 손상 및 화재 등으로 인하여 제 기능을 발휘할 수 없는 신호 및 열차제어설비는 외함 내에 설치하여야 한다.

제191조(신호케이블) 신호기계실 간, 신호기계실과 신호관제실 간의 전송케이블은 철도정보통신 전송망에 이종으로 우회망을 구성하여 외부 유도잡음이나 고장으로부터 안전하도록 하여야 한다.

제192조(자동열차방호장치) ① 자동열차방호장치는 열차분리, 속도제한 등 안전운행을 위한 기능을 수행할 수 있도록 안전측 동작 기능을 가져야 한다.

② 자동열차방호장치는 자동열차감시장치와의 상호작용에 오류가 발생하지 아니하도록 장치를 구성하여야 한다.

제193조(자동열차감시장치) ① 자동열차감시장치는 열차상태감시, 열차운행제어 등 열차의 안전운행을 위한 기능을 가져야 한다.

② 자동열차감시장치는 자동열차방호장치 및 다른 자동열차감시장치와의 상호작용에 오류가 없도록 장치를 구성하여야 한다.

제194조(연동장치) 연동장치는 열차진로를 제어할 때 선로전환기를 설정하고 잠금장치를 하며 신호취급을 확인하는 동작을 수행하여 열차의 안전운행을 확보할 수 있어야 한다.

제195조(무선통신장치) ① 열차 분리, 속도 제한 및 열차상태 감시 등 열차의 안전운행을 위하여 자동열차방호장치와 자동열차감시장치 간의 상호작용에 오류가 없도록 무선통신장치를 구성하여야 한다.

② 무선통신장치는 자동열차방호장치와 자동열차감시장치 간의 무선통신 시에 열차제어정보가 전송될 수 있도록 설비를 구성하여야 한다.

제196조(출입의 제한) 신호기계실에는 출입문 열림 감시장치, 출입문 감시장치 및 출입제한표지를 설치하여야 하며, 운영제어실과 기지제어실에는 출입제한표지를 설치하여야 한다.

## 제5절 도시철도시설의 유지·관리

제197조(일반기준) 도시철도시설의 일반기준에 대하여는 제112조를 준용한다.

제198조(유지·관리) 도시철도시설의 유지·관리에 대하여는 제113조를 준용한다.

제199조(기록의 관리) 도시철도시설의 기록의 관리에 대하여는 제114조를 준용한다.

제200조(정밀안전점검) 도시철도시설의 정밀안전점검에 관하여 제115조를 준용한다.

## 부 칙

제1조(시행일) 이 기준은 2014. 3. 19일부터 시행한다.

제2조(재검토기한) 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령훈령 제248호)에 따라 이 고시 발령 후의 법령이나 현실 여건의 변화 등을 검토하여 이 고시의 폐지, 개정 등의 조치를 하여야 하는 기한은 2017년 3월 18일까지로 한다.

제3조(다른 규정의 폐지) 건널목 설치 및 설비기준지침(안)(건설교통부 훈령, 2005. 1.1)과 철도시설 안전세부기준(국토해양부고시 제2013-186호, 2013. 4. 24)은 폐지한다.

제4조(경과조치) 이 고시 시행 당시 종전의 「철도시설 안전기준에 관한 규칙」과 「철도시설 안전세부기준」 및 「도시철도시설 안전기준에 관한 규칙」에 따라 적합하게 설치된 철도시설은 제정 규정에 따른 기술기준에 적합하게 설치된 것으로 본다.



[별표 1]

**철도건널목 분류기준**(제69조 관련)

구분	총교통량(철도교통량×도로교통량)
제1종 건널목	500,000회 이상
제2종 건널목	300,000회 이상 500,000회 미만
제3종 건널목	300,000회 미만

비고:

1. 제2종 또는 제3종 건널목 기준에 적합한 건널목이 사고다발지역이거나 고속철도 운행구간이어서 위험도가 높다고 인정되는 때에는 위 표의 기준에 의한 건널목 분류기준보다 상위 등급으로 분류할 수 있다.
2. “총교통량”이라 함은 철도교통량에 도로교통량을 곱한 것을 말한다.
3. “철도교통량”이라 함은 평일에 건널목을 통과하는 1일 평균 열차 통과횟수에 다음에 정한 환산율을 곱한 수치의 합계를 말한다.
- 4 “도로교통량”이라 함은 평일에 건널목을 횡단하는 1일 평균 보행자 통과횟수 및 차량 통과횟수에 다음에 정한 환산율을 곱한 수치의 합계를 말한다.

철도교통량 환산율

종 별	환 산 율
열 차	1.0
철도차량	0.5

도로교통량 환산율

종 별	환산율	대 상
보행자	1	
자전거*	2	
손수레*	3	
** 자동차	이륜	4 원동기 달린 자전거, 오토바이, 경운기, 전동휠체어 등
	소형	8 승용자동차, 소형 승합자동차(15인 이하), 소형화물자동차(1톤이하)
	중형	10 중형 승합자동차(16인 이상 35인 이하), 중형 화물자동차(1톤 초과 10톤 미만), 소형 특수자동차(3.5톤 이하)
	대형	12 대형 승합자동차(36인 이상), 대형 화물자동차(10톤 이상), 중형 특수자동차(3.5톤 초과), 그 밖의 중장비

\* 자전거·손수레 환산율은 타는 사람 또는 끄는 사람이 포함되었음

\*\* 자동차 환산율은 운전자 및 탑승자가 포함되었음

[별표 2]

**건널목 종류별 안전설비 설치기준**(제71조제1항관련)

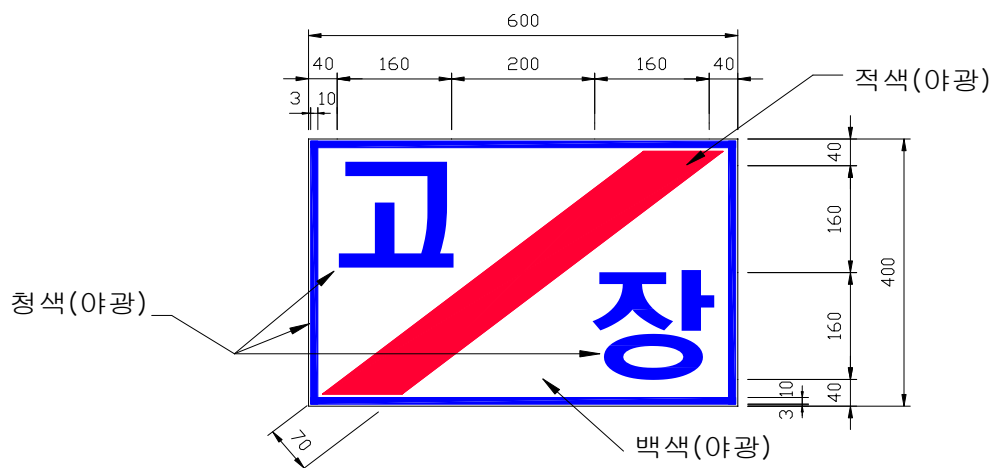
종 류 별	세 부 종 별	차 단 기	건 널 목 경 보 기	고 장 표 시 장 치	스 스 전 철 또는 구 간 빔 펜 션	교 통 안 전 표 지	관 리 원 없 음 표 지	기 적 표	조 명 장 치	고 장 검 지 장 치	장치 및 사용안내문 전동차단기 수동취급
1종	자동	○	○	△	○	○	△	△	△	△	△
	수동	○	○	△	○	○	△	△	△	△	
2종	자동		○	△	○	○		△			
3종	수동				○	○		△			

주

1. ○표는 반드시 설치하여야 하는 설비를 말한다.
2. △표는 사정에 따라 설치를 하지 아니할 수 있는 설비를 말한다.

[별표 3]

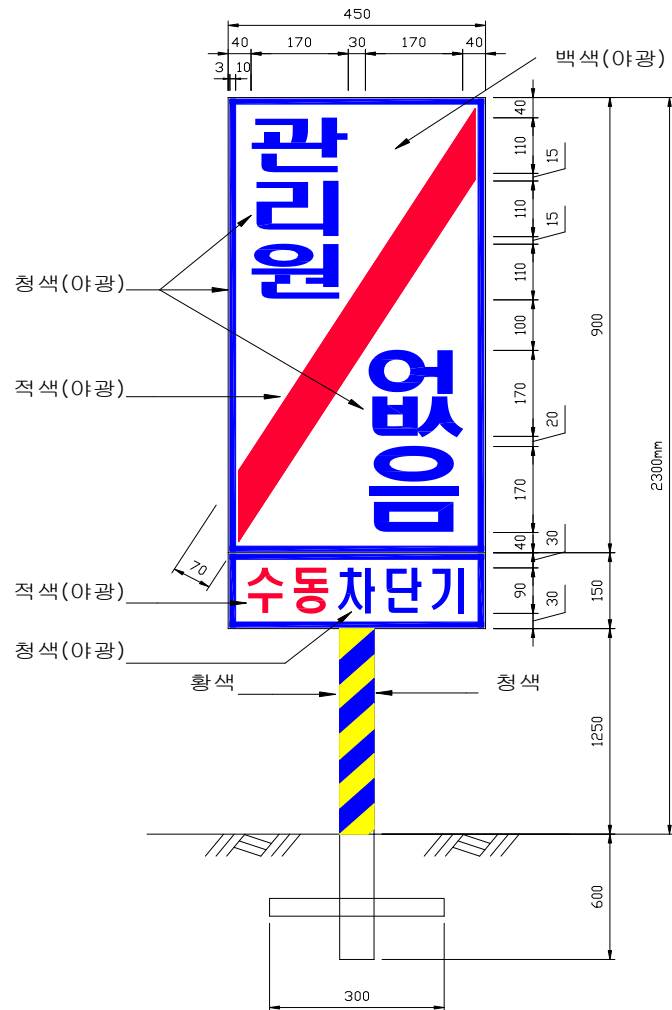
**고장표지**(제75조제1항 및 제3항관련)





[별표 4]

관리원 없음 표지(제76조관련)



[주]전동차단기  
설치개소는  
"수동"을  
"자동"으로  
표시.

[별지 제1호서식]

**전널목교통량조사표**

제 종건널목		작성년월일 20 . . .		소속 :		성명 :					
1. 위 치 :		선		역 ~		역간		기		km 지점	
2. 조사일(월/일)										평 균 환산율 환산교통량	
3. 열차회수	입 환	06:00~19:00								0.5	
	차 량	19:00~06:00									
	일 반	06:00~19:00								1.0	
	열 차	19:00~06:00									
4. 통행량	보 행자	06:00~19:00								1	
		19:00~06:00									
	자 전 거	06:00~19:00								2	
		19:00~06:00									
	손 수 례	06:00~19:00								3	
		19:00~06:00									
	이륜차 동차	06:00~19:00								4	
	19:00~06:00										
자 동 차 (소형)		06:00~19:00								8	
		19:00~06:00									
	자 동 차 (중형)	06:00~19:00								10	
	19:00~06:00										
자 동 차 (대형)		06:00~19:00								12	
		19:00~06:00									
계		06:00~19:00									
		19:00~06:00									

- 비고 : 1. 환산교통량은 3일간 조사한 것을 평균한 값에 환산율을 곱하여 기재한다.
2. 3일을 초과하여 교통량조사를 실시한 경우에는 평균교통량에 비하여 현저히 교통량이 많거나 적은 날의 교통량을 제외한 값을 평균값으로 기재하고 평균값에 환산율을 곱하여 환산교통량을 산정한다.



[별지 제2호서식]

(앞 쪽)

건널목 대 장

000 선

No. ( )건널목

① 위 치	역 역간 기점 . km지점				⑩ 건널목 종별	1종 2종 3종			⑮ 사 고 통 계	년 월 일	사고원인	사고차량 종 별	인명피해	피해시설물		
② 행 정 구 역	시 구 읍 리 도 군 면				⑪ 관리소속 및 안내원 배치	소 속	역 소 별	1.( )역 2.( )지역본부		. . .						
③ 도 로 종 별	1. 일반국도( 호) 2. 특별광역시도 3. 지 방 도(520 호) 4. 시군도( 호) 5. 기타					관 리 구 분	정원(현원)	명 ( )명		. . .						
④ 도 로 규 모 및 안 전 시 설	건널목폭		m (보관폭 m)			관 리 원	구 분	1. 관리원 명 2. 청정 명 3. 용역 명 4. 공익요원 명 5. 청원자 명		. . .						
	도 로 폭		좌 ( )m, 우 ( )m					근무방식		1. 일근 2. 3조2교대 3. 일주야교대 4. 특수일근( : ~ : ) 5. 기타	. . .					
	인 도 폭		좌 ( )m, 우 ( )m		. . .											
	차 로 수		차로		. . .											
④ 도 로 규 모 및 안 전 시 설	안전시설		1. 과속방지턱 2. 미끄럼방지시설 3. 중앙분리대 4. 차선규제봉 5. 일시정지표시(614호) 6. 노면표지명 7. 기타		⑱ 차 단 기	제 어 방 식				1. 자동 2. 반자동 3. 수동	. . .					
						차 단 방 식				1. 전차단 2. 반차단	. . .					
						종류 및 형별				1. 장대형 2. 일반형 1. 단방향 2. 양방향	. . .					
						차단봉 길이			1. 도로용:입구측 좌 m 우 m 출구측 좌 m 우 m 2 인도용: 좌 m 우 m	. . .						
⑤ 열차투시거리	좌 측	기점쪽 종점쪽	m m	우 측		기점쪽 종점쪽	m m	동 작 상 태			1. 하강예고시분 초 2. 하강시분 초 3. 상승시분 초 4.수동취급장치 및 사용안내문(유·무)	. . .				
⑥ 건널목투시거리	좌측 m , 우측 m				⑲ 정보기 및 기타보안 설비	정보 장치 세부 사항	1. 정보기 종류 : 일반형 현수형 2. 제어거리 : 기점쪽 m, 종점쪽 m 3. 정보시분 : 기점쪽 초 ~ 초 종점쪽 초 ~ 초 4. 제어방식 : ST, SC, DC, DT, 전자식, 기타 5. 정보방식 : 정보중, 혼스피커, 정보중·혼스피커 겸용, 기타 6. 정보등 수량 : 일반형 개, 현수형 개 7. 열차진행방향표시기 : 유 무 8. 공급전원 : AC V DC V			년 월 일	일로 종에서 종에서 종에서	설치 종으로 종으로 종으로				
⑦ 교 차 각	도									년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로				
⑧ 도 로 구 배	좌측 (상,하)구배 /100 우측 (상,하)구배 /100									년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로				
⑨ 포 장 상 태	건 널 목	보관	1. 목침목 2. 철재 3. 고무 4.아스콘							년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로				
		선로상간 (복선)	1. 아스콘 2. 콘크리트 3. 콘크리트침목 4. 기타						년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로					
		좌	1. 아스콘 2. 콘크리트 3. 기타 4. 비포장						년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로					
		우	1. 아스콘 2. 콘크리트 3. 기타 4. 비포장						년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로					
⑨ 포 장 상 태	도 로	좌	1. 아스콘 2. 콘크리트 3. 기타 4. 비포장						년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로					
		우	1. 아스콘 2. 콘크리트 3. 기타 4. 비포장						년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로					
		좌	1. 아스콘 2. 콘크리트 3. 블럭 4. 기타						년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로					
		우	1. 아스콘 2. 콘크리트 3. 블럭 4. 기타						년 월 일	일로 종에서 종에서	설치 종으로 종으로					
⑩ 건 널 목 환 경	1. 주택 2. 농어촌 3. 학교 4. 공장 5. 상가 6. 임항 7. 기타		1. 초등학교,유치원 좌 m, 우 m 2. 도로교차점 좌 m, 우 m		기타 안전 설비	1. 고장감시장치( 유 . 무 ) 2. 지장물검지장치( 유 . 무 ) 3. 지장물비상버튼( 유 . 무 ) 4. 신호정보분석장치( 유 . 무 ) 5. 정시간제어기( 유 . 무 ) 6. 원격감시장치( 유 . 무 ) 7. 출구측차단검지기( 유 . 무 ) 8. 영상감시장치( 유 . 무 ) 9. 회전식 경광등( 유 . 무 ) 10. 고장표시등( 유 . 무 ) 11. 긴급신고전화( 유 . 무 ) 12. 조명설비( 유 . 무 ) 13. 도로 연동화 ( 유 . 무 ) 14. 차선규제봉( 유 . 무 ) 15. 기 타 ( 유 . 무 )			⑮ 사 고 통 계	조사년월일 20 년 월 20 년 월 20 년 월 20 년 월						
						⑮ 사 고 통 계	열차회수	일반열차								
입환차량																
환 산 계																
보행자(인)																
자전거(대)																
손 수 레																
⑮ 사 고 통 계	통 행 량	2륜자동차														
		소형자동차														
		중형자동차														
		대형자동차														
⑮ 사 고 통 계	환산총계															
⑪ 선 로 상 태	1. 단선, 복선, 2복선, 3복선 기타( ) 2. 횡단선수 본선 개선 측선 개선, 전용선 개선				⑳ 건널목표지	1. 철도건널목표지(110호) 2. 일시정지표지(227호) 3. 진입금지표지(211호) 4. 일시정지표지(521호) 5. 관리원 없음 표지판 6. 기타			⑮ 사 고 통 계							
⑫ 건널목통과열차 최고속도(km/h)	1. 25 이하 2. 60 이하 3. 90 이하 4. 100 이하 5. 120 이하 6. 140 이하 7. 140 초과				㉑건널목 방호 울타리	1. 있음 (H= m, L= m) 2. 없음										
⑬ 교 통 규 제	1. 있음 ( ) 2. 없음				㉒기타설비	1. 전화 2. 인터폰 3. 경고장치 4. 관리동 5. 기타(화장실, 수도, 비상연락처 표지)										
⑬ 교 통 규 제	1. 있음 ( ) 2. 없음															
⑭ 폐 색 구 간	1. 자동 2. 연동 3. 통표 4. 기타															
⑭ 폐 색 구 간	1. 자동 2. 연동 3. 통표 4. 기타															
⑮ 전 철 화 구 간	1. 전철화 2. 비전철화															



건 널 목 약 도 (상 세 하 게 기 록)	(건널목대장기재요령)
	<p>1. 건널목대장은 건널목마다 1장씩 작성하고 일련번호에 따라 적당한 두께로 합본 보관하며 기입은 펜 또는 볼펜으로 하되 수시변동이 예상되는 사항은 연필로 기입한다.</p> <p style="text-align: center;">선 <span style="margin-left: 100px;">No.</span> <span style="margin-left: 100px;">건널목</span></p> <p>No.에는 사무소별로 건널목 종별에 관계없이 주요선구별로 기점쪽부터 일련번호를 붙이도록 하여 최종번호가 그 선구의 전 건널목 수를 의미하도록 한다.</p> <p>그후 건널목이 신설될 경우에는 인접 건널목 중 기점에 가까운 번호를 이용하여 「           의 1」 「           의 2」 등으로 정리하고 폐지할 경우에는 결번으로 정리한다.</p> <p>2. 건널목 대장 내용 중 「좌우」 구분은 기점에서 종점으로 향하여 선로 좌측은 「좌」, 우측은 「우」로 한다.</p> <p>③ 차로수는 전체 차로수, 즉 왕복 단차선인 경우 1차로 , 편도 1차선인 경우 2차로, 편도2차선인 경우 4차로 등으로 기입한다.</p> <p>④ 단위는 m로(4m30Cm일 경우 4.3m로) 표기한다. 도로폭은 도로의 전체 폭을 기입하며(   )에는 포장폭을 기입한다. 인도폭은 인도가 별도 설치된 경우에 기입한다.</p> <p>⑤의 열차투시거리(선로의 최외측 궤도 중심선과 도로중심선의 교점으로부터 도로중심선을 따라 5m 지점에서 1.4m높이에서 열차진입 방향의 선로를 내다 보았을 때 그 선로의 중심선상 2m높이를 연속해서 내다 볼 수 있는 최대거리)는 선로의 「좌측도로에서 기점쪽 m, 종점쪽 m」, 「우측도로에서 기점쪽 m, 종점쪽 m」로 한다.</p> <p>⑥의 건널목 투시거리는 도로상의 차량이 건널목에 접근할 때 건널목을 연속해서 확인할 수 있는 최대거리를 기입한다.</p> <p>⑦의 교차각은 선로를 중심하여 시계방향(우회전)의 각도를 기입한다.</p> <p>⑧의 도로구배는 철도와 같이 1000분율이 아니고 100분율임에 주의하고 도로중심선을 따라 건널목 으로부터 30m거리에 대한 변화를 측정 산출하며 도로가 건널목으로부터 하구배이면 하구배에, 상구배이면 상구배에 ○를 표시함.</p> <p>⑨~⑯, ⑳~㉔는 해당하는 번호에 ○표하고, 특히 ⑩의 건널목환경란 조사는 주택, 학교등이 누락 되지 않도록 주의하여 초등학교 및 유치원은 건널목에서 500m이내, 도로교차점은 100m이내의 개소를 조사하고 거리를 기입한다.</p> <p>⑪의 횡단선수는 건널목을 횡단하는 선로수를 기입한다.(예 : 복선이면 2, 복복선이면 4)</p> <p>⑫의 열차최고속도는 건널목 제어구간 열차최고속도를 말한다.</p> <p>⑬은 교통규제가 있을 경우 규제내용을 (   )란에 기입한다.</p> <p>⑰의 관리구분에서 청원일 경우(   )안에 청원자명을 기입하고, 안내원 구분은 자세히 기입한다.</p> <p>⑱의 제어방식 중 반자동이란 안내원이 있는 건널목으로서 차단기 수동취급이 가능한 개소를 말하며, 차단봉 길이의 도로용 입구측은 차량이 건널목을 향해 진입하는 쪽의 차단기를 말하고, 출구측은 건널목에서 도로쪽으로 진출하는 쪽의 차단기를 말한다</p> <p>⑲의 기타안전설비 팔호안에는 설치년월(년,월)을 기입한다.</p> <p>㉔의 종별변경은 종별승격(예 : 2종에서 1종으로)또는 도로 노선변경으로 인한 종별 격하 등을 기입한다.</p>
<p>※건널목약도 도시요령 : 건널목의 주변약도를 그리되, 차단기, 경보기, 처소, 건널목표지등 설치위치, 지형, 투시장애물, 선로의 곡선상태, 건널목으로부터 도로의 직선거리 및 폭, 인근의 교차설비 거리 등을 상세히 기입하여야 하며, 선로의 기점, 종점표시 및 도로의 양 방향을 기입하여야 한다.</p>	<p>건널목대장 기재요령란에 건널목진경사진을 부착한다. 이 경우 선로종방향으로 건널목 전경을 포함하여 촬영한 것을 상단에 부착하고, 선로횡방향으로 건널목전경을 포함하여 촬영한 것을 하단에 부착한다.</p>



## RECORD HISTORY

Rev.0('12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둬.

Rev.1('14.11.17) “철도안전법” 제25조 개정에 따른 후속조치로 “철도시설의 기술기준”을 제정하고 “철도시설 안전기준에 관한 규칙”, “철도시설 안전세부기준” 및 “도시철도시설 안전기준에 관한 규칙”은 폐지되어 명칭 수정하고 “철도시설의 기술기준” 방재시설 설치기준 내용과 통일

Rev.2('17.3.20) 철도설계기준(국토교통부고시제2015-1014호, '15.12.29)이 개정 고시됨에 따라 개정내용(전반조명 평균조도 변경)을 반영

Rev.3('21.03.03) 철도시설의 기술기준에 따른 방재구난지역 설치기준 반영

Rev.4('24.06.04) 상위기준(KDS 등)과 체계일치, 현행화 등 시행을 위한 건설기준 고도화 용역 검토사항 등을 반영한 KR CODE 체계 개편 및 개정(심사기준처-715호, '24.06.04)

KR CODE 개편사항		
당 초		개 정
KR C-12120 환기 및 조명설비	⇒ (코드 간 통합)	KR C-12120 터널 환기, 조명, 방재시설
KR C-120130 방재설비		

Rev.5('24.08.30) 방재구난지역 이동을 위한(표고차 발생 시) 접속계단 폭 기준 개선 반영 (심사기준처-2216, '24.08.30)