

KDS 27 60 00 : 2023

터널 환기, 조명, 방재시설

2023년 9월 12일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 터널설계기준을 중심으로 도로설계기준, 공동구 설계기준, 철도설계기준(노반편), 하천설계기준, 항만 및 어항 설계기준 등의 터널설계 개요에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
터널공사표준시방서 및 동해설	• 산악지대에 건설되는 터널공사의 조사, 설계, 시공관련 일반 방침, 기준	제정 (1975.3)
터널공사 표준시방서	• 조사편에 노선계획, 공사계획 추가 • 설계편에 하중, 동바리공의 본문 및 해설 추가 • 시공편에 안전위생, 기계굴착 등 추가 • 시공법 및 시공 방식 현대화 • 사갱, 수직갱 신설 • NATM 공법 표준사항 신설	개정 (1985.12)
터널표준시방서	• 일반시방서로 개편 및 해설부분 생략 • 국내 용어 및 서술형식 적용	개정 (1996.5)
터널설계기준	• 터널설계기준과 터널표준시방서 분리, 개편, 보완	개정 (1999.9)
터널설계기준	• 관련법, 기준, 지침과의 연계성 확보 • 향상된 국내 터널기술 수준 반영 및 현안문제 개선 • 내진설계기준 보완, 터널공사의 안전성 제고 • 국제적 추세에 맞춘 기계화 시공 및 환경 친화적 설계 개선	개정 (2007.11)
KDS 27 10 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	제정 (2016.6)
KDS 27 60 00 : 2023	• 국가건설기준 코드 작성 지침에 따라 정비	개정 (2023.07)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2023년 9월 12일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 도로건설과

관련단체 : 한국터널지하공간학회

작성기관 : 한국터널지하공간학회

- 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시 일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용 범위	1
1.3 참고 기준	1
1.3.1 주요 관련 법규	1
1.3.2 주요 관련 기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호의 정의	1
2. 조사 및 계획	1
2.1 조사 및 계획 일반	1
2.2 조사	1
2.3 계획	1
3. 재료	1
3.1 재료 일반	1
3.2 재료 특성	1
3.3 품질 및 성능시험	2
4. 설계	2
4.1 환기 시설	2
4.1.1 도로터널의 환기시설	2
4.1.2 도시철도터널의 환기시설	3
4.1.3 철도터널의 환기시설	3
4.1.4 기타 터널(통신구, 전력구, 수로터널 등)의 환기시설	4
4.2 조명 시설	4
4.2.1 도로터널의 조명시설	4
4.2.2 도시철도터널의 조명시설	5
4.2.3 철도터널의 조명시설	6
4.2.4 기타 터널(통신구, 전력구 등)의 조명시설	7

4.3 방재 시설	7
4.3.1 터널의 방재시설	7
4.3.2 도로터널의 방재시설	8
4.3.3 철도터널의 방재시설	9
4.3.4 도시철도터널의 방재시설	10
4.3.5 기타 터널(통신구, 전력구, 수로터널 등)의 방재시설	10
4.4 공사 중 설비	10
4.4.1 공사 중 환기설비 계획	10
4.4.2 공사 중 조명설비 계획	11
4.4.3 공사 중 배수설비 계획	12
4.4.4 터널의 수방대책시설	12
4.5 하·해저터널 시설	13
4.6 연직갱 및 경사갱 시설	13
4.6.1 역직갱 시설	13
4.6.2 경사갱 시설	14

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준의 목적은 터널 환기, 조명 및 방재시설과 관련된 기준을 제시하는 것이다.

1.2 적용 범위

(1) 터널 내의 환기, 조명, 방재 설비의 기준은 터널의 용도와 기능에 따라 이 기준에서 정한 바에 따르는 것을 원칙으로 하며, 이외의 세부 사항에 대하여는 터널시설물 관리주체에서 정하여 적용할 수 있다.

(2) 공사 중의 환기, 조명 및 방재 시설은 이 기준에서 제시된 내용을 기준으로 설계하여야 한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

(1) 이 기준의 관련 법규는 KDS 27 10 05(1.3.1)을 따른다.

1.3.2 관련 기준

(1) 이 기준의 관련 기준은 KDS 27 10 05(1.3.2)를 따른다.

1.4 용어의 정의

(1) 이 기준의 용어정의는 KDS 27 10 05(1.4)를 따른다.

1.5 기호의 정의

- 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

- 내용 없음

2.2 조사

- 내용 없음

2.3 계획

- 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

- 내용 없음

3.2 재료 특성

- 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

- 내용 없음

4. 설계

4.1 환기시설

4.1.1 도로터널의 환기시설

(1) 도로터널에서의 설계 소요환기량은 매연(입자상물질), 일산화탄소, 질소산화물의 오염물질을 대상으로 산출하며, 오염물질별 허용농도기준을 만족하여야 한다.

- ① 오염물질에 대한 환기량 산정을 위한 차종별 기준배출량은 환경부의 ‘대기환경보전법 시행규칙’에서 정한 오염물질별 ‘제작차 배출허용기준’ 적용을 원칙으로 한다.
- ② 터널 내 환기대상 오염물질별 허용농도기준은 <표 4.1-1> 과 같이 적용하는 것을 원칙으로 하며, 관리주체에 따라 세계도로협회(World Road Association, 구 PIARC)의 권고치를 고려한 기준값을 적용할 수 있다.

표 4.1-1 터널 내 오염물질별 허용농도 기준

구분		차속	10 km/h	20 km/h	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h
		매연 (m ⁻³)	0.009	0.007	0.007	0.007	0.007	0.005	0.005	0.005
설계농도 일반범위	CO (ppm)	70								
	NOx (ppm)	20								

- ③ 환기설계 목표 연도는 공용개시 후 20년 후를 원칙으로 한다. 다만, 교통량의 급격한 변화가 예상되는 경우 교통량 변동을 고려하여 5년 주기의 교통량을 기본으로 단계건설을 계획할 수 있다.
- (2) 환기방식 선정 시에는 교통조건, 주변 환경조건, 내공단면적, 대표직경과 같은 터널조건, 경사도, 표고(계획고), 외부자연풍과 같은 지형 및 계절적 기상조건, 화재 시 화재강도, 피난 안전성, 유지관리, 경제성, 기타 단계건설 및 관련법규를 종합적으로 검토하여야 한다.
- (3) 환기시설의 용량은 전 주행속도(10 ~ 80 km/h에서 10 km/h 단계)에서 소요 환기량을 만족할 수 있도록 계획하는 것을 원칙으로 한다.
- ① 기계환기방식에서 환기시설 승압력을 최대 요구하는 주행속도를 환기시설 설계속도로 하여야 한다.
 - ② 터널의 차도 내 풍속은 10 m/sec 이하로 하고, 램프구간이나 단면변화구간과 같은 국부적인

구간의 터널내 최대풍속은 12 m/sec를 초과하지 않도록 하여야 한다.

- ③ 추정교통량이 현저하게 적은 터널이나 지방부 터널과 같이 주행속도가 높고, 지·정체 발생 확률이 낮은 터널일 경우에는 환기검토 제외속도를 적용하여 환기시스템을 설계할 수 있다.
- ④ 연장 1 km 이상인 중류식 터널은 내부의 최소 환기속도를 1.5 m/sec 이상 확보할 수 있도록 환기풍량을 고려하여야 한다.

- (4) 환기시설은 화재 발생 시, 제연이나 배연시설로 운영되므로 환기방식의 선정 단계부터 비상시 안전성에 대하여 고려하여야 한다. 제연을 위한 환기시설용량이 평상시 환기용량을 초과하는 경우에는 제연용량으로 환기시설용량을 결정하여야 한다.

4.1.2 도시철도터널의 환기시설

- (1) 환기량 계산 시에는 열차주행, 열차 제동, 열차 보조기기 및 열차 냉방기기에 의한 발열과 같은 온도상승 요인과, 벽체 흡열량과 같은 온도감소 요인을 고려하여 터널 내 온도가 일정 온도 이상을 초과하지 않도록 소요 환기량을 산정하여야 한다.
- (2) 환기시설 용량은 적합한 배연풍량을 충족시켜야 하며, 환기팬 및 댐퍼와 같이 화재연기에 직접 노출되는 시설은 250℃에서 60분 이상 가동할 수 있는 내열성능을 확보할 수 있도록 선정하여야 한다.
- (3) 환기팬은 시공 후에도 환기 및 배연풍량의 설계풍량 확보 여부를 확인할 수 있도록 설계도서에 명기하여야 한다.

4.1.3 철도터널의 환기시설

- (1) 오염물질 배출열차가 운행되는 경우에는 호흡과 관련된 일산화탄소, 질소산화물, 분진(입자상물질)을 환기대상 오염물질로 하며, 터널 내부 환경을 허용농도 이하로 유지할 수 있도록 환기시설을 설계하여야 한다.
- (2) 터널의 환기방법은 교통, 기상, 환경, 지형, 지물 및 관련 법규를 바탕으로 소요환기량을 산정하여 자연환기와 기계환기 중 적합한 방법을 선정하여야 한다.
- (3) 환기시설을 설치할 경우에는 터널 내 화재발생 시 승객이 안전하게 대피할 수 있도록, 대피 반대방향으로 신선외기를 공급하여 발생된 화재연기를 배출함으로써 터널 내 환경을 신속하게 회복할 수 있도록 환기용량을 설계하여야 한다.
- (4) 환기용으로 설치되는 환기팬은 화재시를 대비하여 250℃에서 60분 이상 가동될 수 있도록 계획하여야 한다.

- (5) 환기방식, 기기용량 및 규모는 상시 환기요소 인자를 검토·분석한 기계환기량과 열차의 교통 환기력에 의한 자연환기량을 비교하여 결정하여야 한다.

4.1.4 기타 터널(통신구, 전력구, 수로터널 등)의 환기시설

- (1) 기타 터널(통신구, 전력구, 수로터널 등) 내 설치되는 환기시설은 각종 배관, 배선 시설물의 기능을 극대화하고 유지관리가 용이하도록 온·습도 유지, 유해가스의 희석 및 악취제거와 같은 목적으로 설치하여야 한다.
- (2) 환기시설의 용량은 작업장 내 관리자의 신속한 투입을 위해서 환기시설의 가동후 30분 이내에 환기가 완료될 수 있는 용량을 확보하여야 한다.
- (3) 환기팬 용량은 화재시 연기의 역류방지와 작업원의 신속한 출입을 위해서 임계풍속 이상을 확보할 수 있도록 한다.
- (4) 환기방식은 종류식 적용을 원칙으로 하며, 설계 여건상 환기구가 한쪽에 한정되어 종류식을 적용할 수 없는 경우에는 풍관식 환기방식을 적용할 수 있다.
- (5) 환기팬은 환기구 그레이팅 상부에서의 토출풍속 5 m/sec 이하, 소음 75 dB(A) 이하가 되도록 계획하여야 하며, 주변 지역의 소음규제기준에 적합하도록 필요시 소음저감장치를 계획하여야 한다.
- (6) 공동구의 지상 환기구 설치간격은 환기시물레이션을 통해 터널 내 온도상승(최대 온도 40℃ 이하)을 억제할 수 있는 거리와 화재 시 대피시간을 고려하여 결정하여야 하며, 지상 환기구를 이용하여 공동구 내로 장비의 반출입과 관리자가 출입이 가능하도록 설계하여야 한다.

4.2 조명시설

4.2.1 도로터널의 조명시설

- (1) 도로터널의 조명시설은 한국산업표준 KS A 3701(도로조명기준), KS C 3703(터널조명기준) 및 국토교통부 ‘도로안전시설 설치 및 관리지침’에서 정한 바를 따라야 한다.
- (2) 터널조명은 기본부조명, 입구부조명 및 출구부조명으로 구분하여 계획하여야 한다.
- (3) 터널 내부 또는 외부로의 차량주행 시 운전자 시각의 평형 상태를 유지하기 위하여 터널 입구부 경계부의 노면휘도는 입구부의 야외휘도 상황에 따라 설정하여야 한다. 이행부의 노면휘도는 터널 입구로부터 진입하는 거리에 따라 감소시켜 기본부의 노면휘도 값으로 원활하게 순응하도록 하여야 한다.
- (4) 터널 전 구간에서의 휘도와 균제도는 노면과 벽면에서의 종합균제도 0.4 이상, 차선축 균제도

0.6 이상이어야 하며 조명시물레이션을 수행하여 검증하여야 한다.

- (5) 연장 100 m 이상인 터널에서는 설계속도에 따른 기본 조명을 설치하여야 하며, 연장 100 m 미만인 터널에서는 구조여건 및 접속도로 상황을 검토하여 조명설비를 설치하여야 한다.
- (6) 터널 입구부 또는 출구부에 접속도로가 위치한 경우에는, 운전자가 야간에 터널 입구부 부근의 도로폭 변화를 확인하고 터널 출구부 부근의 접속도로의 상황을 확인할 수 있도록 터널의 입구부 또는 출구부 접속도로에 가로등을 설치하여야 한다.
- (7) 운전자가 터널 내를 주행하는 중 정전이 발생되면 터널 내부가 갑자기 어두워져 주행하는 자동차의 사고발생 위험이 매우 크므로, 이를 방지하기 위하여 연장 200 m 이상의 터널인 경우에는 비상조명을 설치하여야 한다.
- (8) 50 m 이상인 터널이 둘 이상 연속하여 존재하고 앞에 통과하는 터널 출구로부터 후속하는 터널 입구까지의 거리가 설계속도에 대응한 시인거리보다 짧은 경우에는 후속하는 터널 입구부 조명의 설계값을 갱구간 거리에 따라서 감소시킬 수 있다.
- (9) 터널 내부휘도의 적정 유지 및 조명의 경제적 운영을 위하여, 터널 외부 주광조도 또는 휘도의 변동에 연동시키거나 타이머를 사용하여 터널 입구부 조명과 기본부 조명을 단계별로 자동적으로 변경시켜 터널조명을 제어하여야 한다. 단, 조명제어 시에는 모든 조광단계에서 균제도기준을 유지하여야 한다.
- (10) 터널 진출입부에 별도의 조도순응시설을 계획할 경우에는 계절별·시간대별로 터널내부 조명과 적절하게 조도순응을 할 수 있도록 계획 하여야 한다

4.2.2 도시철도 터널의 조명시설

- (1) 도시철도 터널의 조명시설 계획 시에는 국토교통부 ‘도시철도건설규칙’에 따라야 한다.
- (2) 터널 중간부의 기본부 조명은 열차기관사가 전방의 장애물을 확인하는 데 필요한 조명으로 바닥기준 5 ~ 10 lux를 유지할 수 있도록 조명배치를 계획하여야 한다.
- (3) 터널의 입구 및 출구부는 터널 내부 또는 외부로 이어지는 부분으로 조도의 변화가 극심하며 이로 인한 열차기관사의 시각장애를 유발할 수 있으므로, 조도변화를 완화시킬 수 있는 조명을 계획하여야 한다.
- (4) 지하 정거장과 연결되는 터널의 입구 및 출구부 조명의 밝기는 정거장 승강장의 조도가 200 ~ 250 lux, 터널의 기본부 조명은 5 ~ 10 lux이므로 정거장 전방 및 후방 100 m 구간은 바닥기준 10 lux를 유지할 수 있도록 계획하여야 한다.

- (5) 터널의 지상 입출구부는 100 lux, 전철기 설치부는 50 lux가 되도록 조명을 계획하여야 한다.
- (6) 터널의 비상조명등은 정전 시 60분 용량의 축전지 내장형의 유도등 기능을 겸한 복합표시등을 설치하여야 한다. 이때 비상조명등은 50~60 m 간격으로 바닥으로부터 1 m 이상 1.5 m 이하의 높이에 설치계획하고 바닥의 평균 조도가 1 lux 이상이 되도록 계획하여야 한다.

4.2.3 철도터널의 조명시설

- (1) 철도터널의 조명시설 계획 시에는 국토교통부 ‘철도건설규칙’에서 정한 바를 만족하여야 한다.
- (2) 다음 표 4.2-1에 해당하는 터널 내에는 터널조명을 설치 계획하여야 한다.

표 4.2-1 터널조명 설치 시의 적용기준

종별	직선	R=600 이상	R=600 미만
단선터널	120 m 이상	100 m 이상	80 m 이상
복선터널	150 m 이상	130 m 이상	110 m 이상
고속철도터널	200 m 이상	200 m 이상	-

- (3) 조명시설의 설치위치는 신호기의 투시에 지장을 주지 않도록 계획하여야 한다.
- (4) 철도터널 조명시설의 설치는 단선터널의 경우 횡갱이 있는 한쪽에, 복선터널의 경우 양쪽에 지그재그로 설치하여야 한다.
- (5) 조명시설의 설치높이는 바닥면상 1.8~2.0 m를 표준으로 하며 안전난간과 간섭되는 경우에는 안전난간 아래에 설치 계획할 수 있다.
- (6) 조명시설의 설치 간격은 단선터널의 경우에는 한쪽 벽에, 복선터널의 경우에는 양쪽 벽에 20 m 간격을 표준으로 하며, 광원에 따라 그 간격을 달리할 수 있다.
- (7) 터널 바닥면의 평균조도는 5 lux 이상으로 계획하여야 한다.
- (8) 사용광원은 나트륨램프, 메탈할라이드램프, 무전극램프 및 LED램프와 같은 고효율 절전형 을 사용하고, 조명기구는 열차통과에 의한 진동, 산.알칼리, 수분에 견디는 등기구를 사용하여야 한다.

- (9) 여러 가지 용도로 설치되는 횡경에는 조명설비를 설치하여야 한다. 또한, 맨홀 또는 접속박스 설치위치에 조명이 필요할 경우에는 조명설비를 설치할 수 있다.
- (10) 터널 내 전기설비 설치용 기재강의 조도는 10 lux로 계획하여야 한다.
- (11) 터널 내에는 비상시 승객의 안전한 대피를 위하여 비상조명등을 설치하여야 한다.
- (12) 비상조명등 설계시 고려사항
- ① 비상조명등은 항상 점등되어 있도록 전원공급장치를 이중화 전원 계통으로 계획하여야 한다. 단, 이중화 전원계통 확보가 곤란한 경우 무정전전원장치 또는 축전지와 같은 적절한 설비를 갖추도록 설계 하여야 한다.
 - ② 비상조명등은 단선터널인 경우 대피로가 설치된 벽에, 복선터널인 경우 양쪽 벽면에 20 m 이내의 간격으로 설계하여야 한다.
 - ③ 비상조명등은 대피로 바닥의 조도가 1 lux 이상이 되도록 설계하여야 한다.

4.2.4 기타 터널(통신구, 전력구 등)의 조명시설

- (1) 광원은 발열이 적고, 효율이 높으며, 조도기준에 적합한 밝기의 형식으로 계획하여야 한다.
- (2) 일반용 조명설비는 천장 슬래브 하면에 작업 및 보행에 지장이 없는 높이에 방진 방수 구조의 내부식성 고효율 등기구를 설치하여야 한다. 작업보도가 2열인 경우에는 조명기구 설치위치를 서로 엇갈리게 계획하여야 한다.
- (3) 가스 및 기타(분진 및 유증기 등) 물질이 누적되어 폭발할 가능성이 있는 장소에서는 방폭형 등기구를 적용하여야 한다.
- (4) 조도는 바닥면에서 평균 15 lux 이상이 되도록 하여야 한다. 단, 출입구 계단과 같은 특수부에서는 현지에 맞게 조명을 추가하며 평균 조도는 약 40 lux로 계획하여야 한다.
- (5) 공동구 내 환기구, 교차구 및 분기구 등 주요부분은 100 lux 이상, 공동구 내의 전기실 및 발전기실과 같은 기능실은 100 ~ 200 lux로 계획하여야 한다.
- (6) 공동구 내에서 정전이 되었을 때 작업자를 안전하고 신속하게 밖으로 유도할 수 있도록 최소한의 비상용 조명설비를 설치하여야 한다.

4.3 방재시설

4.3.1 터널의 방재시설

- (1) 터널의 방재시설은 터널의 연장 및 사용 목적에 따라 소화설비, 경보설비, 피난설비, 소화활동설비, 비상전원설비를 갖추도록 설계하여야 한다.

- (2) 도로터널, 철도터널, 도시철도터널 및 기타 터널(통신구, 전력구, 수로터널 등)에 설치하는 제연시설은 종류식 제연(制煙)용과 횡류식 배연(排煙)용으로 구분할 수 있으며, 종류식 제연을 위한 제연시설은 승객이 대피하는 반대방향으로 연기제어가 될 수 있도록 연기의 제어방향을 조절할 수 있는 성능을 갖추어야 하며, 비상시 제어되는 연기의 기류속도는 임계풍속 이상이 되도록 설계하여야 한다.
- (3) 횡류식 배연을 위한 제연시설은 승객이 대피하는 방향에 상관없이 배연풍도를 통해 직접적으로 화재연기의 배출이 가능하도록 배연풍량을 갖추어야 하며, 비상시 제어되는 배연풍량은 연기발생량과 부가풍량을 고려하여 설계하여야 한다.
- (4) 제연설비 설치가 곤란할 경우는 화재 시 화재연기의 확산을 차단 또는 지연함으로써 피난시간을 확보하여 피난안전성을 높일 수 있는 에어커튼이나 제연경계벽과 같은 제연보조설비를 설계할 수 있다. 다만, 시뮬레이션이나 모형실험 및 정량적 위험도평가에 의해서 피난 안전성 확보 결과를 제시하여야 한다.

4.3.2 도로터널의 방재시설

- (1) 도로터널의 방재시설 계획 시에는 국토교통부 ‘도로터널 방재시설 설치 및 관리지침’을 따라야 한다.
- (2) 도로터널의 방재시설은 터널연장, 교통량, 통행방식과 같은 제반인자를 고려하여 계획하여야 한다.
- (3) 방재시설은 소방시설법(‘화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’)을 충족하여야 하고, 관할 소방서와 합의한 경우 방재시설을 가감하여 설치할 수 있다.
- (4) 터널 내 화재와 같은 비상 상황 발생 시 차량진입을 차단할 수 있는 교통차단시설을 터널입구부에 계획할 수 있다.
- (5) 터널 내 제연시설은 제연성능 검증을 수행하여 항시 방재시스템의 안전성능을 확보하고 유지할 수 있도록 계획하여야 하며, 환기팬은 화재시를 대비하여 250℃에서 60분 이상 가동될 수 있도록 계획하여야 한다.
- (6) 터널 개통 후, 최초 10년, 그리고 향후 매 5년 단위로 실측교통량을 조사하여 터널의 방재등급을 재평가하며, 이에 따라 방재시설의 가감 및 조정을 검토할 수 있다.
- (7) 방재등급 1등급 터널에 설치되는 물분무소화설비(미분무소화설비 포함)를 계획하는 경우에는 소화효과와 경제성에 대한 분석을 수행하고, 화재 시 가동조건과 시나리오를 계획하여 설

계에 반영하여야 한다.

4.3.3 철도터널의 방재시설

- (1) 방재시설 계획 시에는 국토교통부 ‘철도시설의 기술기준’을 따라야 한다.
- (2) 방재시설은 열차의 종류, 열차운행 조건 및 기반시설을 고려하여 계획하여야 한다.
- (3) 방재시설을 설치하는 경우에는 소방시설법(‘화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’)을 충족시켜야 하며, 관할 소방서와 합의한 경우 방재시설을 가감하여 설치할 수 있다.
- (4) 방재시설 계획 시 고려사항
 - ① 방재시설 계획 시 사고가 발생되지 않도록 사고예방을 가장 우선적으로 고려해야 하며, 비상상태가 발생되었을 때에는 승객 및 승무원들이 안전하게 대피할 수 있는 대피시설을 설치하여야 한다.
 - ② 터널 내에서 운행 중인 열차에 화재가 발생했을 때 열차의 운행이 가능한 경우에는 열차를 신속하게 터널외부로 탈출시켜야 한다.
 - ③ 화재가 발생한 열차가 터널내부에 정차하게 되는 경우에 대비하여 다른 열차가 외부로부터 사고터널 내부로 들어가지 못하도록 계획하고, 본선 터널내 구조 및 소방활동을 원활하게 수행할 수 있는 시설 및 설비를 계획하여야 한다.
 - ④ 본선 터널내 방재시설을 계획할 경우는 ‘철도시설의 기술기준’에 따라 화재 등 비상 상황이 발생할 경우를 고려하여 안전성분석을 수행하고, 그 결과를 설계에 반영하여야 한다.
 - ⑤ 방재시설은 설비 상호간의 연동과 호환성을 고려하고, 터널 내부에 설치되는 신호와 전기 시설은 내화성, 내진성 및 내구성이 만족되는 자재를 사용하여야 한다. 또한 본선 터널에 설치되는 방재시설은 통합 감시와 제어가 가능한 에너지 절약형 장비와 시스템으로 계획하여야 한다.
 - ⑥ 평상시 사고예방을 위해 터널 방재시설 관리자에 대한 교육 및 훈련계획을 수립하고 정기적으로 교육훈련을 실시하여 비상시 대응능력을 갖출 수 있도록 계획하여야 한다.
- (5) TAB 수행계획 및 안전성분석(QRA)
 - ① 설계단계에서 열차가 주행하는 터널 내부와 연직갱 및 경사갱 내부에 설치되는 기계설비에 대하여 성능을 만족할 수 있도록 공기(환기, 배연, 제연), 자동제어계통 등에 대한 TAB(Testing, Adjusting & Balancing) 시행 필요성을 검토하고 계획하여야 한다.
 - ② ‘철도시설의 기술기준’ 제7조(본선 터널의 안전성분석 등)에 따라 지하역사와의 연계성을 고려한 본선 터널의 안전성분석은 고속철도, 일반철도, 광역철도 터널을 대상으로 수행하여야 한다.
 - ③ 연장 1km 이상의 철도 터널의 방재시설은 안전성분석 수행결과에 따라 터널 내 필요한 방재시설의 설치 여부를 결정하여 설계할 수 있다.

4.3.4 도시철도터널의 방재시설

- (1) 도시철도터널의 방재시설 계획 시에는 국토교통부의 ‘철도시설의 기술기준’과 함께 국토교통부의 ‘도시철도 건설규칙’을 따라야 한다.
- (2) 도시철도터널에 방재시설을 설치하는 경우에는 소방시설법(‘화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’)을 충족시켜야 하고, 관할 소방서와 합의한 경우 방재시설을 가감하여 설치할 수 있다.
- (3) 제연설비 중 전동기, 배풍기, 배출풍도 및 배풍막은 250℃에서 60분 이상 정상적으로 기능을 유지할 수 있도록 계획하여야 한다. 다만, 전동기가 배풍기와 분리 설치되어 배출가스의 영향을 받지 않도록 설계한 경우에는 예외로 한다.
- (4) 터널 내 설치하는 제연시설은 승객이 대피하는 반대방향으로 연기가 배출될 수 있도록 연기의 배출방향을 조절할 수 있는 성능을 갖추어야 하며, 비상시 배출되는 연기의 기류속도는 임계풍속 이상이 되도록 설계하여야 한다.

4.3.5 기타 터널(통신구, 전력구, 수로터널 등)의 방재시설

- (1) 기타 터널의 방재시설을 설치하는 경우에는 소방시설법(‘화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’)을 충족시켜야 하며, 관할 소방서와 합의한 경우 방재시설을 가감하여 설치할 수 있다.
- (2) 환기용으로 설치되는 환기팬은 화재 시를 대비하여 250℃에서 60분 이상 가동될 수 있도록 설계하여야 한다.
- (3) 환기를 위한 공동구 내 공기유속은 임계풍속 이상으로 공동구 전 구역에서 유지시켜야 하며, 외부 신선공기는 공동구의 입구부, 출구부 및 지상 환기구에서 유입되게 계획하여야 한다. 공동구 내 환기시설은 비상시를 고려하여 정·역방향으로 공기흐름을 조정할 수 있어야 한다.
- (4) 환기팬의 방향을 정방향에서 역방향으로 전환할 수 있도록 계획하는 경우에는 역회전 시 발생하는 팬의 효율저하를 고려하여 환기팬 용량을 선정하여야 하며, 정·역전환시의 최단시간 내에 정격용량에 도달되도록 설계하여야 한다.

4.4 공사 중 설비

4.4.1 공사 중 환기설비 계획

- (1) 총소요환기량 산정을 위한 공종별 환기량
 - ① 터널 내 작업원이 필요로 하는 환기량
 - ② 발파 후 가스에 대한 필요 환기량

- ③ 내연기관을 사용하는 경우의 환기량
- ④ 분진(입자상물질)에 대한 환기량

- (2) 총 소요환기량은 공중별 병행작업을 고려하여 산출된 환기량 중 가장 큰 값을 적용한다.
- (3) 터널 내 작업원이 필요로 하는 환기량은 3 m³/분/인을 기준으로 하여야 한다.
- (4) 폭약 1 kg당 환기대상 유해가스 발생량은 일반적인 값을 기준으로 적용할 수 있으나, 해당 터널에서 사용되는 폭약에 대하여 폭약 제조업체가 제시한 표준 발생량을 적용하는 것을 원칙으로 하여야 한다.
- (5) 내연기관의 유해가스 발생량은 해당 터널에서 사용되는 장비에 대하여 장비제조업체가 제시한 표준배출량을 적용하는 것을 원칙으로 하나, 부득이한 경우 일반적인 값을 기준으로 적용할 수 있다.
- (6) 숏크리트 타설로 인한 분진(입자상물질) 발생량은 25 mg/m³을 적용하여야 한다.
- (7) 터널공사 중의 유해가스 및 분진 허용농도는 고용노동부 고시(화학물질 및 물리적인자의 노출기준)에 제시된 기준 값을 따라야 하며, 유해가스에 의한 인명사고가 발생할 수 있으므로 가스 측정기를 사용하여 터널 내 지반에서 나오는 가스 발생 유무를 측정 감시하도록 계획하여야 한다.
- (8) 터널공사 중 터널 내 온도기준은 고용노동부 ‘화학물질 및 물리적인자의 노출기준’을 따른다.

4.4.2 공사 중 조명설비 계획

- (1) 조명설비는 직접 작업이 이루어지는 작업장에 대한 일시적·국부적인 조명과 작업이 이루어지지 않는 통로 등에 대한 장기적·광역적인 조명으로 구분하여 계획하여야 한다.
- (2) 막장면과 같이 직접 작업이 이루어지는 장소에서는 충분한 조도를 확보하여야 하며, 밝고 어두운 차이가 심하지 않도록 70 lux 이상의 조도를 확보하여야 한다.
- (3) 작업이 이루어지지 않는 터널 중간구간은 50 lux 이상, 터널 입·출구부나 연직갱 구간은 30 lux 이상의 조도를 확보하여야 한다.
- (4) 터널 내에서 사용되는 조명기구 습기에 강하고 누전이 발생되지 않는 방수·방습형 보호장치를 부착한 것으로 사용하여야 한다.

- (5) 터널 내에서는 작업 중에 분진, 안개와 같은 입자상물질에 의한 시거장애가 발생하여 국부적으로 조도가 떨어지기 때문에 이를 고려하여 조명시설을 계획하여야 한다.
- (6) 작업에 필요한 수전반, 분전반 등에는 점멸등을 설치하여 작업차량에 의한 손상이 발생되지 않도록 계획하여야 한다.
- (7) 정전 시에도 필요한 조도를 확보할 수 있도록 비상용 발전기와 같은 예비전원을 배치하도록 계획하여야 한다.

4.4.3 공사 중 배수설비계획

- (1) 터널 내 용출수의 배수설비 계획 시 정상적인 용출수는 터널 규모, 터널 심도, 지하수위, 지반의 투수성을 고려하여 계획하여야 하며, 집중용출수는 설계 시 집중용출수의 가능성을 결정하여 그 규모를 고려하여야 한다.
- (2) 터널굴착을 오르막기울기로 계획하는 경우에는 가배수로를 설치하여 용출수가 자연유하하도록 계획하는 것을 원칙으로 한다. 내리막기울기로 계획하는 경우에는 막장면 부근에 물을 모아 수중펌프로 배수하도록 계획하여야 한다. 터널연장이 긴 경우에는 중계펌프를 두어 배수하도록 계획하여야 하며, 펌프대수는 용량과 양정고를 고려하여 결정하여야 한다.
- (3) 펌프전원은 비상시 및 정전사고를 대비하여 자가발전설비를 계획하고 펌프는 내구성이 우수한 것을 선택하여야 하며 예비펌프를 설계하여야 한다.
- (4) 배수로 또는 배수관의 단면적이나 펌프의 능력은 터널공사 시 공사 용출수 이외에 예기치 못한 다량 용출수 또는 경사갱, 연직갱 및 기타 지선터널로부터의 유입수를 고려하여 2배 정도의 여유를 두어 설계하여야 한다.
- (5) 배수된 물을 갱내의 급수원으로 사용하는 경우에는 필요에 따라 수질조사를 실시하도록 계획하여야 한다.
- (6) 터널에서 발생된 오탁수를 자연방류하는 경우에는 환경부 ‘환경정책기본법’에 명시된 수질환경기준 이상으로 처리하도록 설계하여야 한다.

4.4.4 터널의 수방대책시설

- (1) 공사 중과 공사 후에 대한 터널의 수방대책시설을 설계하여야 한다.
- (2) 공사 중 수방대책은 터널이 하저, 해저 및 저수지 하부를 통과하는 경우 인접터널이나 인접구간으로 유량 유입물의 유입을 차단하는 비상수문을 설치하거나, 터널구간의 일부를 굴착하지 않고 존치시켜 전구간 수몰을 방지하도록 설계하여야 한다.

- (3) 공사 후 수방대책은 인접구간으로의 유량 유입이 예상되는 경우 비상수문을 계획하여야 하며, 터널 중앙집수관을 통해 역류되지 않도록 설계하여야 한다.
- (4) 비상수문은 유입수의 수압을 고려하여야 하며, 수밀성을 유지하도록 설계하여야 한다.
- (5) 터널과 인접한 개착구간의 출입시설 높이는 최대 홍수위 이상으로 설계하여야 한다.

4.5 하·해저터널 시설

- (1) 터널 내장재는 화재 시 유독가스를 방출하지 않도록 설계하여야 한다.
- (2) 오페수조는 터널 내 청소수와 화재 진압수를 모을 수 있도록 터널에서 가장 낮은 위치에 상·하행터널로 구분하여 각각 설치하거나 통합하여 설치할 수 있다. 펌프가 설치된 모든 집수조 및 오페수조에는 비상 시 단전방지를 위해 이중전원이 공급되도록 설계하여야 한다.
- (3) 모든 금속물질은 부식을 견딜 수 있도록 부식방지 재질로 제작되거나 부식을 방지하기 위하여 표면처리가 되어야 하며, 기상 변화에도 견딜 수 있는 재질로 설계하여야 한다.
- (4) 하·해저터널에서는 부식을 방지하기 위한 설비를 갖추도록 설계하여야 한다.
- (5) 공사 중 오탁수처리시설 계획 시에는 터널 내 용출수의 염도를 조사하여 반영하여야 한다.

4.6 연직갱 및 경사갱 시설

4.6.1 연직갱 시설

- (1) 연직갱 바닥설비에는 배수설비와 버력처리설비가 있으며 지반조건, 본선 터널의 시공법, 연직갱의 운반방법 및 굴진공정을 고려하여 규모, 용량 및 배치를 정하여야 한다.
- (2) 공사 중 배수설비는 KDS 27 60 00(4.4.3)을 따른다.
- (3) 배수설비설계 시 침전조, 저수조, 배수펌프, 터널 내 배수관, 펌프장, 배전실 및 재료적치장에 대하여 검토하여야 한다.
- (4) 연직갱에 설치할 각종 부대시설은 지반조건과 운반방법을 고려하여 규모와 배치를 결정하여야 한다.
- (5) 안전설비로서 비상전화, 점멸장치, 사이렌과 같은 비상용 경보장치와 가스마스크와 같은 비상용 자재 그리고 소화기를 배치하도록 계획하여야 한다.

- (6) 비상전원이 필요한 공사 중 설비에는 비상전원 또는 비상발전설비 전원이 공급되도록 설계하여야한다.
- (7) 연직갱 내 과도한 용출수 유입으로 인하여 배수설비 침수사고 방지를 위하여, 인원탈출을 위한 케이지 권양기와 배수펌프는 예비 및 정전사고방지를 위해 이중전원이 공급되도록 설계하여야 한다.

4.6.2 경사갱 시설

- (1) 경사갱 바닥설비에는 배수설비와 버력처리설비가 있으며 지반조건, 본선 터널의 시공법, 경사갱의 운반방법 및 굴진공정을 고려하여 규모, 용량, 배치를 정하여야 한다.
- (2) 버력처리설비는 기울기, 연장, 접속터널의 운반방법, 안전성, 처리능력 및 굴진공정을 고려하여 선정하여야 한다.
- (3) 공사 중 배수설비는 KDS 27 60 00(4.4.3)을 따른다.
- (4) 공사 중 발전설비는 공사 중 설비에 비상전원을 공급하여야 한다.
- (5) 경사갱의 외부설비로서 공사 중 발전설비 설계 시에는 KDS 27 60 00(4.4)에서 정하는 바에 따라야 하며 현장조건에 따라 조정할 수 있다.
- (6) 경사갱을 화재 시 배연통로와 배연통로로 이용시 대피통로는 배연통로와 별도로 구획하도록 계획을 수립하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
김효규	(주)주성지앤비	허지현	(주)신우디앤시

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김낙영	한국도로공사
김기현	한국건설기술연구원	김영근	(주)건화
김희석	한국건설기술연구원	배상훈	SH 엠앤씨
류상훈	한국건설기술연구원	유한규	한양대학교
원훈일	한국건설기술연구원	이성원	한국건설기술연구원
이상규	한국건설기술연구원	이용주	서울과학기술대학교
이승환	한국건설기술연구원	이호성	(주)지윤이앤씨
이용수	한국건설기술연구원	정상준	(주)에스코컨설팅
주영경	한국건설기술연구원	천대성	한국지질자원연구원
최봉혁	한국건설기술연구원	최해준	수성엔지니어링
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김상철	(주)삼안	문인기	엠펙플러스이앤씨(주)
김성수	한국토지주택공사	신중호	한국지질자원연구원
김영근	(주)건화	정평기	(주)화인씨이엠테크
류은영	(주)태암엔지니어링		

소관부처

성명	소속	성명	소속
양희관	국토교통부 도로건설과	최영록	국토교통부 도로건설과
김로타	국토교통부 도로건설과		

(분야별 가나다순)

KDS 27 60 00 : 2023

터널 환기, 조명, 방재시설

2023년 9월 12일 개정

소관부서 국토교통부 도로건설과

관련단체 한국터널지하공간학회
06720 서울시 서초구 효령로 304 국제전자센터 14층 11호
(사)한국터널지하공간학회
Tel : 02-3465-3663 E-mail : ktastaff@hanmail.net
<https://www.tunnel.or.kr/>

작성기관 한국터널지하공간학회
06720 서울시 서초구 효령로 304 국제전자센터 14층 11호
(사)한국터널지하공간학회
Tel : 02-3465-3663 E-mail : ktastaff@hanmail.net
<https://www.tunnel.or.kr/>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>