

KDS 27 17 00 : 2023

터널 내진 설계

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

KC CODE



국토교통부



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 터널내진 설계에 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 17 00 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	제정 (2016.6)
KDS 27 17 00 : 2018	• 행정안전부 “내진설계기준 공통적용사항”과 액상화 기준을 반영한 내진설계 일반(KDS 17 10 00) 제정에 따른 중복사항의 인용 처리 및 국내 발생 지진분석을 통한 국내 환경에 맞는 설계기준으로 정비	개정 (2018.12)
KDS 27 17 00 : 2023	• 국가건설기준 코드작성 지침에 따라 정비	개정 (2023.09)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2023년 9월 12일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 간선도로과

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 적용범위	1
1.3 참고 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	2
3.1 재료 일반	2
3.2 재료 특성	2
3.3 품질 및 성능시험	2
4. 설계	2
4.1 설계 일반	2
4.2 터널 내진설계를 위한 지진해석 방법	3
4.3 터널 내진설계 시 주의사항	4
4.4 액상화 평가법	4
4.5 터널 내진설계의 품질관리	4

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준의 목적은 터널에 대한 내진설계의 기준을 제시하는 것이다.

1.2 적용범위

(1) 내진설계대상 지역 및 구조물

- ① 토피가 얇고 지반이 연약한 터널의 갱구부, 주요 구조물 접속부 구간
- ② 대규모 단층대 및 파쇄대, 지층구조가 급변하는 계곡부 통과구간
- ③ 천층터널 및 편경사 지형으로 지진 시 터널의 안정성이 취약하다고 판단되는 구간
- ④ 지반의 자립이 어려운 연약한 지층에 터널이 위치한 구간
- ⑤ 액상화가 우려되는 연약지반 내 터널구간

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

(1) 이 기준의 관련 법규는 KDS 17 10 00 (1.3.1)을 따른다.

1.3.2 관련 기준

(1) 이 기준의 관련 기준은 KDS 17 10 00 (1.3.2)를 따른다.

1.4 용어의 정의

(1) 이 기준의 용어정의는 KDS 17 10 00(1.4)과 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

(1) 이 기준의 조사는 KDS 27 10 10 (2.2)와 KDS 17 10 00 (2.1)을 따른다.

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 설계 일반

(1) 터널 내진설계 주요사항

- ① 지진발생 시 구조물 손상으로 인한 피해를 최소화할 수 있도록 필요한 구간에 내진설계를 하여야 한다.
- ② 지진발생시 지중구조물인 터널은 지반운동에 순응하여 거동하기 때문에 지상구조물과는 상이한 내진설계를 실시하여야 한다.
- ③ 터널의 내진설계 시에는 상시하중을 고려하여 설계된 구조물에 대하여 안전성을 검토하여야 한다. 이때 내진안전성이 확보되지 않는 경우 구조물 규모와 세부 설계내용을 변경하여야 한다.
- ④ 터널의 내진설계 시에는 구조물 형태, 지반의 특성, 지진파의 형태와 터널방향에 따라 터널의 변형이 달라짐을 고려하여야 한다.
- ⑤ 지진으로 인한 구조물의 손상 가능성이 높은 구간을 대표단면으로 선정하여 지진시 안전성을 평가하여야 한다.
- ⑥ 터널의 내진 성능목표는 KDS 17 10 00 (4.1.4)의 표 4.1-1 중 기능수행수준과 붕괴방지수준으로 한다.
- ⑦ 지진으로 인한 구조물 파괴 시 심각한 피해가 발생할 가능성이 클 것으로 판정되는 터널구간과, 활성단층대와 인접한 터널에는 내진등급을 상향 적용할 수 있다.
- ⑧ 내진 I 등급이 적용되는 터널의 종류
 - 가. 고속철도 및 일반·도시·광역등의 철도 터널
 - 나. 고속국도, 자동차전용도로, 특별시도로, 광역시도로 또는 일반국도상의 터널
 - 다. 지방도, 시도 및 군도 중 지역의 방재 및 국방계획상 필요한 도로상에 건설된 터널
 - 라. 내진 I 등급 이상으로 건설된 인접 구조물에 영향을 줄 수 있는 터널
 - 마. 이외에 내진 I 등급 설계가 필요하다고 판단되는 터널

- ⑨ 내진Ⅱ등급이 적용되는 터널의 종류
 - 가. 내진Ⅰ등급에 속하지 않는 터널
- ⑩ 터널 내진 설계 시 요구 사항
 - 가. 터널의 내진 성능목표는 기능수행수준과 붕괴방지수준으로 한다.
 - 나. 터널내 바닥면의 기초지반에서 과도한 침하 및 용기가 발생하지 않아야 한다.
 - 다. 액상화로 인하여 터널구조물이 보수불능의 피해를 입지 않아야 한다.
- (2) 터널 내진설계 절차
 - ① 터널 구조물의 중요도에 따른 내진 성능목표 결정
 - ② 건설지점의 지반조사 및 액상화 가능성 평가
 - ③ 성능 목표에 따른 내진설계법 결정
 - ④ 유효수평지반가속도의 산정
 - ⑤ 내진안정성 검토
 - ⑥ 단면설계
- (3) 터널의 내진설계에 필요한 지반특성은 제반 동적 지반조사 및 실내시험 결과와 기존 자료를 종합적으로 분석하여 선정하여야 한다.
- (4) 지진입력의 기준점이 되는 기반면은 건설지점에 대한 지반조사 결과를 이용하여 터널의 바닥면보다 깊은 위치로 정하여야 한다.
- (5) 지반종류에 따른 표준설계응답 스펙트럼은 KDS 17 10 00 (4.2.1)를 따른다.
- (6) 터널건설지점의 지진위험지도와 지진 재현주기에 따라 결정되는 지진구역계수(Z)와 위험도계수(I)는 KDS 17 10 00 (4.2.1.1)을 따른다.
- (7) 터널의 내진설계에 있어서 지진하중의 산정을 위한 설계 응답 스펙트럼은 지반 종류와 지진구역에 따른 지진 계수에 따라 결정하여야 한다.
- (8) 터널의 내진설계 대상 지반특성을 파악하기 위한 조사항목은 지층의 구성 및 각 지층별 공학적 특성 파악, 지하수위 측정 등을 포함하여야 하며, 지반의 동적시험을 실시해야 한다.
- (9) 지진해석의 지반운동은 터널의 길이방향과 횡방향의 지반운동 영향을 고려하여야 한다.
- (10) 지반운동의 공간적 변화특성을 고려하여야 한다.
- (11) 지형과 지반조건의 변화가 지반운동에 미치는 영향을 고려하여야 한다.

4.2 터널 내진설계를 위한 지진해석 방법

- (1) 터널의 지진해석 방법은 응답변위법, 동적해석법, 유사정적해석법을 적용할 수 있다.
- (2) 터널은 지반과 구조물 상호거동 구조체로 변위를 중요하게 고려해야 할 경우에는 응답변위법을 적용할 수 있다.
- (3) 내진Ⅰ등급 동적해석법에서의 입력지진파는 터널이 건설되는 지역의 지진피해 사례, 지반특성, 구조물의 고유 주기 등을 고려하여 유추한 인공합성 지반운동 시간이력곡선을 적용할 수 있으며, 이때 인공합성 지반운동 시간이력곡선의 생성은 KDS 17 10

00(4.2.1.4(10))을 따른다.

- (4) 유사정적해석법은 옹벽형식의 터널 갱구부 구조물에 국부적으로 적용하며, 동적인 시간이력 특성을 정적인 하중으로 단순화시켜 보다 간편하고 보수적인 설계가 되도록 하여야 한다.
- (5) 내진설계 시 지반에 대한 비선형 거동특성을 고려할 수 있는 해석방법을 사용할 수 있다.

4.3 터널 내진설계 시 주의사항

- (1) 터널 라이닝의 경우 지진력에 대한 저항을 증가시키기 위해 라이닝의 인성을 높이는 방법을 적용할 수 있다.
- (2) 단층대, 파쇄대 또는 연약지반과 같이 지진에 취약한 구간은 지반과 구조물의 일체거동을 유도할 수 있도록 인버트 라이닝을 설치하거나 주변 지반을 보강할 수 있다.
- (3) 기둥단면의 내진설계는 지진에 의한 수평력에 의하여 기둥단면의 압축파괴나 전단파괴, 휨인장파괴가 발생하지 않도록 보장하는 것으로서, 압축파괴나 전단파괴보다 휨인장파괴가 먼저 발생하도록 설계하여야 한다.
- (4) 갱구부에 대해서는 비탈면의 활동파괴를 방지할 수 있도록 비탈면의 기울기를 조정하거나 비탈면 보강계획을 수립하여야 한다.
- (5) 구조물에 작용하는 지진력을 감소시킬 필요가 있는 경우에는 터널의 신축이음부에 강성이 작고 변위를 흡수할 수 있는 이음장치를 설치할 수 있으며, 이 경우 강성이 작은 이음장치의 설치에 따른 구조적인 약점에 대하여 검토하여야 한다.
- (6) 액상화가 우려되는 지반에 대하여는 지반개량을 통하여 지반이 안정화 되도록 하여야 한다.

4.4 액상화 평가법

- (1) 터널 내진설계 시의 액상화 평가는 터널의 입출구부 및 연약지반 터널에 있어서 지하수의 영향을 받는 구간에 대하여 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 액상화 평가방법은 KDS 17 10 00 (4.7)을 따른다.

4.5 터널 내진설계의 품질관리

- (1) 터널계획 시 터널 구조물이 가능한 한 대규모 단층대 또는 파쇄대를 통과하지 않도록 하여야 한다. 단, 이를 피할 수 없을 경우에는 지진 발생에 따른 손상이 최소화되도록 설계하여야 한다. 또한 기능 손상이 발생할 경우에 대비하여 보수·보강이 용이하도록 설계하여야 한다.
- (2) 내진 I 등급으로 설계되는 터널의 경우에는, 설계 요구사항의 만족성, 설계 기법 및 가정사항의 적절성, 법규요건에 대한 충족성, 설계 결과에 대한 시공성 등을 검증하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
문준식	경북대학교	고성일	(주)서하기술단

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)에스코건설턴트
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 17 00 : 2023

터널 내진설계

2023년 9월 12일 개정

소관부서 국토교통부 도로건설과

관련단체 한국터널지하공간학회
06720 서울시 서초구 효령로 304 국제전자센터 14층 11호 (사)한국터널지하
공간학회
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)한국터널지하
공간학회
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>