

KDS 27 50 10 : 2023

터널 계측

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 10 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	제정 (2016.6)
KDS 27 50 10 : 2023	• 국가건설기준 코드작성 지침에 따라 정비	개정 (2023.07)

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 적용 범위	1
1.3 참고 기준	1
1.3.1 관련 법규	1
1.3.2 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	2
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	3
4.2 일상계측	3
4.3 정밀계측	4
4.4 공사시방서 작성	4
4.5 유지관리계측	5
4.6 하·해저터널의 계측	5
4.7 도심지터널의 계측	5
4.8 TBM 터널의 계측	5
4.9 연직갱, 확폭부, 접속부 터널의 계측	6

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) 이 기준은 터널 설계 시 고려해야 할 계측에 관련한 사항을 기술한다.

1.2 적용 범위

- (1) 터널의 계측관리 계획은 터널굴착에 따른 지반의 거동과 각 지보재의 효과를 파악하고 공사의 안정성과 경제성을 확보하여야 하는 공사 중 계측과 터널 준공 후 운영 중의 안전을 확보하기 위하여 시행되는 유지관리 계측으로 구분하여 수립하여야 한다.
- (2) 공사 중 계측계획 수립 시에는 터널의 기능과 중요도를 고려하고 지반조건에 적합하도록 계측항목, 계측기기 설치위치, 측정빈도 및 관리기준을 계획하여야 한다.
- (3) 운영 중 시행하는 유지관리계측은 터널의 기능과 중요도에 따라 계측의 목적을 정하고, 목적에 적합한 계측계획을 별도로 수립하며, 공사 중 계측계획과 연계하여 관리될 수 있도록 계획하여야 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 용어의 정의는 KDS 27 10 05(1.4)를 따른다.

1.5 기호의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

- (1) 이 기준과 관련된 조사 및 계획 일반사항은 KDS 27 10 10(2.1)을 따른다.

2.2 조사

- (1) 이 기준과 관련된 조사는 KDS 27 10 10(2.2)를 따른다.

2.3 계획

- (1) 터널의 계측설계에는 계측항목, 계측위치, 배치간격, 계측기기의 선정과 설치시기, 측정기간과 빈도, 관리기준, 결과정리 및 분석 방법을 포함하여야 한다.
- (2) 계측항목은 KDS 11 10 15(4.1.5)를 따르며, 터널의 용도와 규모, 지반조건, 육상, 하저 및 해저의 주변환경, 시공방법을 고려하여 터널굴착에 따른 주변 지반과 구조물의 거동을 파악하고 각종 지보재의 효과와 품질을 확인하는데 적합하도록 선정하여야 한다.
- (3) 계측위치 및 배치간격은 KDS 11 10 15(4.1.5)를 따르며, 터널의 규모, 지반조건, 시공방법을 고려하여 계측 목적에 부합되어야 하며, 각 계측항목 사이의 상호 관련성을 파악할 수 있도록 선정하여야 한다.
- (4) 계측기기의 선정은 KDS 11 10 15(1.11)를 따르며, 계측목적, 측정기간, 계측항목, 계측대상, 계측방법 및 계측환경을 고려하여야 한다.
- (5) 계측기기의 설치시기, 측정빈도 및 측정기간은 터널굴착에 따른 지반과 지보재의 거동을 파악할 수 있도록 인버트 굴착과 라이닝 타설시기를 감안하여 계획하여야 한다.
- (6) 계측결과는 계측값과 경시변화를 함께 제시하고, 계측항목별 측정값을 상호 비교하여 지반 거동과 지보재 효과의 상관성에 따른 터널의 안정성을 검토하도록 계획하여야 한다.
- (7) 3차원 변위 계측 결과에 대해서는 기존 변위 분석방법과 아울러 터널의 3차원 거동 파악이 가능한 분석방법을 도입하여 터널 종단선상의 터널변형 거동 파악 및 막장면(굴진면) 전방 선행변위 예측이 가능하도록 분석하는 것을 계획하여야 한다.
- (8) 장기간의 터널공사 중지 시에는 별도의 계측계획을 수립하여 터널의 이상 유·무를 확인하도록 계획하여야 한다.

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) 계측은 일상적인 시공관리를 위한 일상계측과 지반거동의 정밀분석을 위한 정밀계측으로 구분하여 계획하여야 한다.

4.2 일상계측

- (1) 일상계측은 일상적인 시공관리상 반드시 실시해야 할 항목으로서, 터널 내 막장면(굴진면) 관찰조사, 내공변위 측정, 천단침하 측정 및 록볼트 인발시험을 포함하며, 토피가 얇은 도심지에서는 지표침하 측정을 추가할 수 있다.
- (2) 터널 내 막장면(굴진면) 관찰조사는 매 막장면(굴진면)마다 실시하는 것을 표준으로 하고, 지반상태에 따라 유지관리 시의 기초자료인 터널지질도를 작성하는데 필요한 빈도로 조정하여야 한다.
- (3) 내공변위와 천단침하 측정 시의 측정단면은 20 m 간격을 표준으로 하며, 갱구부 50 m 구간과 토피고가 터널직경의 2배 이하인 구간에 대해서는 10 m의 측정간격을 표준으로 설계하여야 한다.
- (4) 지반조건이 불량하거나 변화가 심한 구간에서는 계측간격을 표준간격보다 좁혀 설계하여야 하며, 지반조건이 양호하고 지반 변화가 적은 구간에서는 사전검토 결과를 토대로 계측간격을 표준보다 넓히거나 계측을 생략하도록 설계할 수 있다.
- (5) 내공변위의 측선 수는 그림 4.2-1을 기준으로 하여 배치하되 갱구 부근, 편압 예상구간, 단층과 파쇄대, 과도한 지하수 용출이 예상되는 구간에서는 측선 수를 조정할 수 있으며, 3차원 거동을 파악할 수 있도록 계측계획을 수립하여야 한다.

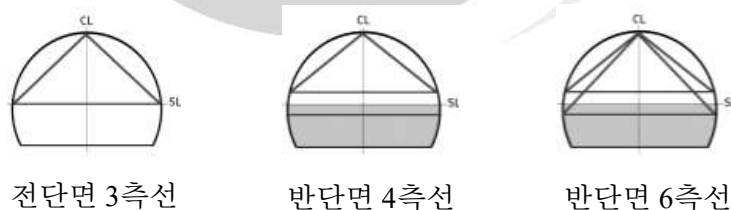


그림 4.2-1 내공변위 계측의 측선 배치 예

- (6) 천단침하와 내공변위는 동일단면에서 측정하고, 이 측점은 막장면(굴진면)에 근접하게 설치하도록 설계하여야 한다. 또한, 천단침하는 수준측량 등을 통하여 하향방향의 절대침하량으로 측정하도록 설계하여야 한다. 터널 전체적으로 변위가 발생하는지를 확인할 필요성이 있는 경우 천단침하와 더불어 터널 바닥면의 변위도 측정하도록 설계하여야 한다.

- (7) 일상계측으로서 지표침하 측정이 필요한 경우에는 측점을 내공변위 측정과 동일한 단면의 터널 중심선상의 지표면에 배치하고 터널 축에 직각 방향으로 여러 개의 측점을 거리별로 배치한다. 이때 가장 바깥쪽의 측점은 터널 굴진에 따른 변위의 영향을 받지 않는 부동점이 되도록 계획하여야 한다.
- (8) 록볼트 종류를 선정하고 시공 후의 정착효과를 판정하기 위하여 굴착 초기단계에서 사전인발시험을 실시하도록 설계하여야 한다.

4.3 정밀계측

- (1) 정밀계측은 지반조건 또는 주변여건에 따라 지반과 구조물의 거동을 보다 상세히 관찰할 목적으로 일상계측에 추가되는 계측으로서, 현장조건을 고려하여 지중변위 측정, 록볼트 축력 측정, 숏크리트 응력측정 및 지중침하 측정을 정밀계측 항목에 포함하도록 계획하여야 한다.
- (2) 갱구부, 특정 구조물 주변, 도심지 공공주택 또는 다중이용시설의 직하부에 터널 설계 시에는 정밀계측 축선의 간격, 지중침하 측정위치, 정밀계측 항목을 고려하여 설계하여야 한다.
- (3) 정밀계측 축선의 간격은 500 m 간격으로 배치하는 것을 표준으로 하되 터널의 규모나 지반 및 주변조건에 따라 조정할 수 있으며, 가능한 한 설계 시의 터널해석 구간에 설치하여 해석결과와 시공 시의 계측결과를 비교 검토할 수 있도록 계획하여야 한다.
- (4) 지중침하 측정 위치는 터널 중심선상의 지표면 또는 측정해야 할 위치에 배치하고 깊이별로 여러 개의 측점을 계획하여야 한다.
- (5) 정밀계측의 여러 항목 중 지중변위 측정, 록볼트 축력측정, 숏크리트 응력측정과 같이 터널 내에 계측기를 설치할 필요가 있는 항목에 대해서는 1단면마다 3~5점을 표준으로 터널의 설계패턴에 따라 효과적인 계측이 가능하도록 적절한 배치를 계획하여야 한다.
- (6) 상기 항목 이외의 지반침하, 구조물 균열 및 경사도와 같이 터널공사에서 수반되는 제반 영향을 검토할 필요가 있는 경우에는 관련계측에 대한 계획을 제시하여야 한다.
- (7) 파쇄대, 습곡, 단층 및 탄층과 같은 연약지반이 예상되거나 정밀계측이 필요한 구간에는 가능한 한 터널의 3차원적 거동 파악이 가능한 계측기법을 적용하도록 계획하여야 하며, 필요시 물리탐사나 선진수평시추를 함께 수행하도록 계획하여 계측 결과의 신뢰도를 향상시켜야 한다.
- (8) 터널공사로 인하여 환경 피해와 생태계 변화가 우려되는 구간에는 발파진동과 소음, 지하수위 변동과 같은 환경영향 관련 계측계획을 수립하여야 한다.

4.4 공사시방서 작성

- (1) 계측기 선정, 계측수행 및 분석에 필요한 사항을 작성하기 위하여 계측의 허용오차, 계측기의 정도, 내구성, 설치시기, 측정기간과 빈도, 계측기의 유지관리, 계측결과의 정리와 분석방안 및 계측관리 기준값을 반영하여야 한다.

4.5 유지관리계측

- (1) 터널이 인접 구조물에 영향을 미칠 가능성이 높은 경우, 특수한 구조의 터널인 경우, 산사태나 지반거동의 가능성이 있는 경우, 지하수위와 지질학적인 문제가 예상되는 지역과 같이 터널완공 후에 터널과 터널 주변에 위해한 영향이 예상되는 경우에는 준공 후 유지관리 시의 안전성 확보를 위한 유지관리계측 계획을 수립하여야 한다.

4.6 하해저터널의 계측

- (1) 하해저터널 계측항목의 선정 시에는 육상터널에 적용된 계측항목을 준용하되, 추가적으로 해수와 유수의 유입 가능성과 유입량을 판단할 수 있는 계측계획을 수립하여야 한다.
- (2) 하해저터널 공사 시 계측기기의 부식 가능성이 존재하므로 내구성이 확보된 계측기를 선정하도록 계획하여야 한다.
- (3) 하해저터널은 지반조사를 통하여 분석된 결과에 근거하여 계측위치를 계획하여야 한다.

4.7 도심지터널의 계측

- (1) 지반침하와 지반함몰이 예상되는 도심지터널 시공 시에는 지표침하를 고려한 계측계획을 수립하여야 한다.
- (2) 도심지터널의 지표침하 계측계획 수립 시 터널 주변 지하수에 대한 조사와 분석을 포함하여야 한다.

4.8 TBM 터널의 계측

- (1) 기계굴착의 장점을 고려하여 계측위치, 계측항목, 계측간격 및 측정빈도를 조정하여 계측계획을 수립할 수 있다.
- (2) 지표침하, 지중침하, 세그먼트 응력, 내공변위 및 간극수압에 대한 계측계획의 수립을 검토하여야 한다.
- (3) TBM 굴착 시 굴착영향 범위에 포함되는 인접구조물에 대해서는 계측계획을 수립하여야 한다.

4.9 연직갱, 확폭부, 접속부 터널의 계측

- (1) 구조물에 인접한 연직갱 굴착 시에는 지표침하의 영향범위를 검토하기 위하여 지표침하 및 지중변위 계측계획을 수립하여야 한다.
- (2) 확폭부나 접속부와 같은 단면변화 구간에는 정밀계측에 대한 계획을 수립하여야 한다.



집필위원

성명	소속	성명	소속
조계춘	한국과학기술원	김영준	(주)태조엔지니어링

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	엠플러스이앤씨(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 50 10 : 2023

터널 계측

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)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>