

KDS 27 40 05 : 2023

터널 현장타설 라이닝

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 40 05 : 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 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	1
3. 재료	1
3.1 재료 일반	1
3.2 재료 특성	2
3.3 품질 및 성능시험	2
4. 설계	2
4.1 설계 일반	2
4.2 현장타설 라이닝의 형상과 두께	3
4.3 설계하중	4
4.4 구조해석	4
4.5 연직갱의 현장타설 라이닝 설계	5
4.6 경사갱의 현장타설 라이닝 설계	5
4.7 TBM 터널의 현장타설 라이닝 설계	6
4.8 인버트 라이닝	6
4.9 균열 방지대책	6
4.10 천장부 채움	7

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준의 목적은 현장타설 라이닝에 대한 기준을 제시하는 것이다.

1.2 적용 범위

(1) 이 기준은 현장타설 라이닝의 설계에 적용된다.

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

- (1) 현장타설 라이닝에 사용되는 재료는 터널의 기능에 적합한 것이어야 한다. 일반적으로 현장 타설 콘크리트를 사용하는 것을 원칙으로 하고, 콘크리트라이닝의 역할에 따라 무근 또는 철근콘크리트를 사용할 수 있으며, 현장 여건에 따라 프리캐스트라이닝도 적용할 수 있다.
- (2) 현장타설 라이닝의 균열 억제와 내구성 증진 등을 위하여 철근 이외에 철망, 강섬유 및 합성 섬유 등으로 보강한 콘크리트를 사용할 수 있다.

3.2 재료 특성

- (1) 콘크리트의 배합은 소요 강도, 내구성 및 양호한 시공성이 얻어질 수 있도록 결정하여야 한다. 사용골재는 양질이며 내구성이 우수하여야 하고, 염분 및 유기물 등의 유해성분이 허용기준치 이하하여야 한다.
- (2) 콘크리트라이닝의 소요 강도는 지반특성, 콘크리트라이닝의 형상, 지보재의 종류 및 라이닝에 작용하는 하중 등에 적합하도록 설정하여야 한다. 재령 28일 강도가 24 ~ 27 MPa 인 콘크리트를 표준으로 하되, 그 이상의 강도를 사용할 수 있다.
- (3) 단위 시멘트량, 물-시멘트비 및 슬럼프 등의 설계는 상기의 강도 외에 사용 재료 및 시공조건에 따라 다르다. 일반적인 콘크리트라이닝에는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하지만 수축 균열을 예방할 목적으로 고로 시멘트 및 중용열 시멘트를 사용하는 경우가 있으므로, 단위 시멘트량의 적정치를 결정하여야 한다.
- (4) 비배수형 방수형식 터널에서는 재령 28일의 콘크리트 강도가 27 MPa 이상이 되도록 계획하여야 하며 수밀콘크리트를 사용할 수 있다.
- (5) 터널의 장기 안정성이 확보되는 경우나 현장여건과 구조물 목적에 영향을 미치지 않는 경우에는 현장타설 라이닝을 설치하지 않을 수 있다.

3.3 품질 및 성능시험

내용 없음

4. 설계

4.1 설계 일반

- (1) 현장타설 라이닝은 터널의 사용 목적과 사용 조건에 적합하도록 설계하여야 한다.
- (2) 현장타설 라이닝은 터널이 계획된 지역의 지반조건, 환경조건 및 주지보재의 지보능력을 고려하여, 내구연한 동안 안정성과 내구성을 확보할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (3) 현장타설 라이닝이 보유하여야 하는 기능

- ① 내구연한 동안 구조체로서의 역학적 기능
 - ② 비배수형 방수형식 터널에서의 내압기능
 - ③ 터널 내장재로서 미관유지 기능
 - ④ 사용 중 점검, 보수 등의 작업성을 높이는 기능
 - ⑤ 지하수 등의 누수 억제와 수밀성이 양호
 - ⑥ 터널 내의 전기, 조명 및 환기 등의 시설물 지지
 - ⑦ 차량 운행 중 전조등에 의한 산란이 균등
- (4) 터널의 변형이 수렴하지 않은 상태에서 현장타설 라이닝을 시공하는 경우에는 터널의 안정에 필요한 구속력을 가지도록 계획하여야 한다.
- (5) 굴착 후 지반 및 지보재의 지지능력 저감을 감안하여 가능한 한 조속히 시공될 수 있도록 현장타설 라이닝의 타설시기를 계획하여야 한다.
- (6) 시공 후에 발생할 수 있는 수압, 상재하중 등에 의한 외력을 지지할 수 있도록 현장타설 라이닝을 설계하여야 한다.
- (7) 비배수형 방수형식 터널에서는 현장타설 라이닝에 작용하는 수압을 고려하여 설계하여야 한다.
- (8) 지반의 불균일성, 지보재의 품질저하, 록볼트의 부식 등과 같은 불확정 요소들을 고려하여 현장타설 라이닝을 설계하여야 한다.
- (9) 운용 중 외력의 변화와 지반 및 지보재료의 열화에 대해 구조물로서의 내구성을 유지할 수 있도록 현장타설 라이닝을 설계하여야 한다.
- (10) 화재로 인해 현장타설 라이닝의 붕괴·붕락이 우려되는 경우에는 내화 적용여부를 검토하고 내화설계를 할 수 있다.

4.2 현장타설 라이닝의 형상과 두께

- (1) 현장타설 라이닝의 형상은 소요 내공단면을 포함하며 국부적인 응력집중을 방지하고 휨모멘트가 작게 발생하도록 급격한 만곡, 모서리, 요철 등을 피해야 하며 필요시 모따기 등을 고려하여야 한다.
- (2) 현장타설 라이닝의 두께는 터널 단면의 크기와 형상, 지반조건, 작용하중, 수압, 사용재료 및 시공법 등을 고려하여 계획하여야 한다.
- (3) 현장타설 라이닝의 두께는 300 mm를 표준으로 하되 단면크기, 형상 및 지반조건 등 현장여건을 감안하여 증감할 수 있다.
- (4) 동일한 노선 내의 공사에서는 특별한 경우를 제외하고 시공성과 완성 후의 유지관리를 고려하여 가능한 한 동일한 단면형상이 되도록 설계하여야 한다.
- (5) 현장타설 라이닝의 형상은 환기, 조명 등의 부속설비와의 관계를 고려하여 설계하여야 한다.

- (6) 지반조건이 불량한 경우에는 인버트 설치를 검토하여야 하며, 편도압이 큰 경우에는 두께를 증가시키거나 철근 등으로 현장타설 라이닝의 강성을 증대시키는 방안을 검토하여야 한다.
- (7) 현장타설 라이닝을 철근으로 보강하는 경우에는 구조적 안정성과 시공성을 함께 고려하여 라이닝의 두께를 산정하여야 한다. 이 경우, 시공이음부에 타설하는 콘크리트의 품질을 향상시키고 시공성을 증진시키는 방안을 강구해야 하며, 필요에 따라 종방향 철근을 단절시킬 수 있되 단절에 따른 보강조치를 취해야 한다.
- (8) 현장타설 라이닝을 철근으로 보강하는 경우에는 철근 처짐 방지 대책을 수립하여 소요피복두께와 건축한계(시설한계)를 확보하여야 한다.
- (9) 콘크리트라이닝의 거푸집 계획 시 1회의 콘크리트 타설량, 타설길이, 타설속도 등을 고려하여 타설된 콘크리트의 압력에 견딜 수 있도록 설계하여야 하며, 콘크리트 타설이 용이한 구조로써 터널 내에서의 이동 등 시공성도 고려하여야 한다.

4.3 설계하중

- (1) 콘크리트라이닝의 설계 시에 고려하는 하중은 다음과 같으며, 지형 및 지반조건, 용도 등에 따라 적용하여야 한다.
 - ① 고정하중
 - ② 활하중
 - ③ 토압하중
 - ④ 지반이완하중
 - ⑤ 수압
 - ⑥ 온도하중
 - ⑦ 지진하중
 - ⑧ 터널 내 설비하중
 - ⑨ 기타 콘크리트라이닝에 영향을 미치는 하중 등
- (2) 현장타설 라이닝의 구조설계 시에는 발생 가능한 다양한 하중조합을 적용하여 상황에 가장 근접한 결과를 얻을 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 배수형 방수형식 터널의 경우 배수시설의 배수능력이 충분하지 않거나 시간이 경과하면서 배수능력이 저하되는 경우에는 현장타설 라이닝에 수압이 작용될 수 있으므로 이에 대한 영향을 고려하여야 한다.
- (4) 비배수형 방수형식 터널의 경우 지하수 배출이 차단됨으로써 발생하는 수압을 현장타설 라이닝이 견디도록 설계하여야 한다.

4.4 구조해석

- (1) 현장타설 라이닝의 구조설계는 구조해석과 단면설계의 순서로 이루어지며, 작용하중으로 인하여 발생하는 응력과 변형을 구조해석으로부터 구하고, 부재단면의 안정성을 검토하여 적합한 단면설계를 하여야 한다.
- (2) 현장타설 라이닝의 해석은 2차원 해석을 원칙으로 하며, 응력집중이 예상되는 접속부 등

에 대해서는 3차원 해석을 실시하여야 한다.

- (3) 현장타설 라이닝의 설계는 강도설계법, 허용응력설계법 및 한계상태설계법(Limit State Design, LSD) 중 적합한 방법을 선정하여 적용하여야 한다.
- (4) 다중아치(multi-arch) 터널에서는 시공단계별 작용하중을 고려하여 현장타설 라이닝과 지지구조물에 대한 구조검토를 수행하여야 한다.

4.5 연직갱의 현장타설 라이닝 설계

- (1) 연직갱의 라이닝에 사용되는 재료는 터널의 사용 목적에 적합한 것이어야 하며, 콘크리트를 사용하는 것을 기본으로 하고 지반조건에 따라 콘크리트 블록(Concrete block), 세그먼트(Segment), 라이너플레이트(Liner plate) 등을 사용할 수 있다.
- (2) 연직갱의 용도에 적합한 단면의 크기 및 형상, 지반특성, 심도, 작용하중, 재료, 시공법, 시공성 및 기존 시공실적 등을 고려하여 현장타설 라이닝의 길이와 두께를 설계하여야 한다.
- (3) 지질구조가 복잡하지 않은 경우 하중이 균등하게 작용하는 것으로 간주하여 현장타설 라이닝을 설계할 수 있다. 지질구조가 급격히 변하거나 지형과 지반 특성이 현저하게 비대칭인 경우에는 편하중이 작용하는 것으로 설계하여야 한다.
- (4) 하향굴착에서 발파 및 버력처리 후에 즉시 측벽을 현장타설 라이닝으로 유지하는 경우에는 라이닝이 지반하중을 지지하는 것으로 설계하여야 하며, 지반이 불량한 경우에는 측벽 붕괴를 방지하기 위하여 라이닝 1회 타설 길이를 짧게 하고 강지보재를 추가하는 등 대책을 강구하여야 한다.
- (5) 굴착과 현장타설 라이닝을 20 ~ 30 m 정도 이격하여 교대로 시공하는 경우에는 굴착 후 지반변형을 숏크리트 등으로 억제하고, 지반상태에 따라 일정 구간을 일시에 현장타설 라이닝을 시공하는 것으로 설계할 수 있다.
- (6) 숏크리트와 록볼트를 시공하는 경우 현장타설 라이닝의 두께는 시공성, 단면의 크기 등을 고려하여 설계하고, 단면크기의 증감을 고려하여 숏크리트 두께도 적합하도록 증감하여야 한다.
- (7) 현장타설 라이닝에 사용되는 콘크리트의 배합은 소요 강도, 내구성 및 양호한 시공성을 얻을 수 있도록 설계하여야 한다.

4.6 경사갱의 현장타설 라이닝 설계

- (1) 용도, 기울기, 지반조건, 시공법 및 시공시기 등을 고려하여 경사갱의 현장타설 라이닝을 설계하여야 한다.
- (2) 경사갱의 현장타설 라이닝 설계는 수평 터널의 설계에 준하지만, 기울기가 급한 경사갱이나 수압관로의 현장타설 라이닝은 주변 지반의 상태와 수압의 크기 및 형태에 따라 적절한 두께와 구조를 확보하도록 설계하여야 한다.
- (3) 현장타설 라이닝의 두께는 단면의 형태와 크기, 라이닝에 작용하는 하중, 지반조건, 라이

닝재료 및 시공성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

- (4) 현장타설 라이닝에 사용되는 콘크리트의 배합은 소요 강도, 내구성, 양호한 품질과 시공성을 얻을 수 있도록 설계하여야 한다.

4.7 TBM 터널의 현장타설 라이닝 설계

- (1) 현장타설 라이닝(2차 라이닝)을 설치하는 경우에는 지보특성, 지반 및 환경조건, 시공방법 등을 고려하여 그 사용 목적에 맞도록 현장타설 라이닝을 설계하여야 하며, 특히 세그먼트를 사용하는 쉘드TBM에서는 세그먼트의 종류와 특성, 세그먼트와 현장타설 라이닝의 접합 상황 등도 현장타설 라이닝의 설계 시 고려하여야 한다.
- (2) 현장타설 라이닝의 두께는 터널의 사용 목적, 시공성 및 안정성을 고려하여 결정하여야 한다.
- (3) 현장타설 라이닝을 구조체로 이용하는 경우는 현장타설 라이닝에 작용하는 하중 등을 고려하여 단면력 및 응력을 계산하여 안정성을 확보하여야 한다.
- (4) 세그먼트 라이닝을 설치하는 쉘드TBM 터널의 경우는 방수처리 등의 제반조치 후에 현장타설 라이닝을 생략할 수 있다.

4.8 인버트 라이닝

- (1) 원지반의 특성에 따라 인버트 부분에 콘크리트라이닝 설치 여부를 결정하여야 한다.
- (2) 팽창성 지반, 압축성지반 및 함수미고결층 지반 등 특수한 지반에서는 인버트 콘크리트라이닝의 타설시기를 추가로 검토하여야 하며, 특히 지반이 불량한 경우에는 지보재에 의한 인버트 부분의 보강도 고려하여야 한다.
- (3) 지형조건상 편압으로 인하여 터널의 안정성에 문제가 발생할 것으로 예상될 경우에는 인버트 부분의 형상을 곡선형으로 하되 현장조건에 따라 다른 형상을 적용할 수 있다.
- (4) 인버트는 측벽과 일체가 되어 외력에 안전하게 저항할 수 있는 형상이 되도록 설계하여야 한다.
- (5) 곡선형 인버트의 깊이는 지형, 지반조건, 시공성, 배수체계 및 경제성을 고려하여 계획하여야 한다.
- (6) 직선형 인버트를 적용하는 경우에서도 터널의 용도, 유지관리 등을 고려하여 인버트 부분에 현장타설 라이닝을 설치할 수 있다.

4.9 균열 방지대책

- (1) 현장타설 라이닝에 유해한 균열이 발생이 예상되는 경우에는 균열방지대책을 강구하여야 한다.
- (2) 터널 내부와 외부의 온도차이 또는 단면변화에 의한 영향으로 균열발생이 예상되는 경우

에는 신축이음을 설치하여야 한다.

- (3) 단면변화부, 지층의 급격한 변화구간 및 철근과 무근 콘크리트라이닝간의 접합부 등에는 신축이음을 설치할 수 있다.
- (4) 현장타설 라이닝에 발생하는 균열의 원인은 콘크리트 경화온도 강하에 의한 수축, 터널 내 온도 변화에 의한 온도신축 및 터널 내 습도의 저하에 의한 건조수축 등이 있다.
- (5) 현장타설 라이닝의 균열 방지를 위한 설계시 고려사항
 - ① 숏크리트와 현장타설 라이닝의 평활한 접속
 - ② 콘크리트 배합시 팽창재, 혼화제 및 유동화제 등을 첨가하여 수화열과 건조수축량 감소
 - ③ 현장타설 라이닝의 콘크리트 타설순서 조정
 - ④ 필요시 누수대책이 고려된 균열유발 줄눈의 설치
 - ⑤ 철근이나 철망 배치 및 섬유보강 콘크리트 사용
 - ⑥ 습윤양생 실시

4.10 천장부 채움

- (1) 현장타설 라이닝의 천장부 채움설계 시 주입재의 재료, 배합, 주입구의 구조 및 배열 등을 계획하여야 한다.
- (2) 천장부 채움에 사용되는 주입재료는 주입작업 시 분리와 고형물의 침전이 적고 주입 후의 체적 수축이 작아야 한다.
- (3) 현장타설 라이닝의 천장부 채움 시 주입관과 배기관을 설치하여 공극 채움이 원활히 되도록 하여야 한다.
- (4) 주입작업 시 배수체계의 훼손 및 구조물 이차 손상이 발생하지 않도록 주입압에 대하여 검토하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
황영철	상지대학교	김홍문	(주)평화엔지니어링

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 40 05 : 2023

터널 현장타설 라이닝

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>