

KCS 27 50 05 : 2023

터널 배수 및 방수 공사

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

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 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 터널표준시방서를 중심으로 도로공사표준시방서, 공동구 표준시방서, 도시철도(지하철)공사표준시방서, 하천공사표준시방서, 상수도공사 표준시방서, 하수관거공사 표준시방서 등의 터널 배위 및 방수에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요 내용	제정 또는 개정 (년월일)
터널공사표준시방서 및 동해설	<ul style="list-style-type: none"> • 산악지대에 건설되는 터널공사의 조사, 설계, 시공관련 설계의 일반 방침, 기준 	제정 (1975.3)
터널공사 표준시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 일반시방서로 개편 및 해설부분 생략 • 국내 용어 및 서술형식 적용 	개정 (1996.5)
터널표준시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 터널설계기준과 터널표준시방서 분리, 개편, 보완 	개정 (1999.4)
터널표준시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 최신 설계 및 시공기술, 신소재 반영 • 환경친화적인 터널건설을 위한 기준 보완 • 시공중 터널 붕락 등 재난에 대비한 시공관리 강화 	개정 (2009.1)
터널표준시방서	<ul style="list-style-type: none"> • 기술·환경성 향상 및 품질확보를 위한 기술반영 • 굴착현장 붕괴사고 방지 및 사회적 관심 사항 반영 • 타 기준과의 상충내용 정비 • 연구성과 반영 및 관련 민원 해소 	개정 (2015.2)
KCS 27 50 05 : 2016	<ul style="list-style-type: none"> • 건설기준의 효율적인 관리를 위한 건설기준(설계코드 KDS, 시방코드 KCS)을 제정 	제정 (2016.6)
KCS 27 50 05 : 2018	<ul style="list-style-type: none"> • 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함 	수정 (2018.7)
KCS 27 50 05 : 2023	<ul style="list-style-type: none"> • 국가건설기준 코드 작성 지침에 따라 개정 	개정 (2023.7)

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 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.2.1 관련 법규	1
1.2.2 관련 기준	1
1.3 지급자재	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 시스템 설명	1
1.6 시스템 허용오차	1
1.7 제출물	2
2. 자재	2
2.1 재료	2
3. 시공	2
3.1 시공조건확인	2
3.2 작업준비	3
3.3 시공기준	3
3.4 시공 허용오차	7
3.5 보수 및 재시공	7
3.6 현장 품질관리	7

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 터널 작업 중의 배수와 노상부의 지하배수, 현장타설 라이닝 배면의 배수 시설 및 방수시설, 세그먼트 라이닝 방수시설 공사에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

- (1) 이 기준의 관련 법규는 KCS 27 10 05(1.2.1)을 따른다.

1.2.2 관련 기준

- (1) 이 기준의 관련 기준은 KCS 27 10 05(1.2.2)를 따른다.

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

- (1) 이 기준의 용어의 정의는 KCS 27 10 05(1.3)을 따른다.

1.5 시스템 설명

- (1) 터널은 지하수의 처리방법에 따라 배수형 방수형식과 비배수형 방수형식 터널로 구분한다.
- (2) 배수형 방수형식 터널은 굴착면을 통하여 터널로 유입되는 지하수를 배수관을 통하여 집수정으로 유도한 후 터널 밖으로 배수하는 형식이다.
- (3) 완전 배수형 방수형식은 터널부에 전 주면으로 배수를 허용하는 형식이다.
- (4) 부분 배수형 방수형식은 터널 천장과 측벽에만 방수막을 설치하여 유입수를 유도하여 배수하는 형식이다.
- (5) 외부 배수형 방수형식은 현장타설 라이닝 외부를 방수막으로 둘러싸고 터널 외부에 별도의 배수로를 설치하여 터널로 흘러들어오는 지하수를 집수하여 외부로 배수하는 형식이다.
- (6) 비배수형 방수형식 터널은 굴착면을 통하여 터널로 지하수가 유입되지 않도록 방수재를 터널 전 주면에 설치하고 지하수를 인위적으로 배수하지 않는 형식이다.

1.6 시스템 허용오차

내용 없음

1.7 제출물

- (1) 방수시설을 하기 위한 슛크리트면의 상태는 작업 전에 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (2) 방수시설 작업 전에 계약상대자는 부직포 및 방수막에 대한 시험성적서를 제출하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

- (1) 방수막은 상호 접착이 좋은 재질이어야 하며 한국산업표준(KS)을 만족하는 제품을 사용하여야 한다.
- (2) 방수재료는 인장강도 16 MPa 이상, 인열강도 60 N/mm 이상, 신도 600% 이상 가열 신축량이 신장 및 수축 시 각각 2.0 mm 이하 및 4.0 mm 이하의 재질로서 두께 2 mm 이상으로 하되, 동등 이상의 재질인 경우 두께를 조정하여 사용할 수 있다.
- (3) 세그먼트 방수재료의 성질
 - ① 실링 재료에는 합성고무계, 복합고무계, 수팽창 고무계 등이 있으며, 수밀성, 내구성, 압착성, 복원성, 시공성 등이 우수한 것을 선택하여야 한다.
 - ② 코킹 재료에는 에폭시계, 치오콜계, 요소수지계 등의 재료가 있으며, 현장조건을 고려하여 적합한 재료를 선정하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

- (1) 시공 중 터널의 길이방향이나 막장면(굴진면)부근에 지하수가 고여 있지 않도록 배수 시설을 설치하여 작업여건을 악화시키거나 지반을 이완시키지 않도록 하여야 한다.
- (2) 지보재 기초부에 인접하여 배수로를 설치하는 경우에는 배수로의 물고임과 흐름현상에 의해 기초부 지반의 연화여부를 검토하여야 하며, 필요한 경우 대책을 수립하여야 한다.
- (3) 터널을 하향경사로 굴진하는 경우에는 지하수가 신속히 배출될 수 있도록 펌프 등을 설치하고 비상시에 대비한 예비펌프와 예비전력설비를 확보해 두어야 한다.
- (4) 배수설비는 주기적으로 점검하고 정비하여 원활한 기능을 유지하여야 한다.
- (5) 펌프설비는 유지 및 수선이 용이하고, 유입되는 지하수를 원활하게 배출할 수 있는 용량으로 계획하여야 한다. 배수펌프의 고장을 대비하여 예비 펌프를 구비하고 정전시의 배수대책도 강구하여야 한다.

3.2 작업준비

- (1) 숏크리트의 면 정리 시에는 용수처리도 동시에 하여야 한다.
- (2) 용수는 집수관으로 집수하여 배수로로 배출시켜야 한다.
- (3) 숏크리트 표면에 드러나 있는 모든 관은 절단하고 모르타르 등으로 속채움을 한 다음 모르타르로 마감하여 정리하여야 하며, 마감두께는 최소 20 mm로 한다.
- (4) 방수작업을 시작하기 전에 숏크리트면과 록볼트 두부의 요철을 완만하게 정리하여 콘크리트 타설로 인해 방수막이 손상되거나 방수막과 콘크리트 사이에 과도한 공극이 발생하지 않도록 조치하여야 한다.
- (5) 록볼트의 두부는 너트(Nut)면에서 5 mm 여유를 두고 절단한 후 모르타르나 숏크리트로 마감하여야 하며, 마감두께는 최소 40 mm로 하고 마감부분의 곡선반경은 최소 300 mm로 한다.
- (6) 터널 벽면에서 지보재의 사이와 불규칙한 면은 길이 대 깊이의 비율이 최소 7:1 이상이 되도록 모르타르나 숏크리트로 마무리하여야 하며, 지보재나 기타 강재의 피복은 최소 40 mm 이상의 두께로 마감처리를 하여야 한다.
- (7) 횡방향 터널의 접합부나 터널내공이 변하는 접합부분의 마감부분 곡선반경은 최소 500 mm 이상으로 하여야 한다.
- (8) 상·하반을 분할 굴착하는 경우에는 상반 굴착 후 숏크리트 타설 시에 쌓인 반발재를 완전히 제거하여야 하며, 상·하반 연결부의 이물질을 완전히 제거한 후 하반 숏크리트 면과 일치하게 면 정리를 하여야 한다.
- (9) 콘크리트라이닝의 기초가 되는 터널하부와 우각부에 쌓인 슬러지는 깨끗이 제거하여야 한다.
- (10) 천장부 및 측벽부의 여굴발생 부위는 방수재 설치 전에 숏크리트, 모르타르 또는 콘크리트로 채워 면정리를 하여야 한다. 라이닝 기초부에 발생한 여굴처리는 KCS 27 40 05 터널 현장타설 라이닝을 따른다.
- (11) 숏크리트의 면 정리가 완료되면 공사감독자의 승인을 받은 후 부직포 및 방수막 설치작업을 하여야 한다.

3.3 시공기준

- (1) 배수형 방수형식 터널에서는 유입 지하수를 원활히 배수할 수 있는 배수시설을 설치하여 콘크리트라이닝에 수압이 작용하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 배수형 방수형식 터널에서 터널 내부로의 유입수가 과다할 경우에는 차수그라우팅 등을 실시하여 유입수를 최소화하여야 한다.

- (3) 배수형 방수형식 터널 시공구간의 지반이 세립토사를 다량 함유하고 있을 경우에는 부직포 두께의 증가 또는 드레인보드 병용 등을 통하여 터널 배면토사가 유출되지 않도록 함과 아울러 배수시설이 장기간 동안 기능을 유지할 수 있도록 조치하여야 한다.
- (4) 터널 내에 낙수를 방지하여야 할 경우에는 부분 배수형 방수형식을 적용하며, 이 경우 콘크리트라이닝의 재질을 수밀 콘크리트로 하거나 콘크리트라이닝과 숏크리트 사이에 방수막을 설치할 수 있다. 세그먼트 라이닝 방수는 별도로 정한다.
- (5) 비배수형 방수형식 터널의 경우에는 터널 내부로 지하수가 유입되지 않도록 콘크리트 라이닝 전 주면에 방수막을 설치하여야 한다. 이 경우 필요에 따라 콘크리트라이닝을 수밀 콘크리트라이닝으로 시공할 수 있다.
- (6) 터널의 용도에 따라 방수등급을 규정하고 방수등급별로 별도의 허용누수량을 설정하여 관리할 수 있다.
- (7) 비배수형 방수형식 터널에서는 콘크리트라이닝의 시공이음부에 지수판을 설치하여야 하며, 배수형 방수형식 터널의 경우에도 필요시 지수판을 설치할 수 있다.
- (8) 세그먼트 라이닝은 지하수압에 견딜 수 있고 방수가 될 수 있도록 세그먼트 간의 이음부, 볼트구멍, 뒤채움 주입구 등의 시공에 유의하여야 한다.
- (9) 세그먼트 라이닝의 누수는 완성 후 터널의 기능 및 유지관리에 문제를 일으킬 수 있으므로 지수재 기능이 발휘되는 이후의 누수량이 허용치를 초과하지 않도록 시공하여야 한다.
- (10) 세그먼트 라이닝 방수에는 실링, 코킹, 볼트체결 등의 형식이 있으며, 사용목적과 현장여건에 적합하도록 한 가지 또는 여러 가지의 방법을 조합하여 사용할 수 있다.
- (11) 배수시설은 터널의 내구연한 동안 유지관리가 편리하도록 시공하여야 한다.
- (12) 배수관의 시공이음부 시공 시 모르타르 등 이물질이 들어가 배수의 원활한 흐름을 방해하는 경우가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (13) 유공관 내부로 토사가 지하수와 함께 들어가지 않도록 유공관 주위에 자갈이나 배수재 등을 설치하여야 한다.
- (14) 측방유도배수관은 주배수관으로 연결하고 연결부 시공 시 토사 등이 유입되지 않도록 시공하여야 한다.
- (15) 각종 배수관은 집수정으로 연결시켜 유지관리가 효율적으로 이루어지도록 하여야 한다.
- (16) 집수정을 일정한 간격으로 설치하여 배수관의 유지 관리가 용이하도록 하여야 하며 부득이한 경우에는 배수관의 유지관리가 가능한 범위 내에서 설치간격을 조정할 수

있다.

(17) 분기 또는 접속되는 터널이 있을 경우에도 배수시설이 상호 연결되도록 시공하여야 한다.

(18) 시공 중 또는 시공 후 표 3.3-1과 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 3.3-1 배수작업 시의 시공관리 내용

관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도
시공정확도	• 배수구조물의 위치, 구배, 크기 등 확인	시공 전 및 시공 직후
배수재	• 배수재 부착상태 • 측벽 유공관 주변의 배수재 • 인버트 배수재 위의 비닐막 포설 상태	시공 직후
관	• 집수관, 유공관, 연결관 등의 변형상태와 내부 이물질 유무 확인	시공 직후
구조물	• 배수구, 확인공, 맨홀 등의 시공상태와 균열 발생 등 확인	시공 후 수시

(19) 부직포 설치

- ① 부직포는 못 및 와셔를 사용하여 콘크리트 및 숯크리트 표면에 고착시킨다.
- ② 개착터널 구간은 콘크리트라이닝 외측면에 방수막을 부착시킨 후, 되메우기를 할 때에는 방수막의 손상을 방지할 수 있도록 방수막의 외측을 부직포로 감싸주어야 한다.
- ③ 용수가 많은 구간은 유도배수 처리와 함께 2겹의 부직포를 설치하여야 한다.

(20) 방수막 설치

- ① 방수막을 고정장치 위에 부착시킨다.
- ② 방수막은 숯크리트 면의 요철과 콘크리트 충전 시 지반쪽으로 방수막이 밀리는 현상을 고려하여 방수막 설치 시 충분한 여유를 두도록 한다. 콘크리트라이닝 타설 시 거푸집 하단부터 채워지게 되어 천단부 부근의 방수막에 가장 큰 인장응력이 작용하므로 천단부 고정장치의 설치개소를 측벽부에 비해 30% 이상 증가시킨다.
- ③ 방수막의 현장봉합은 용접부위가 평행선이 되도록 자동용접기를 이용하여 이중선으로 용접하여야 한다.
- ④ 봉합부의 겹이음 길이는 70 mm 이상이어야 한다.

(21) 방수막 부착

- ① 방수막은 숯크리트면에 밀착시켜 부착하여 불룩하게 늘어지지 않도록 설치하여야 한다.
- ② 방수막 설치작업 시 부착기구, 배근 등에 의해 방수막이 손상되지 않도록 하여야 한다.

- ③ 지하수 유입이 심한 부분에는 방수막과 숏크리트면 사이에 유입 지하수가 고이지 않도록 추가 배수대책을 강구한 후 방수막을 부착하여야 한다.

(22) 방수막 연결 및 보수

- ① 방수막의 이음부는 콘크리트 타설 시의 충격에 견디는 구조 및 방법에 의하여 접합하고 공기시험기 등으로 접합상태를 확인하여 부적합하다고 판단되는 경우에는 재시공하여야 한다.
- ② 방수막은 중앙부에 공기시험용 미접합부를 갖는 2줄 용융접합으로 이음하며 각 용융접합부의 폭은 15 mm 이상이어야 한다. 시험공기압은 0.15~0.2 MPa 이며 주입차단 후 5분 이상 압력이 저하되지 않아야 하며, 이상이 있을 때에는 재시공하여야 한다.
- ③ 이미 설치된 방수막이 손상되었을 경우에는 손상부위에 새로운 방수막을 덧붙여 용융접합하고 진공시험기로 접합상태를 확인하여야 한다. 이때 진공시험기의 압력은 20 kPa로 한다.
- ④ 방수막을 3겹 이상 겹쳐서 접합하게 될 경우에는 접합부위의 방수막 단부를 30° 이하의 예각으로 잘라낸 후 접합하도록 하여야 한다.

(23) 세그먼트 라이닝 방수

- ① 세그먼트에 부착된 실링 재료는 세그먼트의 작업구 내 운반이나 적하 시 손상되지 않도록 하여야 한다.
- ② 세그먼트 이음부에 설치되는 실링재료를 부착하기 전에 세그먼트 부착 표면의 건조상태를 확인하고 실시하여야 한다.
- ③ 실링재료는 충분한 양생시간을 확보하여 TBM 굴진 중이나 조립 중에 탈락되는 것을 방지하여야 한다.
- ④ 실링재료 중 수팽창 고무계는 물에 접촉하지 않도록 보관하여 팽창박리가 생기지 않도록 하여야 한다.
- ⑤ 코킹은 세그먼트의 누수를 막기 위해 세그먼트 내측의 이음부에 미리 홈을 만들어 두고 이곳에 코킹재료를 충전한다. 그리고 굴진 시 추력의 영향이 없어졌을 때 시공하여야 한다.
- ⑥ 세그먼트를 볼트로 연결하는 경우 볼트구멍의 방수를 위해서는 볼트와셔와 볼트구멍 사이에 패킹재료를 넣고 볼트를 체결하여야 한다.
- ⑦ 뒤채움 주입공의 플러그부 및 주입공 배면은 패킹재료를 설치하여 방수하여야 한다.
- ⑧ 콘크리트 세그먼트에서 주입구나 볼트 체결부 주변에서 미세한 균열에 의해 누수가 많은 경우는 에폭시 등으로 방수하여야 한다.
- ⑨ 시공 이음부에서 실링, 코킹으로도 누수가 발생하는 경우는 그 장소에 추가적인 주입공을 설치하고 발포성 약액을 주입하여 누수가 발생하지 않도록 하여야 한다.

3.4 시공 허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장 품질관리

- (1) 터널의 아치부와 측벽부에 설치하는 배수재는 유입 지하수를 원활히 배수할 수 있는 배수능력을 갖춘 것이어야 한다. 접이음 시 배수재가 부직포인 경우에는 80 mm 이상, 그 외의 경우 배수재의 배수능력이 동등 이상으로 발휘될 수 있는 길이를 적용한다.
- (2) 인버트 중앙부 또는 측방에 종방향으로 설치하는 주배수관은 직경 200 mm 이상의 콘크리트 흡관, 아연도강관 등을 사용하며, 현장여건에 따라 외력에 대한 보호조치와 화재에 대한 위험성을 판단하여 유연성이 좋은 고밀도 폴리에틸렌관을 사용할 수 있다.
- (3) 배수재를 통해 집수된 지하수를 배수하는 측방향의 배수관은 직경 100 mm 이상의 유공관을 사용하여야 하며 유입수를 원활하게 배수할 수 있는 구조이어야 한다.
- (4) 부직포는 터널 내면에서 원활한 배수가 되도록 재질, 두께, 인장강도, 투수계수 등을 검토한 후 설치하여야 한다.
- (5) 시공 중 또는 시공 후 표 3.6-1과 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 3.6-1 방수작업 시의 시공관리 내용

관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도
표면처리	록볼트 두부정리와 슛크리트 요철부분 정리 확인	방수공 시공 전
고정상태	배수재와 방수막의 고정상태 확인	시공 직후
이음상태	공기주입시험에 의해 이음상태 확인	이음개소마다
접합상태	전공시험기에 의해 접합상태 확인	접합부위마다
손상상태	방수막 손상여부 확인	수시

집필위원

성명	소속	성명	소속
김범주	동국대학교	문훈기	다산컨설팅

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)

KCS 27 50 05 : 2023 터널 배수 및 방수 공사

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>