

KDS 27 10 05 : 2023

터널 설계 개요

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

KC CODE

건설기준제정 또는 개정 에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설 공사는 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	제정또는개정 (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	제정 (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 10 05 : 2023	· 국가건설기준 코드 작성 지침에 따라 정비	개정 (2023.8)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2023년 9월 12일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 도로건설과

작성기관 : 한국터널지하공간학회

관련단체 : 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	2
1.4 용어의 정의	3
1.5 기호의 정의	12
2. 조사 및 계획	12
2.1 조사 및 계획 일반	12
2.2 조사	12
2.3 계획	12
3. 재료	12
3.1 재료 일반	12
3.2 재료 특성	13
3.3 품질 및 성능시험	13
4. 설계	13
4.1 설계방법의 선정	13
4.2 설계내용의 변경	13
4.3 터널 설계 일반	14
4.3.1 터널 설계 기본방향	14
4.3.2 본선티널 설계	15
4.4 연직갱 및 경사갱	16
4.4.1 연직갱 및 경사갱 설계 기본방향	16

4.4.2	연직갱의 설계	17
4.4.3	경사갱의 설계	18
4.5	갱구부	19
4.5.1	갱구부 설계 기본방향	19
4.5.2	갱구부 설계	19
4.6	갱문	21
4.6.1	갱문 설계 기본방향	21
4.6.2	갱문 설계	22
4.7	단면확폭부 및 접속부	23
4.7.1	단면확폭부 및 접속부 설계 기본방향	23
4.7.2	단면확폭부 설계	23
4.7.3	접속부의 설계	24
4.8	침매터널	24
4.8.1	침매터널 설계 기본방향	24
4.8.2	침매터널 설계	24

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) 이 기준은 목적은 터널설계를 위한 관련 법규 및 기준을 제시하고 용어를 정의하며 터널설계 시에 고려하여야 할 일반사항을 제시하는 것이다.

1.2 적용 범위

- (1) 이 기준은 터널의 계획, 조사, 설계에 대한 일반사항을 규정하고 있으므로 터널의 용도를 고려하여 적용한다. 단, 특수한 목적의 터널에 대해서는 해당 터널의 사용 목적, 현황 및 적용 조건을 고려하여 별도의 관련 기준을 적용할 수 있다.
- (2) 연직갱의 설계는 연직이거나 연직에 가까운 터널에 적용하여야 한다.
- (3) 경사갱의 설계는 경사진 터널에 적용하여야 한다.
- (4) 갱구부와 갱문의 설계는 비탈면이 형성되는 터널 입출구부에 적용하며 지형과 주변 여건을 고려하여 설계하여야 한다.
- (5) 시공 중 설계내용을 변경하는 경우에도 이 기준을 적용하여야 한다.
- (6) 이 기준에서 규정하지 않은 사항은 터널 설계기준 KDS 27 00 00의 각 코드에서 정하는 바에 따른다.

1.3 참고 기준

- (1) 터널설계 시에 준수하여야 하는 관련 법규 및 기준에 따라야 한다.

1.3.1 주요 관련 법규

- 환경오염 방지 및 환경보전 관련: 대기환경보전법, 자연환경보전법, 자연공원법, 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률, 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률, 소음·진동관리법, 물환경보전법, 해양환경관리법, 수도법, 하수도법, 광업법, 지하수법, 철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률, 폐기물관리법, 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률, 토양환경보전법, 환경정책기본법, 환경영향평가법 등
- 재해방지 관계: 사망사업법, 농어업재해대책법, 자연재해대책법, 재난 및 안전관리 기본법, 지하안전관리에 관한 특별법, 지진·화산재해대책법, 소방기본법 등
- 국토개발 관계: 국토기본법, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 택지개발촉진법, 공공주택특별법 등
- 하천 관계: 하천법, 공유수면관리 및 매립에 관한 법률, 지하수법, 온천법 등
- 도시계획 관계: 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 도시공원 및 녹지에 관한 법률 등
- 도로 및 교통 관계: 도로법, 철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률, 도시철도법 등

- 군사 관계: 군사기밀 보호법, 군사기지 및 군사시설 보호법 등
- 문화재 관계: 문화재보호법 등
- 안전보건 관계: 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 건설기술 진흥법, 산업안전보건법, 철도안전법, 중대재해 처벌 등에 관한 법률 등
- 위험물 관계: 총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률 등

1.3.2 주요 관련 기준

- KDS 11 10 00 지반설계 일반
- KDS 11 50 00 기초설계기준
- KDS 11 60 00 앵커설계기준
- KDS 11 70 00 비탈면 설계기준
- KDS 11 80 00 옹벽설계기준
- KDS 11 90 00 비탈면 내진설계기준
- KDS 14 20 00 콘크리트구조 설계(강도설계법)
- KDS 44 00 00 도로 설계기준
- KDS 47 00 00 철도 설계기준
- KCS 11 10 00 지반공사 일반
- KCS 11 50 00 기초공사
- KCS 11 60 00 앵커공사
- KCS 11 70 00 비탈면보강공사
- KCS 11 73 00 비탈면 보호공사
- KCS 11 75 00 낙석·토석 대책시설
- KCS 11 80 00 옹벽공사
- KCS 14 20 00 콘크리트공사
- KCS 21 00 00 가설공사
- KCS 27 00 00 터널공사
- KCS 44 00 00 도로공사
- KCS 47 00 00 철도공사
- 국가화재안전기준(NFSC)
- 도로안전시설 설치 및 관리지침
- 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침

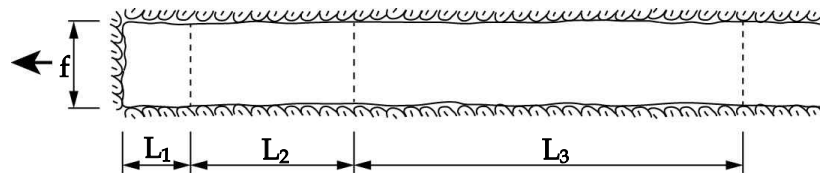
- 도로포장 통합 지침
- 철도시설의 기술기준
- 한국산업규격(KS, Korea Industrial Standards)
- 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준

1.4 용어의 정의

- 가동률(Utilization): 기계식 굴착장비에서 장비 유지관리 및 커터 교체 등에 소요되는 시간 등을 제외한 전체 시간에 대한 장비 굴착시간의 비율.
- 가인버트(Temporary invert): 굴착에 따른 지반변위를 억제할 목적으로 시공 중 터널 바닥부에 설치하는 단면폐합용 임시 지보부재.
- 개방형TBM(Open TBM): 무지보 상태에서 기기전면에 장착된 커터의 회전과 주변 암반으로부터 추진력을 얻어 터널 전단면을 절삭 또는 파쇄하여 굴진하는 터널굴착기계.
- 경사(Dip): 주향(Strike)과 직각을 이루는 지질구조면(층리면, 단층면, 절리면 등의 불연속면)의 기울어진 방향과 수평면이 이루는 사잇각.
- 계측(Monitoring): 터널굴착에 따른 굴착면, 주변 지반, 주변 구조물 및 각 지보재의 변위 또는 응력 등의 절댓값이나 시간대별 변화를 측정하는 방법 또는 그 행위.
- 교통환기력(Traffic ventilation force): 터널을 주행하는 차량의 피스톤 효과에 의하여 발생하는 환기력.
- 굴진율(Advance rate): 기계식 굴착장비의 단위 시간당 굴진장을 말하며, 굴진장을 굴진시간(작업시간, 휴식시간 등을 모두 포함)으로 나누어 산정.
- 굴착공법(Excavation method): 막장면(굴진면) 또는 터널굴착방향 굴착계획을 총칭하는 것으로서 크게 전단면굴착공법, 수평분할굴착공법, 연직분할굴착공법, 선진도강굴착공법으로 구분.
- 굴착방법(Methods of tunnel construction): 지반을 굴착하는 수단을 말하며, 인력굴착, 기계굴착, 파쇄굴착, 발파굴착 등이 있음.
- 기계굴착(Mechanical excavation): 쇼벨, 로드헤더, 브레이커, 굴착기, 전단면 터널굴착기계(TBM, Tunnel Boring Machine) 등을 이용하여 터널을 굴착하는 방식.
- 균제도 (Uniformity ratio of illuminance): 조명에서 조도의 균일한 정도.
- 기본부조명(Interior zone lighting): 터널 전체에 걸쳐 원칙적으로 조명기구를 일정 간격으로 배치하여 조명하는 것으로서 터널 외부로부터 터널에 진입한 운전자가 입구부 조명구간을 통과하여 정상적 시각 상태에 도달한 후의 조명.
- 기본수준면(Datum level): 물높이를 측량할 때 기준이 되는 높이를 말하며, 일반적으로 가장 낮은 간조의 평균 수면으로 정함.
- 긴급구난보조설비(Emergency rescue assistance system): 터널 내 응급상황 발생 시 신속한

- 인명구호를 위하여 설치하는 설비. 즉, 해당 터널의 특성을 고려하여 제작된 구난설비를 도와 구난성능을 향상하는 보조적 설비.
- 내공변위량(Internal displacement): 터널굴착으로 발생하는 터널 내공의 변화량을 말하며, 통상 내공단면의 축소량을 양(+)의 값으로 정함.
 - 뇌관(Detonator): 화약류를 폭발시키기 위해 사용되는 기폭약 또는 침장약이 장전된 관체.
 - 단면확폭부(Widened section): 일반구간보다 폭이 커진 단면구간.
 - 단층(Fault): 지각의 응력에 의하여 생긴 일정 규모 이상의 전단파괴면에서 양측에 상대적으로 어긋남을 가지는 선상 또는 대상의 부분을 말하며, 정단층, 역단층, 주향이동단층 등으로 구분.
 - 대수층(Aquifer): 물을 보유하고 있는 층으로 지하수로 포화된 투수성이 좋은 지층 혹은 지층 균을 말하며, 모래와 자갈이 대수층의 주요 구성 성분이지만 질리가 발달한 암반도 대수층을 구성할 수 있음.
 - 대피로(Evacuation way): 터널 내 화재와 같은 비상상황 발생 시 안전한 지역으로 대피자를 탈출시키기 위한 통로(경로).
 - 동상방지층(Anti-frost layer): 노상의 동결로 인한 동상피해를 억제하기 위하여 동결깊이만큼의 노상을 동상방지 재료로 치환하는 층.
 - 동적해석법(Dynamic analysis): 지반 및 구조물의 거동을 동적으로 산정하는 해석법으로, 가속도의 시간이력을 사용하는 시간이력 응답해석법과 응답스펙트럼에 기초한 설계 스펙트럼을 사용하는 해석법이 있음.
 - 디스크커터(Disc cutter): TBM과 같은 기계굴착기에 부착되어 회전력과 압축력에 의하여 암반을 압쇄시키는 원반형의 커터.
 - 로드헤더(Roadheader): 다수의 피크(Pick)가 부착된 커팅헤드(Cutting head)로 암석을 절삭하여 암석 및 광물을 굴착하는 장비로, 전기유압 동력부, 커팅헤드, 붐(Boom), 버력이송 배출장치, 자체이동이 가능한 하부체를 모두 갖추고 있는 완성차.
 - 록볼트(Rock bolt): 지반 중에 정착되어 지반을 보강하거나 변위를 구속하여 지반의 지내력을 증가시키는 막대기 모양의 부재.
 - 록볼트 인발시험(Rock bolt pull-out test, proof test): 록볼트의 인발내력을 평가하기 위한 시험.
 - 록볼트 축력(Rock bolt axial force): 지반에 설치된 록볼트에 발생하는 축방향 하중.
 - 마모도(Abrasivity): 암석 또는 광물이 굴착도구와 접촉하여 굴착도구에 마찰, 침식 또는 손상을 일으키는 능력.
 - 막장면(굴진면, Tunnel face): 터널 굴진방향의 굴착면을 말하며, 굴착작업이 주체적으로 실시되는 막장면(굴진면) 후방의 20 ~ 30 m 구간을 막장부(굴착부, 굴진구역과 굴착구역을 포함한 구간)라고 칭함. 여기서 굴진구역은 현재 시공의 영향을 받아 지중응력 재분배가 이루어

어지는 구역이며 굴착구역은 응력 재분배가 대부분 진행되었거나 완료되어 시공의 영향이 작은 구역을 말함.



(f:막장면(굴진면), L1:굴진구역, L2:굴착구역, L3:후방

그림 1.4-1 막장면(굴진면)과 막장부(굴착부)

- 물리탐사(Geo-physical investigation): 지층구성 요소의 물리적 특성의 차이를 이용하여 지질이나 암체의 종류, 성상 및 구조를 조사하는 방법을 말하며, 탄성과탐사, 전기비저항탐사, 중력탐사, 자기탐사, 전자탐사 및 방사능탐사 등이 있음.
- 미기압파(Micro pressure wave): 열차의 터널 진입으로 발생한 압축파가 터널을 따라 열차 진행 방향으로 전파되어 출구에서 급격히 방출 팽창됨으로써 생성되는 큰 음압레벨의 충격파(Impulsive wave).
- 밀폐형 쉴드TBM(Closed-face shield TBM): 격벽을 갖고 있으며 굴진면과 격벽 사이의 챔버(Chamber) 내를 버력, 토사 또는 이수로 채우고, 굴진면 유지에 필요한 압력을 유지시켜 굴진면의 안정을 도모하는 구조의 쉴드TBM.
- 바닥부(Bottom): 터널단면의 바닥부분.
- 발진터널(Pilot tunnel): TBM의 초기 굴착 시 TBM 본체의 발진을 위한 터널을 말하며, 발파 또는 기계 등으로 굴착하며, 일반적으로 TBM 본체길이 정도의 연장이 필요.
- 발파굴착(Drill and blast): 착암기나 점보드릴 등 천공장비에 의하여 천공된 공에 화약류를 장약함으로써 그 폭발력을 이용하여 암반을 굴착하는 방법.
- 배연(Smoke exhaust): 화재 시 발생하는 연기 및 열기류를 화재지점으로부터 외부로 배출하는 것.
- 배풍막(Tail wind shield): 제연설비를 구성하는 한 부분으로 전동기를 제외한 배풍기와 배출풍도를 연결하는 막.
- 버력(Mucks): 터널의 굴착과정에서 발생하는 암석덩어리, 암석조각, 토사 등의 총칭.
- 벤치(Bench): 터널단면을 상·하로 분할하여 종방향(축방향)으로 굴착하는 경우의 분할면.
- 벤치길이(Bench length): 분할굴착 시 상부 막장면(굴진면)과 하부 막장면 간의 종방향 이격거리.
- 변형여유량(Transformation surplus quantity): 굴착에 따른 지반변형이 있더라도 계획 내공 단면을 확보할 수 있도록 미리 예상되는 지반변형량만큼 여유를 두어 굴착하는 내공 반경방향의 여유량.

- 보조공법(Tunnel Reinforcement Method): 주지보재 혹은 터널 굴착공법 등의 변경으로는 터널 막장면(굴진면) 및 주변지반의 안정성을 확보할 수 없는 경우 터널의 안정성 확보를 위하여 적용되는 보조적 또는 특수한 공법.
- 보조지보재(Auxiliary support of tunnel): 굴착 시 지반의 지지능력을 보완해 주는 지보재로서 주지보재를 제외한 지보재의 총칭.
- 불연속면(Discontinuities in rock mass): 암반 내에 존재하는 절리, 층리, 엽리, 단층 또는 파쇄대 등과 같이 암반(Rock Mass)의 물리, 화학적 특성과 공학적 성질의 연속성을 해치는 면 또는 층.
- 블랙홀 현상(Black hole phenomenon): 차량이 터널 입구부를 진입할 때, 밝은 외부에서 어두운 터널 내부로 진행하면서 운전자의 시야를 순간적으로 어둡게 만드는 현상.
- 비상전원(Emergency power): 상시전원(정상적인 상태에서 외부로부터 전력을 공급받아 사용하고 있는 전력공급원)이 사고나 고장에 의하여 공급되지 못할 경우에 사용하기 위한 전력공급원.
- 비상조명(Emergency lighting): 화재 등 사고로 인한 갑작스런 정전 시 2차 사고를 방지하고 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 설치하는 예비조명.
- 사전인발시험(Pre-pull-out test): 록볼트의 시공 품질관리를 위한 평가기준인 인발내력을 결정하기 위해 터널 굴착 초기에 수행하는 록볼트 인발시험.
- 섬유보강 샷크리트(Fiber reinforced shotcrete): 샷크리트의 인성(Toughness)을 증가시키기 위하여 강섬유(Steel fiber) 또는 기타 재질의 섬유를 혼합하여 타설하는 샷크리트.
- 세그먼트(Segments): 터널 라이닝을 구성하는 단위 조각의 부재를 말하며, 사용하는 재질에 따라 강재 세그먼트, 철근 또는 강섬유로 보강한 콘크리트 세그먼트 및 합성 세그먼트 등으로 구분하고 주로 쉴드TBM터널에 사용함.
- 샷크리트(Shotcrete): 굳지 않은 콘크리트를 가압하여 노즐로부터 뿜어 소정의 위치에 부착하는 콘크리트.
- 수격압(Water hammering pressure): 급격한 펌프의 가동 및 정지, 밸브의 개·폐 등으로 관내 물흐름이 급작스러운 변화를 일으켜 발생하는 압력.
- 쉴드TBM(Shield Tunnel Boring Machine): 주변지반을 지지하는 외판(원통형의 판)이 부착된 TBM.
- 스킵(Skip): 연직갱을 통하여 버력 등을 운반하는 데 사용되는 운반용구.
- 스프링 라인(Spring line): 터널의 상반 아치의 시작선 또는 터널단면 중 최대 폭을 형성하는 점과 만나는 수평선.
- 습곡(Fold): 화성암, 변성암, 퇴적암에서 변형 전 평면에 가까운 면들이 변형에 의하여 물결처럼 굽어 있는 구조.
- 시설한계(Tunnel clearance): 터널의 이용 목적을 원활하게 유지하기 위한 공간적 한계로 시

설한계 내에는 시설물을 설치할 수 없도록 규제하고 있음.

- 시스템 록볼트(Systematic rock bolt): 일정한 간격과 길이로 규칙적으로 배열하는 록볼트 설치형식.
- 신호기(Signal): 운행 중인 차량이나 열차에 통행의 우선권 등 포괄적인 지시를 하는 장치.
- 안전영역(Safety zone): 터널의 안전에 영향을 미치는 정도를 규정한 터널 주변의 영역으로서 각 영역별로 터널안전을 위한 대책을 강구하도록 규제하는 영역.
- 관입깊이(Penetration depth): 기계식 굴착장비에서 사용되는 커터가 1회 진행할 때 암석 내부로 압입되는 깊이를 말하며, 추력과 회전력에 따라 변화하는 값으로 순굴진율을 산정할 때 사용.
- 압착성 지반(Squeezing ground): 시간의존성 전단변위의 성질을 가지는 지반.
- 애추(테일러스, Talus): 급한 기울기의 비탈면 아래에 풍화암 부스러기가 풍화작용 및 중력작용으로 떨어져 균집이 형성된 돌무더기 퇴적물.
- 어깨(Shoulder): 터널의 천장과 스프링라인의 중간점을 말하며 어깨를 중심으로 좌, 우의 일정 구간을 어깨부라고 칭함.
- 언더피닝(Underpinning): 기존 구조물이나 기초를 변경 혹은 확대하거나 인접공사 등으로 하부 굴착이 필요한 경우 기존 구조물을 보강하거나 받친 후 하부를 굴착하는 공법.
- 여굴(Overbreak): 터널굴착공사에서 계획한 굴착면보다 더 넓게 굴착된 부위.
- 엽리(Foliation): 변성암에 나타나는 지질구조로 암석이 재결정 작용을 받아 같은 광물이 판상 또는 일정한 띠를 이루며 형성된 지질구조.
- 외판(Shield skin): 쉘드TBM에서 굴진장치, 세그먼트 조립장치 등을 감싸고 있는 원통형 판.
- 용출수(Sump water): 터널의 굴착면으로부터 흘러나오는 지하수.
- 응답변위법(Response Displacement Method, RDM): 표층지반의 전단진동에 따른 지반변위를 지반 속에 위치한 터널에 입력함으로써 터널의 변형과 응력을 산정하는 내진설계의 한 방법.
- 이렉터(Erector): 쉘드TBM의 구성요소로 세그먼트를 들어 올려 링으로 조립하는데 사용하는 장치.
- 이명감(Ear discomfort): 의학적인 정의 이외에 철도 차량이 고속으로 주행할 때 열차 내외부 압력차로 발생하는 귀울림 현상으로 승객의 불편감을 증가시켜 서비스 수준을 저하시킴. 열차 주행속도, 열차의 기밀도, 터널의 연장과 단면 크기가 주요 인자임.
- 이수식 쉘드TBM(Slurry shield TBM): 소정의 압력을 가한 이수로 굴진면의 안정을 유지하며 이수를 순환하여 굴착토를 함께 액상으로 수송하면서 굴진하는 방식의 쉘드TBM. 지반을 굴착하기 위한 굴착기구, 이수를 순환하고 이수에 일정한 압력을 가하기 위한 가압설비, 이수 와 굴착버력을 이송하는 이수수송설비, 수송된 굴착토와 이수를 분리하여 이수를 소정의 조성 상태로 조정하는 이수처리설비 등으로 구성됨.

- 이완영역(Loosened zone): 터널굴착으로 터널주변의 지반응력이 재분배되어 다소 느슨해지는 범위.
- 이행부(Transition zone): 차량이 터널을 진출입하면서 발생하는 블랙홀 현상이나 화이트홀 현상을 줄이기 위해서 터널 내 조명의 밝기(조도)를 인위적으로 구분하는 조명제어의 4단계(경계부, 이행부, 기본부, 출구부) 구간 중 경계부와 기본부 사이의 구간.
- 인력굴착(Manual excavation): 삽, 곡괭이 또는 픽햄머, 핸드브레이커 등의 소형장비를 이용하여 인력으로 굴착하는 방법.
- 인버트(Invert): 터널단면의 바닥 부분을 통칭하며, 원형터널의 경우 바닥부 90° 구간의 원호 부분, 마제형 및 난형 터널의 경우 터널 하반의 바닥 부분을 말함. 인버트의 형상에 따라 곡선형 인버트와 직선형 인버트로 분류하며 인버트 부분의 콘크리트라이닝 타설 유무에 따라 폐합형 콘크리트라이닝과 비폐합형 콘크리트라이닝으로 분류함.
- 일상계측(Daily monitoring): 일상적인 시공관리를 위하여 실시하는 계측으로서 지표침하, 천단침하, 내공변위 측정 등이 포함됨.
- 입구부조명(Access zone lighting): 운전자가 터널 진입 후 터널 내부의 조명에 순응하지 못하여 암흑으로 보이는 일시적인 현상을 경감하기 위하여 터널 입구부에 설치한 조명설비.
- 자가발전설비(Fail safe generator): 외부 전원의 정전에 대비하여 전기 수용자가 별도로 설치한 발전전원설비.
- 잭 스트로크(Jack stroke): 쉴드TBM의 추진과 세그먼트의 조립을 위한 잭의 유효 길이.
- 전기비저항탐사(Electrical resistivity survey): 물리탐사법의 일종으로 지반 내 전류를 흘려보냄으로써 비저항을 측정하여 지반의 지질구조 및 지하수 분포구간 확인 등을 조사하는 방법.
- 절리(Joint): 암반에 존재하는 비교적 일정한 방향성을 갖는 불연속면으로서 상대적 변위가 단층에 비하여 크지 않거나 거의 없는 것을 말하며, 절리의 생성 요인은 암석 자체에 의한 것과 외력에 의한 것이 있음.
- 접속부(Tunnel intersection): 서로 다른 터널이 접속되는 구간 또는 동일 터널에서 단면의 형태, 규모가 다른 터널 단면이 접속하는 구간.
- 정밀계측(Precision monitoring): 정밀한 지반거동 측정을 위하여 실시하는 계측으로서 계측항목이 일상계측보다 많고 주로 종합적인 지반거동 평가와 설계의 개선 등을 목적으로 수행.
- 제연(Smoke control): 화재 시 연기 및 열기류의 흐름방향을 제어하는 것을 말함.
- 제연보조설비(Auxiliary equipment of smoke control system): 화재발생 시 터널 상부에서 공기나 물 등의 유체 등을 일정한 각도로 분사하여 연기흐름을 차단하는 제연커튼이나 연기흐름을 지연하는 제연경계벽 등과 같이 연기의 확산을 제어 및 차단 또는 지연하는 설비 시스템.
- 조도(Illumination): 장소의 밝기를 의미하며 투사되는 광속을 면의 면적으로 나눈 값. 즉, 조

사되는 면의 생각하고 있는 점에서의 광속밀도로 단위는 룩스(lux), 기호는 (lx)를 사용.

- 종류식 환기방식(Longitudinal ventilation system): 터널의 종방향으로 작용하는 교통환기력 및 자연환기력을 보충하는 환기용 송풍기의 분류효과에 의한 승압력을 발생시켜 소요 환기량을 확보하는 방식.
- 주지보재(Main support materials): 굴착 후 굴착면에 붙여 지반과 일체가 되도록 시공하는 슛크리트, 강지보재 및 록볼트로 조합된 지보체계를 말하며, 콘크리트라이닝으로 이와 같은 지보체계의 역할을 대신하는 경우에는 콘크리트라이닝을 주지보재에 포함할 수 있음.
- 주향(Strike): 불연속면(층리면, 단층면, 절리면 등)과 수평면의 교선방향을 진북방향 기준으로 측정한 방향과 사잇각.
- 지구물리검층(Geophysical logging): 조사공 내에 측정부(Sonde)를 삽입하여 공벽 부근 암반의 물리적 성질을 심도에 따라 연속적으로 측정하는 지반조사방법.
- 지구물리탐사(Geophysical exploration): 지구물리학적 방법에 의해 파쇄대의 존재, 지하수 분포의 상태, 지질특성 및 지질구조 등을 조사하는 방법을 말하며, 중력탐사, 자력탐사, 전기비저항탐사, 전자탐사, 탄성파탐사 및 방사능탐사 등이 있음.
- 지반(Ground): 건설공사에 관련한 지구의 표층 부분이며, 구조물의 기초나 굴착 등의 대상이 되는 부분.
- 지반조건(Ground condition): 터널 주변 지반의 지형, 지질, 지반특성, 수리·수문조건 등을 말함.
- 지보재(Support materials): 굴착 시 또는 굴착 후에 터널의 안정 및 시공의 안전을 위하여 지반을 지지, 보강 또는 피복하는 부재 또는 그 총칭.
- 지보패턴(Tunnel support patterns): 터널 막장면(굴진면)의 지반상태와 터널 천장부 및 그 상부의 지반상태, 시공성 등을 고려하여 터널의 안정성이 확보되도록 미리 설정해 놓은 지보 형태를 말하며, 터널굴착 후 조기에 설치하여 터널의 안정을 도모하기 위하여 설치하는 슛크리트, 록볼트 및 강지보재와 보조공법 등을 조합한 것.
- 지중변위(Ground displacement): 터널 굴착으로 인하여 발생하는 굴착면 주변 지반의 터널 방향 변위.
- 지중침하(Ground settlement): 터널을 굴착할 때 굴착면 인접지반에는 침하가 발생하며 터널 천장부를 기점으로 하여 지표로 갈수록 각 지층의 침하량은 깊이별로 서로 다르게 나타나는데 이때의 깊이별 침하.
- 지지코어(Support core): 토사지반 또는 연약한 지반에서 터널굴착 시 막장면(굴진면)의 밀려나움을 억제하기 위하여 막장면 중앙부에 일부 남겨둔 미굴착 부분.
- 지표침하(Surface settlement): 터널굴착으로 발생하는 지표면의 침하.
- 지하매설물(Underground utilities): 지표하부에 묻혀 있는 인공구조물로서 지하지장물이라고도 부름.

- 질소산화물(NOx): 엔진 내에서 연료의 연소 시 고온에 의하여 공기 중의 질소와 산소가 열반응하여 생성되는 물질.
- 천단침하(Crown settlement): 터널굴착으로 인하여 발생하는 터널 천장의 연직방향 침하를 말하며 기준점에 대한 하향방향의 절대 침하량을 양(+)¹의 천단침하량으로 정의함.
- 천장부(Crown): 터널의 천단을 포함한 좌우 어깨 사이의 구간.

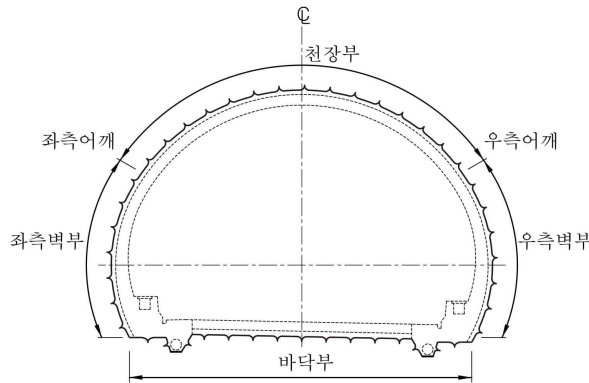


그림 1.4-2터널내 위치별 명칭

- 초기응력(In-situ): 굴착 전에 원지반이 가지고 있는 응력.
- 추력(Thrust force): TBM 굴진을 위하여 커터헤드에서 굴진면으로 가해지는 추진력.
- 출구부조명(Exit zone lighting): 운전자가 주간에 터널 출구부를 보았을 때 출구부가 밝은 배경이 되어 식별이 곤란하므로 출구 부근에 있는 물체를 구분하기 위하여 터널 출구부를 밝게 하는 조명.
- 측벽부(Wall): 터널어깨 하부로부터 바닥부에 이르는 구간.
- 측선(Measurement line): 계측을 위하여 설정한 측점 사이의 최단거리에 해당하는 가상의 선.
- 층리(Stratification, Bedding): 퇴적암이 생성될 때 퇴적조건의 변화로 퇴적물 속에 생기는 층상 구조.
- 침매터널(Immersed tunnel): 수저 또는 지하수면 이하의 구조물로서 전체 또는 일부를 함체(函體)의 형태로 별도의 장소에서 제작한 후 물에 띄워 침설현장까지 예항(曳航)하고, 소정의 위치에 침하시켜 침하시켜 기설부분과 연결한 후 되메워 완성하는 터널.
- 침매함(Immersed tunnel elements): 침매터널부의 수저부분 및 굴착 시에 수면 이하가 되는 부분으로서 예항, 침설작업에 지장이 없는 정도의 크기로 분할한 부분 또는 침매터널의 구조체 요소(Element).
- 카피커터(Copy cutter): 곡선부에서 쉘드TBM의 원활한 추진을 위하여 내측곡선 부분에서 곡선반경방향으로 확대 굴착하기 위하여 쉘드TBM 커터헤드의 측면에 설치한 커터.
- 커터(Cutter): TBM의 커터헤드에 토사 또는 암반의 굴착을 위하여 부착하는 금속으로 디스

- 크터터, 커터비트, 카피커터 등이 있음.
- 커터비트(Cutter bit): 풍화암 이하의 지반을 굴착하기 위하여 쉘드TBM의 커터헤드에 부착하는 칼날형의 고정식 비트를 말하며, 본체와 팁으로 구성됨.
 - 커터숍(Cutter shop): TBM 작업(특히 암반부 굴착) 시 다량 소요되는 예비 커터를 보관하고 커터를 정비하는 장소.
 - 커터슬릿(Cutter slit): 쉘드TBM 굴착 시 굴착토를 커터헤드의 회전에 따라 쉘드기 안으로 끌어 담는 역할을 하는 공간.
 - 커터헤드(Cutterhead): TBM의 맨 앞부분에 배열 장착되는 디스크커터 또는 비트커터 등의 각종 커터를 부착하여 회전·굴착하는 부분.
 - 케이블볼트(Cable bolt): 굴착지반의 보강이나 지지를 위해 시멘트 그라우트된 천공 홀에 강연선을 삽입한 보강재.
 - 케이지(Cage): 연직갱을 통하여 버력이나 작업원 등을 운반 시 사용하는 바구니 형상의 운반용구.
 - K형 세그먼트(Key segment): 쉘드TBM 작업에서 세그먼트 조립 시 마지막으로 끼워 넣는 세그먼트.
 - 콘크리트라이닝(Concrete lining): 터널의 가장 내측에 시공되는 무근 또는 철근보강 콘크리트의 터널부재.
 - 통일분류법(USCS, Unified Soil Classification System): 흙입자의 크기와 입도분포, 소성도, 구성물질로 흙을 분류하는 체계.
 - 테이퍼 링(Tapered ring): 곡선부의 시공 및 선형수정에 사용하는 테이퍼 처리한 링으로, 특히 폭이 좁은 판상은 테이퍼 플레이트링(Tapered plate ring)이라 함.
 - 테이퍼량(Taper value): 테이퍼링에 있어서 최대폭과 최소폭과의 차이.
 - 테일 보이드(Tail void): 세그먼트로 형성된 링의 외경과 쉘드TBM 스킨의 바깥 직경 사이의 원통형의 공간. 즉, 테일 스킨의 두께와 테일 클리어런스의 두께의 합.
 - 테일 스킨 (Tail skin): 쉘드TBM 테일부의 외판(Skin)을 말하며 일반적으로 외판보다 약간 두꺼움.
 - 테일 실(Tail seal): 쉘드TBM의 외판 내경과 세그먼트 간의 틈이 생기는데 이곳으로 지하수가 유입되거나 뒤채움 주입재가 역류하는 것을 방지하기 위하여 쉘드TBM 후단에 부착하는 것.
 - 테일 클리어런스(Tail clearance): 테일 스킨의 내면과 세그먼트 외면 사이의 간격.
 - 토압식 쉘드TBM(EPB, Earth Pressure Balance shield TBM): 커터헤드로 굴착·교반한 토사를 굴진면과 격벽 사이에 있는 챔버(Chamber)에 채우고 쉘드TBM의 추진력으로 굴착토를 굴진면에 가압하여 굴진면의 안정을 유지하면서 스크루 컨베이어(Screw conveyer) 등으로 굴착토를 배토하는 쉘드TBM.
 - 토피고(Overburden): 터널 천장으로부터 지표면까지 연직높이(두께).

- 틈새(Aperture): 불연속면에 대하여 수직인 방향으로 벌어진 거리.
- 파쇄굴착(Crushing excavation): 유압장비, 가스, 팽창성 모르타르, 특수 저폭속화약 등을 이용하여 암반을 파쇄시켜 굴착하는 방법.
- 팽창성 지반(Expansive soil): 터널시공 및 운영 시 팽창으로 인하여 문제를 일으키기 쉬운 지반으로, 제3기층의 열수변질을 받은 화산분출물, 팽창성 이암 및 온천여토 등이 있음.
- 편압(Unbalanced earth pressure): 터널의 좌우 또는 전후 방향으로 불균등하게 작용하는 지반압력.
- 표준지보패턴(Standard support pattern): 지반의 등급에 따라 미리 표준화한 지보패턴.
- 필러(Pillar): 굴착면 사이에 남아 있는 기둥이나 벽 모양의 지반.
- 함수미고결지반(Unconsolidated formation of groundwater): 신생대 3기 말부터 제4기에 형성된 퇴적물, 암석의 풍화대, 파쇄대 등의 미고결 또는 물을 포함하고 있어 고결도가 낮은 지반.
- 허용편차(Permissible deviation): 변형 여유량에 시공상 피할 수 없는 오차를 합한 값.
- 화이트홀 현상(White hole phenomenon): 블랙홀 현상의 반대 개념으로, 터널 내부에서 터널 출구부로 진출할 때, 어두운 터널 내부에서 밝은 외부로 진행하면서 운전자의 시야를 순간적으로 희게 만드는 현상.
- 환기설비(Tunnel ventilation system): 터널 내 공기질을 유지하기 위하여 신선공기를 유입 또는 급기하거나 오염공기를 배출하기 위한 설비.
- 휘폴링(Forepoling): 불량한 지반조건에서 주로 국부적인 천장부 지반붕락을 방지하기 위하여 굴착하기 전에 터널진행 방향으로 천공 후 강관 또는 철근을 삽입하는 보조공법.
- 휨인성(Flexural toughness): 슛크리트에 균열이 발생한 후 슛크리트가 하중을 지지할 수 있는 능력을 말하며, 에너지 흡수능력이라고도 함.
- 회전력(Torque): TBM의 커터헤드를 회전시키는 힘의 크기.
- 후드부(Hood): 쉘드강관의 일부로 선단부에 있어서 굴진면의 안전을 유지하고 작업공간의 확보와 안전을 피하기 위하여 정상부를 보호하는 부분.
- DGPS(Differential Global Positioning System): 상대측위방식(GNSS, Global Navigation Satellite System) 측량을 말하며, 기지국이 필요 없는 정밀 위성위치확인시스템으로 이미 알고 있는 기지점 좌표를 이용하여 기존 GPS의 오차를 보정한 신호를 받는 GPS.
- PIARC(Permanent International Association of Road Congresses): 국제상설도로회의의 약칭.
- Q-시스템(Q-system): RQD, 절리군수, 불연속면 거칠기, 불연속면 변질 정도, 지하수에 의한 감소계수, 응력감소계수 등을 반영하여 암반을 분류하는 방법.
- RMR(Rock Mass Rating) 분류: 무결암(intact rock) 압축강도, RQD, 불연속면 간격, 불연속면 상태, 지하수 상태, 굴진방향과 불연속면의 상대적 방향 등을 반영하여 암반 상태를 분류하

는 정량적인 암반 분류방법.

- RQD(Rock Quality Designation): 시추코아 중 10 cm 이상 되는 코아편 길이의 합을 전체 시추길이로 나누어 백분율로 표시한 값을 말하며, 암질의 상태를 나타내는 데 사용함. 이때 코아의 직경은 NX 또는 NQ 규격을 원칙으로 함.
- TBM(Tunnel Boring Machine): 소규모 굴착장비나 발파방법에 의하지 않고 굴착에서 버력 처리까지 기계화·시스템화되어 있는 굴착기계를 말하며, 일반적으로 개방형TBM (Open TBM)과 쉴드TBM(Shield TBM)으로 구분.
- TCR(Total Core Recovery): 전체 시추길이에 대하여 회수된 코아의 길이 비를 백분율로 표시한 값.
- WGS-84(World Geodetic System, 1984): GPS의 기준좌표계인 지구 고정 지구중심 3차원 직각좌표계를 말하며, 지구중심기준의 지심좌표계(Geocentric coordinate system)로 표현함. 각 국가 간의 좌표에 관한 정보일치성을 고려하여 현재 범세계적으로 통용되고 있으며, 우리나라에서도 현재 군사용 표준으로 채택하여 1996년 7월 1일 이후부터 사용하고 있음.

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) 이 기준과 관련된 계획은 KDS 27 10 10(2.3)을 따른다.

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 설계방법의 선정

- (1) 터널설계 시에는 지반의 거동특성과 지보재의 지보력이 상호 연합하여 일체로 거동하여 안정성이 유지될 수 있는 설계방법을 선정하여야 한다. 단, 지반의 거동특성상 지반의 지보능력 활용이 불가능할 경우에는 지반을 보강하거나 지보재가 지반하중을 모두 지지하도록 하는 설계방법을 채택하여야 한다.
- (2) 암반분류 후 해당 등급에 적용할 표준적인 지보패턴과 굴착방법을 정하여 설계할 수 있다. 이 경우 유사암반 조건에서의 시공실적 또는 RMR 및 Q-시스템과 같은 방법에서 제안한 지보패턴을 참조하여 표준지보패턴을 정하는 것을 원칙으로 하며 현장조건에 따라 변경할 수 있다. 암반분류는 KDS 27 10 10(2.2.2), KDS 11 10 10(2.2)를 따르는 것을 표준으로 하며, 설계 및 시공조건을 고려하여 별도로 정하여 실시할 수 있다.
- (3) 선정된 굴착계획, 굴착공법 및 지보패턴은 해석적인 방법으로 안정성을 검증하여야 하며, 안정성 검증은 작용하중, 지반공학적 특성치, 해석기법 및 경계조건과 같은 안정성에 영향을 미치는 요소에 대한 검토를 수행하여야 한다.
- (4) 설계조건이 특수하거나 유사조건에서의 시공사례가 없는 경우에는, 예상되는 제반 문제를 검토한 후에 굴착방법, 굴착공법, 지보패턴 및 인버트 시공을 포함한 보조공법을 선정하고 해석적인 검증을 통하여 설계를 확정하여야 한다.
- (5) 지보설계는 암반분류에 의한 표준지보패턴 설계를 원칙으로 하되, 단층대, 함수미고결층, 팽창성 지반, 석회암층 및 풍화되기 쉬운 암반과 같이 지반조건이 불량한 구간에는 별도의 지보패턴을 설계하여야 한다. 이때, 현장조사 결과에서 획득한 지반특성을 분석하고 기존 유사 적용사례와의 비교 검토 및 안정성 평가를 수행한 후 굴착공법, 굴진장, 지보재 보강량 및 보조공법을 조정하여야 한다.

4.2 설계내용의 변경

- (1) 시공 시의 제반 여건이 설계 시의 조건과 상이한 경우에는 표 4.2-1의 주요 항목에 대해서 설

계내용을 변경할 수 있도록 하여야 한다.

표4.2-1 설계내용의 변경사항

주요항목	주요내용
지반의 재분류	·적용지반의 분류
설계단면 변경	·지보재 ·변형여유량 ·단면형상
적용지보패턴의 변경	·숏크리트 두께 ·숏크리트 재질 ·록볼트 길이 및 본수 ·강지보재 설치간격 및 규격
굴착공법의 변경	·벤치컷 공법 (코어(Core) 남김, 링컷 포함) ·선진도갱공법 ·기타 굴착단면 분할
보조공법 도입	·굴진면 안정화 대책 ·지반보강 대책 ·용출수 대책 ·지표면 침하 대책 ·근접 구조물 대책
단면의 폐합	·인버트 부분 콘크리트 타설(조기시공) ·인버트 부분 숏크리트 타설(가폐합) ·콘크리트라이닝 강성 증대 ·이중라이닝(임시라이닝)
터널 공법 변경	·개착터널공법으로 전환 ·토공구간으로 전환
기타	·상기 내용 외에 시공 시 제반 여건이 설계 시의 조건과 상이하여 변경이 요구되는 사항

4.3 터널 설계 일반

4.3.1 터널 설계 기본방향

- (1) 터널 설계 시에는 터널 단면의 크기와 용도를 고려하여야 한다.
- (2) 터널 설계 시에는 터널의 연장을 고려하여 기능과 목적에 적합하도록 설계하여야 한다.
- (3) 터널 설계 시에는 지반조사를 실시하여 지반의 상태와 특성을 파악하고 이를 설계에 반영하여야 한다.
- (4) 터널 설계 시에는 지반의 불확실성, 지반조사의 기술적 한계 및 지하공간에서의 제한적 작업특성이 고려되어야 한다.
- (5) 안정성, 시공성, 내구성 및 경제성이 확보되고 유지관리가 편리한 시설이 되도록 터널을 설

계하는 것을 원칙으로 하되, 실제 시공조건이 설계 당시에 예측한 조건과 상이할 경우에 대비한 변경방법 및 조치사항이 포함되어야 한다. 이를 위하여 설계 시에 적용한 제반 적용자료, 분석결과 및 예측사항을 명확하게 제시하여야 한다.

- (6) 터널 설계 시에는 조사 자료들을 근거로 하고 지반특성을 고려하여 터널 주변의 원지반이 보유하고 있는 지보능력을 최대한 활용할 수 있도록 터널 소요규격, 단면형상, 굴착공법, 지보재형식, 콘크리트라이닝, 터널 입구와 출구부, 방재시설, 부대시설 및 시공순서와 같은 항목을 계획하여야 한다.
- (7) 터널 설계 시에는 안정성 확보를 우선으로 하되 지보재의 최적화를 도모하여야 하며, 이 경우 해석적인 방법 외에 설계 및 시공사례와 같은 경험적인 방법도 고려할 수 있다.
- (8) 터널 설계 시에는 터널의 안정성을 확보하기 위하여 터널 구조물의 안전뿐만 아니라 주변 위험 영향도 최소화되도록 하여야 하며, 터널 주위에 유해한 영향이 예상되는 경우에는 대책을 강구하여야 한다.
- (9) 터널 설계 시에는 환기, 조명 및 방재시설과 같은 제반설비 사항을 고려하여야 하며, 이들의 역할이 발휘되도록 터널을 설계하여야 한다.
- (10) 사람이 이용하는 터널은 연장을 고려하여 방재대책을 설계에 반영하여야 하며, 방재대책 설계는 KDS 27 60 00을 따른다.
- (11) 터널 굴착 시 원지반의 손상이나 여굴 발생이 최소화되도록 설계하여야 하며, 원지반의 손상이나 여굴이 발생하는 경우를 고려하여 처리방안을 제시하여야 한다.
- (12) 계획 터널노선에 대해서 시공성을 고려한 경제성 분석을 실시하여야 한다.
- (13) 터널이 신선한 경암반을 통과하는 경우에는 지하수 분포, 지보재와 콘크리트라이닝의 역할에 따라 콘크리트라이닝의 설치 또는 미설치 여부를 검토할 수 있다.
- (14) KDS 27 60 00의 기준이 정하는 바에 따라 제반 안전성 분석 및 피난계획을 수립하고, 터널 내 부착물과 시설물에 대해서는 화재 시를 고려한 재료를 선정하도록 설계하여야 한다.
- (15) 터널 설계 시에는 향후 운용 시의 유지관리에 필요한 사항을 고려하여야 한다.

4.3.2 본선터널 설계

- (1) 터널 설계에 포함되어야 할 사항
 - ① 평면 및 종단선형
 - ② 굴착 대상지반의 분석 및 분류
 - ③ 터널 단면의 형상
 - ④ 굴착 공법 및 방법
 - ⑤ 지보패턴 선정
 - ⑥ 각종 지보재의 규격 및 시공순서도

- ⑦ 필요한 보조공법
- ⑧ 방수 및 배수 방법
- ⑨ 현장 타설 라이닝의 타설 시기 검토 및 시공도
- ⑩ 계측계획 및 수행방법
- ⑪ 갱구 및 갱문 계획
- ⑫ 환기, 조명, 방재 계획
- ⑬ 터널시공 및 운용에 따른 환경영향분석
- ⑭ 공사시방서

- (2) 터널 내 부착물과 시설물은 화재 시를 대비하여 내화성을 갖는 재료를 사용하여야 한다.
- (3) 터널 공사용 자재는 산업표준화법에 의한 한국산업규격 표시품(KS 표시품) 또는 이와 동등 이상의 성능을 지닌 자재이어야 하며, 친환경상품 구매촉진에관한법률에 의한 친환경상품 또는 중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률에 따른 우선구매대상 기술개발제품이 설계에 반영될 수 있는지 검토하여야 한다.
- (4) 터널 설계 시에는 공사 중에 발생할 수 있는 침수, 붕괴 및 화재와 같은 비상상황에 대한 검토를 수행하고, 대책이 필요한 경우에는 비상 안전시스템의 적용을 검토하여야 한다.
- (5) 지반침하 및 함몰 또는 지하 공동과 같은 위험요인에 대한 검토를 수행하고, 주변 구조물의 침하, 손상 및 변위가 예상되는 경우에는 터널의 사용성, 안정성, 경제성, 공사기간 및 환경조건을 고려한 대책공법을 검토하여야 한다.
- (6) 병설터널의 순간격이 좁은 경우에는 지반조건, 터널의 상호위치 및 터널 크기와 같은 영향요소를 조사하여 상호간섭의 영향을 받는지를 검토하여야 하며, 상호간섭의 영향이 있다고 판단되는 경우에는 안정성 검토를 수행하고, 필요한 경우 대책을 수립하여야 한다.
- (7) 기존 터널 또는 주변 지장물에 근접 시공되는 터널 설계 시에는 기존 시설물의 중요도 및 구조적인 특성을 고려하여 터널 굴착으로 인한 상호영향을 검토하여야 하며, 필요한 경우 대책공법을 검토하여야 한다.
- (8) 철도용 터널은 터널 내 공기압 변동에 따른 인체에 미치는 영향과 미기압 출구부에서 발생하는 소음, 진동에 대한 민원대책을 검토하여 계획하여야 한다.
- (9) 2아치 또는 3아치터널과 같은 멀티아치터널을 계획하는 경우에는 시공단계를 고려한 안정성 평가를 수행하여야 하며, 기둥 또는 벽체의 누수 방지대책 및 누수로 인한 노면결빙 방지 대책을 수립하여야 한다.

4.4 연직갱 및 경사갱

4.4.1 연직갱 및 경사갱 설계 기본방향

- (1) 연직갱 시공 시에는 특수한 작업기계를 사용하게 되므로 지형과 지반조건에 적합한 장비를 선정하여야 한다. 특히 지하수 유입에 대비하여 안정성과 시공성을 고려한 계획을 세워야 하며, 동절기에는 지표 부근의 누수로 인해 발생하는 고드름과 같은 낙하물에 대한 안전대책을 강구하여야 한다.
- (2) 연직갱을 작업용으로만 활용하고 공사 완공 후 다른 목적으로 전용하지 않는 경우에는, 본 선터널 및 지표에 영향을 미치지 않도록 보강, 폐쇄 또는 매립과 같은 처리방안을 제시하여야 한다.
- (3) 경사갱의 설계 시에는 경사갱의 용도, 지반조건, 버력과 기자재의 반출입, 터널 내부설비, 측량, 시공, 유지보수 및 점검 시의 안정성을 고려하여 경사갱의 위치, 유효단면, 기울기, 수평부의 연장, 수평분기점의 위치 및 본 터널과의 교차각도 등에 대한 계획을 수립하여야 한다.
- (4) 경사갱의 수평부 연장은 터널 내부설비 외에 측량의 정확성, 버력처리 설비 및 작업차량의 교체작업과 같은 시공 조건을 고려하여 계획하여야 한다.
- (5) 경사갱과 본 터널과의 교차각도는 직각을 표준으로 하되 교차부의 안정성, 연결부의 구조, 시공성 및 차량의 회전반경과 같은 운행조건을 고려하여 별도로 정할 수 있다.
- (6) 연직갱 및 경사갱의 위치는 용도, 지반조건, 지형조건, 유입 지하수, 연장 및 유지관리를 고려하여 경제적으로 유리한 장소에 선정하여야 한다. 유지관리가 필요한 연직갱의 경우에는 인력과 장비수송용 승강기를 연직갱 내에 설치하여야 하며, 깊이를 고려한 안전대책을 수립하여야 한다.
- (7) 연직갱 및 경사갱을 작업용으로 사용하는 경우에는 본 터널과 연결되는 갱저설비의 배치, 측량, 완성 후의 처리 등을 고려하여 위치를 선정하여야 한다.
- (8) 연직갱 및 경사갱을 환기, 배수 및 비상용 통로와 같은 운용설비로 사용하는 경우에는 향후 지하시설의 확장에 대비하여 위치를 선정하여야 하며, 배출되는 오염물질이 주변 환경에 미치는 영향을 검토하여야 한다.
- (9) 연직갱 및 경사갱의 굴착대상 지반에 대수층이 있거나 유입 지하수가 많을 것으로 예상되는 경우에는 지하수위 저하, 지수 및 지반강화와 같은 보조공법을 계획하여야 한다.
- (10) 철도터널의 경우 차량의 터널 진입 시 발생하는 공기압 증가 및 변화에 따른 이명감, 공기 저항 증가, 터널 출구에서의 미기압과 등을 해소하기 위하여 연직갱 또는 경사갱을 설계할 경우에는 필요로 하는 조사 및 검토를 실시해야 한다.
- (11) 본 절에 규정되지 않은 사항은 '4.3.1 터널 설계 기본방향', '4.3.2 본선터널 설계'를 따른다.

4.4.2 연직갱의 설계

- (1) 연직갱의 단면은 용도에 따른 소요 내공단면, 시공방법, 연직갱 내에 설치될 모든 설비의 배치, 반입 기자재의 크기 및 지반조건과 같은 항목을 종합적으로 고려하여 크기와 형상을 정하여야 한다.

- (2) 도로 및 철도터널의 환기, 방재용 연직갱은 터널 내의 소요 환기량과 방재기능을 확보할 수 있도록 KDS 27 60 00의 기준을 만족하는 단면으로 결정하여야 한다.
- (3) 철도터널에서 공기압 저감과 이명감 해소를 위한 연직갱의 유효단면은 본선터널의 단면과 열차속도와 같은 영향요소를 고려하여 결정하여야 한다.
- (4) 작업용 연직갱 단면은 케이지(Cage), 스킵(Skip)과 같은 버력처리설비와 배수관, 환기관, 급기관, 각종 배선류와 같은 공사중 설비 및 비상계단, 반입 기자재의 크기를 종합적으로 검토하여 결정하여야 한다.
- (5) 지보설치 후의 연직갱 유효단면은 터널 공사를 경제적으로 수행하기 위해 시간당 버력, 인원, 소요 자재 운반량, 반입될 장비, 설비의 크기, 시간당 환기량, 각종 설비 및 지반조건을 고려하여 결정하여야 한다.
- (6) 연직갱의 지보재 설계 시에는 지반조건, 함수대 유무, 단면형태, 심도, 시공법 및 현장타설 라이닝의 설치시기와 같은 조건을 고려하여야 하며, 내부작업을 안전하고 능률적으로 수행할 수 있도록 하여야 한다.
- (7) 연직갱의 지보재 설계는 'KDS 27 30 00'을 따르는 것을 원칙으로 하며, 지반의 급격한 변화와 지하수의 유동성과 같은 조건을 감안하여 안전측으로 설계할 수 있다.

4.4.3 경사갱의 설계

- (1) 경사갱의 기울기는 경사갱의 용도, 연장, 본선터널과의 위치 관계, 지반조건, 시공법, 공기, 운반방법의 특성, 환기방법 및 경제성과 같은 조건 검토를 통해 정하여야 하며, 버력반출용 경사갱의 경우에는 장비의 등판능력을 고려하여 계획하여야 한다.
- (2) 경사갱의 기울기와 연장은 설치하는 설비의 반출입과 설치의 용이성 및 유지보수 점검 시의 안전성과 편의성을 고려하여 정하여야 한다.
- (3) 경사갱 단면의 크기와 형태는 경사갱의 용도, 시공을 위한 운반설비, 작업용 통로 및 공사용 제설비의 배치와 같은 운용 조건을 종합적으로 고려하여 정하여야 한다.
- (4) 작업용 경사갱 단면의 크기와 형태는 버력반출설비, 배수관, 환기관, 급기관, 각종 배선류 및 반입 기자재의 크기와 같은 시공조건을 종합적으로 검토하여 정하여야 한다.
- (5) 배수관은 지하수의 유입 상태에 따라 증설이 필요할 수 있으므로 여유를 갖는 배수관 배치가 가능하도록 내공단면을 확보하여야 한다.
- (6) 경사갱의 지보재는 시공법과 지반조건을 고려하여 굴착 후 지반의 자체 지보능력이 발휘될 수 있도록 설계하여야 한다.
- (7) 경사갱의 지보재와 지보패턴은 수평터널의 경우에 준하여 설계하여야 하며, 경사갱의 특수성을 감안하여 수평터널의 지보재보다 안전측으로 설계할 수 있다.

4.5 갱구부

4.5.1 갱구부 설계 기본방향

- (1) 갱구부는 일반적으로 갱문구조물 배면으로부터 터널길이 방향으로 터널직경의 1~2배 범위 또는 터널 천장부로부터 토피고 3~5 m에서 터널직경 1.5배의 토피고가 확보되는 범위까지로 정의한다. 단, 원지반 조건이 양호한 암반층이나 또는 붕적층 및 충적층과 같은 연약토사층에서는 별도의 구간을 갱구부 범위로 정의할 수 있다.
- (2) 갱구부는 터널 본선부와 달리 지형, 기상, 입지조건 및 근접시설물과 같은 외적조건에 크게 영향을 받기 때문에 이를 고려하여 구조 및 시공법을 선정하여야 한다.

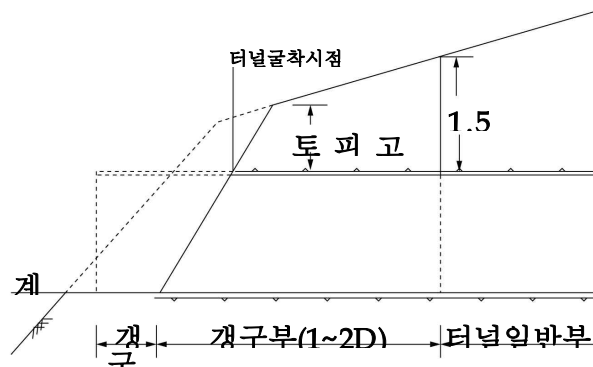


그림 4.5-1 갱구부의 범위

4.5.2 갱구부 설계

(1) 갱구부 설계 시 고려사항

- ① 갱구의 위치 및 설치방법
- ② 갱구부의 범위
- ③ 갱구부의 굴착공법, 지보구조, 보조공법 및 콘크리트라이닝 구조
- ④ 갱구비탈면의 안정검토 및 필요한 비탈면 안정공법
- ⑤ 갱구비탈면의 지표수 및 지하수 배수 대책
- ⑥ 기상재해의 가능성 및 기상재해에 대비한 대책공법
- ⑦ 지표침하와 같이 갱구 주변의 구조물에 미치는 영향

(2) 터널 중심축선은 지형 경사면과 가급적 직교하도록 하여야 하며, 이 경우 경사면 하단보다 상부 지역에 갱구부가 계획될 때에는 공사용 진입로를 확보하도록 하여야 하고 인접 구조물과의 관계도 고려하여야 한다.

(3) 갱구부는 갱구부 깎기 최소화를 위하여 특수한 지형 및 지질조건을 제외하고는 갱구부 상단

- 토피 3~5 m 또는 암토피고 1~2 m 확보되는 지점에 갱구부를 형성하는 것을 표준으로 한다.
- (4) 터널 중심축선이 지형 비탈면에 대하여 사각으로 진입하는 경우에는 비대칭의 깎기 비탈면이나 갱문이 형성되므로 횡방향 토피 확보 여부와 편압을 검토하여야 한다.
 - (5) 터널 중심축선과 지형 경사면이 평행한 경우는 가급적 피해야 하며, 골짜기 쪽의 토피가 극단적으로 낮아질 경우가 있으므로 전 구간에 걸쳐 편압에 대한 검토와 이에 대한 대책을 수립하여야 한다.
 - (6) 골짜기에는 지질구조대가 발달했을 가능성이 크고 지표수 유입과 지하수위가 높은 경우가 많으므로 터널 중심축선이 골짜기로 진입하여 갱구부가 계획되는 것은 최대한 피하여야 한다. 부득이한 경우에는 수리·수문학적인 검토를 하여 지표수와 갱문 배면의 침투수가 원활하게 배수처리 되도록 하여야 하며, 낙석, 산사태 및 눈사태와 같은 자연재해 발생가능성에 대한 대책을 수립하여야 한다.
 - (7) 갱구부는 깎기 비탈면의 안정과 자연지형 보존을 위하여 깎기를 최소화할 수 있는 위치에 선정하여야 하며, 갱구 위치별 깎기량에 대한 경제성, 시공성, 경관성 및 환경영향을 비교 검토하여야 한다.
 - (8) 갱구부 설계 시에는 비탈면의 안정성, 지반의 지내력, 터널 중심축선과 비탈면의 관계, 갱구 비탈면 깎기 및 터널의 안정성을 검토하고 보강대책을 수립하여야 한다.
 - (9) 갱구비탈면의 기울기는 지반조건에 따라 적절히 선정하여야 하며, 필요시 비탈면 안정성 확보를 위하여 표면 보호공법과 활동 방지대책을 적용하여야 한다.
 - (10) 갱구부는 지반의 강도와 고결도가 낮은 경우가 많고 암반층에서도 균열 발달이 심한 경우가 많으므로 지반의 자체 지보력 확보를 위하여 보다 적극적인 보강공법을 적용하여야 하며, 동일 지반조건에서의 터널 일반부 보다 안전한 굴착공법과 지보패턴의 적용을 검토하여야 한다.
 - (11) 토피가 부족하거나 지반상태가 매우 불량하여 지반 자체의 지보력 형성이 어려울 것으로 예상되는 갱구부는 상재된 전토피 하중이 지보재로 작용하는지의 여부를 검토하여야 한다.
 - (12) 갱구부는 누수 또는 결빙과 같은 문제가 발생하기 쉽기 때문에 방수 및 배수 조치를 하여야 하며, 갱구부에 작용하는 하중과 기상조건에 따른 영향을 고려하여 콘크리트라이닝의 철근 보강 여부, 동상방지층, 제설 시스템 및 방설시설의 적용 여부를 검토하여야 한다.
 - (13) 갱구부에서는 지진영향에 대한 거동특성이 일반구간과는 다를 수 있으므로 지진하중에 의한 영향을 검토하여야 한다.
 - (14) 갱구부 시공 시 지반이완 및 비탈면 붕괴가 발생할 위험이 있는 경우에는 터널을 굴착하기 전에 낙석방지와 비탈면 안정대책을 수립하여 터널 굴착시 안정성을 확보하여야 한다.
 - (15) 터널 중심축선과 비탈면의 위치 관계에서 3차원 거동이 예상되거나 편압이 작용되는 경우에는 터널안정성 해석 시 이에 대한 검토를 하여야 하며, 안정성이 확보되지 않는 경우에는 압성토 또는 깎기를 적용하여 지반압의 균형을 맞추도록 하거나 불균형의 응력 발생에 대비한 보강대책을 제시하여야 한다.

- (16) 갱구부는 지표부에 과도한 침하와 지표 함몰의 가능성이 있으므로, 지표부에 침하의 제한이 필요한 시설물이 있는 경우에는 대책공법을 검토하여야 한다.
- (17) 터널 갱구부 주위에는 태풍과 같은 자연재해의 영향으로 쓰러지거나 가지가 끊어져 터널 사용에 지장을 줄 수 있는 수종은 식재하지 않도록 계획하여야 한다.
- (18) 집중호우 시 터널 갱구부 비탈면으로 다량의 지표수가 직접 유입되지 않도록 비탈면 어깨부에 산마루 측구를 설치하고, 비탈면에는 식생공과 같은 비탈면 보호공을 계획하여야 한다. 비탈면의 지질이 불량한 경우에는 옹벽 또는 비탈면 보호블럭과 같은 영구시설물 설치를 고려하여야 한다.
- (19) 갱구비탈면 설계 시에는 지형 및 지질조건, 주변 환경을 고려하여 비탈면 깎기 높이를 최소화하고 공사 후에는 가능한 한 원지형을 복원하도록 하여 자연환경훼손을 최소화하여야 한다.
- (20) 환경친화적인 비탈면을 조성하기 위해서 인공적인 쌓기지반, 경사갱구, 지반보강과 같은 대책을 적용할 수 있다.
- (21) 편압이 작용하거나 비탈면활동, 낙석, 토석류, 홍수, 눈사태 및 안개의 영향을 받을 수 있는 위치에 갱구부를 설치하여야 하는 경우에는 주변 환경을 최대한 보전하고 안정성을 확보할 수 있는 대책을 수립하여야 한다.
- (22) 갱구 비탈면에 풍화, 동결융해 및 집중호우로 인한 비탈면붕괴 또는 균열에 의한 낙석이 발생하여 터널 운용 시 사고와 유지보수의 어려움이 예상될 경우에는, 지형조건을 고려한 갱문형식을 선정하고 안전시설을 계획하여야 한다.

4.6 갱문

4.6.1 갱문 설계 기본방향

- (1) 갱문의 위치 선정 시에는 기상 및 자연재해에 의한 영향을 최소화 할 수 있도록 갱문 배면의 지형, 지반조건, 깎기 및 비탈면의 안정성과 같은 조건을 검토하여야 하며, 갱구부 주변의 유지관리시설과의 관계와 터널 외부의 구조물형식을 고려하여야 한다.
- (2) 갱문은 비탈면에서의 낙석, 토사붕락 및 눈사태와 같은 재해 위험요인과 지표수 유입으로부터 갱구부를 보호할 수 있는 기능을 갖추어야 하고, 지반조건이 허용하는 한 최소 토피구간을 선정하여 자연환경 훼손을 최소화하여야 하며, 역학적으로 안정한 구조로 설계하여야 한다.
- (3) 갱문의 외관과 형상은 터널의 사용 목적에 적합하고 주변 경관과의 조화를 위한 조경계획과 유지관리상의 편의를 고려하여 선정하여야 한다.
- (4) 갱문의 형식 선정
 - ① 갱문은 해빙기 또는 집중호우로 인한 비탈면붕괴, 균열에 의한 낙석, 눈사태 및 산사태로부터 이용자의 안전을 확보할 수 있는 형식을 선정하여야 한다.

- ② 면벽형은 중력식 및 날개식과 같은 형식으로 나눌 수 있으며 갱문 배면의 토압을 받는 옹벽구조로 설계하여야 한다.
- ③ 돌출형은 터널 본체와 동일한 내공단면이 터널 갱구부에 연속하여 지반으로부터 돌출한 형식으로서 그 형상에 따라 파라팻트식, 원통 깎기식, 벨마우스식과 같은 형식이 있으며 각 형식별 장·단점을 고려하여 설계하여야 한다.

4.6.2 갱문 설계

- (1) 갱문의 구조설계 시에는 소요 하중 외에 지진, 온도 변화 및 콘크리트의 건조수축과 같은 영향요소를 고려하여야 하며, 갱문구조물의 기초안정성도 검토하여야 한다.
- (2) 갱문구조물의 일부로서 터널과 연결된 복개식 터널구조물은 개착구조물로 간주하여 설계하여야 하며, 편압이 작용할 경우에는 이에 대한 영향을 고려하여야 한다.
- (3) 갱문구조물과 본선터널의 접합부는 분리구조로 하고 적합한 조인트 설치를 계획하여야 하며, 재질이 서로 다른 두 종류의 방수막이 접합되는 경우에는 방수막 상호간 접합이 용이한 재료를 선정하여야 한다. 특히, 접합부에는 누수에 대비하여 구조물 횡방향을 따라 도수로를 설치하여 유도배수가 되도록 하여야 한다.
- (4) 갱구부 개착구조물 설계 시에는 원지반의 특성을 감안하여 바닥 슬래브의 설치 여부를 검토하여야 한다.
- (5) 갱문 상부에는 낙석방지 및 통행자의 안전을 위한 보호시설 및 안전시설을 설치하여야 한다.
- (6) 도로터널의 갱문부는 운전자의 안전을 확보하기 위하여 현장 여건을 고려한 교통관리 안전시설과 차량방호 안전시설을 계획하여야 한다.
- (7) 도로터널에서 토공부와 터널부의 횡단폭원이 변화하는 경우에는 운전자의 주행안전성을 확보하기 위하여 터널 갱문부의 길어깨 폭원의 점진적 변화구간 설정을 검토하여야 한다.

4.7 단면확폭부 및 접속부

4.7.1 단면확폭부 및 접속부 설계 기본방향

- (1) 단면확폭부 및 접속부는 터널 용도에 따라 표 4.7-1과 같이 구분되며, 터널 일반부에 비하여 단면이 크고 복잡한 형상이므로 그 기능과 지반조건을 감안하여 터널과 주변 지반의 안정을 확보할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (2) 단면확폭부와 접속부는 지반조건이 양호한 구간에 설치하여야 하며, 지반조건이 불량한 구간에 위치하는 경우에는 설치 목적에 위배되지 않는 범위 내에서 위치 변경이 가능하도록 계획하여야 한다.
- (3) 단면확폭부와 접속부는 기하학적 특성상 3차원 응력거동이 복잡하게 발생하는 구간이므로

터널과 주변 지반이 역학적으로 안정하고 경제적인 시공이 될 수 있도록 확폭부와 접속부의 형상, 시공 방법, 시공순서, 지보재, 현장타설 라이닝 및 보강공법과 같은 항목을 검토하여야 한다.

표 4.7-1 단면확폭부와접속부의구분

구 분	단면확폭부	접속부
도로터널	·비상주차대 구간 ·오르막 차로 설치구간 ·갱구부 확폭구간 ·2아치/3아치 터널구간	·피난연결통로 설치구간 ·환기용 터널 설치구간 ·연직갱 설치구간 ·경사갱 설치구간
철도터널	·분기기 설치구간 ·구난정거장 구간 ·단복선 변화구간 ·정거장 구간 ·신호장 구간	·변압기 설치구간 ·대형대피소 설치구간 ·환기용 및 대피용 터널 설치구간 ·연직갱 설치구간 ·단복선 연결구간 ·경사갱 설치구간
도시철도터널	·정거장 구간 ·유치선 구간 ·신호소 설치구간 ·단복선 변화구간	·단복선 연결구간 ·변전실 설치구간 ·대피용 터널 설치구간
기 타	·일반부보다 확폭된 단면이나, 터널 간 접속되는 구간	

4.7.2 단면확폭부 설계

- (1) 단면확폭부는 안정성과 경제성을 고려한 터널 단면계획을 수립하여야 하며, 시공과정에서 단면의 형상이 여러 형태로 변화하므로 이를 감안하여 변화된 터널단면의 안정성을 확보하도록 계획하여야 한다.
- (2) 단면확폭의 범위가 크지 않을 경우에는 지반조건을 파악하여 일반부의 지보패턴을 변경하는 것으로 단면확폭부 설계를 할 수 있으며, 이 경우 지보재 증가수량을 산정하여 설계에 반영하여야 한다.
- (3) 단면확폭부의 시공순서 결정 시에는 확폭단면의 크기, 확폭단부의 공간처리, 지반조건 및 시공조건을 고려하여야 한다.
- (4) 단면확폭부가 부득이하게 지반조건이 불량한 위치에 계획된 경우에는 별도의 상세한 지반 조사를 실시하고 안정성을 검토하여야 한다.

4.7.3 접속부의 설계

- (1) 접속부는 터널단면들이 여러 형태로 연결될 수 있으므로 이를 감안하여 접속된 터널단면들에 대하여 안정성을 검토하여야 한다.
- (2) 접속부의 시공방법, 시공순서 및 시공 이격거리 결정 시에는 선행굴진 터널의 지보재 및 주

변 지반에 미치는 영향을 고려하여야 한다.

- (3) 접속부에는 터널의 크기와 지반조건에 적합한 필러(Pillar)를 유지하도록 하여야 한다.
- (4) 접속부의 안정성을 확보할 수 있는 필러 폭 확보가 곤란하거나 지반조건이 불량한 경우에는 강성이 큰 지보재로 필러를 보강하거나 단면확폭부를 이용한 분기를 적용할 수 있다.
- (5) 접속부의 구조와 형상은 안정성이 확보되도록 계획하여야 하며, 부득이하게 지반조건이 불량한 위치에 계획되거나 형상이 특수한 경우에는, 별도의 상세한 지반조사를 실시하고 안정성을 검토하여야 한다.
- (6) 접속부의 보강범위는 접속각도 90°인 경우, 접속터널은 접속터널 최대폭(d:접속터널 굴착 높이나 굴착폭 중 큰 값)의 1d, 본선터널은 본선터널 최대폭(D:본선터널 굴착높이나 굴착폭 중 큰 값)의 1D를 표준으로 하는 것을 원칙으로 하되 상세검토를 통하여 보강범위를 별도로 선정할 수 있다. 기타 접속각도의 경우에는 지반의 상태 및 터널단면의 크기를 고려하여 보강범위를 선정하여야 한다.

4.8 침매터널

4.8.1 침매터널 설계 기본방향

- (1) 침매터널 설계 시에는 수심, 항로, 해상(수상)조건, 지반조건과 같은 현장 여건을 고려하여야 한다.
- (2) 침매터널 설계 시에는 준설, 기초 조성, 침매함 설치, 되메우기, 제작장 부지 및 규모, 시공장비와 같은 시공조건을 고려하여야 한다.

4.8.2 침매터널 설계

- (1) 침매함을 안전한 구조로 계획하기 위한 고려사항
 - ① 수밀성
 - ② 콘크리트의 균열
 - ③ 예항 시의 안전
 - ④ 침설과정에서의 하중
- (2) 침매함의 구조 안전성 확보를 위한 검토사항
 - ① 완성 및 시공 시에 작용하는 하중
 - ② 시공성
 - ③ 침설 후 부력에 의한 함체의 부양

- ④ 환기 및 방재 기능
- ⑤ 병설되는 기능

(3) 화재로 인해 침매터널의 붕괴·붕락이 우려되거나 구조적 기능의 복원이 어려울 것으로 예상되는 경우에는 KDS 27 10 10(2.3.16)에 따라 내화설계를 하여야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
이석원	건국대학교	이용준	(주)포스리젠

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)에스코컨설턴트
주영경	한국건설기술연구원	천대성	한국지질자원연구원
최봉혁	한국건설기술연구원	최해준	수성엔지니어링
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

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

소관부처

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

(분야별 가나다순)

KDS 27 10 05 : 2023 터널 설계 개요

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>