

KR C-12140

Rev.3, 20. March 2017

개착터널

2017. 3. 20



한국철도시설공단

경 과 조 치

이 “철도설계지침 및 편람” 이전에 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 “철도설계지침 및 편람”을 그대로 사용할 수 있습니다.

일 러 두 기

- 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 “철도설계지침” 및 “편람”을 국제적인 방식에 맞게 체계를 코드별로 변경하였습니다.
또한, 코드에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 코드별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.
- 이번 개정된 “철도설계지침 및 편람”은 개정 소요가 발생할 때마다 각 항목별로 수정되어 공단 EPMS, CPMS에 게시될 것이니 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.
- “철도설계지침 및 편람”에서 지침에 해당하는 본문은 설계 시 준수해야 하는 부분이고, 해설(이전 편람) 부분은 설계용역 업무수행의 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서입니다. 여기서, 제목 부분의 편람은 각 코드에서의 해설을 총칭한 것입니다.

목 차

1. 용어의 정의	1
2. 설계일반	1
3. 단면설계	3
4. 적용하중	3
5. 구조해석	3
6. 접합부 및 되메움 세부사항	4
해설 1. 개착터널	5
해설 2. 단면설계	6
해설 3. 설계하중	8
해설 4. 접속부	10
해설 5. 되메움	11
RECORD HISTORY	12

1. 용어의 정의

- (1) 동적해석법 : 지반 및 구조물의 거동을 동적으로 산정하는 해석법으로 가속도의 시간이력을 사용하는 시간이력 응답해석법과 응답스펙트럼을 사용하는 설계 스펙트럼 해석법.
- (2) 바닥부 : 터널단면의 바닥부분.
- (3) 애추(Talus) : 식생피복이 되어 있지 않은 급한 기울기의 비탈면 아래에 풍화암 부스러기가 풍화작용 및 중력 작용으로 인하여 낙하함으로써 군집 형성된 돌무더기의 퇴적물.
- (4) 용출수 : 터널의 굴착면으로부터 용출되는 지하수.
- (5) 지반 : 건설공사에 관련한 지구의 표층 부분이며, 구조물의 기초나 굴착 등의 대상이 되는 부분.
- (6) 지반조건(Ground Condition) : 터널주변 지반의 지형, 지질, 수리·수문 조건 등.
- (7) 지하매설물 : 지표하부에 묻혀있는 인공구조물 또는 인공시설물로서 지장물이라고도 함.
- (8) 토피 : 터널 천장으로부터 지표까지의 연직두께.
- (9) 파쇄굴착 : 유압가스, 팽창성 모르타르, 특수저폭속화약 등을 이용하여 암반을 파쇄시켜 굴착하는 방법.
- (10) 팽창성 지반 : 터널굴착 시 팽창으로 인하여 문제를 일으키기 쉬운 지반으로써, 제3기층의 열수 변질을 받은 화산분출물, 팽창성 이암 및 온천 여토 등.
- (11) 편압 : 터널 좌우 또는 전후 방향으로 불균등하게 작용하는 지반압력.
- (12) 함수미고결지반 : 신생대 3기말부터 제4기에 형성된 퇴적물, 암석의 풍화대, 파쇄대 등의 미고결 또는 물을 포함하고 있는 고결도가 낮은 지반.

2. 설계일반

- (1) 개착터널은 갱구부와 갱문사이 및 터널중간 계곡부의 개착부분이나 터널과 터널 사이의 거리가 가까워 하나의 터널로 연결하기 위해 지반을 굴착하고 구조물을 설치한 후 다시 되메우기 하는 터널을 말한다.
- (2) 설계 시 지형, 지질조건, 지하수 조건 및 기상 등의 자연조건과 민가, 구조물의 유무 등의 사회적 조건, 경사의 안정, 편토압, 기상재해의 가능성 및 주변경관과의 조화 등을 고려해야 한다.
- (3) 개착터널부는 특별한 경우를 제외하고는 콘크리트 지중구조물 설계에 준하여 설계해야 한다.(「제7장 지하구조물」참조)
- (4) 개착터널의 종류는 크게 설치위치, 사용 용도 및 구조물 형태에 따라 다음과 같이 구별할 수 있다.



① 설치위치에 따른 분류

- 가. 돌출형 갭문에서의 개착터널
- 나. 면벽형 갭문에서의 개착터널
- 다. 계곡부 통과시 개착터널

② 사용용도에 따른 분류

- 가. 피암용 개착터널
- 나. 환경생태용 개착터널

③ 구조물 형태에 따른 분류

- 가. 마제형 개착터널
- 나. 박스 컬버트형 개착터널

구 분	개 념 도
돌출형 갭문에서의 개착터널	
면벽형 갭문에서의 개착터널	
계곡부 통과시 개착터널	
피암용 개착터널	

- (5) 돌출형 갱문에서의 개착터널은 터널본체와 동일 이상의 내공단면을 갖는 형상으로 터널 갱구부에 연속해서 만들어지며, 완성 후에 성토에 의한 상재하중, 토압, 기타하중(적설하중 등)을 고려해서 단면력, 지반의 지지력에 대하여 설계해야 한다.
- (6) 면벽형 갱문에서의 개착터널은 구조상 터널 본체에서 독립하여 외력에 저항하는 입체적 형상이므로 갱문 뒷면의 되메우기 흙에 대한 하중과 주동토압이 작용했을 때 구조적으로 안정해야 한다.
- (7) 계곡부 통과시 터널의 상부 토피고가 낮으면 터널 굴착에 따른 붕괴의 우려가 있어 누수가 발생할 소지가 있으므로 누수방지 대책과 개착터널 상부의 세굴방지 대책을 수립해야 한다.
- (8) 피암용 개착터널은 낙석 또는 비탈면 급경사에 의해 도로, 택지, 철도 등의 이격부에 여유가 없거나 혹은 낙석의 규모가 커서 낙석방지울타리, 낙석방지옹벽 등으로는 안전을 기대하기 어려운 경우에 설치할 수 있다.
- (9) 환경생태터널은 철도 건설로 단절된 지형을 복원하여 자연생물의 이동과 번식을 유도하기 위해 설치하는 개착터널로서 이용 동물의 종류와 이동경로를 파악하여 적절한 형식을 선정해야 한다.
- (10) 개착터널은 시공성, 경제성, 안전성, 환경성 및 지반조건 등을 고려하여 최적의 통과공법을 검토하여야 한다.

3. 단면설계

- (1) 개착터널은 터널 본체와 동일 이상의 내공단면으로 연속해서 설치해야 하며 완성후의 쌓기에 대한 상재하중, 토압 등의 하중을 고려해야 한다. 또한, 개착터널에 작용하는 단면력, 지반의 지지력을 계산하여 적정 단면을 선정해야 한다.
- (2) 개착터널은 온도변화, 건조수축, 지진의 영향 등을 받기 쉽기 때문에 필요에 따라 이를 고려하여 설계해야 한다.

4. 적용하중

- (1) 개착터널의 설계 시에는 터널외부에서 작용하는 하중, 자중, 터널 내부의 하중 및 이에 의해 생기는 지반반력을 고려해야 한다.
- (2) 개착터널의 적용하중은 「KR C-07010 5항」을 따르도록 한다.

5. 구조해석

- (1) 개착터널의 구조공학적 해석은 「KR C-07010 지하구조물 설계일반」을 따르도록 한다.
- (2) 개착터널의 내진설계는 「KR C-02040」을 따르도록 한다.
- (3) 개착터널의 부재안정검토는 「콘크리트 구조기준(국토교통부)」을 따르도록 한다.



6. 접합부 및 되메움 세부사항

- (1) 갯문 구조물과 본선터널, 개착터널과 본선터널이 접합하는 개소는 양 구조간 거동차이에 따라 접합부는 분리구조로 하고 조인트를 설치하여 구조물 손상을 방지해야 한다.
- (2) 접합부의 구조물 계획시 누수 및 부등침하에 대한 대책을 사전에 수립해야 한다.
- (3) 개착터널부의 되메움시에는 구조물에 가해지는 수압을 감소시키고 배면용출수를 원활히 배수하기 위하여 양 측면에 유공관을 매설하고 유공관이 막히지 않도록 대책을 수립해야 한다.

해설 1. 개착터널

- (1) 개착터널의 갱구부 및 터널중간 계곡부 개착부분이나 터널과 터널사이의 연장이 짧아 터널로 연장시키기 위해 지반을 굴착하고 구조물을 설치한 후 복개시키는 모든 터널을 말한다.
- (2) 설계시 지형, 지반조건, 지하수 조건, 기상 등의 자연조건과 민가, 구조물의 유무 등의 사회적 조건, 경사의 안정, 편토압, 기상재해의 가능성, 주변경관과의 조화 등을 고려해야 한다.
- (3) 개착터널은 특별한 경우를 제외하고는 갱구부 설계에 준하여 설계해야 한다.



해설 2. 단면설계

- (1) 개착터널은 터널 본체와 동일한 내공단면인 터널을 연속해서 설치하여야 하며 완성 후의 쌓기에 대한 상재하중, 토압 등의 하중을 고려해야 한다. 또한, 개착터널에 작용하는 단면력, 지반의 지지력을 계산하여 적정 단면을 선정해야 한다.
- (2) 개착터널은 온도변화, 건조수축, 지진의 영향 등을 받기 쉽기 때문에 필요에 따라 이를 고려하여 설계해야 한다.

① 돌출형 갱문에서의 개착터널

가. 돌출형 갱문에서의 개착터널은 터널 본체와 동일한 내공단면의 구조물이 터널 갱구부에 연속해서 만들어지며, 완성 후에 쌓기에 의한 상재하중, 토압, 기타하중(상부도로, 지장물 등)이 이 부분에 재해된다. 따라서 개착터널의 설계에서는 이들 하중을 고려해서 단면력, 지반의 지지력을 계산해야 한다.

나. 해석모델은 원칙적으로 개착터널과 주변지반의 실제 거동을 고려하기 위하여 모든 인장 스프링 요소는 반복되는 계산과정에 따라 제거하여 압축 스프링 요소만으로 해석하는 탄성스프링을 고려한 변형법에 의해 계산해야 된다.

다. 돌출형 개착터널에서의 철근배근은 암반이 노출되어 하부지반이 견고한 경우에는 바닥부의 보강을 생략할 수 있다.

② 면벽형 갱문에서의 개착터널

가. 면벽형 갱문에서의 개착터널은 구조상 터널 본체에서 독립하여 외력에 저항하는 형식이다.

나. 면벽형 갱문의 개착터널은 다음 <그림 1>과 같이 입체적 형상을 하고 있으므로 갱문뒤의 되메우기 흙에 대한 재하중과 주동토압이 작용했을 때 구조적으로 안정하여야 하며 또한, 수직벽에 대해서도 외력에 대해 충분히 저항할 수 있는 단면으로 설계해야 한다.

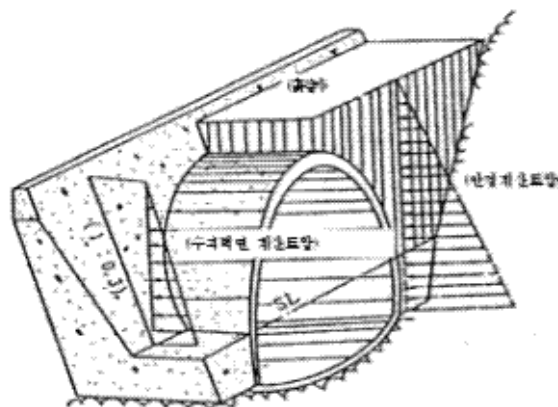


그림 1. 면벽형 갱문에서의 개착터널

③ 계곡부 통과시 개착터널

- 가. 계곡부 통과시 터널의 상부 토피부가 낮으면 터널굴착에 따른 붕괴의 우려가 있어 개착식 터널을 시공하는 경우가 있으며, 이때 누수가 발생될 소지가 있으므로 누수방지 대책을 수립해야 한다.
- 나. 계곡을 따라 흐르는 계곡수가 개착터널 상부의 쌓기재를 세굴시킬 우려가 많으므로 세굴방지를 위한 대책공법으로 U형 박스 혹은 표면마무리 구조물을 설치하여 세굴을 방지해야 한다.



해설 3. 설계하중

(1) 개착식 터널의 설계시 고려해야 할 하중들은 다음과 같다.

(2) 상재하중

- ① 개착터널 상부에 구조물을 설치하거나 도로가 놓이는 경우에는 이를 고려한 구조검토가 수행되어야 한다.
- ② 구조물 설치시에는 구조물의 조정하중을 상부에 분포시키며, 도로가 놓이는 경우에는 토피에 따른 노면 활하중을 작용시켜 해석을 실시해야 한다.

(3) 토피하중

되메움에 의해 개착터널에 작용하는 하중으로 토피고에 단위중량을 곱하여 계산하며, 특히 토피고가 일정하지 않은 경우에는 하중산정에 주의해야 한다.

(4) 토압

- ① 굴착비탈면과 되메움되는 흙에 의해서 터널측벽에 작용하는 하중으로 그 지점의 연직토압을 고려하여 산정된다.
- ② 수평토압은 굴착비탈면과 개착터널 사이의 되메움 공간이 좁고 깊을수록 즉 굴착폭이 좁고 굴착비탈면의 경사가 급할수록 계산 값보다 작아진다.

(5) 수압

개착터널은 일반적으로 배수조건을 양호하게 하는 경우에는 수압을 고려하지 않으나 현장지형 및 피압수 유무, 개착터널의 배수형식에 따라 수압을 고려하는 경우에는 지하수위를 고려해야 한다.

(6) 자중

개착터널의 자중은 일반적으로 구조물에 의한 하중으로 구조해석시 프로그램 내에서 반드시 적용되어야 한다.

(7) 터널 내부의 하중

- ① 터널 내부의 하중에는 터널 내부에 설치되는 시설물에 의한 하중으로 시설물에 의한 하중 및 터널내를 운행하는 열차하중이 있다.
- ② 일반적으로 시설물에 의한 하중은 크기가 작아 고려하지 않으나 시설물의 자중이 커서 개착구조물에 영향을 주는 경우에는 반드시 고려해야 한다.

(8) 온도변화 및 건조수축

- ① 터널 입·출구에 설치되는 개착터널은 구조물 내외면의 온도차에 의해 발생하는 단면력 및 건조수축의 영향에 의한 부정력을 고려해야 한다.
- ② 온도차에 의한 단면력 산출시 적용하는 온도차는 5°C 이며, 건조수축에 의한 변형율은 0.00020 으로 온도로 환산하면 20°C 이다.

(9) 지진하중

지중구조물의 경우에는 지반과 일체로 거동하는 것으로 보아 지진하중을 고려하지 않는 것을 원칙으로 해야 한다. 다만 다음의 경우에는 터널의 안정성 증진을 위하여 내진설계를 수행해야 있다.〔「KR C-02040 내진설계」참조〕

- ① 토피가 작고 지반이 연약한 갱구부
- ② 갱구부 비탈면의 불안정에 따른 편토압 발생구간
- ③ 지진으로 인해 지지지반의 지내력이 감소될 수 있는 구간 및 지질학적 불연속면의 영향이 고려되어야 하는 구간

(10) 시공시 하중

되메움시 양측이 균형이 되도록 시공하여야 하며 부득이하게 편토압이 발생하는 경우에는 이에 대해 고려해야 한다.



해설 4. 접속부

- (1) 갯문 구조물과 개착터널, 개착터널과 굴착터널이 접합되는 곳은 양 구조간 거동차이에 따라 접합부는 분리구조로 하고 조인트를 설치하여 구조물 손상을 방지해야 한다.
- (2) 접합부는 2종류의 방수막이 접하는 사례가 많아 누수의 원인이 되기 때문에 방수막의 선정, 방수막 접합에 만전을 기하여야 하며 누수시 용출수를 처리할 수 있는 도수로 등을 설치해야 한다.
- (3) 방수막의 선정시는 단일 종류의 방수막을 적용하거나 2종류의 방수막을 선정시에는 방수막간 접합이 원활한 재료를 선정하여야 하며 방수막 접합은 충분한 겹침이음을 해야 한다.
- (4) 구조물간 부등침하가 발생할 경우 방수막이 인장 파손되어 누수가 우려되기 때문에 방수막의 인장파손을 막기 위해서는 신장율이 큰 것을 사용해야 한다.
- (5) 접합부에서는 시공후 예상하지 못한 여러 가지 이유에서 누수의 우려가 있기 때문에 만약을 대비하여 구조물 횡방향을 따라 도수로를 설치하고 필요시 지수판과 수팽창성지수제 등을 설치하여 누수에 대한 대책을 강구해야 한다.

해설 5. 되메움

- (1) 갱구부의 되메움 시공은 일반적으로 <그림 2>와 같은 순서로 시공하여야 하며 특수한 경우에는 라이닝 콘크리트에 영향이 미치지 않도록 현장여건 및 설계조건에 준용해야 한다.
- (2) 굴착 저면폭(B)이 2.0m 이하일 경우 1m 두께로 배수층을 전폭에 설치해야 한다.

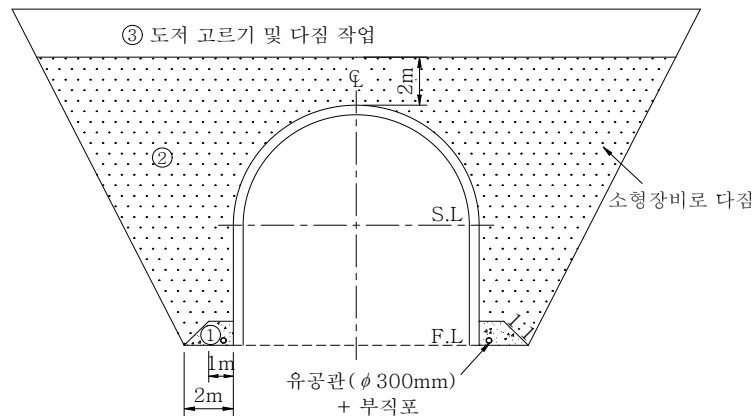


그림 2. 터널갱구부 되메우기 시공

- (3) 갱구부의 되메우기 다짐은 아래 기준에 의거 상대다짐도로 다짐관리를 해야 한다.

표 1. 갱구부 되메우기 다짐기준

시공순서	다짐도(D)	한층의 두께	설 치 위 치
①	포설	-	그림참조
②	$D \geq 90\%$	$T \leq 0.30m$	터널상단 2m까지
③	도저고르기 및 다짐	-	-

(4) 유의사항

- ① 터널내 콘크리트라이닝에 가해지는 수압을 감소시키고 라이닝 배면용출수를 배수하기 위하여 바닥부근에 유공관을 매설하고 유공관이 막히지 않도록 시공해야 한다.
- ② 유공관 주변 집수용 자갈은 5~50mm 정도의 입도이어야 하며 방수재를 파손하지 않도록 하고 유공관이 막히지 않도록 시공해야 한다.
- ③ 유공관 주변 집수용 자갈쌓기는 높이 1m 정도 폭 1~2m 정도로 시공해야 한다.



RECORD HISTORY

Rev.0('12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둬.

Rev.1('13.9.16) 창의혁신과제 “터널 갱구부 시공방법 개선을 통한 사업비 절감” 결과반영 (설계기준처-2880, '13.9.23)

Rev.2('17.3.20) 철도설계기준(국토교통부고시제2015-1014호, '15.12.29)이 개정 고시됨에 따라 개정내용(관련기준 명칭 수정)을 반영