

제 9 장 갱구의 설계

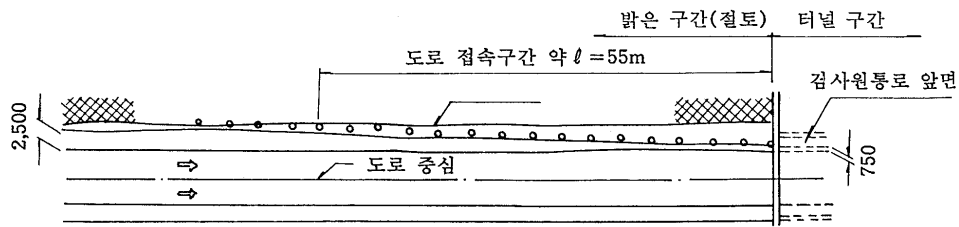
9.1 개 요

9.1.1 갱구설계 일반

- (1) 갱구의 설계란 터널의 갱구부, 갱문 및 그 전후 도로 구간의 일부 설계를 총괄한 것이다.
- (2) 터널은 특수한 도로 구조물이므로 교통흐름의 연속성에 영향을 주지 않도록 해야 한다.
- (3) 자연 경관과 갱문과의 조화를 도모하고 주행 차량을 적절하게 유도하여 주행성, 안전성 확보에 힘쓰도록 한다.
- (4) 갱구부는 갱안의 터널 일반부와는 달리 문제가 생겼을 때는 그 문제가 연속적으로 진행되어 범위가 넓게 될 가능성이 있다는 것을 염두에 두어야 한다.
- (5) 갱구부의 설계 조건을 사전에 정확히 예측하고 그 결과를 설계에 반영 한다.
- (6) 사회적인 조건이 터널의 시공이 이들에 미치는 영향을 파악하고 특수한 시공법의 채택, 대상 구조물의 보강 등 필요에 따라서는 환경 보전상의 대책을 고려하여야 한다.
- (7) 부득이하게 안정성이 염려되는 원지반에 갱구를 만들때는 원지반을 우선 안정시킬 수 있도록 하여야 한다.
- (8) 굴착에 의해 원지반을 이완시켜 구조체로서의 재료 강도를 손상시키는 것은 될수록 피해야 한다.
- (9) 예측하지 못한 현상의 발생에 대해 정확한 대책을 강구할 수 있도록 갱구부 관측 체제를 충분히 해두어야 한다.
- (10) 갱구의 설계에는 터널의 규모에 따라서 유지 관리용의 제반 시설을 고려해야 한다.

9.1.2 도로 일반부와와의 접속

- (1) 일반적으로 터널의 길어깨폭은 경제적인 이유로 도로 일반부의 길어깨폭에 비하여 축소 되고 있다.
- (2) 급격한 길어깨폭의 변화는 운전자에 주는 심리적 압박감을 증가시켜 교통흐름 의 연속성에 영향을 주게 되므로 될수록 터널 내에 진입을 원활하게 할 수 있도록 터널과 밖의 도로에 접속하는 밝은 부분 사이에 적당한 길이의 접속 구간을 만들어야 한다.
- (3) 접속 구간의 설계는 원칙적으로 밝은 부분과 같이 하되 접속하는 밝은 부분의 도로 구조물과의 위치 관계에 따라 소정의 접속 구간 길이를 정하여야 한다.
- (4) 연결부의 접속은 보편적으로 가드레일이나 연석으로 한다.(<그림 9.1.1> 참조)
- (5) 가드 레일은 제설 등의 유지 관리상의 편의를 위하여 설치와 제거가 가능한 구조로 하여야 한다. 이 공간은 차량 점검시 주차 공간으로 이용할 수가 있다.
- (6) 조명 및 차량 주행성의 관점에서 터널 갱문의 모양을 확장하고 위에서 언급한 접속 구간을 터널 안으로 연장하는 것도 하나의 방법이며, 현지 조건에 적합하고 합리적인 설계가 필요하다.



<그림 9.1.1> 가드 레일에 의한 길어깨 접속의 예

(7) 터널 갱문 접속 방안)

- ① 터널 입구부 도로폭원 감소에 따른 터널갱문 충돌사고 예방, 갱문 미관 등을 고려하여 다음과 같이 접속한다.
- ② 터널갱문 접속방안

구 분	내 용	비 고
접속방안	1. 터널 확폭 2. 갱문 하부단면 연장 3. 공동구 벽체 연장 4. 가드레일 설치	()는 접속설치율 기준(1:30) 적용 곤란시
접속설치율	1 : 30 (최소 1 : 20)	
접속연장	20m (13m)	

③ 터널갱문 접속방안별 적용구간

접속방안	적용구간
터널 확폭	- 벨마우스, 버드빅형 갱문형식 - 풍화암 이상 양호한 지반
갱문 하부단면 연장	- 벨마우스, 버드빅형 갱문형식 - 하부지반 불량 등으로 터널 확폭 적용 곤란시
공동구 벽체 연장	- 면벽형 갱문형식 - 땅깍기(땅깍기+흙쌓기) 구간
가드레일 설치	- 면벽형 갱문형식 - 흙쌓기 구간(피암터널 등)

9.2 갱구부의 설계

9.2.1 갱구부 설계시 검토사항

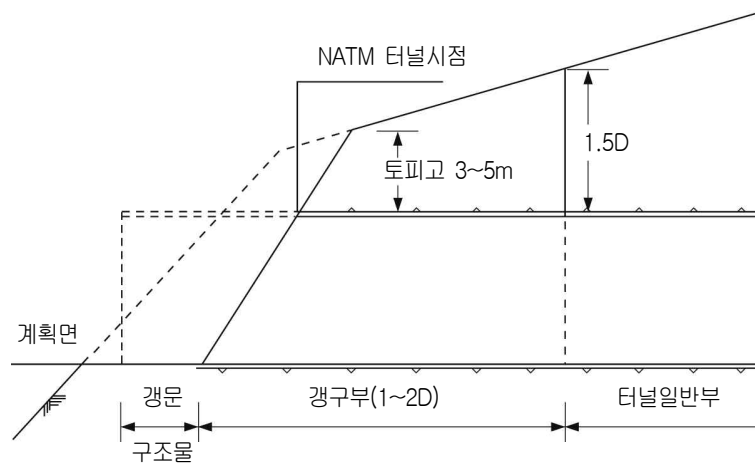
- (1) 갱구의 위치
- (2) 갱구부로 시공되는 범위
- (3) 갱구 설치 방법

1) 터널갱문 접속방안 검토(설계처-1112, 2008.04.12)

- (4) 갯구부의 지보 구조와 보조 공법
- (5) 갯구 사면의 안정과 필요한 사면 안정 공법
- (6) 기상 재해의 가능성과 필요한 대책 공법
- (7) 지표면 침하 등 갯구 주변의 구조물에 미치는 영향

9.2.2 갯구의 범위

- (1) 터널 시공이 사면이나 지표면에 영향을 미치는 범위를 갯구부라 칭한다.
- (2) 설계의 합리화, 단순화를 위해 다음과 같이 정의한다. (<그림 9.2.1> 참조)

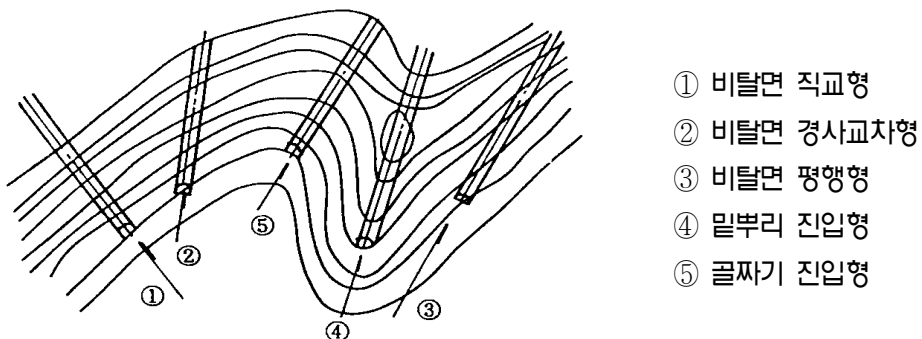


<그림 9.2.1> 표준적인 갯구부의 범위

- ① 보통의 갯구부는 갯문 배면에서 갯내부 주변 지반아치의 형성이 가능한 1~2D(D는 굴착폭) 정도의 토피가 확보되는 범위로 한다.
- ② 원지반 조건이 양호한 암석일 때와 홍적층 지대와 같이 지형 경사가 완만할 때에는 각 터널의 원지반 조건을 고려하여 별도로 그 범위를 정한다.

9.2.3 갯구와 지형의 위치관계

- (1) 지형과 터널 중심 축선과는 대체로 <그림 9.2.2>과 같은 위치 관계가 고려되어야 한다.



<그림 9.2.2> 터널 중심 축선과 지형과의 관계

(2) 일반적인 특성

① 비탈면 직교형

가. 가장 이상적인 터널 축선과 비탈면의 위치 관계이다.

나. 비탈면 중간에 갱구가 계획될 경우는 시공상의 특별한 고려가 필요하다.

② 비탈면 경사 교차형

가. 터널 축선이 비스듬하게 진입되므로 비대칭의 절취 비탈면이나 갱문이 되는 경우가 있다.

나. 유동 임반인 경우는 편압이 작용하는 경우가 있으므로 편압에 대한 검토가 필요하게 된다.

③ 비탈면 평행형

가. 경사 교차가 극단적일 때이며 긴 구간에 걸쳐 골짜기 쪽의 토피가 극단적으로 얇아질 때가 있어 편압에 대해 특별한 배려가 필요하게 된다.

나. 문제가 생길 때가 많아 될수록 피해야 할 위치 관계이다.

④ 골짜기 진입형

가. 일반적으로 애추의 미고결 퇴적층이 두텁게 분포하고 지하수위가 높을 때가 많다.

나. 또한 토사류, 눈사태 등의 자연 재해가 발생하기 쉬운 위치 관계이다.

9.2.4 갱구 위치 및 갱구 연결

(1) 터널 축선과 비탈면의 등고선이 직교하기 어려운 경우에도 60° 이상의 교차 각도로 하는 것이 바람직하다.

(2) 가설, 공사용 도로의 설비계획을 충분히 감안하고 높이나 계곡, 강과 평면적으로 교차하는 것은 적극 피해야 하다.

(3) 갱구는 갱구 비탈면의 안정도, 지내력, 터널 축선과 비탈면과의 관계, 시공법을 충분히 검토한 후 적절한 설계를 해야 한다.

(4) 갱구 설치시 일반적으로 땅깍기가 발생되므로 갱구 비탈면에 미치는 영향, 주변 경관과의 조화, 갱구부의 시공법 등을 고려하여 적당히 토피를 확보한다. (<그림 9.2.1> 참조).

(5) 터널 길이 감소를 위해 갱구를 산 중앙으로 설치하는 것은 경관과의 부조화, 차량 주행에 지장을 초래할 염려가 있다.

(6) 깎기 경사는 갱구 설치부의 시공성을 원지반 조건에 따르나 급경사로 하는 것이 바람직 하다.

(7) 갱구부 비탈면이 양호한 암질이고 적당한 비탈면 경사로 놓여 있을 때는 그 비탈면에 직접 갱구를 만들 수가 있다.

(8) 공사중의 비탈면 안정을 위해 사용되는 보조 공법에 대한 설계 방법은 아직 확립된 것이 아니며, 과거의 유사 사례를 참고로 하여 경험적인 방법에 의해 설계되고 있으므로 신중한 선택이 필요하다.

(9) 환경친화적인 터널 갱구부 설계기준²⁾

① 터널 갱구의 설치위치

가. 최소토피고 3~5m에서 1D 범위내에서 검토·적용 한다.

나. 개착터널 구간의 복토를 자연지형에 연속되게 수립한다.

2) 환경친화적인 고속도로 건설을 위한 터널갱구부 설계기준 검토(기술환 13304-3, 2002.01.14)

다. 사회적 여건을 고려한 설계시 특수한 지형·지질 조건은 예외로 한다.

- ② 시공시 공사비 절감을 위한 갯구위치의 임의 조정은 지양한다.
- ③ 시공전 실시형에 맞는 사전조사 및 검토를 의무화 한다.
- ④ 환경성 강화를 위한 실천적인 노력을 기울인다.

9.2.5 지보 구조

(1) 갯구부 설계시 갯속의 터널 일반부와는 달리 될수록 강한 지보 구조로 설치하는 것을 기본으로 하여 설계한다.

- ① 갯구부는 토피가 적고, 적당한 지반아치가 형성되기 힘들다.
- ② 원지반이 갖는 강도를 효과적으로 이용하기가 힘들다.
- ③ 전 토피 하중이 토압으로 지보공이나 라이닝에 작용할 때도 있으며, 작용토압의 벡터는 터널 축방향과 횡단 방향에 윗등하나 일정치가 않다.
- ④ 간혹 지진 피해가 발생할 때가 있다.

(2) 터널의 지보 구조

- ① 각 터널의 원지반 조건, 시공법, 시공순서, 지보의 목적을 고려해야 한다.
- ② 슛크리트, 록볼트, 강지보재를 단독 혹은 병합하여 설계하는 것이 일반적이다.

(3) 각 터널의 갯구 특성에 맞추어서 적절한 보조 공법을 사용하여 설계하는 것을 원칙으로 한다.

(4) 휘폴링의 재질과 공법의 결정은 현지 조건에 적합한 것으로 해야 하며 시험 시공을 실시한 후 결정하는 것이 바람직하다.

(5) 갯구부의 콘크리트 라이닝은 철근 콘크리트 구조로 하여야 한다.

(6) 갯구부 연결부 방수는 철저히 하도록 한다.

(7) 강지보재는 지보공 상호간의 타이로드, 간격 고정 이음재로 견고하게 연결한 구조로 하여야 한다.

(8) 갯구부 지보 구조 설계시 예상되는 문제점과 보조 공법

[표 9.2.1] 갯구부 지보 구조 설계시 예상되는 문제점과 보조 공법

문제점 주요대책	슬라 이딩	사면 붕괴	지표 침하	막장 붕괴	편압	지지력 부 족	기 타
비탈면 보호공	○	○					
옹 벽	○	○			○	○	
보호깎기, 압성토	○	○			○		
수직볼트	○	○			○		
앵커공	○	○					
수발공(지표, 터널내)	○	○		○			웰포인트 공법, 수발보링
지반주입(지표, 터널내)	○	○		○		○	슛크리트, 록볼트
막장안정대책			○	○			
임시폐합(가안버트)			○	○		○	

9.2.6 갱구부 콘크리트 라이닝 보강³⁾

(1) 갱구부의 특성

- ① 3차원적인 복잡한 응력상태를 가진다.
- ② 터널 거동은 지반조건, 지질구조, 지하수 등 원지반 내부의 조건 외에도 지형, 기상 등의 외적조건에 의해서도 많은 영향을 받게 된다.
- ③ 콘크리트라이닝 에 적절한 철근 보강이 필요하다.

(2) 하중

- ① 콘크리트 자중, 온도하중, 지반이완하중에 의한 조합을 고려하여 보강한다.
- ② 지하수가 지반내에 많은 경우는 잔류수압을 추가로 고려하여 보강한다.

(3) 보강구간(2차로 터널)

- ① 지반아치 형성이 가능한 2D의 토피가 확보되는 범위로 한다.
- ② 기상 등 외적조건에 대한 영향을 고려하여 최소 18m로 한다.

(4) 보강구간의 조정

- ① 3차로 이상의 터널이나 지반조사 결과 필요시 보강구간을 조정할 수 있다.
- ② 시공시는 현장여건과 설계를 비교하여 검토결과를 적용한다.

9.3 갭문의 설계

9.3.1 갭문 일반 사항

- (1) 갭문의 설계에서는 원지반 조건, 주변 경관과의 조화, 차량 주행에 주는 영향, 유지 관리상의 편의를 고려하여 갭문의 위치, 형식, 구조를 정한다.
- (2) 갭문 배면에는 개통 후 낙석, 눈사태 등의 재해를 미연에 방지할 수 있는 대책을 필요에 따라 고려해야 한다.
- (3) 주변 경관과의 조화, 차량 주행에 주는 영향을 고려하고 갭구 설치 비탈면을 필요에 따라 수정하는 것이 좋다.
- (4) 자연 비탈면으로부터 본선으로 빗물이 들어오는 것을 막기 위해 적절한 배수 공법도 설계해야 한다.

9.3.2 갭문의 위치

- (1) 개통 후의 자연 기상재해와의 관계를 고려하여 갭문의 위치를 결정한다.
- (2) 산허리 깊숙히 선정하는 것은 공사 진행이 매우 곤란하며, 장래 유지 관리에 도 많은 노력을 요하게 되므로 가급적 피하는 게 좋다.
- (3) 갭문 위치 결정시 고려사항
 - ① 지형의 횡단면과 터널 축선의 관계, 편압 발생 여부
 - ② 높이나 시냇물과의 교차 여부

3) 터널 갱구부 라이닝 콘크리트 철근보강(안)(설계설 13201-612, 2001.11.26)

- ③ 교량 구조물 등과의 근접
- ④ 갯구 부근에 계획된 장래의 유지관리시설의 배치
- ⑤ 인접한 도로와 건물 등의 영향, 갯문에 연결되는 교량과의 위치 관계
- ⑥ 시공에 있어서 불안정한 경우가 많으므로 시공방법
- ⑦ 시공시나 시공 완료후에 작용하는 토압, 상재 하중, 지진 등의 영향

9.3.3 갯문의 형식

- (1) 중력형 : 비교적 경사가 급한 지형에 많이 적용
- (2) 면벽형 : 면벽에 작용하는 외력은 터널 축방향의 토압과 같으므로 흙막이 벽으로 설계
- (3) 돌출형 : 갯구의 지형, 지질, 기상 등에 따라 갯의 라이닝을 채택하고 갯문 용벽을 설치하지 않은 구조

[표 9.3.1] 갯문의 종류와 특징

구 분	중력 용벽형	원통절개형
종 류	중력형, 면벽형	돌출형
장 점	• 시공이 용이 • 상부 되메우기가 불필요 • 지표수에 대한 배수 처리가 용이	• 자연스런 접속 유도 가능 • 운전자에게 안정감을 준다. • 주변 지형과 조화, 미관이 수려
단 점	• 운전자에게 위압감을 줌 • 주변 경관과의 조화를 이루기 어려움 • 정면 벽의 휘도 저하 고려	• 갯구부 개착 터널 길이가 길다. • 갯구부 터널 상부에 성토 필요 • 터널상부 지표수 배수 처리 필요
적용 지형	• 횡단상 편측으로 경사진 경우 • 배면 배수 처리가 용이한 지형 • 갯문이 암층에 위치한 경우 • 갯구부 지형이 종단상 급경사인 경우	• 편측 경사가 없는 경우 • 갯문 전면 절토가 적어 개착 터널 설치후 자연스럽게 조화를 이룰 수 있는 지형

9.3.4 갯문의 형식 선정⁴⁾

(1) 갯문 형식 선정

- ① 갯구 상단 자연지형 경사면의 완급이 갯문 주위의 배수기능, 낙석·산사태 등의 발생 가능성 및 자연지형과의 조화 등 갯문부 설계의 주된 요인이 된다.
- ② 갯구부 지형 여건을 기초로 갯문부 설계기준을 검토한다.
- ③ 점차 강화되는 환경보호정책 방향에 부응하고 갯구부 사면의 안정성 확보를 위해 갯구 상단 부 토피가 3~5m정도 확보되는 지점에 갯구 형성을 표준으로 설계한다.
- ④ 갯구부의 토질여건상 토피 5m 이내에서 갯구 형성이 어려울 경우는 토사부 등 일정구간을 지반보강 후 별도 굴착 계획하는 등 검토 결과에 따라 설계하도록 한다.
- ⑤ 갯문은 지형 여건에 따라 다음의 흐름도와 같이 검토한 후 형식을 선정한다.

4) 터널 갯문형식 다양화 방안 검토(설계처-2323, 2008.09.02)



① 경사면 직교형 갯문의 형식

	5117101: 014	
--	--------------	--

갱문형식	터널갱문의 위치	자연사면의 경사도
확폭형 Bird Beak 형	입구부에 위치하는 경우	30° 이상
확폭형 Bell Mouth 형	입구부에 위치하는 경우	30° 미만
Bird Beak 형	출구부에 위치하는 경우	30° 이상
Bell Mouth 형	출구부에 위치하는 경우	30° 미만

② 골짜기 진입형 갯문의 형식

[표 9.3.3] 골짜기 진입형 갯문의 형식 선정

갯문형식	터널갯문의 위치	자연사면의 경사도
확폭형	입구부에 위치하는 경우	지형조건이 확폭형 갯문 설치에 적합한 경우
Arch 면벽형 + 재질개선	입구부에 위치하는 경우	지형조건이 확폭형 갯문 설치에 적합하지 않은 경우
Arch 면벽형	출구부에 위치하는 경우	-
※ 확폭형 갯문 적용시는 경사면 직교형 갯문과 동일한 방법으로 검토 적용한다.		

③ 경사면 교차형 및 평행형 갯문의 형식

[표 9.3.4] 경사면 교차형 및 평행형 갯문의 형식 선정

갯문형식	터널갯문의 위치	자연사면의 경사도
확폭형	입구부에 위치하는 경우	지형조건이 확폭형 갯문 설치에 적합한 경우
피암터널 + Arch면벽형	입구부에 위치하는 경우	지형조건이 장기지속적 낙석발생 위험지역에 노출된 경우
Arch면벽형 + 피암터널	입구부에 위치하는 경우	지형조건이 장기지속적 낙석발생 위험지역에 노출되지 않은 경우
Arch 면벽형	출구부에 위치하는 경우	자연경사도가 30° 이상 이면서 편토압 지형에 위치하는 경우
Bell Mouth 변형	출구부에 위치하는 경우	자연경사도가 30° 미만
Bird Beak형	출구부에 위치하는 경우	자연경사도가 30° 이상 이면서 편토압 영향이 없는 경우
※ 확폭형 갯문 적용시는 경사면 직교형 갯문과 동일한 방법으로 검토 적용한다.		

(3) 지질조건을 고려한 갯문형식 선정⁵⁾

- ① 기존의 갯문 형식은 터널 갯구 깎기부 비탈면의 지질불량으로 인한 붕괴 발생 등 안정성 저하 요인은 감안되지 않은 상태로 단순히 갯문부 상단의 자연지형 등을 고려한 형식으로 선정하고 있다.
- ② 터널 갯문형식 변경시 터널 갯구 절토사면의 지질상태, 지하수, 용수 등 전반적인 상태를 감안한 형식 선정 필요

(4) 갯문 형식 다양화⁶⁾

- ① 터널 갯문의 형식은 지형특성, 노선 연계성을 고려하여 선정한다.
- ② 터널과 경사면 교차 조건에 따라 경사면 직교형, 경사면 경사교차형, 경사면 평행형, 골짜기 진입형의 4가지 Type으로 분류한다.
- ③ 적용빈도가 높은 면벽형 갯문에 대하여는 다양한 형태의 벽면 재질을 적용하여 미관을 증진시키고 주변 자연과의 조화로 진입시 중압감을 해소하도록 한다.

5) 터널 갯문 개선(안) 세부시행방안(건설계획처-3253, 2006.09.14)

6) 터널 갯문 형식 다양화 방안 검토(설계처-2323, 2008.09.02)

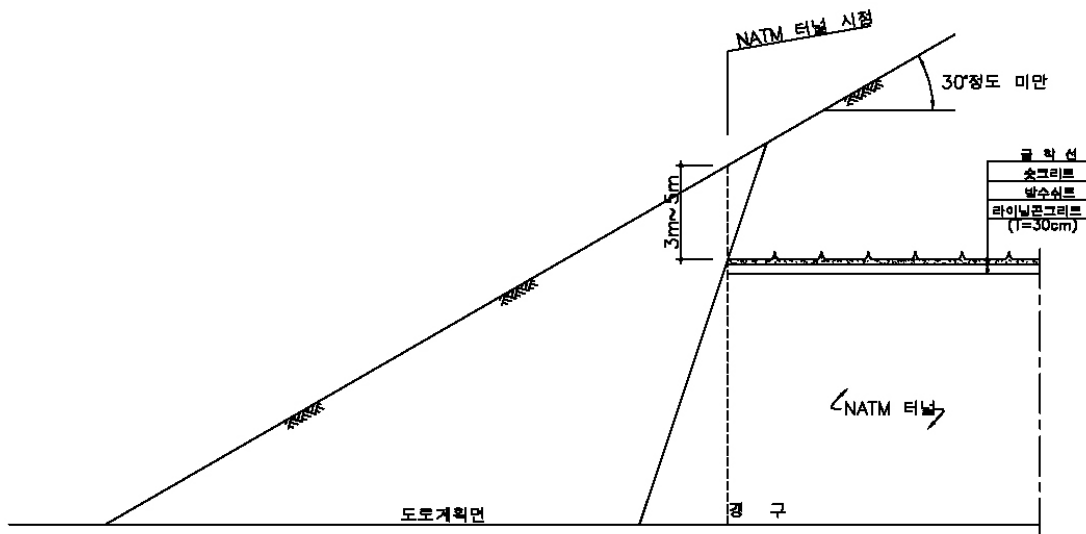
- ④ 터널 입구부의 학폭형 갱문은 9.3.7절의 (7) 터널 갱문 접속방안 내용에 의거 적용한다.
- ⑤ 터널 출구부 직광위험 대책
 - 가. 직광 영향이 많은 동-서축 노선은 순응시설, 표지판 설치 등의 근본적인 대책을 수립한다.
 - 나. 기타 노선에 대하여는 직광영향이 많을 것으로 예상되는 시간대 분석을 통해 입구측 전 광표지판에 관련 문구 표출 등 대안을 수립한다.

9.3.5 일반형 갱문의 형식 선정시 고려사항

(1) Bell Mouth 변형식 갱문

① 지형여건 분석

- 가. 갱구 상단의 자연경사면이 완만한 경우로 자연사면의 경사도가 30° 미만으로 비교적 완만
- 나. 강우시 유속이 느리고 산사태, 낙석발생시 붕괴 토석의 에너지가 비교적 약함
- 다. 도로의 종단 선형상 일정구간 절취후 갱구에 접속



<그림 9.3.2> 표준적인 완만한 경사지형의 예

② 갱문부 설계

- 가. 갱문은 터널 측벽부의 되메우기 및 자연지형과의 조화를 위하여 단면을 45° 내외로 절단한 형태로 한다.
- 나. 단면 절단부를 나팔형태로 추가연장 처리한다.
- 다. 나팔의 형태
 - (가) 라이닝 내부 천정부에서 높이 1.5m, 수평길이 3m의 경사로 처리
 - (나) 측벽 밑단에서 연직으로 높이 0.9m가 되도록 부드럽게 변하는 변화 벌림으로 처리
- 라. 터널 라이닝 Con'c 외측상단은 복토 끝 지점부터 노출처리하고 측벽부만 되메움을 실시한다.

마. 갯구상단 막장 절취부

(가) 표준성토구배(1:1.5~1.8)의 경사면으로 복토

(나) 하단부에서 4m 높이 까지는 1:1.3 구배로 돌붙임 시행 또는 용벽을 설치함으로써 개착터널 내민부 연장 적정 조정(개착터널부 지반조건 고려)

바. 터널부와 일반도로구간의 길어깨폭 변화구간에 대하여는 접속설치율 1/10을 적용하여 접속처리(가드레일 또는 용벽설치)

③ 접속용벽, 측구, 되메우기

가. 접속용벽

(가) 용벽은 노면으로부터 0.9m 높이로 설치

(나) 나팔처리한 라이닝 단면과 연결하여 적정연장 설치

(다) 길어깨 폭원 변화구간 접속설치율 1/10 적용

나. 측구

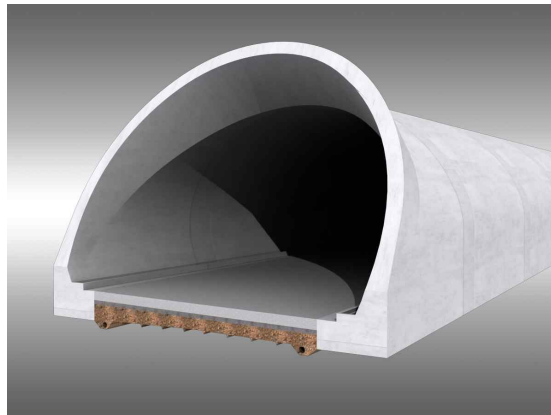
(가) 용벽 뒷면에 측구를 용벽 상단에서 300mm 하단부에 측구상단과 일치하도록 설치

(나) 측구단면 규격은 U형측구를 표준으로 하되 배수유역 면적을 고려하여 규격 결정

다. 개착터널 라이닝 배면 되메우기

(가) 막장 절취부 복토 경사로 연결하여 계획

(나) 상세도는 별도 작성



<그림 9.3.3> Bell Mouth 변형식 갯문 조감도

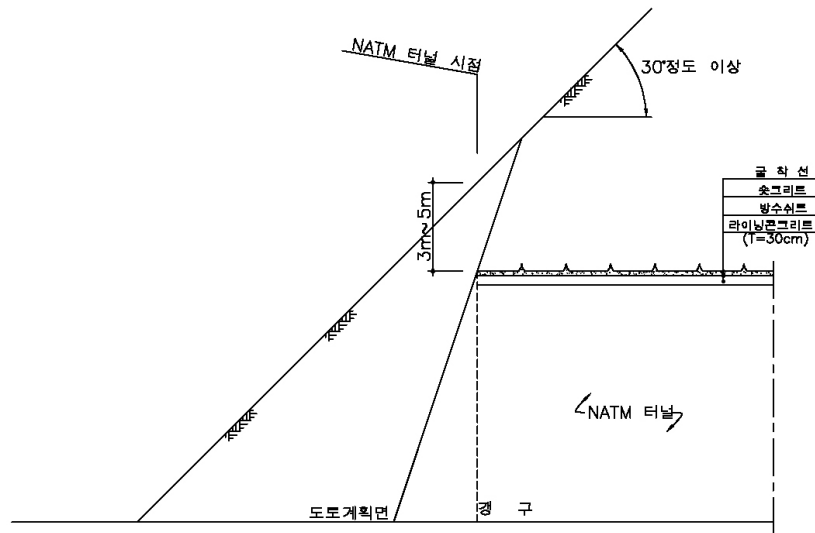
(2) Bird Beak형 갯문

① 지형여건 분석

가. 갯구 상단의 자연경사면이 경사도가 30° 이상 급한 경우

나. 경사면이 급한 경우 강우시 유속이 빠르고 낙석산사태 발생시 붕괴 토석의 에너지가 비교적 강함

다. 도로의 종단선형상 절취구간이 짧게 발생한 후 갯구에 접속



<그림 9.3.4> 표준적인 급한 경사지형의 예

② 갯문부 설계

가. 갯문형식

(가) 터널 상단 원지반의 낙석이나, 산사태·눈사태로부터 차도부를 보호하기 위하여 연직으로 단면을 절개한다.

(나) 단면 절단부를 나팔형태로 추가연장 처리한다.

나. 나팔의 형태

(가) 라이닝 천단부에서 높이 1.5m, 수평길이 5.0m의 경사로 처리한다.

(나) 측벽 하단부 끝단에서 수평으로 길이 0.9m가 되도록 부드럽게 변하는 변화 벌림으로 처리한다.

다. 터널 라이닝 Con'c 외측상단은 복토 끝 지점부터 노출처리하고 측벽부는 되메움을 실시한다.

라. 갯구상단 막장 절취부

(가) 표준성토경사(1:1.5~1.8) 경사면으로 복토한다.

(나) 하단부에서 4m 높이까지는 1:1.3 구배로 돌붙임 시행 또는 옹벽을 설치함으로써 개착터널 내민부 연장 적정 조정한다.(개착터널부 지반조건 고려)

마. 터널부와 일반도로구간의 길어깨폭 변화구간에 대하여는 접속설치율 1/10을 적용하여 접속처리 한다.(가드레일 또는 옹벽설치)

③ 접속옹벽, 측구, 되메우기

가. 접속옹벽

(가) 터널 갯문부 전면에 옹벽설치시 노면으로부터 0.9m 높이로 설치한다.

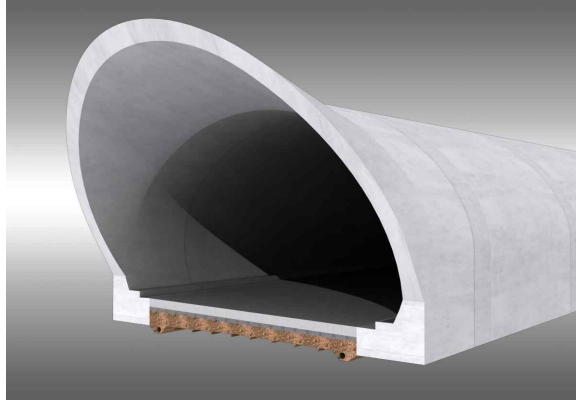
(나) 나팔처리한 라이닝 단면과 연결하여 적정 연장 설치한다.

(다) 길어깨 폭원 변화구간 접속설치율 1/10 적용한다.

나. 측구

(가) 옹벽 뒷면에 측구를 옹벽 상단에서 300mm 하단부에 측구상단과 일치하도록 설치한다.

- (나) 측구단면 규격은 U형측구를 표준으로 하되 배수유역 면적을 고려하여 규격 결정한다.
다. 개착터널 라이닝 배면 되메우기는 막장 절취부 복토 경사로 연결한다.



<그림 9.3.5> Bird Beak 갯문 조감도

(3) Arch 면벽형 갯문

① 지형여건 분석

- 가. 갯구가 불가피하게 편토압 지형에 위치하는 경우
나. 기타 용벽형 갯문구조가 유리한 지형인 경우

② 갯문부 설계

- 가. 갯구별 지형조건에 따라 안전성, 미관 및 경제성이 확보되도록 갯문형식을 설계에 적용한다.
나. 용벽형 갯문구조가 미관 및 낙석토사유출에 대한 대응측면에서 유리한 경우에는 갯구부 측면 절취를 최소화할 수 있는 아치형(arch)을 적용한다.

③ Arch 면벽형 설계요소

가. 개착터널길이

- (가) 집중호우로 인한 토석유실 및 표면수에 대한 추가적인 안전성 확보측면을 고려하여 7m를 표준으로 한다.

(나) 갯문상단부의 절토사면 높이, 토사층 두께, 암질 등을 감안하여 조정할 수 있다.

나. 갯문 파라펫트 높이

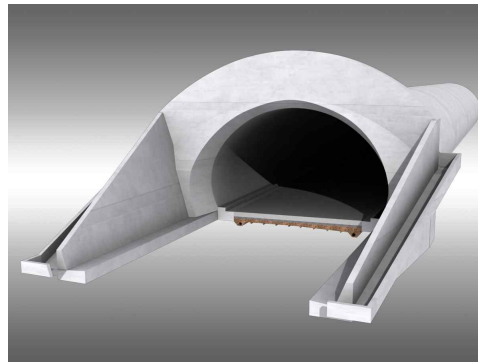
- (가) 집중호우로 인한 토석붕괴·유실시 갯문 월류로 인한 교통차단예방 기능에 효과적인 규격을 적용해야 한다.

(나) 일반적으로 중앙부 1.5m에서 측면부 1.0m 높이로 변하는 규격을 표준으로 한다.

다. 배수계획

- (가) U형 측구를 원칙으로 하되 배수유역면적을 고려하여 규격을 결정한다

(나) 특별히 미관을 고려하여 배수관 매입형식을 선정시에는 충분한 배수용량을 확보해야 한다.

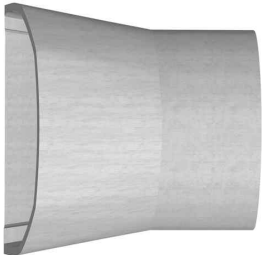
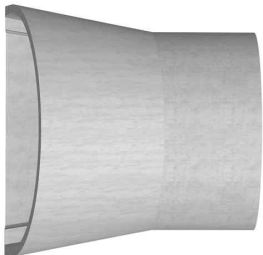
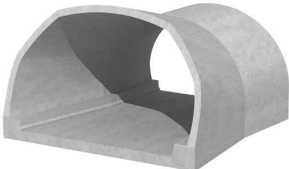
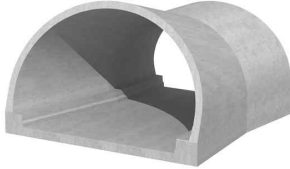


<그림 9.3.6> Arch 면벽형 갭문 조감도

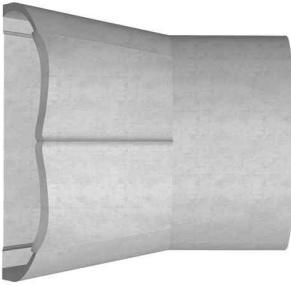
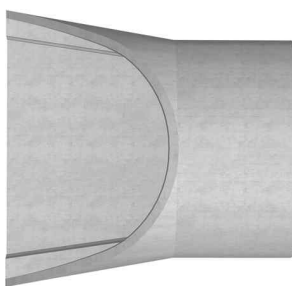
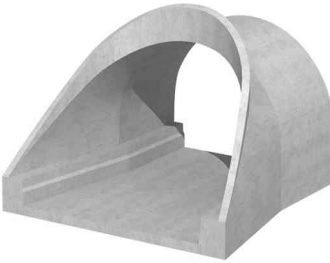
9.3.6 확폭형 갭문형식7)

- (1) 터널 입구부에 설치되는 갭문의 지형조건을 고려한 갭문 형식 선정시 확폭형 갭문을 채택하게 되는 경우 다음의 [표 9.3.5 a, b]의 내용을 고려하여 계획한다.
- (2) 설치되는 갭문의 개착터널부의 길이는 지반조건에 따라 20m 내외로 조절한다.
- (3) 확폭부에 대하여는 콘크리트, 캐노피형식 등 적용 재질을 다양하게 계획한다.

[표 9.3.5 a] 확폭형 갭문 형식 비교

구 분	형식 1 : 돌출 마름모형	형식 2 : 돌출 원형 확폭
개요도		
평면도		
조감도		
특 징	· 미적효과를 고려한 형식 · 주변지형과의 조화 양호 · 적설지에 유리 · 시공성 보통 · 경제성 다소 불리	· 일반적인 갭문의 형태 · 주변지형과의 조화 양호 · 적설지에 유리 · 시공성 양호 · 경제성 보통

[표 9.3.5 b] 확폭형 갱문 형식 비교

구 분	형식 3 : 돌출확폭형식 1	형식 4 : 돌출확폭형식 2
개요도		
평면도		
조감도		
특 징	· 조형미를 고려한 돌출 확폭 갱문 구조물형식 · 주변지형과의 조화 양호 · 적설지역에 유리 · 시공성 다소 불리 · 경제성 불리	· 돌출 확폭갱문 구조물의 크기 최소 · 주변지형과의 조화 양호 · 구조물 상부가 가장 많이 Open되어있어 적설지에는 다소 불리 · 시공성이 다소 불리 · 경제성 양호

9.3.7 갱문부 설계 세부 사항

(1) 갱구부의 조사⁸⁾

- ① 터널 갱구의 최적 위치선정 등 효율적인 터널설계를 위하여 시추조사 및 물리탐사 방법을 조정한다.
- ② 시추조사 빈도 : 터널 입출구부 각각 2개소
- ③ 시추조사 심도
 - 가. 계획고 하 2m까지

8) 터널갱문부 설계기준 보완 검토(건설술 10201-433, 2004.07.30)

나. 토사층 또는 연약층대 등이 존재시 풍화암층 또는 필요한 심도까지

- ④ 물리탐사 : 탄성파 탐사 (터널입·출구부), 전기 비저항탐사

(2) 낙석방지책 설치⁹⁾

- ① 터널 입·출구부 일반 절토부 구간보다 낙석에 의한 교통사고 위험성이 크며 낙석발생시에는 교통소통에 지장을 초래하게 된다.

- ② 낙석에 따른 문제점을 해소하기 위하여 낙석방지책을 설치한다.

가. 주행차량의 안전성 확보 및 유지관리 측면을 감안하여 면벽식 갱문의 경우 터널 입·출구부에 낙석방지책을 설치한다.

나. 돌출형 갱문의 경우는 토사유실을 방지토록 파라펫트를 설치한다.

(3) 임시비탈면¹⁰⁾

- ① 터널 갱구부 임시 비탈면

가. 토사 및 리핑암은 한계평형해석으로 안전성을 검토한다.

나. 발파암은 평사투영을 통한 한계평형해석으로 안정성 검토를 시행한다.

- ② 터널 갱구부 임시 비탈면의 안전율

가. 터널굴착, 라이닝설치 등의 공사기간 장기화 등을 고려한다.

나. 영구 비탈면의 안전율을 적용한다.

(건기시 : $FS > 1.5$, 우기시 : $FS > 1.2$)

- ③ 터널 갱구부 임시 비탈면 안정성 검토시

가. 비탈면 경사는 터널 갱구부 영구 비탈면 깎기 최소화(터널 갱문부 설계기준, 설계도10201-70, '03.3.14), 터널굴착 및 경제성 등을 고려 1:0.3~1:0.5를 적용한다.

나. 안정성을 만족하지 못할 경우 지질조건 등을 고려하여 비탈면을 보강한다. (록볼트, soil nailing 등)

- ④ 터널 갱구부 임시 비탈면의 장기간 노출 등에 따른 안정성을 확보를 위하여 표면보호공법(숏크리트+와이어매쉬 등)을 적용한다.

- ⑤ 터널 갱구부 임시 비탈면 보강방안

구 분	보 강 방 안
안정성 검토	- 토사 및 리핑암 : 한계평형해석 - 발파암 : 평사투영을 통한 한계평형해석
경 사	1:0.3~1:0.5
보 강 공 법	- 안정성 검토를 통하여 기준안전율 미달시 비탈면 보강 - 표면보호공법 적용 ※ 숏크리트($t=100\text{mm}$)+와이어매쉬($\phi 4.8$)

(4) 갱문부 가시설은 시공이 수월하고 경제적인 Wire mesh+숏크리트 타설에 의한 방법으로 한다. ¹¹⁾

9) 터널 입출구부 낙석 방지책 설치 검토(설계일 16210-939, 1997.12.17)

10) 터널 갱구부 임시 비탈면 보강방안 검토(설계처 구조설계팀, 2007.12.06)

11) 터널 갱문부 가시설 시공방안 검토(건설관 10105-129, 2003.12.29)

(5) 옹벽 뒷채움재¹²⁾

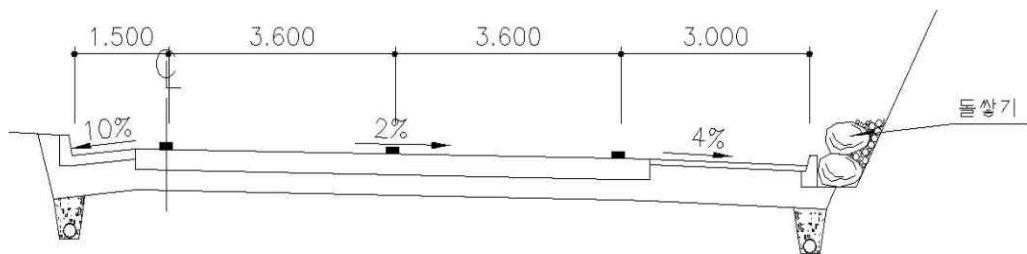
- ① 터널 갱구부 옹벽 뒷채움부는 Drain Board를 옹벽 배면에 설치한다.
- ② 하단부에 지하배수를 위하여 선택층재를 사용한 맨암거를 설치하고 뒷채움부는 양질의 토사를 적용한다.

(6) 갱문 날개옹벽 온도철근¹³⁾

- ① 터널 갱구부에 설치되는 콘크리트 면벽식 갱문 및 날개옹벽은 대부분이 깎기 지역에 설치되는 사면안정보다 갱구 전면부 토공처리 및 갱구사면 배수처리를 위해 설치되는 중력식 옹벽이다.
- ② 지중에 의해 안정을 확보하고 있으므로 면벽식 갱문 및 날개옹벽의 철근은 설치하지 않는다.
- ③ 날개옹벽 부위의 건조수축이나 온도하중에 의한 균열은 6.0m 이하의 간격으로 수축줄눈을 설치하여 균열을 유도한다.
- ④ 갱문 및 날개옹벽에 외력이 작용하는 경우는 별도의 구조 검토후 철근배근 여부를 판단한다.

(7) 터널 갱문 접속방안¹⁴⁾

- ① 터널 전,후구간의 도로 횡단은 길어깨 폭원은 3.0m로 하며 다이크+전석쌓기로 마감한다.



<그림 9.3.7> 터널 전,후구간 도로횡단 구성

- ② 터널 입구부 도로 폭원 감소에 따른 터널갱문 충돌사고 예방, 갱문의 미관 등을 고려하여 터널 입구부의 갱문 접속은 다음과 같이 한다.

구 분	접 속 방 안	비 고
접속방안	1. 터널 확폭 2. 갱문 하부단면 연장 3. 공동구 벽체 연장 4. 가드레일 설치	
접속설치율	1 : 30 (최소 1 : 20)	
접속연장	20m (13m)	
() : 교량 인접 등으로 접속설치율 기준(1:30) 적용 곤란시		

12) 터널 입출구부 옹벽 뒷채움재 개선(설계일 15212-1675, 1998.11.28)

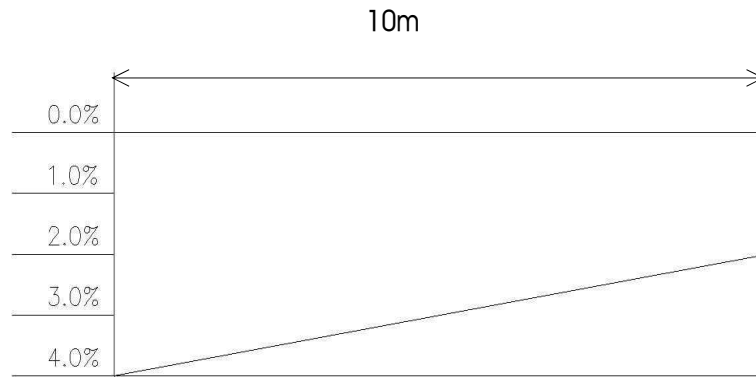
13) 터널면벽식갱문 날개옹벽 온도철근 적용방안 검토(설계일 13201-150, 2001.03.17)

14) 터널갱문 접속방안 검토(설계일-1112, 2008.04.22)

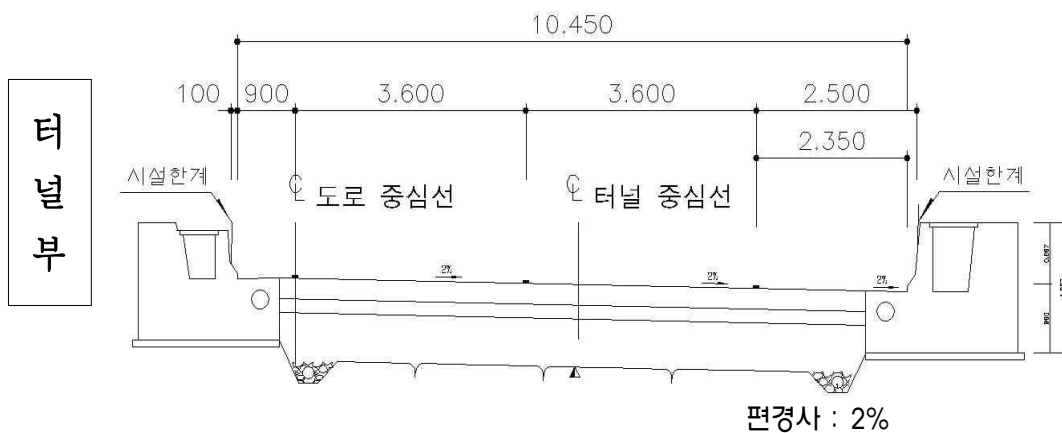
③ 터널 갱문 접속 방안별 적용 구간

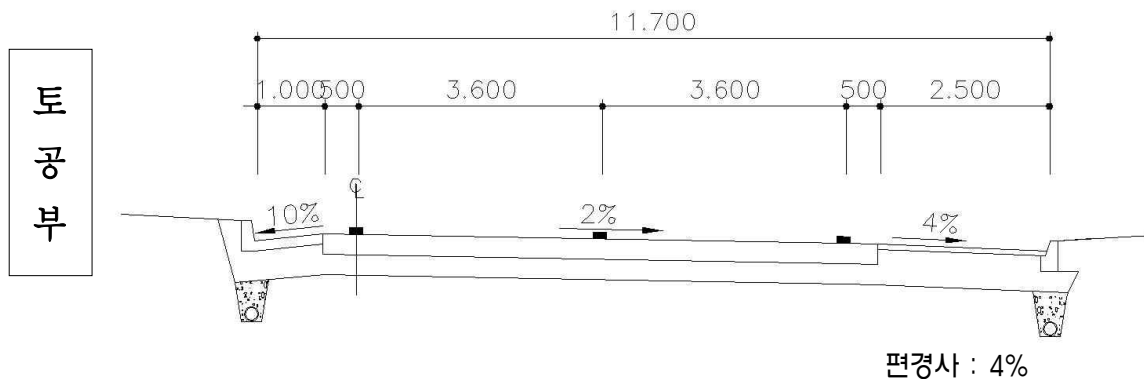
접속방안	적용구간
1. 터널 확폭	- 벨마우스, 버드빅형 갱문형식 - 풍화암 이상 양호한 지반
2. 갱문 하부단면 연장	- 벨마우스, 버드빅형 갱문형식 - 하부지반 불량 등으로 터널 확폭 적용 곤란시
3. 공동구 벽체 연장	- 면벽형 갱문형식 - 땅깍기(땅깍기+흙쌓기) 구간
4. 가드레일 설치	- 면벽형 갱문형식 - 흙쌓기 구간(피암터널 등)
본 적용구간은 접속방안 적용시 참조하여 적용하며 현장 여건등을 고려하여 변경 가능하다.	

④ 터널 전후구간의 길어깨는 터널 구간 길어깨 편경사(2%)의 원활한 접속을 위하여 편경사 변화구간(L=10m)을 설치한다.



<그림 9.3.8> 터널 전후구간 편경사 변화





<그림 9.3.9> 터널 전후구간 표준 횡단(터널부/토공부)

(8) 터널 갱문 충돌 사고 예방을 위한 안전시설¹⁵⁾

- ① 터널 입구부 전방 300m 구간 주추월측 길어깨에는 노면요철포장(Rumble Strips)을 적용한다.
- ② 터널 입구부 전방 100m 구간의 길가장자리 구역선은 돌출차선을 적용한다.
- ③ 포장그루빙(grooving)
 - 가. 터널 입구부 150m 구간은 멜로디홈 및 종방향 C형 그루빙을 적용한다.
 - 나. 소음 민원 예상지역의 멜로디 홈은 검토 후 적용한다.
 - 다. 터널 줄구부는 종방향 C형 그루빙을 적용한다.
- ④ 터널 입구부 표지판 또는 내오염 도장을 이용한 갱문 도장을 한다.
- ⑤ 터널 입구부에는 방호벽 전면을 내오염 도장 처리한 PC 방호벽을 설치하며 방호벽 수급 곤란시 차량 충돌시험을 거쳐 합격한 방호시설을 적용한다.
- ⑥ 3등급 이상의 터널에는 사고발생시 차량 통행 제한을 위한 터널 진입 차단시설을 설치한다.

(9) 면벽 표면 마무리¹⁶⁾

- ① 일반적인 고속도로 터널의 면벽 표면마무리는 경제성 및 조도순응 측면에서 유리한 무늬거푸집에 의한 방법을 적용한다.
- ② 특별히 미관에 대한 고려가 필요한 터널인 경우에는 화강석 붙임 등의 별도의 표면마무리 방법을 검토 후 적용한다.
- ③ 화강석을 갱문부 면벽에 부착시킬 때 앵커지지 방식을 적용한다.

9.4 개착터널부

9.4.1 개착터널의 정의

- (1) 개착터널은 갱구부 및 터널중간 계곡부 개착부분이나, 터널과 터널사이의 연장이 짧아 터널로 연장시키기 위해 지반을 굴착하고 구조물을 설치한 후 복개시키는 모든 터널을 말한다.

15) 터널 안전시설 설치기준 검토(설계처-250, 2008.01.30)

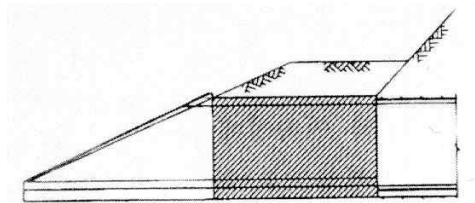
16) 터널면벽 표면마무리 적용기준 검토(설계도 10201-346, 2002.07)

- (2) 설계시 자연조건, 사회적 조건, 경사의 안정, 편압, 기상재해의 가능성, 주변경관과의 조화 등을 고려하여야 한다.
- (3) 개착터널부는 특별한 경우를 제외하고는 갱구부 설계에 준하여 설계를 한다.
- (4) 개착터널은 터널 본체와 동일한 내공단면인 터널을 연속해서 설치하여야 한다.
- (5) 완성후의 성토에 대한 상재하중, 토압 등의 하중을 고려하여야 한다.
- (6) 아치 칼버트 구조의 일부가 지상에 노출시에는 온도변화, 건조수축, 지진의 영향 등을 받기 쉽기 때문에 필요에 따라 이를 고려하여 설계하여야 한다.

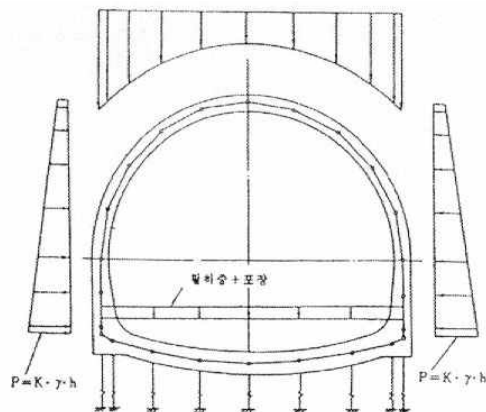
9.4.2 개착터널의 종류

(1) 돌출형 갱문에서의 개착터널

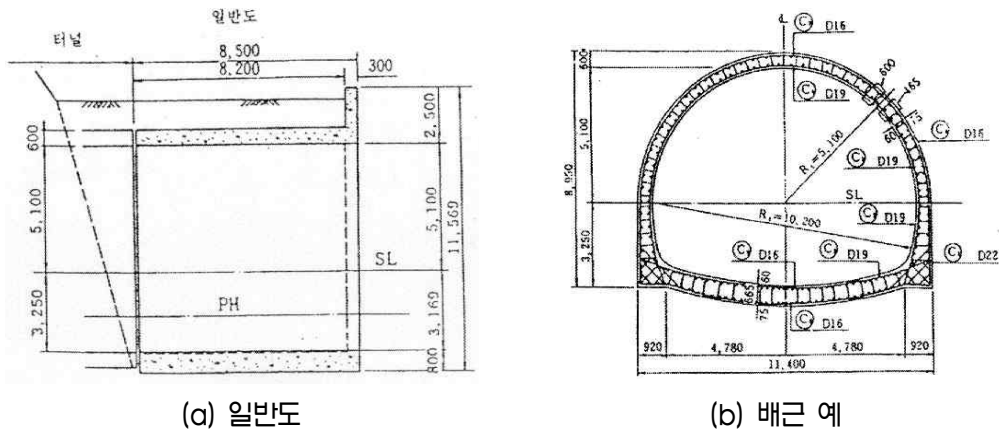
- ① 돌출형 갱문에서의 개착터널은 터널 본체와 동일한 내공단면의 아치칼버트가 터널 갱구부에 연속해서 만들어진다.
- ② 완성 후에 성토에 의한 상재하중, 토압, 기타하중(적설하중 등)이 이 부분에 재하된다.
- ③ 따라서, 개착터널의 설계에서는 이들 하중을 고려해서 단면력, 지반의 지지력을 계산하여야 한다.



<그림 9.4.1> 돌출형 갱문에서의 개착터널



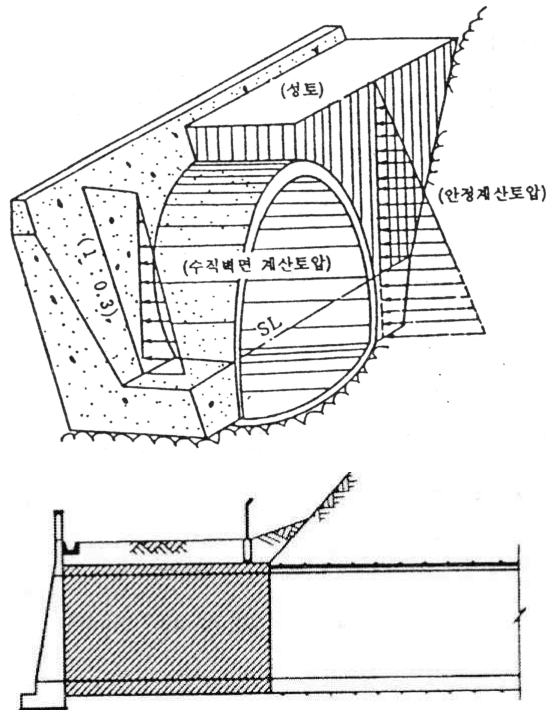
<그림 9.4.2> 해석 모델



<그림 9.4.3> 돌출형 갯문에서의 개착터널 배근 예

(2) 면벽형 갯문에서의 개착터널

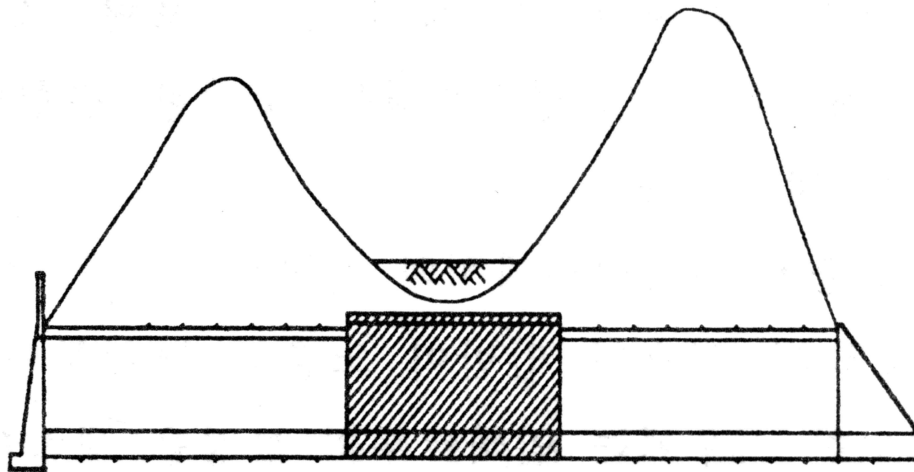
- ① 구조상 터널 본체에서 독립하여 외력에 저항하는 형식이다.
- ② 입체적 형상을 하고 있으므로 갯문 뒷면의 되메우기 흙에 대한 재하중과 주동토압이 작용했을 때 구조적으로 안정하여야 한다.
- ③ 또한 수직벽에 대해서도 외력에 대해 충분히 저항할 수 있는 단면으로 설계한다.



<그림 9.4.4> 면벽형 갯문에서의 개착터널

(3) 계곡부 통과시 개착터널

- ① 상부 토피고가 낮아 붕괴우려가 있는 경우 개착식 터널을 시공하는 경우가 있다.
- ② 이때 누수가 발생할 소지가 있으므로 누수방지 대책을 수립하여야 한다.



<그림 9.4.5> 계곡부 통과시 개착터널

(4) 인버트 설치¹⁷⁾¹⁸⁾

- ① 개착터널은 지반조건(점착력, 내부마찰각, 단위중량 등) 및 구조해석조건(토피고, 지반변형계수, 라이닝두께 등)에 따른 허용지지력 확보 유무 등의 안정성을 검토한다.
- ② 개착 터널의 지반 안정성을 확보할 수 없을 경우
 - 가. 시공성 및 경제성을 고려하여 인버트 설치, 라이닝 단면 변경, 지반개량공법 등으로 보강한다.
- ③ 개착터널 되메우기시 지형적으로 불가피하게 큰 편압이 발생하는 경우
 - 가. 편압 하중을 고려한 개착터널 지반 안정성 검토후
 - 나. 시공성 및 경제성을 고려하여 인버트 설치, 라이닝 단면 변경, 지반개량공법 등으로 보강한다.

9.4.3 하중산정

(1) 개착식 터널의 설계시 고려해야 할 하중

- ① 상재하중
 - 가. 구조물 설치시 구조물의 고정하중을 상부에 분포시킨다.
 - 나. 도로가 놓이는 경우에는 토피에 따른 노면활하중을 작용시켜 해석을 실시한다.
- ② 토피하중
 - 가. 되메움에 의해 개착터널에 작용하는 하중을 말한다.
 - 나. 토피고에 단위중량을 곱하여 계산한다.
- ③ 토 압
 - 가. 굴착사면과 되메움되는 흙에 의해서 터널 측벽에 작용하는 하중을 말한다.

17) 개착터널 인버트 설치기준 검토(설계처-2161, 2005.07.26)

18) 개방형 터널인버트(Invert) 도입방안(기술심사처-2696, 2008.12.4)

나. 그 지점의 연직토압과 밀접한 관계가 있다.

④ 수 압

가. 일반적으로 배수조건을 양호하게 하는 경우에는 수압을 고려하지 않는다.

나. 개착터널의 배수형식에 따라 수압을 고려하는 경우에는 지하수위를 고려한다.

⑤ 자 중

가. 일반적으로 구조물에 의한 하중으로 자중을 구조해석시 프로그램 내에서 자동으로 고려한다.

⑥ 터널 내부의 하중

가. 터널 내부에 설치되는 시설물에 의한 하중을 말한다.

나. 제트팬(jet fan)과 같이 자중이 커서 개착구조물에 영향을 주는 경우에는 반드시 고려해야 한다.

⑦ 온도변화 및 건조수축

가. 터널 입출구에 설치되는 개착터널은 구조물 내외면의 온도차에 의해 발생하는 단면력 및 건조수축의 영향에 의한 부정력을 고려해야 한다.

나. 계절별 온도하중은 일반적으로 부재 단면두께 700mm를 기준으로 $\pm 15^{\circ}\text{C} \sim \pm 10^{\circ}\text{C}$ 를 적용하고 내외면 온도차는 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 가 발생된다.

다. 건조수축에 의한 변형율은 철근량에 따라 0.00015~0.00020에 대해 온도로 환산하면 $-15^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ 를 적용한다

⑧ 지진하중

가. 지중구조물의 경우에는 지반과 일체로 거동하는 것으로 보아 지진하중을 고려하지 않는다.

나. 구조물이 커서 내부에 기둥이 놓이는 경우에만 별도의 해석이 요구된다.

⑨ 시공시하중

가. 되메움시 양측이 균형이 되도록 시공하여야 한다.

나. 부득이하게 편압이 발생하는 경우에는 이에 대한 고려가 필요하다.

9.4.4 구조 해석

(1) 단계별 시공에 따라 개착터널에 작용하는 하중을 고려한 구조검토를 수행한다.

(2) 지반공학적 모델에 의한 구조물 거동의 파악 및 구조공학적 모델에 의한 구조적 안정성 확보가 모두 요구된다.

(3) 개방형 인버트 설계사항

① 인버트 안정성 검토시 지점부 내·외측 저판을 점진적으로 연장시키면서 안정성 검토

② 인버트 적용시 지반반력과 침하량이 허용지지력 및 허용침하량을 만족하는 범위까지 철근 콘크리트로 기초저판과 일체화되게 적용

(4) 개착터널 라이닝 상시 설계기준¹⁹⁾

- ① 하중조합 수평 토압 및 반수평 토압을 적용한다.([표 9.4.1] 참조)
- ② 개착터널(2차로) 철근콘크리트 라이닝 두께는 최소 500mm를 적용하며, 토피고 증가, 지반 조건, 활하중, 수압 등으로 단면력 증가시 시공성, 경제성 등을 감안한 최적단면을 산정한다.
- ③ 철근량은 천장부, 측벽부, 바닥부로 분리 산정하고 시공성 등을 고려 간격 조정

[표 9.4.1]개착터널 라이닝 구조계산시 하중 조합

case1	comb.U1	$=1.4(D+F+H_v)$	
case2	comb.U21	$=1.2(D+F+(T_1))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	
case3	comb.U22	$=1.2(D+F+(T_2))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	
case4	comb.U23	$=1.2(D+F+(T_3))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	
case5	comb.U24	$=1.2(D+F+(T_1+T_2))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	
case6	comb.U25	$=1.2(D+F+(T_2+T_3))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	
case7	comb.U26	$=1.2(D+F+(T_1+T_3))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	
case8	comb.U27	$=1.2(D+F+(T_1+T_2+T_3))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	최대값
case9	comb.U3	$=1.2D+1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+(1.0L \text{ or } 0.65W)$	
case10	comb.U4	$=1.2D+1.3W+1.0L+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	case9 same
case11	comb.U5	$=1.2D+1.0E+1.0L+0.2S$	case9 same
case12	comb.U61	$=1.2(D+F+(T_1))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+0.8H_h$	반토압적용
case13	comb.U62	$=1.2(D+F+(T_2))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+0.8H_h$	반토압적용
case14	comb.U63	$=1.2(D+F+(T_3))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+0.8H_h$	반토압적용
case15	comb.U64	$=1.2(D+F+(T_1+T_2))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+0.8H_h$	반토압적용
case16	comb.U65	$=1.2(D+F+(T_2+T_3))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+0.8H_h$	반토압적용
case17	comb.U66	$=1.2(D+F+(T_1+T_3))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+0.8H_h$	반토압적용
case18	comb.U67	$=1.2(D+F+(T_1+T_2+T_3))+1.6(L+\alpha H \cdot H_v+H_h)+0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+0.8H_h$	반토압적용
case19	comb.U7	$=0.9D+1.3W+1.6(\alpha H \cdot H_v+H_h)$	case19 same
case20	comb.U8	$=0.9D+1.0E+1.6(\alpha H \cdot H_v+H_h)$	

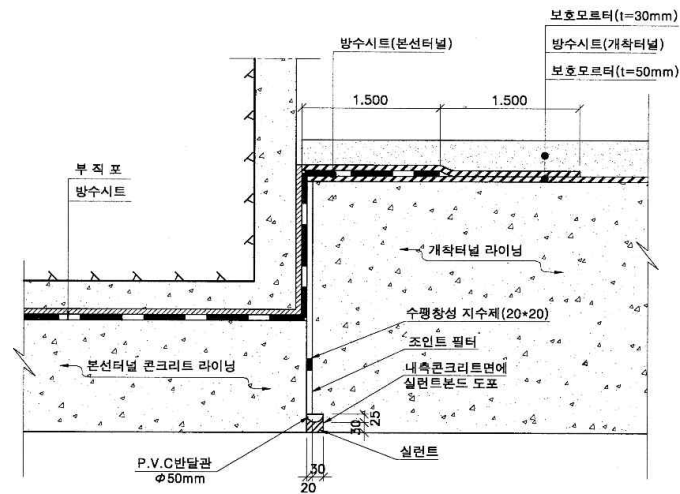
Load	Unit	Memo
D	tonf	Dead load
H _v	m	수직이완하중
H _h	m	수직이완하중
T ₁	℃	계절별온도하중
T ₂	℃	내외면온도차
T ₃	℃	건조수축
F	tonf	Flow

Load	Unit	Memo
S	tonf	Show
R	tonf	Rain
L _r	tonf	Live roof
W	tonf	Wind
E	tonf	Earthquake
L	tonf	Live
h	m	토피

19) 개착터널 라이닝 설계기준(상시) 개선(설계처-6035, 2009.12.4)

9.4.5 접속부 처리

- (1) 접합부는 분리구조로 하고 조인트를 설치하여 구조물 손상을 방지하여야 한다.
- (2) 방수시트는 NATM구간과 동일한 종류의 방수시트를 적용하는 것이 접합에 유리하다
- (3) 종류가 다른 방수시트를 적용하는 경우 방수시트간 접합이 원활한 재료를 선정하여야 하며 방수시트 접합은 충분한 겹이음을 하여야 한다.
- (4) 방수시트는 인장 파손을 막기 위해서는 신장율이 큰 것을 사용한다.
- (5) 접합부에서는 누수를 대비하여 구조물 횡방향을 따라 도수로를 설치하도록 한다.



<그림 9.4.6> 구조물 접합부 방수시트 접합 및 도수로 설치 예