

EXCS 27 20 00 : 2018

터널 굴착

2018년 6월 19일 제정

<http://www.ex.co.kr/research>



국토교통부



한국도로공사

고속도로공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

「고속도로공사 전문시방서(EXCS ; Express Construction Specification)」는 국가 건설기준(KCS ; Korea Construction Specification)를 기본으로 하여 고속도로 시공에 관련된 공종을 대상으로 작성한 종합적인 시방기준으로서, 단위공사 설계 시 해당 공사의 특성과 여건 등에 맞게 「공사시방서」를 작성하는데 활용하기 위한 「전문시방서」(Guide Specification)이므로 관계법상 구속력과 계약도서로서의 효력이 없습니다.

이 시방기준 발간 시점에 이미 시행 중인 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있으며, 이 시방기준으로 공사시방서 작성 시 도로교통연구원 홈페이지 및 국가건설기준센터 홈페이지에 등재된 최신 시방기준을 반드시 확인 후 작성하시기 바랍니다.

※ 도로교통연구원 홈페이지 : <http://ex.co.kr/research/>

국가건설기준센터 홈페이지 : <http://www.kcsc.re.kr/>

전문시방서 제·개정 연혁

- 이 시방기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 고속도로공사 전문시방서와 건설기준(표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 고속도로공사 전문시방서를 중심으로 KCS 27 20 00 등의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

전문시방서	주요내용	제·개정 (년.월)
고속도로공사 전문시방서	• 고속도로공사 전문시방서를 제정	제정 (1998.5)
고속도로공사 전문시방서	• 제정이후 개발된 신기술 및 신공법을 고속도로공사현장에 적용하기 위하여 개정함	개정 (2000.11)
고속도로공사 전문시방서	• 시대적 흐름을 반영하고 건설기술 발전에 이바지함으로써 ‘신뢰받는 국민기업 실현’을 달성하기 위하여 개정함	개정 (2004.12)
고속도로공사 전문시방서	• 2차 개정 이후 기술발전과 축적된 건설기술 노하우를 반영하기 위하여 개정함	개정 (2009.7)
고속도로공사 전문시방서	• 도로건설현장에 발전된 기술을 신속히 적용하기 위해 그간의 많은 연구성과와 축적된 건설기술 노하우를 반영하여 개정함	개정 (2012.10)
EXCS 27 20 00 :2018	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2018.6)

제 정 : 2018년 6월 19일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자 문 검 토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소 관 부 서 : 국토교통부 도로정책과	
관련단체 (작성기관) : 한국도로공사 (도로교통연구원)	

목 차

1. 일반	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
2. 자재	2
3. 시공	2
3.1 터널 굴착	2
3.2 버력처리 및 운반	7
3.3 갱구부	8

터널 굴착

1. 일반

1.1 적용 범위

1.1.1 터널 굴착

(1) 터널굴착 적용범위는 터널 내부의 굴착공사에 적용한다.

1.1.2 버력처리 및 운반

(1) 버력처리 및 운반 적용 범위는 터널 굴착에 따라 처리되는 버력의 적재, 운반 하차 및 이와 관련된 운반로, 지정장소의 고르기, 정리 등의 공사에 적용한다.

1.1.3 갱구부

(1) 갱구부 적용 범위는 터널 시 · 종점 갱문 및 갱구부 공사시행에 필요한 작업에 적용한다.

1.2 참고 기준

내용 없음

1.3 용어의 정의

(1) 용어의 정의는 KCS 27 10 05 (1.5)에 따른다.

1.4 제출물

1.4.1 터널 굴착

(1) EXCS 10 10 05 (1.7(12)) 및 EXCS 10 10 10 (1.8)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 책 임시공계획 및 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

(2) 시공계획서와 함께 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

- ① 터널 막장 지질조사 기록부(face mapping)
- ② 전일(前日) 굴착작업 기록부
- ③ 발파굴착 시공계획서
- ④ 선행굴착부 계측값 변화 기록부
- ⑤ 기계굴착 시공계획서(필요 시)
- ⑥ 굴착면 주변현황(보안건물, 축사, 저수지, 늪지 등)을 기록하여 제출한다.(필요 시)

1.4.2 버력처리 및 운반

- (1) 버력처리 및 운반의 제출물은 이 기준 1.4.1(1)에 따른다.

1.4.3 갱구부

- (1) 갱구부의 제출물은 이 기준 1.4.1(1)에 따른다.

2. 자재

- (1) 터널 굴착의 자재는 KCS 27 20 00 (2. 자재)에 따른다.

3. 시공

3.1 터널 굴착

3.1.1 시공일반

- (1) 터널 굴착패턴은 설계도서에 제시된 암반분류 기준에 의거하여 결정하고, 필요할 때에 발파 진동 및 소음을 고려하여 결정한다.
- (2) 굴착을 할 때는 설계도서에 제시된 기준에 의하여 매 막장 마다 막장 지질조사 및 시험을 실시하고, 그 결과를 터널 막장 지질 기록부에 기록하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (3) 암질에 따라 표준단면 및 지보형식을 변경할 필요가 있는 경우에는 공사감독자의 검증을 받아야 한다.
- (4) 굴착방법은 원지반이 가지고 있는 지보능력을 최대한 활용할 수 있는 방법을 채택하여야 한다.
- (5) 굴착공법은 지반조사를 통한 암반분류 및 원지반의 자립성에 기초하여 선정하며, 보조공법의 적용도 수용할 수 있도록 결정하여야 한다.
- (6) 굴착은 설계도서에 따라 시행하되 시험시공 등을 통해 현장여건에 적합하게 굴착공법, 굴진장 등을 변경하여 시행할 수 있으나 사전에 공사감독자에게 승인을 받아야 한다.
- (7) 굴착은 설계도서에 제시된 시공순서를 참고하되 현장여건에 적합하게 작성된 시공계획서에 따라 진행하여야 하며, 과도한 지압, 파쇄대, 용수 등의 이유로 인해 굴착방법을 변경할 필요가 생긴 경우에는 사전에 공사감독자에게 보고하여 확인을 받아야 한다.
- (8) 터널굴착작업 공종별로 작업시간(cycle-time) 계획을 수립하여 합리적인 시공이 이루어질 수 있도록 굴착계획을 수립하여야 한다.
- (9) 터널굴착 중 막장 붕괴 등이 발생될 경우 신속하게 공사감독자에게 보고하고 확인 후 임시보강을 통하여 붕괴 규모가 증대되지 않도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

3.1.2 굴착기록관리

- (1) 수급인은 굴착작업의 정확한 기록을 유지하여야 하며, 공사감독자에게 전일 굴착작업 기록의 사본 1부를 제출하여야 한다.
- (2) 수급인은 터널굴착 작업일지를 효율적으로 기록 관리하기 위하여 필요에 따라 사진촬영 또는 비디오 촬영을 하여 기록 관리하여야 한다.

3.1.3 막장 지질조사

- (1) 막장 지질조사를 할 때에는 다음 사항들을 조사하고 암반분류를 실시하여 적용 지보패턴의 적정성 및 변경 필요성을 확인하여야 하며, 막장 지질 기록부를 작성하여 제출하여야 한다.
 - ① 막장 지반상태 : 암종, 풍화정도, 고결정도, 강도, 암반등급(Rock Mass Rating, RMR) 혹은 Q-system, 지질 분포, RQD 등
 - ② 지하수 상태 : 유출 위치 및 형태, 유실 유무, 유출량, 지하수가 지반의 특성변화에 미치는 영향 정도 등
 - ③ 불연속면(단층, 습곡, 절리, 층리 등)의 상태 : 불연속면의 간격, 길이, 틈새, 거칠기, 풍화상태, 충전물의 유무 및 성상, 방향성(주향 및 경사), 터널 굴착방향과의 관계 등
 - ④ 막장의 붕괴 여부, 붕괴 가능성 및 예상 규모
 - ⑤ 기타 필요한 사항
- (2) 막장 지질조사자는 지반공학을 전공한 자 또는 동등 이상의 자격이나 경험을 구비한 자로서 막장 지질조사 결과를 바탕으로 터널 지질도를 작성할 수 있는 자이어야 한다.
- (3) 막장 지질조사 결과 실제 지반상태가 설계할 때의 적용조건과 상이하여 설계보완이 필요한 경우에는 안정성 검토에 필요한 추가 지반조사를 실시하여야 하며, 터널 막장 전방탐사(tunnel seismic profiling)를 실시할 경우에는 다음의 내용을 따른다.
 - ① 터널 막장 전방탐사는 미굴착 막장 전방의 지반상태를 파악하기 위해 실시한다.
 - ② 수급인은 탐사실시 전 기존자료를 기초로 지질구조(지층의 주향, 경사, 단층파쇄대, 지하수, 암종의 변화)의 개요를 파악한 후 축선을 설정하고, 측정방식과 송신점 및 수신점의 간격을 결정하여야 한다.
 - ③ 축선은 터널축을 따라 가능한 한 기복이 적도록 하여, 일직선상에 설정하며, 축선위치는 탐사목적, 지질구조, 탐사대상 심도, 갱내설비 상황 등을 고려하여 결정한다.
 - ④ 터널 막장 전방탐사는 터널 시공 중에 이루어지므로, 탐사결과의 해석 및 평가는 사전조사, 사전설계 및 시공 중의 관찰, 계측 및 시공자료 등을 반영하여 종합적으로 수행되어야 한다.
 - ⑤ 수급인은 터널 막장 전방탐사로부터 얻어진 결과를 공사감독자에게 제출하여야 하며, 탐사위치 및 축선배치도, 측정자료 및 전산처리결과, 막장 전방 단층파쇄대의 탐사해석결과(막장과의 이격거리, 터널과의 교차각도, 방향 등) 등이 포함되어야 한다.
 - ⑥ 수급인은 터널 막장 전방탐사로부터 얻어진 자료를 분석하여 전방 지층이 단층, 파쇄대, 이상대 등으로 예상될 경우 공사감독자와 협의 후 선진수평시추 조사를 수행하여야 한다.
- (4) 지보패턴을 결정할 때 막장 지질조사는 육안 확인 가능 부분에 대한 조사이므로 막장 상부지질에 대해서도 고려하여 종합적으로 판단하여야 한다.

3.1.4 기계굴착

- (1) 기계굴착은 굴착수단을 인력이나 발파에 의존하지 않고 기계로 굴착하는 방법이며, 수급인은 지반의 이완을 최소화하고 막장의 안정을 유지하며 여굴이 적게 발생하도록 하여야 한다.
- (2) 굴착기계는 지반조건, 주위환경, 터널단면의 크기 및 형상, 터널연장, 굴착공법, 버력처리 방법, 경제성 등을 고려하여 선택하여야 한다.
- (3) 쇼벨, 브레이커 등의 커터붐 기계굴착은 절리가 심하게 발달한 암반이나 토사지반에 적용한다.
- (4) 붐 기계굴착을 실시하는 경우에는 굴착패턴을 준수하고, 기계운전에 의하여 노반이 약화되지 않도록 하여야 한다.
- (5) TBM에 의한 굴착은 EXCS 27 25 00에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
 - ① TBM(Tunnel Boring Machine, TBM)공법은 암반강도, 지질구조의 발달상태 등을 검토하여 적용여부를 결정하여야 한다. TBM공법을 적용할 경우에는 해당 지반에 적합한 커터의 종류, 커터 헤드의 회전수, 추력 등을 정하고, 굴착 효율의 향상과 사행굴착이 발생되지 않도록 운전관리를 하여야 한다.
 - ② 수급인이 터널굴착을 위하여 TBM을 사용하고자 하는 경우에는 시공공정, 시공설비, 선형 관리, 시공 중 조사, 작업장 배치, 버력처리, 운전 관리, 지보재 시공, 품질관리, 환경 및 안전 관리, 계측관리 등을 포함하는 TBM터널 시공계획서를 작성하여 공사 개시 전에 공사감독자에게 제출하여야 한다.
 - ③ 수급인이 굴착공법으로 쉴드(shield)공법을 적용하기 위해서는 선형, 지질조건, 단면형상, 경제성, 시공공정, 세그먼트(segment)의 품질관리 등을 검토한 쉴드터널 시공계획서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

3.1.5 미진동 굴착

- (1) 굴착을 진행할 터널 주변에 보안물건이 존재하여 발파 등을 이용한 정상적인 굴착작업을 진행할 수 없는 경우, 수급인은 진동 및 소음을 최소화할 수 있는 방안을 제시하여야 한다. 이 경우 수급인은 진동 및 소음에 의한 영향평가를 실시하고, 현장여건과 주변상황을 충분히 고려하여 미진동 굴착구간 및 공법을 제시하여야 한다.
- (2) 수급인이 미진동 파쇄기나 유압 장비 등을 이용하는 미진동 굴착방법을 적용하고자 할 때에는 굴착작업 전 장비 사양 등을 포함한 시공계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.1.6 발파굴착

3.1.6.1 일반 및 발파계획

- (1) 일반 및 발파계획은 KCS 27 20 00 (3.3.4)에 따른다.

3.1.6.2 폭약 및 뇌관의 취급, 관리

- (1) 폭약 및 뇌관의 수령과 운반은 반드시 관련 자격을 보유한 기술자가 하여야 하며, 1일 사용량 이상을 초과하여 수령하여서는 안 된다.

- (2) 폭약과 뇌관은 각각 별도로 보관하고, 잔여량은 반드시 반납하여야 한다.
- (3) 화약류 취급소(화약고 포함)는 총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률에 제시되어 있는 화약류 취급소 설치기준에 따라 설치계획을 수립하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 관리책임자를 선임하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리하여야 한다.
- (4) 발파장소에서의 화약류 운반은 관련규정에 제시되어 있는 소정의 용기 및 운송방법에 준하여 지명된 작업원만이 수행하여야 한다.

3.1.6.3 발파로 인한 지반진동 측정

- (1) 발파로 인한 지반진동 측정은 KCS 27 20 00 (3.3.5)에 따른다.

3.1.6.4 천공

- (1) 천공은 KCS 27 20 00 (3.3.7(2) ~ (4))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 천공은 점보드릴 등을 이용한 기계천공으로 하여야 하나, 현장여건 및 시공성, 경제성 등을 검토하여 인력천공도 가능하며, 천공방법에 관한 자료는 공사감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.
- (3) 천공은 굴착면적, 굴착폭 및 굴착높이를 확보할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.
- (4) 외곽공은 필요단면을 확보하고 여굴이 최소가 되도록 천공하여야 한다.

3.1.6.5 장약 및 뇌관 연결

- (1) 장약 및 뇌관 연결은 KCS 27 20 00 (3.3.8)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 장약은 발파패턴도에 정하여진 순서에 따라 안전하게 시행하여야 한다.
- (3) 장약은 일일 발파계획에 의한 천공작업이 완료된 후 실시하여야 한다.
- (4) 화약류를 운반할 때에는 수불순서 및 방법 등을 관련법규에 따라 정하고, 운반량은 천공배치와 장약량을 조사하여 과부족이 없도록 하여야 한다.
- (5) 장약 작업을 할 때에는 반드시 각종 기구류를 사용하여 점검하고, 순서에 따라 장약을 실시하여야 한다.
- (6) 뇌관형식은 발파 안전성 확보를 위해 비전기뇌관 사용을 원칙으로 한다. 단, 막장부의 공내 뇌관을 제외한 기타 연결용 뇌관의 경우 시험성적서 등 객관적인 증빙자료를 통해 누설전류 등에 대한 안전성 확보가 가능하다고 판단되는 특수 전기뇌관의 경우 공사감독자 확인 후 사용할 수 있다.
- (7) 장약을 할 때에는 작업에 불필요한 모든 전동기 동력선을 전원으로부터 단절하고, 필요한 전력선에 대해서는 누전 차단장치를 설치하여야 한다.
- (8) 전기식 뇌관을 사용할 때 발파모선은 완전 절연이 가능한 것을 사용하여야 하고 전기선로, 기타 대전의 우려가 있는 곳으로부터 완전히 격리시켜야 한다.
- (9) 점화기에 접하는 발파모선의 단말은 점화할 때 이외에는 점화기로부터 분리시켜야 한다.
- (10) 뇌관을 사용할 경우에는 제품에 따른 안전수칙을 준수하여야 한다.

3.1.6.6 발파

- (1) 발파는 발파책임자의 지휘 하에 시행하여야 한다. 발파책임자는 다음 사항을 수행하여야 한다.
 - ① 위험구역, 대피장소 및 경로 지정
 - ② 점화장소 지정 및 발파예고, 점화, 해제 등의 각종 신호 및 경보 결정
 - ③ 점화자 지정
 - ④ 위험구역 표지 및 감시원 배치
 - ⑤ 결선상태 확인
- (2) 수급인은 발파를 시행하기 전에 이미 설치된 지보재 및 계측기에 대한 방호를 철저히 하여 비산석 등에 의한 손상이 발생되지 않도록 하여야 한다.
- (3) 양방향에서 터널을 굴착할 경우 관통이 가까워졌을 때에는 상호 긴밀한 연락 하에 발파작업을 시행하여야 한다.
- (4) 발파책임자는 작업원의 대피상황을 최종적으로 점검하여야 하며, 횡갱 등이 있는 경우에는 횡갱으로 작업원이 안전하게 대피할 수 있도록 유도하는 등 안전대책을 수립하여야 한다.
- (5) 안전사고에 대비하여 발파 후에는 필요한 시간(비전기뇌관을 사용한 경우 15분 이상, 전기뇌관을 사용한 경우 5분 이상)이 경과한 다음에 막장에 접근하여야 하며, 불발 장약공 및 잔류폭약의 유무를 점검하고 잔류폭약의 제거 등 필요한 조치를 취하여야 한다.
- (6) 발파할 때에는 필요에 따라 자동기록이 가능한 발파진동 측정기를 설치하여 진동을 측정하여야 하며, 측정결과가 진동 허용기준 이내에 있는지를 확인하여야 한다.
- (7) 발파할 때에는 모든 작업원 및 주변 주민에게 발파를 알리는 사이렌 경보를 하여야 하며 필요할 때 주민대피, 교통통제, 가축대피 등을 실시하여야 한다.
- (8) 발파가 끝난 직후에는 신속한 환기가 되도록 하여야 한다.

3.1.6.7 낙반 및 여굴 처리

- (1) 낙반 및 여굴 처리는 KCS 27 20 00 (3.4.1), (3.5.1)에 따른다.

3.1.6.8 뜬돌 처리

- (1) 이완된 암괴 및 암편 등의 불안정한 돌은 상해사고의 원인이 되므로 막장면, 측벽부, 천장부 등을 세밀하게 점검하여 불안정한 돌을 제거하여야 한다.
- (2) 분할발파할 때 뜬돌의 처리는 KCS 27 20 00 (3.5.2)에 따른다.

3.1.6.9 발파영향 규제

- (1) 발파는 기존 구조물에 손상을 입히지 않도록 시행하여야 하며, 진동속도가 허용기준값을 초과하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 대상 시설물 위치에서의 발파진동 허용값은 진동속도를 기준으로 하여 표 3.1-1과 같이 적용한다. 단, 주요 구조물이나 민가가 없는 교외지에서는 본 허용기준 이상의 값을 적용할 수 있다.
- (3) 발파작업 시작 전에 시험발파를 실시하여 발파진동 수준을 측정하여야 하며, 측정결과가 허용 진동수준을 초과할 경우에는 발파패턴 및 발파방법을 조절하여 진동수준을 허용기준값 이내까지 감소시켜야 한다.

- (4) 가축사육장, 양식장, 정밀 기계공장 등에 대한 인접 발파의 경우에는 해당 전문가의 자문이나 설계기준, 적용 사례 등을 고려한 발파진동 허용기준치를 선정하여 허용기준치 이내가 되도록 조치하여야 한다. 또한, 갱구부 구간에서 발파소음이 허용기준치를 초과할 가능성이 있을 경우에는 갱문 방음시설 등을 설치하여 저감대책을 수립하여야 한다.

표 3.1-1 발파진동에 대한 허용기준(PPV)

구분	가축류 등	문화재 및 진동 예민 구조물	가옥(조적)	가옥(RC조)	공업용 건물	철골 구조
발파진동속도 (PPV, cm/s)	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	5.0

- (5) 발파진동 측정기는 발파진동의 주 주파수 범위인 2 ~ 500 Hz에 적합한 것을 사용하여야 하며, 정밀분석이 필요한 경우에는 주파수 분석이 가능하도록 시간이력을 기록할 수 있는 것을 사용하여야 한다.
- (6) 대상 시설물에 대한 진동측정은 발파원으로부터 가장 근접한 위치의 시설물 인접지반에서 측정하는 것을 원칙으로 하며, 시설물의 구조상 진동의 증폭이 예상되는 경우에는 반응이 가장 크게 나타나는 시설물 부위에서도 진동을 측정하여야 한다.
- (7) 발파진동의 측정빈도는 다음의 기준을 적용하여야 하며, 현장의 작업여건이나 입지여건에 따라 공사감독자가 확인하여 이를 조정할 수 있다.
- ① 시험발파와 발파패턴 변경할 때에는 발파효과와 발파진동값이 관리기준에 도달할 때까지 매 발파마다 측정한다.
 - ② 일상적 발파작업이 이루어질 경우에도 주 1회 정도 측정을 실시하여 발파작업의 효과확인 과 작업원에 대한 안전의식을 반복적으로 확인 · 점검하여야 한다.
 - ③ 보호대상 시설물에 대해서는 발파진동 영향권을 통과할 때까지 매 발파마다 진동값을 측정하여야 한다.
- (8) 발파지점 주변 거주민의 생활공해 방지를 위한 기준은 환경부 제정 진동과 소음에 관한 규정을 준용한다.
- (9) 굴착 진행 중 발파진동값이 허용기준을 초과할 경우, 수급인은 저폭속의 폭약 사용, 다단발파의 적용, 지발당 장약량의 제한, 심발발파 방법의 조정, 발파방식의 변경 및 진동 전파방지 방법 등을 활용하여 진동값이 허용기준 이내가 되도록 조치하여야 한다.

3.1.6.10 현장 품질관리

- (1) 현장 품질관리는 KCS 27 20 00 (3.6)에 따른다.

3.2 버력처리 및 운반

3.2.1 시공일반

- (1) 버력처리 및 운반 시공일반은 KCS 27 20 00 (1.11)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.

- (2) 버력을 적재할 때에는 안전에 유의하고, 기 설치된 지보재나 가설설비 등을 손상시키지 않도록 하여야 한다.

3.2.2 버력 처리장비

- (1) 버력처리를 위한 장비조합은 굴착단면의 크기, 1회 굴진 당 버력 발생량 및 각 장비의 처리능력을 고려하여 결정하되 사전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2.3 버력 적재작업

- (1) 버력 적재 중에는 위험구역을 정하여 해당 작업원 이외의 출입을 금지하고, 필요한 조명과 환기시설을 설치하여야 한다.
- (2) 운반 중에 버력이 떨어지지 않도록 적재함에는 덮개를 씌우고 무리한 적재를 하지 않아야 한다. 단, 터널 내에 버력을 운반하는 경우에는 덮개를 씌우지 않을 수 있다.
- (3) 작업구에서의 버력처리 시에는 안전신호에 의한 관리체계가 이루어져야 하며, 상차장비 아래에서는 어떠한 작업행위도 이루어지지 않도록 조치하여야 한다.
- (4) 버력적재 작업은 반드시 발파 후 불안정한 돌 정리, 불발 및 잔류화약 제거, 환기 등 안전하게 적재작업을 할 수 있는 작업조건을 점검한 후 작업을 수행하여야 한다.

3.2.4 노면상태 및 운반차량

- (1) 터널 내 버력운반을 레일방식으로 시행하는 경우 궤도는 운반차량의 중량에 적합한 안전구조를 가져야 하며, 탈선 등의 장애가 생기지 않도록 궤도를 부설하고 보수를 하여야 한다. 타이어를 가진 차량을 이용하여 버력운반을 실시하는 경우에는 항상 양호한 노면이 유지되도록 배수 등에 주의하여 노면을 보수하여야 한다.
- (2) 버력 운반차량은 소정의 검사, 점검을 실시하고, 항상 정상적인 기능을 갖도록 정비하여야 한다.
- (3) 수급인은 버력 운반차량에 의한 배기가스에 유의하여 시공 중 환기대책을 강구하여야 한다.

3.2.5 운행관리

- (1) 버력 운반작업에 필요한 사항은 운행관리규정으로 정하고, 이를 통해 차량운행의 안전을 확보하여야 한다.
- (2) 수급인은 운전자, 유도원, 기타 관계자에게 안전운행에 관한 안전교육을 실시하고, 운행관리규정을 준수하도록 하여야 한다.

3.3 갯구부

3.3.1 갯문위치 및 형식

- (1) 갯문은 인접하는 구조물에 대한 영향, 비탈면 붕괴 등에 대한 대책을 검토한 후 위치를 결정하여야 한다.
- (2) 갯구부는 편측 경사, 급경사 및 대절토가 발생하지 않도록 하여야 하며, 자연경관 훼손을 최소화할 수 있도록 하여야 한다.

- (3) 갯문형식은 지형, 지질조건, 배수계획, 주변 환경과의 조화 등을 고려하여 결정하여야 한다.

3.3.2 갯구부 배수 처리

- (1) 굴착과 더불어 갯구부 주변 배수가 원활하게 이루어지도록 하여야 한다.
- (2) 터널 내 배수관이나 맨암거에서 유출되는 물이 집수정을 통하여 원활하게 배수되도록 계획하여야 한다.

3.3.3 갯구부 보강

- (1) 휨모멘트와 인장력이 작용하는 갯구부 콘크리트 라이닝의 일정구간을 철근 등으로 보강하여야 한다.
- (2) 갯구부는 특히 비탈면 붕괴, 지표침하, 지내력 부족 및 장래 유지관리 측면을 고려한 적절한 시공방법을 제시하여 공사감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.
- (3) 갯구부를 시공할 때 이상이 생긴 경우는 신속히 필요한 대책을 강구하여야 한다.

집필위원	분야	성명	소속
		김낙영 홍승철 박아론	한국도로공사

자문위원	분야	성명	소속
	터널	김시격	(주)다산건설턴트

건설기준위원회	분야	성명	소속
	지반	김제경	경동엔지니어링
	지반	김기석	(주)희송지오텍
	지반	김동민	(주)한국종합기술
	지반	박이근	(주)지오알앤디
	지반	최재희	(주)이산
	지반	김운형	(주)다산건설턴트
	지반	한상재	(주)지구환경전문가그룹
	지반	이규환	건양대학교
	지반	최용규	경성대학교
	터널	최원일	한국철도시설공단
	터널	김상환	호서대학교
	터널	김대홍	서울시립대학교
	터널	이용주	서울과학기술대학교
	터널	최항석	고려대학교

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	문성호	서울과학기술대학교
	황주환	(주)동일기술공사
	이태옥	(주)평화엔지니어링
	신수봉	인하대학교
	김광수	(주)신성엔지니어링
	배규진	한국건설기술연구원
	추진호	한국시설안전공단

국토교통부	성명	소속	직책
	이용욱	국토교통부 도로정책과	과장
	이윤우	국토교통부 도로정책과	사무관

고속도로공사 전문시방서
EXCS 27 20 00 : 2018

터널 굴착

2018년 6월 발행

소관부서 국토교통부

관련단체 한국도로공사
(39660) 경상북도 김천시 혁신8로 77 한국도로공사
☎ 1588-2504(대표)
<http://www.ex.co.kr>

작성기관 한국도로공사 도로교통연구원
(18489) 경기도 화성시 동부대로 922번길 208-96
☎ 031-8098-6044(품질시험센터)
<http://www.ex.co.kr/research>

국가건설기준센터
(10223) 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444
<http://www.kcsc.re.kr>