

SMCS 27 20 10 : 2018

굴착 공법

2018년 05월 03일 개정

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



서울특별시 전문시방서 제·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.

전문시방서 제·개정 연혁

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

전문시방서 (분야 및 코드)	주요내용	제·개정 (년.월)
토목분야	• 총칙, 측량 및 지반조사, 지반개량공사, 토공사, 말뚝공사, 콘크리트공사, 상·하수도공사, 강구조물공사, 교량가설 및 부대공, 도로 및 포장공사, 터널공사, 하천공사, 기타공사 등 토목분야 관련 서울특별시 전문시방서 제정	제정 (2000.04)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2002.06)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2004.11)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2006.09)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2009.07)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2014.12)
SMCS 27 20 10 : 2018	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	개정 (2018.05)

제 정 : 2000 년 04 월 29 일

개 정 : 2018 년 05 월 03 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 서울특별시 기술심사담당관

관련단체 (작성기관) : 서울특별시 (주) 유신, (주) 조우엔지니어링종합건축사사무소)

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	2
1.4 공사기록서류	2
1.5 작업의 연속성	2
2. 자재	2
2.1 재료	2
3. 시공	2
3.1 작업준비	2
3.2 시공기준 및 시공 일반사항	3
3.3 시공 허용오차	6
3.4 보수 및 재시공	7
3.5 굴착 기록관리	7
3.6 현장 품질관리	7

굴착 공법

1. 일반사항

1.1 적용 범위

- (1) 터널굴착의 적용 범위는 KCS 27 20 00 (1.1)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.
 - ① KCS 27 20 00 (1.1.1)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)~(4)항을 추가하여 적용한다.
 - ② KCS 27 20 00 (1.1.2)에서 명시된 항목 외에 다음 (5)~(7)항을 추가하여 적용한다.
- (2) 인력굴착방법을 적용할 수 없는 견고한 지반에서 기계 또는 발파에 의한 굴착을 채택하기 어려운 경우에는 압력에 의한 파쇄굴착방법을 적용한다.
- (3) 절리가 심하게 발달한 암반이나 토사 지반에는 쇼벨, 브레이커 등의 기계굴착을 적용한다.
- (4) 기계굴착은 인력이나 발파에 의존하지 않고, 기계로 굴착하는 방법으로 지반의 이완을 최소화하고 굴진면의 안정을 유지하여야 하며 여굴이 적게 발생하도록 하여야 한다.
- (5) 발파공법은 터널굴착 단면의 크기 및 모양, 암질, 암반내의 절리, 용출수, 터널 주변 환경, 발파진행장, 터널공기, 천공장비 및 버력처리장비, 폭약 및 뇌관의 종류, 지반조건, 터널연장, 1발파 사이클타임 등을 고려하여 시험발파를 실시한 후 가장 효율적이고 안전한 방법을 선정하여야 한다.
- (6) 발파공법은 천공위치, 천공방향, 천공각도가 정확하도록 천공하고 여굴이 많이 발생하지 않는 제어발파(Smooth blasting) 공법 등을 고려하되 현장조건에 적합한 발파공법을 선정하여야 한다.
- (7) 터널굴착 시공성, 안전성, 품질관리, 경제성을 고려하여 안전하고 확실한 공법을 선정해야 한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

- (1) 굴착 공법의 관련 법규는 KCS 27 20 00 (1.3.1)에 따른다.

1.2.2 관련 기준

- (1) 굴착 공법의 관련 기준은 KCS 27 20 00 (1.3.2)에 따르며, 추가사항은 다음과 같다.
 - KCS 27 20 00 터널 굴착
 - KS M 4803 전기 뇌관
 - KS M 4804 산업 폭약
 - KS M 4807 공업 뇌관

- KS M 4808 도화선
- KS M 4811 도폭선
- KS M 4812 함수 폭약

1.3 용어의 정의

- (1) 굴착 공법의 용어의 정의는 KCS 27 20 00 (1.5)에 따른다.

1.4 공사기록서류

- (1) 굴착 공법의 공사기록서류는 KCS 27 20 00 (1.9)에 따른다.

1.5 작업의 연속성

- (1) 굴착 공법 작업의 연속성은 KCS 27 20 00 (1.14)에 따른다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 화약류의 취급 및 관리

- (1) 굴착 공법의 화약류 취급 및 관리는 KCS 27 20 00 (2.1.1)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.
- ① KCS 27 20 00 (2.1.1)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)~(4)항을 추가하여 적용한다.
 - (2) 터널 굴착단면 크기, 원지반의 지질, 발파공법 등에 따라 폭약 및 뇌관을 선정하여 사용하여야 한다.
 - (3) 폭약류는 KS M 4804, KS M 4812, 에멀전 폭약의 재질을 사용하여야 하고, 뇌관류는 KS M 4803, 비전기뇌관, 전자식뇌관, KS M 4807, KS M 4808, KS M 4811의 재질을 사용하여야 한다.
 - (4) KS M 4804, KS M 4812 및 KS M 4803, KS M 4807, KS M 4808, KS M 4811 기준에 따라 생산된 화약류인지를 확인하여야 한다.

2.1.2 뇌관 사용과 관리

- (1) 굴착 공법의 뇌관 사용과 관리는 KCS 27 20 00 (2.1.2)에 따른다.

3. 시공

3.1 작업준비

- (1) 굴착 공법의 작업준비는 KCS 27 20 00 (3.2)에 따른다.

3.2 시공기준 및 시공 일반사항

3.2.1 기계굴착의 적용

(1) 굴착 공법의 기계굴착 적용은 KCS 27 20 00 (3.3.1)에 따른다.

3.2.2 굴착기계의 선정

(1) 굴착 공법의 굴착기계 선정은 KCS 27 20 00 (3.3.2)에 따른다.

3.2.3 굴착기계의 운전

(1) 굴착 공법의 굴착기계 운전은 KCS 27 20 00 (3.3.3)에 따른다.

3.2.4 발파굴착의 일반

(1) 굴착 공법의 발파굴착은 KCS 27 20 00 (3.3.4)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.

- ① KCS 27 20 00 (3.3.4)에서 명시된 항목 외에 다음 (2), (3)항을 추가하여 적용한다.
- ② KCS 27 20 00 (3.3.4)에서 (6)항은 다음 (4)항과 같이 적용한다.
- ③ KCS 27 20 00 (3.3.4)에서 명시된 항목 외에 다음 (5)~(8)항을 추가하여 적용한다.

(2) 발파계획 시에는 설계서를 기준하여 터널 현장조건, 시공성, 안정성, 경제성을 고려한 발파공법을 선정하고 이에 따른 발파계획을 수립하여 검토한 후 발파작업을 하여야 한다.

(3) 발파계획을 변경하고자 할 경우에는 변경계획서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아 변경하여야 한다.

(4) 발파는 반드시 화약류관리 보안책임자의 감독 하에 진행되어야 하며, 작업원 대피를 확인한 후 점화하여야 한다.

(5) 전기발파는 반드시 화약류취급 책임자가 결선착오, 결선누락, 회로단절 등 이상 유무를 점검하여야 하며, 도통(導通)시험을 하여 이상 유무를 확인하여야 한다.

(6) 비전기식 뇌관 사용을 원칙으로 하며, 전기식 뇌관을 사용할 경우에는 안전수칙을 사전에 수립하여 터널 내 발파로 인한 사고가 발생하지 않도록 해야 한다.

(7) 발파 후 발파가스 환기 전에는 작업자의 굴진면 접근을 금지하여야 한다.

(8) 수급인은 반드시 총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률을 준수하고 자격 있는 기술자를 책임자로 하여 안전하게 발파작업을 하여야 하며 화약류 안전관리를 철저히 하여야 한다.

3.2.5 파쇄굴착의 계획

(1) 터널주변에 주택지나 주요구조물, 공공건물, 병원, 학교, 목장 등 주변 환경으로 인하여 진동과 소음을 최소화 할 필요가 있을 경우 파쇄 굴착 작업계획을 작성하여 검토한 후 굴착하여야 한다.

- (2) 파쇄굴착 계획을 변경하고자 할 경우에는 변경계획서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아 변경하여야 한다.

3.2.6 발파로 인한 지반진동 측정

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

3.2.7 발파진동기준 및 관리

- (1) 굴착 공법의 발파진동기준 및 관리는 KCS 27 20 00 (3.3.6)에 따른다.

3.2.8 천공

- (1) 굴착 공법의 천공은 KCS 27 20 00 (3.3.7)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.
 - ① KCS 27 20 00 (3.3.7)에서 (1)항은 다음 (2)항과 같이 적용한다.
 - ② KCS 27 20 00 (3.3.7)에서 명시된 항목 외에 다음 (3)~(5)항을 추가하여 적용한다.
- (2) 천공기계는 암질, 터널단면의 크기, 형상, 연장, 굴착공법, 발파계획, 버력 처리방법, 공사기간 등을 고려하여 선정하여야 하며 로드(Rod)와 비트(Bit)는 천공기계, 암질 등에 적합한 것을 사용하여야 한다.
- (3) 천공 시에는 1 발파 당 천공수와 천공 길이, 천공위치, 천공방향, 천공각도, 착암기의 비트 크기 등 발파패턴에 맞추어 정확하게 천공하여야 한다.
- (4) 천공하기 전 다음사항을 반드시 확인하여 안전하게 천공작업을 하여야 한다.
 - ① 터널중심위치 및 굴착단면크기
 - ② 굴진면 점검
 - ③ 뜬 돌 제거
 - ④ 잔류폭약 제거 및 회수
- (5) 수급인은 천공 중 발생하는 용출수, 가스분출, 지질변화 등을 주의하여야 하며 예상보다 심할 경우는 다음과 같은 응급조치를 취한 후 발파패턴을 재검토하여 천공하여야 한다.
 - ① 용출수 개소에는 배수펌프 설치
 - ② 가스분출 시에는 가스배출설비 설치
 - ③ 심한 지질변화 시에는 발파패턴 재검토

3.2.9 장약 및 뇌관 연결

- (1) 굴착 공법의 장약 및 뇌관 연결은 KCS 27 20 00 (3.3.8)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.
 - ① KCS 27 20 00 (3.3.8)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)~(10)항을 추가하여 적용한다.

- (2) 발파계획에 따라 심빼기, 측벽부, 천장부, 바닥부, 중간부별로 천공한 1구멍당 장약량을 산정하여 장전하여야 한다.
- (3) 장약량은 발파패턴에 의해 여러 차례 시험 발파하여 얻어진 자료를 기초로 산정하여야 한다.
- (4) 전기뇌관은 발파모선 및 보조선의 저항을 측정하고 발파기와 같이 갱외에서 시험 발파하여 불발 등 안전성을 확인한 후 장전 발파하여야 한다.
- (5) 전기뇌관 각선의 결과 모선의 연결부가 단락 또는 누전으로 불발할 수 있으므로 비닐테이프, 방수캡 등으로 결선 및 연결부를 절연 방호하여야 한다.
- (6) 갱내 화약 운반량을 1 발파 당 소요량의 과부족이 없도록 미리 조사하여 준비하여야 한다.
- (7) 수급인은 관계법규에 따라 화약류 취급자를 선정하여 갱내운반 및 장전하도록 하여야 한다.
- (8) 전기뇌관을 사용할 경우에는 다음 사항을 준수하여야 한다.
 - ① 반드시 누설전류 탐지기, 도선연결 시험기, 다짐봉 등 소정의 기구류를 사용하여 점검하고 순서에 따라 작업을 실시하여야 한다.
 - ② 미주(迷走)전류, 누설전류, 정전기의 유무 및 크기를 측정하여 안전여부를 확인하여야 한다.
 - ③ 작업에 불필요한 모든 전동기 동력선은 전원으로부터 단절하고 필요한 전력선은 누전 차단장치를 설치하여야 한다.
 - ④ 발파모선은 완전 절연이 가능한 것을 사용하여야 하고 전기선로, 기타 대전의 우려가 있는 곳으로부터 완전히 격리시켜야 한다. 점화기에 접하는 발파모선의 단말은 점화 시 이외에는 점화기로부터 분리시켜야 한다.
- (9) 장약은 발파패턴도에 정해진 순서에 따라 안전하게 시행하여야 한다.
- (10) 비전기식 뇌관과 전자식 뇌관을 사용할 경우는 제품에 따른 안전수칙을 준수하여야 한다.

3.2.10 발파 후 낙석예방

- (1) 화약류 취급 책임자는 발파 후 불발 및 잔류화약을 제거하고 다음 작업팀이 접근하기 전에 반드시 굴진면 상태를 조사하여 낙석우려가 있는 뜯 돌을 제거하는 등 굴진면 안전관리를 점검하여야 한다.
- (2) 수급인은 발파 후 낙반 및 과다 여굴이 발생하였을 때에는 그 상태를 측정하고 보강공법과 보강 재료의 선정 등 작업계획을 수립하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 보강하여야 한다.
- (3) 보강작업 시 뒤채움의 경우 이물질이 혼입되거나 공극 또는 공동이 발생하지 않도록 슛크리트를 타설하여 뒤채움을 철저히 하여야 한다.
- (4) 터널 내 단층 및 파쇄대가 있을 경우나 지하수로 인해 낙석이나 붕괴가 발생하지 않도록 굴진면을 안전하게 보강한 후 발파작업을 하여야 한다.

3.2.11 발파 시 경보 및 대피

(1) 굴착 공법의 발파 시 경보 및 대피는 KCS 27 20 00 (3.3.9)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.

① KCS 27 20 00 (3.3.9)에서 (2), (3)항은 다음 (2)항과 같이 적용한다.

(2) 발파 책임자는 다음 사항을 수행하여야 한다.

- ① 위험구역, 대피장소 및 경로지정
- 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

3.2.12 버력의 적재 및 운반

(1) 굴착 공법의 버력 적재 및 운반은 KCS 27 20 00 (3.3.10)에 따른다.

3.2.13 버력 운반기기 운전

(1) 굴착 공법의 버력 운반기기 운전은 KCS 27 20 00 (3.3.11)에 따른다.

3.2.14 안전시설

- (1) 안전한 굴착작업을 위하여 터널 내 환기시설, 조명시설, 배수로 등의 안전시설을 하여야 한다.
- (2) 발파작업 시 고무판, 가마니 등을 확보하여 암석의 비산방지대책을 수립, 시행하여야 한다.
- (3) 모든 안전시설에 대해서는 관리자를 두어 제 기능을 발휘하도록 유지, 보수하여야 한다.

3.3 시공 허용오차

3.3.1 여굴 시공 허용오차

(1) 굴착 공법의 여굴 시공 허용오차는 KCS 27 20 00 (3.4.1)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.

① KCS 27 20 00 (3.4.1)에서 명시된 항목 외에 다음 (2), (3)항을 추가하여 적용한다.

- (2) 갱구부근에 소규모의 단층대가 존재하는 경우 단층 부근에 모여 있는 지하수가 터널굴착에 따른 토압균형의 붕괴에 따라 지질적 약점인 단층부를 밀어 무너뜨릴 가능성이 있으므로 이러한 지역은 화약량을 줄이고 굴착작업에 세심한 주의를 하여야 한다.
- (3) 터널 내 일부구간에 단층과쇄대가 존재하는 경우에는 발파 후에 낙석이 생길 우려가 있으므로 굴진면 안정대책을 위한 보강공법을 검토하여야 한다.

3.4 보수 및 재시공

3.4.1 낙반 및 여굴 처리

(1) 굴착 공법의 낙반 및 여굴 처리는 KCS 27 20 00 (3.5.1)에 따른다.

3.4.2 뜯돌 처리

(1) 굴착 공법의 뜯돌 처리는 KCS 27 20 00 (3.5.2)에 따른다.

3.5 굴착 기록관리

3.5.1 파쇄굴착 기록관리

- (1) 파쇄굴착 작업순서와 작업 사이클타임, 1일 굴진실적, 굴진부진 시 부진사유 등을 매일 기록, 관리하여야 한다.
- (2) 소음 및 진동 측정기를 공사작업장에 설치하여 매일 측정하고 기록, 관리하여야 한다.

3.5.2 기계굴착 기록관리

- (1) 기계굴착 작업순서와 작업 사이클타임, 1일 굴진실적, 굴진부진 시 부진사유 등을 매일 기록, 관리하여야 한다.

3.6 현장 품질관리

- (1) 굴착 공법의 현장 품질관리는 KCS 27 20 00 (3.6)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.
 - ① KCS 27 20 00 (3.6)에서 명시된 항목 외에 다음 (2), (3)항을 추가하여 적용한다.
- (2) 파쇄굴착 품질관리
 - ① 설계서에 따라 확인하고, 품질관리를 하여야 한다.
- (3) 기계굴착 품질관리
 - ① 설계서에 따라 확인하고, 품질관리를 하여야 한다.

집필위원	분야	성명	소속
	총괄	장영일	(주)유신
	토목	김지홍	(주)유신
	토목	최재원	(주)유신
	토목	강태진	(주)유신
	토목	박준승	(주)유신

자문위원	분야	성명	소속
	토목시공	구재동	한국건설기술연구원
	토목구조	원종진	(주)한국종합기술
	토질 및 기초	이상환	(주)건화
	상·하수도	조현석	(주)KG엔지니어링종합건축사사무소
	도로	황주환	(주)동일기술공사

건설기준위원회	분야	성명	소속
	터널	김낙영	도로교통연구원
	터널	김대홍	서울시립대학교
	터널	김상환	호서대학교
	터널	김시격	(주)다산컨설팅
	터널	김홍문	(주)평화엔지니어링
	터널	선영완	(주)하경엔지니어링
	터널	이승오	홍익대학교
	터널	전석원	서울대학교
	터널	최원일	일반철도처
	터널	최해준	(주)동명기술공단
	터널	황제돈	(주)에스코컨설팅

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	김 영 근	(주) 건 화
	김 영 환	한국시설안전공단
	서 경 숙	(주) 청우이엔지
	성 배 경	한국건설교통기술협회
	이 태 옥	(주) 평화엔지니어링
	조 의 섭	동부엔지니어링 (주)
	최 창 식	한양대학교

서울특별시	성명	소속	직책
	김 홍 길	기술심사담당관	과 장
	조 임 남	기술심사담당관	토목심사팀장
	양 은 철	기술심사담당관	사무관
	유 현 선	기술심사담당관	주무관
	김 석 기	기술심사담당관	주무관

서울특별시 전문시방서
SMCS 27 20 10 : 2018

굴착 공법

2018년 05월 03일 발행

소관부서 서울특별시 기술심사담당관

관련단체 서울특별시

(작성기관) (주)유 신
06252 서울특별시 강남구 역삼로 4길 8 (역삼동)
☎ 02-6202-0114 E-mail : webmaster@yooshin.com
<http://www.yooshin.com>

(주) 조우엔지니어링종합건축사사무소
05707 서울특별시 송파구 양재대로 62길 19 (가락동)
☎ 02-406-0332 E-mail : jowooeng@daum.net

서울특별시
04524 서울특별시 중구 세종대로 110
☎ 02-120
<http://www.seoul.go.kr>