KCS 11 00 00 : 2018

지반공사

2018년 8월 3일 개정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

지반공사기준 체계

KCS 11 10 00 지반공사 일반	
KCS 11 10 05 지반공사 일반사항	`18.08
KCS 11 10 10 시공중 지반조사	`18.08
KCS 11 10 15 시공중 지반계측	`18.08
KCS 11 20 00 토공사	
KCS 11 20 05 벌개제근 및 표토제거	`18.08
KCS 11 20 10 땅갉기(절토)	`18.08
KCS 11 20 15 터파기	`18.08
KCS 11 20 20 흙쌓기(절토)	`18.08
KCS 11 20 25 퇴메우기 및 뒤채움	`18.08
KCS 11 20 30 사토 및 잔토처리	`18.08
KCS 11 30 00 연약지반 개량공사	
KCS 11 30 05 연약지반개량공사 일반사항	`18.08
KCS 11 30 10 치환공	`18.08
KCS 11 30 15 수평배수공	`18.08
KCS 11 30 20 연직배수공 및 선행재하	`18.08
KCS 11 30 25 지하수위 저하공	`18.08
KCS 11 30 30 고결공	`18.08
KCS 11 30 35 다짐공	`18.08
KCS 11 30 40 경량재 쌓기공	`18.08
KCS 11 30 45 지반 그라우팅	`18.08
KCS 11 40 00 배수공사	
KCS 11 40 05 철근콘크리트 암거	`18.08
KCS 11 40 10 파형강판 암거	`18.08

KCS 11 40 15 배수관	`18.08
KCS 11 40 20 지하배수	`18.08
KCS 11 40 25 노면배수	`18.08
KCS 11 40 30 비탈면 배수	`18.08
KCS 11 40 35 시공할 때의 배수	`18.08
KCS 11 44 00 공동구	`18.08
KCS 11 50 00 기초공사	
KCS 11 50 05 얕은기초	`18.08
KCS 11 50 10 현장타설 콘크리트말뚝	`18.08
KCS 11 50 15 기성말뚝	`18.08
KCS 11 50 20 널말둑	`18.08
KCS 11 50 25 케이슨기초	`18.08
KCS 11 50 30 특수기초	`18.08
KCS 11 50 35 말뚝재하시험	`18.08
KCS 11 60 00 앵커공사	`18.08
KCS 11 70 00 비탈면 보강공사	
KCS 11 70 05 네일	`18.08
KCS 11 70 10 록볼트	`18.08
KCS 11 70 15 억지말뚝	`18.08
KCS 11 73 00 비탈면 보호공사	
KCS 11 73 05 격자블록 및 돌(블록)붙이기	`18.08
KCS 11 73 10 콘크리트 뿜어붙이기	`18.08
KCS 11 73 15 비탈면녹화	`18.08
KCS 11 75 00 낙석 · 토석대책시설	
KCS 11 75 05 낙석방지망	`18.08
KCS 11 75 10 낙석방지울타리	`18.08

KCS 11 75 15 낙석방지옹벽	`18.08
KCS 11 75 20 피암터널	`18.08
KCS 11 75 25 토석류 대책시설	`18.08
KCS 11 80 00 옹벽공사	
KCS 11 80 05 콘크리트옹벽	`18.08
KCS 11 80 10 보강토옹벽	`18.08
KCS 11 80 15 돌망태옹벽	`18.08
KCS 11 80 20 기대기옹벽	`18.08
KCS 11 80 25 돌(블록) 쌓기 옹벽	`18.08

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 10 05 : 2016

지반공사 일반사항

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 터널 표준시방서, 공동구 표준시방서에서 지반공사 일반사항에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
터널공사표준시방서 및 동해설	• 산악지대에 건설되는 터널공사의 조사, 설계, 시공관련 설계의 일반 방침, 기준	제정 (1975.3)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
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)
터널표준시방서	• 터널설계기준과 터널표준시방서 분리, 개편, 보완	개정 (1999.4)
터널표준시방서	• 최신 설계 및 시공기술, 신자재 반영 • 환경친화적인 터널건설을 위한 기준 보완 • 시공 중 터널 붕락 등 재난에 대비한 시공관리 강화	개정 (2009.1)
터널표준시방서	• 기술·환경성 향상 및 품질확보를 위한 기술 반영 • 굴착현장 붕괴사고 방지 및 사회적 관심 사항 반영 • 타 기준과의 상충내용 정비 • 연구성과 반영 및 관련 민원 해소	개정 (2015.2)
KCS 11 10 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 10 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일
심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국지반공학회　　작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 용어의 정의 ····· 1
1.3 설계도서 검토 ····· 3
2. 자재 ····· 3
3. 시공 ····· 3

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 지반공사를 위한 것으로 지반공사는 도로, 철도, 댐, 하천, 교량, 터널, 방파제, 호안, 원자력 등 토목구조물, 농업생산기반시설, 건축구조물 및 공작물 등과 그 기능을 보조하는 부대시설(단지, 상하수도, 조경 등) 등의 건설 시 KDS 11 00 00을 토대로 구조물 건설을 위해 이루어지는 지반관련 공사인 토공사, 연약지반공사, 기초공사, 앵커공사, 옹벽공사, 비탈면공사, 가설흙막이공사, 굴착공사 등에 적용된다.

(2) 이 기준은 지반공사의 재료, 시공, 품질 등을 만족하기 위하여 요구되는 기본사항을 제시한 건설공사 시방기준이다.

(3) 이 기준의 규정을 기준으로 하여 각 공사별 공사시방서를 작성하여야 한다. 이 경우 이 기준을 준용하거나 해당 공사에 적합하도록 수정 가감할 수 있다.

(4) 이 기준에서 규정한 내용과 당해 공사시방서에서 규정한 내용이 서로 상이할 경우에는 당해 공사시방서의 규정 내용이 우선한다.

(5) 설계도서 간의 상호모순이 있을 경우에는 아래 순서에 따라 적용한다.

① 계약서
② 공사계약 일반조건 및 특수 조건
③ 공사시방서
④ 설계도면
⑤ 표준시방서 및 전문시방서
⑥ 입찰내역서

(6) 계약상대자는 이 기준을 포함한 설계도서의 내용이 관련법규 및 기준의 규정과 상호 상이할 경우는 관련법규 및 기준의 규정을 우선 준수하여야 한다. 참고할 수 있는 관련법규 및 기준은 다음과 같다.

① 관련 법규

관련 법규는 KDS 10 10 00 (4)에 따른다.

② 관련 기준

KDS 11 00 00 지반설계기준
KCS 11 00 00 지반공사
KCS 21 00 00 가설공사
KCS 24 00 00 교량공사
KCS 44 00 00 도로공사
KCS 47 00 00 철도공사

1.2 용어의 정의

- 토공사: 자연지형에 구조물 또는 시설물 건설을 위해 흙을 대상으로 하는 지반 형성 작업으로 그 내용은 터파기, 되메우기 및 다짐, 흙쌓기, 흙깎기, 잔토처리 등의 작업이다.

- 연약지반공사: 상부구조물을 지지할 수 없는 상태의 연약지반으로 건설될 구조물에 대해 안정성(지지력과 침하) 확보를 위해 시행되는 지반의 보강이나 개량 등의 공사이다.
- 기초공사: 구조물의 하중을 지반으로 전달시키는 역할을 하는 얕은기초와 깊은기초 구조물의 시공과 관련된 공사이다.
- 앵커공사: 흙막이벽 구조물 지지, 비탈면, 굴착 및 터널의 안정화, 구조물의 융기에 대해 저항 등의 용도로 사용되는 앵커의 시공과 관련된 공사이다.
- 옹벽공사: 자중으로 뒤채움재를 지지하는 콘크리트, 보강토, 돌망태공, 기대기, 돌쌓기 옹벽 등의 건설과 관련된 공사이다.
- 비탈면공사: 비탈면 안정을 위해 앵커, 네일, 옹벽, 배수 등의 공사가 필요시 부가적으로 요구되어지는 지반 깎기 또는 쌓기 등의 경사지형을 만드는 공사이다.
- 가설흙막이공사: 성토, 굴착 시 배면지반을 지지하는 가설흙막이 벽체의 안정적 시공과 관련된 공사이다.
- 굴착공사: 굴착면의 안정을 위해 필요시 가설흙막이공사가 수반되는 구조물의 기초나 지하구조물을 만들기 위해 소정의 모양으로 지반을 파내는 공사이다.
- 강널말뚝: 흙막이공사에서 토압에 저항하고, 차수 목적으로 수직으로 박아 설치한 맞물림 강재 널말뚝을 말한다.
- 버팀대: 흙막이벽에 작용하는 수평력을 지지하기 위하여 경사 또는 수평으로 설치하는 부재를 말한다.
- 소단: 비탈면의 안정성을 높이기 위하여 비탈면 중간에 설치된 수평면을 말한다.
- 록볼트: 암반 중에 정착하여 지반을 일체화 또는 보강하는 목적으로 사용하는 볼트 모양의 부재를 말한다.
- 소일네일: 벽체 형성을 위해 지반에 삽입하고 그라우팅하여 지지하는 철근, 봉재, 관재 등을 말한다.
- 엄지말뚝: 굴착 경계면을 따라 수직으로 설치되는 강제 말뚝으로서 흙막이판과 더불어 흙막이벽을 이루며 배면의 토압 및 수압을 직접 지지하는 수직 휨부재를 말한다.
- 지반앵커: 선단부를 양질지반에 정착시키고, 이를 반력으로 하는 흙막이벽 등의 구조물을 지지하기 위한 구조체로서 그라우팅으로 조성되는 앵커체, 인장부, 앵커머리로 구성되며, 영구 앵커와 가설(임시)앵커로 구분한다.
- 지하연속벽: 벤토나이트 안정액을 사용하여 지반을 굴착하고 철근망을 삽입한 후 콘크리트를 타설하여 지중에 시공된 철근 콘크리트 연속벽체를 말한다.
- 흙막이구조물: 공동구를 구축하기 위해, 토압에 견딜 수 있는 H형 철장 또는 I형 철강을 소정의 간격으로 타설 후, 그 사이에 흙막이판을 설치한 구조물 또는 강널말뚝, 지하연속벽 등의 구조물을 말한다.
- 개착공법: 자연비탈면 터파기, 흙막이, 물막이 등에 따라 지표에서 굴착하고 현장타설 공동구, 프리캐스트 공동구 등의 구조물을 구축한 후 되메움하는 일반적인 공법을 말한다.
- 공동구: 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조 제9호의 규정에 의한 공동구를 말하

며, 지하 매설물을 공동 수용함으로써 도시 미관의 개선, 도로구조의 보전 및 교통의 원활한 소통을 기하기 위하여 지하에 설치하는 시설물을 말한다.

1.3 설계도서 검토

(1) 수급인은 공사 착수 전에 설계도서를 면밀히 검토하고, 설계도서의 오류, 누락 등으로 공사가 잘못되거나 공기가 지연되는 일이 없도록 조치하여야 한다.

(2) 설계도서를 검토하고 아래와 같은 경우가 있으면 수급인은 검토의견서를 첨부하여 발주자에 통지하고 발주자의 해석 또는 지시를 받은 후에 공사를 시행하여야 한다.

① 설계변경사유가 있는 경우
② 협의 및 조정을 필요로 하는 경우
③ 설계도서대로 시공하는 것이 불가능한 경우
④ 공사기한 연기가 필요한 경우
⑤ 기타 하자 발생이 우려되는 사항이 있는 경우

2. 자재

(1) 공사용 자재 및 재료는 한국산업표준(KS) 품질기준에 적합하고, 가능한 한 친환경적인 것을 선정해서 사용하여야 한다.

(2) 한국산업표준(KS)에 명시되지 않은 각종 자재 및 재료는 구조물과 시설물의 설계에 요구되는 재료의 품질 및 성능 시험을 통과한 재료를 선정하여 사용하여야 한다.

3. 시공

내용 없음

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김기석	**㈜희송지오텍**	박재현	한국건설기술연구원
곽기석	한국건설기술연구원	정치광	㈜이원이엔지
김창현	㈜한국종합기술		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김태형	한국해양대학교	이재국	경동기술공사
박이근	㈜지오알앤디	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 10 05 : 2016

지반공사 일반사항

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 10 10 : 2016

시공 중 지반조사

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서, 도로공사 표준시방서, 터널 표준시방서를 중심으로 건축공사 표준시방서, 공동구 표준시방서, 항만 및 어항 표준시방서의 지반조사에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 지금까지의 명확하지 않고 산재, 상호중복 또는 상충되는 비탈면 관련 기준들을 유기적으로 통합함.	제정 (2006.4)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 정부의 저탄소 녹색성장의 기조 아래 다양한 현장여건과 최신기술 등을 반영할 수 있도록 개정.	개정 (2011.12)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
터널공사표준시방서 및 동해설	• 산악지대에 건설되는 터널공사의 조사, 설계, 시공 관련 설계의 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)
터널표준시방서	• 터널설계기준과 터널표준시방서 분리, 개편, 보완	개정 (1999.4)
터널표준시방서	• 최신 설계 및 시공기술, 신자재 반영 • 환경친화적인 터널건설을 위한 기준 보완 • 시공 중 터널 붕락 등 재난에 대비한 시공관리 강화	개정 (2009.1)
터널표준시방서	• 기술·환경성 향상 및 품질확보를 위한 기술 반영 • 굴착현장 붕괴사고 방지 및 사회적 관심 사항 반영 • 타 기준과의 상충내용 정비 • 연구성과 반영 및 관련 민원 해소	개정 (2015.2)
KCS 11 10 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 10 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일 개 정 : 년 월 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국지반공학회 작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 시행지침 ····· 1

1.3 계획수립 ····· 1

1.4 내용 및 결과 ····· 1

2. 조사 및 시험 ····· 1

2.1 지표지질조사 ····· 1

2.2 시추조사 ····· 2

2.3 물리탐사 및 검층 ····· 2

2.4 현장시험 ····· 2

2.5 실내시험 ····· 3

2.6 막장면(굴진면) 관찰조사 ····· 3

2.7 막장면(굴진면) 전방탐사 ····· 3

2.8 기타 ····· 3

3. 시공 ····· 3

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 도로, 철도, 댐, 하천, 교량, 터널, 방파제, 호안, 원자력 등 토목구조물, 농업생산기반시설, 건축구조물 및 공작물 등과 그 기능을 보조하는 부대시설(단지, 상하수도, 조경 등) 등의 안전하고 경제적인 시공을 위하여 설계단계 조사결과의 확인, 보완 또는 설계변경에 필요한 제반 자료를 제공하기 위해 실시하는 지반조사에 적용된다.

(2) 또한 시공 중 구조물의 변형이나 손상이 발생한 경우 또는 주변 환경의 변화로 구조물의 안전에 문제가 있는 경우에도 그 원인을 규명하고 대책을 수립하기 위해서도 시공 중 지반조사를 실시한다.

1.2 시행지침

(1) 기본적으로 KDS 11 10 10의 기준을 따른다.

(2) 시공 중이므로 현장 상황을 고려하여 조사가 진행되어야 하며, 필요 시 발주자에 보고하고 승인을 받아야 한다.

1.3 계획수립

(1) 기본적으로 KDS 11 10 10의 기준을 따른다.

(2) 시공 중이므로 현장 상황을 고려하여 조사 계획이 수립되어야 하며, 필요 시 발주자에 보고하고 승인을 받아야 한다.

1.4 내용 및 결과

(1) 기본적으로 KDS 11 10 10의 기준을 따른다.

(2) 시공 중 지반조사는 설계 시 지반조사 결과를 바탕으로 실시하며, 시추조사, 물리탐사, 현장 및 실내시험 등을 포함한다.

(3) 특수하게 요구되는 지반조사의 경우 발주자에 보고하고 승인을 받은 후 실시한다.

2. 조사 및 시험

2.1 지표지질조사

(1) 시공단계에서의 지표지질조사는 지형, 지반조사, 대상 비탈면의 공학적인 특성, 지반의 물성파악, 지하수 상황, 식생상태 및 단층파쇄대 여부, 산사태 발생 여부, 과거 붕괴가 많이 일어난 지역 또는 약한 암질로 이루어진 지역인지의 여부를 파악하기 위해 실시한다.

(2) 암석해머, 클리노컴파스, 프로파일 게이지, 고도계, 도면과 야장 등 간단한 도구를 사용하여 조사하는 방법 이외에 지구물리탐사, 지구화학탐사, 시추조사 등의 방법이 있으며 그 목적과 특성에 따라서 이러한 조사방법을 병행・실시한다.

(3) 비탈면의 형상, 규모, 지질상태, 불연속면 지하수 특성 등 제반특성을 조사하는 현황도(face mapping)를 기본으로 수행한다. 단, 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 토사비탈면이나 높이 5 m 미만의 암반비탈면의 경우 현황도 작성은 생략한다.

(4) 조사항목

① 지표지질조사의 조사항목은 정성적으로 표현되지만 불연속면의 방향성과 이들 자료를 종합적으로 판단하여 비탈면 안정성을 평가하는 기초자료로 활용한다.

② 지표지질 조사항목 중에서 사용빈도가 높은 것은 비탈면의 스케치, 전체적인 지질구조, 불연속면(단층, 절리, 암맥, 습곡 등)의 방향과 경사, 구조대의 방향과 연장성, 풍화정도 및 풍화특성, 지하수의 용수 여부 등이다

③ 불연속면에 대한 조사는 불연속면의 간격, 강도, 절리연속성, 절리거칠기, 절리틈새, 절리방향, 절리충전물, 절리군의 개수 등으로 표시되는데 암반 비탈면의 안정성 평가를 위해서는 충분히 정량적 또는 정성적으로 암반 내에 분포하는 절리의 공학적인 성질을 파악, 표현한다.

④ 지반조사 결과 단층 및 파쇄대 등 잠재 불연속면의 발달로 경사 및 보강·보호공법의 적용이 불가능해진 경우 불안정 비탈면에 대한 조사결과, 안정성 분석, 대책공법, 검토서 등을 작성하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 변경한다.

2.2 시추조사

(1) 시추조사는 지층구성, 지하수위 확인 및 추가시험의 시료채취를 위하여 실시한다.

(2) 도심구간 시추조사 시에는 관련기관으로부터 지장물 매설도를 구하여 참조하고 반드시 터파기나 물리탐사 장비를 사용하여 지하 지장물의 유무를 확인하고 유관기관과 협의한다.

(3) TBM터널의 굴착 시 굴진면 전방의 선진수평시추를 실시하여 지반상태를 확인한 후 굴착대책을 수립한다.

(4) 단층대, 파쇄대, 차별풍화대, 테일러스 등 불안정한 지형, 지질에 해당하는 경우에는 추가적으로 실시한다.

2.3 물리탐사 및 검층

(1) 물리탐사는 지질구조 및 지반상태를 파악하기 위하여 실시할 수 있으며, 현장여건과 지반조건을 고려하여 탐사방법을 선정한다.

(2) 지층분포 특성 및 지질이상대(단층, 파쇄대, 차별풍화대 등) 조사를 위해 실시하는 물리탐사 방법은 탄성파탐사, 전기비저항탐사 등이 있다. 내진설계 시에는 다운홀 또는 MASW, SASW, 크로스홀 시험 등을 수행한다. 이 경우 지층의 연속적인 밀도값을 측정하기 위해 밀도검층을 실시한다.

2.4 현장시험

(1) 현장 지반특성을 파악하기 위하여 현장시험을 실시한다.

(2) 시험항목과 빈도는 공사의 특성, 현장 여건 등 제반사항을 감안하여 선정한다.

2.5 실내시험

(1) 토질 및 암석시험은 한국산업표준(KS F)에 제시된 시험방법에 따라서 수행하여야 한다. 단, 이 규격에 명시되지 아니한 시험은 국제적으로 인정되는 시험방법을 준용한다.
(2) 시험항목과 빈도는 공사의 특성, 현장 여건 등 제반사항을 감안하여 결정한다.

2.6 막장면(굴진면) 관찰조사

(1) 터널 굴착 중에는 설계 시 조사된 지반조건과 일치하는지를 확인하고, 전방의 지질변화를 예측하여 지보패턴의 적합성을 파악하기 위하여 매 굴착 단면에 대해서 막장면(굴진면) 관찰조사를 실시한다.
(2) 막장면(굴진면) 관찰조사 시에는 막장관찰도와 측면전개도를 작성하여야 하고 막장면 사진을 첨부한다.
(3) 막장면(굴진면) 관찰자는 지반공학 및 지질관련분야를 전공한 자 또는 동등 이상의 자격이나 경험을 구비한 자로서 관찰 결과를 바탕으로 암반분류를 실시하고, 터널지질도를 작성하여 터널공사에 필요한 지반공학적 정보를 제공한다.

2.7 막장면(굴진면) 전방탐사

(1) 막장면(굴진면) 전방의 지반조건이 의문시될 경우에는 막장면 전방탐사를 실시한다.
(2) 지반상태를 직접 확인할 필요가 있거나 현장시험을 실시할 필요가 있을 때에는 시험터널을 굴착하여 조사한다.
(3) 시험터널조사 시에는 지질 및 지반특성을 파악하고, 시험터널의 지질도를 작성하여 종합분석에 참고할 수 있도록 한다.

2.8 기타

(1) 이 기준에 언급되지 않은 시공 중 요구되는 지반조사는 발주자의 승인을 받은 후 관련된 기준을 참고하여 적용할 수 있다.

3. 시공

내용 없음

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김기석	**㈜희송지오텍**	성상열	㈜고려기초연구소
김종훈	㈜희송지오텍	이정학	㈜건창이앤텍

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김태형	한국해양대학교	이재국	경동기술공사
박이근	㈜지오알앤디	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 10 10 : 2016

시공 중 지반조사

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 10 15 : 2016

시공 중 지반계측

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

건설기준 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.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 시공 중 지반계측에 대한 기준으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년월)
KCS 11 10 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 시공 중 지반계측에 해당되는 부분을 정비함.	제정 (2016.6)

제 정 : 2016 년 6 월 30 일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 (작성기관) : (한국지반공학회)	

목 차

1. 연약지반공사 ····· 1

1.1 일반사항 ····· 1

1.2 재료 ····· 1

1.3 시공 ····· 1

2. 비탈면 절취공사 ····· 11

2.1 일반사항 ····· 11

2.2 재료 ····· 11

2.3 시공 ····· 12

3. 기초공사 ····· 16

3.1 일반사항 ····· 16

3.2 재료 ····· 16

3.3 시공 ····· 17

4. 상하수도 공사 ····· 19

4.1 일반사항 ····· 19

4.2 재료 ····· 19

4.3 시공 ····· 19

5. 터널공사 ····· 25

5.1 일반사항 ····· 25

5.2 재료 ····· 25

5.3 시공 ····· 26

6. 댐공사 ····· 30

6.1 일반사항 ····· 30

6.2 재료 ····· 30

6.3 시공 ····· 31

7. 하천제방공사 ····· 36

7.1 일반사항 ····· 36

7.2 재료 ····· 36
7.3 시공 ····· 37
8. 항만공사 ····· 40
8.1 일반사항 ····· 40
8.2 재료 ····· 40
8.3 시공 ····· 41
9. 건축공사 ····· 45
9.1 일반사항 ····· 45
9.2 재료 ····· 45
9.3 시공 ····· 46
10. 지하굴착공사 ····· 50
10.1 일반사항 ····· 50
10.2 재료 ····· 50
10.3 시공 ····· 51
11. 발파진동유발공사 ····· 56
11.1 일반사항 ····· 56
11.2 재료 ····· 56
11.3 시공 ····· 56
12. 가물막이 및 동바리 공사 ····· 61
12.1 일반사항 ····· 61
12.2 재료 ····· 61
12.3 시공 ····· 62

시공 중 지반계측

1. 연약지반공사

1.1 일반사항

1.1.1 적용범위

(1) 이 기준은 연약지반 공사 중의 안전관리를 목적으로 한다.

(2) 위 (1) 이외의 목적에 대한 계측관리는 별도로 한다.

1.2 재료

1.2.1 계측기기의 종류

(1) 지중경사계(경사계, inclinometer): 지반이 연약하여 지반변위가 예상되거나, 공사로 인해 영향을 주는 범위 내에 중요한 구조물이 있는 경우에 적용한다. 계측기기의 측정오차 한계는 ± 1.0 mm 이내이어야 한다.

(2) 지하수위계(water level meter): 지하수의 변화가 예상되어 계측결과분석에 지하수위를 반영하여야 하는 경우에 적용한다.

(3) 지표침하계(surface settlement): 계측기기의 측정오차 한계는 ± 1.0 mm 이내이어야 한다.

(4) 지중침하계(extensometer): 연약지반 굴착공사 인접하여 중요한 지중구조물이 매설된 경우 적용한다. 계측기기의 측정오차 한계는 ± 1.0 mm 이내이어야 한다.

(5) 간극수압의 측정범위는 설계상의 작용 간극수압을 고려하여 계획되어야 하며, 기본적으로 1 MPa 이상을 측정할 수 있어야 한다.

1.3 시공

1.3.1 계측기기의 설치

(1) 계측기는 설계 시 정해진 위치에 설치하는 것을 원칙으로 하나, 계측기가 설치된 위치가 선시공되어 시공관리에 활용되어야 하므로 이를 충분히 고려하여 필요시 공사감독자와 협의하여 설치위치를 변경 또는 추가할 수 있다.

(2) 계측기기 설치 기준 공통

① 계측기 설치를 위한 보링은 케이싱을 전부 설치하여야 하며, 보링내경은 전부 86 mm 이상이어야 한다.

② 보링장비는 지반에 평행하게 설치할 수 있도록 X, Y, Z축으로 1° 이내로 조정 가능하여야 하고 보링작업 동안 수직도를 1° 이내로 유지할 수 있는 성능을 가진 장비를 사용한다. 또한 장비의 성능에 대하여 공사감독자의 사전 승인을 받아야 한다.

③ 계측기 매설위치는 천공 전에 측량을 실시하고 도면에 지반조사 위치, 계측기 설치 위치 등의 측량성과와 위치를 표시하여 공사감독자의 승인을 받아 결정하여야 하며, 이 도면과 측량 성과는 훼손되지 않도록 보관, 관리하여야 한다.

④ 피에조미터와 지하수위계 설치공 내에 충전하는 모래는 0.08 mm체 통과량이 5% 이하인 모래를 사용하여야 한다.

⑤ 피에조미터 팁을 싸는 필터의 간극크기 규격은 80 ㎛ 이하이어야 한다.

⑥ 피에조미터 팁을 싸는 필터에 넣는 모래의 입경은 75 ㎛ 이상이어야 한다.

⑦ 모래가 필터재로서 공 내에 투입되는 계측기기의 상단 1 m는 그라우팅 시 벤토나이트 시멘트 믹스가 모래로 혼입되는 것을 방지하기 위해 벤토나이트 펠렛으로 충전하여야 하며, 벤토나이트-시멘트의 혼합비율은 주변지반의 강도와 변형계수가 일치되도록 공사감독자의 입회하에 시험배합하여 결정하고 시험배합 결과를 제출하여야 한다.

⑧ 그라우팅 장비는 그라우팅 배출압력이 2.5 MPa 이상인 장비를 사용하여야 하며 장비의 성능에 대하여 공사감독자의 사전 확인을 받아야 한다.

⑨ 조사 설계용역의 토질조사 지질주상도, 현장조사 및 사전조사 보링결과를 참조하여 계측기 설치심도 및 수량을 검토하여 공사감독자에게 보고하여야 하며, 공사감독자의 지시에 따라 계측기 반입과 설치를 하여야 한다. 또한 이에 따라 변경된 수량은 정산처리한다.

⑩ 각 계측기의 위치, 심도 및 종류별로 일련번호를 부여하고 명찰을 각 계측기에 부착하여 관리하여야 한다.

(3) 지표면 침하판

① 현장에 반입된 지표면 침하판은 설치하기 전에 반드시 시방서 사양과 동일 여부를 공사감독자의 검사를 받은 후 설치하여야 한다.

② 침하판은 반드시 성토 착수 전에 설치하여야 하며 원지반에 소량의 모래 또는 양질의 토사를 원지반에 부설하여 침하판이 수평으로 설치되도록 평평하게 골라주어야 한다.

③ 외부보호관과 내부 침하봉이 접촉될 시에는 파이프의 마찰로 인하여 측정오차가 발생할 수 있으므로 외부보호관 설치는 내부 침하봉에 간격유지를 위한 스페이서를 설치하여야 하며, 성토가 계획고까지 도달될 때까지 파이프를 동일한 방법으로 계속 연결하여 설치한다.

④ 침하봉과 외부보호관은 최종 성토 완료 시 성토 상단 위로 적당히 노출시켜 측정에 지장이 없도록 하여야 한다.

⑤ 침하판이 설치되면 바로 수준측량에 의해 침하 전의 초기치를 측정한 후 반드시 공사감독자의 확인을 받아 초기치로 사용하여야 한다.

⑥ 성토 시 침하판이 이동하거나 경사지는 것을 방지하기 위해 침하판 주위에 직경 2 m, 높이 1m 정도로 조심스럽게 인력으로 성토를 먼저 하여 측정 시 오차가 발생하지 않도록 하여야 한다.

⑦ 침하판마다 일련번호를 표시한 명찰을 반드시 부착하여 침하판 일련번호 혼동으로 인한 측정오류를 방지하여야 한다.

(4) 지하수위계

① 샌드매트 포설 후 지표면 침하판 보호관에 붙여서 철사 또는 천테이프 등으로 고정시켜 설치하며, 샌드매트층에 설치한다.

② 피에조미터 팁에 모래주머니를 고정시키고 케이싱을 커플링으로 연결한다.

③ 팁이 pet mat에 닿도록 삽입시키고 팁 상단에 두께 50 cm 이상의 모래를 부설하고, 설치가 완료되면 케이싱 상부에 보호마개를 설치한다.

④ 설치되는 케이싱의 상단에 케이싱의 총 연결 길이를 기입하여 설치하고 관리하여야 한다.

⑤ 지구 외에 설치되는 지하수위계는 부지 내 성토에 따른 지중응력의 영향이 없는 지역으로 통행에 지장이 없는 지역에 5.0 m의 깊이로 보링을 하여 설치하며 모래로 그라우팅을 한다.

(5) 지중경사계

① 안정관리 목적에 부합되는 측정방향을 설정하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 회전 수세식으로 보링 내경 86 mm ~ 116 mm 이상의 설치 공을 지지층까지 천공한다.

③ 줄자에 원형추를 연결하여 천공심도를 확인한다.

④ 천공 후 맑은 물로 깨끗하게 세척하여 슬라임을 제거하여야 한다.

⑤ 최초에 삽입되는 케이싱 단부는 엔드캡(end cap)을 써서 이물질이 케이싱 내부에 들어가지 않도록 한다.

⑥ 최초에 사무실에서 미리 수평변형량과 수직변형량을 고려하여 케이싱과 커플링을 조합하여 천공심도에 맞게 배열한다. 또한 몇 개의 케이싱과 커플링을 riveting하고 고무테이프로 감아 봉인(sealing)처리한 후 각각에 대하여 번호를 연결된 케이싱에 기입하고 공사감독자의 검측을 받은 후, 현장에 반입하여 연결된 케이싱을 번호별로 설치 공 내에 케이싱의 홈의 방향을 맞추어 삽입하여야 하며 연결부에 riveting과 봉인처리를 하면서 지지층(기반암)까지 케이싱을 설치한다.

⑦ 되메움 재료는 측정관 주위의 토질에 따라 채택한다.

가. 점토층: 시멘트 벤토나이트용액

나. 자갈층: 모래

다. 풍화암층: 시멘트 그라우팅

⑧ 상단부에 마개를 씌우고 계측기 보호 펜스를 설치하여 파손을 방지하여야 한다.

⑨ 그라우팅재가 양생된 후 침하된 부위에 다시 그라우팅재를 채운다.

⑩ 되메움 양생이 완료되면 측정공 주위에 상단면 0.4 m × 0.4 m, 하단면 1.0 m × 1.0 m, 깊이 0.3 m로 터파기하고 보호용 콘크리트 타설 후에 보호 박스를 깊이 20 cm를 콘크리트 속에 삽입시킨 후 양생시켜 계측용 PAD 및 보호 박스를 설치한다.

⑪ 초기치를 측정한다.

(6) 간극수압계

① 회전 수세식으로 보링 내경 86 mm ~ 116 mm 이상의 설치 공을 계획심도까지 케이싱을 설치하면서 천공하며, 크롤러 드릴을 사용하여서는 안 된다.

② 피에조미터 팁을 설치할 부근의 공벽 케이싱을 제거한 후 슬라임이 없도록 맑은 물로 깨끗이 세척하여야 하며, 이때 공기를 이용하여 청소하여서는 안 된다.

③ 모래를 피에조미터 팁 아래에 20 cm 이상 채운다.

④ 줄자에 원형추를 연결하여 천공심도를 확인한다.

⑤ 간극수압계 팁을 24시간동안 물로 포화시켜 팁에 있는 기포를 제거하고 계측기 카탈로그에서 제시하는 방법으로 초기 값을 읽어 기록한다.

⑥ 포화된 간극수압계를 시험공에 투입하여 계측기기의 이상 유무 및 소정의 정밀도를 확인하여 공사감독자의 승인을 받은 후, 물속에 잠겨있는 간극수압계 팁을 물에 잠겨있는 채로 현장에 운반하여 포화된 package나 filter bag에 넣어 소정의 심도에 간극수압계를 설치한다.

⑦ 피에조미터 상부 20 cm 이상 모래를 채우고 다져 투수층을 형성한다.

⑧ 케이싱을 1 m 정도 제거한 후 모래층으로 벤토나이트 그라우팅액의 침투를 방지하기 위하여 모래층 상부에 두께 100 cm의 벤토나이트 펠렛을 투입하고 다져서 벤토나이트 plug를 만든다.

⑨ 케이싱을 제거하면서 그라우팅 호스를 이용, 시멘트 벤토나이트 그라우팅을 하여 지표면(sand mat층)까지 불투수층을 형성한다. 이때 벤토나이트와 시멘트의 혼합비율은 주변지반의 강도와 변형계수가 일치되도록 시험배합을 하여 결정한다. 그라우팅이 양생된 후 침하된 부위에 다시 그라우팅재를 채운다.

⑩ 그라우팅을 실시하면서 과다한 수평변위를 대비하여 지중과 지표면의 케이블에 snaking을 주어 지반변형에 따른 케이블 단선을 방지하고, 또한 보호관을 공 내에 1 m 이상 삽입하여 케이블 단선을 방지하여야 한다.

⑪ 그라우팅액의 양생이 완료되고 벤토나이트 펠렛을 투입한지 최소 72시간 이상 경과한 후 초기치를 측정한다.

⑫ 성토에 따른 케이블 보호를 위하여 지표면에서 케이블 snaking을 한 후 보호관에 넣어 성토작업에 따른 케이블의 손상을 방지하여야 한다.

(7) 층별 침하계

① 보링 내경 86 mm ~ 116 mm 이상의 설치공 케이싱을 설치하면서 지지층까지 굴진한다.

② 천공 후 맑은 물로 깨끗하게 세척하여 슬라임을 완전하게 제거하여야 한다.

③ 줄자에 원형추를 연결하여 천공심도를 확인한다.

④ 최초에 삽입되는 케이싱 단부는 선단 캡을 써서 이물질이 케이싱내부에 들어가지 않도록 한다.

⑤ 현장 사무실에서 미리 수평변형량과 수직변형량을 고려하여 케이싱과 커플링을 조합하여

천공심도에 맞게 배열한다. 또한 몇 개의 케이싱과 커플링을 riveting하고 고무테이프로 감아 봉인 처리한 후 각각에 대한 번호를 연결된 케이싱에 기입하고 마그네틱 감지소자를 설치계획심도에 부착하여 공사감독자의 검측을 받은 후, 현장에 반입하여 연결된 케이싱을 번호별로 설치공 내에 조립된 케이싱을 그라우팅 호스와 함께 천공 홀 안에 삽입하여야 하며, 연결부에 riveting과 봉인 처리를 하면서 지지층까지 케이싱을 설치를 한다.

⑥ datum magnet는 하단에, spider magnet는 계측지점마다 부착시켜 신축성 있는 줄을 이용하여 상부까지 연결하고 지표면에는 plate magnet를 부착한다. 단, spider magnet은 그 지층에서 발생할 수 있는 침하량을 감안하여 telescopic 커플링 바로 하부에 spider magnet이 설치될 수 있도록 하여야 한다.

⑦ 층별 침하계 계측기기 설치 지점까지 케이싱을 제거하고 spider magnet에 연결된 줄을 제거시켜 천공홀에 정착되도록 한다.

⑧ 간극수압계의 ⑨와 동일

⑨ 위의 ⑦, ⑧의 작업을 반복하여 각 지점에 magnetic 설치 및 그라우팅을 완료한 후 호스를 제거한다.

⑩ 초기치를 측정한다.

1.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정하여야 한다.

1.3.3 계측기기의 보호

(1) 계측기 설치 후 침하 또는 성토 작업 등으로 인한 기기의 파손 및 작동 불량 등의 계측 불량을 방지하기 위하여 보호 펜스를 설치하고, 잘 보이는 곳에 표지판을 설치하여야 한다.

(2) 보호 펜스 설치는 계측기를 중심으로 사각형으로 배치하고 각각의 보호 펜스는 굵은 철사 등을 이용하여 이동이 되지 않도록 고정하여야 한다.

(3) 계측기 및 보호 펜스의 유지관리책임자는 과업책임기술자로 하고, 유지관리책임자의 소속, 성명, 연락처 등을 명기하여 펜스에 부착 관리한다.

(4) 외부적인 요인에 의하여 계측기 파손 발생 시 즉시 공사감독자에게 보고한 후 재설치하여야 한다.

(5) 시공 및 관리부주의로 인한 모든 계측기의 망실은 수급인의 부담으로 재설치하여야 한다.

1.3.4 자료 전송 케이블 설치

(1) 계측자료의 전송을 위한 케이블은 상시계측용으로 적합한 형식을 선정하고 케이블 포설 계획, 통신규격과 케이블 연결 및 접속에 대한 설치계획을 수립하여야 한다.

(2) 계측기기 케이블은 계측기기 전용 케이블을 사용하여야 하며, 설치 시 매설지점에서 측정실까지 접속점이 없이 단일선으로 구성하여야 한다.

(3) 계측기기의 침하발생으로 인하여 케이블에 인장력이 발생하지 않도록 여유 있게 배선하여야 한다.

(4) 모든 계측기기의 배선은 계측용 배관을 설치하여 보호하여야 한다.

(5) 계측용 배관은 케이블의 단면적이 32%를 초과하지 않도록 한다.

(6) 계측용 배관은 계측용 케이블을 단독으로 사용하여야 한다. 단, 계측용 케이블에 통신장애를 일으키지 않는 타 케이블은 공사감독자가 확인하여 공동으로 사용할 수 있다.

(7) 케이블 끝단은 방수처리를 하여 측정 시부터 유지관리 시까지 물이 침투하지 못하도록 하여야 한다.

(8) 케이블의 끝부분에는 계측기기의 종류, 번호, 선 종류 등을 표시하여 서로 바뀌지 않도록 하여야 한다.

(9) 모든 자료 전송장비는 향후 확장성 및 확대를 고려하여 계측시스템이 운영될 경우를 대비하여 전송장비 선정 시 호환성을 고려하여야 한다.

1.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

(1) 현장에서 인도 시 실시하는 검사는 모든 기기를 대상으로 공인기관의 시험성적서를 첨부하여 실시하여야 한다. 단, 발주처에서 인정하는 경우에는 제작업체 자체의 시험성적서로 대체할 수 있다.

(2) 계측기는 반입 시 계측기기 점검 및 초기치 측정 등 장비실험을 실시한 후 사용하여야 한다.

1.3.6 계측기기의 관리

(1) 현장에서 계측결과의 분석이 이루어지도록 관련 장비와 시스템을 현장 사무실 내에 설치하여야 한다.

(2) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(3) 시방서에 규정된 대로 계측기를 설치하여 계측기의 고장, 오동작 등이 없도록 하여야 하며, 불량 계측기기 발생 시는 수급인의 부담으로 지체 없이 교체하여야 한다.

(4) 계측기기가 차량 및 장비로부터 보호되도록 계측기 주변에 계측기 보호 펜스를 설치 유지관리하고 현장작업자들에게 주지시켜야 하며 계측기 주변 성토 시는 담당기술자가 현장에 위치하여 인력 부설하도록 감독하여야 한다. 만약, 부주의로 인한 계측기 손상이 발생할 경우 수급인 부담으로 지체 없이 복구하여야 한다.

1.3.7 계측의 수행

(1) 계측수행 일반

① 현장에 사용될 계측 장비는 현장실정 및 사용 목적에 적합한 장비를 선정, 구매하여야 하며, 계측기의 구입 및 설치 전에 각종 장비의 시방서를 공사감독자에게 제출하고 승인을 얻어야 한다.

② 계측 관리와 관련된 계측기기 선정, 구입, 설치, 측정은 계측관리 전문업체 또는 이와 동등 이상의 능력을 가진 계측관리 전문가가 수행하여야 한다.

③ 모든 계측기의 초기치는 공사감독자의 입회하에 계측을 실시한 후 즉시 정리하여 공사감독자에게 제출하여야 하며 공사감독자는 이를 반드시 확인하여야 한다.

④ 수준측량은 원칙적으로 수준측량기로 수행하여야 하며 현장 여건상 부득이한 경우 광파기를 이용한 간접측량에 의한 수준측량을 실시할 수 있다. 또한 과업수행에 사용할 측량기는 성능 이상의 측량기를 사용하여야 하며 기계의 성능에 대하여 공사감독자의 사전 승인을 받아야 한다.

⑤ 설치되는 모든 계측기기(침하판, 층별침하계 소자 설치심도 등)의 초기치를 측정할 때마다 수준측량을 실시하여야 하며, 모든 계측치는 EL(elevation)으로 표기하여 관리하여야 한다.

⑥ 도급자는 모든 계측데이터를 기록으로 유지 관리하여야 하며, 계측치는 공사감독자에게 제출하여 그 성과를 인정받은 계측치에 대해서만 계측 결과를 인정하고 그 대가를 지불한다.

(2) 지표면 침하판

① 과업착수 즉시 계측기 배치도면을 참고하여 본 사업지구 외곽의 고정지반에 최대 500 m 이내의 간격으로 견고하게 부동의 임시 도근점(Temporary Bench Mark, 이하 T.B.M)을 설치하고, 과업부지 내에 소재한 1등 수준점으로부터 1등 수준측량 기준에 맞도록 왕복 수준측량을 실시하여 T.B.M의 표고를 계산하여 본과업의 수준측량 기준점으로 사용하여야 한다.

② 설치된 T.B.M을 기준으로 해당 T.B.M을 이용할 침하판 관리구역을 설정한다.

③ 측정은 T.B.M과 침하판에 연결된 로드 상단 사이의 고저차를 수준 측량한다.

④ 침하량은 초기 표고(Elevation, 이하 E.L)과 측정 E.L의 차이를 침하량으로 한다.

⑤ 침하판에 대한 매회의 수준측량은 관리구역 단위로 실시하고 해당 T.B.M에 폐합시켜 측량의 정밀도를 검정한 후 오차를 보정하여야 하며, 계측성과는 측량야장과 침하관리대장을 정리하여 확인을 받아야 한다.

⑥ 매회의 측정완료 후 시간-침하량관계 그래프에 측정된 침하량을 기입하여 측정 이상 유무를 확인하여야 하며, 이상이 발견된 경우에는 즉시 재측정하여 부실측정이 되지 않도록 하여야 한다.

⑦ 침하판에 대한 매회 수준측량 시 성토 상단도 동시에 측량하여 계측 데이터의 분석 및 역해석 시 활용이 되도록 하여야 한다.

(3) 지하수위계

① 재하 성토 전 원지반의 초기 지하수위는 확인보링조사 또는 매설단계 보링조사 공에서 측정한 지하수위를 사용한다.

② 초기치 및 계측치를 측정하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

③ 지표면 침하판의 침하봉의 수준과 지하수위계의 케이싱 길이를 이용하여 측정치를 EL로 계산하여야 한다.

④ 과업 지구 외에 설치된 지하수위계는 케이싱 상단에 대한 수준측량을 일정기간마다 실시하여 케이싱의 침하 여부를 확인하여야 한다.

(4) 지중경사계

① 측정방향을 명찰에 표기하여 일정하게 유지하여야 하며 케이싱 하부에서 상부방향으로 0.5 m마다 측정한다.

② 초기치 및 계측치를 측정하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

(5) 간극수압계

① 측정 시 간극수압계 설치지역의 연약층 심도의 2배 반경 이내에서 성토 중이거나 중장비가 있는 경우에는 측정을 실시하여서는 안 된다.

② 초기치 및 계측치를 측정하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

③ 계측치는 지하수위 변동에 따른 지하수위 보정을 하여야 한다.

④ 온도는 각 계측기기의 계측치를 이용한다.

⑤ 보정은 분석 S/W에서 자동적으로 이루어져야 한다.

⑥ 침하에 따른 간극수압계 계측기기의 매설심도 변경을 층별 침하계 소자의 계측결과를 토대로 계산하여 계측치를 보정하여야 한다.

(6) 층별 침하계

① 측정방법은 datum magnetic으로부터 spider magnetic, plate magnetic 순서로 상대적인 변위를 측정한다.

② 측정단위는 mm 단위로 하여야 한다.

③ 초기치 및 계측치를 측정하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

1.3.8 계측빈도

(1) 계측은 표 1.3-1을 참조하여 계측빈도와 기간에 의거하여 정해진 계측빈도로 계측을 수행한 후 계획된 일정에 따라서 계측 결과를 지체 없이 보고하여야 한다.

(2) 계측의 빈도는 설계도면 및 시방서를 표준으로 하되 현장여건과 상황에 따라 가감할 수 있다.

표 1.3-1 연약지반 계측빈도

계측기	성토완료 후 1개월까지	1 ~ 3개월	3개월 이후	비고
지중경사계	1일 1회	1주 1회	2주 1회	수동 계측
지하수위계	1일 1회	1주 1회	2주 1회	수동 계측
지표침하판	1일 1회	1주 1회	2주 1회	수동 계측
층별침하계	1일 1회	1주 1회	2주 1회	수동 계측
간극수압계	1일 1회	1주 1회	2주 1회	수동 계측

주 1) 상기 측정 빈도는 위험발생시 – 변형수렴 시 등변형의 증감정도 및 변형량 기타 현장상황에 따라 조정, 수행할 수 있다.

(3) 계측항목과 빈도는 현장 여건 및 지반조건을 감안하여 공사감독자의 확인을 받은 후에 조정할 수 있다.

1.3.9 계측 기간

계측관리 종료 시기는 토질분야 특급기술자가 계측결과를 분석한 자료를 바탕으로 현장 상황에 따라 공사감독자와 사전 협의하여 결정하여야 한다.

1.3.10 계측결과의 정리 및 분석

(1) 계측에 대한 기록결과의 성과분석 등은 토질 분야 특급기술자 이상의 전문기술자에 의해 실시하여야 한다.

(2) 계측결과는 토질 분야 특급기술자가 분석하고 분석한 자료를 공사감독자에게 제출하여 시공성의 효과 및 시공수량 검증 등에 문제가 발생하지 않도록 최대한의 노력을 기울여야 한다.

(3) 시공에 있어서는 각종 계측을 체계적으로 행하면서 계측결과를 직접설계 및 시공에 반영하여야 하며 계획 시의 설계 내용을 보다 현장에 적절한 것으로 변경시키면서 공사의 안전, 경제성은 물론 시공성을 향상하도록 관리하여야 한다.

(4) 계측결과는 일상의 시공관리의 이용 및 장래 계획에 반영할 수 있도록 고려하여 정리하고 그 기록을 보전하여야 한다.

(5) 지반조사 결과와 실측 데이터를 기초로 하여 각 단위관리지역별 확인 및 완료단계별로 시간계수, 압밀계수, 압축지수, 지반강도 변화 등을 산출하여 성토 단계별 성토시기, 성토량, 성토속도 및 침하기간 등을 조성공사 설계상 계획과 비교, 재해석을 실시하여 재하 성토계획의 변경, 방치기간의 변경 등 대책을 수립하여 시공에 피드백시켜야 한다.

(6) 지중경사계의 계측결과는 계측시점의 성토고에 따른 관리기준치와 함께 측정심도별 경시변화 그래프를 나타내어 분석하여야 한다.

(7) 지반처리 및 재하성토 후 예상한 압밀 촉진 효과가 얻어지는지 여부를 검토하고 실측결과가 그에 반하는 경우에는 그 원인을 조사 분석하고 대책을 수립하여야 한다.

(8) 연약지반의 심도가 급변하는 구역은 잔류침하량의 차이로 인한 부등침하량을 산출하고 시설물과 지하매설물에 미치는 영향을 분석하여 관리한다.

1.3.11 계측관리 기준

(1) 안정관리 지점은 성토 중 및 성토 완료 후 7일까지 기초지반의 변형량과 변형속도, 침하량과 침하속도를 상세하게 매일 계측 분석하여 안정된 상태에서 시공되도록 관리하여야 한다.

(2) 연약지반 설계 시에는 복잡한 지층 구성상태를 대표화하고 대표적인 지반정수들을 적용하기 때문에 설계침하량과 실측침하량이 일치하지 않는 경우가 많다. 따라서 압밀이론에 관계없이 실측침하곡선에 적합한 곡선식을 도출하여 앞으로의 침하를 추정한 후 당초설계를 검토하여 실측침하와 불일치할 경우 이를 시공 및 설계에 다시 반영한다.

1.3.12 계측결과 보고

(1) 계측담당자는 계측수행 후 계측결과를 지체 없이 일일 보고하여야 한다.

(2) 측정한 자료의 변형량, 증감정도, 증감속도, 위치를 그래프 및 요약 정리하여 주간보고를 하여야 한다.

(3) 측정한 자료의 변형량, 증감정도, 증감속도, 위치를 그래프 및 요약 정리하여 관리기준과 비교분석하여 월간보고를 하여야 한다.

(4) 현저히 큰 변위가 발생하는 경우 또는 현장 여건상 긴급한 조치가 필요한 경우에는 수시 보고하여 대응할 수 있도록 하여야 한다.

(5) 대상시설물의 계측이 종료되면 공사기간 중 모든 계측기록결과와 성과분석자료 등을 종합정리하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

2. 비탈면 절취공사

2.1 일반사항

2.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 비탈면 절취공사 중의 안전관리를 목적으로 한다.

(2) 절토비탈면의 시공 중 배면 구조물 보호를 위한 계측은 굴착공사 중 계측시방에 따른다.

(3) 위 (1), (2) 이외의 목적에 대한 계측관리는 별도로 계획 한다.

2.2 재료

2.2.1 계측기기

(1) 지표 변위, 기울기, 균열(신축계, GPS)의 측정: 비탈면의 지표 변위를 확인하기 위하여 설치한다. 정밀도는 1 mm를 원칙으로 한다.

(2) 지중경사계: 비탈면의 활동으로 인한 지중 변위를 확인하기 위하여 설치한다. 천공할 때 지반의 물성 자료를 확보할 수 있도록 시추 조사 작업이 선행되어야 하며, 그 시추공에 계측기를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 정밀도는 1 mm를 원칙으로 한다.

(3) 지하수위계: 비탈면의 자연수위 변위를 확인하기 위하여 설치한다. 정밀도는 1 cm를 원칙으로 하고 해당 비탈면의 투수계수보다 2배 정도 되는 필터가 내장되어 있어야 한다.

(4) 간극수압계: 비탈면의 강우와 지하수위 변동에 따른 지반 내 간극수압 변위를 확인하기 위하여 설치한다. 간극수압 변위를 0.1 MPa 이상의 정확도로 측정할 수 있어야 한다.

(5) 강우량계: 비탈면의 강우량의 기상 자료 취득을 위하여 비탈면의 지표에 설치한다. 강우량을 1 mm 이상의 정확도로 측정하여야 하며, 겨울철에 내리는 눈의 양을 강우로 환산할 수 있어야 하며 추위에도 정상 작동되어야 한다.

2.2.2 계측자료 획득 시스템

(1) 붕괴 및 활동의 진행 특성, 비탈면 및 비탈면 시설의 중요도, 피해 발생 시 영향, 경제성, 계측빈도 등을 고려하여 계측자료 획득 시스템을 선택하여야 한다.

(2) 비탈면 붕괴 및 활동 등에 의한 피해를 미연에 방지하거나 최소화하기 위해서는 조기에 징후를 감지하는 것이 중요하고, 모니터링과 동시에 신속하게 그 정보를 전달, 처리하는 것이 필요하며 계측자료의 수집, 처리, 해석까지를 일관하여 처리하는 자동화 기술을 사용하는 것이 바람직하다.

2.3 시공

2.3.1 계측기기의 설치

(1) 지중에 매설되는 계측기기는 지반의 교란을 최소화할 수 있는 천공장비를 사용하여 설치하여야 한다.

(2) 천공을 하여 설치하는 계측기기의 기준점은 예상되는 활동면 아래의 변위 발생이 없는 지점의 암반까지 천공하여 설치하여야 한다. 비탈면의 변위를 계측하는 경우 기준점은 비탈면에 변형 발생 시 영향을 받지 않는 곳에 설치하여야 한다.

(3) 사전 조사 결과 공사 중 변위가 발생할 것으로 예상되는 곳은 공사에 선행하여 설치하여야 하며, 계측기 특성상 비탈면 시공이 완료되지 않은 상태에서 설치가 어려운 것은 해당 비탈면의 시공이 완료된 직후 48~72시간 이내에 설치한다.

2.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정하여야 한다.

2.3.3 계측기기의 보호

(1) 설치된 계측기기 주변은 계측기기 관리 및 계측수행을 위하여 날씨 및 동식물의 생육으로 인한 악영향을 받지 않도록 충분한 보호조치를 취하여야 한다.

(2) 강우량계는 설치되는 지점의 강우를 정확하게 측정하여야 하므로 낙엽 등의 영향을 받지 않는 곳을 선정하여 설치한다.

2.3.4 자료 전송 케이블 설치

(1) 비탈면의 붕괴 특성상 비탈면의 계측은 실시간 계측이 필요하므로 계측자료의 전송을 위한 케이블은 상시계측용으로 적합한 형식을 선정하여야 한다.

(2) 계측기기 케이블은 계측기기 제조사의 전용 케이블을 사용하여야 하며, 설치 시 매설지점에서 측정실까지 접속점이 없이 단일선으로 구성하여야 한다.

(3) 모든 계측기기의 배선은 계측용 배관을 설치하여 보호하여야 한다.

(4) 케이블 끝단은 방수처리를 하여 측정 시부터 유지 관리 시까지 물이 침투하지 못하도록 하여야 한다.

2.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

1.3.5를 따른다.

2.3.6 계측기기의 관리

(1) 설치된 계측기 주변은 계측기기 관리 및 계측수행을 위하여 날씨 및 동식물의 생육으로 인한 악영향을 받지 않도록 충분한 보호조치를 취하여야 하며 계측명, 위치, 초기 측정일자와 초기 측정값이 기록된 표시판을 설치하여 관리하여야 한다.

(2) 날씨 및 동식물의 생육, 발파 또는 기타의 이유로 계측기가 손상되었을 경우에는 손상 계측기 인접부에 계측기를 재설치한 후 계측을 계속 수행하여야 한다.

2.3.7 계측의 수행

(1) 계측수행과 관리는 계측전담반에 의하여 수행되어야 한다.

(2) 계측책임자는 계측기기의 특성과 비탈면 거동을 이해할 수 있는 토목(토질 및 기초)분야의 기술자이어야 한다.

2.3.8 계측빈도

(1) 계측빈도를 일률적으로 하는 것은 부적절하며, 각각의 비탈면 상황, 현장 특성 및 전문가의 검토로 결정하여야 한다.

(2) 계측빈도를 결정하는 방법은 일반적으로 비탈면 상태에 변동현상이 발생하여 시공 중 작업원의 안전 확보가 우선되는 경우 계측빈도를 늘리도록 한다.

(3) 공사 완료 후 또는 대책공법 시공 후와 같은 경우에는 보통의 빈도로 하는 것을 기본으로 한다.

(4) 비탈면 붕괴나 활동 등은 호우, 융설, 지진 등의 외적 요인으로 인해 발생하는 경우가 많으므로 이와 같은 요인이 발생된 경우에는 당초의 계측계획으로 설정된 계측빈도에 구애되지 않고, 호우, 지진후의 순회, 점검을 실시하는 동시에 계측빈도를 늘려서 비탈면 거동을 감시하여야 한다.

(5) 수동계측을 하는 경우 비탈면 계측빈도는 표 2.3-1을 참조할 수 있다.

시공 중 지반계측

표 2.3-1 비탈면 수동계측 시 계측빈도의 목표

계측 대상	계측기	계측빈도의 목표(수동계측대상)				
		조사계획 단계	시공단계	유지관리 단계	효과판정	긴급 시
지표면 변동 (변형, 변위)	지표면 신축계	3~4회/년	1회/일 또는 1~2회/주	4~6회/년	1~2회/주 또는 1회/월	1~2회/일
	지반 경사계					
	전도 스위치		상시감시	상시감시	상시감시	상시감시
	검지선식 낙석검지기					
	이동말뚝 측량		1회/일 또는 1~2회/주	4~6회/년	1~2회/주 또는 1회/월	1~2회/일
	지표침하핀 측량					
	GPS 측량		수신기를 설치하면 1~2회/일의 측정은 가능하다. 측정 빈도의 기준은 현재 없으나, 지표면의 수평방향 이동량 측정이 주가 되며, 이동말뚝 측량의 빈도와 같은 정도가 목표이다.			
지중 변동 (변형, 변위)	지중경사계	3~4회/년	1회/일 또는 1~2회/주	4~6회/년	1~2회/주 또는 1회/월	1~2회/일
	고정식 지중경사계					
	지중변위계					
작용외력	토압계		1회/일 또는 1~2회/주	4~6회/년	1~2회/주 또는 1회/월	1~2회/일
	하중계					
내부응력	변형게이지					
	록볼트, 네일링 축력계					
구조물의 변형, 변위	구조물 표면경사계		1회/일 또는 1~2회/주	6~12회/년	1~2회/주 또는 1회/월	1~2회/일
	광파측량법					
	지중경사계					
	크랙 게이지					
변형 (열화도)	열적외선 영상법 (리모트센싱 수법)		필요시	필요시	필요시	필요시

계측 대상	계측기	계측빈도의 목표(수동계측대상)				
		조사계획 단계	시공단계	유지관리 단계	효과판정	긴급 시
지하수변동 수압 변동	지하수위계	자기기록 매일 관측	자기기록 매일 관측	자기기록 매일 관측	자기기록 매일 관측	자기기록 매일 관측
	간극수압계					
기상자료	우량계	자기기록 매일 관측				
	적설량계	필요시 관측	필요시 관측	필요시 관측	필요시 관측	필요시 관측
지하수 배수효과	유량계	자기기록 매일 관측	자기기록 매일 관측	자기기록 매일 관측	자기기록 매일 관측	자기기록 매일 관측
※ 해빙기・우기・태풍 등의 이상 기상 시나 지진 시에는 계측빈도를 늘려야 한다.		사전조사의 결과에서 특히 관측이 필요한 장소의 위험도 판정을 목적	공사에 선행하여 현장계측을 하며, 대책공 시공이나 공사의 안전을 확보	보전대상물이나 인명의 안전 확보를 위해 긴급대피 등의 조치를 목적	비탈면붕괴대책공 시공후의 대책 효과 확인을 목적	시공 도중이나 유지관리단계에 있어서 붕괴나 비탈면의 변동이 진행되는 경우

2.3.9 계측기간

(1) 계측기간은 계측의 목적, 비탈면 붕괴나 산사태 등의 위험상황, 붕괴형태, 계측기기의 특성, 계측기의 배치, 현장조건(특히 보전대상 구조물) 등을 고려하여 과부족이 없도록 설정하여야 한다.

(2) 계측기간은 비탈면의 변상규모와 그 영향도, 보전대상 구조물의 중요도, 대책공의 유무, 비탈면 시설 등에 따라 결정하여야 한다. 비탈면의 변동 상황은 강우나 융설 등의 기상 요인의 영향을 크게 받으므로 그 동태를 정확히 파악하기 위해서는 필요 최적기간으로서 1년 정도 계측을 지속할 필요가 있다.

(3) 사전 현장답사 및 암반 조사에서 불안정 또는 위험 비탈면으로 판단된 경우에는 공사시공 전부터 개시한다(변형기구의 조사 및 해명, 비탈면 안정성 평가, 해석 결과와의 대비, 정보화 시공 등의 목적).

(4) 대책공법 시공 후부터 개시한다(대책공법의 효과확인, 보조대책공법의 수립, 역해석 등의 목적).

(5) 비탈면에 육안으로 확인되는 변형이 발생된 시기부터 개시한다(변형기구의 조사 및 해명, 비탈면 안정성 평가, 시공관리, 대책공법의 수립, 역해석, 붕괴예지 등의 목적).

(6) 계측완료시기는 기본적으로 비탈면의 변동이 계측되지 않는 시점을 기준으로 하며, 그 후 비탈면에 융설, 우기, 태풍, 가을비 등이 미치는 영향을 판단하기 위해서 1년간 계측을 계속하고, 그 중간에 있어서도 변동이 보이지 않게 된 것을 확인하여 완료하여야 한다.

2.3.10 계측결과의 정리 및 분석

(1) 모든 계측결과 기록지에는 사업명, 위치, 비탈면명, 측점, 계측항목, 계측위치, 측정일시, 측정자 등을 기재하여야 한다.

(2) 계측결과는 지반거동을 이해하고 비탈면 절토공사 설계・시공・계측 경험이 풍부한 건설관련분야의 기술자에 의하여 분석되어야 한다.

(3) 계측 분석결과 비탈면의 안전성에 문제가 있다고 판단되는 경우에는 이에 대한 적절한 응급조치를 취하고, 그 원인을 규명하여 보강 대책을 강구하여야 한다.

2.3.11 계측관리 기준

(1) 계측관리 기준은 지반의 거동상태, 인접구조물의 안전한계와 암반 역학적인 조건에 의하여 결정되므로 기준적인 수치를 정확히 제시하기가 어렵기 때문에 이론해석 및 수치해석, 또는 유사조건하의 시공실적을 참고하여 초기 시공실적을 토대로 관리기준을 수시로 수정해 가는 방법이 가장 합리적이고 실질적이다.

(2) 계측관리 기준은 계측결과에 대해 안전한 수준을 의미하는 것으로써 비탈면 특성, 현장상황, 피해발생 시 규모 등을 고려하여 계측관리 기준치를 설정하여야 한다.

2.3.12 계측결과 보고

1.3.12를 따른다.

3. 기초공사

3.1 일반사항

3.1.1 적용범위

(1) 이 기준은 말뚝기초 및 케이슨 기초의 품질관리와 수직도를 관리하기 위한 계측에 적용한다.

(2) 위 (1) 이외의 목적에 대한 계측관리는 별도로 계획한다.

3.2 재료

3.2.1 계측기기의 종류

(1) 건전도 시험의 검측용 튜브의 직경은 30~50 mm로 하며, 재질은 강관 또는 이와 동등한 강도를 갖는 재질을 사용하여야 한다.

(2) 변위계는 1/100 mm 이하의 정밀도를 가져야 한다.

3.2.2 기타

계측기는 설치되는 조건에 적합한 제품이어야 한다.

3.3 시공

3.3.1 계측기기의 설치

(1) 변위계는 말뚝의 침하 및 진동에 의한 영향을 받지 않은 장소에 고정대를 설치하여야 한다.

(2) 검측용 튜브의 내부는 녹 발생, 막힘 등의 손상이 없어야 하며, 연결 부위는 완전히 방수하여야 한다.

(3) 검측용 튜브는 철근망 내에 필요한 수량을 결속하며, 전체 말뚝에 대하여 매설하여야 한다.

3.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정하여야 한다.

3.3.3 계측기기의 보호

계측기기는 계측하는 시간동안 각종 건설장비 및 작업자에 의해 영향을 받지 않도록 보호하여야 한다.

3.3.4 자료 전송 케이블 설치

계측기기 케이블은 계측기기 전용 케이블을 사용하여야 하며, 설치 시 매설지점에서 측정실까지 접속점이 없이 단일선으로 구성하여야 한다.

3.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

계측을 위한 설치 공사 후 조정 및 시험을 완료하고 시운전 시험을 실시하여야 한다.

3.3.6 계측기기의 관리

계측하는 시간동안은 계측기기는 각종 건설장비 및 작업자에 의해 영향을 받지 않도록 관리하여야 한다.

3.3.7 계측의 수행

(1) 말뚝박기

① 말뚝박기의 종료를 위한 최대 타격횟수를 측정하기 위한 계측을 실시하여야 한다.

② 모든 말뚝은 동적지지력공식에 의해 지지력을 산정할 수 있도록 리바운드를 계측하여야 한다.

(2) 건전도 및 연직도

① 검측용 튜브의 막힘 여부 및 선단깊이를 측정하여 경로별로 검측 심도를 확인한다. 튜브 간 선단 위치의 차이가 심할 경우 선단부에 대하여 별도의 검측을 실시한다.

② 말뚝의 선단부로부터 발신센서와 수신센서를 말뚝 길이 방향과 직교하는 동일 평면상에 놓이도록 동시에 끌어 올리면서 연속적으로 측정한다.

③ 설치된 검측용 튜브의 개수별로 조합 가능한 모든 경로에 대하여 측정을 실시한다.

④ 검측이 완료 된 후 공사감독자의 검사에 대한 판정이 있을 때까지 이물질이 들어가지 않도록 튜브에 보호 덮개를 설치하여야 한다.

⑤ 기성말뚝의 연직도는 1/100 이내로 하고, 기성말뚝 시공 후 평면상의 위치가 설계도서의 위치로부터 D/4(D는 기설말뚝의 직경)와 100 mm 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.

(3) 케이슨기초의 침하

① 케이슨의 침하도중 케이슨의 경사를 실시간 계측하여야 한다.

② 침하 중 극심한 편심 및 경사가 발생한 경우에는 속히 그 원인을 조사하여 공사감독자에게 보고하고, 그 대책을 협의한 후 시공하여야 한다.

3.3.8 계측빈도

(1) 말뚝의 품질관리를 위한 계측은 설계도면에 제시되어 있는 빈도로 실시한다.

(2) 케이슨기초의 기울기는 각 세그의 침하 시종점뿐만 아니라 침하 중에서도 케이슨의 경사를 파악할 수 있을 정도로 계측빈도를 결정하여야 한다.

3.3.9 계측결과의 정리 및 분석

계측이 완료되면 시공자는 해당분야 전문기술자의 검토를 받아 즉시, 각 시험말뚝에 대한 시험보고서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

3.3.10 계측관리 기준

계측관리 기준은 공사시방서에 명시되어 있는 품질관리기준에 의한다.

3.3.11 계측 결과보고

1.3.12를 따른다.

4. 상하수도 공사

4.1 일반사항

4.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 상하수도 시공 중의 안전관리 및 품질관리를 목적으로 한다.

(2) 위 (1) 이외의 목적에 대한 계측관리는 별도로 계획한다.

4.2 재료

내용 없음.

4.3 시공

4.3.1 계측기기의 설치

(1) 설치 개요

① 계측책임자는 계측기기의 제작사가 제공한 지침서에 명시된 절차에 따라서 정확하게 기기를 설치하여야 한다.

② 설치된 계측기기는 공사 또는 기타의 영향으로 손상되지 않도록 보호하여야 한다.

(2) 누수량 측정: 누수량 측정장치는 800 mm 미만 하수관(오수관) 중 관경별로 50% 이상에 대하여 되메우기 전에 설치하여야 한다.

(3) 수압측정: 수압측정 장치는 압력관로에 대하여 관부설 후 되메우기 전에 설치하여야 한다.

(4) 방사선 투과 측정: 방사선 투과장치는 강관배관 용접 후에 설치하여야 한다.

(5) 초음파 탐상측정: 초음파 탐상측정 장치는 강관배관 용접 후에 설치하여야 한다.

(6) 용접부 압력측정: 압력측정 장치는 강관 내·외면 용접이 끝난 후에 설치하여야 한다.

(7) 전위측정: 전위측정 장치는 상수도관 부설 후 전식방지 대책이 필요한 곳에 설치하여야 한다.

(8) 흐름분포 및 손실수두 측정: 흐름분포 및 손실수두 측정장치는 하부집수장치 공사 후에 설치하여야 한다.

(9) 허용 내하력 측정: 허용 내하력 측정장치는 장비조립 완료 후 설치하여야 한다.

4.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정

하여야 한다.

4.3.3 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 발파 또는 기타의 이유로 계측기가 손상되었을 경우에는 손상 계측기 인접부에 계측기를 재설치한 후 계측을 계속 수행하여야 한다.

4.3.4 계측의 수행

(1) 개요

① 계측수행과 관리는 계측전담반에 의하여 수행되어야 한다.

② 계측책임자는 계측기기의 특성과 상하수도 분야의 경험이 풍부한 건설관련분야의 특급기술자나 강재 비파괴 전문기술자이어야 한다.

(2) 누수량 측정

① 관거의 낮은 쪽에 고무마개(clinder type)를 설치한다.

② 컴프레서를 사용하여 공기를 고무마개 내부에 주입시킨다.

③ 관의 이동이나 고무마개가 수압에 밀리지 않도록 버팀목을 철저히 설치한다.

④ 관로의 높은 쪽에 고무마개(air release type)를 설치(공기 빠지는 파이프는 위쪽, 물주입 파이프는 아래쪽)하고 공기를 주입시켜 고정시킨다.

⑤ 물탱크와 물주입 파이프를 호스로 적절히 연결한다.

⑥ 수직시험관과 공기 빠지는 파이프에 호스를 연결시킨다(수직시험관의 위치는 관 내부 상단부분에서 수직시험관 물수두까지 1 m로 한다.).

⑦ 물주입 파이프와 공기 빠지는 파이프에 부착된 밸브를 열고 물탱크의 물을 관거 내부에 기포가 차지 않도록 서서히 채운다.

⑧ 관거 내부에 물이 차기 시작하여 공기 빠지는 파이프에 물이 나오기 시작하면 약간의 물을 빼낸 후 공기 파이프에 부착된 밸브를 잠근다.

⑨ 관거 내에 물을 계속 주입시켜 수직시험관의 물이 넘치면 물주입 파이프의 밸브를 잠근다.

⑩ 관거가 포화될 때까지 최소 30분간 방치하여 수직시험관의 수두가 관거 내부 상단에서 1m를 유지하도록 물을 채운다(많은 양의 물이 계속 줄어드는 경우에는 작업을 중단하고 관거 상태의 이상 유무를 점검하여야 한다.).

⑪ 물의 누수량 검사는 5분 간격으로 수직시험관 꼭대기까지 물을 채운 후 측정한다.

⑫ 누수시험결과는 준공서류에 첨부하여야 한다.

(3) 수압측정

① 수압시험을 위한 물의 주입에 앞서 관로를 임시로 되메우기하여 관로가 수압시험 중에 이동하는 것을 막아야 한다.

② 관로에 물을 주입할 때는 관내공기를 배제하면서 천천히 주입하여야 하며, 충수 중에 공기밸브 등에서 공기배제가 잘 되고 있는지 또는 관로에 이상이 있는지를 확인하여야 하며 누수장소에는 적절한 지수조치를 하여야 한다.

③ 관내 충수 후 적어도 24시간을 방치시켜 관내공기를 모두 배제하고 특히 시멘트 모르타르 등 라이닝이 충분히 포화된 다음 수압시험을 시행하며 규정수압을 24시간 유지하여 관로에 이상이 있는지를 확인함과 동시에 누수량을 측정한다.

④ 관경 800 mm 이상의 이음은 원칙적으로 공사감독자 입회하에 각 이음마다 내면에서부터 테스트밴드(test band)로 수압시험을 한다.

⑤ 테스트밴드 수압시험은 0.5 MPa(N/mm^2) 이상에서 5분간 유지하여 0.4 MPa(N/mm^2) 이하로 수압이 내려가지 않아야 한다. 만약 수압이 내려가는 경우에는 다시 접합하고 수압시험을 하여야 한다.

(4) 초음파 탐상시험

현장용접 이음부의 초음파 탐상시험은 KS B 0817, KS B 0888, KS B 0896 및 KS D 0252에 따른다.

(5) 방사선 투과 측정

검사작업에 앞서 검사방법, 공정, 보고서의 작성 양식에 대하여 공사감독자의 승인을 받은 다음 작업을 시작한다.

(6) 용접부 압력측정

① 관 내외면의 용접이 끝나면 용접부위가 완전히 해열된 후 부착된 오물을 깨끗이 제거하고 용접 개소 시험공에 압력계를 부착시킨다.

② 압력계를 부착시킨 후 고압가스 압축가스통의 콕을 서서히 열어 압력계의 지침이 1.5 MPa(N/mm^2)에 도달되도록 한다.

③ 압력을 1.5 MPa(N/mm^2) 로 유지한 상태에서 10분 이상 경과한 후에 누설 유무를 관측하고, 누기지점은 용착물을 완전히 제거한 후 재용접하고 시험을 반복한다.

④ 기밀시험이 끝나면 부착된 압력계를 제거하고 용접 개소 시험공은 용접 처리한다.

⑤ 현장 여건상 부득이 정해진 기밀시험 기간을 유지할 수 없는 경우에는 반드시 공사감독자의 지시에 따라 조치하고, 기밀시험을 합격한 부분에 대하여 1.5 MPa(N/mm^2)를 유지한 상태에서 기록 사진을 촬영한 후 공사감독자의 지시에 따라 도복처리 한다.

(7) 전위측정

① 자연전위는 전기방식 대상물에 방식전류를 흘리지 않은 상태에서 측정하여야 하며 만일 전류가 흘렀을 경우는 대상물에 유입된 전류의 영향이 완전히 소멸한 뒤에 측정하여야 한다.

② 방식전위측정은 전류를 흘리고 24시간 이상 경과한 후에 측정하여야 한다.

③ 방식전위의 기준값은 포화 황산동 전극기준으로 -0.85 V 이하이어야 하고, 방식전위 하한값은 지하철도 등의 간섭영향을 받는 곳을 제외하고는 포화황산동 기준전극으로 -2.5 V이상이 되도록 하여야 한다.

④ 방식전류에 의한 자연전위와의 최소 전위변화가 -300 mV 이하이어야 한다.

⑤ 전기방지의 시험 및 검사에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

가. KS C 1301, KS C 1302에 의한 절연저항측정

나. KS C 8536에 의한 내전압시험

다. KS D 0235 방식용 희생양극의 성능시험방법

(8) 흐름분포 및 손실수두 측정

① 하부 집수장치 흐름분포 측정(물)

가. 각 여과지의 하부 집수장치는 모든 오리피스가 이물질에 의해 막히지 않았는지 확인하고, 흐름의 분포가 균일한지 확인하기 위해 눈으로 볼 수 있는 배출흐름 분포시험을 받아야 한다.

나. 이 시험은 여재가 설치되기 전에 이루어져야 하며, 시험을 시작할 때 하부 집수장치는 그 높이의 대략 반 정도를 물로 채워야 한다.

다. 시험흐름속도의 평균 역세척 속도는 설계 시 제시된 속도 이상이어야 하며, 흐름속도는 눈으로 관찰할 수 있도록 약 2분 정도는 측정되어야 한다,

라. 흐름분포시험은 3회 반복 시행되어야 하며, 매 시험동안 각 오리피스로부터의 흐름뿐만 아니라 흐름이 끊어지는 부분 또는 끓는 부분이 있는지 관찰하여야 한다.

마. 시험 도중 발생된 문제점 등을 시정하여야 할 필요가 있는 경우 이에 따른 조치를 취하고 시정되었는지 시험을 다시 해 보아야 한다.

② 하부 집수장치 흐름분포 측정(공기)

가. 각 여과지의 하부 집수장치는 모든 오리피스가 이물질에 의해 막히지 않았는지 확인하고 흐름의 분포가 균일한지 눈으로 볼 수 있는 배출흐름 분포시험을 받아야 한다.

나. 시험도중 발생된 문제점을 시정하여야 할 필요가 있는 경우 이에 따른 조취를 취하고 시정되었는지 시험을 다시 해 보아야 하며, 여재가 설치된 후에 시험을 위해 하부 집수장치의 윗부분보다 약 30 cm 정도의 높이로 하부 집수장치를 깨끗한 물로 채워야 한다.

다. 시험을 위한 흐름속도는 공기와 물의 보통 역세척 속도에 대하여 2분 동안 측정되어야 한다.

라. 이 시험은 3회 반복하여야 하며 매 시험 동안 각 오리피스로부터의 흐름뿐만 아니라 흐름의 끊어지는 부분 또는 끓는 부분이 있는지 관찰하여야 한다.

마. 시험 도중 발생된 문제점들을 시정하여야 할 필요가 있을 경우 이에 따른 조치를 취하여야 하며 그러한 문제가 시정되었는지 시험을 다시 해보아야 한다.

③ 손실수두 측정

시스템의 손실수두를 적어도 한 개가 여과지에 대해서 측정하여야 한다. 이 측정된 마찰손실은 하부 수로, 교차파이프, 하부 집수장치 및 여재 지지시스템 등에도 적용된다.

(9) 허용 내하력 측정

① 장비조립 완료 후 기기의 작동시험을 실시하여야 한다.

② 장비투입 시는 사전에 장비운반, 투입방법, 크레인 규모, 안전조치 등에 대한 세부계획이 포함된 장비반입 계획서를 작업구 굴착 2개월 전까지 제출하여야 한다.

4.3.5 계측빈도

(1) 누수량 측정: 측정기간은 관로 되메우기 전과 포장공사 후에 측정하여야 하며 빈도는 각 1회 이상 측정하여야 한다.

(2) 수압측정: 측정기간은 관로 되메우기 전과 포장공사 후에 측정하여야 하며 빈도는 각 1회 이상 측정하여야 한다.

(3) 방사선 투과 측정: 측정기간은 강관배관 용접 후 되메우기 전에 1회 이상 측정하여야 한다.

(4) 방사선 투과 측정: 측정기간은 강관배관 용접 후 되메우기 전에 1회 이상 측정하여야 한다.

(5) 용접부 압력측정: 측정기간은 강관 내·외면 용접이 끝난 후 되메우기 전에 1회 이상 측정하여야 한다.

(6) 전위측정: 측정기간은 상수도관 부설 후 전위측정이 필요한 관로에 대하여 1회 이상 측정하여야 한다.

(7) 허용 내하력 측정: 측정기간은 장비조립 완료 후 측정하며 1회 이상 계측하여야 한다.

(8) 흐름분포 및 손실수두 측정: 측정기간은 하부집수장치 설치 후 여재포설 전에 여과지별로 시험흐름속도와 손실수두를 1회 이상 측정하여야 한다.

4.3.6 계측결과의 정리 및 분석

(1) 모든 계측결과 기록지에는 사업명, 위치, 시설명, 측점, 계측항목, 계측위치, 측정일시, 측정자 등을 기재하여야 한다.

(2) 계측결과는 상하수도 분야 또는 해당분야의 경험이 풍부한 건설관련분야의 기술자에 의하여 분석되어야 한다.

(3) 계측 분석결과 상하수도 시설에 영향이 있다고 판단되는 경우에는 이에 대한 적절한 응급조치를 취하고, 그 원인을 규명하여 항구적인 대책을 강구하여야 한다.

(4) 계측이 종료되면 계측결과를 정리하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 얻은 후 후속작업을 진행하여야 한다.

4.3.7 계측관리 기준

(1) 계측관리 기준은 현장 여건과 상황에 따라 관계 전문가 또는 관리청과 관리기관의 승인하에 변경하거나 조정할 수 있다.

(2) 누수량 측정: 수직시험관의 물을 채운 후 10분 동안 누수허용수량 이상 수직시험관의 물이 줄지 않으면 합격으로 한다.

(3) 수압측정: 누수허용량은 관종, 관경, 이음형식 등에 따라 다르나 고무링을 이용한 소켓 접합 방식의 경우 관경 10 mm, 연장 1 km에 대하여 50~100 L/일 정도를 표준으로 한다.

(4) 방사선 투과 측정: 방사선 투과시험의 판정기준은 KS B 0845에 따라 판정하고 제1종 결함 및 제2종 결함의 3급 이상을 합격으로 한다.

(5) 초음파 탐상 측정: 결함의 평가는 모재의 두께에 따라 표 4.1의 A, B, C 값으로 구분되는 결함지시 길이와 최대 에코(echo) 높이의 영역에 따라 표 4.2에 의하여 평가하며, 결함의 평가점에 따라 3점 이하이고 결함이 가장 조밀한 용접부의 길이 30 cm당 평가점의 합계가 5점 이하인 것을 합격으로 한다.

표 4.3−1 초음파 탐상시험에 대한 결함지시 길이의 구분

결함지시 길이 구분 / 모재두께(mm)	A	B	C
6 이상 18 이하	6	9	18
18 이상	t/3	t/2	t

주 1) t: 모재의 판 두께, 판 두께가 다른 맞대기 용접일 때에는 얇은 쪽의 두께로 한다.

표 4.3−2 초음파 탐상시험에 대한 결함의 평가점

결함지시 길이 / 최대 에코 높이(mm)	A 이하	A 이상 ~B 이하	B 이상 ~C 이하	C 이상
영역Ⅲ	1점	2점	3점	4점
영역Ⅳ	2점	3	4점	4점

(6) 허용 내하력 측정: 추진방향 허용 내하력은 표 4.3-3과 같다.

표 4.3-3 추진방향 허용 내하력

호칭경	허용 내하력		유효 단면적 A (㎡)
	500(N/㎟)	700(N/㎟)	
800	23.0		0.1766
900	29.9		0.2297
1,000	37.7		0.2897
1,100	43.8		0.3365
1,200	53.1		0.4084
1,350	62.4		0.4800
1,500	79.4		0.6107
1,650	94.5		0.7270
1,800		149.3	0.8533
2,000		183.6	1.0494
2,200		221.5	1.2658
2,400		255.3	1.4590
2,600		299.7	1.7123

4.3.8 계측결과 보고

1.3.12를 따른다.

5. 터널공사

5.1 일반사항

5.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 터널 시공 중의 안전관리를 목적으로 한다.

(2) 위 (1) 이외의 목적에 대한 계측관리는 별도로 계획한다.

5.2 재료

5.2.1 계측기기

(1) 지표 및 지중침하계의 오차는 ± 1 mm 이내이어야 한다.

(2) 내공변위 및 천단침하계의 측정의 오차는 ± 1 mm 이내이어야 한다.

(3) 지중변위계의 측정 오차는 ± 0.1 mm 이내이어야 한다.

(4) 록볼트 축력계의 정확도는 0.1 kN 이상이어야 한다.

(5) 숏크리트 응력계는 0.01 MPa 이상의 정확도를 가져야 한다.

(6) 막장전방 선행변위를 측정하기 위한 계측기기의 정밀도는 ± 0.1 mm/m 이상이어야 한다.

(7) 록볼트 인발시험용 center hole jack은 용량 30 kN 이상, 정밀도 5 kN 이하, 변위게이지의 정밀도는 1/100 mm 이하이어야 한다.

5.2.2 계측자료 획득 시스템

일반적으로 계측관리의 자동화에는 기록지 또는 저장장치에 계측자료를 기록할 때까지를 자동화하고, 그 후의 처리는 별도로 컴퓨터로 실시하는 반자동 계측관리기법과 자료 수집, 해석, 그래프화까지를 유선, 무선으로 온라인화된 시스템으로 일관하여 실시하는 전자동 계측관리기법 및 상기의 두 가지 방법을 병용하는 기법으로 구분하며 계측대상 비탈면의 조건을 고려하여 자료획득 시스템을 선정하여야 한다.

5.3 시공

5.3.1 계측기기의 설치

(1) 지표 및 지중침하계

지표 및 지중침하계는 설치위치로부터 터널직경의 3배에 해당하는 위치까지 터널의 막장이 도달하기 전에 초기치를 측정할 수 있는 시기에 설치하여야 한다. 단, 특수지반 등 지반조건상 터널굴진의 영향이 터널직경의 3배 거리 이상까지 미치게 될 것으로 예상되는 경우는 변위의 발생 전에 기기를 설치하고 초기치를 측정하여야 한다.

(2) 내공변위 및 천단침하계

내공변위 및 천단침하 측점은 실링 숏크리트(sealing shotcrete)가 타설된 직후 설치하고 다음 막장의 굴착이 진행되기 전에 초기치를 측정할 수 있도록 설치하여 터널 굴진에 따른 변위를 최대로 측정할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 지중변위계

① 지중변위계의 측점은 지반에 확실하게 고정되어서 지반변위가 충분히 반영되도록 설치하여야 한다.

② 지중변위계는 1차 숏크리트가 타설된 직후 설치하고 다음 막장이 진행되기 전에 초기치를 측정하여 터널 굴진에 따른 변위를 최대로 측정할 수 있도록 하여야 한다.

(4) 록볼트 축력계

① 록볼트 축력 측정계는 1차 숏크리트가 타설된 직후 설치하고 지반과 충분히 부착된 후 다음 막장굴착이 진행되기 전에 초기치를 측정할 수 있는 시기에 설치하여 터널 굴진에 따른 축력변화를 최대한 측정할 수 있도록 하여야 한다.

② 록볼트 축력계는 지반에 확실하게 고정되어서 지반변위에 따른 측점 설치부의 축력 변화를 충분히 반영할 수 있어야 한다.

③축력 측정용 록볼트의 재질, 규격, 충전재 등은 실제 시공되는 록볼트의 경우와 동일하여야 한다.

(5) 숏크리트 응력계

①숏크리트 응력계는 숏크리트 타설 시에 설치하고 다음 막장굴진이 진행되기 전에 초기치를 측정하여 터널 굴진에 따른 축력변화를 최대한 측정할 수 있도록 하여야 한다.

(6) 막장전방 선행변위계

①선행변위 측정은 막장전방 지반의 침하 정도를 사전에 인지할 수 있도록 막장면의 굴진 전 터널 전방에 설치하여 초기치를 측정하여야 한다.

②터널 내의 천단침하 측정과 동일한 선상에 설치하여 연직방향 침하 측정결과의 상호 비교가 가능하도록 하여야 한다.

③계측기의 천공각도는 천공 시 처짐각과 보조공법의 시행에 따른 간섭을 고려하여 상향 7°~ 10° 정도로 천공하는 것이 바람직하며, 록볼트 또는 보조공법 등 터널 내의 작업에 의해 손상되지 않도록 하여야 한다.

④선행변위 측정을 통한 변위량의 계산은 천공 홀의 가장 안쪽(계측기 1번)을 기준점으로 누계변위로 계산하여야 하므로 계측기의 개당 설치길이는 변위발생으로 인한 오차가 발생되지 않도록 충분한 소요깊이 이상이어야 한다.

5.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정하여야 한다.

(3) 계측장비는 주기적으로 국가인증 검교정 기관 또는 이와 동등 이상의 자격을 갖춘 기관에서 검교정을 받는 것을 원칙으로 하나, 국내에 해당 검교정기관이 없거나 신기술에 의한 장비의 경우에는 해당 장비의 제조사의 매뉴얼에 따른다.

5.3.3 계측기기의 보호

설치된 계측기기는 공사 또는 기타의 영향으로 손상되지 않도록 보호하여야 한다.

5.3.4 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 터널 내에 설치된 계측기 주변은 계측기기 관리 및 계측수행을 위하여 충분한 조도를 유지하여야 하며 계측명, 위치, 초기 측정일자와 초기 측정값이 기록된 표시판을 설치하여 관리하여야 한다.

(3) 발파 또는 기타의 이유로 계측기가 손상되었을 경우에는 손상 계측기 인접부에 계측기를 재설치한 후 계측을 계속 수행하여야 한다.

5.3.5 계측의 수행

(1) 계측의 수행과 관리는 시공자가 계측전담반을 직접 운영하거나 계측 전문업체에 위탁하여 수행할 수 있다.

(2) 계측책임자는 계측기기의 특성과 터널굴진에 따른 지반 및 지보재의 거동을 이해할 수 있는 지반공학 또는 지질학 관련 분야를 전공한 기술자이어야 한다.

5.3.6 계측빈도

(1) 내공변위, 천단침하, 지중변위 및 록볼트

① 내공변위 및 천단침하의 측정빈도는 표 5.3-1과 같이 변위속도 또는 막장거리에 근거하여 결정하되 변위 양상에 따라 조정한다.

표 5.3−1 내공변위 및 천단침하 계측의 측정빈도

측정빈도	변위속도	막장거리	비고
2회/일	10 mm/일 이상	0D ~ 1D	D는 터널 직경
1회/일	10~5 mm/일	1D ~ 2D	
1회/2일	5~1 mm/일	2D ~ 5D	
1회/주	1 mm/일 이하	5D 이상	

(2) 지표 및 지중침하 빈도

① 지표 및 지중침하계의 측정빈도는 막장거리, 굴진속도, 지반 및 지보재의 거동 상태를 고려하여 결정하되 계측결과에 따라 다음을 표준으로 적절히 조정한다.

가. 막장 전방 3D~막장 전방 2D 구간: 1회/2일

나. 막장 전방 2D~막장 후방 1D 구간: 1회/1일

다. 막장 후방 1D~막장 후방 3D 구간: 1회/2일

라. 막장 후방 3D~변위 수렴 시까지: 1회/3일

마. 여기서 D는 터널직경을 말한다.

(3) 계측항목과 빈도는 현장 여건 및 지반조건을 감안하여 공사감독자의 확인을 받은 후에 조정할 수 있다.

5.3.7 계측기간

(1) 터널공사 중 계측의 측정기간은 계측기기 설치 후부터 계측값의 수렴이 확인될 때까지로 한다.

5.3.8 계측결과의 정리 및 분석

(1) 모든 계측결과 기록지에는 사업명, 위치, 터널명, 측점, 계측항목, 계측위치, 측정일시, 측정자 등을 기재하여야 한다.

(2) 계측결과는 측정일자, 경과일수, 막장거리(상반, 하반 구분), 초기치, 금회 변위, 누계변위를 정해진 양식에 계측 항목별로 별도로 정리하여야 하며, '시간(경과일수)-계측치'와 '막장거리-계측치'를 그래프로 표시하여 계측치의 변화경향을 신속히 파악할 수 있도록 하여야 하며 그 결과를 후속작업에 활용할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 계측결과는 계측책임자의 책임하에 지반거동을 이해하고 터널건설에 경험이 풍부한 지반공학 관련 분야를 전공한 기술자에 의하여 분석되어야 한다.

(4) 계측책임자는 당해 현장 또는 유사 현장에서 수행한 수치해석결과, 경험치, 타 계측결과 및 현장지반조건 등을 참조하여 분석하며, 계측치의 절대변화량 및 변화속도 등을 참고하여 계측관리기준치를 설정하고 그에 따라 안정성을 평가한다. 또한, 안정성 평가 및 대책공의 실시(지보패턴 변경 등)는 설계예상 변위에 근거한 관리기준의 적용 시 단일항목의 결과만으로 평가하기보다는 관련된 계측항목(지보재 응력, 축력 등)을 종합적으로 고려하여 합리적인 대책을 강구하여야 한다. 이때 계측관리기준치는 공사감독자의 승인을 득하여 설정하도록 한다.

(5) 계측 분석결과 터널의 안전성에 영향이 있다고 판단되는 경우에는 공사감독자는 시공자에게 이에 대한 적절한 응급조치를 취하도록 하고, 그 원인을 규명하여 항구적인 대책을 강구하도록 한다.

(6) 계측이 종료되면 계측결과를 정리하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 얻은 후 후속작업을 진행하여야 한다.

5.3.9 계측관리 기준

(1) 계측관리 기준은 지반의 거동상태, 인접구조물의 안전한계와 암반 역학적인 조건에 의하여 결정되므로 기준적인 수치를 정확히 제시하기가 어렵기 때문에 이론해석 및 수치해석, 또는 유사조건하의 시공실적을 참고하여 초기 시공실적을 토대로 관리기준을 수시로 수정해 가는 방법이 가장 합리적이고 실질적이다.

(2) 1차 관리기준은 공사관리를 위한 목표설정 기준이며, 2차 관리기준은 주변구조물에 영향을 미칠 수 있으므로 대비하라는 기준이고, 3차 관리기준은 터널 자체의 위험에 대비하라는 기준을 의미한다.

5.3.10 계측결과 보고

1.3.12를 따른다.

6. 댐공사

6.1 일반사항

6.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 댐 시공 중의 안전관리 및 품질관리를 목적으로 한다.

(2) 위 (1) 이외의 목적에 대한 계측관리는 별도로 계획한다.

6.2 재료

6.2.1 계측기기의 종류

(1) 댐체 표면에서 발생하는 외부변형을 측정하는 계측기기의 측정오차 한계는 ±1.0 mm 이내이어야 한다.

(2) 댐체 내부에서 발생하는 침하량을 측정하는 계측기기의 측정오차 한계는 ±1.0 mm 이내이어야 한다.

(3) 콘크리트 온도변화에 의한 무응력 변형율의 측정범위는 3,000με 이상이어야 하며 최소측정치는 0.1με 이하이어야 한다.

(4) 표면차수벽의 비탈면에 설치하는 경사 계측기기는 ±90° 이상, 댐 중앙에 설치하는 수직경사계측기기는 ±50° 이상을 측정할 수 있어야 한다.

(5) 콘크리트 표면차수벽형 석괴댐의 경우 차수벽과 프린스 이음부의 3 방향별 변위를 측정하여야 하는 변위계의 측정범위는 최소 100 mm 이상이어야 하며, 측정오차의 한계는 ± 0.01 mm 이내이어야 한다.

(6) 콘크리트 차수벽의 응력을 측정하기 위한 계측기기는 3개를 1조로 설치하여 rosette block을 사용하여 0°, 45°, 90° 방향으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.

(7) 간극수압의 측정범위는 설계상의 작용 간극수압을 고려하여 계획되어야 하며, 기본적으로 1 MPa 이상을 측정할 수 있어야 한다.

6.2.2 계측자료 획득 장치

(1) 댐계측은 공사 중 계측뿐만 아니라 유지관리계측까지 연계되어 피해를 미연에 방지하거나 최소화하기 위해서는 조기에 징후를 감지하는 것이 중요하고, 모니터링과 동시에 신속하게 그 정보를 전달, 처리하는 것이 필요하며 계측자료의 수집, 처리, 해석까지를 일관하여 처리하는 자동화 계측시스템을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 계측자료 자동화 획득 장치는 계측기로부터 계측자료를 원격계측실의 컴퓨터로 전송하여 원격컴퓨터에서 계측자료의 저장분석이 가능하여야 하며, 필요시 수동 계측이 가능한 시스템으로 계획하는 것을 원칙으로 하여야 한다.

(3) 계측자료 자동화 획득 장치는 각 지점의 계측기기를 원격지에서 원격 제어하여 계측의 빈도를 조정할 수 있도록 계획하여야 한다.

(4) 계측자료 자동화 획득 장치를 사용하는 경우 안정적으로 계측자료를 획득, 저장, 송신할 수 있도록 전원공급장치를 설치하고 전압안정장치, 제습장치, 항온장치, 낙뢰 방지장치 등의 부속기기를 설치하여야 하며 필요한 경우 진동의 영향을 받지 않도록 방진장치를 계획하여야 한다.

6.3 시공

6.3.1 계측기기의 설치

(1) 균일형 댐의 경우는 각 계측기기별 케이블 길이를 최소화하여 하류방향 측정실에 설치되도록 하며, 존형 댐의 경우는 케이블이 동일 존을 통과하여 좌안 또는 우안으로 설치되도록 하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 계측기기와 회로 중계선 사이를 연결하는 유도선은 암석층, 토사층 또는 콘크리트 내에 매설되거나 노출되는 경우에도 각 계측기기의 정보를 정확하게 전달할 수 있도록 하기 위하여 댐 기초지반 및 댐체 매설용은 철선 등으로 보강하여야 하고, 인장이나 외력, 충격, 낙뢰 등에 대한 보강, 방수, 부식, 절연처리를 하여야 한다.

(3) 댐체 또는 구조물에 매설되는 계측기기와 유도선은 설치 후 즉시 검측하여 정상적 작동이 나타날 경우만 콘크리트 치기 또는 되메우기 공사를 진행하여야 한다.

(4) 댐체 심벽에 설치되는 경사측정용 계측기기는 축조과정별로 각각 설치되어 연결되어야 하는데 기존 축조단계에서 설치된 튜브상단 중심은 수평과 수직도가 ±1.0 mm의 정확도를 확보하여야 한다.

(5) 댐체의 응력 및 변형 측정기기는 다음 방법에 준하여 설치하여야 한다.

① 토압 측정기기를 설치하기 위해서는 최소 1 m 이상의 트렌치 굴착을 하여야 한다.

② 굴착하부의 최소 30 cm 심도는 수동 탬퍼 또는 램머로 다져야 하고 상부는 수개층으로 나누어 완벽한 다짐을 확보하며 되메우기를 하여야 한다.

③ 굴착면의 경사는 1:1 보다 완만하게 하며, 토압을 측정하고자 하는 면은 돌출부가 없도록 평평하게 면고르기를 한 후 해당 계측기기를 설치하여야 한다.

④ 토압 측정기기의 측정면이 토압작용방향을 향하여 수직이 되도록 설치한 후 움직이지 않도록 고정하여야 한다.

⑤간극수압 측정용 팁은 설치 전 24시간 동안 정수에 담궈 놓고 직사광선을 받지 않도록 하여야 하며, 보관 후 케이블에 지시계를 연결한 후 읽음 값이 동일하게 나와 공극이 없다고 판단될 때 설치하여야 한다.

(6) 콘크리트의 응력 및 변형 측정기기는 다음 방법에 준하여 설치하여야 한다.

①수직이음 변위 측정기기는 수직 이음부에 매설되도록 선행 콘크리트 타설 시와 후행 콘크리트 타설 시의 2단계로 매설하여야 한다.

②콘크리트 속에 묻히므로 용접 밀폐되어야 하고 부식방지처리를 하여야 한다.

③콘크리트 응력측정을 위한 계측기기는 밑면이 콘크리트와 밀착되지 않도록 하여야 하며 콘크리트 타설로 인해 밀착면이 훼손되지 않도록 하여야 한다.

④무응력 변형률 측정기기는 응력 계측기기와 같은 위치에 설치한다.

⑤무응력 변형률 측정기기는 특별히 제작된 용기에 넣어 매설하되, 주위 콘크리트와 같은 온도, 습도 하에서 설치하여야 한다.

⑥무응력 변형률 측정기기는 콘크리트 타설로 인해 측정기기가 접촉면으로부터 뜨지 않도록 하여야 하며 용기 내에 단계적으로 콘크리트를 타설하여야 한다.

6.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정하여야 한다.

6.3.3 계측기기의 보호

(1) 설치 후 계측기기의 일부가 노출되어 있는 계측기기는 공사용 장비나 사람에 의하여 훼손되지 않도록 적절한 보호 장치에 의하여 보호하여야 하고 잘 보이는 곳에 표지판을 설치하여야 한다.

6.3.4 자료 전송 케이블 설치

(1) 계측자료의 전송을 위한 케이블은 상시계측용으로 적합한 형식을 선정하고 케이블 포설 계획, 통신규격과 케이블 연결 및 접속에 대한 설치계획을 수립하여야 한다.

(2) 계측기기 케이블은 계측기기 전용 케이블을 사용하여야 하며, 설치 시 매설지점에서 측정실까지 접속점이 없이 단일선으로 구성하여야 한다.

(3) 계측기기의 침하발생으로 인하여 케이블에 인장력이 발생하지 않도록 여유있게 배선하여야 한다.

(4) 모든 계측기기의 배선은 계측용 배관을 설치하여 보호하여야 한다.

(5) 계측용 배관은 케이블의 단면적이 32%를 초과하지 않도록 한다.

(6) 계측용 배관은 계측용 케이블을 단독으로 사용하여야 한다. 단, 계측용 케이블에 통신장애를 일으키지 않는 타 케이블은 공사감독자가 확인하여 공동으로 사용할 수 있다.

(7) 케이블 끝단은 방수처리를 하여 측정 시부터 유지관리 시까지 물이 침투하지 못하도록 하여야 한다.

(8) 케이블의 끝부분에는 계측기기의 종류, 번호, 선 종류 등을 표시하여 서로 바뀌지 않도록 하여야 한다.

(9) 모든 자료 전송장비는 향후 확장성 및 확대를 고려하여 계측시스템이 운영될 경우를 대비하여 전송장비 선정 시 호환성을 고려하여야 한다.

6.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

(1) 현장에서 인도 시 실시하는 검사는 모든 기기는 공인기관의 시험성적서를 첨부하여 실시하여야 한다. 단, 발주처에서 인정하는 경우에는 제작업체 자체의 시험성적서로 대체할 수 있다.

① 산업표준화법에 의한 한국공업규격 표시품인 경우

② 품질경영 및 공산품안전관리법에 의한 품질등급을 획득한 제품인 경우

③ 전기통신기본법에 의한 전기통신자재 형식승인을 필한 경우

(2) 장기 또는 상시 계측을 위한 설치 공사 후 조정 및 시험을 완료하고 다음과 같이 시운전 시험을 실시하여야 한다.

① 계측기기 설치 책임기술자는 무부하 상태에서 기기의 1차 시운전에 대한 책임을 지며, 시험 완료 후 시험 결과 보고서를 공사감독자에게 작성 제출하여야 한다.

② 종합 시운전은 부하상태에서의 시운전으로서 본 설비와 관련된 타 설비와의 종합적인 시운전을 포함하여 총괄적인 기능을 이룰 수 있게 하여야 한다.

③ 시운전 시험기간은 최소 30일 이상이어야 한다.

6.3.6 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 계측기기에 대한 정기적 신뢰성 평가를 실시하여야 하며, 신뢰성 평가는 경시변화에 의한 판정, 전기적 점검에 의한 판정, 댐체 거동분석 등의 계측결과 분석에 의한 판정을 종합적으로 고려하여야 한다.

6.3.7 계측의 수행

(1) 계측수행과 관리는 계측전담반에 의하여 수행되어야 한다.

(2) 계측책임자는 계측기기의 특성과 댐 및 지반의 거동을 이해할 수 있는 해당분야 건설관련분야의 특급기술자이어야 한다.

6.3.8 계측빈도

(1) 공사 중 계측기간은 아래와 같이 4단계로 구분하며 각 계측빈도는 **표 6.3-1**과 같다. 계측결과 및 현장 여건, 지반조건을 감안하여 계측빈도를 변경하고자 할 경우에는 계측자료 분석 등을 통하여 변경의 타당성을 확보하고 공사감독자의 확인을 받은 후에 조정할 수 있다.

①1단계: 계측기기 설치 후 1개월간

②2단계: 계측기기 설치 1개월 후부터 댐 완공 시까지

③3단계: 측정치가 이상거동을 보이고 있는 경우로서 안전이 확인될 때까지

④4단계: 홍수조절 또는 지진발생 후 1주일간

표 6.3-1 댐공사 계측빈도

계측내용	1단계	2단계	3단계	4단계
간극수압 지하수위 내부침하 및 층별 침하	매일	주 1회	매일	매일
주변이음부 변위 수직이음부 수평변위 댐체 및 콘크리트 변형률 콘크리트 무응력 변형률 비탈면 변위	매일	주 1회	매일	매일
외부변위 및 정부침하	매일	매일	매일	매일
자동계측기록 및 컴퓨터 제어설비	매일	매일	매일	매일

(2) 각 계측항목별 결과는 상호 비교분석이 필요하므로 관련 계측항목은 동일시기에 측정을 실시하고, 그중 빈도가 높은 것은 별도로 측정하여야 한다.

(3) 이상홍수, 지진 등 댐 안정성에 영향을 미치는 현상이 발생하였을 때는 즉시 측정 및 분석을 실시하여, 댐체 및 구조물의 이상 유무를 판정하고 이상이 있을 시는 항구적인 대책을 강구하여야 한다.

6.3.9 계측기간

(1) 댐 공사 중 계측의 측정기간은 계측기기 설치 후부터 공사종료 시까지 지속하며 유지관리계측으로 이관하도록 하여야 한다.

6.3.10 계측결과의 정리 및 분석

(1) 모든 계측결과 기록지에는 사업명, 위치, 댐명, 측점, 계측항목, 계측위치, 측정일시, 측정자 등을 기재하여야 한다.

(2) 계측결과는 측정일자, 경과일수, 시공상황, 초기치, 금회 측정값, 변화량 등을 정해진 양식에 계측 항목별로 별도 정리하여야 하며, 계측자료를 분석하기 위한 그림은 각각의 계측항목에 대하여 위치별 경시변화 및 댐체에서의 계측항목별 결과 분포도로 나타내어 그 결과를 시공관리 및 안전관리에 활용할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 계측결과는 댐 및 지반거동을 분석 가능한 건설관련분야의 기술자에 의하여 분석되어야 한다.

(4) 계측 분석결과 댐의 안전성에 영향이 있다고 판단되는 경우에는 이에 대한 적절한 응급조치를 취하고, 그 원인을 규명하여 항구적인 대책을 강구하여야 한다.

(5) 댐체의 응력 및 변형 측정 결과분석

① 토압 측정결과를 통해 댐체 응력분포와 주응력 등을 검토하여 설계 시의 적정성 및 댐체 안정성을 확인하고, 응력전이에 따른 수압할렬 가능성 등을 검토하여야 한다.

② 댐체의 변형은 경시변화 및 변형속도, 부등침하 발생 여부 등을 통해 기본적인 안정화를 판단하며, 침하량, 수평 변위량을 동시에 측정하여 상호 영향 및 전체 축조 높이별 각각의 변위 발생량을 분석하여 댐체 안정성 판단에 적용하여야 한다.

③ 콘크리트 차수벽에 설치된 경사측정결과는 댐체 변형 결과와 함께 분석하여 콘크리트 차수벽의 변형 및 균열발생 가능성 등에 대해 검토를 하여야 한다.

(6) 콘크리트의 응력 및 변형 측정 결과분석

① 콘크리트 표면차수벽 주변이음부와 같이 인장력이 작용하는 부위에 대한 변위 등을 분석하여 축조 중 단기안정성 및 장기적 내구성 측면의 안정성 검토를 하여야 한다.

② 무응력 변형률 측정결과를 이용하여 콘크리트에 작용하는 외부응력과 온도변화 등 내부에서 자생적으로 발생하는 내부응력을 각각 파악하여 건설 중 품질관리 및 댐체 안정성 평가에 적용하여야 한다.

(7) 댐체 및 주변지반의 간극수압 측정 결과분석

① 심벽 내에서 발생하는 간극수압을 통해 위치별 유효응력과 전단강도를 분석하여 축조 중 댐체의 안정성 판단에 적용하여야 한다.

② 콘크리트 댐의 경우 댐체에 작용하는 양압력을 이용하여 댐체의 안정성 판단에 적용하여야 한다.

6.3.11 계측관리 기준

(1) 계측관리 기준은 댐의 형식과 규모, 댐 양안부 및 기초지반의 거동상태, 지질조건, 축조재료, 시공방법 등에 의하여 차이를 보이게 되므로, 기준적인 수치를 명확히 제시하기 어려우며, 각 계측항목별로 이와 같은 사항을 고려하여 결정되어야 한다. 일반적으로 실내시험, 이론 및 수치해석, 그리고 초기 시공실적 및 유사한 조건을 갖는 댐의 계측결과를 토대로 종합적인 검토를 통해 결정하는 것이 합리적이다.

(2) 댐체의 간극수압 분포도 및 토압 측정결과는 시공속도 및 성토고, 축조재료의 함수비를 조절하여 댐 축조 시 성토속도 규제 방안으로 이용되어야 한다.

(3) 각 계측항목별 계측관리 기준 절댓값 또는 경향선 형태로 설정될 수 있으며 현장 여건과 상황에 따라 현장별 전문가 또는 관리청과 관리기관의 승인하에 변경, 조정될 수 있다.

6.3.12 계측결과 보고

1.3.12을 따른다.

7. 하천제방공사

7.1 일반사항

7.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 하천제방 시공 중의 안전관리 및 품질관리를 목적으로 한다.

(2) 위 (1) 이외의 목적에 대한 계측관리는 별도로 계획한다.

7.2 재료

7.2.1 계측기기의 종류

(1) 제방 변형을 측정하는 계측기기의 측정오차 한계는 ± 1.0 mm 이내이어야 한다.

(2) 제방 침하량을 측정하는 계측기기의 측정오차 한계는 ± 1.0 mm 이내이어야 한다.

(3) 제방의 수평변위를 측정하는 변위계의 측정범위는 최소 100 mm 이상이어야 하며, 측정오차의 한계는 ± 0.01 mm 이내이어야 한다.

(4) 간극수압의 측정범위는 설계상의 작용 간극수압을 고려하여 계획되어야 하며, 기본적으로 1 MPa 이상을 측정할 수 있어야 한다.

7.2.2 계측자료 획득 장치

(1) 하천제방계측은 공사 중 계측뿐만 아니라 유지관리계측까지 연계하여 계측계획을 수립하는 경우 계측자료의 수집, 처리, 해석까지를 일관하여 처리하는 자동화 계측시스템을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 계측자료 자동화 획득 장치는 계측기로부터 계측자료를 원격계측실의 컴퓨터로 전송하여 원격컴퓨터에서 계측자료의 저장·분석이 가능하여야 하며, 필요시 수동 계측이 가능한 시스템으로 계획하는 것을 원칙으로 하여야 한다.

(3) 계측자료 자동화 획득 장치를 사용하는 경우 안정적으로 계측자료를 획득, 저장, 송신할 수 있도록 전원공급장치를 설치하고 전압안정장치, 제습장치, 항온장치, 낙뢰 방지장치 등의 부속기기를 설치하여야 하며 필요한 경우 진동의 영향을 받지 않도록 방진장치를 계획하여야 한다.

7.3 시공

7.3.1 계측기기의 설치

(1) 현장에 사용될 계측기기는 현장실정 및 사용 목적에 적합한 장비를 선정, 구매하여야 하며, 계측기기의 구입 및 설치 전에 각종 장비의 시방서를 발주처에게 제출하고 승인을 얻어야 한다.

(2) 제방이 침하하여도 케이블이 끊어지거나 손상되지 않도록 케이블에 적당한 방법으로 여유를 두어 제방 표면까지 설치하여야 하며, 케이블의 끝부분에는 계측기기의 종류, 번호, 선 종류 등을 표시하여 서로 바뀌지 않도록 관리하여야 한다.

(3) 계측책임자는 계측기기의 제작사가 제공한 지침서에 명시된 절차에 따라서 정확하게 기기를 설치하여야 한다.

7.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정하여야 한다.

7.3.3 계측기기의 보호

(1) 계측기기와 회로 중계선 사이를 연결하는 유도선은 제방 기초지반 및 제방 매설용의 경우 철선 등으로 보강하여야 하고, 인장이나 외력, 충격, 낙뢰 등에 대한 보강, 방수, 부식, 절연처리를 하여야 한다.

(2) 계측책임자는 각 기기별 설치지침서를 사전에 검토하여 설치 시 발생될 수 있는 제반 문제점을 파악하고 이에 대한 계측기기 보호대책을 수립하여야 한다.

7.3.4 자료 전송 케이블 설치

(1) 계측기기 케이블은 계측기기 전용 케이블을 사용하여야 하며, 설치 시 매설지점에서 측정실까지 접속점이 없이 단일선으로 구성하여야 한다.

(2) 케이블 끝단은 방수처리를 하여 측정 시부터 유지관리 시까지 물이 침투하지 못하도록 하여야 한다.

7.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

(1) 제방 또는 구조물에 매설되는 계측기기와 유도선은 설치 후 즉시 검측하여 정상적 작동이 나타날 경우만 되메우기 공사를 진행하여야 한다.

7.3.6 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 계측기기에 대한 정기적 신뢰성 평가를 실시하여야 하며, 신뢰성 평가는 경시변화에 의한 판정, 전기적 점검에 의한 판정, 제방 거동분석 등의 계측결과 분석에 의한 판정을 종합적으로 고려하여야 한다.

7.3.7 계측의 수행

(1) 계측수행과 관리는 계측전담반에 의하여 수행되어야 한다.

(2) 계측책임자는 계측기기의 특성과 제방 및 지반의 거동을 이해할 수 있는 건설관련분야의 기술자이어야 한다.

(3) 계측기기는 한번 측정할 때마다 같은 날 최소 3회 이상 측정한 후 그 평균값을 측정결과로 채택하여야 한다.

7.3.8 계측빈도

(1) 공사 중 계측기간은 아래와 같이 4단계로 구분하며 각 계측빈도는 표 7.3-1과 같다. 계측결과 및 현장여건, 지반조건을 감안하여 계측빈도를 변경하고자 할 경우에는 계측자료 분석 등을 통하여 변경의 타당성을 확보하고 공사감독자의 확인을 받은 후에 조정할 수 있다.
① 1단계: 계측기기 설치 후 1개월간
② 2단계: 계측기기 설치 1개월 후부터 제방 완공 시까지

③3단계: 측정치가 이상거동을 보이고 있는 경우로서 안전이 확인될 때까지
④4단계: 홍수발생 또는 지진발생 후 1주일간

표 7.3-1 하천제방 공사 중 계측빈도

계측내용	1단계	2단계	3단계	4단계
간극수압 지하수위 기초침하	매일	1회/3일	매일	매일
수평변위 비탈면 변위	매일	매일	매일	매일
둑마루침하	매일	매일	매일	매일
자동계측기록 및 컴퓨터 제어설비	매일	매일	매일	매일

(2) 각 계측항목별 결과는 상호 비교분석이 필요하므로 관련 계측항목은 동일시기에 측정을 실시하고, 그중 빈도가 높은 것은 별도로 측정하여야 한다.

7.3.9 계측결과의 정리 및 분석

(1) 모든 계측결과 기록지에는 사업명, 위치, 제방명, 측점, 계측항목, 계측위치, 측정일시, 측정자 등을 기재하여야 한다.

(2) 계측결과는 측정일자, 경과일수, 시공상황, 초기치, 금회 측정값, 변화량 등을 정해진 양식에 계측 항목별로 별도 정리하여야 하며, 계측자료를 분석하기 위한 그림은 각각의 계측항목에 대하여 위치별 경시변화 및 제방에서의 계측항목별 결과 분포도로 나타내어 그 결과를 시공관리 및 안전관리에 활용할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 계측결과는 제방 및 지반거동을 이해하고 제방축조에 경험이 풍부한 건설관련분야의 기술자에 의하여 분석되어야 한다.

(4) 계측결과는 설계도서 및 당해 현장 또는 유사 현장에서 수행한 수치해석결과, 경험치, 타 계측결과 및 현장조건 등을 참조하여 분석하며, 계측치의 절대변화량 및 변화속도 등을 참고하여 계측관리기준치를 설정하고 그에 따라 안정성을 평가한다.

(5) 이상홍수, 지진 등 제방 안정성에 영향을 미치는 현상이 발생하였을 때는 즉시 측정 및 분석을 실시하여, 제방 및 구조물의 이상 유무를 판정하고 이상이 있을 때는 항구적인 대책을 강구하여야 한다.

(6) 계측이 종료되면 계측결과를 정리하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 얻은 후 후속작업을 진행하여야 한다.

7.3.10 계측관리 기준

(1) 계측관리 기준은 제방규모, 제방 양안부 및 기초지반의 거동상태, 지질조건, 축조재료, 시공방법 등에 의하여 차이를 보이게 되므로, 기준적인 수치를 명확히 제시하기 어려우며, 각 계측항목별로 이와 같은 사항을 고려하여 결정되어야 한다. 일반적으로 실내시험, 이론 및 수치해석, 그리고 초기 시공실적 및 유사한 조건을 갖는 제방의 계측결과를 토대로 종합적인 검토를 통해 결정하는 것이 합리적이다.

(2) 제방의 간극수압 분포도 측정결과는 시공속도 및 성토고, 축조재료의 함수비를 조절하여 제방 축조 시 성토속도 규제 방안으로 이용되어야 한다.

(3) 각 계측항목별 계측관리 기준 절댓값 또는 경향선 형태로 설정될 수 있으며 현장 여건과 상황에 따라 현장별 전문가 또는 관리청과 관리기관의 승인하에 변경, 조정할 수 있다.

7.3.11 계측 결과보고

1.3.12를 따른다.

8. 항만공사

8.1 일반사항

8.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 항만 시공 중의 안전관리 및 품질관리를 목적으로 한다.

(2) 위 (1) 이외의 목적에 대한 계측관리는 별도로 계획한다.

8.2 재료

8.2.1 계측기기의 종류

(1) 변형을 측정하는 계측기기의 측정오차 한계는 ± 1.0 mm 이내이어야 한다.

(2) 침하량을 측정하는 계측기기의 측정오차 한계는 ± 1.0 mm 이내이어야 한다.

(3) 콘크리트 변형률의 측정범위는 3,000 $\mu\epsilon$ 이상이어야 하며 최소측정치는 0.1 $\mu\epsilon$ 이하이어야 한다.

8.2.2 계측자료 획득 장치

(1) 계측자료 자동화 획득 장치는 계측기로부터 계측자료를 원격계측실의 컴퓨터로 전송하여 원격컴퓨터에서 계측자료의 저장・분석이 가능하여야 하며, 필요 시 수동 계측이 가능한 시스템으로 계획하는 것을 원칙으로 하여야 한다.

(2) 계측자료 자동화 획득 장치는 각 지점의 계측기기를 원격지에서 원격 제어하여 계측의 빈도를 조정할 수 있도록 계획하여야 한다.

8.3 시공

8.3.1 계측기기의 설치

(1) 계측기기는 설치되는 지점의 항만구조물과 인접주변지반에 설치하며 그 지점의 거동을 정확히 측정할 수 있도록 설치하여야 한다.

(2) 항만구조물의 계측에 필요한 계측기기는 항만구조물 제작 시 계측기기를 설치하는 것을 원칙으로 한다.

(3) 항만구조물 주변 지반의 계측은 항만구조물을 시공하기 전에 설치하는 것을 원칙으로 한다.

(4) 계측책임자는 계측기기의 제작사가 제공한 지침서에 명시된 절차에 따라서 정확하게 기기를 설치하여야 한다.

8.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정하여야 한다.

8.3.3 계측기기의 보호

(1) 계측기기와 자료 수집장치 간의 케이블은 암석층, 토사층 또는 콘크리트 내에 매설되거나 노출되는 경우에도 각 계측기기의 정보를 정확하게 전달 할 수 있어야 하며, 인장이나 외력, 충격, 낙뢰 등에 대한 보강, 방수, 부식, 절연처리를 하여야 한다.

8.3.4 자료 전송 케이블 설치

(1) 계측기기 케이블은 계측기기 전용 케이블을 사용하여야 하며, 설치 시 매설지점에서 측정실까지 접속점이 없이 단일선으로 구성하여야 한다.

(2) 지반 침하에 대비하여 케이블이 끊어지거나 손상되지 않도록 케이블에 보호방안을 마련하여 설치하여야 하며, 케이블의 끝부분에는 계측기기의 종류, 번호, 선 종류 등을 표시하여 서로 바뀌지 않도록 관리하여야 한다.

(3) 케이블 끝단은 방수처리를 하여 측정 시부터 유지관리 시까지 물이 침투하지 못하도록 하여야 한다.

8.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

항만구조물 내 또는 표면 그리고 주변 지반에 설치되는 계측기기는 설치 후 즉시 측정하여 정상적 작동이 나타날 경우만 후속 공사를 진행하여야 한다.

8.3.6 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 계측기기에 대한 정기적 신뢰성 평가를 실시하여야 하며, 신뢰성 평가는 경시변화에 의한 판정, 전기적 점검에 의한 판정, 항만구조물 거동분석 등의 계측결과 분석에 의한 판정을 종합적으로 고려하여야 한다.

8.3.7 계측의 수행

(1) 계측수행과 관리는 계측전담반에 의하여 수행되어야 한다.

(2) 계측책임자는 계측기기의 특성과 항만 구조물 및 주변 지반의 거동을 이해할 수 있는 건설관련분야의 기술자이어야 한다.

(3) 계측기기는 한번 측정할 때마다 같은 날 최소 3회 이상 측정한 후 그 평균값을 측정결과로 채택하여야 한다.

8.3.8 계측빈도

(1) 공사 중 계측기간은 아래와 같이 5단계로 구분하며 각 계측빈도는 표 8.3-1, 8.3-2와 같다.

① 항만구조물

가. 1단계: 항만구조물 제작단계

나. 2단계: 항만구조물 거치 단계

다. 3단계: 항만구조물 배면 뒤채움 단계

라. 4단계: 일상계측 단계(3단계 끝난 후 이상 징후가 발생하지 않고 일상적인 계측 단계)

마. 5단계: 긴급계측 단계(항만구조물에 이상 징후가 발생할 경우)

표 8.3-1 항만구조물 구간 계측빈도

계측내용	항만구조물 제작단계	항만구조물 거치 단계	항만구조물배면 뒤채움 단계	일상계측 단계	긴급계측 단계
항만구조물 침하 항만구조물 수평변형 및 기울기	-	1회/10분	1회/30분	1회/1일	1회/10분
철근응력계 콘크리트 응력 토압계 반력계	1회/1시간	1회/10분	1회/30분	1회/1일	1회/10분

② 주변지반

가. 1단계: 사석마운드 포설 단계

나. 2단계: 항만구조물 거치 단계

다. 3단계: 항만구조물 배면 뒤채움 단계

라. 4단계: 일상계측 단계(3단계 끝난 후 이상 징후가 발생하지 않고 일상적인 계측 단계)

마. 5단계: 긴급계측 단계(주변지반에 이상 징후가 발생할 경우)

표 8.3-2 주변 지반 계측빈도

계측내용	사석마운드 포설 단계	항만구조물 거치 단계	항만구조물배면 뒤채움 단계	일상계측 단계	긴급계측 단계
육측 지표 침하 육측 층별 침하 육측 지중 변위	1회/30분	1회/10분	1회/30분	1회/1일	1회/10분
항만구조물 하부 침하 항만구조물 하부 층별 침하 사석 마운드 침하	1회/30분	1회/10분	1회/30분	1회/1일	1회/10분
해측 지중 변위	1회/30분	1회/10분	1회/30분	1회/1일	1회/10분
조위계	1회/30분	1회/10분	1회/30분	1회/1시간	1회/10분

(2) 케이슨 구간과 주변 지반 구간을 분리하여 계측빈도를 달리 설정하여야 한다.

(3) 계측결과 및 현장여건, 지반조건을 감안하여 계측빈도를 변경하고자 할 경우에는 계측자료 분석 등을 통하여 변경의 타당성을 확보하고 공사감독자의 확인을 받은 후에 조정할 수 있다.

(4) 각 계측항목별 결과는 상호 비교분석이 필요하므로 관련 계측항목은 동일시기에 측정을 실시하고, 그중 빈도가 높은 것은 별도로 측정하여야 한다.

8.3.9 계측결과의 정리 및 분석

(1) 계측결과는 항만구조물 및 지반거동을 이해하고 항만건설공사 경험이 풍부한 건설관련분야의 기술자에 의하여 분석되어야 한다.

(2) 모든 계측결과 기록지에는 사업명, 위치, 구조물명, 측점, 계측항목, 계측위치, 측정일시, 측정자 등을 기재하여야 한다.

(3) 계측결과는 측정일자, 경과일수, 시공상황, 초기치, 금회 측정값, 변화량 등을 정해진 양식에 계측항목별로 별도 정리하여야 하며, 계측자료를 분석하기 위한 그림은 각각의 계측항목에 대하여 위치별 경시변화 및 계측항목별 결과 분포도로 나타내어 그 결과를 시공관리 및 안전관리에 활용할 수 있도록 하여야 한다.

(4) 계측분석 결과 항만구조물의 안전성에 영향이 있다고 판단되는 경우에는 이에 대한 적절한 응급조치를 취하고, 그 원인을 규명하여 항구적인 대책을 강구하여야 한다.

(5) 계측이 종료되면 계측결과를 정리하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 얻은 후 후속작업을 진행하여야 한다.

(6) 항만구조물 계측결과 분석

① 항만 구조물의 응력 및 반력(토압) 측정결과를 통해 케이슨의 응력분포를 검토하여 설계시의 적정성 및 구조체의 안정성을 확인하며, 거치 시 및 재하블록 상치 시 반력 상태를 파악한다.

② 항만 구조물의 변형은 경시변화 및 변형속도, 부등침하 발생 여부 등을 통해 기본적인 안정화를 판단하며, 침하량, 수평 변위량(기울기)을 동시에 측정하여 시공에 따른 항만구조물의 거동상태를 확인한다.

(7) 항만구조물 주변지반의 계측결과 분석

① 주변지반에 설치된 지중침하 및 지중수평변위 측정결과는 항만구조물의 변형 및 응력 결과와 함께 분석하여 뒷채움 및 성토에 따른 지반의 이상거동 가능성 등에 대해 검토를 하여야 한다.

8.3.10 계측관리 기준

(1) 계측결과는 설계도서 및 당해 현장 또는 유사 현장에서 수행한 수치해석결과, 경험치, 타 계측결과 및 현장조건 등을 참조하여 분석하며, 계측치의 절대변화량 및 변화속도 등을 참고하여 계측관리기준치를 설정하고 그에 따라 안정성을 평가한다.

(2) 계측관리기준은 항만구조물의 형식과 규모, 주변지반, 지질조건, 조위, 시공방법 등에 의하여 차이를 보이게 되므로, 기준적인 수치를 명확히 제시하기 어려우며, 각 계측항목별로 이와 같은 사항을 고려하여 결정되어야 한다. 일반적으로 실내시험, 이론 및 수치해석, 그리고 초기 시공실적 및 유사한 조건을 갖는 항만구조물의 계측결과를 토대로 종합적인 검토를 통해 결정하는 것이 합리적이다.

(3) 항만구조물 및 주변지반의 침하, 수평변위의 측정결과는 시공속도 및 배면 뒤채움 및 성토 속도 등을 조절하여 항만공사 시공 규제 방안으로 이용되어야 한다.

(4) 각 계측항목별 계측관리 기준은 절대치 또는 경향선 형태, 변위속도로 설정될 수 있으며 현장 여건과 상황에 따라 현장별 전문가 또는 관리청과 관리기관의 승인하에 변경, 조정될 수 있다.

8.3.11 계측결과 보고

1.3.12를 따른다.

9. 건축공사

9.1 일반사항

9.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 건축구조물 공사 중의 안전관리를 목적으로 한다.

(2) 위 (1)에는 준공 후 건물의 계측을 위한 시공과정에서의 계측기 설치 및 계측을 포함한다.

(3) 건축공사 중 계측은 기울기, 변위, 하중, 침하 등을 계측함으로써 구조물의 궁극적 안전을 도모하기 위해 수행하며, 이 기준에서 명시하는 계측은 다음 항과 같다.
① 장경간 구조물에서 처짐 관리가 필요한 건물의 처짐 계측
② 초고층건물에서 기둥의 축소량 계측
③ 구조물의 안전에 유해한 것으로 의심되는 균열 발생 시 균열계측
④ 굴착공사, 진동 등의 영향으로 주변건물에 손상 발생 또는 손상발생 우려 시 주변건물에 대한 계측
⑤ 큰 응력이 발생하는 매우 중대한 구조부재의 응력 계측
⑥ 매우 중요한 건축물의 주요 구조부재에 대한 변형률 계측

(4) 위 (3) 이외의 공사 중 안전관리를 위해 필요하다고 판단되는 경우 별도의 계측계획을 통해 계측관리를 수행한다.

9.2 재료

9.2.1 계측기기의 종류

(1) 침하를 측정하는 계측기기의 측정오차 한계는 ±1.0 mm 이내이어야 한다.

(2) 경사측정: 계측기를 선택할 때에는 건물의 X, Y, Z 3축방향의 움직임을 예측하여, 건물의 변위를 동시에 측정할 수 있는 것을 사용함을 원칙으로 한다.

(3) 변형률 측정: 전기저항식 계측기기를 사용할 경우 계측 대상 부재의 국부적 변위만을 측정하게 되므로 구조부재의 광범위한 변형률을 측정하여야 할 경우 광섬유게이지, long gages, 레이저 게이지 등을 사용한다.

(4) 균열계측: 균열측정의 소요 정밀도, 균열측정의 목적 등에 따라 경제적이고 목적에 합당한 균열측정방법 및 측정기기를 선정하도록 한다.

(5) 계측기기는 온도변화, 부식, 습도, 진동, 전자기 등의 외부 여건으로부터 영향을 받지 않는 것이어야 한다.

9.3 시공

9.3.1 계측기기의 설치

(1) 경사측정

① 계측기기의 설치 위치는 대상건물의 기울기를 가장 잘 나타낼 수 있는 위치에 설치한다.

② tilt plate를 부착할 때 바탕면이 견고한 상태여야 하며, 공사, 온도, 습도 등에 의해 변형이 발생하지 않아야 한다.

(2) 응력계측

① 대상건물의 주요 구조부재에 설치하여 구조물의 과응력상태를 파악할 수 있도록 설치하여야 한다.

② 하중계는 대상구조물의 시공과정에서 설치한다.

(3) 기둥 축소량(column shortening) 측정

① 계측기기의 설치 위치는 대상건물의 주요 기둥 및 코아 벽체에 설치한다.

② 계측기가 설치되는 기둥은 물리적 축소량 이외의 변수가 작용하지 않도록 하기 위해 가급적 균열이나 공극 등 재료적 결함이 없어야 한다.

③ 계측기기는 기둥의 축방향과 나란히 기둥이나 벽체의 중심에 설치하여야 한다.

9.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정하여야 한다.

9.3.3 계측기기의 보호

설치된 계측기기는 공사 또는 기타의 영향으로 손상되지 않도록 보호하여야 한다.

9.3.4 자료 전송 케이블 설치

1.3.4를 따른다.

9.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

1.3.5를 따른다.

9.3.6 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 계측기가 손상되었을 경우에는 손상 계측기 인접부에 계측기를 재설치한 후 계측을 계속 수행하여야 한다.

(3) 계측기 설치자는 계측의 목적이 완료되는 시점까지 계측기가 망실되지 않도록 충분한 보호조치를 취하여야 한다.

9.3.7 계측의 수행

(1) 계측수행과 관리는 계측전담반에 의하여 수행되어야 한다.

(2) 계측책임자는 계측기기의 특성과 대상구조물의 거동을 이해할 수 있는 건설관련분야의 기술자이어야 한다.

(3) 제반 여건상 장기적인 안전관리가 필요한 경우에는 이를 위한 계측기기를 설치하여야 하며, 이에 대한 모든 사항은 준공 시 발주자에게 서면으로 이관하여 시설물 운영 시에도 정기적인 계측이 가능하도록 하여야 한다.

(4) 계측 도중 계측기의 손상, 오작동 등으로 계측자료의 오류가 발생하거나 신뢰도를 인정할 수 없는 경우 다시 초기치를 정하여야 하며, 이전 계측과의 연계성은 전문가 및 감독과 협의해서 결정한다.

(5) 변위측정은 절대변위와 상대변위로 나누어 측정목적에 합당한 방향으로 실시한다.

(6) 계측기는 온도변화, 지하수위변화, 하중에 따른 신축 등 일상적인 균열신축 요인이 있을 경우 온도측정, 지하수위측정 등 관련된 계측도 동시에 실시하거나 필요한 자료를 확보할 수 있도록 한다.

9.3.8 계측빈도

(1) 계측빈도는 재하되는 하중의 변동빈도, 대상구조물의 파손・붕괴모드 등을 고려하여 결정되어야 하며, 계측자료는 건물의 거동을 충분히 파악할 수 있는 해상도가 되어야 한다.

(2) 계측의 빈도는 현장 여건 및 지반조건을 감안하여 공사감독자의 확인을 받은 후에 조정할 수 있다.

(3) 침하(settlement) 측정

① 침하계의 계측빈도는 공사초기에는 공사 초기에는 2~3회/1주일 실시하며 계측자료가 안정되었다고 판단되면 점차 횟수를 조절한다.

② 침하측정은 매 층이 올라갈 때마다 실시한다.

(4) 변형률 측정

① 변형률의 측정빈도는 정기적측정과 부정기적 측정으로 나누어 실시한다.

② 정기적 측정은 공사감독자와 설계자 또는 관련자들이 협의하여 그 빈도를 정한다.
③ 부정기적 측정은 바람, 눈 등과 같은 돌발적 하중이 우려될 때 관리자의 판단으로 시행한다.

(5) 기둥축소량 측정은 최소한 매 층이 올라갈 때마다 실시한다.

9.3.9 계측기간

(1) 침하계의 측정기간은 계측기기 설치 후부터 변위의 수렴이 확인될 때까지로 한다. 계측기의 수렴 여부는 일정 기간 동안의 침하량으로 판단하며, 절대침하량 또는 총 누계침하량에 대한 상대침하량으로 정한다.

(2) 경사계의 측정기간은 계측기기 설치 후부터 변위의 수렴이 확인될 때까지로 한다. 경사 측정의 종료는 중경사계, 흙막이벽경사계, 지하수위계 등 연관된 계측결과의 수렴정도를 검토하여 결정하도록 한다.

(3) 변형률계의 측정기간은 계측기기 설치 후부터 준공 시까지로 한다.

9.3.10 계측결과의 정리 및 분석

(1) 침하(settlement) 측정
① 계측실시 전 구조물의 구조형식, 기초형식, 구조물의 중요도, 침하예측량 등을 고려하여 관리치를 정한 후 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
② 절대침하량 또는 상대침하량이 관리치를 초과하면 전문가와 협의 후 목표치 재설정 또는 지반보강 등의 조치를 취하여야 한다.

(2) 경사측정
① 마감 등의 공사로 인해 불가피하게 계측기의 일시적 제거가 필요한 경우 공사감독자의 승인 하에 최종 계측을 실시하고, 재설치 후 이전 자료를 참고하여 초기치를 정하여야 한다.
② 공사현장 주변 기존 구조물에 대한 경사 계측 시에는 기존 구조물의 상태를 면밀히 파악한 후 분석하여야 한다.
③ 자료분석 시 지중경사계, 흙막이벽경사계, 지하수위계 등 연관된 계측자료를 검토하여 종합적으로 분석하여야 한다.

(3) 변위측정
① 온도변화, 크리프 또는 기타 외부 환경적 요인에 의해 영향을 받는 경우를 고려하여야 하며, 이를 위해 추가의 해석 또는 관련 측정결과를 병행하여 분석한다.
②측정하고자 하는 대상구조물의 강도, 탄성계수를 실험 또는 신뢰성 있는 자료를 통해 확인하여야 하며, 이를 근거로 분석을 실시한다.
③ 계측기 설치 이전에 해석을 통해 처짐계산을 실시한 후 계측결과를 분석한다.

(4) 변형률 측정

① 측정하고자 하는 대상구조물의 강도, 탄성계수를 실험 또는 신뢰성 있는 자료를 통해 변형율을 근거로 분석하여야 한다.

② 응력-변형률 관계를 통해 응력을 관찰하여야 하며, 응력이 항복강도를 초과할 경우 즉시 공사를 중지하고 대책을 수립하여야 한다.

(5) 균열 측정

① 균열계측 이전에 균열의 원인, 균열 형상, 응력상태 등 계측을 하고자 하는 균열에 대한 분석이 먼저 이루어져야 한다.

② 균열계측은 균열 폭의 변화와 길이의 변화를 동시에 조사하여 분석하여야 한다.

③ 균열은 재료의 인성, 재료의 두께 등의 요인에 따라 진행양상이 다르기 때문에 분석 시 재료적 특성을 염두에 두어야 한다.

④ 균열에 대한 조치를 취할 때 구조물 또는 구조부재의 중요도, 재료적 특성, 균열의 양상, 균열진행 추이를 고려하여야 한다.

(6) 기둥 축소량 (column shortening) 측정

① 결과치는 평균 변형률로 산정하고 계측이 실시된 후 크리프에 대해서도 고려하여 분석하여야 한다.

② 예측축소량과 계측축소량을 정기적으로 비교함으로써 재해석 또는 재보정을 수행한다.

③ 재해석 재보정은 공사 전 공사감독자와 협의하여 정하며, 기본적으로 10층~20층 단위로 수행하도록 한다.

9.3.11 계측관리 기준

(1) 계측관리 기준은 대상 건축물의 구조형식, 상태, 중요도 등 건물 요인과 대상 구조부재의 재료적 특성, 구조역학적 조건, 파손모드 등 부재 요인뿐 아니라 지역・환경적 여건 등을 종합적으로 고려하여 현장에서 공사감독자와 상의하여 결정하여야 한다.

(2) 계측시작 전 계측관리 기준을 필히 설정하여야 하며, 계측관리 기준은 계측실시 중 합당한 사유가 있을 경우 현장 여건과 상황에 따라 관계전문가 또는 관리청과 관리기관의 승인하에 변경하거나 조정할 수 있다.

9.3.12 계측결과 보고

1.3.12를 따른다.

10. 지하굴착공사

10.1 일반사항

10.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 굴착공사 중의 안전관리를 목적으로 한다.

(2) 위 (1)에 명시되지 않은 사항은 공통편의 사항에 의하며, 공통편에도 명시되지 않은 사항은 관련 설계기준 및 표준시방서에 의한다.

10.2 재료

10.2.1 계측기기의 종류

(1) 지중수평변위계(경사계, inclinometer): 굴착지반이 연약하여 지반변위가 예상되거나, 굴착공사에 영향을 주는 범위 내에 중요한 구조물이 있는 경우에 적용한다.

(2) 지하수위계(water level meter): 굴착공사와 관련 지하수의 변화가 예상되며, 굴착공사 영향범위 내에 중요구조물이 있는 경우 적용한다.

(3) 변형률 측정계(strain gauge): 굴착공사에 수반되는 흙막이구조물의 지지기구인 버팀보, 엄지말뚝, 중간말뚝, 띠장, 복공구간의 H-beam 등과 같이 응력을 지지하는 기구에 적용한다.

(4) 지표 침하계(surface settlement): 굴착심도가 깊고 지하수 유출에 따른 지반 침하가 예상되거나, 흙막이벽체가 연성벽체로 설계되어 벽체의 변위에 따른 배면지반의 침하가 예상될 경우에 적용한다.

(5) 지중침하계(extensometer): 연약지반 굴착공사 인접하여 중요한 지중구조물이 매설된 경우 적용한다.

(6) 건물경사계(tiltmeter): 굴착공사로 인한 지반변위의 영향범위 내에 위치한 건물이나 구조물의 부등침하 발생에 기인된 구조물의 기울기 변화를 측정하는 것을 적용범위로 한다.

(7) 균열측정계(crack meter): 굴착공사로 인한 지반변위의 영향범위 내에 위치한 건물이나 구조물에 발생된 균열의 변화를 측정하는 것을 적용범위로 한다.

10.2.2 계측자료 획득 장치

(1) 계측자료 획득 장치는 측정의 편리성, 측정빈도, 측정방법, 기기의 호환성 및 경제성 등을 고려하여 구성하여야 한다.

(2) 계측기기 운용기법은 인력에 의한 계측기기 운용과 자동화 장비에 의한 운용기법으로 크게 구분할 수 있으며, 붕괴 및 활동의 진행 특성, 계측대상 시설물의 중요도, 피해 발생 시 영향, 경제성, 계측빈도 등을 고려하여 운용기법을 선택하여야 한다.

10.3 시공

10.3.1 계측기기의 설치

(1) 굴착공사장 외부에 설치하는 계측기기는 굴착 전에 설치 완료하여 굴착의 영향이 측정위치에 미치기 전에 초기치 측정을 완료하여야 하며, 굴착공사장 내부에 설치하는 계측기기는 굴착 직후 또는 가설부재 설치 직후에 설치하여 즉시 초기치 측정을 완료하여야 한다.

(2) 지중수평변위계

① 설치위치는 배면에 중요구조물이 위치하는 곳의 엄지말뚝이나 벽체로부터 약 0.5m 정도 이격되어 작업공간 확보가 용이한 곳이어야 한다.

② 경사계 설치공의 천공직경은 경사계관 삽입 후 그라우팅이 가능한 정도 이상의 직경이어야 한다.

③ 경사계관과 별도로 그라우팅 파이프를 삽입할 경우 경사계관과 그라우팅 파이프의 삽입이 가능한 직경이어야 하며, 그라우팅 파이프를 삽입할 필요가 없는 경우에는 경사계관 외부의 공간을 그라우팅용 채움재료가 용이하게 통과하기에 충분한 직경이어야 한다.

④ 천공 시 공벽의 붕괴가 우려되는 지층에서는 케이싱을 사용하여 공벽을 보호하여야 한다.

⑤ 천공심도는 수평변위 측정 시 기준이 될 수 있도록 지반의 변위가 없다고 판단되는 견고한 지층 내부 1.5 m 이상이어야 한다.

⑥ 경사계관의 이음부는 그라우팅용 채움재를 차단하기 위하여 리벳팅 후 실리콘과 테이프 등으로 밀봉하여야 한다.

⑦ 경사계 측정 시 경사계의 흔들림 방지를 위하여 충분한 그라우팅 채움과 초기치의 신뢰도를 높이기 위하여 적절한 양생기간 후 초기치를 설정하여야 한다.

⑧ 흙막이벽체가 지하연속벽인 경우 벽체 내부에 지중경사계를 설치하여 굴착에 따른 벽체의 변위를 직접 측정할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 지하수위계

① 위치선정 및 천공장비의 설치는 지중수평변위 측정계를 기준으로 한다.

② 천공 내 최단 하부에 0.5 m 정도의 두께로 입도가 양호한 모래나 자갈로 채워서 투수층을 형성하며 투수층 형성 시 입도가 너무 커서 공극이 생기지 않도록 주의한다.

③ 여굴 채움 토사는 원 지반과 투수성이 유사한 토사로 채워야 한다.

④ 계측기 주변의 상·하수도관의 파손 등이 발생하는 경우 굴착에 따른 수위저하를 정확히 파악할 수 없으므로 계측기와 상·하수도관과의 이격거리 및 관의 크기를 기재하여 그 영향정도를 파악할 수 있도록 하여야 한다.

⑤ 굴착공정에 따라 재배열되는 유선망의 위치를 측정하여 영향거리 및 피해발생 가능성을 예측할 수 있도록 일정한 간격으로 1열로 배치하여야 한다.

(4) 변형률 측정계

① 용도에 적합한 크기 및 종류를 선정하여 설치하여야 한다(전기저항식, V.W.형, 매설식, 표면 부착식).

② 측정하고자 하는 방향과 일치되도록 설치하여야 하며, 부재에 확실히 밀착시켜 일체화하여야 한다.

③ 강재에 설치한 측정계는 고전압에 의하여 기능이 저하될 수 있으므로 전선이 직접적으로 강재에 닿지 않도록 하여야 한다.

④ 설치지점에서 측정지점까지 케이블이 연장되어야 할 경우 정확한 접합, 방수 및 연결부위의 파손을 방지하기 위하여 완전접합을 하여야 한다.

(5) 지표침하계

① 흙막이벽과 나란한 방향으로의 배치와 흙막이벽과 직각방향으로의 배치를 동시에 만족하여야 한다.

② 측량기준점은 이동될 수 없는 위치에 고정점을 확보하여야 한다. 현장 여건상 고정점 확보가 곤란한 경우 지중에 강봉을 매설하여 고정점을 설치할 수 있다.

(6) 지중침하계

① 중요구조물의 매설지점에 따라 천공깊이를 결정하여 굴착공을 천공하여야 한다.

② 케이싱 외부에 원하는 측점 개소만큼 감지소자를 끼워서 굴착공 내에 삽입하여야 한다.

③ 공 내의 여굴은 그라우팅을 실시하여야 한다.

④ 케이싱은 보링공이 자립하지 않는 부분까지만 삽입하여 계기의 설치가 끝나면 반드시 제거하여야 한다.

⑤ 초기값은 굴착공의 그라우팅이 양생된 후에 측정한다.

(7) 건물경사계

① Tiltmeter plate의 1-3 축의 1축이 현장방향으로 향하게 하고, 수평을 유지하도록 조정하여야 한다.

(8) 균열측정계

① 굴착공사 영향범위 내에 위치한 인접건물이나 구조물의 균열측정은 공사 전에 실시하여 초기치를 확보하여야 하며, 해당 건물 소유자의 확인을 받아야 한다.

② 균열측정은 계측기기 외에 사진이나 비디오 촬영을 실시하여 증거자료로 비치하여야 한다.

10.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

10.3.3 계측기기의 보호

(1) 설치 후 계측기기의 일부가 노출되어 있는 계측기기는 공사용 장비나 사람에 의하여 훼손되지 않도록 적절한 보호 장치에 의하여 보호하여야 하고 잘 보이는 곳에 표지판을 설치하여야 한다.

(2) 지중수평변위계는 그라우팅 완료 후 측정관 상부에는 뚜껑을 설치하여 흙이나 돌부스러기 등 이물질이 투입되지 않도록 한다.

(3) 지하수위계 및 지중침하계는 측정관 상단의 지표면으로부터 유수 및 우수가 유입될 가능성이 있는 경우에는 지표수의 유입을 방지하기 위해 콘크리트 또는 모르타르로 주위를 타설하고 굴착공의 상단을 완전히 밀봉하여야 한다.

(4) 지표침하계는 계측표식기초 콘크리트 경화 후 보호덮개를 씌워야 한다.

10.3.4 자료 전송 케이블 설치

(1) 계측자료의 전송을 위한 케이블은 상시계측용으로 적합한 형식을 선정하고 케이블 포설 계획, 통신규격과 케이블 연결 및 접속에 대한 설치계획을 수립하여야 한다.

(2) 계측기기 케이블은 계측기기 전용 케이블을 사용하여야 하며, 설치 시 매설지점에서 측정실까지 접속점이 없이 단일선으로 구성하여야 한다.

(3) 모든 계측기기의 배선은 계측용 배관을 설치하여 보호하여야 한다.

10.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

(1) 계측시스템 설치 공사 후 조정 및 시험을 완료하고 다음과 같이 시운전 시험을 실시하여야 한다.
① 계측기기 설치 책임기술자는 무부하 상태에서 기기의 1차 시운전에 대한 책임을 지며, 시험 완료 후 시험 결과 보고서를 공사감독자에게 작성 제출하여야 한다.
② 종합 시운전은 부하 상태에서의 시운전으로서 본 설비와 관련된 타 설비와의 종합적인 시운전을 포함하여 총괄적인 기능을 확인할 수 있도록 하여야 한다.

10.3.6 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 계측기기 및 자료수집 장치에는 지침표찰과 명찰을 부착하여야 한다.

10.3.7 계측의 수행

(1) 계측수행과 관리는 계측전담반에 의하여 수행되어야 한다.

(2) 계측책임자는 계측기기의 특성과 굴착공사에 따른 지반 및 가설구조물의 거동을 이해할 수 있는 건설관련분야의 특급기술자이어야 한다.

(3) 버팀대용 변형률계는 버팀대 거치 전·후로 1회씩 측정을 하고 screw-jack 가압 후에 측정하여 기록하고, 띠장용 변위계는 설치 후 1회 측정하고 screw-jack 가압 후에 측정을 기록한다.

(4) 엄지말뚝용 변형률계는 띠장 거치 후 1회 측정하고, 버팀대의 경우는 screw-jack 가압 후에 1회 측정, 앵커의 경우는 인장 시에 1회, 인장완료 후에 1회 측정한다.

(5) 지표침하(surface settlement) 측정은 LEVEL을 이용하여 3회 이상 반복측정하여 확인된 수치를 기록하여야 한다.

(6) 건물경사계(tiltmeter)는 계측값이 안정되지 않고 미세하게 움직이는 경우 2~3회 반복 측정한다.

10.3.8 계측빈도

(1) 계측빈도는 붕괴유발 부재와 붕괴유발 부재가 아닌 경우로 분류하여 계측빈도를 정한다.

(2) 붕괴유발 부재에 추가적인 하중이 가해지는 실시간 동안에는 실시간 계측을 실시하고, 붕괴유발 부재가 아닌 경우에는 통상적인 계측빈도를 적용한다.

10.3.9 계측기간

(1) 측정기간은 계측기기 설치 후부터 지하구조물이 완성되고 되메움이 끝난 시점까지로 한다.

(2) 버팀대용 계측기기의 측정기간은 계측기기 설치 후부터 버팀대 해체 전까지로 한다.

10.3.10 계측결과의 정리 및 분석

(1) 계측기록지에는 지층구성, 지보공의 설치 유무 및 해체 유무, 흙막이벽체의 종류, 인접구조물의 근접정도, 인접구조물의 건축양식, 노후화 정도, 기초형태 및 깊이 등이 명시되어야 한다.

(2) 계측결과는 경시변화 그래프로 나타내어야 하며, 경시변화 그래프에는 지하수위 레벨, 현재 굴착고의 변화, 버팀대 설치 유무 및 해체 유무, 측정 시 온도 등을 기록하여야 한다.

(3) 지중경사계의 계측결과는 계측시점의 굴착심도에 따른 관리기준치와 함께 심도별 경시변화 그래프를 나타내어 분석하여야 한다.

10.3.11 계측관리 기준

(1) 계측관리 기준은 지반의 거동상태, 가시설과 토압의 역학적인 조건, 인접구조물의 안전한계 등에 의하여 결정되므로 기준적인 수치를 명확히 제시하기 어렵기 때문에 현장 여건을 고려하여 결정하여야 한다.

(2) 응력계측기인 경우 계측기 설치 시점의 하중상태를 고려한 구조해석 및 실내시험을 수행하여 관리기준치를 결정하여야 한다.

(3) 각종 변위계, 균열계, 지하수위계 등의 경우에는 초기치 확인 후 계측관리 기준을 설정하며, 초기치 설정 방법을 구체적으로 제시하여야 한다.

(4) 지중수평변위계의 관리 기준은 다음 값을 참고하여 결정할 수 있다.

① 내부경사계는 흙막이벽의 강성, 굴착지반의 특성, 굴착심도, 지지구조 및 지하수에 대한 대책방법에 따라 흙막이벽의 변형정도를 고려하여 허용치를 정하여야 한다.

② 최대변위량은 흙막이벽의 강성 및 굴착심도(H)를 기준으로 설정하는 것이 가장 용이한 방법이다. 일반적으로 최대 허용변위량은 아래와 같이 정하는 것이 바람직하다.

가. 강성 흙막이벽 (t≥60 cm인 콘크리트 연속벽): 0.002 H (H: 굴착심도)

나. 보통 흙막이벽 (t≒40 cm 정도인 콘크리트 연속벽): 0.0025 H (H: 굴착심도)

다. 연성 흙막이벽 (H-Pile과 흙막이판 설치하는 흙막이벽): 0.003 H (H: 굴착심도)

③ 인접지반의 균열방지를 위한 일자별 최대 변위변화량은 아래와 같이 허용기준을 정하도록 한다.

가. $\delta \leq 2$ mm (7일간): 안전측

나. 2 mm < $\delta \leq 4$ mm (7일간): 주의 요망

다. 4 mm < $\delta \leq 10$ mm (7일간): 특별관리 요망

라. 10 mm < δ (7일간): 시급한 대책 요망

④ 암반의 미끄러움이나 지반앵커 정착부 이완 등을 점검하기 위한 일자별 이상변위량 기준은 아래와 같다.

가. $\delta \leq 1$ mm (1일간): 안전측

나. 1 mm < $\delta \leq 2$ mm (1일간): 주의 요망

다. 2 mm < $\delta \leq 4$ mm (1일간): 특별관리 요망

라. 4 mm < δ (1일간): 시급한 대책 요망

⑤ 현장 여건에 따라 위의 관리기준이 부적합하거나 계측기의 오차가 포함될 수 있으므로 계측은 꾸준히 실시토록 하고 관리기준치를 굴착단계에 따라 현장 여건에 맞게 보완토록 한다.

⑥ 벽체 변형은 설계 시의 추정치를 근거로 판단한다. (F<0.8 위험, 0.8≤F<1.2: 주의, 1.2≤F: 안정, F=설계시의 추정치 / 실측에 의한 변형량)

(5) 지하수위계의 관리 기준은 다음을 기준으로 결정할 수 있다.

① 관리기준의 설정은 설계 시보다는 현장 여건과 굴착상황에 따라 현장에서 설정하는 것을 기준으로 한다.

② 지하수의 급격한 하강 시에는 일단 굴착을 중지하고 차수벽의 이상 유무 및 배면 지반의 침하 정도를 확인하여야 한다. 이후, 원수위로 회복되거나 이상이 없을 시에 굴착공사를 재개토록 한다.

(6) 건물경사계의 관리기준은 구조물에 미치는 영향에 대한 각 변위의 한계와 구조물 기초의 종류에 따른 구조물의 손상한계를 기준으로 한다.

10.3.12 계측결과 보고

(1) 계측결과의 정리는 계측수행 직후에 수행하여야 하며, 현장에서 얻어진 자료는 즉시 공사현황 및 기상상태 등을 고려한 분석을 통하여 성과를 도표 등으로 가시화하고 각종의 계측결과를 상호 연계시켜 분석하여야 하며, 예측치와 비교하여 이상 징후가 발견되었을 경우 즉시 시공자와 공사감독자에게 보고하여야 한다.

(2) 그 외 사항은 기본적으로 1.3.12를 따른다.

11. 발파진동유발공사

11.1 일반사항

11.1.1 적용범위

(1) 이 기준의 계측관리는 각종 건설공사를 수행하기 위하여 실시하는 발파공사 중의 안전관리를 목적으로 한다.

(2) 발파공사 계측관리는 발파공사 착수 시에 시행하는 시험발파 계측관리와 발파공사 중에 발파 영향권 범위에 위치하는 보안물건에서 실시하는 상시 계측관리로 구분한다.

11.2 재료

내용 없음.

11.3 시공

11.3.1 계측기기의 설치

(1) 계측기기는 제작사가 제공한 지침서에 명시된 절차에 따라서 정확하게 기기를 설치하여야 한다.

(2) 발파진동 측정 장치 설치

① 진동가속도에 따른 설치방법은 다음 사항에 따른다.

가. 진동게이지 위치 지역의 모래, 다져지지 않은 흙, 화단이나 짚 등의 지반상태에 따라 기록의 정확성에 영향을 줄 수 있으므로 지반상태를 점검하여야 한다.

나. 진동게이지의 작동원리상 가능한 한 수평으로 설치하여야 한다.

다. 진동게이지의 진행방향 성분은 계측기기에 표시된 방향표시와 발파원의 방향이 항상 일치하도록 설치한다.

라. 진동가속도가 0.2 g 이하인 경우에는 매설이나 부착이 필요 없다.

마. 진동가속도가 0.2 g와 1.0 g 사이인 경우에는 매설이나 부착이 좋으며 스파이크로 박아 진동게이지를 고정하는 것이 좋다. 또한 계측기기의 스파이크가 지반에 삽입되지 않을 경우에는 모래주머니를 이용하여 계측기기를 완전히 고르게 덮어주어 하중을 가하여 지반과 같이 움직이도록 해준다.

바. 진동가속도가 1.0 g보다 큰 경우에는 매설이나 견고한 부착이 요구된다.

② 부착이나 매설방법은 다음 사항에 따른다.

가. 매설높이는 계측기기 높이보다 3배를 넘지 않게 하며, 바닥에 비닐주머니로 계측기기를 넣고 묻거나 계측기기에 부착된 스파이크를 이용하여 지반에 박고, 계측기기의 주위와 위를 흙으로 견고하게 다진다.

나. 지반이 매우 굳거나 콘크리트구조물 그리고 암반과 같은 장소에 설치할 경우에는 고정판을 이용하여 볼트나 앵커로 고정시키거나 또는 석고, 시멘트 모르타르, 양면접착제, 에폭시 수지, 고무찰흙, 진흙덩어리 등을 이용하여 암반 표면이나 지반에 접착시킨다.

다. 구조물의 기초가 지표에서 ± 30 mm 내에 위치한다면 계측기기를 구조물의 기초에 부착할 수 있다. 단, 이 방법은 매설, 스파이크로 박거나 모래주머니를 덮는 방법 등이 어려울 경우에만 사용한다.

③ 기타 설치방법은 다음 사항에 따른다.

가. 스파이크 고정 시에는 흙의 교란을 최소화하면서 뗏장을 제거하고, 스파이크가 부착된 계측기기를 지반에 견고하게 압착시킬 필요가 있다.

나. 계측기기의 스파이크가 지반에 삽입되지 않을 경우 모래주머니를 이용하며, 모래주머니는 충분히 커야 하고 50~120 N 무게 정도의 모래로 느슨하게 채우고, 지반과 최대한 견고하게 접촉할 수 있도록 수직단면은 가능한 한 낮게 그리고 넓게 하여 고르게 덮어 계측기기에 하중을 가해줌으로써 지반과 같이 거동하게 해준다.

(3) 발파소음(폭풍압) 측정 장치 설치

① 측정지점에 건물, 자동차 다른 장애물들이 가까이에 위치하게 되는 경우 소음측정용 마이크는 이러한 것들에 의해 발파로부터의 발파풍이 방해를 받지 않도록 설치하여야 한다. 그러나 방해물들을 피할 수 없다면 방해물과 소음측정용 마이크 사이의 수평거리가 마이크보다 위에 위치하는 방해물 높이보다는 더 커야 한다.

② 구조물과 너무 가까이 설치한다면 폭풍압이 건물표면으로부터 반사되어 더 증폭될 수 있으므로, 구조물에 의한 반향을 최소화하기 위하여 소음측정 계측기기는 가급적 모서리에 설치하여야 한다.

③ 바람의 영향을 줄이기 위해 계측기기는 제작사에서 제공하는 바람막이용 스크린을 부착하여야 한다.

11.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

(2) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정한다.

(3) 구입 후 1년 이상 경과하였거나 빈번하게 측정한 계측기기는 연 1회 교정을 하여야 한다.

(4) 발파진동 측정

① 지반진동 트리거수준은 측정목적에 따라 예상되는 진동속도를 고려하여 트리거수준을 설정하여야 한다. 일반적으로 트리거수준의 설정 형태는 지반진동이나 발파풍압을 기준으로 설정하지만 일반적으로 진동을 기준으로 설정한다.

② 기록될 파형의 해상도는 측정된 파형이 발파에 의한 파형인지 아닌지를 확인할 수 있어야 한다.

③ 진동기록시간은 음속과 발파원과의 거리 그리고 발파지속시간을 고려하여 입력한다. 일반적으로 발파진동 지속시간보다 긴 2초를 기본으로 설정하고 발파원으로 부터 매 300 m 마다 1초씩 추가한다.

④주의할 사항은 지발발파에서 발파소요 시간을 고려하여 최대발파 소요시간보다 높은 단계의 시간을 설정하도록 한다.

(5) 발파소음(폭풍압) 측정

① 잘못된 소음들의 발생에 의한 작동을 최소화하기 위해 주변의 암소음도를 사전에 측정하여 그 수준보다 높게 설정하여야 한다.

② 폭풍압만의 측정이 요구될 때는 폭풍압에 맞게 트리거수준을 충분히 낮추어 설정하여야 한다.

③ 폭풍압만을 측정할 경우 발파 지속시간보다 길게 설정하여야 하며, 지반진동과 폭풍압 측정을 동시에 기록할 경우 지반진동의 설정지침을 따른다.

11.3.3 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 수동에 의한 측정 시 측정지점에 진동 및 소음을 유발할 수 있는 조건을 최대한 배제하여 관리한다.

(3) 자동에 의한 측정 시 측정기기 주변에 계측 중임을 알리는 표지판을 붙이고 가급적 측정기기에 근접되지 않는 장소를 선택하여 관리한다.

11.3.4 계측의 수행

(1) 계측수행책임자는 계측기기의 특성과 발파공해의 영향을 이해할 수 있는 건설관련분야의 특급기술자이어야 한다.

(2) 계측수행은 발파관련 전문엔지니어링 업체에서 수행하여 주변 보안물건의 안전성 확인과 향후 발파관련 민원 등에 대비하여 객관적인 자료를 축적할 수 있을 정도로 수행한다.

(3) 발파진동 및 발파소음(폭풍압)은 측정항목별 측정방법에 따라 측정을 실시한다.

(4) 시험발파 시 계측수행은 다음 사항에 따른다.

① 시험발파 시 지반의 전파특성을 파악하여 발파영향권 분석을 위한 현장 진동추정식을 구하기 위함이므로 가급적 주요 보안물건 방향으로 일직선이면서 등간격으로 배치한다.

② 최상의 감쇠관계를 구하기 위해서 지질상황이 일정한 지역에 측선을 설정하여 장비를 배치한다.

③ 측정은 원칙적으로 수직성분(V: Vertical), 진행성분(L: Longitudinal), 접선성분(T: Transverse)에 대한 3성분을 동시에 측정한다.

④ 시험발파의 정량적인 분석을 하기 위해 통계적 의미가 있는 수의 측정자료가 필요하며, 최소 30측점을 획득할 수 있도록 발파횟수 및 계측기 설치 대수를 계획하여 신뢰도를 높인다.

⑤ 계측기기는 지반운동이 같이 거동할 수 있도록 지반 위나 구조물상에 계측기기를 견고하게 고정시키며, 단단한 지반에서는 계측기기에 부착된 스파이크(spike)를 이용하여 지반에 견고하게 설치한다.

⑥ 계측기기의 설치 방향은 계측기기에 표시된 방향표시와 발파원의 방향이 항상 일치하도록 하고 계측을 수행한다.

11.3.5 계측빈도

(1) 발파에 의한 굴착을 하는 경우 진동 및 소음의 계측은 매 발파 시마다 실시한다.

(2) 기계에 의해 굴착하는 경우 2~3회/일의 빈도로 계측한다.

11.3.6 계측결과의 정리 및 분석

(1) 계측결과는 발파공해의 특성을 이해하고 발파에 대해 경험이 풍부한 건설 관련분야의 기술자에 의하여 분석되어야 한다.

(2) 계측결과 기록지에 사업명, 위치, 일시, 시공업체, 계측수행업체 등을 기록 한다.

(3) 계측분석 결과 주변에 대한 각종 영향이 있다고 판단되는 경우에는 이에 대한 적절한 조치를 취하고, 그 원인을 규명한 후 후속 발파 작업에 임한다.

(4) 계측이 종료되면 계측결과를 정리하여 공사감독자에게 제출하여 확인을 얻은 후 후속작업을 진행한다.

(5) 계측결과 분석에 대한 세부사항은 다음에 따른다.
① 정량적인 회귀분석을 위해 시험발파 패턴은 천공과 장약량을 각기 달리하여 다양하게 실시하는 것을 원칙으로 하되, 단일 패턴을 적용할 경우에는 계측거리를 달리하여 다양한 환산거리(scaled distance)를 획득할 수 있도록 고려한다.
② 분석측점 수는 최소 30개 이상의 계측자료를 이용하여 분석한다.
③ 계측된 자료는 회귀분석기법에 의해 통계처리를 하여야 하며, 이때 입력되는 자료는 각 성분의 PPV(Peak Particle Velocity)를 기준으로 한다.
④ 회귀분석은 자승근 환산거리와 삼승근 환산거리에 의해 수행하여 적합도가 높은 추정식을 적용한다.
⑤ 회귀분석 후 산출된 발파진동 추정식은 신뢰수준 95% 값을 적용한다.
⑥ 계측결과 추정식의 상관계수가 0.70에 미치지 못하는 경우에는 시험발파를 다시 실시하여야 한다.

11.3.7 계측관리 기준

(1) 발파진동의 분석과 평가를 실시하는 데 판단의 기초가 되는 수량적 한계가 필요하나, 구조물의 재질, 구조, 기초 등의 다양성과 진동파의 입사각도 및 주파수 등에 따라 변화되기 때문에 국내에서도 법적인 규제기준이 마련되고 있지 않고 발주처별로 신축적으로 적용되고 있다. 따라서 국내에서 적용되고 있는 발파진동에 대한 기준과 배경을 참조로 하여 전문가가 현장에 적합한 발파진동 허용기준을 설정하여야 한다.

(2) 발파진동기준을 설정할 때는 보안물건에 대한 상태와 현황을 상세히 파악한 후 발파진동기준을 발파작업의 안전관리 기준치, 발파진동 허용기준, 발파진동 허용한계기준으로 구분하여 제안하여야 한다.
① 발파작업의 안전관리기준: 발파작업의 불확실한 요소를 감안하면서 완벽한 안전을 보장하기 위한 기준치
② 발파진동 허용기준: 실제적으로 인근 보안물건에 전혀 피해 발생이 없는 기준치
③ 발파진동 허용한계기준: 보안물건에 미세피해라도 유발할 수 있는 피해한계의 최하한치

(3) 발파진동치는 각 성분의 최대치(PPV: Peak Particle Velocity)를 기준으로 한다.

(4) 국내에서 적용되고 있는 발파진동의 권고기준은 표 11.3-1, 표 11.3-2와 같으며, 터널설계기준의 경우 KDS 27 20 00 표 4.4-1에 제시되어 있다.

표 11.3-1 건교부 노천발파설계지침의 국내 권고기준(2006. 12)

구분	유적, 문화재, 컴퓨터 시설물	주택, 아파트	상업용 건축물	철근콘크리트 건물 및 공장
진동속도 (cm/sec)	0.2	0.3 ~ 0.5	1.0	1.0 ~ 5.0

주 1) 노천발파 시에는 폭음과 진동이 수반되어 발생되어 인체감응도에 따른 민원 예방기준으로 일종의 달성이 요망되는 표준의 뜻이 포함된 것으로 이를 초과 시 건물 등에 피해가 발생된다는 의미가 아닌 것으로 평가

표 11.3-2 환경분쟁조정위원회 발파진동 허용기준

건전도 등급	대상건축물	진동속도, ㎝/s			
		주파수대역			
		< 10 Hz	10 ~ 40 Hz	40 ~ 100 Hz	>100 Hz
Ⅰ	철근콘크리트조 건물	1.5	1.5 ~ 4.5	4.5 ~ 5.0	5.0
Ⅱ	콘크리트, 벽돌조 건물	1.0	1.0 ~ 2.5	2.5 ~ 3.0	3.0
Ⅲ	조적조 시멘트 블록조 건물	0.5	0.5 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0	2.0
Ⅳ	Ⅲ의 건물을 개축한 건물. 역사적 보호건물	0.25	0.25 ~ 0.75	0.75 ~ 1.0	1.0

주 1) 건전도는 건축물의 종류와 상태의 양호함을 의미하나 전문가의 평가가 필요함.

11.3.8 계측 결과보고

1.3.12를 따른다.

12. 가물막이 및 동바리 공사

12.1 일반사항

12.1.1 적용범위

(1) 이 기준은 구조물을 시공하기 위해 설치하는 가물막이 및 동바리 등 가시설물에 적용한다.

(2) 지하굴착 시 흙막이벽에 관련된 계측은 이 기준 4.8 굴착분야 공사 중 계측의 기준을 따른다.

12.2 재료

12.2.1 계측기기의 종류

(1) 하중계는 작용 가능한 최대하중의 200% 이상의 용량을 갖는 것을 사용한다.

(2) 변위계는 1/100 mm 이하의 정밀도를 만족하여야 한다.

(3) 변형률계는 설치되는 조건에 적합한 제품이어야 한다.

(4) 경사계의 정밀도는 1 mm를 원칙으로 한다.

12.2.2 계측자료 획득 장치

(1) 계측대상 조건을 고려하여 자동화 또는 반자동화 운용기법을 선정하여야 한다.

(2) 콘크리트 타설을 위한 동바리의 경우 콘크리트 타설 시 집중적으로 하중이 가해지게 되므로 조기에 징후를 감지하는 것이 중요하고 모니터링과 동시에 신속하게 그 정보를 전달, 처리하는 것이 필요하므로 실시간 계측자료의 수집, 처리, 해석까지를 일관하여 처리하는 자동화 기술을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

12.3 시공

12.3.1 계측기기의 설치

(1) 가시설에 설치하는 모든 계측기기는 굴착이나 가시설을 설치하기 전에 설치 완료하여 가시설에 작용하는 어떤 하중의 영향이 측정위치에 미치기 전에 초기치 측정을 완료하여야 한다.

(2) 시공단계상 시공이 완료되지 않은 상태에서 설치가 어려운 것은 계측대상 가시설물을 설치하고 다음 공사단계를 넘어 가기 전에 설치한다.

12.3.2 계측기기의 보정

(1) 계측기기는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.

12.3.3 계측기기의 보호

설치된 계측기기는 공사 또는 기타의 영향으로 손상되지 않도록 보호하여야 한다.

12.3.4 자료 전송 케이블 설치

계측기기 케이블은 계측기기 전용 케이블을 사용하여야 하며, 설치 시 매설지점에서 측정실까지 접속점이 없이 단일선으로 구성하여야 한다.

12.3.5 계측시스템 설치에 따른 검사 및 시험

(1) 계측기기 설치 공사 후 조정 및 시험을 완료하고 시운전 시험을 실시하여야 한다.

12.3.6 계측기기의 관리

(1) 계측기기는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.

(2) 계측기기 및 자료 수집장치에는 지침표찰과 명찰을 부착하여야 한다.

(3) 설치된 계측기기는 계측명, 위치, 초기 측정일자와 초기 측정값이 기록된 표시판을 설치하여 관리하여야 한다.

12.3.7 계측의 수행

(1) 시간경과에 따른 하중의 변화가 지속적으로 발생하는 경우에는 하중이 재하되는 시간 동안에는 실시간 계측하여야 하며 측정결과를 검토하고 필요한 조치에 대해 공사감독자에게 보고하여야 한다.

(2) 계측의 수행과 관리는 시공자나 유지관리 주체가 계측전담반을 직접 운영하거나 계측 전문업체에 위탁하여 수행할 수 있다.

(3) 계측책임자는 계측기기의 특성과 계측기기가 부착된 부재의 거동을 이해할 수 있는 건설관련분야의 특급 기술자이어야 한다.

12.3.8 계측빈도

(1) 시간경과에 따라 가시설에 하중이 변하는 경우에는 실시간으로 계측을 하여야 한다.

(2) 가시설물 중에서 실시간 하중이 변화하지 않은 경우에는 실시간 계측을 하지 않아도 된다.

12.3.9 계측기간

계측기간은 계측기기 설치 후부터 계측값의 수렴이 확인될 때까지를 원칙으로 한다.

12.3.10 계측결과의 정리 및 분석

(1) 계측결과의 정리는 계측 수행 직후에 수행하여야 한다.

(2) 실시간 계측을 실시하는 경우 계측담당자는 실시간 계측결과를 모니터링하고 절대변화량 및 변화속도를 분석하여 계측대상 부재의 위험성을 판단하여야 한다.

12.3.11 계측관리 기준

(1) 계측관리 기준은 재료의 성질에 의해 결정하는 것을 원칙으로 하고 기준값은 구조계산서를 참고하여 결정하여야 한다.

(2) 계측기간 중 계측관리기준값은 변화의 절대변화량 및 변화속도 등을 참고하여 지속성 또는 급변성에 대해 각각 결정하여야 한다.

12.3.12 계측결과 보고

(1) 실시간 계측을 실시하는 경우 계측담당자는 실시간 계측결과를 모니터링하고 절대변화량 및 변화속도를 분석하여 계측대상 부재가 소요하중을 지지하기에 부적당하며 불안전하다고 판단될 경우에는 즉시 공사감독자에게 보고하여야 하고 공사감독자는 시공자에게 후속 작업의 진행을 중지시킬 수 있다.

(2) (1) 외 사항은 기본적으로 1.3.12를 따른다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	책임자	김기석	㈜희송지오텍	대표이사
	위 원	강인규	㈜브니엘컨설턴트	대표이사
	위 원	김병홍	(사)건설산업연구소	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	지반	이재국	(주)경동기술공사
	지반	김태형	한국해양대학교
	지반	박이근	(주)지오알앤디
	시험	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회	분야	성명	소속
	공통	배병훈	한국도로공사
		구찬모	한국토지주택공사
		김홍문	평화엔지니어링
		최용규	경성대학교
		정충기	서울대학교
		정상섬	연세대학교
		김유봉	서영엔지니어링
		박종호	평화지오텍
		박성원	유신
		임대성	삼보ENG
		김운형	다산컨설턴트

시공 중 지반계측

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	구자흡	삼영엠텍(주)
	차철준	한국시설안전공단
	최상식	(주)다음기술단
	김현길	(주)정림이앤씨
	이근하	(주)포스코엔지니어링
	박구병	한국시설안전공단

국토교통부	성 명	소 속	직책
	정선우	국토교통부 기술기준과	과장
	김병채	국토교통부 기술기준과	사무관
	김광진	국토교통부 기술기준과	사무관
	이선영	국토교통부 기획총괄과	사무관
	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청	사무관
	김남철	국토교통부 기술기준과	주무관

표준시방서
KCS 11 10 15 : 2016

시공 중 지반계측

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

(작성기관) 한국지반공학회
06732 서울특별시 서초구 서운로 19, 1202호(서초동)
☎ 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 20 05 : 2016

벌개제근 및 표토제거

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 토목공사 표준일반시방서의 벌개제근 및 표토제거 등에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 20 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 20 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 대한토목학회　　작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출물 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.3.1 관련 법규 ····· 1
1.3.2 관련 기준 ····· 1
2. 자재 ····· 1
3. 시공 ····· 1
3.1 시공조건 확인 ····· 1
3.2 작업준비 ····· 1
3.3 시공기준 ····· 1
3.3.1 벌개제근 및 표토제거 ····· 1
3.3.2 구조물 및 지장물 제거 ····· 2

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 초목, 그루터기, 덤불, 나무뿌리, 유기질 표토 등 시공에 유해한 영향을 미치는 물질을 제거하는 공사와 구조물 및 지장물 제거에 적용한다.

1.2 제출물

(1) 수급인은 KCS 10 10 10에 따라 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

- 토양환경보전법

1.3.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 20 20 흙쌓기(성토)
- KCS 44 50 05 동상방지층, 보조기층 및 기층공사

2. 자재

내용 없음

3. 시공

3.1 시공조건 확인

내용 없음

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 벌개제근 및 표토제거

(1) 벌개제근의 범위는 설계도서에 명기되어 있거나 공사감독자가 특별히 지시하는 구간에 따르며, 일반적으로 산림지역 땅깎기 비탈면의 어깨나 흙 쌓기 비탈면의 기슭에서

1 m 떨어진 선 이내의 폭과 산림지역 공사구간의 연장으로 한다.

(2) 흙 쌓기 높이가 1.5 m 이상인 구간에 있는 수목이나 그루터기는 지표면에 바짝 붙도록 절단하여 잔존 높이가 지표면에서 150 ㎜ 이하가 되도록 하여야 한다.

(3) 흙 쌓기 높이가 1.5 m 미만인 구간에 있는 수목이나 그루터기, 뿌리, 덤불 등은 지표면에서 200 ㎜ 깊이까지 모두 제거하여야 한다.

(4) 흙 쌓기 구간에서 유해물질이나 오염원 또는 유기질을 다량 함유하고 있는 표토는 공사감독자의 지시 및 토양환경보전법에 따라 제거하여 처리하고 확인을 받아야 한다.

(5) 수급인은 벌개제근 및 표토제거 작업이 완료되면 공사감독자의 확인을 받은 후에 땅깎기 및 흙 쌓기 작업을 실시하여야 한다. 다만, 땅깎기 구간에 있는 그루터기는 토공작업 중에 제거하여도 된다.

(6) 벌개제근 작업으로 제거된 모든 물질은 공공이나 개인 소유권자의 요구가 있는 경우를 제외하고는 공사장 밖으로 반출하여 위탁처리하거나 매립, 분쇄 등 현장 여건을 고려하여 보호길어깨의 잡초제거, 성토비탈면 침식방지, 화단 등 친환경적 재활용 방안을 적용할 수 있다.

(7) 벌개제근 작업으로 제거된 모든 물질 중 썩기 쉬운 물질은 지정된 장소에 처분하여야 한다. 처분방법이 매립일 경우에는 매립물질이 층을 이루도록 고르게 펴서 흙으로 덮거나, 흙과 함께 혼합시켜 간극이 메워지도록 하여야 한다. 매립물질의 마지막 층은 최소 300 ㎜ 두께의 흙이나 기타 승인된 재료로 덮어 정지한 후 다져야 한다.

(8) 보존 또는 이식하도록 지시된 수목이나 식물은 작업 중 손상을 입히지 않도록 하여야 한다.

(9) 표토제거는 산림지역을 제외한 답(沓)구간, 답외(沓外)구간에서 설계도서에 따라 적용한다. 또한, 제거된 표토를 비탈면 등에 유용할 경우에는 나무뿌리, 돌 등의 유해물질이 함유되지 않도록 하며, 유용하기 전까지는 지정된 장소에 2.5 m가 넘지 않는 높이로 임시쌓기하고 유실되지 않도록 보관하여야 한다. 이때 가배수로 및 비닐덮개 등을 설치하여 우수에 의한 침식이나 유실을 방지하고, 함수비 증가를 억제하여야 한다.

(10) 원지반이 연약하여 초벌 쌓기(두께 300 ㎜)가 불가능한 지반의 경우 공사감독자와 협의하여 노체 재료의 품질기준 및 침하에 대한 검토 후 흙쌓기를 시행하여야 한다.

3.3.2 구조물 및 지장물 제거

(1) 수급인은 설계도서에 따라 구조물 및 지장물의 제거작업을 수행하여야 하며, 보존하도록 지정된 것은 유해한 손상을 입히지 않도록 주의하여 설계도서에 지정된 장소 또는 공사감독자가 지시하는 장소까지 옮겨야 한다. 또한, 제거된 물질 중 흙쌓기용 재료로 유용할 수 있는 것은 가능한 한 유용하도록 하고, 불량재료는 폐기물 관리법에 의거하여 처리하여야 한다.

(2) 사용 중인 교량, 암거 및 기타 배수시설은 현장에 적합한 대체시설을 설치하여 통행 및 이용에 불편이 없도록 조치한 후에 철거하여야 한다.

(3) 구조물 하부구조의 유수부는 하상면까지 제거하여야 하며, 지표면에서는 최소 300 ㎜

깊이까지 제거하여야 한다.

(4) 제거작업에 발파가 필요할 때에는 발파 영향권 내에 신설 구조물을 설치하기 전에 발파작업을 완료하여야 한다.

(5) 제거작업으로 발생하는 웅덩이, 구멍, 도랑 등은 KCS 11 20 20에 따라 주변 지반높이까지 되메운 후 다짐을 하여야 한다.

(6) 도로공사의 경우, 도로 완성면에서 최소 1 m 깊이까지 모든 구조물을 제거하되 포장층의 두께가 1 m를 넘는 경우에는 포장층 내의 모든 구조물을 제거하여야 한다. 다만, 아스팔트콘크리트포장은 공사감독자의 확인 후 현지여건을 감안하여 제거할 수 있다.

(7) 도로공사의 경우, 폐콘크리트를 흙쌓기 재료로 유용할 경우는 최대입경 100 ㎜ 이하로 파쇄하여 보조기층 재료로 유용하되 부체도로에 우선 적용하고, 뒤채움 재료가 보조기층 재료로 설계된 경우 뒤채움 재료로 유용하여야 한다. 다만, 보조기층재로 유용할 경우 KCS 44 50 05의 보조기층재 품질기준에 적합하고, 유기 이물질 함량이 부피기준으로 1% 이하이어야 한다.

(8) 도로공사의 경우, 폐아스콘은 재생아스콘 생산업체에 위탁·재생하여 활용하도록 한다. 다만, 폐아스콘의 발생량이 적은 경우나 재생아스콘 생산시설이 없는 경우 일정크기 이하로 파쇄하여 보조기층재로 유용할 수 있다. 이 경우 KCS 44 50 05의 보조기층재 품질기준에 적합하고, 유기 이물질 함량이 부피기준으로 1% 이하이어야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
양구승	㈜다산이엔지	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 20 05 : 2016

벌개제근 및 표토제거

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 20 10 : 2016

땅깎기(절토)

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서와 토목공사 표준일반시방서를 중심으로 건설공사 비탈면표준시방서, 하천공사 표준시방서의 땅깎기(절토) 등에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 20 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 20 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 대한토목학회	작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.1.1 적용범위 일반 ····· 1
1.1.2 지층경계선 확정 ····· 1
1.1.3 암발파 시 유의사항 ····· 1
1.2 제출물 ····· 1
1.2.1 시공계획서 ····· 1
1.2.2 추가 제출 자료 ····· 2
1.3 참고 기준 ····· 2
1.3.1 관련 법규 ····· 2
1.3.2 관련 기준 ····· 3
1.4 품질보증 ····· 3
1.4.1 암발파 관련 품질보증 ····· 3
2. 자재 ····· 3
2.1 재료 ····· 3
2.1.1 암발파 재료 ····· 3
3. 시공 ····· 4
3.1 시공조건 확인 ····· 4
3.1.1 땅깎기 시공조건 ····· 4
3.1.2 암깎기 시공조건 ····· 4
3.1.3 암발파 시공조건 ····· 5
3.2 작업준비 ····· 6
3.2.1 암발파 작업준비 ····· 6
3.3 시공기준 ····· 6
3.3.1 시공일반 ····· 6
3.3.2 재료의 활용 ····· 7

3.3.3 여굴 ····· 7
3.3.4 불량재료의 처리 및 치환 ····· 8
3.3.5 측구 터파기 ····· 8
3.3.6 땅깎기 비탈면 ····· 8
3.3.7 깎기 구간의 노상(도로공사) ····· 8
3.3.8 마무리 ····· 9
3.3.9 시공 중 표면수, 용출수 처리 및 노면 보호 ····· 9
3.3.10 땅깎기 비탈면 보호 ····· 9
3.3.11 비탈면 경사 ····· 10
3.3.12 토취장 땅깎기 ····· 10
3.3.13 암깎기 ····· 10
3.3.14 브레이커공법 ····· 11
3.3.15 무진동 또는 암파쇄 공법 ····· 11
3.3.16 발파계획 ····· 11
3.3.17 천공 및 장약 ····· 12
3.3.18 발파 ····· 13
3.3.19 발파영향 규제 및 계측관리 ····· 13
3.3.20 시험발파 시행방법 ····· 14
3.3.21 미진동 굴착공법 ····· 15
3.3.22 정밀진동제어 발파공법 ····· 15
3.3.23 진동제어 발파공법 ····· 15
3.3.24 일반 발파공법 ····· 15
3.3.25 대규모 발파 ····· 16
3.4 시공허용오차 ····· 16
3.5 현장 품질관리 ····· 16
3.5.1 품질관리 ····· 16
3.5.2 검사 및 보고 ····· 16

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 적용범위 일반

(1) 이 기준은 설계도서에 의하여 확정된 선형, 경사, 치수와 공사시방서 규정에 부합되도록 실시하는 땅깎기, 암깎기, 암발파 공사에 적용한다.

(2) 땅깎기는 도로, 주차장, 교차시설, 진입로, 수로, 측구의 땅깎기와 비탈면 고르기 및 비탈면 끝의 곡선처리, 비탈면의 소단형성, 땅깎기 구간의 노상부나 흙쌓기 구간 원지반의 부적합재료의 제거 및 추후 타 목적에 사용하기 위하여 공사감독자가 지시한 재료의 깎기를 말하며, 땅깎기의 토질은 다음과 같이 분류한다.

① 토사는 땅깎기를 할 때 불도저가 유효하게 사용될 수 있는 정도의 흙, 모래, 자갈 및 호박돌이 섞인 지층을 말한다.

② 리핑암은 땅깎기를 할 때 불도저에 장착한 유압식 리퍼(hydraulic ripper)가 유효하게 사용될 수 있고 정도의 풍화가 상당히 진행된 지층을 말한다.

③ 발파암은 땅깎기를 할 때 발파를 사용하는 것이 가장 유효한 지층을 말한다.

1.1.2 지층경계선 확정

(1) 땅깎기, 암깎기, 암발파 작업 중 또는 완료 후에 공사비 산정을 위하여 지층을 분류할 필요가 있는 경우 수급인은 관련자료를 첨부하여 공사감독자에게 확인 요청을 하고 발주자의 장이 임명한 암판정위원회 공동조사 결과에 의하여 지층경계선을 확정하여야 한다.

(2) 제출자료 및 육안 확인으로 지층경계선 판정이 어려운 경우에는 유압식 리퍼에 의한 시험시공을 실시하거나 전문기술자의 검토의견서를 참조할 수 있다.

1.1.3 암발파 시 유의사항

(1) 암발파공법은 미진동 굴착공법, 정밀진동제어발파, 진동제어발파, 일반발파, 대규모 발파로 구분되며, 설계도서에 따라 발파 패턴 기준을 정하고, 시험발파를 하여 적정 발파 패턴을 수정・보완・도출한 후 공사감독자의 승인을 받아 공사시행이 되도록 하여야 한다.

1.2 제출물

1.2.1 시공계획서

(1) 수급인은 KCS 10 10 10에 따라 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.2.2 추가 제출 자료

(1) 도로공사 땅깎기
① 땅깎기 구간의 노상 마무리면 토질이 노상재료로 부적합한 경우 토질조사 및 시험 성과표
② 인접구조물(가옥, 건축물) 및 시설물, 주민, 가축, 양어장 등의 피해가 예상되거나 공사감독자의 요구가 있을 때 진동 및 소음피해방지계획서
③ 비탈면의 기울기 조정이 필요한 경우 비탈면 안정 및 대책 검토서
④ 시험발파계획서
⑤ 공사 중 배수처리계획서
⑥ 깎기비탈면 현황도
⑦ 공사 중 표면침식보호(가보호막) 계획서

(2) 토취장 땅깎기
① 토취장 사용신청서
② 토취장 토지소유권자의 서면동의서
③ 토취장, 운반로 등 발주자가 요구하는 의무사항(복구, 보수 등) 완료 증명서

(3) 암깎기
① 공사를 시행할 때 암질 및 불연속면 특성에 따른 공법선정계획서
② 작업장에 인접되어 있는 구조물(가옥, 건축물) 및 시설물, 주민, 가축양어장 등 피해가 예상되거나 공사감독자의 요구가 있을 때는 진동 및 소음 피해방지 계획서
③ 비탈면 안정 검토서 및 비탈면이 불안정할 때의 대책 검토서
④ 발파방법, 발파시차, 사용할 폭약의 종류, 발파용 매트나 덮개 의 종류, 암제거 방법 등을 명시된 시공상세도면

(4) 암발파
① 공사를 시행할 때 암발파 패턴에 대한 선정공법과 시험발파 계획서
② 발파영향권 내의 시설물 사전조사 결과보고서
③ 발파원으로부터 인접되어 있는 구조물(가옥, 건축물) 및 시설물, 주민, 가축, 양어장 등 피해가 예상되거나 공사감독자의 요구가 있을 때는 진동 및 소음피해 방지 계획서
④ 비탈면 안정 검토서
⑤ 발파진동 및 소음 계측계획서

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

- 건설산업기본법
- 엔지니어링산업 진흥법
- 환경영향평가법

• 폐기물관리법

1.3.2 관련 기준

• KCS 10 10 10 공무행정요건
• KCS 10 10 15 품질관리
• KCS 11 20 20 흙쌓기(성토)
• KCS 11 70 00 비탈면공사
• KCS 11 73 00 비탈면보호
• KS F 2324 흙의 공학적 분류방법
• KS M 4801 화약류의 분석 시험방법
• KS M 4802 화약류 성능 시험방법
• KS M 4803 전기뇌관
• KS M 4804 산업폭약
• KS M 4807 공업뇌관
• KS M 4808 도화선
• KS M 4811 도폭선
• KS M 4812 함수폭약

1.4 품질보증

1.4.1 암발파 관련 품질보증

(1) 폭약업체는 암석분해 발파에 경험이 있는 전문업체로서 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(2) 지진파 탐사업체는 지진파 탐사에 경험이 있는 전문업체로서 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 암발파 재료

(1) 폭약의 종류는 지진파 탐사 결과에 따라 폭약전문업체가 추천하고 관계 기관이 요구하는 것이라야 한다.
(2) 발파 시차장치는 폭약전문업체가 추천한 것이라야 한다.
(3) 발파매트 재료는 폭약전문업체가 추천한 것이라야 한다.
(4) 기계적인 분해재는 양생 시에 팽창하는 재료의 화합물이어야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 땅깎기 시공조건

(1) 공사의 위치를 설정한 측량기준점 및 시공기면이 설계도서에 명시된 것과 같은지 확인하여야 한다.
(2) 측선, 기면, 등고선 및 기준면을 확인하여야 한다.
(3) 기존 설비시설은 위치와 상태를 확인하고 손상되지 않게 보호하여야 한다.
(4) 설비시설의 철거 및 이설을 위해서는 설비관리자에게 통지하여야 한다.
(5) 수목, 잔디, 노두암, 최종조경의 일부로 남게 될 기타 물건은 보호하여야 한다.
(6) 수준점, 측량기준점, 기존구조물, 기타 구역 내 시설물은 땅파기 장비 또는 자동차 통행으로 손상되지 않게 보호하여야 한다.
(7) 안전규정을 준수하고 작업원에 대한 안전교육을 실시한 후 땅파기하여야 한다.

3.1.2 암깎기 시공조건

(1) 깎기작업 중에 암이 발생할 경우에 수급인은 지형측량을 실시할 수 있도록 가능한 빨리 토사층을 제거하여야 한다. 이 작업이 완료되면 즉시 공사감독자에게 보고하여 확인을 받은 후, 수급인 책임하에 지형측량을 실시하고, 그 결과를 서면으로 공사감독자에게 제출하여 검측을 받아야 한다. 검측이 완료되면 즉시 쌍방이 서명하고, 물량산정의 근거로 보존한다. 이 과정은 암질이 변경될 때마다 매번 반복된다.
(2) 암반비탈면의 경우는 불연속면의 경사, 절리간격, 암종, 암질, 용수지점, 균열 충진물질 등을 조사하여 비탈면의 안전 여부를 판단하고, 그 결과를 공사감독자에게 보고하여야 한다.
(3) 지하저수조, 오수처리시설, 공동구, 하수박스 등의 구조물은 가능한 한 인접 건축물을 시공하기 전에 암터파기를 완료하여 건축물 등에 유해한 영향이 미치지 않도록 하여야 한다.
(4) 수급인은 해당 공사의 공사계획에 맞추어 다음 사항을 작성하여 제출하여야 한다.
  ① 폭약, 뇌관, 무진동 발파제, 전력충격셀 등 발파재료와 그 부속품에 대한 제품자료와 제조업자의 제품시방서 및 시공지침서를 제출한다.
  ② 시공계획서
    가. 암깎기 방법, 화약류의 종류, 사용기간, 사용횟수, 장약량, 천공깊이, 천공간격, 발파방법, 발파시차, 발파용 매트나 덮개의 종류, 방음·방진시설의 설치, 소음진동의 발생 예측량, 주변가옥 등에 대한 방호계획, 뇌관의 종류, 발파 모선 및 보조 모선의 결선방법, 발파기 등을 포함하는 암깎기 계획서를 제출하여야 한다.
    나. 계측기 설치계획(설치위치, 종류, 설치시기, 심도) 및 계측자료와 그 후속 조치에 관한 사항을 제출하여야 한다.

다. 기타 공사감독자가 필요하다고 인정하여 요구하는 사항

③ 구간별, 암질별로 공사감독자의 입회하에 표준규격의 공시체를 제작, 품질시험 전문기관에 의뢰하고, 그 결과물인 내압강도 시험성적서를 즉시 공사감독자에게 제출한다.

④ 암측량 성과도는 공사감독자에게 제출하여 확인을 받아야 하며, 이때 구간별 암질 샘플, 시료채취과정 및 암반 전경사진을 함께 제출한다.

⑤ 시험발파 계획서

가. 주변환경을 고려한 허용기준 검토

나. 설계발파진동 추정식을 이용한 발파영향권 검토

다. 설계발파 패턴 검토 등

⑥ 발파진동에 의한 주민의 민원을 예방하기 위하여 발파영향권 내의 주택 및 건물 등의 균열 및 지하수조사 등을 조사·작성하여 사전조사서로 제출하여야 한다.

⑦ 공사 중 배수처리 계획서를 제출하여야 한다.

(5) 폭약취급은 관련법규의 요건을 따라야 한다.

(6) 폭약의 현장반입이나 천공이 시작되기 전에 관계기관의 허가를 받고, 허가사본을 공사감독자에게 제시하여야 한다.

(7) 발파 전에 암깎기 지점 인근의 건물상태를 조사하고, 불규칙한 상태가 발견되면 사진촬영 등의 증거보전을 해두어야 한다.

(8) 인근의 재산이나 다른 공사에 손상을 주지 않고, 사용될 최대 장약량을 결정할 수 있도록 암깎기 구역의 여러 지점에서 암깎기 전에 지진파탐사를 실시하여야 한다.

(9) 지진파탐사를 실시하기 전에 인근의 건물이나 구조물의 소유주 또는 관리자에게 서면으로 발파계획과 조사작업의 내용을 통지하여야 한다.

(10) 발파작업의 일정은 KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 제출하여야 하며, 발파일정은 주변에 있는 인축이나 장비 또는 입주하고 있는 건물에 지장을 주지 않도록 작성하여야 한다.

3.1.3 암발파 시공조건

(1) 불도저에 장착한 유압식 리퍼에 의한 깎기가 어려운 암반이 분포하면 공사감독자의 승인을 받은 후 발파에 의한 암깎기를 수행하여야 한다.

(2) 암발파공법은 일반발파, 진동제어발파, 정밀진동제어발파, 암발파 파쇄공법, 대규모 발파로 구분되며, 설계도서에 따라 발파 패턴 기준을 정하고, 시험발파를 통하여 암깎기 비탈면에 손상을 최소로 할 수 있는 적정 발파 패턴을 수정·보완한 후 공사감독자의 승인을 받은 후 공사를 시행하여야 한다.

(3) 화약과 뇌관은 별도로 보관하고 잔여량은 반드시 반납하여야 한다.

(4) 발파장소에서 화약류의 소운반은 소정의 용기, 운송방법에 준하되 지명된 작업원에 의해 시행하여야 한다.

(5) 건설공사의 암발파 작업은 파쇄원 영향으로 소음, 진동, 비석 등의 환경공해 및 민원

발생의 원인이 되므로 환경공해를 저감시킬 수 있는 공법을 적용하고 시공할 때 공사감독자의 승인을 받아 조정하여 시행할 수 있다.

(6) 발파작업은 완성된 비탈면의 교란이나 이완 및 여굴을 최소화 할 수 있도록 천공깊이, 간격, 방향, 장약량 등을 세심히 주의하여야 한다.

(7) 공사감독자의 별도 승인이 없는 한 기존 구조물이나 시공 중인 구조물의 15 m 이내에서는 발파작업을 해서는 안 된다.

(8) 인근 건물이나 다른 공사에 영향을 주지 않고 사용할 최대장약량을 결정하기 위해 암발파 전에 탄성파탐사를 실시할 수 있으며 탄성파탐사 전에 인근 구조물의 소유주에게 서면으로 발파계획과 조사작업의 내용을 통지하여야 한다.

(9) 공사감독자가 발파, 진동측정기록이 필요하다고 판단하여 그 측정장비의 설치를 지시할 때 수급인은 이 지시를 이행하여야 한다.

3.2 작업준비

3.2.1 암발파 작업준비

(1) 수급인은 설명회 개최가 필요할 때에는 주민들에 대한 홍보를 실시하고, 발파진동에 따른 피해 여부를 파악하기 위하여 주민들과 충분한 대화를 바탕으로 주민, 시설물 소유자, 공사감독자 입회하에 사전조사를 실시하여야 한다.

(2) 발파 착수 전 주변 보안물건에 대하여 건물현황과 균열상황을 파악하여 발파진동이 미칠 수 있는 현황을 조사하고, 발파 영향권 내에 있는 모든 시설물의 균열상태를 카메라와 비디오로 촬영하여 추후 민원이 발생하였을 때 피해 여부를 판단할 수 있는 근거 자료로 확보하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 시공일반

(1) 깎기는 도면에 명시된 대로 정확하게 실시하여야 하며, 깎기면은 도면에 표기된 규격, 형상 및 공사감독자의 지시에 따라 최종 마무리를 하여야 한다. 또, 필요시 비계, 동바리, 흙막이판, 가배수로 등을 설치하여야 한다.

(2) 땅깎기 구간 등에서 설계도서에 명기된 확인시추구간은 공사 전 확인시추와 필요할 때에는 원위치시험 및 역학시험을 실시하여야 하며, 비탈면 안정성 분석결과 설계도서에 제시된 땅깎기 비탈면 경사의 적용이 곤란한 경우에는 비탈면 안정성 확보를 위한 보강공사비와 비탈면 기울기 완화공법 적용을 위한 용지의 추가 구입 등을 비교・검토한 후 공사감독자의 승인을 받아 땅깎기 작업을 하여야 한다.

(3) 땅깎기 작업은 벌개제근 및 표토제거, 기존구조물 및 지장물의 철거, 규준틀 설치, 외부 유입 수 차단 등이 이루어진 후에 땅깎기 작업을 시행하여야 하며, 땅깎기 작업 및 흙 운반은 타 공정에 지장을 초래하지 않는 범위 내에서 원활하게 수행할 수 있는

작업계획을 수립하여 공사감독자의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

(4) 깎기를 위해 설치하는 규준틀은 비탈면의 위치와 경사 등을 나타내므로 정확하고 견고하게 설치하여야 되며 규준틀의 설치간격은 설계도서에 따라야 한다. 단, 직선부 또는 동일 곡선반경의 곡선부가 100 m 이상 연속될 경우에는 공사감독자의 확인을 받아 60 m 이상으로 조정할 수 있다. 또, 규준틀은 각 소단마다 설치하며 깎기부는 비탈면 상단에 설치하며 시공 중 손상되거나 망실된 규준틀은 수급인 부담으로 신속하게 재설치하여야 한다.

(5) 땅깎기하는 장소에는 표면수 및 용출수가 고이지 않도록 적절한 방법으로 배수처리를 하여야 한다. 특히 노상 마무리 작업을 할 때에는 빗물이나 지하수가 노상부에 침투할 가능성이 많으므로 설계도서에 따라 측구 등의 배수시설을 설치하여야 한다.

(6) 수급인은 땅깎기 작업을 할 때 비탈면의 기울기를 설계도서에 따라 시공하여야 하며, 효율적인 비탈면 관리를 위한 현황도를 작성하여야 한다. 다만, 땅깎기 작업이 진행되는 과정에서 설계할 때 예상하지 못한 지층의 변화와 절리, 단층 등의 불연속면 발달, 지하수의 용출 등이 확인되어 비탈면이 불안정한 경우에는 깎기 비탈면 현황도를 작성하고, 비탈면 안정분석 및 대책 검토서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받은 후 비탈면 기울기 조정 및 비탈면 보강 등을 할 수 있다.

(7) 깎기는 비탈면의 상부에서부터 아래로 순차적으로 시행한다.

(8) 비탈면 또는 비탈어깨 부근의 느슨한 암과 나무뿌리, 뜬 흙덩어리 등은 완전히 제거하여야 하고 도면에 정해진 경사로 만들어야 하며 가능한 굴곡이 없어야 한다.

(9) 비탈면 끝에서는 일시에 대량으로 깎기를 해서는 안 되며, 깎기 중 또는 깎기 완료 후에 비탈면이 연약화될 경우는 관련분야 특급기술자의 검토서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

3.3.2 재료의 활용

(1) 땅깎기에서 발생한 재료는 현장 토질시험 성과에 의거하여 사용가능 여부를 판단하여야 하며, 흙쌓기 또는 기타 설계도서에 명기된 목적에 최대한 활용하도록 하여야 한다.

(2) 땅깎기에서 발생한 재료 중에서 공사감독자가 노상이나 비탈면 보호공 및 기타 목적에 적합하다고 결정한 것은 지정된 장소에 저장하거나 직접 사용할 장소에 운반하여 활용하여야 한다.

(3) 땅깎기에서 발생한 암 중에서 쇄석골재의 원석으로 활용할 견고한 암석은 토사나 풍화암 등이 혼입되지 않도록 보존하여 활용하여야 한다.

3.3.3 여굴

(1) 수급인의 관리소홀로 인하여 설계도서에서 지정한 범위를 초과하여 여굴이 발생한 경우에는 해당 땅깎기 부위에 대하여 수급인의 부담으로 여굴된 곳을 승인된 재료로 되메우고 다짐을 하거나 보강하여야 하며, 비탈면의 경우는 및 안정에 지장이 없도록 조치하여야 한다.

3.3.4 불량재료의 처리 및 치환

(1) 땅깎기 구간에서 발생되는 재료가 흙쌓기에 부적합하다고 판단될 때에는 토질조사 및 시험성과를 공사감독자에게 제출하고 공사감독자의 지시에 따라야 한다. 다만, 순성토 구간의 경우 땅깎기 발생토가 흙쌓기 재료로 부적합하더라도 유기질토가 아닌 경우에는 사토 전에 유용 여부를 검토하여야 한다.

(2) (1)의 경우로 인하여 치환이 필요한 경우에는, KCS 11 20 20의 품질기준에 적합한 재료로 치환하고 마무리하여야 한다.

3.3.5 측구 터파기

(1) 측구, 수로 및 각종 배수시설의 터파기에서 발생한 재료는 이 기준의 3.3.2에 따라 활용하여야 한다.

(2) 측구는 설계도서에 표기된 위치와 규격에 일치하도록 굴착하여야 하며, 단면 내에 나무뿌리나 암의 돌출이 없어야 한다.

(3) 수급인은 측구 터파기 후 측구의 시공을 완료할 때까지 굴착면이 유지되도록 관리할 책임이 있다.

3.3.6 땅깎기 비탈면

(1) 땅깎기 비탈면은 지형, 지질, 원지반의 공학적 상황과 물성, 지하수 및 기타 변상 재해상황 등에 대한 효과적인 조사 및 시험을 실시하고 기술적 판단을 거쳐 비탈면 기울기를 측정하여야 한다.

(2) 땅깎기 비탈면은 강우 시 비탈면 내 간극수압이 과도하게 상승되지 않도록 필요시 비탈면 및 주변에서 배수대책을 세워야 한다.

(3) 땅깎기 비탈면은 시공 후 시간이 경과함에 따라 침식이나 지반이완 및 풍화 등에 의하여 안정성이 떨어지지 않도록 보호하여야 한다.

(4) 땅깎기 비탈면에 원지반이 갖고 있던 불연속면이나 구조적 취약면 등의 활동 잠재면이 발견되는 경우에는 이를 고려하여 안정검토하고 필요에 따라 안정대책을 세워야 한다.

(5) 높은 땅깎기 비탈면 및 암 비탈면에 대해서는 정밀한 조사가 필요하다.

(6) 비탈면 땅깎기 시공 도중에 용수나 지하수, 침식성 토질, 이완된 토사층이나 풍화가 심한 암반, 풍화가 빨리 일어나는 암반, 절리의 각도가 비탈면에 불리한 암반, 구조적 취약지층이 나타나면 즉시 공사감독자에게 보고하고 지시에 따른다.

(7) 높은 땅깎기 비탈면에서는 높이 5 ~ 10 m 마다 소단을 설치하며, 소단의 위치와 폭은 시공여건과 사용목적 등을 고려하여 결정하여야 한다.

3.3.7 깎기 구간의 노상(도로공사)

(1) 암깎기 구간의 굴착을 할 때 발생된 요철은 150 ㎜ 이하이어야 하며, 오목하게 들어간 곳(凹)에는 물이 고이지 않도록 배수처리를 하여야 하며, 공사감독자의 확인을 받은 재료로 되메우고 다짐을 하여야 한다.

(2) 토사깎기 구간의 노상부는 침투수가 집중되어 연약해지기 쉬우므로 배수처리를 철저히 하여야 하며, 설계도서에 명기되어 있는 배수시설에 보완이 필요한 경우에는 이를 공사감독자에게 보고하고 지시에 따른다.
(3) 토사깎기 구간의 마무리 면에 나타나는 재료가 노상재료로 적합할 경우에는 상부 200 ㎜ 깊이의 재료를 긁어 일으켜 최적함수상태로 수분을 조절한 후에 노상기준에 맞는 다짐을 하며, 노상재료로 부적합할 경우에는 이를 공사감독자에게 보고하고 지시에 따른다.

3.3.8 마무리

(1) 땅깎기의 토공 마무리면 및 비탈면은 설계도서에 명시된 선형과 기울기에 적합하도록 정돈하여야 하며, 기준선 이하에 있는 재료를 이완시키지 않도록 주의하여야 한다.
(2) 발파로 인하여 균열이 발생하고 이완된 상태의 불안정한 돌은 인력 또는 장비를 동원하여 제거하여야 한다.
(3) 토사 땅깎기 구간의 비탈면과 자연 비탈면과의 경계부는 곡선처리를 하여야 하며, 땅깎기 구간에 흙쌓기 구간이 교차하는 지점의 비탈면은 그 기울기를 조정하여 서로 겹치게 하거나 자연지반에 완만히 붙게 함으로써 뚜렷한 꺾임부가 생기지 않도록 하여야 한다.
(4) 땅깎기부의 노상은 흙쌓기부의 노상과 동일한 방법으로 프루프 롤링(proof rolling) 시험을 하여야 한다. 검사기준은 KCS 11 20 20 (3.2.28)에 따라 적용한다.
(5) 핵석 발달지역의 땅깎기는 비탈면의 안전성을 고려하여 공사감독자의 승인을 받은 후 기울기 등을 조정한다.

3.3.9 시공 중 표면수, 용출수 처리 및 노면 보호

(1) 시공 중 표면수나 용출수에 의하여 비탈면이 세굴 또는 붕괴될 우려가 있는 경우에는 비탈면의 배수시설을 땅깎기 작업 진행과 동시에 설치하거나 가배수 시설을 설치하여야 한다.
(2) 공사기간 중에는 항상 배수가 원활하게 이루어지도록 노면을 유지 관리하여야 하며, 땅깎기 구간과 흙쌓기 구간의 경계부에는 측구나 도수로를 설치하여 세굴을 방지하여야 한다.
(3) 땅깎기 마무리 면이 토사인 경우에는 우기 및 동절기에 차량통행을 제한하거나 일정 구간으로 유도하여 마무리 면의 훼손을 최소화하여야 한다.
(4) 땅깎기 비탈면이 노출로 인하여 풍화가 급속히 진전될 우려가 있는 구간은 설계도서에 제시된 녹화 등의 비탈면 보호를 우선 시행하여야 한다.

3.3.10 땅깎기 비탈면 보호

(1) 땅깎기 비탈면 보호는 KCS 11 70 00 및 KCS 11 73 00에 따른다.

3.3.11 비탈면 경사

(1) 수급인은 공사 중 설계 시 예상하지 못한 원인에 의해 비탈면이 불안정할 경우에는 이 기준의 3.3.1(6)에 따라 공사감독자의 승인을 얻은 후에 비탈면의 경사를 변경할 수 있다.

3.3.12 토취장 땅깎기

(1) 수급인은 공사장 내의 땅깎기에서 발생한 재료 중 유용 가능한 재료의 양이 흙쌓기 및 기타 공사를 완성하는 데 불충분하거나, 그 재료의 성질이 공사의 요구조건에 부합되지 않을 때에는 토취장을 선정하여 공사를 완성하는 데 충분하고도 적합한 재료를 획득하여야 한다.

(2) 수급인은 토취장을 사용하기 전에 토취장 사용신청서를 공사감독자에게 제출하여 서면 승인을 받아야 하며, 토취장 사용신청서에는 토취장의 위치, 제거하여야 할 표토의 두께, 사용할 재료의 종류, 토질조사 및 시험성과, 흙쌓기 할 장소까지의 평균운반거리 등을 기재하여야 한다.

(3) 수급인은 승인된 토취장이라도 지정된 범위를 벗어나서 땅깎기 하여서는 안 되며, 원지반의 종·횡단측량을 실시하고 그 성과를 공사감독자에게 제출하여 검측을 받은 후에 땅깎기를 하여야 한다.

(4) 토취장은 배수가 원활히 이루어지도록 배수시설을 설치하여야 하며, 주변 지형과 조화를 이룰 수 있는 기울기로 땅깎기를 하여야 한다. 수급인은 땅깎기 작업이 완료되면 정확한 수량측량이 가능하도록 바닥과 비탈면을 다듬고 정리하여야 한다.

(5) 수급인은 토취장이나 채석장의 사용이 완료되면 토취장이나 채석장뿐만 아니라 공사 중 점유하였던 주변시설까지도 깨끗이 정리하여야 한다. 또한 토취장이나 채석장의 개발허가 관청에서 지시한 원상복구 및 조경 등의 의무나, 토취장 땅깎기로 조성된 비탈면의 안정, 운반로로 이용한 도로의 보수 및 정비의무 등을 충실히 이행하여 사후 분쟁의 요인을 제거하여야 한다. 최종작업의 완료 후에는 이러한 의무사항을 완료하였다는 증명서를 허가관청에서 발급받아 그 사본을 공사감독자에게 제출하여야 한다.

(6) 현장 내 땅깎기에서 발생한 재료가 흙쌓기에 적합하여도 토취장에서 운반하는 것이 경제성이나 시공성 등에서 흙쌓기 작업에 유익하다고 판단되어 설계 변경이 필요할 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

3.3.13 암깎기

(1) 암깎기공법은 파쇄원 영향으로 소음, 진동, 비석 등의 환경공해 및 민원발생의 원인이 되므로 환경공해를 경감시킬 수 있는 공법을 적용하고, 시공을 할 때 공사감독자의 승인을 받아 조정하여 시행할 수 있다.

(2) 발파를 할 때에는 외부인이나 현장작업원의 안전을 위하여 비산거리 밖의 접근로에 경고판을 설치하여야 한다.

3.3.14 브레이커공법

(1) 브레이커에 의한 파쇄공법은 발파진동이나 비석에 의하여 안전이 우려되는 지역, 기타 발파공법의 적용이 곤란한 지역에서 기존구조물 제거, 소량의 발파암 깎기 등에 활용하며, 시공범위와 장비의 규격, 사양 등은 설계도서에 따르거나 공사감독자의 승인을 얻은 후 결정하여야 한다.

(2) 브레이커에 의한 파쇄작업을 할 때 발생하는 진동과 소음은 국내 관련법규상의 규제기준을 만족시킬 수 있도록 조치하여야 한다.

(3) 기존 비탈면 깎기 또는 보수공사인 경우에는 브레이커 파쇄에 의하여 암편이 비산되거나 파쇄된 암석이 굴러 떨어져 비탈면 하부에 위치한 시설물이나 차량의 통행에 위험을 줄 수 있으므로 안전보호시설 등을 설치한 후 파쇄작업을 하여야 한다.

(4) 시가지에서나 주요구조물 및 시설물에 인접한 장소에서 암반이나 콘크리트를 파쇄할 경우에는 설계도서에 따라 무진동 또는 암파쇄 공법을 적용할 수 있으며, 현장 여건 및 공사조건을 고려하여 유압식 파쇄공법이나 팽창성, 파쇄제 공법 등을 선정하여 공사감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.3.15 무진동 또는 암파쇄 공법

(1) 무진동 또는 미진동 파쇄공법의 천공배치, 방향, 깊이 등은 설계도서에 따르며, 시험파쇄를 시행하여 공사감독자의 확인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.3.16 발파계획

(1) 발파작업에 앞서 시험발파를 실시하여, 현장의 여건에 부합되는 천공장, 천공배치, 화약의 종류, 지발당 허용장약량 등의 발파패턴과 발파계획을 세워 정밀한 시공관리가 되도록 하여야 한다.

(2) 발파작업에 있어서는 지질, 암의 경연 정도 등 현장의 암반특성과 보안물건의 특성에 따라 천공간격, 천공장, 장약량 등의 발파패턴을 조정 검토하여야 하며, 표준발파공법 분류는 표 3.3-1과 같다.

(3) 발파계획에 있어서는 주변의 환경에 주는 영향을 고려하고 필요한 경우에는 진동 및 소음에 대한 대책을 강구하여야 한다.

(4) 발파로 인하여 계획면의 재료가 이완되었을 때는 승인된 재료로 치환한 후 기준에 맞는 다짐을 실시하여야 하며, 허용치를 벗어난 비탈면의 요철은 발주자와 협의한 후 조정하여 적용한다.

(5) 발파는 표 3.3-2의 보안물건별 진동속도 설계적용기준을 초과하지 않도록 시행하여야 한다. 단, 발파소음에 민감한 가축사육시설, 요양원 또는 종교시설 등 현장조사결과 설계적용기준을 적용하는 것이 곤란한 경우 별도의 진동기준을 적용한다.

표 3.3-1 표준 발파공법 분류

구분	Type I 미진동 굴착공법	Type II 정밀진동 제어발파	진동제어발파		Type V 일반발파	Type VI 대규모 발파
			Type III 소규모	Type IV 중규모		
공법 개요	보안물건 주변에서 Type II공법 이내 수준으로 진동을 저감시킬 수 있는 공법으로서 대형 브레이커로 2차 파쇄를 실시하는 공법	소량의 폭약으로 암반에 균열을 발생시킨 후, 대형 브레이커에 의한 2차 파쇄를 실시하는 공법	발파 영향권 내에 보안 물건이 존재하는 경우 시험발파 결과에 의해 발파설계를 실시하여 규제기준을 있는 공법		1공당 최대 장약량이 발파 규제기준을 충족시킬 수 있을 만큼 보안물건과 이격된 영역에 대해 적용하는 공법	발파 영향권 내에 보인 물건이 전혀 존재하지 않는 산간오지 등에서 발파 효율만을 고려하는 공법
주사용 폭약 또는 화공품	최소단위미만폭약 미진동파쇄기 미진동파쇄약 혼합화약류 등	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약	주폭약 : 초유폭약 기폭약 : 에멀전
지발당 장약량 범위 (kg)	폭약기준 0.125 미만	0.125 이상 0.5 미만	0.5 이상 1.6 미만	1.6 이상 5.0 미만	5.0 이상 15.0 미만	15.0 이상
천공 깊이[1] (m)	1.5	2.0	2.7	3.4	5.7	8.7
발파 보호공	필수	필수	필수	불필요	불필요	불필요
2차 파쇄	대형브레이커 적용	대형브레이커 적용	-	-	-	-

주 1) 천공깊이는 평균적으로 제시한 수치이며, 공사시행 전에는 시험발파에 따라 현장별로 검토・적용

표 3.3-2 보안물건별 진동속도 설계적용기준

구 분	가축류 등	문화재 및 진동예민 구조물	가옥 (조적)	가옥 (RC조)	공업용 건물	철골 구조
발파진동속도 (PPV, cm/s)	0.1	0.2~0.3	0.3	0.5	1.0	5.0

3.3.17 천공 및 장약

(1) 천공작업 전에 바닥면 점검, 뜬돌 제거, 잔류폭약의 유무 확인 및 회수 등의 조치를 취하여 천공잔류폭약에 의한 폭발사고 등을 방지하여야 한다.

(2) 천공과 장약은 공사감독자의 승인을 받은 발파패턴에 따라 정확하고 안전하게 시공하여야 한다.

(3) 천공을 할 때에는 불발된 잔류 폭약유무에 주의하여야 하며, 전회 발파공을 이용하여 재천공하거나 재장전하여서는 안되며 이상용수, 가스분출, 지질변화 등에 주의하여야 한다.

(4) 천공은 미리 정해진 천공배치에 따라 위치, 방향, 깊이를 정확하게 시행하여야 하며 발파 후 장약 유무가 육안으로 미확인된 구멍은 장약 유무가 확인될 때까지 다시 천공해서는 안 된다.

3.3.18 발파

(1) 발파작업은 발파책임자의 지휘를 받아 시행한다. 발파책임자는 작업원의 대피 및 안전을 확인한 후에 발파하여야 하며, 방호대책을 강구하여야 한다.
(2) 발파 후에는 안전이 확보되는 시간이 경과한 후 발파장소에 접근하여야 한다.
(3) 불발된 잔류폭약의 유무는 반드시 점검하여 필요한 조치를 강구하여야 한다.
(4) 발파를 할 때 발파진동속도에 대한 계측 및 기록이 가능한 측정계기를 설치하여야 한다.
(5) 발파장소가 주거지 밀집지역이거나, 기존 구조물, 공공시설물, 도로 등과의 거리가 가까울 경우 비산에 대한 방호는 물론 기존 구조물 등에 대한 사전조사를 하여 방호조치를 한 후 발파작업을 시행하여야 한다.
(6) 발파로 인하여 인근의 기존 시설물 또는 주민들에게 진동 또는 소음으로 인한 피해와 이로 인한 민원발생이 예상되는 경우에는 시험발파를 하여 적절한 진동 소음 감소공법을 검토하고, 발주자의 승인을 받은 후 시험발파를 통해 설계 변경하여야 한다.
(7) 발파기의 최대전류는 발파 뇌관 수에 맞게 적합하여야 하고 사전 점검을 하여야한다.
(8) 용수발생 구간의 발파에는 화약류에 대한 방수조치를 하고 누전으로 인하여 불발이 되지 않도록 주의하여 발파하여야 한다.
(9) 강우, 낙뢰의 위험이 있는 경우에는 전기뇌관에 의한 작업을 중지하고 이미 설치된 장약은 즉시 발파하여야 한다. 나머지 화약류는 관할 경찰관청의 보고 및 지시에 따라 화약취급소에 안전하게 입고시켜야 한다.
(10) 수급인은 발파를 수행하기 전에 발파시각의 설정, 경고방법, 경계 및 감시, 대피장소의 방호설비, 비석의 방호 등에 대한 방호조치를 하여야 한다.

3.3.19 발파영향 규제 및 계측관리

(1) 발파를 할 때에는 인접구조물 등에 손상을 입히지 않도록 주의하여야 한다. 각 보안물건의 발파진동과 폭발음의 허용기준은 설계 적용기준에 의거 설정하여야 하며, 발파할 때 규제치를 초과하지 않도록 하여야 한다.
(2) 발파소음 및 진동의 계측관리
  ① 발파원 주변의 지장물에 피해를 주지 않도록 계측관리를 하고자 할 때에는 동일 지발당 허용 장약량이라 하더라도 작업조건에 따라 자유면의 수, 천공 및 장약의 정확성, 발파패턴 등에 따라 진동치는 큰 폭으로 증감되므로 세심 하게 발파작업을 시행하도록 관리를 철저히 시행하여야 한다.
  ② 진동 및 소음의 계측은 발파를 할 때마다 실시하도록 하고, 발파음은 가급적 음압레벨(dB(L))과 소음레벨(dB(A))을 함께 측정하도록 한다.
  ③ 발파로 인한 소음으로 민원이 예상되는 지역은 소음 저감시설을 설치하여 소음의

수준을 경감시킨다.

④ 발파음은 발파진동과는 달리 지형, 풍향, 기온 등의 변화에 민감하게 반응하므로 사전에 고려하여 계측작업을 실시하고, 측정된 계측자료는 발파 횟수별 발파시간과 일자별로 기록·정리하여 보관한다.

⑤ 발파를 할 때 진동 속도 및 소음의 확인이 필요한 경우에는 보안물건에서 계측을 수행하여야 한다.

3.3.20 시험발파 시행방법

(1) 시험발파의 목적은 발파에 의하여 발생되는 지반진동의 수준이 지질 및 암반의 강도, 발파방법, 화약의 종류, 기폭방법 등에 따라 차이를 보이므로 암깎기부의 현지 암반을 대상으로 장약량과 천공규모를 다르게 하여 시험발파를 시행함으로써 파쇄효과 및 공해발생정도(지반진동, 소음, 비산 등)를 분석하여 안전한 발파패턴을 계획하는데 있다.

(2) 시험발파는 발파공사에 대한 중요도 및 위험요인을 감안하여 엔지니어링산업 진흥법에 의한 용역업체 또는 기술사법에 의한 화약류관리 기술사사무소에 의뢰하여 실시하여야 한다.

(3) 시험발파 적용 발파패턴은 천공 및 장약량을 각기 다르게 하여 다양하게 실시하는 것으로 하되 단일 발파패턴을 적용할 경우에는 계측거리를 달리하여 다양한 환산거리(scaled distance)를 확보할 수 있도록 고려하여야 한다.

(4) 시험발파 시에는 최소한 30측점 이상의 계측자료를 획득할 수 있도록 발파회수 및 계측기 동원 대수를 사전에 고려하여야 한다.

(5) 계측된 자료는 회귀분석기법에 의하여 통계처리를 하여야 하며, 이때 입력되는 자료는 각 성분의 최대진동속도(P.P.V: Peak Particle Velocity)를 기준으로 한다.

(6) 시험발파를 할 때 계측결과가 허용 진동치를 상회할 때에는 발파진동 경감을 위하여 별도의 저감대책을 수립하여 발주자에 서면으로 제출한 후 공사감독자의 승인을 받아 시행하여야 한다.

(7) 계측결과 추정식의 상관계수가 0.7에 미치지 못하는 경우에는 시험발파를 다시 실시하여야 한다.

(8) 경감대책으로 천공장, 천공간격, 공당장약량 및 지발당 장약량 등의 발파방법 변경 및 진동 전파경로의 차단 등의 방법을 활용하여 진동치가 허용범위 이내가 되도록 조치하여야 한다.

(9) 시험발파를 할 때의 결과분석은 진동 및 소음의 측정뿐만 아니라 파쇄암의 집적상태 및 크기, 비산석 상황, 굴착률, 대괴 발생량 등을 면밀히 관찰 및 기록하여 발주자에게 보고하되 필요할 때에는 보완 및 개선사항에 대한대책을 강구하여 시험 발파 결과 보고서를 작성 제출하여야 한다.

(10) 시험 발파결과보고서 에는 현장의 발파진동 추정식과 보안물건과의 이격거리별 발파 적용 패턴 및 기술시방 사항이 명시되어야 한다.

3.3.21 미진동 굴착공법

(1) 미진동 굴착공법은 보안물건 주변에서 Type II 공법 이내 수준으로 진동을 저감시킬 수 있는 공법들을 통칭하는 공법이다.

(2) 최소단위미만의 폭약이나 미진동파쇄기 또는 미진동파쇄약, 혼합화약류 등을 사용하는 발파공법과 대형 브레이커, 유압식 할암공법 또는 비폭성 파쇄제 등의 굴착공법으로 대별할 수 있다.

(3) 미진동 굴착공법은 천공장, 최소저항선, 공간격, 장약량을 설계도서에 준하여 시험발파를 실시하여 가장 합리적이고 안전한 방법을 선택하여 발주자의 승인을 받아서 시행하여야 한다.

(4) 미진동 굴착공법은 일반 발파와는 진동의 발생기구가 다르므로 진동수준을 예측하고 평가하기 위한 시험발파가 수행되어야 하고 계측관리가 필수적이고, 천공장이 짧아서 폭음이나 공발현상도 우려되므로 발파덮개 등의 보호공이 필수적이다.

3.3.22 정밀진동제어 발파공법

(1) 정밀진동제어 발파는 최소포장단위 이상 0.5 ㎏ 미만의 소량의 폭약으로 발파하여 암반에 균열을 발생시킨 후, 대형 브레이커로 2차 파쇄를 실시하는 공법으로 암반굴착 지역이 주택지 등 보안물건이 근접하여 있는 경우에 효과적인 방법이다.

(2) 정밀진동제어 발파는 대형브레이커를 적용하며, 이 때 화약에 의한 1차 파쇄 및 균열 발생과 브레이커에 의한 2차 파쇄 작업을 70 : 30으로 적용한다.

(3) 정밀진동제어 발파는 약장약에 의한 폭음의 발생이 우려되며, 또한 불완전발파로 인하여 예기하지 못한 진동의 발생도 가능하므로 계측과 발파 보호공이 필수적이다.

3.3.23 진동제어 발파공법

(1) 진동제어 발파는 발파 영향권 내에 보안물건이 존재하는 경우 시험발파 결과에 의하여 발파설계를 실시하여 규제기준을 준수할 수 있는 공법이며, 소규모 진동제어 발파는 0.5 ㎏ 이상 1.6 ㎏ 미만의 폭약을 사용하고, 중규모 진동제어 발파는 1.6 ㎏ 이상 5 ㎏ 미만의 폭약을 사용한다.

(2) 공기 압축기식 또는 유압식 크롤러 드릴을 사용하여 천공할 때에는 직경 51 ㎜ ~ 76 ㎜ 공을 표준으로 적용한다.

(3) 진동제어 발파는 폭약에 의한 파쇄와 균열의 발생을 유도하는 공법으로 계측관리와 발파 보호공도 필수적이며, 대형 브레이커에 의한 2차 파쇄는 필요하지 않다.

3.3.24 일반 발파공법

(1) 일반 발파 적용범위는 보안물건에 대한 소음·진동 기준치, 이격거리 기준에 따라서 적용한다.

(2) 공당 최대 장약량이 발파 규제기준을 충족시킬 수 있을 만큼 보안물건과 이격된 영역에 대하여 적용하는 공법이며, 화약류에 의한 발파 파쇄의 효과가 충실히 나타나는

발파공법이다.

(3) 설계는 에멀전 계열 폭약을 기준으로 하며 장약량의 범위는 5 kg 이상 15 kg 미만이며 현장에서의 작업성을 감안하여 표준패턴 장약량은 7.5 kg이다.

(4) 계측은 선택적이나 가급적 실시하는 것이 유익하고, 벤치고가 높아서 발파보호공은 실시하기가 어려우나, 공발현상 등의 위험이 있을 경우 덮개를 실시할 수 있다.

3.3.25 대규모 발파

(1) 발파영향권 내에 보안물건이 존재하지 않는 산간 오지나 토취장 등에서 발파효율만을 고려하는 공법이며, 초유폭약(ANPO)을 주 폭약으로 하고 기폭약은 에멀전 폭약을 기준폭약으로 하나, 용수가 발생하는 곳에서는 에멀전 폭약을 사용할 수 있다.

(2) 초유폭약은 저비중 폭약이므로 공경을 ϕ76 ㎜ 이상으로 한다.

(3) 대규모 발파는 비교적 전색장이 길어 파쇄와 함께 대괴의 발생 가능성이 있으므로 이를 감안하여야 한다. 계측은 일반적으로 불필요하며, 벤치고가 높아서 발파보호공도 적용 할 수 없다.

3.4 시공허용오차

(1) 땅깎기 허용오차의 범위는 다음과 같다. 단, 지표지질 조사결과를 토대로 절리 등 균열발달이 심하지 않은 암반 깎기 중 돌출부 깎기를 하지 않아도 비탈면 안전성에 영향을 미치지 않는 범위 내 허용기준은 공사감독자의 승인을 받은 후 조정한다.

① 노상: 토사인 경우 ± 30 ㎜

② 암반인 경우 + 30 ㎜, - 150 ㎜

③ 토사 비탈면: ± 100 ㎜

④ 풍화암 비탈면: ± 200 ㎜

⑤ 발파암 비탈면: ± 300 ㎜

3.5 현장 품질관리

3.5.1 품질관리

(1) KCS 10 10 15의 해당요건에 따라 품질관리를 실시하여야 한다.

3.5.2 검사 및 보고

(1) 파낸 바닥면, 기초지지면과 암깎기로 생긴 공동은 육안으로 검사를 하여야 한다.

(2) 깎기공사 중 토질에 변화가 생길 때는 즉시 공사감독자에게 보고하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(3) 비탈면 깎기를 할 때는 비탈면의 안정에 영향을 주지 않도록 주의하여야 하며, 시공 중 지질의 변화 및 용수상황을 관찰・기록하여 공사감독자에게 보고하여야 한다.

(4) 예상하지 못한 지반조건이 발견되면 공사감독자에게 보고하고 작업재개 지시가 있을

때까지는 해당구역의 작업을 중지하여야 한다.

(5) 수급인은 깎기 시공상태의 품질 및 규격에 대한 검사를 실시하여 이상이 없을 경우에 공사감독자의 승인을 받은 후에 다음 단계의 작업을 하여야 한다.

(6) 공사감독자가 건설공사 시공물의 품질확보 여부를 확인하기 위하여 외부에 의뢰하거나 직접 검사시험을 실시할 경우에 수급인은 그 지시에 따라야 하며 검사결과 불합격으로 판정될 경우는 재시공 또는 보완시공 후에 재검사를 하여 승인을 받아야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
양구승	㈜다산이엔지	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 20 10 : 2016

땅깎기(절토)

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 20 15 : 2016

터파기

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서와 토목공사 표준일반시방서를 중심으로, 건축공사 표준시방서, 하수관거공사 표준시방서, 건축전기설비공사 표준시방서, 공동구 표준시방서, 도시철도(지하철)공사 표준시방서, 상수도공사 표준시방서, 하천공사 표준시방서의 터파기 등에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 20 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 20 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 대한토목학회	작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출물 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.3.1 관련 법규 ····· 1
1.3.2 관련 기준 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 장비 ····· 1
3. 시공 ····· 2
3.1 시공조건 확인 ····· 2
3.1.1 터파기공 시공조건 확인 ····· 2
3.1.2 지장물 이설공 시공조건 확인 ····· 2
3.1.3 물푸기공 시공조건 확인 ····· 2
3.2 작업준비 ····· 3
3.3 시공기준 ····· 3
3.3.1 시공일반 ····· 3
3.3.2 굴착기계 일반 ····· 5
3.3.3 굴착기계 운전 ····· 5
3.3.4 기초터파기 작업계획 ····· 5
3.3.5 터파기 및 도랑파기 ····· 5
3.3.6 암반기초 터파기 ····· 6
3.3.7 토사기초 터파기 ····· 6
3.3.8 말뚝기초 터파기 ····· 7
3.3.9 구조물 터파기 ····· 7
3.3.10 관로 터파기 ····· 7
3.3.11 잔디지역의 터파기 ····· 7

3.3.12 수목인접지역의 터파기 ····· 8
3.3.13 흙막이공 ····· 8
3.3.14 굴착 및 배수 ····· 9
3.3.15 하천공사 관련 굴착 공사 ····· 10
3.3.16 시공 유의 사항 ····· 10
3.3.17 굴착토사 운반 및 복구 ····· 11
3.3.18 지하매설물 관리 ····· 12
3.3.19 지장물 처리 ····· 13
3.3.20 지하매설물 보호조치 계획 ····· 14
3.3.21 물푸기공 ····· 17
3.4 현장 품질관리 ····· 17

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 교량, 암거, 옹벽, 기타구조물, 관거터파기, 지하철 터널, 지하구조물, 설비시설과 관련구조물 등의 시공을 위한 터파기 또는 도랑파기, 지상 및 지하에 매설되어 있는 각종 지장물의 이설, 구조물 및 관부설이 완료되는 동안 유입되는 지하수 및 우수를 공사현장 밖으로 배제하기 위한 물푸기 공사에 대해 적용한다.

(2) 이 기준에 언급하지 않은 사항이 다른 기준의 관련 항목에 제시되어 있는 경우 다른 기준을 따르며, 계약문서에서 별도로 규정하여 이 기준과 상충하는 경우 계약문서를 우선 적용한다.

1.2 제출물

(1) 수급인은 KCS 10 10 10에 따라 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 교량 및 암거구조물의 기초 시공 보고서를 추가로 제출하여야 한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음

1.3.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 40 35 시공할 때의 배수
- KCS 21 30 00 가설 흙막이 공사
- KCS 21 40 00 가물막이, 축도, 가도, 우회도로
- KCS 51 10 15 하천 토공
- KS F 2444 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력 시험 방법
- KS F 8024 흙막이 판

2. 자재

2.1 장비

(1) 굴착에 사용하는 기계 및 제설비에 대하여는 토류(흙막이)의 종류, 복공의 유무, 토류(흙막이)지보공의 배치, 지질, 지하수 상태, 굴착깊이, 운반거리, 버력처리방법 등을 고려하여 적절한 기능을 지닌 것을 선택하고 이들 기계 및 제설비를 유기적으로 조합하여 배치, 사용하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 터파기공 시공조건 확인

(1) 굴착은 사전에 조사한 토질, 지하매설물 등의 조사 자료를 검토하여 지반붕괴, 지하매설물의 파손 등이 일어나지 않도록 충분히 검토한 후 안전한 시공방법을 채택한다.

(2) 또한 굴착작업 전 사전조사를 철저히 수행하고, 설계토질과 현장토질이 현저하게 차이가 있는 경우 공사감독자와 협의하여 시공방법(가시설공법 등) 변경 등을 통하여 안전하게 굴착 공사를 실시하여야 한다.

3.1.2 지장물 이설공 시공조건 확인

(1) 공사 시공에서 지하매설물, 지상구조물과 그 기초, 가옥, 가공선 등이 근접하거나 지장이 있는 경우, 이런 관련시설의 손상과 변위 등을 방지하기 위한 대책을 검토 하여 보호계획을 세운다.

(2) 보호조치의 구체적인 방법을 수립하는 경우 각 매설물관리자 사이에 보호조치에 대한 협정이 되어 있으면 그 방법을 준수하고, 기타 경우는 각 매설물관리자 및 물건소유자와 사전에 긴밀한 협의를 하여 필요한 조치를 검토한 후 구체적인 방법을 수립한다.

(3) 공사착수 전 지상에 돌출되어 있는 고압전력수송용 철탑, 전신·전력주, 전선·전력맨홀, 상·하수도맨홀, 도시가스맨홀 등 각종 지상 지장물의 현황을 파악할 수 있는 자료(도면, 사진, 공사이력, 인근주민의견 등)를 작성한 후 현지조사를 실시하여 해당공사구간에 위치할 경우 공사감독자 및 지장물 관리기관과의 협의 및 입회하에 이설조치를 취해야 한다.

(4) 특히 도심지 고압선은 공사 시 크레인, 덤프트럭 및 기타 중장비(말뚝타설시 등)의 작업공간을 충분히 고려하여 사전에 적절한 보완대책을 수립하여야 한다.

3.1.3 물푸기공 시공조건 확인

(1) 물푸기를 하여 물을 방류할 때에는 공사감독자 및 방류담당 관리자와 협의하여야 하며 지하수위 저하로 인한 지반변동에 유의한다.

(2) 배수의 방류선에 대해서는 그 시설관리자의 승낙을 얻고, 필요에 따라 방류구 배치도를 작성한다.

(3) 펌프, 침전조, 소음방지대책 등을 세우고 지하수위, 지반변위에 대한 측정방법을 수립한다.

(4) 지하수위 저하로 인하여 지반침하 및 변동 우려 시에는 그라우팅(grouting) 공법 등 기타 대책공법을 수립하여야 한다.

3.2 작업준비

(1) 수급인은 시공에 앞서 설계도서, 시방서, 구조물의 시공방법 및 현장의 각종 상황(흙막이말뚝, 지반, 노면교통, 매설물, 연도건조물 등)을 고려한 시공계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 시공계획서에는 굴착의 규모, 전체공정, 지반조건, 토류지보공 및 시공환경 등에 적응하는 굴착순서나 굴착방법, 계측계획, 용수처리방법, 사용장비 및 기기, 자재 및 인력투입계획 등을 포함한다.

(3) 굴착방법은 지반조건 기타의 현장상황에 따라 시공계획을 수립하되 아래 사항에 특별히 유의하여야 한다.

① 복공상태에서의 굴착방법
② 지하매설물의 보호대책
③ 노면교통장애의 최소화
④ 공사공해의 최소화
⑤ 사토장 계획

(4) 당초 설계에 누락된 부분에 대하여는 조속히 공사감독자에게 보고하고, 적절한 절차에 따라 보완하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 시공일반

(1) 수급인은 지하수유출, 강우에 의한 외부 표면수 등이 계획된 굴착비탈면 유지나 현장작업수행 및 안전에 위해하지 않도록 모든 수단을 강구하여야 한다.

(2) 수급인은 터파기 비탈면의 기울기, 토류벽(흙막이벽)의 시공, 인접구조물 보호 등 터파기작업과 관련하여 필요한 제반 검토를 시행하여야 하며 이에 따라 시공상세도를 작성하여야 한다.

(3) 구조물 기초 터파기 작업은 설계도서에서 지시한 폭과 기울기, 깊이에 적합하도록 하여야 한다. 교량 및 옹벽기초 등 주요 구조물의 기초 터파기가 공사감독자의 검측 없이 초과 굴착된 경우에는 기초 바닥 계획고까지 콘크리트로 되메우기를 하거나, 구조검토 후 기초 근입 깊이를 조정하여 시공하여야 한다. 다만, 측구, 집수정 등 지반 지지력에 크게 영향을 미치지 않는 구조물의 터파기인 경우에는 양질의 사질토로 기초바닥 계획고까지 되메운 후 다짐을 하여 지지력을 확인한 후 시공하여야 한다. 이때 추가되는 모든 비용은 수급인이 부담한다.

(4) 굴착은 원칙적으로 가로수, 전주, 가공물 등의 이설 후에 시작하여야 한다.

(5) 굴착에 지장을 주는 기존구조물, 나무뿌리, 기타 공사품질에 악영향을 끼치는 모든 지장물의 제거 및 이의 처리에 따른 책임은 수급인에게 있으며, 수급인은 시공상세도의 작성 시 이를 고려하여야 한다.

(6) 시공에 앞서 철거해야 할 도로구조물(보도블록, 경계석, 보호용 석재, 도로표지판 등)

의 정확한 현황도를 제출하여야 한다.

(7) 시공에 있어 지반, 매설물, 연도건조물, 기타의 사유로 지보공, 흙막이공, 보호공 등에 대하여 별도의 보강대책이 필요할 때에는 세부계획을 제출한 후 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(8) 수급인은 차도 굴착 시 기 조사된 지장물의 보호를 위해 안전대책을 수립하여야 하며, 특히 가스관, 상수관 등은 정밀터파기를 시행하여 매설물을 육안으로 확인 후 후속공정에 임하여야 한다.

(9) 수급인은 구조물의 기초 터파기를 할 때 바닥과 터파기 측면에 대한 지층 구성 상태와 지하수를 확인하여 시공도면을 작성하고, 설계조건과 비교분석한 시공보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

(10) 기초 터파기가 완료되면 수급인은 공사감독자에게 그 결과를 통보하고 터파기의 깊이, 기초 지반의 지층 특성, 기초 터파기면의 정리 상태 등에 대하여 공사감독자의 검측을 받은 후에 기초공사를 하여야 한다.

(11) 수급인은 설계도서에 표시된 토질상태와 터파기에 의하여 노출된 토질상태가 상이하여 변경이 필요하다고 판단될 경우에는 지반조사 및 분석성과와 대책을 공사감독자에게 보고하여야 하며, 공사감독자의 승인을 받아 기초의 크기나 계획고 등을 변경할 수 있다.

(12) 수급인은 승인된 도면에 표시된 위치, 폭, 깊이를 확보할 수 있도록 터파기를 하여야 한다.

(13) 터파기는 승인된 방법으로 수행되어야 하고, 승인된 계획이 현장여건상 불합리할 경우 공사감독자는 변경을 요구할 수 있으며 수급인은 이를 수용하여야 한다.

(14) 수급인은 굴착된 토사를 굴착비탈면의 상부 끝 가장자리에서 굴착심도, 굴착지반, 토질상태, 지하수위, 주변현장여건 등을 고려하여 결정된 이격거리에 임시적치를 할 수 있으며 이때 이로 인한 굴착비탈면의 붕괴, 강우에 의한 토사침식 및 유출이 발생하지 않도록 필요한 조치를 하여야 한다.

(15) 도시가스관로 인접지역에서 구멍뚫기, 말뚝박기, 터파기, 그 밖의 토지의 굴착공사를 할 경우에는 사전에 굴착정보지원센터(www.eocs.or.kr)에 신고 및 공사개시 통보를 받은 후에 착수하여야 한다.

(16) 토사굴착에 있어서는 토질에 따라서 1회 굴착장, 폭, 높이 및 경사구배에 유의하여 주변지반을 가능한 한 이완시키지 않도록 시공한다. 투수성이 크거나 사질층 지반 및 연약지반의 굴착에 있어서는 작업장내 배수, 보조공법을 고려함과 동시에 특히 사면의 붕괴, 토류벽의 유지에 유의하여 시공하여야 한다.

(17) 굴착 시 암의 절리상태가 심하게 발달되어 있을 때는 대규모 활동현상에 대응할 수 있도록 보조공법을 적용하여야 한다.

(18) 바닥면이 고르도록 흙파기를 하고, 지중배관을 위한 흙파기는 기울기 등을 정확히 유지하고 흙파기를 한 바닥을 잘 다진다.

(19) 시설물이 완료될 때까지 유입되는 지하수 및 우수를 공사현장 밖으로 배제하는 시설

로 수중펌프에 의해 전량을 지속해서 공사가 완료될 때까지 물푸기를 실시하며 용수 배제가 제대로 안되어 일어나는 재산상 손실에 대하여는 수급인의 귀책사유로 수급인 부담으로 재시공 또는 원상 복구하여야 한다.

3.3.2 굴착기계 일반

(1) 개착공법의 굴착은 인력굴착과 기계굴착이 있으며, 기계굴착은 쇼벨, 브레이커 등의 중장비를 사용하여 굴착하는 방법으로 지반의 이완을 최소화하고 굴착면의 안정을 유지하여야 한다.
(2) 기계굴착은 발파나 인력굴착이 불가능하며, 절리가 심하게 발달한 암반이나 토사 지반에 적용하여야 한다.

3.3.3 굴착기계 운전

(1) 지반상태를 관찰하며 지반의 변화발생에 유의하여 굴착하여야 한다.
(2) 기계운전원은 회전, 전진, 후진 시 다른 현장근무자가 다치지 않도록 주의하며 운전하여야 한다.
(3) 기계운전원과 다른 현장근무자와의 신호방법을 정하여 의사소통이 원활할 수 있도록 조치하여야 한다.
(4) 기계굴착을 적용할 경우에는 굴착패턴을 준수하고 기계운전에 의해 바닥면이 약화되지 않도록 바닥면 보호를 실시하여야 한다.

3.3.4 기초터파기 작업계획

(1) 구조물 기초 터파기의 완성면이 토사 또는 풍화암인 경우 수급인은 굴착 바닥 지반면의 교란이 최소화 되도록 하여야 하며, 굴착 후 공사감독자의 검측을 받은 즉시 버림콘크리트를 타설하도록 사전 준비 및 계획을 수립하여야 한다.
(2) 수급인은 도로 땅깎기 작업과 흙쌓기 작업 및 배수공 작업이 상호 유기 적으로 진행되도록 계획을 세워야 한다.
(3) 토공 작업이 배수공 작업 보다 먼저 진행되어 축조된 도로가 수로의 흐름을 가로막는 제방구실을 하게 될 때에는 공사감독자는 수급인에게 배수구조물이 놓일 장소의 도로를 횡단하여 현장여건에 적합한 수로를 시공하도록 지시할 수 있다.
(4) 수급인은 공사감독자의 지시를 따르지 않고 수로를 시공함으로써 발생하는 모든 형태의 토공부 유실에 대해서는 수급인 부담으로 복구하여야 한다.

3.3.5 터파기 및 도랑파기

(1) 터파기는 계약도면에 명시되고, 지중구조물이나 설비시설에 요구되는 대로 실시하며 동바리, 버팀대, 물푸기, 흙막이 등은 필요하면 KCS 11 40 35, KCS 21 30 00, KCS 21 40 00과 3.3.21 등에 명시된 요건을 따라 설치하여야 한다.
(2) 터파기는 계약도면에 명시된 경계선과 기면에 맞추어 실시하여야 한다.

(3) 관과 암거에 대한 도랑은 개착공법으로 파기를 하여야 하고, 터널과 추진은 도면에 명시되었거나 공사감독자의 승인을 받는 대로 하여야 한다. 교차하는 배관에서는 인력으로 파야 한다.
(4) 포장된 구역에서는 포장을 도면에 명시된 폭으로 반듯한 선에 따라 톱으로 절단하여야 한다. 되메우기를 다진 후에 포장은 공사착수 시에 있었던 조건과 같게 복구하여야 한다. 포장하부의 도랑파기에 대한 되메우기는 도면에 명시 되었거나 관계기관 또는 공사감독자가 승인하면 시멘트 슬러리 뒤채움, 유동화 처리토, 소일시멘트 등을 할 수 있다.
(5) 도랑파기는 관의 상단 위 600 ㎜ 평면 아래의 모든 측점에서 명시된 폭으로 하여야 하며, 이 평면 위의 파기는 공사감독자가 승인하면 명시된 폭을 초과할 수 있다. 폭이 명시되지 않은 경우는 폭은 관의 외측면에서 150 ㎜ ~ 450 ㎜ 범위로 하여야 한다. 파기가 허용된 치수를 초과하면 공사감독자의 승인을 받아 더 높은 강도의 관을 설치하거나 관을 콘크리트로 감싸야 한다.
(6) 파낸 바닥면은 단단하고 흐트러지지 않은 흙이거나 본바닥이라야 하며, 깨끗하고, 이완된 재료, 부스러기 및 이물이 없어야 한다. 터파기나 도랑파기의 바닥면이 연질이거나 불안정한 경우에는 충분한 깊이까지 이러한 재료를 제거 한 후 모래나 자갈로 대체하고, 사용 재료에 대한 최대건조밀도의 90% 이상의 다짐도로 다져야 한다.
(7) 도랑에 물이 있을 때는 이 기준의 3.3.21과 KCS 11 40 35, KCS 21 40 00 등에 명시된 대로 물푸기를 하고, 물이 배수되는 대로 모래나 자갈을 채워서 바닥을 안정시켜야 한다.
(8) 관의 턱이 박힐 구멍은 정확한 위치에 이음부를 묻는데 필요한 크기로 파야 한다.

3.3.6 암반기초 터파기

(1) 수급인은 설계도서에 표시된 기초의 바닥면까지 터파기 하여야 하며, 암반이나 단단한 기초지반의 불안정한 부분은 모두 제거하여야 한다.
(2) 터파기한 표면의 기울기가 1 : 4 이상일 경우에는 계단, 톱니형상 또는 요철처리 등의 방법으로 시공하여야 한다.
(3) 기초터파기 작업 중 발파작업을 시행할 경우에는 주변 및 기초지반의 교란을 최소화할 수 있는 방법으로 시공하여야 한다.
(4) 터파기 계획고에 큰 규모의 단층 등 지질구조선이 발달되었을 때에는 대상 구조물의 종류에 따라 단층 처리, 보강방안 등을 공사감독자와 협의하여 처리하여야 한다.

3.3.7 토사기초 터파기

(1) 토사기초 터파기 부위의 지지력 및 침하량은 설계도서에 명시된 허용지지력 및 허용침하량 기준을 만족하여야 한다. 기초지반의 허용지지력은 KS F 2444의 시험방법에 의하여 확인하여야 한다.
(2) 토사기초 지반의 토질이 설계도서와 상이하거나 연약한 지반이 분포할 가능성이 있는

지역에서는 시추조사 등의 방법으로 지층분포상태와 허용지지력 및 기초형식의 적합성을 확인하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 토사기초 지반에서는 터파기 후 지하수와 주변 유입수를 차단하거나 타 부위로 유도 배수하여 지반의 이완, 변형 및 연약화가 진행되지 않도록 조치하여야 한다.

(4) 기초 터파기 바닥면은 동결되지 않도록 한다. 동결할 경우에는 공사감독자와 협의하여 동결토는 제거하고, 양질의 재료로 치환하는 등 자연지반과 동등 이상의 지내력을 갖도록 조치한다.

3.3.8 말뚝기초 터파기

(1) 수급인은 말뚝박기 공사 전 설계도서에 표시된 기초의 바닥면까지 터파기를 하여야 하며, 말뚝박기 공사로 인하여 기초의 바닥면이 융기하거나 침하가 발생하면 추가 터파기 또는 적합한 재료로 되메우기를 하여야 한다.

3.3.9 구조물 터파기

(1) 지반조건의 확인이나 지하수위의 완만한 저하를 위하여 굴착은 가능한 중앙선행방식으로 하여야 한다.

(2) 지표수가 파낸 구덩이로 유입하지 않도록 땅파기 둘레의 지면은 역경사지게 해야 한다.

(3) 터파기 완성면이 토사 또는 풍화암인 경우는 굴착지반 바닥면의 교란이 최소화되도록 해야 하며, 굴착 후 공사감독자의 검측을 받는 즉시 버림콘크리트(lean concrete)를 타설하여 지반을 보호할 수 있도록 최종 굴착에 대한 사전준비 및 계획을 수립해야 한다.

3.3.10 관로 터파기

(1) 도면에 별도로 명시하였거나 공사감독자의 지시가 없는 한 관부설을 위한 터파기는 개착공법으로 시공되어야 한다.

(2) 수급인은 승인받은 도면에 표시되어 있거나 공사감독자의 별도 지시에 대하여 굴착계획선 이상으로 과다굴착을 하였을 경우 이에 따른 제반 책임을 져야 하며, 자신의 비용으로 복구하여야 한다.

(3) 관접합을 위하여 관접합 부위의 하단부는 명시된 도면에 따라 정확히 터파기하여야 한다.

(4) 굴착바닥의 처리가 완료된 시공선은 관부설 계획선과 일치하여야 한다.

(5) 되메우기가 완료될 때까지 안전표시판, 경고등, 차단막 등 안전사고방지를 위한 안전시설물을 설치하여야 한다.

3.3.11 잔디지역의 터파기

(1) 관거가 잔디지역에 부설될 경우에는 뗏장을 조심스럽게 걷어내어 관거부설 완료 후 다시 복구할 수 있도록 보존되어야 한다.

(2) 잔디는 72시간 이내에 원상으로 복구시켜야 한다.

3.3.12 수목인접지역의 터파기

(1) 수급인은 제거될 수목이 아닌 경우 인접한 수목을 보호하여야 하며, 굴착 시 나무뿌리가 직경 50 ㎜ 이상인 것은 공사감독자의 승인 없이 잘라내어서는 안 된다.

(2) 수급인은 공사감독자의 승인 없이 인접지역의 수목을 이식할 수 없다.

3.3.13 흙막이공

(1) 흙막이공 일반

① 흙막이판은 KS F 8024에 적합하여야 하며 굴착결과 토압이 설계와 상이할 경우에는 흙막이판의 두께를 조정하여야 한다.

② 흙막이판은 굴착 즉시 배후의 흙과 밀착이 되도록 하여야 한다.

③ 흙막이판의 양단에는 강말뚝 플랜지에 닿는 부분에 보호널판을 붙여야 한다.

④ 말뚝간격의 확대 등으로 흙막이판의 보강이 필요할 때에는 구조계산서를 포함한 계획서를 제출하여야 한다.

⑤ 토류벽(흙막이벽)에 용수가 있거나 기타의 이유로 토사유출의 염려가 있는 장소는 적절한 대책을 수립하여야 한다.

⑥ 용수로 인하여 흙막이판 공법이 위험하다고 판단될 때에는 사전에 적절한 대책을 수립하여야 한다.

⑦ 흙막이판은 탈락함이 없도록 강말뚝과 견고하게 연결되게 배치하여야 한다.

⑧ 토류재질로 목재판 외에 숏크리트 또는 현장타설 철근콘크리트 등 타재료를 사용할 때는 설계도서에 준하여 시행하여야 한다.

⑨ 토류판(흙막이판)과 강말뚝의 플랜지간에는 전면에 폭이 넓은 나무쐐기를 견고히 끼워야 한다. 만약에 굴착면의 간격이 넓을 때에는 계산에 의해 토류판을 두껍게 하거나 토류판을 L-형강 등으로 보강하여야 한다.

⑩ 재료를 사용시는 굴착진행에 수반하여 신속히 시행함으로써 원지반의 이완을 방지해야 한다.

⑪ 지하매설물 등으로 인하여 토류벽의 강성이 저해될 경우는 토압에 충분히 견딜 수 있는 재질의 보강재를 사용하여 충분히 보강 배치하여야 한다.

⑫ 굴착단계별로 토류벽을 설치하여야 하므로 이미 타설된 토류벽이 차기굴착시 원지반과 분리되어 탈락함이 없도록 충분한 배치가 필요하다.

⑬ 암반굴착 시 발파의 충격으로 토류벽의 균열이나 진동으로 탈락의 위험이 없도록 충분한 조치가 필요하다.

(2) 물막이

① 계약상대자는 터파기 작업 중 대수층을 만나면 물막이를 설치하여야 한다. 차수벽체는 기초바닥보다 1 m 이상 깊게 설치하여야 하며, 물이 새지 않도록 조치하여야 한다.

② 물막이의 내부치수는 거푸집의 설치와 검측에 필요한 여유폭이 있어야 한다.

③ 계약상대자는 물막이 공사로 인한 급격한 수위의 상승과 굳지 않은 콘크리트의 손

상 및 세굴로 인하여 기초를 약화시키는 일이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.

④ 하부구조에는 지지목 등의 목재가 콘크리트 속에 그대로 남아있지 않도록 하여야 한다.

(3) 버팀보의 설치시는 강말뚝의 좌굴에 의한 변형을 방지하기 위하여 신속하고 정확하게 단계별로 굴착 시공하여야 한다.

(4) 매설물 등으로 인하여 생기는 불연속부 또는 상이한 인접 흙막이 공법간의 불연속부는 굴착의 진행에 맞추어 인접 흙막이공과의 연속성(강도 및 지수)을 충분히 고려하여 흙막이공을 시공하여야 한다.

(5) 흙막이공과 관련한 기타 상세한 내용은 KCS 21 30 00을 참고하여 시공토록 한다.

3.3.14 굴착 및 배수

(1) 굴착일반

① 굴착중 수시로 갱내외로 점검하여 만약에 흙막이공, 띠장 및 버팀보공, 굴착면, 노면 등에 이상이 발견되었을 때에는 신속히 보강을 해야 한다.

② 비탈굴착면은 필요에 따라 비탈면보호공, 흙막이공 등을 한다.

③ 특히 흙막이공의 배면으로부터의 용수, 하수도 및 상수관으로부터의 누수와 노면으로부터의 우수 유입을 발견하였을 때에는 신속히 보강 조치를 취하여야 한다.

④ 매설물 부근 굴착 시 그 매설물을 손상시키지 않도록 1 m 부근에서는 인력으로 굴착하여야 한다.

⑤ 매설물 위치도는 설계도면을 참고로 하고 굴착이 시작되기 전에 확인하여야 하며, 또한 굴착도중에도 특별히 유의하여 그의 위치를 재확인하여야 한다.

(2) 굴착공의 주요사항

① 토공굴착은 가시설공 및 구조물공사와 균형을 유지하여 수립하되, 종횡으로 구획하여 다단 분할굴착으로 하여야 한다.

② 굴착계획의 종방향 1구획은 30 m 내외로 수립한다.

③ 굴착작업은 유입 지하수의 배수처리를 고려하여 단계별로 시행하며 과다 용수 지역은 별도의 보완대책을 수립하여야 한다.

④ 굴착작업은 기계굴착을 원칙으로 하나 암반의 노출로 발파가 필요한 경우에는 발파계획을 수립하여야 하며, 발파공법은 시험발파에 의하여 확정한다.

⑤ 굴착토의 일부는 추후 되메우기에 유용되어야 하므로 굴착토중 되메우기 및 노반조성에 적합한 토사는 잔토와 별도로 분리하여 일시 적치되어야 하며, 적치 시는 타 공구 수급인과 상호 협의하여 확정하여야 한다.

⑥ 토사운반은 적재토의 누출, 비산 등이 되지 않은 장치를 갖춘 덤프트럭에 의하여야 하며, 만약 누출되었을 경우 즉시 청소, 정리를 시행하여야 한다.

⑦ 공사장 입구에는 자동세차시설을 설치하여 굴착토 운반을 위한 덤프트럭의 청결을 유지하여야 한다.

3.3.15 하천공사 관련 굴착 공사

(1) 하천공사 관련 굴착 공사는 KCS 51 10 15에 따른다.

3.3.16 시공 유의 사항

(1) 굴착폭은 설계도서에서 정해진 폭보다 작아서는 안 된다.
   ① 굴착폭은 최소한 설계에서 정한 폭을 유지한다. 단, 장비진입 및 시공여건 불가 등 현장상황 변경요인 발생 시 공사감독자와 협의 후 변경할 수 있다.
   ② 불필요하게 굴착폭을 확대할 경우 관에 가해지는 토압의 크기 및 분산효과가 달라지므로 설계폭을 최대한 유지한다.

(2) 도로굴착에서 포장을 제거하는 경우 제거범위를 최소화해야 하고, 교통체증이 최소화될 수 있는 시간대에 작업한다.
   ① 도로부분의 터파기시 포장면의 절단은 아스팔트절단기를 사용하여야 하며 작업 전에 절단선을 표시한다.
   ② 작업순서 및 작업시간대 등을 면밀히 검토하여 작업시간을 줄이고 안전사고, 품질확보, 소음에 따른 민원발생 등을 고려하여 실시하여야 한다.
      가. 야간 및 휴일작업은 사전에 작업시간, 작업위치 및 이에 따른 공사금액의 변동 등에 대하여 설계 시부터 사전에 구간을 명기할 수 있도록 하며, 착공 전 시공계획서를 제출하여 사업 시행기관과 사전협의 후 시행토록 한다.
      나. 작업 수행에 따른 교통 신호변경 및 통제에 따른 민원발생을 최소화하여야 하며, 관련기관(경찰청 등)에 사전 공사수행방안을 제시하고 사전홍보(인터넷, 팸플릿, 홍보방송 등)를 통하여 원활한 통행이 될 수 있도록 대책을 수립토록 한다.

(3) 굴착은 설계도서에서 정해진 깊이로 하고 작업 중 빗물이나 용수가 고이지 않도록 하며, 기존 구조물에 근접한 장소에서는 기존 구조물 보호를 충분히 해야 한다.
   ① 인력굴착, 기계굴착, 양자 병용 여부 등과 굴착 진행방법, 굴착기계의 선정, 작업인원, 기계 투입대수, 작업시간대 등에 대한 계획을 수립한다.
   ② 굴착작업은 다음 사항을 유의하여 수행한다.
      가. 정해진 깊이보다 깊이 굴착하지 않도록 하고 만약 깊이 굴착된 경우는 다시 되메우기를 하고 다짐공법을 사용하여 원지반보다 연약하지 않도록 한다.
      나. 굴착 중 물이 고이지 않도록 배수장비를 갖춘다.
      다. 굴착부 주변의 가옥이나 담장 등과 같은 기존 고정 구조물에 근접한 장소에서의 굴착은 구조물의 기초를 이완시키거나 용수, 지하수 배출시 주변지반의 지지력을 저하 시키므로 인접구조물의 피해가 최소화되도록 대책을 수립한다.
      라. 방호계획은 고정시설물뿐만 아니라 차량 및 주민 등에 대해서도 수립한다.
      마. 굴착된 토사 혹은 기타 재료는 굴착비탈면의 안정성에 영향이 없는 위치에 쌓아야 하며 굴착면 안으로 낙하되거나 붕괴되어 유입되지 않도록 유지하여야 한다. 또한 굴착 주위에 과다한 압력을 피하도록 하여야 한다.
      바. 작업원 혹은 장비가 충분히 횡단할 수 있도록 관거 굴착 개소에 난간을 갖춘

가교를 설치하여야 한다.

(4) 지하매설물이 있는 경우는 줄파기를 한다.

① 지장물 노선의 직각방향으로 40 m ~ 50 m 간격으로 횡줄파기를 실시한다. 이때 지장물 노선을 확실하게 알 수 있을 경우에는 공사감독자와 협의하에 횡줄파기 간격을 늘려서 실시한다.

② 지하매설물이 있는 경우는 인력으로 예비굴착을 하여 기계굴착으로 인해 발생할 수 있는 지하매설물의 파손을 방지하여야 한다.

③ 노선과 나란히 가는 지장물이 예상되는 구간은 종 줄파기를 시행한다.

(5) 흙막이 없이 터파기시 일정한 경사가 되도록 한다.

① 자연비탈면 터파기를 시행할 경우 비탈면은 설계도서의 비탈면을 유지하여야 하며 수직으로 터파기를 수행하지 않도록 한다.

② 도로 굴착 시 직각으로 굴착할 경우 도로 안쪽의 굴착면이 쉽게 허물어져 되메우기 다짐이 어렵고 함몰 등 도로파손의 원인이 되므로 토질에 맞게 절취경사를 두어 굴착한다.

(6) 굴착 중에는 세심히 작업장을 순찰하여 토류벽(흙막이벽), 굴착면, 토류배면 등의 이상 유무를 점검하여 갱내외의 안전확보에 노력하여야 한다.

(7) 굴착갱내에는 작업을 안전하게 진행하기 위하여 필요한 조명, 통로출입구(비상구 포함), 비계발판, 소화기, 누설 전류차단기, 환기설비 등의 안전 위생설비를 설치하여야 한다.

3.3.17 굴착토사 운반 및 복구

(1) 굴착토사 운반

① 수급인은 굴착된 토사를 굴착비탈면의 상부 끝 가장자리에서 80 cm 이상 이격된 위치에 임시적치를 할 수 있으며, 이때 이로 인한 굴착비탈면의 붕괴, 강우에 의한 토사침식 및 유출이 발생하지 않도록 필요한 조치를 하여야 한다.

② 운반토의 운반경로, 운반장소, 운반수량 등의 운반계획서를 제출하여야 한다.

③ 굴착토사는 토사의 일부가 다른 용도로 이용될 수 있도록 그 운반장소를 변경, 지정할 수 있다.

④ 토사운반 관리자를 정하여 차량의 정비점검, 운반경로, 운전사의 취로상황 등을 파악하여 운반차량의 정비, 점검 등 관리계획을 수립하여야 한다.

⑤ 운반토를 가적치할 때에는 그의 장소, 방법, 방호시설 등의 계획서를 제출하여야 한다.

⑥ 굴착 시 발생한 발생품은 그것의 소유자 또는 관리자와 협의하여 적절하게 처리하여야 한다.

⑦ 굴착 중 작업차량 바퀴에 먼지나 토사를 묻혀 반출하지 않도록 적절한 조치를 취하여야 하며, 굴착 상차장 주변에는 청소원과 신호수를 고정배치하여 주변 청소와 차량 반출입에 따른 신호를 철저히 하여야 한다.

(2) 해체물 처리

① 굴착으로 발생되는 맨홀부속물, 도로구조물, 도로부속물 등의 해체물은 공사감독자의 선별검사를 받은 후 보관 또는 지정된 장소에 적치, 정리해야 한다.

② 발생 매설물은 공사감독자의 지시를 받아 처리하여야 한다.

(3) 도로구조물, 도로부속물, 맨홀두부, 매설물 및 가공선 등은 공사완료후 원형 그대로 복구하여야 한다.

3.3.18 지하매설물 관리

(1) 하수관거 공사 시 자연유하 관거가 기존의 매설물과 겹치게 되어 관거 설치가 곤란할 경우는 지장물 이설계획을 수립토록 하며, 이 경우 지장물의 이설가능 여부 및 이설방법에 대하여 관계기관과 협의하여 적절한 대책을 수립토록 한다.

(2) 공사착수 전 지하에 매설되어 있는 지중고압선, 전선・전력케이블, 상・하수도관거, 도시가스관거 등 각종 지하 매설물의 현황을 파악할 수 있는 자료(도면, 공사이력 등)를 작성해야 하며, 현장조사결과 해당 공사구간에 위치할 경우 인력으로 시험굴착하여 위치를 반드시 사전확인 후 공사감독자 및 지장물 관리기관과의 협의 및 입회하에 이설조치를 취해야 한다.

(3) 시가지 굴착 등을 할 경우에는 도면 및 관리자의 조언에 의하여 매설물 위치를 파악한 후 줄파기 작업 등을 시행하여야 한다.

(4) 줄파기 전 지하매설물의 개략적인 위치를 관계부서와 협의 확인하여 포장면에 적색 페인트로 표시하고 줄파기로 인한 지하매설물 파손을 최대한 방지토록 한다. 지하매설물 탐지기로는 금속재료가 아닌 것과 깊은 것은 탐지가 불가함으로 줄파기 할 때 인력으로 충분한 깊이까지 굴착하여 확인한다.

(5) 굴착에 의하여 매설물이 노출되면 반드시 관계기관, 소유자 및 관리자에게 확인시키고 상호 협조하여 지주나 지보공 등을 이용하여 방호조치를 취하여야 한다.

(6) 매설물 이설 및 위치변경, 교체 등은 관계기관과 협의하여 실시되어야 한다.

(7) 최소 1일 1회 이상은 순회 점검하여야 하며, 점검에는 와이어로프(wire rope)의 인장상태, 거치구조의 안전상태, 특히 접합부분을 중점적으로 확인하여야 한다.

(8) 매설물에 인접하여 작업할 경우는 주변지반의 지하수위가 저하되어 침하될 가능성이 많고 매설물이 파손될 우려가 있으므로 곡관부의 보강, 벽체 누수 등 매설물 관계기관과 충분히 협의하여 방지대책을 강구하여야 한다.

(9) 화기에 약한 매설물 또는 가연성 물질을 수송하는 관(송유관, 가스관 등)의 매설물 부근에서 용접, 절단기 등 화기가 있는 기계・기구 등의 사용을 금지해야 한다. 부득이한 경우 매설물의 소유자와 협의하여 주위 가연성가스 등의 존재를 탐지기 등으로 확인하고 열 차단장치 등 매설물의 안전상 필요한 조치를 강구하여 시행한다.

(10) 줄파기를 할 때 지하매설물을 발견하였다 하여도 발견된 지장물 밑에 또 다른 지장물이 예상되므로 줄파기는 충분한 깊이로 인력 굴착하여 확인한다.

(11) 관거 하부 굴착시 주철관인 경우 특수 접륜(接輪)에 필요한 이음부는 인력굴착 후 매달기를 시행한다.

3.3.19 지장물 처리

(1) H-파일 항타 시 지하매설물 손상 대책

① 신개발지역이라도 지하매설물이 있다고 판단하여 항시 줄파기를 시행 후 항타한다.

② 줄파기를 하여 지하매설물을 발견한 후 발견된 지하매설물 밑에 또 다른 지장물이 있다고 예상하고 줄파기를 충분한 깊이로 굴착하여 확인한다.

(2) 굴착배면 상수도관 보호미비로 인한 누수

① 원인

굴착 후 노출된 상·하수도관만 보호하고 흙막이판 배면에 있는 상수도관(특히 주철관)은 보호하지 않아 지반침하, 차량주행의 충격 등으로 인한 연결부 이완이 흙막이판 배면 누수의 원인이다.

② 대책

가. 흙막이판 배면을 침하영향선까지 굴착하여 주철관인 경우 특수접륜과 매달기를 하여 보호하고, 하수관인 경우 이음부를 콘크리트로 타설하여 연결시킨다.

나. 소구경 상수도관의 경우 굴착 양측 배면 또는 지상구간의 시종점에 제수변을 설치하여 상수도관 파괴로 인한 대량의 누수에 대비한다.

(3) 상수도관 보호시 변형방지 대책

① 상수도관을 매달기할 때 지지 로프를 2줄로 설치한다(특히 대형관).

② 상수도관의 상·하 변형을 방지하기 위해 L-형강으로 고정한다.

③ 상수도관 받침부는 목재 받침목을 사용한다.

(4) 굴착배면 하수도관 보호미비로 인한 누수

① 원인

굴착 후 노출된 상·하수도관만 보호하고 흙막이판 배면에 있는 하수도관(흄관 또는 암거)은 보호하지 않아 흄관의 연결부 또는 파손부와 암거(특히 마제형 암거) 바닥부분의 침하가 누수의 원인이다

② 대책

가. 흄관의 경우 침하 영향선 부분을 굴착하여 연결부와 부설시 파손된 부분을 보수(mortar 또는 concrete) 한다.

나. 하수암거의 경우 갱내에 들어가 바닥 슬래브와 벽체 연결부 또는 바닥부분을 일정간격 깨서 견고성을 확인하고 약할 경우 보강한다.

다. 보강방법은 벽체(옹벽부)에 철근으로 고정하고 2중 슬라브(slab)를 타설하며 방수 보호 모르타르 바르기를 한다.

(5) 굴착구간 하수암거 보호공 미비로 인한 누수

① 원인

하수암거를 매달은 와이어로프 사이에 암거의 하중을 등분포로 받도록 지지대를 받치지 않고 와이어(wire)와 간단한 쐐기목으로 받쳤을 때 암거내의 수위가 상승하면 부실한 암거 바닥 슬래브가 파손되면서 대량 누수의 원인이 된다.

② 대책

평상시 하수 암거의 전 하중을 감안하여 암거 바닥부분에 각재 등을 이용하여 고르게 충분히 받쳐주도록 한다(하수암거 바닥 슬래브는 불량하다고 판단).

(6) 하수암거 연결부(기존 암거와 철판 암거) 하자에 의한 누수

① 원인

기존 암거와 철판 제작 가시설 암거 연결부의 시공 불확실에 의한다(예 가마니 또는 마대로 개략 쌓았을 경우, 연결부를 견고하게 시공하지 않았을 경우).

② 대책

연결부를 확실하고 견고하게 시공한다.

3.3.20 지하매설물 보호조치 계획

(1) 시공계획서 작성을 위한 사전조사 시 매설물의 위치, 규격, 구조 및 노후도를 조사 하여 매설물의 안전에 필요한 조치를 강구하여야 한다.

(2) 수급인은 매설물에 근접하여 공사를 시행할 경우 매설물 소유자 및 관계기관과 협의하고 관계법령에 따라 공사 시공의 단계마다 안전에 필요한 조치, 매설물 방호 방법, 입회관계, 긴급 시 연락방법, 안전조치의 실시 구분 등을 결정하여야 한다.

(3) 도로상에서 공사를 위한 말뚝 항타 시공 또는 천공을 할 필요가 있는 경우에는 매설물 예상깊이까지 매설물의 존재를 확인하여 인력으로 매설물을 노출시킨다.

(4) 공사 중 매설물이 노후된 경우 또는 굴착 주위에 중요한 매설물이 확인된 경우에 는 안전에 필요한 조치, 매설물 방호방법, 입회관계, 비상시 조치방법 및 연락방법 을 관계기관과 협의하여야 하며, 특히 위험한 매설물과 중요한 매설물에 대하여는 측정담당자를 지명하고 자동 경보장치 등을 설치한 후 상시 점검하여야 한다.

(5) 노출한 매설물이 파손되었을 경우 수급인은 발주자 또는 매설물의 소유자에 연락하고 소유자의 책임하에 완전 수리 등의 조치를 취해야 한다.

(6) 매설물 부근에서 굴착작업을 할 경우 주변지반이 침하 하는 것을 항상 주의하고 소유자의 입회하에 매설물의 안전에 필요한 조치를 취하여야 한다.

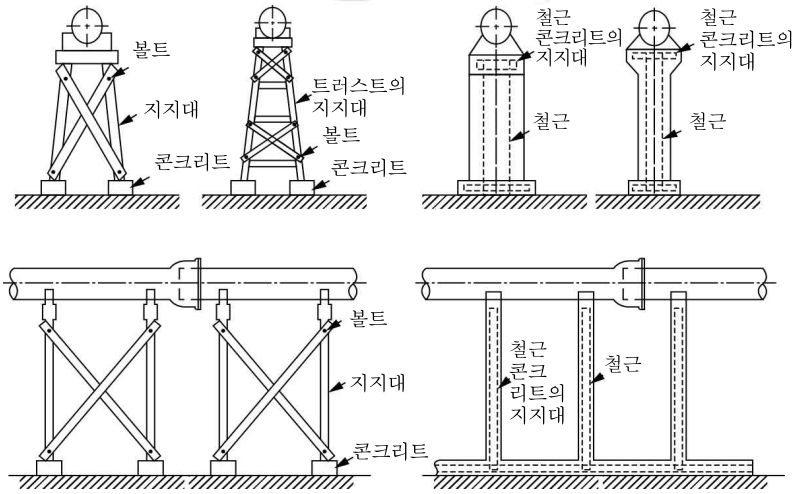


그림 3.3-1 지하매설물 보호도(예시) : 가스관 보호도(받치는 경우)

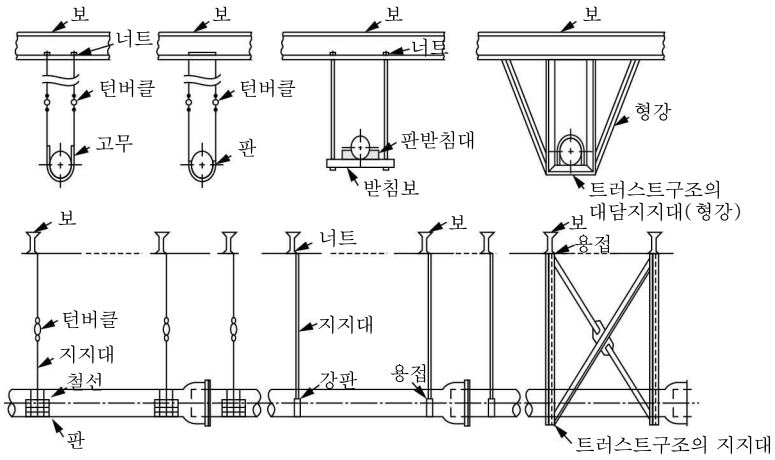


그림 3.3-2 지하매설물 보호도(예시) : 가스관 보호도(매다는 경우)

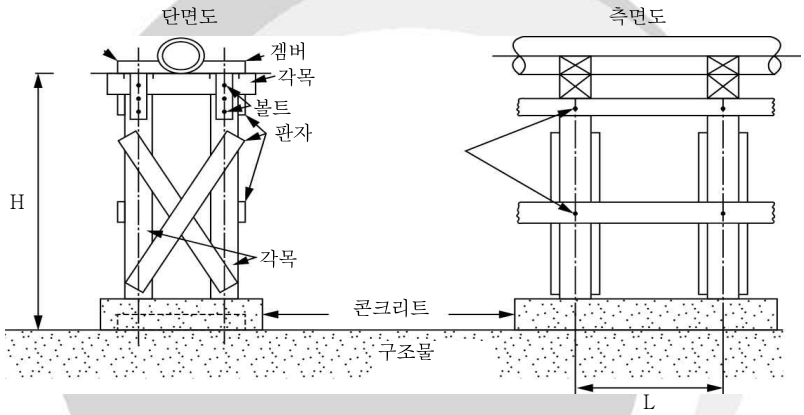


그림 3.3-3 지하매설물 보호도(예시) : 상수도관 보호도(받치는 경우)

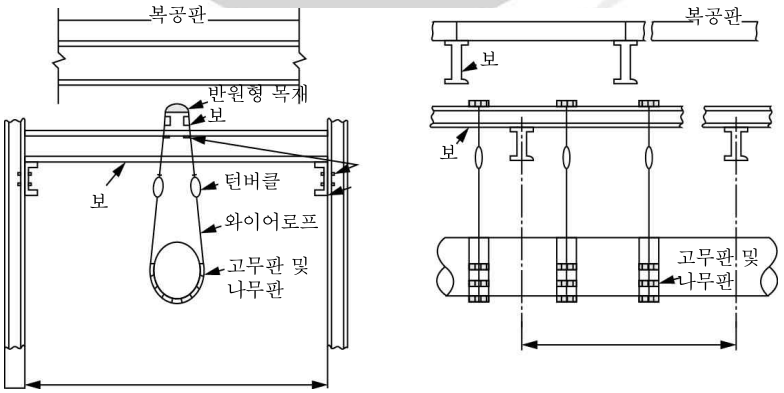


그림 3.3-4 지하매설물 보호도(예시) : 상수도관 보호도(매다는 경우)

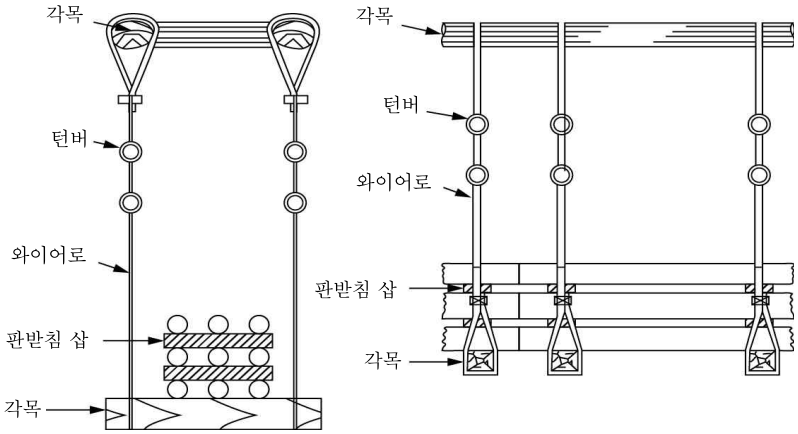


그림 3.3-5 지하매설물 보호도(예시) : 전력지중 케이블 보호도(매다는 경우)

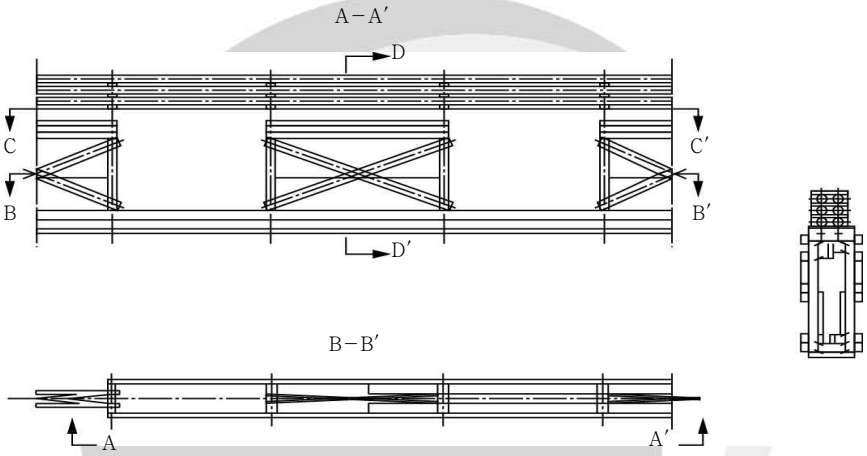


그림 3.3-6 지하매설물 보호도(예시) : 통신지중 케이블 보호도(받치는 경우)

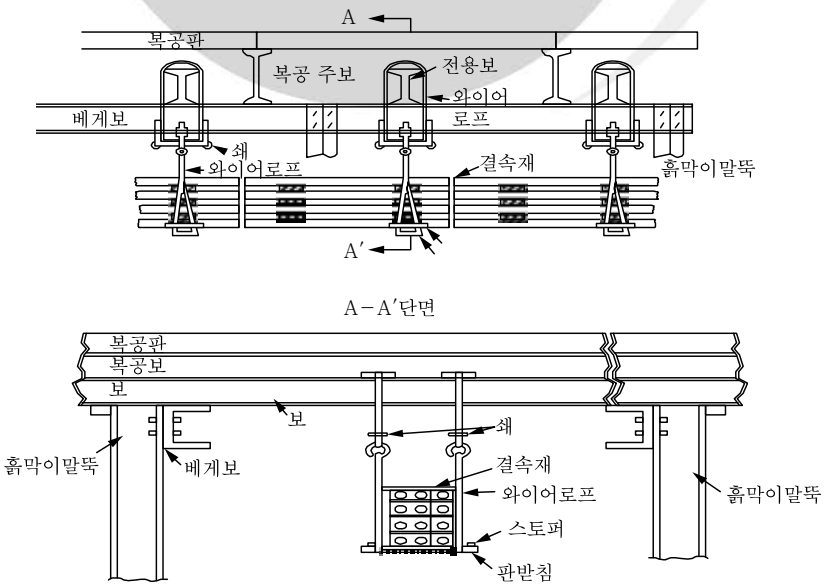


그림 3.3-7 지하매설물 보호도(예시) : 통신지중 케이블 보호도(매다는 경우)

3.3.21 물푸기공

(1) 물푸기공은 지하수 유출량, 지질 상태, 양정 등을 고려하여 충분히 배수할 수 있는 공법을 선정한다.

(2) 물푸기공의 종류, 배수능력, 설치위치 및 수량, 펌프 및 기자재의 능력, 대수, 시설의 배치계획 등의 계획을 세운다.

(3) 물푸기공의 선정은 지반의 투수성을 고려하여 선정하며, 관거기초 조사 시 현장투수시험을 반드시 실시토록 한다.

(4) 물푸기 공법 별 특징

① 물웅덩이 공법은 가장 일반적인 방법으로 배수층이 큰 지반에서 사용되는 공법이며 사질지반에서는 퀵 샌드(quick sand) 현상으로 굴착면 바닥이 올라오는 수가 있으므로 주의를 해야 한다.

② 깊은 우물(deep well)공법은 굴착에 앞서 굴착면 이하까지 직경 100 ㎜ ~ 300 ㎜ 정도의 우물 파이프를 점토층에 박아 배수하여 주변의 지하수위를 저하시키는 방법으로 집수 유효반경은 15 m ~ 20 m 정도이며 30 m 간격으로 설치하면 충분하다.

③ 웰포인트(well point) 공법은 직경 40 ㎜ ~ 50 ㎜ 스트레이너를 부착하여 배수하는 공법으로 최대 수위 저하는 6 m 정도까지 가능하며, 6 m 이상인 경우는 2단, 3단 웰 포인트가 사용된다.

3.4 현장 품질관리

(1) 터파기공사 중 토질에 변화가 생길 때에는 즉시 공사감독자에게 보고하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(2) 구조물 터파기는 비탈면의 안정을 해치지 않도록 주의하여야 하며, 시공 중 지질의 변화 및 용수의 상황을 잘 관찰하고 기록하여 공사감독자에게 보고하여야 한다.

(3) 예상하지 못한 지중조건이 발견되면 공사감독자에게 통지하고 작업재개 지시가 있을 때까지는 해당구역의 작업을 중지해야 한다.

(4) 지반변위나 이완된 흙이 터파기 바닥면으로 떨어지는 것을 방지하고 시공 중 지반 안정을 유지해야 한다.

(5) 파낸 바닥면과 기초에 접하거나 아래에 있는 흙은 동해를 입지 않도록 보호해야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
양구승	㈜다산이엔지	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 20 15 : 2016

벌개제근 및 표토제거

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 20 20 : 2016

흙쌓기(성토)

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서와 토목공사 표준일반시방서를 중심으로, 건설공사 비탈면 표준시방서, 하천공사 표준시방서의 흙쌓기(성토) 등에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 20 20 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 20 20 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 대한토목학회　　작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출물 ····· 1
1.2.1 자료제출요건 및 절차 ····· 1
1.2.2 검사 및 시험기록 ····· 1
1.2.3 시료 ····· 1
1.2.4 재료반입전표 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.3.1 관련 법규 ····· 1
1.3.2 관련 기준 ····· 1
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 쌓기 재료의 일반요건 ····· 2
2.1.2 쌓기 재료의 특정요건 ····· 2
2.1.3 도로 쌓기 재료의 품질요건 ····· 4
2.1.4 비탈면 쌓기재료의 최대입경 ····· 5
2.1.5 쌓기재료로 이용되는 산업부산물 ····· 5
2.2 장비 ····· 6
2.2.1 다짐장비 ····· 6
2.3 자재품질관리 ····· 6
2.3.1 원산지 품질관리 ····· 6
3. 시공 ····· 6
3.1 시공조건 확인 ····· 6
3.1.1 토취장 사용 시 유의사항 ····· 6
3.1.2 다짐 시 유의사항 ····· 7
3.2 작업준비 ····· 7
3.2.1 사전조사 ····· 7
3.2.2 공사 준비 ····· 8
3.3 시공기준 ····· 8
3.3.1 흙쌓기 일반요건 ····· 8
3.3.2 흙쌓기 시공일반 ····· 9

3.3.3 층따기 ····· 9
3.3.4 습지, 연약지반의 처리 ····· 9
3.3.5 횡방향의 흙쌓기・땅깎기 접속부(한쪽깎기・한쪽쌓기) ····· 10
3.3.6 종방향의 흙쌓기・땅깎기 접속부(쌓기・깎기 경계부) ····· 10
3.3.7 쌓기의 시공 ····· 10
3.3.8 흙쌓기 비탈면 ····· 10
3.3.9 흙쌓기부의 기초지반 ····· 11
3.3.10 경사지반상의 흙쌓기 ····· 11
3.3.11 펴깔기 ····· 11
3.3.12 흙쌓기부의 배수 ····· 12
3.3.13 시공 중 배수 ····· 12
3.3.14 높은 흙쌓기 ····· 13
3.3.15 공사용 장비의 통행 ····· 13
3.3.16 구조물 주변 흙쌓기 ····· 13
3.3.17 암쌓기 ····· 13
3.3.18 동결토 ····· 14
3.3.19 혼합재료 ····· 14
3.3.20 흙쌓기부의 안정성 ····· 14
3.3.21 흙쌓기(노상)부의 보호 ····· 14
3.3.22 다짐의 범위 ····· 15
3.3.23 다짐의 기준 ····· 15
3.3.24 다짐시공 ····· 16
3.3.25 다짐 중 구조물의 보호 ····· 16
3.3.26 쌓기의 마무리 ····· 16
3.3.27 노상면 준비 ····· 17
3.3.28 프루프 롤링(proof rolling) ····· 17
3.3.29 비탈면 면고르기 ····· 17
3.3.30 완성면의 보호 ····· 18
3.4 시공허용오차 ····· 18
3.5 현장 품질관리 ····· 18
3.5.1 품질관리 ····· 18
3.5.2 시험시공 ····· 18
3.5.3 다짐도 검사 ····· 19

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 노체나 비탈면을 설치하기 위한 흙쌓기, 도로부의 노체와 노상 다짐공사에서 적정 다짐밀도를 얻을 때까지 다짐과 선형, 경사, 횡단면에 따라 균일한 형상이 되도록 토공부를 다듬고 정리하는 마무리 공사에 대해 적용한다.

(2) 이 기준에 언급하지 않은 사항이 다른 기준의 관련 항목에 제시되어 있는 경우 다른 기준을 따르며, 계약문서에서 별도로 규정하여 이 기준과 상충하는 경우 계약문서를 우선 적용한다.

1.2 제출물

1.2.1 자료제출요건 및 절차

(1) 수급인은 KCS 10 10 10의 해당요건을 참조하여 시공계획서, 기성검사원 등의 제출자료를 작성하고 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.2.2 검사 및 시험기록

(1) 수급인은 KCS 10 10 15에 따라 수행한 모든 시험에 대한 시험보고서를 공사감독자에게 제출하여야 하며, 시험보고서는 품질시험기술자가 서명, 날인하여야 한다.

1.2.3 시료

(1) 공사감독자가 선정한 쌓기 및 되메우기 재료의 시료를 제출하여야 한다.

1.2.4 재료반입전표

(1) 현장에 반입된 순흙쌓기 재료의 종류와 수량을 기재한 재료반입전표를 반입차량별로 제출하여야 한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음

1.3.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 10 10 15 품질관리
- KCS 11 20 15 터파기
- KCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움

- KCS 11 70 00 비탈면 보호
- KS F 2302 흙의 입도 시험방법
- KS F 2303 흙의 액성한계·소성한계 시험방법
- KS F 2306 흙의 함수비 시험방법
- KS F 2308 흙의 밀도 시험방법
- KS F 2309 흙의 씻기 시험 방법
- KS F 2310 도로의 평판재하 시험방법
- KS F 2311 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험방법
- KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험방법
- KS F 2340 사질토의 모래당량 시험방법
- KS F 2345 비점성토의 상대밀도 시험방법
- KS F 2508 로스앤젤레스 시험기에 의한 굵은골재의 마모 시험방법
- KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기불순물 시험방법

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 쌓기 재료의 일반요건

(1) 쌓기에 사용할 재료는 활성이 없는 무기질의 흙으로 유해물질이 없고 살수하여 간극이 최소가 되게 충분히 다질 수 있는 입도라야 한다.

(2) 현장에서 파낸 재료가 쌓기 재료의 요건에 합당하면 적합한 것으로 본다.

(3) 공사감독자가 적합하다고 판정한 흙쌓기 재료는 유용할 수 있도록 굵은 돌과 돌 부스러기를 골라낸 200 ㎜를 넘지 않는 두께로 층별로 쌓아 두어야 한다.

2.1.2 쌓기 재료의 특정요건

(1) 보통메우기 재료는 자갈, 모래, 실트 및 점토가 섞여 있고 입도가 적당하거나 좋은 흙은 파서 쓰거나 체가름 또는 혼합해서 사용할 수 있으며, 최대입경이 100 ㎜ 미만이고 5 ㎜ 보다 작은 입자가 60% 미만이어야 한다.

(2) 보통쌓기 재료는 KS F 2303에 의한 액성한계가 40% 이하이고 소성지수가 15 이하인 보통 메우기 재료를 사용하여야 한다.

(3) 선별재료 쌓기 재료는 자갈, 모래, 실트 및 점토가 섞여 있고, 입도가 적당하거나 좋은 흙을 파서 쌓거나 체가름 또는 혼합해서 사용할 수 있으며, 다음의 입도를 가진 것이라야 한다.

① 입도 (KS F 2302)

표 2.1-1 선별재료 쌓기 재료의 입도

체의 호칭치수 (㎜)	무게 통과율 (%)
25	100
10	75 이상
5	20 이상
0.08	35 이하

② 모래당량(KS F 2340) : 10 이상

③ 소성지수(KS F 2303) : 10 이하

(4) 흙구조물 쌓기 재료는 입도가 적당하거나 좋고, 파낸 것이거나 체가름 또는 혼합한 선별재료로서 다음의 토성과 입도를 가진 것이라야 한다.

① 0.425 ㎜ 보다 가는 재료

가. 액성한계(KS F 2303) : 25 이하

나. 소성지수(KS F 2303) : 6 이하

② 입도(KS F 2302)

표 2.1-2 흙구조물 쌓기 재료의 입도

체의 호칭치수 (㎜)	무게 통과율 (%)
80	100
5	35 이상
0.6	20 이상
0.08	25 이하

③ 모래당량(KS F 2340) : 20 이상

(5) 투수성 되메우기 재료는 깨끗하게 씻은 자갈이나 부순돌로 다음의 조건을 만족하여야 한다.

① 입도(KS F 2302)

표 2.1-3 투수성 되메우기 재료의 입도

체의 호칭치수 (㎜)	무게 통과율 (%)
50	100
0.3	0 ~ 100
0.15	0 ~ 80
0.08	0 ~ 40

② 마모율 (KS F 2508) : 50 이하
③ 마모율로 나타낸 연성질 : 15 이하
④ 석탄 및 갈탄 : 0.25 이하
⑤ 점토덩어리 : 0.25 이하
⑥ 기타 유해한 재료 : 2.0 이하

2.1.3 도로 쌓기 재료의 품질요건

(1) 액성한계 50% 이상 되는 재료, 건조밀도 14.71 kN/㎥ 이하인 재료, 간극률이 42% 이상 소성한계가 25% 이상인 흙은 흙쌓기 재료로 사용할 수 없다.
(2) 암버력을 흙쌓기 재료로 사용할 경우에는 노체 완성면 600 ㎜ 이하 부분 하부까지 사용 가능하며, 양호한 입도분포(well graded)상태를 가져야 한다.
(3) 풍화암이나 이암, 셰일, 사암, 천매암, 편암 등 암석의 역학적 특성에 의하여 쉽게 부서지거나 수침이 반복될 때 연약해지는 암버력의 최대 치수는 300 ㎜ 이하로 한다.
(4) 동결된 재료는 흙쌓기에 사용할 수 없다.
(5) 흙쌓기 재료의 품질기준은 표 2.1-4와 같다.

표 2.1-4 흙쌓기 재료의 품질기준

공종 규격기준	노체	노상	비고
최대치수 (㎜)	300 이하	100 이하	-
수정 CBR (시방다짐)	2.5 이상	10 이상	KS F 2320
5 ㎜ 체 통과율 (%)	-	25 ~ 100	KS F 2302
0.08 ㎜ 체 통과율 (%)	-	0 ~ 25	KS F 2302 KS F 2309
소성지수	-	10 이하	KS F 2303

① 쌓기재료에 대한 시험항목은 표 2.1-5와 같다.

표 2.1-5 쌓기재료에 대한 시험항목

시험종목	시험방법	시험빈도 (측정빈도)	비고
함수비	KS F 2306	토취장마다	현장시험
입도	KS F 2302		현장시험(체가름)
흙의 75μm 체 통과량	KS F 2309		현장시험
밀도	KS F 2308		〃
액성·소성한계	KS F 2303		〃

② 쌓기재료는 표준재를 사용하고 벤토나이트, 온천여토, 산성백토, 유기질토양 등 흡수성 및 압축성이 큰 흙과 동토, 빙설, 초목 및 나무 등과 같은 다량의 부식물이 섞인 흙은 사용하지 않아야 한다.

③ 비표준재를 쌓기재료로 사용하여야 할 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 하며 시공중 및 공용중의 중장기적 관리방안을 수립하여야 한다.

④ 암괴, 석괴 등을 쌓기재료로 사용하려고 할 경우에는 시공방법, 층두께, 다짐도 등에 대하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 그 빈틈을 돌 부스러기 등의 재료로 채워서 안정되게 하여야 한다.

2.1.4 비탈면 쌓기재료의 최대입경

(1) 부지 내 유용토를 쌓기재료로 사용하는 경우

① 일반쌓기

가. 마무리면에서 깊이 0.3 m에서 1 m 이내에는 양질의 토사로 쌓기하는 것을 원칙으로 하되, 현장여건상 불가피한 경우는 다음 기준에 의거 시공한다.

(가) 마무리면에서 깊이 0.3 m 이내에는 50 ㎜ 이상의 입자가 섞이지 않도록 하고, 입경 40 ㎜ 이상의 입자 혼입률은 40% 이하로 한다.

(나) 마무리면에서 깊이 1 m 이내에는 최대입경을 150 ㎜(단, 노상의 경우는 100 ㎜)로 하되, 입경 40 ㎜ 이상인 입자의 혼입률은 50% 이하로 한다.

나. 마무리면에서 깊이 1 m 이상으로서, 구조물의 기초와 지하매설물에 나쁜 영향을 미치지 않는 경우는 최대입경을 300 ㎜ 까지로 할 수 있다. 다만, 큰 입자의 주위를 가는 입경의 재료로 보충하여 간극이 생기지 않도록 하는 등의 세심한 시공대책이 있으면 최대입경을 500 ㎜ 까지로 할 수 있다. 이 외의 다른 재료는 해당 기준을 따른다.

② 쌓기비탈면의 마무리면으로부터 두께 1 m 범위의 쌓기본체는 지름 100 ㎜를 넘는 암석 또는 버력을 사용해서는 안 된다. 다만, 비탈면에 돌깔기를 할 경우에는 예외로 한다.

(2) 외부 반입토

외부 반입토는 양질의 토사를 반입하는 것을 원칙으로 한다. 단, 경제적인 시공을 위하여 불가피한 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 상기기준에 의거 시공할 수 있다.

2.1.5 쌓기재료로 이용되는 산업부산물

(1) 쌓기재료로 산업부산물을 이용하는 경우, 재료의 다짐 후 물리적 성질의 쌓기 재료로서 적합성과 지하수오염 등 환경에 미치는 영향이 안전하다는 것을 입증하는 자료, 설계, 시공방법, 층두께 및 다짐 등의 작업계획을 작성하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 사용하여야 한다.

(2) 쌓기재료로서 고로슬래그, 탄광 또는 광산에서의 선광작업 후 잔류분, 석탄회 및 기타 순환골재, 산업부산물 등이 사용될 수 있다.

2.2 장비

2.2.1 다짐장비

(1) 흙쌓기 다짐장비는 전 구간에 걸쳐 시험시공을 할 때와 동일한 수준의 다짐장비를 사용하여야 하며, 다짐장비를 변경하고자 할 경우에는 시험시공을 재실시 하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 구조물에 인접한 부분과 같이 좁은 면적 또는 구조물에 과도한 압력을 가하여 손상을 일으킬 가능성이 있는 장소에는 공사감독자의 확인을 받은 소형 다짐 장비를 이용하여 균일하게 다져야 한다.

(3) 흙쌓기 비탈면은 공사감독자의 확인을 받은 다짐 장비를 사용하여 다져야 한다.

(4) 암쌓기 다짐장비는 공사감독자의 승인을 받은 것으로서, 다짐롤러의 폭은 1.8 m 이상이어야 하며, 정적인 상태에서의 무게는(static weight) 10 t 이상이어야 한다.

2.3 자재품질관리

2.3.1 원산지 품질관리

(1) 공사에 사용할 쌓기 재료의 적합성은 다음의 요건을 만족하는 지에 대한 실험을 실시하여 판정하여야 한다.

① 함수량・밀도관계곡선: KS F 2312 흙의 다짐시험 방법
② 함수량: KS F 2306 흙의 함수량 시험방법
③ 액성한계: KS F 2303 흙의 액성한계 시험방법
④ 소성한계 및 소성지수: KS F 2303 흙의 소성한계 시험방법
⑤ 마모율: KS F 2508 로스앤젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모시험방법
⑥ 입도: KS F 2302 흙의 입도 시험방법
⑦ 0.08 ㎜체 통과율: KS F 2302 흙의 입도 시험방법
⑧ 유기질 함량: KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기불순물 시험방법

(2) 쌓기 재료에 대한 모든 시험의 성과보고서는 시방에 명시된 바에 따라 공사감독자에게 제출하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 토취장 사용 시 유의사항

(1) 공사장 내의 굴착에서 발생한 재료 중 유용 가능한 재료의 양이 쌓기 및 기타 공사를 완성하는데 불충분하거나 그 재료의 성질이 공사의 특성에 부합되지 않을 때에는 토취장을 선정하여 공사를 완성하는데 충분하고도 적합한 재료를 확보하여야 한다.

(2) 이때 토취장에서 굴착운반 작업 시에는 다음 사항에 유의하여야 한다.
① 경계 바깥의 용지 및 시설물에 피해를 주지 않아야 한다.
② 시공중의 강우에 대한 배수계획을 세워 필요에 따라 배수구, 침사지 등을 설치하여야 한다.
③ 인접한 주위의 상황에 따라 발파방호책, 미끄럼방지 방호책 등의 시설을 설치하여야 한다.
④ 시공 중 강우 등으로 흙의 함수비에 영향을 준다고 판단될 때에는 가배수로를 설치하여 함수비의 증가를 방지하여야 한다.
⑤ 흙깎기 과정에서 흙과 발파암이 혼합되어 토질이 변화되지 않도록 주의하여야 한다.
⑥ 주변 지형과의 조화 및 비탈면의 안정을 위해 균일한 단면과 안정된 경사로 깎아야 한다.
⑦ 진출입로에 세륜 세차시설을 설치하여야 한다.
⑧ 토취장의 사용이 완료되면 수급인은 토취장뿐만 아니라 공사 중 점유했던 주변시설까지도 깨끗이 정리하여야 하며 배수시설 등이 필요한 경우에는 공사감독자의 승인을 얻은 후 조치하여야 한다.
⑨ 수급인은 토취장의 개발 허가 기관에서 승인한 원상복구 및 조경 등의 의무나 토취장 깎기로 조성된 비탈면의 안정, 운반로로 이용한 다른 도로의 보수 및 정비의무를 충실히 이행하여 차후 분쟁의 요인을 없애야 하며 이러한 의무사항을 완료하였다는 증명서를 발급받아 공사감독자에게 제출 하여야 한다.

3.1.2 다짐 시 유의사항

(1) 수급인은 균일하고 효율적인 다짐을 위하여 그레이더 등으로 면 고르기를 하여야 하며, 흙의 함수비를 실내다짐시험의 최적함수비 허용범위 이내로 조절한 후 다져야 한다.
(2) 수급인은 공정계획에 따라 다짐작업을 할 장비의 종류, 대수, 장비조합 등에 대한 시공계획서를 제출하여 공사감독자의 확인을 받은 후에 작업을 수행하여야 한다.
(3) 강우 등으로 인하여 함수비 조절이 불가능하거나, 결빙이 발생하는 동절기에는 다짐작업을 중지하여야 한다.

3.2 작업준비

3.2.1 사전조사

(1) 현장조건이 공사착수에 적합한지 확인하여야 한다.
(2) 도면과 현장의 일치여부를 확인하고, 설계도서상 측량기준점의 표고, 비탈면 경사 등이 실제여건에 부합되지 않을 때는 즉시 공사감독자에게 보고하고 그 지시에 따라야 한다.
(3) 시공 전에 지형, 토질, 기상조건 및 타 공사와의 관련성을 검토하고, 지형을 설계대로

대폭 변화시킬 경우 시공현장 내부 및 외부에 미치는 영향, 주변지형으로부터 시공현장 내로의 홍수량 유입정도, 비탈면 등의 안정여부 등을 조사하여 문제가 있다고 판단될 경우에는 이에 대한 대책을 수립하고, 계획변경을 요청하여야 한다.

3.2.2 공사 준비

(1) 준비배수

① 시공에 앞서 원지반에 고인 물을 배수시켜야 하며, 시공 중에도 필요에 따라 가배수로와 침사지 등을 설치하여 쌓기지역의 배수를 양호한 상태로 유지하여야 하고, 폭우 시 토사유실로 쌓기비탈면 하부 시설물들이 침수되거나 기존 배수시설 등이 막히는 일이 없도록 조치하여야 한다.

② 준비배수를 위하여 초기에 쌓기바닥면을 깊게 파서 도랑을 내고 막자갈 등의 투수성 재료를 채워 배수시킬 필요가 있는 장소는 그 규격과 설치범위를 시공 도면에 표시하여 공사감독자에게 보고하고 승인을 받아 시공하여야 한다.

(2) 규준틀 설치

① 쌓기비탈면에는 반드시 규준틀을 설치하여 쌓기면이 올바르게 마무리 되도록 하여야 한다. 이때 규준틀은 측선이 꺾이는 점, 경사가 변하는 점에는 반드시 설치하고, 비탈 끝에 지지말뚝을 박은 후, 길이 1 m 이상의 규준판을 비탈면 경사에 맞추어 정확히 고정하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 흙쌓기 일반요건

(1) 쌓기 재료의 함수량 조절 및 다지기를 포함하며, 마무리된 기면 또는 바닥면에서 1 m 내의 둑쌓기에 사용하며 필요할 때에는 토취장에서 파낸 순흙쌓기를 포함하여야 한다.

(2) 수급인이 현장에 보유하고 있거나 고용한 토질시험실은 공사감독자의 승인을 받아 시험을 실시하며, 시험결과는 공사감독자의 요구가 있으면 제출하여야 한다.

(3) 항시 현장에 세굴을 방지하여야 하며, 현장의 자연배수를 유도하기 위하여 임시로 둑을 만들고 낮게 파내어야 한다.

(4) 교통과 시공장비의 통행은 균일한 다짐을 얻는데 도움이 되도록 다져지는 표면이 전폭에 확산되게 하고, 함수량이 높고 노출된 흙층은 과도한 바퀴하중을 받지 않게 보호하여야 한다.

(5) 유용표토

① 계약도면에 명시된 경계선내의 표토는 회수해서 유용하며, 공사감독자가 승인 한 현장 내 위치에 임시쌓기해 두어야 한다. 표토는 이물에 오염되지 않게 보호하고, 적절한 배수와 세굴보호조치를 취하여야 한다.

② 임시쌓기하는 표토는 계약도면에서 지정된 구역에 두어야 한다.

3.3.2 흙쌓기 시공일반

(1) 흙쌓기 작업은 흙쌓기 구간에 대한 규준틀, 준비배수, 벌개제근, 표토제거, 구조물 및 지장물 철거 등이 완전히 이루어진 후에 시행하여야 한다.

(2) 하천이나 수로, 벌개제근한 구멍, 불량재료 제거구간 등과 같이 움푹 들어간 곳은 흙쌓기의 최초층을 포설하기 전에 부근지반과 같은 높이로 되메운 후 소요밀도를 얻을 때까지 다져야 한다.

(3) 흙쌓기할 지반의 기초지지력이 현저히 부족하거나 침하량이 허용기준치를 초과하여 연약지반처리가 필요한 경우에는 별도의 검토를 시행하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 시공해야 한다.

(4) 수중이나 저습지 등 불안정한 지반에 흙쌓기를 할 경우 연약지반 처리공법이 설계되어 있는 구간은 설계도서 기준에 따라 연약지반 개량공사를 실시한 후 시공하여야 한다. 연약지반 처리공법이 설계되어 있지 않은 깊이가 얕은 저습지의 경우에는 습지 내 최고수위까지 치환하거나 입상 재료 또는 대소입자가 골고루 혼합된 암버력 등을 사용하여 유실, 장기적인 침하, 모관상승 방지 및 지반안정이 가능하도록 시공하여야 한다.

(5) 흙쌓기할 원지반은 최소한 15 ㎝ 깊이까지 흙을 긁어 일으킨 후, 적정 다짐밀도를 얻을 때까지 다져야 한다. 그러나 침수지, 저습지, 기타 수분을 과다하게 함유한 지역에서는 별도로 지반 개량공법을 승인 받아 시행하고 현장조건이 양호한 곳은 공사감독자의 판단에 따라 이 작업을 생략한다.

(6) 동결된 원지반 위에 흙쌓기를 하여서는 안된다. 다만, 동결깊이가 75 ㎜ 이내인 경우에는 동결층을 완전히 제거한 후 공사감독자의 확인을 받아 시공하여야 한다.

(7) 모든 평면곡선부는 설계도서에 따라 편경사를 설치하여야 한다.

3.3.3 층따기

(1) 비탈면의 기울기가 1:4 보다 급한 기울기를 가진 지반 위에 흙쌓기를 하는 경우에는 원지반 표면에 층따기를 실시하여 흙쌓기부와 원지반의 밀착을 도모하고 지반의 변형과 활동을 방지하여야 한다.

(2) 기존도로의 확장을 위하여 기존도로에 접속시키는 흙쌓기를 하는 경우에도 층따기를 하여야 한다.

(3) 비탈면 위에 흙쌓기를 하는 경우에는 물이 흙쌓기부와 기초지반 사이를 침투하여 활동을 일으키는 것을 방지하기 위하여 배수층 또는 배수구를 설치하며, 기초지반에 용수가 있는 경우 또는 시공 중 용수는 없으나 우기에 용수발생이 예상되는 부위에는 원지반과 접한 흙쌓기 부분에 배수층을 설치하여야 한다.

(4) 층따기는 설계도서에 명기되어 있는 높이와 폭으로 하고 현지 지형에 맞게 공사감독자와 협의하여 조정할 수 있다.

3.3.4 습지, 연약지반의 처리

(1) 늪지대, 논, 기타의 습지에 쌓기 작업을 할 때에는 쌓기에 앞서 종횡으로 도랑을 파서

충분히 배수한 다음 규모, 시공의 난이 및 공법의 특징, 연약지반의 범위 등을 종합적으로 검토하여 쌓기하중을 충분히 지지할 수 없다고 판단될 경우에는 별도의 지반개량공법을 선정하여 설계변경승인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.3.5 횡방향의 흙쌓기・땅깎기 접속부(한쪽깎기・한쪽쌓기)

(1) 동일한 횡단면도 내에서 한쪽은 흙쌓기, 한쪽은 땅깎기를 하여야 할 경우에는 양측의 지내력 차이로 인하여 부등침하가 발생할 우려가 있으므로 횡방향의 접속부는 이 기준의 3.3.3에 의한 층따기를 실시하고, 흙쌓기 노체 마무리 면과 땅깎기부에 접하는 내 측으로 노상 마무리면까지 1 : 4 정도의 기울기로 완화구간을 설치하여야 한다.
(2) 접속부의 땅깎기부에서 용출수가 발생하는 경우에는 흙쌓기부의 접착이 불량하게 되기 쉬우므로 설계도서에 따라 배수층 또는 배수구를 설치하여야 한다.
(3) 경계구간의 접속부는 암버력 쌓기를 해서는 안 된다.

3.3.6 종방향의 흙쌓기・땅깎기 접속부(쌓기・깎기 경계부)

(1) 횡방향의 접속부와 마찬가지로 종방향의 접속부에는 부등침하가 발생하기 쉬우므로 땅깎기 끝부분에는 흙쌓기부 노상저면까지 땅깎기하여 완만한 기울기로 땅깎기부 노상저면에 접속시켜야 한다. 이때 접속 구간장은 설계도서에 따르며, 땅깎기부는 흙쌓기부의 노상과 같은 재료로 되메우고 규정된 다짐도로 균일하게 다져야 한다.
(2) 종방향의 접속부는 지표수, 침투수 등이 집중되기 쉽고 기초지반과 흙쌓기부 의 접착이 불량하게 되기 쉬우므로 설계도서에 따라 층따기를 하여야 한다.
(3) 종방향 접속부는 암버력 쌓기를 하여서는 안 된다.

3.3.7 쌓기의 시공

(1) 쌓기재료는 설계도서에 표시된 두께로 포설하여야 하며, 다음 층을 포설하기 전에 소정의 다짐을 하여야 한다.
(2) 점성토, 사질토와 같이 그 특성이 다른 재료가 각기 다른 공급원에서 도입될 때에는 교대로 층을 이루도록 포설하여야 한다. 다만, 공사감독자가 작업에 유리하다고 판단할 때에는 혼합해서 사용하도록 지시할 수 있다.
(3) 트럭이나 다른 운반장비의 하중을 지지할 수 없는 저습지 등 연약지반에 쌓기를 할 때에는 제1층은 운반장비의 하중을 지지할 수 있는 최소두께를 확보하여야 한다. 다만 제1층의 최대두께는 공사감독자와 협의하여 결정하여야 한다.
(4) 구조물에 충격 또는 손상을 줄 우려가 있는 쌓기에서는 높은 곳에서 토석을 투하하여서는 안 된다.

3.3.8 흙쌓기 비탈면

(1) 흙쌓기 비탈면을 시공할 때에는 경사도, 소단설치, 비탈면 보호공, 다짐방법, 배수처리 등을 검토하여야 한다.

(2) 비탈면의 안정상 취약한 지역에 높은 흙쌓기를 하는 경우에는 시공 중의 안전관리 및 준공 후의 유지관리를 위해 계측관리를 실시하여야 한다.
(3) 흙쌓기 비탈면의 안정을 도모하기 위해 공사감독자의 지시에 따라 필터층, 지하배 수공 등을 설치할 수 있다.
(4) 흙쌓기 비탈면의 안정성은 주변 시공실적, 재해사례 등의 조사를 포함하여 토질상태, 시공방법, 규모, 기초지반 상태 등을 고려하여 종합적으로 검토하여야 한다.
(5) 흙쌓기 비탈면의 지진에 대한 안정성은 비탈면의 활동파괴와 지반의 액상화에 의한 유동파괴에 대해 검토하여야한다.
(6) 쌓기비탈면 부근의 시공
① 쌓기비탈면 부근은 쌓기본체와 일체가 되도록 충분히 다지면서 시공하여야 한다.
② 쌓기비탈면을 부득이 암버력 등으로 쌓기 할 경우에는 원칙적으로 돌깔기를 하여야 한다.

3.3.9 흙쌓기부의 기초지반

(1) 토질조사 등을 실시하여 연약지반, 낭떠러지, 붕괴지역 등 흙쌓기의 안정에 영향을 미치는 요소의 유무를 확인하고 필요시 공사감독자의 지시에 따라 적절한 대책을 수립하여야 한다.
(2) 기초지반이 급경사를 이루는 경우에는 경사지반상의 흙쌓기 기준에 따라 조치하여야 한다.
(3) 기초지반내에 폐갱도 등의 공동이 있는 경우에는 관련기관과의 협의 및 공사감독자가 승인한 경험 있는 기술자의 검토를 거친 후 공사감독자의 지시에 따라 적절한 조치를 취하여야 한다.

3.3.10 경사지반상의 흙쌓기

(1) 기초지반의 표층에 고함수비의 연약층이 존재하거나 용수가 있는 경우에는 배수대책을 세운다.
(2) 경사지반상에 흙쌓기를 하는 경우에는 원지반 표면에 층따기를 실시하여 원 지반과 흙쌓기의 밀착을 도모하고 지반의 변형과 활동을 방지하여야 한다.
(3) 경사지반상에서는 암버력으로 흙쌓기하는 것은 공사감독자가 인정하는 경우에만 허용하여야 한다.
(4) 편절편성부에서는 기초지반과 흙쌓기의 접착 정도, 지지력의 차이, 지표수나 침투수, 불충분한 다짐성 등을 고려하여 부등침하가 일어나지 않도록 하여야 한다.
(5) 원지반 표면에 층따기할 때에는 공사감독자가 승인하는 각도, 배수방법, 횡단경사 등을 따른다.

3.3.11 펴깔기

(1) 흙쌓기 재료의 1층 다짐 완료 후의 두께는 표 3.3-1과 같이 시공될 수 있도록 펴 깔은

후 다짐을 하여야 한다. 1층 펴깔기 두께는 시험시공을 하여 결정한다.

표 3.3-1 다짐완료 후 1층 두께

구분	노체	노상	비고
다짐 후 1층 두께(㎜)	300	200	-

(2) 흙쌓기 작업에 사용하는 장비들은 공사착공 전에 공사감독자의 확인을 받은 후 사용하여야 한다.
(3) 흙쌓기 작업을 할 때에는 다짐이 용이하도록 흙을 평평하고 넓게 펴 고르기를 하여야 한다.
(4) 흙쌓기 작업을 할 때에는 1층에 종류가 다른 재료를 무계획적으로 펴 까는 일이 없도록 하여야 하며, 혼합재료를 펴 깔 때는 이 기준의 3.3.19에 따른다.

3.3.12 흙쌓기부의 배수

(1) 흙쌓기부에서는 지하수위가 상승하지 않도록 배수대책을 세워야 한다.
(2) 흙쌓기부의 지하수위 상승 방지대책은 기초지반에서의 용수와 강우 등에 의한 침투수를 모두 고려하여 결정하여야 한다.
(3) 지하수위 상승 가능성이 높은 경우에는 배수대책과 더불어 배수성이 양호한 흙쌓기 재료를 사용하여야 한다.
(4) 흙쌓기부의 배수대책은 지반조건, 기상조건 등을 충분히 조사하여 수립하여야 한다.
(5) 기초지반의 함수비가 큰 경우에는 준비배수를 실시하여 함수비를 저하시킨다.
(6) 원지반 내 투수층이나 용수부가 있는 경우에는 지하배수공이나 필터층을 설치하여야 한다.
(7) 필터층에 사용하는 재료는 기준에 적합한 것을 사용하여야 한다.

3.3.13 시공 중 배수

(1) 흙쌓기 작업 중 수급인은 항상 배수에 유의하여 표면에 물이 고이지 않도록 하여야 하며, 외부 표면수와 용출수가 흙쌓기 내부로 유입되지 않도록 배수처리를 하여야 한다.
(2) 일일 작업을 종료할 때 또는 작업을 중단하는 경우에는 흙쌓기 다짐면을 4% 이상의 횡단 기울기로 평평하게 마무리하고 다짐을 하여 지표수가 고이지 않고 배수가 잘되도록 하여야 한다.
(3) 비가 멎은 후 즉시 작업을 개시할 필요가 있을 때에는 비가 오기 전에 미리 폴리에틸렌 등의 방수성 재료로 시공면을 덮어서 빗물의 침투를 막아야 한다.
(4) 땅깎기부의 용수 또는 강우에 의한 표면수는 흙쌓기부 비탈면을 세굴 또는 붕괴시킬 우려가 있으므로 흙쌓기부 가장자리에 가배수시설을 설치하고, 외부로 유출시키기에 적당한 장소 또는 설계도서에 명시된 흙쌓기부 도수로 설치지점에 가마니 또는 마대, 비닐 등으로 임시 도수로를 만들어 유출시켜야 한다.

3.3.14 높은 흙쌓기

(1) 높은 흙쌓기의 기준은 15 m 또는 공사감독자가 정하는 높이로 하여야 한다.
(2) 높은 흙쌓기할 때에는 기초지반의 침하, 흙쌓기 비탈면의 안정성, 재료의 선정, 배수대책의 결정 등에 주의를 기울여야 한다.
(3) 높은 흙쌓기의 구조는 시공실적, 지형, 지질, 용수상태, 기초지반의 지지력과 형상, 성토재(쌓기재료), 유사시 복구난이도 등을 고려하여 정하여야 한다.
(4) 높은 흙쌓기 비탈면 안정성을 검토하여야 하며 그 결과에 따라 대책을 수립하여야 한다.
(5) 높은 흙쌓기 할 경우에는 재료의 상태, 지하수위 등의 변화를 관측할 수 있는 체제를 갖춘다.
(6) 높은 흙쌓기 비탈면은 필요에 따라 KCS 11 70 00을 적용하여야 한다.

3.3.15 공사용 장비의 통행

(1) 운반장비나 포설장비는 흙쌓기 상부면의 전 면적에 걸쳐 고르게 통행하도록 하여 이로 인한 다짐효과를 얻을 수 있도록 하여야 한다.

3.3.16 구조물 주변 흙쌓기

(1) 구조물 교대의 뒷면, 통로·수로박스의 양 측면 등은 KCS 11 20 15, KCS 11 20 25에 따라 시공하여야 한다.

3.3.17 암쌓기

(1) 암을 굴착할 때에는 전체 발생암에서 부순골재의 유용부분을 고려하고, 남은 잔량을 암쌓기로 활용할 수 있다.
(2) 암쌓기는 노체 완성면 600 ㎜ 이하에 적용될 수 있으며, 암 덩어리의 최대치수는 600 ㎜를 초과할 수 없다.
(3) 암쌓기를 할 때에는 간극을 메울 수 있는 적합한 재료를 선정하여 포설 후 다짐을 하여야 한다.
(4) 다른 재료로 시공된 부분 위에 암쌓기를 하고자 할 경우에는 기 시공된 표면의 중심에서 외측으로 1 : 12 정도의 경사를 형성하도록 하여 다짐을 하고 배수가 원활히 되도록 하여야 한다.
(5) 암쌓기 1층 다짐 완료 후의 두께는 600 ㎜ 이하로 한다.
(6) 전부 암으로만 시공하는 흙쌓기부는 큰 입경의 암편이 고르게 분산되도록 하고, 대·소 입경의 암이 고르게 섞여 간극이 충분히 메워질 수 있도록 하여야 한다.
(7) 암버력에 의한 흙쌓기 경우에는 석축 쌓는 부분을 제외하고 흙쌓기 비탈면에 암버력이 노출되지 않도록 양질의 토사를 1 m 이상 덮어 식생이 가능하도록 조치하여야 하며, 비탈면 다짐을 실시하여야 한다.
(8) 말뚝박기를 할 지점이나 한쪽깎기·한쪽쌓기부, 깎기·쌓기 경계부, 향후 건축물 설치부는 암쌓기를 하여서는 안 된다.

(9) 암거, 종·횡배수관 및 구조물 상부 600 ㎜ 내에서는 암쌓기를 하여서는 안 된다.
(10) 노체 마무리 면까지 암쌓기를 할 때 가드레일의 설치부는 지주매입을 고려하여 노체 면 최종 검측을 철저히 한다.
(11) 암쌓기를 할 때에는 암쌓기 재료를 고르게 포설한 후 규격 이상의 암괴는 규정에 맞게 파쇄하고, 다짐효과 및 암파쇄 효과를 증진시키기 위하여 대형 진동다짐장비를 이용하여 다짐한다.
(12) 암쌓기 작업을 할 때 다짐에 대한 검사는 KS F 2310(평판재하시험)에 의하여 지지력계수(K30)가 침하량 1.25 ㎜일 때 196.1 MN/㎥ 이상으로 관리하여야 하고, 평판재하시험에 사용되는 재하판 규격의 선택은 현장 흙쌓기 재료의 최대치수 이상의 지름을 갖는 규격으로 사용하고, 지지력 계수값은 재하판 300 ㎜ 표준치에 대한 환산치로 관리한다.
(13) 암쌓기 재료는 공사감독자의 승인을 받아 연속적으로 평평하게 깔아야 하고, 재료의 입도분포를 최대한 잘 되도록 하며, 재료분리(segregation)를 최소화 한다.

3.3.18 동결토

(1) 재료가 동결하였거나 이미 시공한 면이 동결되었을 경우에는 동결된 부분을 제거 한 후 흙쌓기 작업을 시행하고, 이미 시공한 면이 눈으로 덮혀 있을 경우에는 눈이 녹아 없어지기 전에 흙쌓기 작업을 시행하여서는 안 된다.

3.3.19 혼합재료

(1) 점토, 백토, 모래와 같이 그 특성이 다른 재료를 각기 다른 공급원에서 반입할 경우에는 도로 전폭에 걸쳐 교대로 층을 이루도록 포설하여야 한다. 다만, 공사감독자가 작업에 유리하다고 판단할 경우에는 혼합해서 사용하도록 지시할 수 있다.

3.3.20 흙쌓기부의 안정성

(1) 수급인은 흙쌓기 한 모든 부분의 안정성에 관한 책임을 진다. 천재지변 에 의한 경우를 제외하고 기타의 사유로 기인한 파손이나 변형된 부분은 수급인의 부담으로 이를 복구하여야 한다.
(2) 수급인은 흙쌓기에 부적합한 재료를 포설했을 때에는 수급인의 부담으로 제거하고 적합한 재료로 다시 포설하여야 한다.

3.3.21 흙쌓기(노상)부의 보호

(1) 흙쌓기 완료 후 공사감독자의 검측·승인을 받은 노상부는 파손되지 않도록 보호하고, 항상 양호한 상태를 유지하여야 한다. 다만, 특별한 사유로 인하여 공사감독자의 승인을 받은 경우에는 완성된 노상면에 장비 또는 재료를 적치하거나 저장할 수 있다.
(2) 완성 노상면의 보호 의무를 소홀히 하여 파손된 경우에는 수급인 부담으로 파손 또는 변형부위를 복구하여야 한다.

3.3.22 다짐의 범위

(1) 흙쌓기 공사를 할 경우 다짐의 범위는 차도부, 길어깨 및 비탈면이 포함되며, 이 기준의 3.3.23에 의한 다짐도에 도달할 때까지 고르게 다져야 한다.

(2) 땅깎기부의 노상, 횡방향 흙쌓기·땅깎기의 접속부(한쪽쌓기·한쪽깎기부)와 종방향 흙쌓기·땅깎기의 접속부(깎기·쌓기경계부) 등도 3.3.23에 의한 다짐도에 도달할 때까지 고르게 다져야 한다.

3.3.23 다짐의 기준

(1) 노체

① 흙쌓기 노체부의 1층 다짐 완료후의 두께는 300 ㎜ 이하이어야 하며, 각 층마다 KS F 2312의 A 또는 B방법에 의하여 정하여진 최대건조밀도의 90% 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다져야 한다. 평판재하시험을 실시한 경우에는 표 3.3-2에 따른다.

(2) 노상

① 흙쌓기 노상부의 1층 다짐 완료후의 두께는 200 ㎜ 이하이어야 하며, 각 층마다 KS F 2312의 C, D 또는 E 방법에 의하여 정하여진 최대건조밀도의 95% 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다져야 한다. 평판재하시험을 실시한 경우에는 표 3.3-2에 따른다.

표 3.3-2 다짐의 판정기준

구분			노체		노상	비고
			암쌓기	일반쌓기		
1층 다짐 완료후의 두께 (㎜)			600	300	200	
다짐도 (%)			-	90 이상	95 이상	KS F 2311 KS F 2312 ASSHTO. T 224-86
다짐방법			-	A, B	C, D, E	KS F 2312
평판재하시험	아스팔트포장	침하량 (㎜)	1.25	2.5	2.5	KS F 2310
		지지력 계수 {K30 : MN/㎥ (kgf/㎤)}	196.1(20)	147.1(15)	196.1(20)	
	시멘트포장	침하량 (㎜)	1.25	1.25	1.25	KS F 2310
		지지력 계수 {K30 : MN/㎥ (kgf/㎤)}	196.1(20)	98.1(10)	147.1(15)	

3.3.24 다짐시공

(1) 시공함수비

① 기준밀도로 관리하는 흙의 다짐에는 다짐시험에서 구한 함수비 관리범위 내에서 실시한다.

② 쌓기재료가 고함수비의 점성토인 경우에는 시공 중 수시로 흙을 건조시켜 함수비의 저하를 도모하여야 한다.

(2) 흙쌓기 비탈면 다짐

흙쌓기 비탈면 표층부의 시공은 흙쌓기 본체와 동시에 대형다짐기계를 사용하여 다음과 같이 균일하게 다짐하여야 한다.

① 인력과 소형 기계에 의한 비탈면을 다짐하는 경우 흙쌓기 본체를 구성한 후 비탈면에 흙을 보충하면서 진동 램머, 진동 평판, 진동 롤러 등의 소형 다짐기계를 사용하여 다짐을 실시하여야 한다.

② 흙쌓기 용지 폭이 여유가 있는 경우, 부체도로가 있는 경우 등은 흙쌓기 폭보다 넓게 완성하고 후에 굴착·정형하는 방법으로 시공 할 수 있으며 흙 쌓기 폭 보다 여유 있게 흙을 쌓아 다짐이 불충분한 흙쌓기 단부를 정형하여 시공한다.

(3) 암성토의 비탈면 마무리

① 암성토 비탈면 마무리는 암석이 비탈면으로부터 굴러 떨어지지 않도록 암석을 안정된 위치로 이동시키고 충분히 두드려 마무리 하여야 한다.

3.3.25 다짐 중 구조물의 보호

(1) 구조물 주변의 쌓기는 구조물에 손상을 주지 않고 편압을 주지 않도록 충분히 다져가며 쌓아야 한다.

(2) 편측 흙쌓기를 하는 구조물인 경우에는 구조물에 과도한 압력이 가해지지 않도록 하여야 한다.

(3) 양측 흙쌓기를 하는 암거형 구조물인 경우에는 양측의 흙쌓기 높이가 동일하게 유지되도록 하여야 한다.

(4) 구조물에 인접한 부분을 다짐할 때에는 구조물에 손상이 가지 않도록 하여야 하며, 공사감독자의 확인을 받은 소형 다짐장비로 다짐을 하여야 한다.

(5) 쌓기 각층은 전체적으로 균등한 지지력을 갖도록 다져야 하며, 너비가 협소하여 전압기를 사용할 수 없는 경우에는 램머(rammer), 콤팩터(compacter) 등의 다짐기계를 사용하여 다짐을 하여야 한다.

3.3.26 쌓기의 마무리

(1) 쌓기공사의 모든 표면은 설계도서에 표시되어 있거나 공사감독자가 지시하는 선과 경사에 일치하도록 말끔히 정돈되어야 하며, 시공기면 아래에 있는 재료를 이완시키지 않도록 하여야 한다. 또한, 비탈면의 비탈어깨나 비탈끝 양쪽은 라운딩으로 처리하여야 한다.

(2) 발파로 인하여 금이 간 상태에서 그대로 모암에 붙어있는 암조각은 완전히 제거하여 완성된 표면이나 측구의 손상방지 및 기능저하를 막아야 한다.
(3) 건물 주변녹지 또는 일반녹지 부위는 도로 또는 배수로 쪽으로 1~2%의 경사를 두어 강우 후 물고임을 방지하여야 한다.
(4) 완성된 구간은 말끔히 정리하여 공사감독자가 검측할 수 있는 상태로 유지하고 검사를 받아야 한다.

3.3.27 노상면 준비

(1) 수급인은 설계도서에 따른 노상면의 높이와 폭 등이 횡단면에 일치 하도록 하고, 각 마무리 층의 다짐도가 품질기준에 적합하도록 시공한 후 공사감독자의 검사를 받아야 한다.
(2) 노상면은 도로 완성면과 평형을 이루어야 하며, 노상면의 어떤 점을 선택해서 측정하더라도 계획고와 30 ㎜ 이상 차이가 있어서는 안 되고, 3 m의 직선자로 검사하였을 때 10 ㎜ 이상의 요철이 있어서도 안 된다.
(3) 노상 마무리 면에 대한 최종 점검 후 보조기층 재료를 깔기 전에 우천 등으로 노면 손상이 있는 경우와 동절기를 경과한 경우 또는 3개월 이상 방치한 경우에는 노상면 마무리 다짐 및 점검을 재 실시하여야 한다.
(4) 노상면에 맹암거를 설치하여야 하는 경우 수급인은 노상 마무리면 검사를 받을 때 공사감독자에게 시공 완료된 노상면과 동일한 검사를 받아야 한다.

3.3.28 프루프 롤링(proof rolling)

(1) 수급인은 노상 최종 마무리면의 표면 전체에 대하여 공사감독자의 확인을 위한 타이어 롤러 또는 하중을 만재한 15 t 덤프트럭으로 프루프 롤링을 실시하여야 한다.
(2) 프루프 롤링에 사용되는 타이어 롤러의 복륜하중은 5 t 이상, 타이어 접지압은 0.55 MPa 이상이어야 한다.
(3) 프루프 롤링에 의한 변형량을 측정하고자 할 경우에는 벤켈만 빔(Benkel man beam)에 의한 변형량 시험방법을 이용한다.
(4) 프루프 롤링 결과 노상면의 변형 량은 5 ㎜ 이상 발생하여서는 안 된다.
(5) 수급인은 타이어 롤러 또는 덤프트럭을 주행시켜 육안으로 노상면의 변형이 확인되는 곳을 표시하여 다짐이 부족한 부위에는 재다짐을 실시하고, 함수비가 높은 부위에는 함수량을 조절한 후에 재다짐을 실시하며, 재료가 불량한 부위에는 양질의 재료로 치환하여 재시공을 하여야 한다.

3.3.29 비탈면 면고르기

(1) 흙쌓기부, 땅깎기부, 진입도로, 측구, 수로, 토취장, 사토장 등의 모든 비탈면은 설계도서에 따라 선형이나 경사에 일치하도록 마무리하여야 한다.
(2) 비탈면에 떼를 심거나 수목식재를 할 경우에는 최대치수가 60 ㎜ 이상의 돌덩어리 및 기타 폐기물을 제거하여야 한다.

3.3.30 완성면의 보호

(1) 토공부에 연하여 설치된 각종 배수시설은 효과적인 배수가 가능하도록 하며, 항상 그 기능이 유지되도록 하여야 한다.
(2) 완성된 노상면에 자재를 적치해서는 안 되며, 돌 부스러기나 이물질은 깨끗이 청소하여야 한다.
(3) 검사가 완료된 노상 마무리면에 공사감독자의 확인을 받아 자재를 적치한 경우에 는 자재제거 후 재 검측을 받아야 하며, 자재적치가 필요한 부분의 최종 마무리면의 검측은 가급적 자재를 완전 제거한 후에 실시하여야 한다.
(4) 노상면이 기후조건으로 불안정할 경우에는 차량이나 장비의 운행을 금지하여야 한다.

3.4 시공허용오차

(1) 마무리된 표면은 명시된 표고에서 ±12 ㎜ 이내로 시공하여야 한다.
(2) 둑의 비탈면은 명시된 비탈선에서 ±150 ㎜ 이내로 완성하여야 하며, 노반 또는 노상을 침범해서는 안 된다.
(3) 쌓기 재료의 함수량은 포설하는 동안에 공사감독자가 승인한 함수량에서 ±2% 내로 유지하여야 한다.
(4) 비탈면의 경우 시공허용오차는 시공기면 ±30 ㎜를 기준으로 한다.
(5) 쌓기의 각 층은 다짐이 끝나면 재료의 품질 및 다짐도가 기준에 적합하게 시공 되었는지 공사감독자의 검사를 받은 후 다음 층을 포설하여야 한다.
(6) 현장밀도 시험결과 적정한 밀도를 얻지 못한 경우에는 그 층을 재다짐하여 소요 밀도를 얻을 때까지 반복하여야 한다.

3.5 현장 품질관리

3.5.1 품질관리

(1) KCS 10 10 15에 명시된 요건에 따라 적절한 품질관리계획을 수립하고 기초와 바닥면의 다듬기 및 쌓기 재료의 포설과 다지기는 수급인이 고용하고, 공사감독자가 승인한 토질 및 기초기술자의 감독하에 실시하여야 한다.

3.5.2 시험시공

(1) 수급인은 다짐작업에 앞서 쌓기 재료별로 사용할 다짐장비, 다짐방법, 시공 관리체계 등에 대한 시험시공계획서를 제출하고 공사감독자의 입회하에 다짐시험을 하여야 한다.
(2) 다짐작업의 시험시공은 도로나 철도 둥의 쌓기구간에서 실시하여야 하며, 규모는 400 ㎥을 표준으로 하며 쌓기공사의 양에 따라 공사감독자의 승인을 받은 후 이를 조정할 수 있다.
(3) 시험시공 당시와 현장토질이 현저하게 차이가 난다고 판단할 경우에는 재시험 시공을 추가로 실시할 수 있다.

(4) 수급인은 시험시공을 통해 흙펴고르기 두께, 다짐함수비 범위, 다짐장비별 다짐횟수 및 다짐시공 관리체계 등을 결정하여 공사감독자의 확인을 받아야 하며, 현장의 다짐 시공관리는 그 결과에 따른다.

3.5.3 다짐도 검사

(1) 수급인은 흙쌓기의 각 단계마다 재료의 품질 및 다짐도를 이 기준의 3.3.23에 적합하게 시공되었는지 공사감독자의 확인을 받은 후 다음단계의 작업을 수행하여야 한다.

(2) 흙쌓기를 할 때 충격다짐을 하여 정확한 함수비-밀도 곡선과 최대건조밀도를 구할 수 없거나, 점성이 없고 배수가 잘 되는 흙의 밀도를 결정하기 위해서는 KS F 2345에 따르며, 이때에도 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

(3) 현장다짐도 및 함수량 시험 시 방사성 동위원소를 사용한 측정 장비(RI)를 사용할 수 있다. 이 때에는 현장에서 측정한 비교시험 데이터(data)와 함께 원자력법 및 방사선 피폭관리 업무규정에 적합한 인원 및 시설에 관련하여 적법하게 처리한 서류를 공사감독자에게 제출하여 확인을 받은 후 사용하여야 한다.

(4) 현장 여건상 표 3.3-2의 방법에 의한 다짐도 확인이 어려운 경우 노상의 다짐도 검사를 위하여 동적콘관입시험(DCPT: Dynamic Cone Penetration Test) 또는 소형충격재하시험(LFWD: Light Falling Weight Deflectometer)을 실시할 수 있다. 이 경우 시험방법 및 판정기준 은 도로포장통합지침(국토교통부)을 참조한다.

(5) 다짐도 시험에 필요한 함수량 시험방법은 KS F 2306에 따르며, 급속함수량 시험, 적외선 수분계 또는 방사성 동위원소를 사용한 측정 장비(RI)를 사용할 경우에는 각 시험방법에 따른 보정 값에 대하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
양구승	㈜다산이엔지	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 20 20 : 2016

흙쌓기(성토)

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 20 25 : 2016

되메우기 및 뒤채움

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서와 토목공사 표준일반시방서를 중심으로, 건축공사 표준시방서, 하수관거공사 표준시방서, 건축전기설비공사 표준시방서, 공동구 표준시방서, 도시철도(지하철)공사 표준시방서의 되메우기 및 뒤채움 등에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 20 25 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 20 25 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 대한토목학회	작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 바닥돋기 재료 ····· 1
2.1.2 되메우기용 재료 ····· 2
2.1.3 뒤채움 재료 ····· 2
2.1.4 부대품 ····· 2
2.1.5 뒤채움용 재료 ····· 2
3. 시공 ····· 3
3.1 시공조건 확인 ····· 3
3.1.1 뒤채움 시 확인사항 ····· 3
3.2 작업준비 ····· 3
3.2.1 뒤채움 시 바닥면 준비 ····· 3
3.2.2 측점말뚝 및 시공기면 ····· 4
3.2.3 지중설비 처리 ····· 4
3.2.4 지중시설물의 철거 ····· 5
3.3 시공기준 ····· 5
3.3.1 되메우기 주요사항 ····· 5
3.3.2 되메우기, 성토 및 땅고르기 ····· 5
3.3.3 뒤채움 시공기준 ····· 7
3.4 현장 품질관리 ····· 8
3.4.1 품질관리 ····· 8
3.4.2 수급인의 자체검사 및 시험 ····· 8
3.4.3 공사감독자의 검사 ····· 8

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 지하철 터널, 지하구조물, 설비시설과 관련구조물 등의 시공을 위한 되메우기 공사와 구조물의 주위 및 현장구조물에 대하여 명시된 표고까지의 뒤채우기, 바닥 슬래브나 포장 아래의 메우기 및 조경구역의 기면까지 메우기 공사에 적용한다.

(2) 되메우기 및 뒤채움은 기존 포장과 관련시설을 땅파기 전의 상태로 복구하는 것을 포함하여야 한다. 아스팔트 콘크리트 포장, 시멘트 콘크리트 포장 및 연석, 측구, 보도 등은 관련시방서의 요건에 따라 시공하여야 한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 10 30 05 시공측량
- KCS 10 10 15 품질관리
- KCS 11 20 20 흙쌓기(성토)
- KCS 14 20 00 콘크리트 공사
- KCS 14 20 10 일반 콘크리트
- KCS 44 50 05 동상방지층, 보조기층 및 기층공사
- KS F 2306 흙의 함수비 시험방법
- KS F 2311 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험방법

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 바닥돋기 재료

(1) 파낸 도랑에 설치되는 설비배관의 바닥돋기에 사용되는 모래는 깨끗하고 입도가 고른 세척한 모래라야 하며, 5 ㎜보다 가늘어야 한다. 더 가는 모래라도 깨끗하고 해로운 성분이 없다면, 공사감독자자의 승인을 받아 사용할 수 있다. 단 콘크리트관, 토관 및 주철관의 바닥돋기에는 모래만을 사용하여야 한다.

(2) 바닥돋기에 사용되는 자갈은 깨끗하고, 입도가 고르고, 물로 씻은 것이라야 하며, 추가로 배수가 필요한 도랑에 사용하거나 관의 상반부(관의 중심선 위) 위의 되메우기

에 사용할 수 있다.

2.1.2 되메우기용 재료

(1) 되메우기 재료는 구조물의 기초를 시공하기 위하여 터파기한 재료 또는 땅깎기의 재료를 말하며 KCS 11 20 20에 적합하여야 한다.
(2) 되메우기 재료는 압축성이 적고 물의 침투에 의해 강도가 저하되지 않아야 하며, 다지기 쉽고 동상의 영향을 받지 않는 재료를 사용하여야 한다.
(3) 구조물과 포장층 아래의 파낸 구덩이와 도랑에 대한 되메우기는 명시된 구조물 쌓기로 하여야 하고, 보통쌓기는 넓은 구역과 조경구역의 땅파기와 도랑의 되메우기에만 허용된다.
(4) 시멘트 슬러리 되메우기에는 포틀랜드 시멘트, 깨끗하고 입도가 고른 골재 및 물을 혼합한 액상 혼합물을 사용하여야 한다.

2.1.3 뒤채움 재료

(1) 뒤채움은 보통쌓기 재료, 구조물쌓기 재료를 이용하며, KCS 11 20 20 (2.1.2)에 적합하여야 한다.
(2) 콘크리트 재료는 이 기준에 명시된 일축강도로 KCS 14 20 10의 해당요건에 합치하는 버림콘크리트 및 구조물콘크리트를 사용하여야 한다.

2.1.4 부대품

(1) 지반용섬유: 부식성이 없는 부직포
(2) 분리막: 두께 0.25 ㎜의 폴리에틸렌 막재

2.1.5 뒤채움용 재료

(1) 뒤채움 재료는 압축성이 적고 물의 침입에 의하여 강도가 저하되지 않아야 하며, 다지기 쉽고 동상의 영향을 받지 않는 재료를 선별하여 사용하여야 한다.
(2) 도로공사 시 뒤채움 시공에 사용하는 재료는 표 2.1-1의 품질기준을 만족하여야 한다.

표 2.1-1 뒤채움용 재료의 품질기준

구분	선택층재료	양질의 토사	비고
	피토고[1)] (3.5m 미만)	피토고 (3.5m 이상)	
최대치수 (㎜)	KCS 44 50 05 표 2.2-1, 표 2.2-2 보조기층재료와 동등한 기준의 재료	100 이하	
5 ㎜ 통과량		25 ~ 100	
0.08 ㎜ 통과량		15 이하	노상기준: 25 % 이하
소성지수 (PI)		10 이하	
수정 CBR (%)		10 이상	

주 1) 피토고 산정기준은 암거 중심선의 상단에서 길어깨부를 제외한 도로 유효폭원까지의 최소높이를 말한다.

(3) 뒤채움 재료로 상기 재료와 동등이상의 품질을 갖는 다른 대체 재료도 사용할 수 있으며, 이 경우 별도의 검토를 거쳐 공사감독자의 승인을 얻어야 한다.

(4) 뒤채움 대체 재료의 사용부위는 암거 상부의 피토고가 높아서 공용 중 차량 등에 의한 충격하중의 영향이 적고, 암거가 설치되는 지반의 조건이 양호하여 필요한 지지력을 확보할 수 있는 곳 등에 사용하여야 한다. 우수나 지하수의 유입이 예상되는 경우에는 뒤채움 시공 전에 맹암거 설치 등으로 유수의 유입을 방지하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 뒤채움 시 확인사항

(1) 지하배수, 방습 또는 방수설치가 검수되었는지 확인하여야 한다.

(2) 지하탱크류가 뒤채우기 후에 손상되지 않도록 정착되었는지 확인하여야 한다.

(3) 비지지벽이 뒤채우기에 의해 부과되는 하중을 지탱할 구조적인 내력이 있는지 확인하여야 한다.

3.2 작업준비

3.2.1 뒤채움 시 바닥면 준비

(1) 본바닥은 후속뒤채우기 재료에 요구되는 밀도로 다져야 한다.

(2) 제자리에서 다져질 수 없는 본바닥의 연약 부분은 깎아내고, 뒤채우기 재료와 같은 쌓기 재료로 뒤채우기를 하고, 쌓기 재료에 요구되는 밀도 이상으로 다져야 한다.

(3) 연약 부분을 찾아내기 위해서는 본바닥을 100 ㎜ 깊이로 긁어서 시험 다지기를 하여야 하며, 연약 부분은 메우고 쌓기 재료에 요구되는 밀도 이상으로 다져야 한다.

3.2.2 측점말뚝 및 시공기면

(1) 공사위치 설정을 위해서 KCS 10 30 05에 명시된 요건에 따라 필요한 표시인 수준점, 측점말뚝을 설치하여야 한다.

(2) 수량검측을 위한 측량은 KCS 10 30 05에 명시된 요건에 따라 공사감독자의 입회하에 실시하여야 하며, 다음을 포함하여야 한다.

① 원지반면에 대한 초기측량

② 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되었을 때 최종측량

③ 땅파기가 수량검측을 위해 암따기로 분류되었을 때 공사감독자가 암반면에 도달되었다고 판정한 암반면에 대한 측량

(3) 침하표지 막대기 및 기타표식은 공사감독자가 결정하는 위치와 표고에 설치하여야 한다.

① 침하표지 기준막대기는 도면에 나타낸 요건에 맞는 재료와 치수를 갖추어야 한다. 막대기와 가로대는 흰색으로 칠을 하고, 각 기준점 막대기 위의 수평대는 흙이동을 측정할 수 있도록 검은 색의 자눈금을 그려야 한다.

② 막대기는 바닥면에 미리 뚫은 구멍에 수직하게 삽입하고, 버림 콘크리트 혼합물로 되메우기해서 단단히 설치하여야 한다. 막대기는 도면에 나타내었거나 공사감독자가 지시하는 위치에 설치하여야 하며, 직선 또는 직선선분으로 설치하여야 한다. 직선선분은 3개 이상의 수직막대기로 직선이 되게 배열하고, 흙이동을 탐지하는 육안참조평면에 맞추어 수평가로대를 두어야 한다. 가로대는 일정한 표고에 둘 필요는 없지만 일정한 투시평면에 따라 배열하여야 하며, 인접하거나 교차하는 직선선분은 공통된 막대기를 가질 수 있다.

③ 둑쌓기의 비탈면이나 소단위에 위치한 경우가 아니면, 기준점 막대기는 인접한 둑쌓기의 시공전에 설치하여야 한다. 그러나 공사감독자의 승인을 받아 높이가 1.5 m 미만인 둑쌓기는 막대기 부근에서 운전하는 장비로 교란되는 것을 방지하기 위해 필요하다면 막대기 설치 전에 할 수 있다.

④ 시공자는 막대기가 손상되지 않게 유지하고 보호할 책임이 있으며, 이동이 탐지된 경우에는 공사감독자에게 통지하여야 한다. 시공자의 부주의한 사고로 손상되거나 잘못 배열된 막대기는 시공자의 부담으로 공사감독자의 지시에 따라 재설치하거나 재배열하여야 한다.

⑤ 둑쌓기 기준점 막대기가 이동된 것이 탐지되면 공사감독자는 시정조치가 이행될 때까지 시공을 중지시켜야 한다.

3.2.3 지중설비 처리

(1) 땅파기를 실시하기 전에 모든 기존 지중설비의 위치와 깊이(바닥표고)를 현장에서 확인하고, 설비위치에서 1.0 m 내에서는 인력으로 땅파기를 하여야 한다.

(2) 땅파기를 진행하면서 발견된 버려진 하수도, 배관 및 기타 설비는 제거하고, 단부는 봉합하여야 한다.

(3) 계약도면에 명시되지 않은 사용 중인 설비가 발견되면 즉시 공사감독자와 설비관리자

에게 보고하여야 한다.

3.2.4 지중시설물의 철거

(1) 지중의 시설물과 장애물은 도면에 명시된 범위 내에서 철거하여야 한다.
(2) 땅파기 중에 공사와 간섭되는 지중시설물이 발견되고, 그것이 도면에 명시되어 있지 않는 것이라면 시정할 수 있도록 즉시 공사감독자에게 통지하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 되메우기 주요사항

(1) 도로의 되메우기 공사 전에 시공계획과 도로복구에 관한 제시험의 성과표를 제출하여야 한다.
(2) 되메우기 재료는 모래 또는 양질의 저압축성 토사를 사용하며 발파석이 혼합되어 있는 경우에는 최대 직경이 100 ㎜ 이내이어야 한다.
(3) 구조물 외면과 흙막이판 사이에는 모래 또는 양질의 토사로서 되메우기 하여야 한다.
(4) 구조물 방수공 및 방수보호공이 완료되면 즉시 되메우기 작업을 시행하여야 한다.
(5) 되메우기 작업은 공사감독자자가 지표면의 침하가 우려된다고 판단되는 경우 시험성토를 시행한 후 그 결과에 따라 시행하여야 한다.

3.3.2 되메우기, 성토 및 땅고르기

(1) 지하구체공사 종료 후 되메움 시기는 흙의 반입방법, 다짐방법, 콘크리트강도 등을 고려하여 구조물에 손상이 없도록 결정한다.
(2) 되메우기에 앞서 구조체에 붙어 있는 거푸집 등은 완전히 제거한다.
(3) 되메우기 흙의 재료는 이 기준에 따른다. 이 기준에 그 내용이 없는 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 사질토 또는 굴착된 흙 중에 체가름하여 잡석이나 다짐에 방해되는 이물질을 제거한 흙을 사용한다.
(4) 되메우기 재료는 모래, 석분 또는 양질의 토사를 사용하고 발파석인 경우 최대 입경이 100 ㎜ 이하로 한다.
(5) 터파기한 재료가 되메우기재로서 적합하다고 판단되면 승인을 얻은 후 선별, 사용토록 한다.
(6) 구조물 외측부의 되메우기 시공 시에는 방수층이 손상되지 않도록 양질의 토사로 되메우기 하되, 층상마다 잘 다지도록 하며 만약 다지기가 곤란할 때에는 모래를 충전하고 물다지기를 하여야 한다.
(7) 모래로 되메우기 할 경우 충분한 물다짐을 실시하고, 일반 흙으로 되메우기 할 경우에는 두께 약 300 ㎜마다 이 기준의 다짐밀도 규정 또는 공사시방서에서 요구하는 다짐밀도로 다진다.
(8) 구조물 상단 1 m와 측벽되메우기는 승인된 재료를 사용하고 다짐장비(plate compactor

or baby roller)를 사용하여 박층식 다짐을 실시하고 다짐밀도 95% 이상을 확보토록 한다. 다짐두께는 사용재료와 다짐장비에 따라 현장시험에서 결정한다.

(9) 기계 되메우기 및 다짐을 시행할 경우에는 적당한 두께로 포설한 후 진동롤러로 다짐하여 다짐밀도 95% 이상을 확보토록 한다 다짐두께는 사용재료와 다짐장비에 따라 현장시험에서 결정한다.

(10) 연약지반 위에 성토를 할 경우에는 지반공학 전문가의 자문에 따라 적절한 지반개량 공법을 선택하여 지반개량을 실시한 후 성토를 한다.

(11) 바닥 콘크리트 밑의 되메우기 재료 및 다짐방법은 공사시방서에 따른다.

(12) 성토의 재료는 공사시방서에 따른다. 공사시방서에 그 내용이 없는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 잡석이나 다짐에 방해되는 이물질을 제거한 흙을 사용한다.

(13) 땅고르기 면은 평탄하게 고르면서 청결하고 보행에 견딜 정도로 다진다.

(14) 구조물 상부의 되메우기는 측부의 되메우기가 완료된 후 균등하게 펴서 깔고 전압기로 다져야 한다. 만약 전압이 곤란한 부분에는 물다지기 등 다른 공법을 공사감독자의 확인을 받은 후 시행한다.

(15) 구조물 상부의 버팀보 해체는 주변의 흙이 변동되지 않도록 하며 되메우기, 전압, 해체 등의 시기와 방법에 대해서는 사전에 계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(16) 매설물, 비계, 동바리 부근은 그것에 편압, 충격 등을 주지 않도록 양질의 토사로 시공하여야 한다.

(17) 매설물 상부의 되메우기는 매설물에 손상을 주지 않도록 운반차로부터 직접 투입해서는 안된다.

(18) 구조물 상부 되메우기에는 방수층이 토사로 유출되거나 또는 손상이 되지 않도록 구조물 1 m까지 인력으로 시공하여야 한다.

(19) 되메우기의 시공 시 구조물의 안전도를 고려하여 시험 성토 후 전압기의 종류, 중량, 시공과정 등의 전압시공방법을 택하여야 한다.

(20) 측벽 되메우기는 토류벽과 구조물 외벽이 85 ㎝ 이하의 협소한 장소에서는 다짐작업이 불완전하므로 모래 또는 석분으로 채운 후 물다짐으로 침하가 발생치 않도록 하여야 한다.

(21) 지장물 주변 다짐 재료에 대하여 관리 주체의 별도 지시가 없을 경우에는 지장물 주변에 모래채움을 원칙으로 한다.

(22) 상부에 구조물이 설치될 개소의 되메우기는 설계도에 표기된 대로 채움 콘크리트로 충분히 되메우기하여야 한다.

(23) 채움 콘크리트는 지하수로 인하여 유실되지 않도록 하여야 한다.

(24) 잡석, 호박돌 다지기

① 틈막이 및 면고르기는 틈막이 자갈(쇄석을 포함)로 한다.

② 잡석과 호박돌을 한 켜로 깔되 큰 틈이 없도록 세워서 틈막이 자갈을 충전한 후 램머 및 소일콤팩터 등으로 밑면이 흐트러지지 않을 정도로 다진다.

(25) 자갈 다지기
① 자갈의 크기는 45 ㎜ 이내의 자갈 또는 부순 돌로 한다.
② 부순 돌은 풀이나 초목뿌리, 목재, 기타 유기물질을 포함하지 않고 흙 및 점토 5% 이하, 모래 30% 정도, 자갈의 입도 2 ㎜ 이상 50 ㎜ 이하의 것이 적당히 혼합된 것으로 한다.
③ 바닥 면에 자갈을 소정의 두께로 깔고 램머 및 소일콤팩터 등으로 밑면이 흐트러지지 않을 정도로 다진다.

(26) 바탕(밑창) 콘크리트 다지기
① 재료는 KCS 14 20 00의 해당 사항에 의한다.
② 바탕(밑창) 콘크리트의 설계기준 강도는 150 kgf/㎠(14.7 MPa) 이상이어야 한다.
③ 버림 콘크리트의 표면은 소정의 높이에 수평을 유지하고 평평하게 마무리한다.

3.3.3 뒤채움 시공기준

(1) 수급인은 구조물의 시공 완료 후 구조물의 기초 저면부터 노상 저면까지 규정된 품질 확보를 위한 뒤채움 작업을 하여야 하며, 뒤채움 부위는 별도의 관리도를 기록 유지하여야 한다.

(2) 뒤채움은 얼지 않은 재료로 명시된 구역에 명시된 등고선과 표고에 맞추어 기초지반 상태를 확인한 후에 메워야 한다.

(3) 진동 롤러를 사용하는 뒤채움부는 구조물 구체에서 1 m 정도 떨어져서 중량 10 t 이상의 대형 진동 다짐 롤러를 사용하되, 진동에너지를 크게 하여 다짐 효율이 커지도록 하여야 한다. 대형 장비로 다짐이 어려운 부위는 공사감독자의 승인을 받아 소형 램머(rammer) 등의 소형 다짐 장비를 사용하여 규정된 밀도를 얻을 때 까지 다짐을 실시한다.

(4) 뒤채움과 접하는 후면 비탈면의 느슨한 부분은 뒤채움부 다짐을 할 때 동시에 진동로울러로 강하게 다져 다짐밀도를 뒤채움부와 맞추어야 한다.

(5) 암거는 편토압이 작용하지 않도록 뒤채움부 양면이 동시에 같은 높이가 되도록 뒤채움을 실시하고, 현장여건상 동시 시공이 어려운 경우 공사감독자의 승인을 받아 양측 최고 단차가 1.0 m 이하가 되도록 시공한다.

(6) 암버력 쌓기를 한 구조물 뒤채움부를 진동다짐 할 때에는 과도한 진동으로 인한 구조물의 피해가 발생되지 않도록 주의하여야 한다.

(7) 콘크리트가 규정대로 양생되지 않은 상태에서 부득이하게 뒤채움을 실시하는 경우에는 진동이나 충격에 의한 구조물 균열 또는 손상이 발생하지 않도록 콘크리트 설계기준강도의 80 % 이상이 확보된 후 또는 14일 이상 양생한 후 공사감독자의 승인을 받고 뒤채움작업을 실시하여야 한다. 또한 한쪽부위가 반대쪽 보다 높게 뒤채움 하는 콘크리트 구조물의 경우나, 석축 구조물을 뒤채움 하는 경우에도 동일하게 적용한다.

(8) 뒤채우기는 자연침하에 대하여 충분한 시간이 주어지도록 체계적으로 하여야 하며, 투수성이 크거나, 젖었거나, 얼었거나, 무른 본 바닥면 위에 서는 뒤채우기를 해서는 안 된다.

(9) 골재 재료의 쌓기면 위에는 흙재료를 쌓기 전에 부직포를 덮어야 한다.
(10) 뒤채움 재료는 시공 전에 사용재료의 품질시험성과를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 사용하여야 한다.
(11) 골재쌓기 재료는 다져진 150 ㎜ 이하인 연속층으로 재료를 포설하고 다짐밀도 95% 이상 다져야 한다.
(12) 보통쌓기 재료는 다져진 두께가 200 ㎜ 이하인 연속층으로 재료를 포설하고 다짐밀도 95% 이상 다져야 한다.
(13) 재료의 포설은 다른 작업에 지장이나 손상을 주지 않는 방법으로 하여야 한다.

3.4 현장 품질관리

3.4.1 품질관리

(1) 수급인은 KCS 10 10 15에 명시된 요건에 따라 적절한 품질관리계획을 수립하고 실시하여야 한다.

3.4.2 수급인의 자체검사 및 시험

(1) 밀도시험은 KS F 2311과 수급인의 품질관리계획에 정한 빈도에 따라 시험하고, 명시된 요건을 만족하는지 확인하여야 하며, 정하여진 빈도가 없는 경우 다음을 따라야 한다.
① 넓은 수평구역: 되메우기 또는 뒤채움의 100㎡마다 1회
② 한정된 구역과 둑쌓기: 되메우기 또는 뒤채움의 3층마다 1회
(2) 시험실 시험은 KS F 2312에 따라 다짐시험을 실시하여야 하며, 본바닥이나 다져진 되메우기의 현장 시험은 KS F 2311에 따라야 한다.
(3) 함수량시험은 KS F 2306에 따라 실시하며 시험빈도는 밀도시험에 명시된 것과 같다.

3.4.3 공사감독자의 검사

(1) 공사감독자는 재료의 안정성, 최적함수량 및 다짐도 등을 평가하기 위해서 적절한 현장 및 시험실 시험을 실시하여야 한다. 명시된 요건을 만족하지 않는 경우에는 요건이 충족될 때까지 제거하거나 다시 다져야 한다.
(2) 작업이 차례로 이행 되는대로 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 만족스럽지 못하다고 판정된 공사나 승인을 받기 전에 이어진 작업으로 흐트러진 공사는 공사감독자가 승인하는 방법으로 보수하여야 한다.
(3) 흙시료는 공사감독자가 지정한 위치에서 공사감독자가 요구하는 방법으로 채취해서 제공하여야 한다.
(4) 공사감독자는 다지기 한 상태를 평판재하시험과 콘관입시험 등을 실시하여 확인할 수 있다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
양구승	㈜다산이엔지	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 20 25 : 2016

되메우기 및 뒤채움

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 20 30 : 2016

사토 및 잔토처리

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 토목공사 표준일반시방서를 중심으로 하수관거공사 표준시방서, 건설공사 비탈면 표준시방서, 하천공사 표준시방서, 건축공사 표준시방서, 건축전기설비공사 표준시방서의 사토 및 잔토처리에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 20 30 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 20 30 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 대한토목학회	작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출물 ····· 1
1.2.1 제출자료 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.3.1 관련 법규 ····· 1
1.3.2 관련 기준 ····· 1
2. 자재 ····· 1
3. 시공 ····· 1
3.1 시공조건 확인 ····· 1
3.2 작업준비 ····· 2
3.3 시공기준 ····· 2
3.3.1 잔토 ····· 2
3.3.2 운반 ····· 2
3.3.3 사토 ····· 3

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 공사장 내의 땅깎기에서 발생한 재료를 흙쌓기 및 기타 공사에 사용하고도 남거나 그 재료의 성질이 흙쌓기 및 기타 공사에 부적합할 경우 일정한 장소에 사토하는 공사에 적용한다.

1.2 제출물

1.2.1 제출자료

(1) 수급인은 KCS 10 10 10의 해당요건에 따라 다음의 자료를 포함하여 작성하고 공사감독자에게 제출하여야 한다.
   ① 공사계획에 맞춘 시공계획서
   ② 사토장 토지소유권자의 서면동의서
   ③ 사토장, 운반로 등 관리청이 요구하는 의무사항(복구, 보수 등) 완료증명서
   ④ 토취장과 사토장의 규모에 대한 현장조사결과

(2) 수급인은 KCS 10 10 15에 따라 수행한 모든 시험에 대한 시험보고서를 공사감독자에게 제출하여야 하며, 시험보고서는 품질시험기술자가 서명, 날인하여야 한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

- 폐기물관리법

1.3.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 10 10 15 품질관리

2. 자재

내용 없음

3. 시공

3.1 시공조건 확인

내용 없음

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 잔토

(1) 잔토는 정해진 장소에 운반 처분해야 하고 처분지에는 재해방지시설을 한다.
   ① 잔토처분은 설계도서에 처분지가 지정되어 있는 지정처분과 지정되어 있지 않은 자유처분이 있다. 자유처분에서도 시공자는 처분에 대한 최종 책임이 있기 때문에 반드시 처분지를 확인하고 재해방지를 해야 한다.
   ② 잔토 중 되메우기용으로 임시로 쌓아놓는 경우 그 분량을 계산하여 되메우기를 하기 쉬운 곳에 두고, 나머지는 지정된 처분지로 운반하여 처분한다.
   ③ 잔토 중 도로의 포장을 제거하여 생기는 아스팔트 파쇄편은 일반사토장에 폐기할 수 없으므로 폐기물관리법 제18조(사업장폐기물의 처리)의 법규를 준수하여 사업장폐기물 매립지에 처분한다.
(2) 하수관거공사 등의 경우 잔토처리방법은 폐기물의 양 및 성상과 현장인근의 폐기물처리시설 상황을 감안하여 자체이용, 매각, 중간처리(자체처리 또는 위탁처리), 최종처분(자체처리 또는 위탁처리)을 결정한다.
(3) 잔토처리 전 폐기물처리책임자는 폐기물의 감량화를 도모하고, 폐기물을 적정 처리하기 위하여 발주자의 공사시방서 등을 기초하여 폐기물 보관, 수집, 운반, 중간처리 및 최종처리 등의 구체적인 처리계획서를 작성하여 사업장폐기물 배출자 신고서와 함께 제출하여야 한다.

3.3.2 운반

(1) 운반이라 함은 굴착한 흙(사토포함)을 그 위치에서 본 공사에 정하여진 최종위치로 이동시킴을 말하며, 그 이동은 승인된 토공계획과 일치되도록 시행하여야 한다.
(2) 흙의 운반용 트럭의 작업장 출입은 교통 정리원의 지시에 따르도록 하고 보행인에게 불편을 주지 않도록 하여야 하며, 흙이나 자갈을 트럭에 적재할 때에는 과재하지 않도록 하여 흙 운반 도중 공공 도로상에 낙하시키지 않도록 덮개를 씌워야 한다. 또한 작업 차량이동으로 인하여 도로 표면을 더럽히지 않도록 출입구에 바퀴세척시설(세륜시설 등)을 하여 도로를 더럽히지 않도록 한다.
(3) 잔토를 운반할 때에는 차량의 크기에 따라 도로의 구조와 폭 등을 고려하고 안전하고 적절한 운반경로를 선정하여야 하며, 사토장을 변경할 경우에는 사토 운반 전에 승인을 얻어야 한다.
(4) 토공 잔토는 지정된 장소나 혹은 공사감독자자가 적절하다고 승인하는 장소 이외의 장소에 처분하여서는 안 된다.

3.3.3 사토

(1) 관거 터파기 등 작업에서 발생한 재료 중 되메우기에 부적합하거나 유용하고 남은재료는 설계서에 따라 사토 처리하여야 한다.

(2) 지정된 사토장(중간 집하장 포함)의 위치를 변경코자 할 때에는 사토 운반 시작 전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 사토 작업 중은 물론 사토작업 완료 후에도 항상 작업장내의 배수가 원활하게 이루어질 수 있도록 잘 정리하여야 한다.

(4) 공사감독자의 별도지시가 없는 한 사토비탈면 경사는 토질별 안식각을 고려하여 경사를 완만하게 해야 한다.

(5) 사토 작업이 완료된 구간의 비탈면은 잘 다듬고 적절한 보호공을 설치하여야 한다.

(6) 암사토의 경우에는 외부에 노출되는 면은 암의 표면을 보기 좋게 정리해야 한다.

(7) 사토장 또는 중간 집하장의 토사유출, 붕괴 등으로 인하여 자연 환경, 생활 환경상의 피해를 초래하였을 경우에는 시공자의 부담으로 원상 복구하여야 한다.

(8) 배수시설, 수목식재, 비탈면 보호공 등 복구계획에 따른 제반공사는 각 해당 기준에 따른다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
양구승	㈜다산이엔지	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 20 30 : 2016

사토 및 잔토처리

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 30 05 : 2016

연약지반개량공사 일반사항

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 항만 및 어항 표준시방서를 중심으로 토목공사 표준일반시방서, 건축공사 표준시방서, 하수관거공사 표준시방서의 연약지반개량공사에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1976.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사를 위한 각종 설계조건을 망라하였으며, 수역시설, 외곽시설, 기타 항만공사에 관계되는 시설에 관한 설계의 일반방침과 기준을 수록함.	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 연안정비시설물을 적용대상에 포함하고, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중계수 상향, 재추산한 심해파의 적용근거 마련 등 대폭 보완.	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 변화된 항만건설여건을 반영하고 지구 온난화 등 기후변화에도 선제적으로 대비할 수 있도록 전면 개정.	개정 (2005.11)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 상위기술기준 및 타 분야 기준의 변경내용 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트 등의 관련 시방과 필터매트, 함선, 안벽 기타부속시설의 관련 시방 보완, 마리나시설에 대한 시방 추가 등 대폭 개정.	개정 (2012.12)
KCS 11 30 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국지반공학회	작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출자료 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.3.1 관련 법규 ····· 1
1.3.2 관련 기준 ····· 1
1.4 연약지반 처리공의 종류 ····· 1
1.4.1 점성토 지반 처리공 ····· 1
1.4.2 사질토 지반 처리공 ····· 1
1.4.3 일시적인 지반 처리공 ····· 1
2. 재료 ····· 2
2.1 재료 및 장비 ····· 2
2.2 재료의 품질 ····· 2
2.3 재료의 검수 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 일반사항 ····· 2
3.2 시공계획 수립 제시 ····· 3
3.3 원지반 정리 ····· 3
3.4 시험시공 ····· 3
3.5 확인지반조사 ····· 4
3.6 계측관리 ····· 4
3.7 기록의 보존 ····· 4

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 일반화되어 보편적으로 사용되는 연약지반개량공사에 적용된다.

(2) 연약지반개량 공사는 주어진 조건에서 강도가 부족하거나 과도한 변형이 예상되는 지반의 공학적 특성을 개선하여 지반의 강도 증가, 압밀 촉진 및 압축성 감소 등을 목적으로 한다.

(3) 이 기준 외의 다른 시공방법은 공사감독자의 승인을 받아 지반 및 시설물의 안정을 확보할 수 있는 경우에 적용할 수 있다.

1.2 제출자료

(1) 수급인은 공사계획에 맞는 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(2) 수급인은 사용자재에 대한 품질확인서를 제출하여야 한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음

1.3.2 관련 기준

내용 없음

1.4 연약지반 처리공의 종류

1.4.1 점성토 지반 처리공

(1) 보통의 연약한 점성토 지반은 지반 내에 있는 물을 탈수하여 개량하며 지반이 너무 연약하며 개량범위가 넓지 않으면 기계적으로 치환하여 개량하여야 한다.

1.4.2 사질토 지반 처리공

(1) 느슨한 사질토 지반에 말뚝 등 구조부재를 설치하거나 물리적인 힘 또는 진동을 가하여 표면 또는 심층다짐하여 간극을 줄이거나 또는 주입하여 간극을 다른 물질로 채워 강도나 상대밀도가 커지도록 개량하여야 한다.

1.4.3 일시적인 지반 처리공

(1) 지반을 일시적으로 개량할 필요가 있는 경우에 적용 당시에만 지반의 개량효과를 얻도록 하여야 한다.

2. 재료

2.1 재료 및 장비

(1) 연약지반 처리공에 사용하는 부재는 계약도면과 승인된 시공 상세도면에 명시된 요건에 따라야 하며,일정한 시험을 거쳐서 합격한 것이라야 한다.

(2) 다짐재료는 입경이 클수록 좋으나 최대 입경 50 ㎜를 초과하지 않는 모래나 자갈을 사용하며 실트분을 20% 이상 함유하거나 점토분을 5% 이상 함유한 지반에 적용해서는 안 된다.

(3) 다짐장비의 다짐효과는 지반의 종류와 함수비 등에 따라 다르므로 현장에서 시험을 통하여 다짐횟수를 결정하여 적용하여야 한다.

(4) 지반에 주입하는 주입재는 지반의 종류에 따라 적용성을 결정하여야 한다.

2.2 재료의 품질

(1) 각 재료의 규격 및 품질은 공사시방서에서 규정한 시험방법에 따라 실시하여야 하며 공사시방서에서 규정하지 않았으나 합리적인 시공관리상 필요하다고 인정되는 추가 시험 종목은 수급인과 공사감독자가 협의한 후 공사감독자의 지시에 따라야 한다.

(2) 관리시험의 실시빈도는 공사시방서에서 규정한 횟수에 따라야 한다.

(3) 재료의 규격 및 품질검사는 시공 후 확인할 수 없기 때문에 시공 전에 시험을 실시하여 합격된 제품만 사용하여야 한다.

2.3 재료의 검수

(1) 공사감독자가 필요하다고 생각할 때에는 제품의 시험 또는 제작과정을 검사하기 위하여 해당 제작 장소에 언제든지 검사원을 파견할 수 있다.

(2) 지반개량결과의 검사는 초기검사, 중간검사, 최종검사로 구분하여 실시하는 것을 원칙으로 하여야 한다.

(3) 합격판정의 기준은 공사시방서에서 제시한 기준에 따라야 한다.

3. 시공

3.1 일반사항

(1) 수급인은 공사 착수 전에 도면의 내용과 공사시방서의 규정에 부합되도록 작성한 시공계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공계획에 따라 실시하여야 한다. 단, 불가피한 사유가 발생할 경우에는 공사감독자와 협의하여 공사감독자의 지시를 받아야 한다.

(2) 수급인은 공사를 착수하기 전에 다음 사항을 조사하여 이를 공사감독자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

① 장애물 조사 및 철거방법

② 설계에서 제시된 공법의 적합성
③ 환경오염 여부와 대책
④ 기타

(3) 수급인은 공사를 착수하기 전에 적절한 품질관리를 위하여 시공계획에 따라 조사, 측정 점검 또는 확인하여야 하는 사항을 일괄 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
(4) 공사의 시공기록을 작성하여 공사감독자에게 제출한다.
(5) 시공이 완료되면 개량결과를 확인하고 이 결과를 공사감독자에게 제출하여야 하며 개량결과의 확인방법은 공사시방서의 규정하는 바에 따른다.

3.2 시공계획 수립 제시

(1) 시공에 앞서 수급인은 연약지반개량공종과 관련된 시공계획서를 수립하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
(2) 시공계획서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
① 지반개량기간(존치기간)을 고려한 토취장에서의 토공반입계획
② 지반개량기간(존치기간)을 고려한 사업지구 내의 토공이동계획
③ 자재의 수급계획
④ 반입장비의 기종 및 수량
⑤ 필요 시 시험시공계획
⑥ 계측기 매설 및 계측관리계획
⑦ 지반의 개량 여부 확인을 위한 지반조사 계획

3.3 원지반 정리

(1) 연약지반개량공법이 적용될 지반은 소정의 장비로써 정리하여야 하며, 지표면은 일정한 경사로 정리되어야 한다.
(2) 지표면 정리 작업 시 장비 진입에 대한 원지반의 안정성 검토를 수행하여 지반의 교란에 의한 강도저하가 일어나지 않도록 주의하여야 한다. 필요시 현장에 장비를 진입하기 전에 현장시험을 실시한다.
(3) 부지 외 측면부에는 터파기를 통해 일정한 경사를 갖는 배수용 측구를 설치한다.

3.4 시험시공

(1) 공법의 적합성과 그 효과를 판정하기 위하여 본 시공에 앞서 시험시공을 실시하여 개량체의 시공심도와 사용장비의 규모 및 상세 시공방법을 확인하여야 한다.
(2) 시험장소는 지반개량 대상 부지 전체의 지반을 대표하는 곳으로 선정한다.
(3) 시험시공의 결과는 공사감독자에게 보고한다.
(4) 시험시공의 결과, 계획 변경이 필요하다고 판단될 때에는 공사감독자 및 책임기술자와 협의한다.

3.5 확인지반조사

(1) 수급인은 지반개량공법 시행 후 계측관리와 별도로 해당 지반의 개량 여부를 확인할 수 있는 확인지반조사를 실시하여야 한다.

(2) 확인지반조사는 매 흙쌓기 단계마다 실시하며, 계측결과와 함께 분석하여 지반의 강도, 변형, 압밀도 등이 목표 기준을 만족하는 경우에 한하여 다음 단계 시공을 진행한다. 또한 조사 결과에 따라 다음 단계의 시공계획을 수정할 수 있다.

(3) 확인지반조사는 불교란 시료를 채취하여 실내 토질역학시험을 실시하거나, 현장에서 원위치 토질시험을 실시하는 방법으로 수행하며, 점성토 지반에서는 표준관입시험 결과를 단독으로 이용할 수 없다.

(4) 구체적인 지반조사 항목과 방법은 공사감독자와 상의하여 결정한다.

3.6 계측관리

(1) 계측은 설계도면에 표시된 계측기의 종류와 수량에 따라 실시하여야 한다. 단, 현장조건에 따라 추가계측이 필요할 경우에는 공사감독자의 승인을 받은 다음 시행하여야 한다.

(2) 계측기의 설치는 공사시방서에서 정한 방법에 따라야 한다.

(3) 공사를 착수하기 전에 다음과 같은 계측 운영체계와 그 시행방법에 대하여 공사감독자와 협의하여야 한다.

① 계측수행과 결과정리

② 계측결과의 해석

③ 보고서 작성

④ 시공에서의 활용방안, 시공방법의 수정 또는 개선

(4) 설치된 계측기는 계측완료시까지 훼손되거나 파손되어서는 안 되며, 훼손되거나 파손된 경우에는 재설치하여야 한다.

(5) 계측항목은 설계서 또는 공사시방서에서 정한 것을 충실히 실시하고 그 결과를 공사감독자에게 보고하여야 한다.

3.7 기록의 보존

(1) 사업지구의 연약지반처리공종과 관련하여 계약상대자는 매 공종의 주요 단계별로 시공 동영상 녹화를 시행하고, 준공 시 이를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	박철홍	㈜다산컨설턴트
김규형	㈜용마엔지니어링	조 현	쌍용건설
문준석	도화엔지니어링	홍기권	㈜대한건설ENG

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 05 : 2016

연약지반개량공사 일반사항

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 30 10 : 2016

치환공

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 항만 및 어항 표준시방서의 치환공에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1976.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사를 위한 각종 설계조건을 망라하였으며, 수역시설, 외곽시설, 기타 항만공사에 관계되는 시설에 관한 설계의 일반방침과 기준을 수록함.	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 연안정비시설물을 적용대상에 포함하고, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중계수 상향, 재추산한 심해파의 적용근거 마련 등 대폭 보완.	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 변화된 항만건설여건을 반영하고 지구 온난화 등 기후변화에도 선제적으로 대비할 수 있도록 전면 개정.	개정 (2005.11)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 상위기술기준 및 타 분야 기준의 변경내용 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트 등의 관련 시방과 필터매트, 함선, 안벽 기타부속시설의 관련 시방 보완, 마리나시설에 대한 시방 추가 등 대폭 개정.	개정 (2012.12)
KCS 11 30 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일 개 정 : 년 월 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국지반공학회 작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 치환공법 종류 ····· 1
2. 재료 ····· 1
3. 계획 및 관리 ····· 1
3.1 굴착치환공법 ····· 1
3.2 강제치환공법 ····· 2
4. 시공 ····· 2
4.1 굴착치환공법 ····· 2
4.2 강제치환공법 ····· 3

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 연약지반의 일부 또는 전체를 제거하고 양질의 흙으로 치환하여 지반을 개량하는 공법에 적용된다.

(2) 치환공법의 적용범위는 모든 토사지반이며 개량대상 심도가 깊지 않은 곳에 적합하다. 여러 가지 공법이 있으나 치환방법에 따라 1.2와 같이 구분할 수 있다.

1.2 치환공법 종류

(1) 굴착치환공법은 지표면 가까이에 위치한 연약층을 굴착하여 제거하고 그 부분에 양질의 토사로 되메우는 방법이다. 이 공법은 소규모 개량공사 지역에 적합하다.

(2) 강제치환공법은 쌓기재료의 자중 또는 폭파에 의해 연약층을 밀어내고 양질의 재료로 치환하는 공법이다.

2. 재료

(1) 치환용 재료는 사용 전에 토질조사시험을 실시하여 설계요구사항을 충족시킬 수 있어야 한다.

(2) 토질조사시험의 종류와 빈도는 공사시방서의 규정하는 바에 따른다. 조사시험결과는 시공 전에 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3. 계획 및 관리

3.1 굴착치환공법

(1) 굴착 및 치환의 범위와 깊이는 설계도면에 따라야 한다.

(2) 공사를 착수하기 전에 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 하고 시공계획서에 포함시킬 사항은 다음과 같다.

① 굴착계획

가. 굴착장비를 선정하고 굴착단계를 계획한다.

② 치환계획

가. 치환을 평면상 및 심도에 따라 단계별로 계획한다.

③ 굴착토 및 치환토의 운송계획

가. 운반 장비를 선정하고 굴착토 처리장, 치환할 토질의 토취장 선정 및 하치장 등을 계획 한다.

④ 다짐계획

가. 다짐장비, 다짐 순서 및 다짐 횟수 등을 계획한다.

⑤ 환경오염

가. 수중공사에서는 오탁으로 인한 피해를 조사하고 이에 대한 대책을 마련하여야 한다.

(3) 시공관리사항은 다음과 같다.

① 굴착토량

② 치환토량

③ 단계별 다짐효과 확인

④ 공사감독자의 기타 지시사항

3.2 강제치환공법

(1) 공사를 착수하기 전에 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 시공계획서에 포함시킬 사항은 다음과 같다.

① 시공준비

가. 지표면 또는 지중의 장애물의 제거와 지표면의 정리

② 성토계획

가. 성토재의 현장반입계획, 전체성토범위를 정하고 이어 단계별 성토범위를 계획한다. 성토 중에 지반의 소성유동이 과다하게 일어나지 않도록 유의하여야 한다.

③ 연약지반의 전단파괴로 밀려난 흙의 조치계획

(2) 시공관리에 있어서 성토 중은 물론 성토 후에도 다음 사항을 측정하여 공사감독자에게 보고하여야 한다.

① 성토량

② 지표면의 표고측정

③ 치환량

④ 공사감독자의 기타 지시사항: 측정의 빈도는 공사감독자가 정하는 바에 따라야 한다.

4. 시공

4.1 굴착치환공법

(1) 연약층의 일부 또는 전부를 굴착 제거하여 양질토로 치환한다.

(2) 지하수위가 높은 지역에서 연약지반 굴착 시 유입수를 배수하게 되면 굴착비탈면이 붕괴되기 쉽고 배수로 설치 등에 따른 추가굴착이 수반되므로 다짐을 필요로 하지 않는 양질의 치환재를 사용할 경우에는 배수를 하지 않아야 한다.

(3) 굴착비탈면의 붕괴를 막기 위해 굴착의 진행에 따라 신속히 치환재료를 반입하여야 한다.

(4) 치환두께는 시공장비의 작업능력과 시공성에 따라 결정하며, 시공이 용이한 상부층 일부만을 제거할 경우에는 복합지반의 안정성이 확보되도록 하여야 한다.

4.2 강제치환공법

(1) 강제치환공법은 흙쌓기의 자중 또는 폭파에 의해 연약층을 밀어내고 양질의 재료로 치환한다.

(2) 측방에 융기한 연약지반은 신속히 제거하여 다음 단계 강제치환에서 융기한 연약토가 수동저항력으로 작용하지 않아야 한다.

(3) 자중치환공법은 쌓기 자중에 의해 연약토를 측방으로 밀어내어 양질의 재료로 치환하며, 흙쌓기는 도로 중앙부로부터 선행하여 외측으로 진행한다.

(4) 폭파치환공법은 폭파에 의해 연약층을 측방으로 밀어내어 양질의 재료로 치환하며, 주변 구조물이 있는 경우 시험시공을 통해 진동평가를 수행하여야 한다.

(5) 시공에 필요한 화약의 사용과 보관은 관계법령에 따라야 하며, 위해 및 도난을 방지하여야 한다.

(6) 발파 시에는 사고방지를 위하여 안전원을 배치하고 사이렌, 호각 등을 이용하여 주위를 환기시켜야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	홍기권	㈜대한건설ENG
한중근	중앙대학교		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 10 : 2016

치환공

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 30 15 : 2016

수평배수공

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 고속도로공사 전문시방서, 항만 및 어항공사 표준시방서의 수평배수공에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
고속도로공사 전문시방서 토목편	• 건설교통부의 "공사시방서 작성요령('97.11)"에서 제시하고 있는 구성체계를 채택하고, 도로공사 표준시방서('96. 건교부발행)를 참조하여 한국도로공사에서 시행하고 있는 고속도로 건설공사 토목부문 공종을 중심으로 공종을 대분류(총14장)하여 고속도로 공사 특성에 적합하게 분류함.	제정 (1998.6)
고속도로공사 전문시방서 토목편	• 사회기간시설 확충에 있어 건설품질 향상 및 예산절감 노력을 위한 개정	개정 (2005.2)
고속도로공사 전문시방서 토목편	• 관련 법규 및 시방기준 개정내용 검토 반영, 환경친화적인 도로건설 지침 등 환경 관련 시방기준의 검토 반영, 새로운 기술 및 공법 검토 반영, 기타, 개정내용에 대한 제출의견 등의 검토 반영을 위한 개정	개정 (2009.7)
고속도로공사 전문시방서 총칙편/토목편	• 나날이 변화하는 국내외의 최신기술에 부응하고, 도로건설현장에 발전된 기술을 신속히 적용하기 위해 그간의 연구성과와 축적된 건설기술 노하우를 반영하여 개정.	개정 (2012.10)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1976.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사를 위한 각종 설계조건을 망라하였으며, 수역시설, 외곽시설, 기타 항만공사에 관계되는 시설에 관한 설계의 일반방침과 기준을 수록함.	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 연안정비시설물을 적용대상에 포함하고, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중계수 상향, 재추산한 심해파의 적용근거 마련 등 대폭 보완.	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 변화된 항만건설여건을 반영하고 지구 온난화 등 기후변화에도 선제적으로 대비할 수 있도록 전면 개정.	개정 (2005.11)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 상위기술기준 및 타 분야 기준의 변경내용 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트 등의 관련 시방과 필터매트, 함선, 안벽 기타부속시설의 관련 시방 보완, 마리나시설에 대한 시방 추가 등 대폭 개정.	개정 (2012.12)
KCS 11 30 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국지반공학회	작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 제출자료 ····· 1

1.2.1 시공계획서 ····· 1

1.2.2 시공계획서 포함 내용 ····· 1

1.3 참고 기준 ····· 1

1.3.1 관련 법규 ····· 1

1.3.2 관련 기준 ····· 2

2. 재료 ····· 2

2.1 수평배수층 깔기 재료 ····· 2

2.2 토목섬유 매트 깔기 재료 ····· 4

3. 시공 ····· 5

3.1 수평배수층 깔기 시공 ····· 5

3.2 토목섬유 매트 깔기 시공 ····· 6

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 연약지반 상에 발생되는 간극수를 수평방향으로 원활히 배수처리하고, 토공장비의 주행성을 확보하기 위해 적용한다.

(2) 수평 배수층 깔기는 연약층 표면에 모래 또는 쇄석 등의 재료를 포설하는 공사에 적용한다.

(3) 토목섬유 매트 깔기는 수평 배수층과 원지반 또는 흙쌓기 층과의 분리 및 배수, 부등침하 억제, 기초지반이나 흙쌓기 제체의 활동 방지와 보강 목적으로 기초지반 위에 직포, 부직포 또는 지오그리드 등의 토목섬유 매트를 설치하는 공사에 적용한다.

1.2 제출자료

1.2.1 시공계획서

(1) 시공에 앞서 수급인은 수평배수공사를 위한 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.2.2 시공계획서 포함 내용

(1) 포설단계를 분류하고 각 단계마다 포설의 두께와 범위를 포함하여야 한다.

(2) 포설단계에 따라 투입되는 장비의 종류, 규모, 수량을 확인할 수 있는 작업장비의 운영계획을 수립한다.

(3) 원지반이 압밀되면서 배출되는 물을 신속하게 개량지역 외곽으로 유도하기 위한 배수시설, 배수관 및 집수정 등의 배수계획을 수립하여야 한다.

(4) 수평 배수층 깔기는 수평 배수층 재료에 대한 입도분석, 투수계수 등의 시험성적서를 제출하여야 한다.

(5) 토목섬유 매트 깔기는 다음 항목이 포함된 시험성적서를 제출하여야 한다.

① 제조회사명, 제품명, 모델명, 공급회사명, 제조일자

② 매트의 재질, 직조 형태

③ 경사, 위사 방향의 최대 인장강도 및 변형률, 인장변형률-하중 곡선

④ 봉합강도

⑤ 수직투수성

⑥ 유효구멍크기(분리목적의 경우)

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음

1.3.2 관련 기준

(1) 수평배수층

- KS F 2302 흙의 입도 시험 방법
- KS F 2322 흙의 투수 시험 방법

(2) 토목섬유 매트

① 사용 토목섬유는 공사시방서에서 정하는 품질 및 규격시험에 의한 합격품이라야 한다. 지반용 섬유계에 대한 품질 및 규격시험법은 다음과 같다.

- KS K 0746 지오텍스타일의 내후성 시험 방법: 크세논 아크법
- KS K 0749 배수재의 압축 거동 시험 방법
- KS K 0757 지오텍스타일의 온도 안전성 시험방법
- KS K 0762 지오텍스타일의 장기설계강도 시험 방법
- KS K 0350 천의 파열 강도 시험 방법: 볼 버스팅법
- KS K 0796 지오텍스타일의 인열 강도 시험 방법: 트래피조이드법
- KS K ISO 9862 지오신세틱스 샘플링 및 시험편의 준비
- KS K ISO 9863-1 지오신세틱스 - 규정 압력에서의 두께측정 - 제1부: 단일층
- KS K ISO 9863-2 지오텍스타일 및 관련제품 - 규정 압력에서의 두께 측정 - 제2부 : 다층 제품의 단층 두께 측정 절차
- KS K ISO 9864 지오신세틱스 - 지오텍스타일 및 관련제품의 단위 면적당 질량 측정 시험 방법
- KS K ISO 10319 지오신세틱스 - 광폭 인장 강도 시험
- KS K ISO 10320 지오텍스타일 및 관련 제품 - 현장 확인
- KS K ISO 10321 지오신세틱스 - 접합 /봉합 강도 시험 : 광폭 인장 시험법
- KS K ISO 11058 지오텍스타일 및 관련제품 - 수직 투수성 측정
- KS K ISO 12236 지오신세틱스 - 정적 꿰뚫림 시험 방법(CBR시험)
- KS K ISO 12956 지오텍스타일 및 관련제품 - 유효구멍 크기 측정
- KS K ISO 12958 지오텍스타일 및 관련제품 - 수평 투수량 측정
- KS K ISO 13427 지오텍스타일 및 관련제품 - 마모 손상 모사 (슬라이딩 블록시험)
- KS K ISO 13431 지오텍스타일 및 관련제품 - 인장크리프와 크리프 파단 거동 시험 방법

② 이 외에도 시공목적이나 작업조건에 따라 공사감독자가 필요하다고 인정하는 시험 항목을 추가적으로 실시할 수 있다.

2. 재료

2.1 수평배수층 깔기 재료

(1) 수평배수층은 주행성 확보에 적합한 재료를 사용한다.

(2) 수평배수층 포설재료는 다양한 재료의 사용이 가능하나, 반드시 공사감독자의 승인을

득한 후, 품질기준을 만족하고, 환경문제 발생우려가 없는 재료를 사용하여야 한다.

(3) 수평배수층 재료는 염분이 함유될 경우 환경문제가 유발될 수 있으므로 세척하여 사용하여야 한다. 단, 해수의 유입이 빈번하거나 염해의 우려가 없는 지역은 공사감독자와의 협의를 통해 세척과정을 생략할 수 있다.

(4) 수평배수층 포설 재료의 품질기준은 다음과 같으며, 시험방법은 KS F 2302, KS F 2322에 따른다.

① 모래

가. D15: 0.075 ㎜ ~ 0.9 ㎜

나. D85: 0.4 ㎜ ~ 8.0 ㎜

다. 0.08 ㎜ 통과량(#200체): 15% 이하

라. 다음 입도분포 범위 내에 있어야 한다.

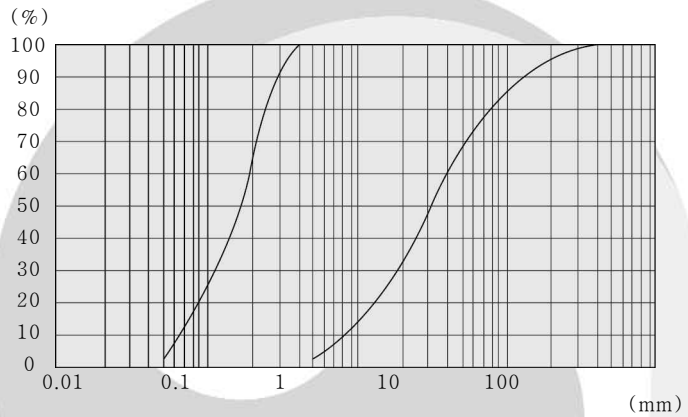


그림 2.1-1 사용 모래의 입도 분포범위

마. 투수계수: 1×10^{-3} cm/sec 이상

바. 이 때, D85 및 D15는 각각 입경가적곡선에 있어서 통과중량 백분율이 85% 및 15%에 해당하는 재료의 입경을 말한다.

② 쇄석

가. 쇄석의 재료기준은 설계도서를 따른다.

나. 설계도서에 재료기준이 규정되지 않은 경우는 아래 기준을 만족하는 재료를 사용한다.

(가) 0.08 ㎜체 통과량 : 15% 이하

(나) 투수계수 : 1 × 10-3 cm/s 이상

③ 기타 재료는 설계 요구조건을 충족시킬 수 있어야 한다.

(5) 세립분의 함량 또는 입도가 품질기준을 초과할 때에는 투수시험을 실시하고 공사감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

(6) 사용 재료는 충분한 내구성을 가져야 한다. 사용 재료는 시공에 앞서 설계도서에서 제시한 방법에 따라 재료시험을 실시하고 그 결과를 공사 감독자에게 제출하여 승인

을 받아야 한다. 또한 풍화된 것으로 추정되는 재료를 사용할 때에는 다짐에 의한 투수성 저하를 고려하여 지반강도시험 및 투수시험을 실시하여야 한다.

2.2 토목섬유 매트 깔기 재료

(1) 토목섬유 매트는 탄력성이 좋고 내구성이 좋은 합성 또는 자연 섬유로 만들어진 제품이어야 한다.

(2) 현장에 적용되는 토목섬유 매트는 용도, 설계조건, 시공환경 등을 고려하여 적절한 제품을 선정하여야 한다. 보강용 토목섬유매트의 용도별 품질기준과 시험규격은 다음과 같다.

표 2.2-1 토목섬유의 품질기준

시험항목	토목섬유의 용도	
	지반보강(활동방지) 지지력 증진용	배수 및 층 분리용
최대인장변형률	30 % 이하	-
인장강도	토목섬유의 인장응력-인장변형률 특성은 설계조건에 부합하여야 하며, 설계에 명시되지 않은 경우는 인장변형률 10 %이내에서 설계강도(계산 시 사용한 인장력)가 발휘되어야 함.	30 kN/m 이상
수직투수계수	원시반과 수평배수층 사이에 포설되는 1×10^{-3} cm/s 이상	1×10^{-3} cm/s이상
봉합강도	봉합 직각 방향 원단 강도의 50% 이상	

주 1) 설계 시 별도 명시되었거나, 배수 및 기타 다른 기능을 병행하고자 할 때에는 공사감독자의 승인을 얻어 조정할 수 있음.

(3) 보강용 토목섬유를 도로 흙쌓기에 적용하는 경우에는 위의 인장강도 기준을 기초지반의 주된 인장변형 방향인 도로 폭 방향에 국한하여 적용할 수 있다.

(4) 토목섬유 봉합은 도로 폭 방향과 평행하게 이루어져야 하며, 이음부의 배수성능이 1×10^{-3} cm/s 이상이어야 한다.

(5) 토목섬유 매트의 시험방법 및 품질시험 빈도는 다음 표 2.2-2와 같다.

표 2.2-2 토목섬유 매트의 품질시험빈도

종별	시험종목	시험방법	시험빈도 (측정빈도)
토목섬유 (연약지반 매트)	인장강도 인장변형률	KS K ISO 10319	20,000 m^3마다, 제조회사별, 제품규격마다
	수직 투수계수	KS K ISO 11058	
	봉합강도	KS K ISO 10321	

(6) 현장에 반입된 토목섬유 재료는 위의 품질시험빈도로 품질확인시험을 실시하고, 시험성적서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.
(7) 토목섬유는 용도와 시공편의성을 고려한 규격으로 현장 접합량을 최소화하고, 취급 및 보관이 용이하도록 납품하여야 한다.
(8) 납품된 토목섬유는 현장에 깔기 전까지 햇빛이나 자외선에 노출되지 않도록 하고, 지면과 닿지 않게 보관한다.
(9) 지반용 섬유계에 대한 품질 및 규격시험법은 표 2.2-1에서 규정하고 있는 토목섬유의 품질기준 외에 KS K 0350, KS K 0746, KS K 0749, KS K 0757, KS K 0762, KS K 0796, KS K ISO 9862, KS K ISO 9863-1, KS K ISO 9863-2, KS K ISO 9864, KS K ISO 10320, KS K 12236, KS K ISO 12956, KS K ISO 12958, KS K ISO 13427, KS K ISO 13431 등이 있으며, 공사감독자가 필요하다고 인정하는 경우 시험항목을 추가적으로 실시할 수 있다.

3. 시공

3.1 수평배수층 깔기 시공

(1) 수평배수층을 포설하기 전에 원지반의 표면을 평탄하게 고른 후 지반고를 측정하여 공사감독자의 검사를 받아야 한다.
(2) 수평배수층 포설은 충분히 표면배수를 시킨 후, 설계도서에 따라 원지반 상에 균일한 두께로 포설하여야 한다.
(3) 균일하고 연속된 층을 형성하고 배수효과를 높이기 위해 진흙이나 이토 등이 혼입되지 않도록 주의하여야 한다.
(4) 수평배수층을 포설할 때 정비의 접지압과 표층지반강도, 연약지반특성을 함께 고려하여 지반의 전단파괴가 발생되지 않도록 하여야 한다.
(5) 수평배수층은 표층의 콘 지지력에 의한 방법과 최소 배수단면 결정에 필요한 동수 경사차에 의한 방법으로 구한 소요 두께를 모두 만족하도록 고르게 포설하여야 하며, 지반의 불균일로 인한 단절부가 없도록 하여야 한다.
(6) 수평배수층을 포설한 후 시공 장비로 안정성을 검토하여 문제가 있다고 판단될 경우에는 수평배수층의 두께를 조정하거나 수평배수층 상부에 복토 등을 수행하여 시공장비의 안정성이 확보되도록 하여야 한다.
(7) 수평배수층의 폭은 흙쌓기부의 침하를 고려하여 최종침하 시에도 원활한 배수기능을 수행할 수 있도록 제체 측면으로부터 충분한 여유 폭을 제체 양단부에 연결하여 포설하며, 단계별 흙쌓기와 휴지기간 중에도 배수기능이 저하되지 않도록 지속적으로 유지 관리하여야 한다.

표 3.1-1 표층의 콘 지지력에 의한 방법

표층의 콘 지지력		수평배수층 (㎜)	비고
kN/m^2	kgf/cm^2		
196.1이상	2.0 이상	500	
196.1 ~ 98.1	2.0 ~ 1.0	500 ~ 800	
98.1 ~ 73.5	1.0 ~ 0.75	800 ~ 1000	
73.5 ~ 49.0	0.75 ~ 0.5	1000 ~ 1200	
49.0 이하	0.5 이하	1200	

(8) 시공 중 다음과 같은 상황이 발생하면 공사감독자에게 보고하여야 한다.
① 성토 중간에 소성유동이나 지반 함몰이 발생하는 경우
② 시공이 장기간(일주일이상) 중단되었거나 재해 등으로 인하여 수평배수층이 유실된 경우
③ 포설 후, 지반의 표고가 공사시방서에서 정하는 허용오차를 초과하는 경우
④ 수평배수층과 원지반 흙이 과도하게 섞여 설계두께가 부족하거나 그 기능이 심하게 저하되는 경우

3.2 토목섬유 매트 깔기 시공

(1) 토목섬유 매트는 용도와 시공 편의성을 고려한 규격으로 현장 접합량을 최소화하고, 취급 및 보관이 용이하도록 납품되어야 한다.
(2) 토목섬유 자재는 납품 즉시 이 시방서 명기된 빈도로 공사감독자 입회 하에 확인 시험을 실시하고, 품질시험 결과를 공사감독자에게 제출하여야 한다.
(3) 납품된 토목섬유 매트는 현장에 깔기 전까지 햇빛이나 자외선을 방사하는 인공조명에 노출되지 않고 지면과 직접 닿지 않도록 하며, 건조한 상태로 보관 되도록 하여야 한다.
(4) 매트를 깔기 전에 지표면의 돌출물, 잡목, 웅덩이 등을 제거하고 평탄하게 한다.
(5) 매트는 인장강도가 발휘되는 주 방향이 지반 내에서 최대 인장응력이 발생하는 방향(도로 쌓기의 경우 도로 폭 방향)과 일치하도록 깔아야 한다.
(6) 매트의 현장 봉합은 최대 인장변형 방향(도로 쌓기의 경우 도로 폭 방향)과 평행하게 이루어져야 한다. 봉합사는 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리아미드, 케블라 섬유 재질이어야 하며, 가급적 매트의 구성 재질과 동일하게 한다. 역학적으로 문제가 없을 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 봉합 대신 일정 길이 이상 단부를 겹치게 하는 방법으로 매트를 연속적으로 깔 수 있으며, 이 경우 봉합강도에 대한 규정사항은 적용하지 않는다.
(7) 매트를 깔 때에는 역학적 기능 발휘에 지장이 있을 정도의 심한 주름이 지거나 겹쳐지지 않도록 하여야 한다.
(8) 매트를 깐 후에는 자외선, 공사 장비 등에 의한 매트의 손상을 방지하기 위하여 10일

이내에 수평배수용 성토재나 초벌 쌓기재로 복토하여야 한다. 공사감독자는 복토 직전에 매트의 손상 여부를 검사하여야 하며, 과도하게 손상된 부분은 그 경계면에서 1 m 이상 겹쳐서 새로운 매트로 덧대고 모서리를 봉합하도록 하여야 한다.

(9) 복토는 매트 전 부분을 대상으로 골고루 진행하여 특정 부위에서의 응력 집중을 방지하여야 하며, 복토층의 두께가 300 ㎜ 미만인 곳은 공사 장비를 통행시켜서는 안 된다.

(10) 초벌 쌓기층에는 쇄석, 자갈 이상의 암석이 포함되어서는 안 되며, 그 두께는 기초지반 조건, 쌓기재의 특성 등에 따라 적절하게 결정한다.

(11) 과도한 지반 변형과 매트 손상을 방지하기 위해서 공사감독자의 승인을 얻어 초벌 쌓기층의 다짐도 기준을 일반 노체에 대한 기준보다 낮추어 적용할 수 있다.

(12) 수급인은 매트 깔기에 필요한 각종 기구와 부품을 사전에 충분히 준비하여 작업에 지장이 없도록 하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	문준석	도화엔지니어링
김범주	동국대학교	홍기권	㈜대한건설ENG

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 15 : 2016

수평배수공

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 30 20 : 2016

연직배수공 및 선행재하

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 토목공사 표준일반시방서를 중심으로 항만 및 어항공사, 표준시방서 하수관거공사 표준시방서, 건축공사 표준시방서의 연직배수공과 선행재하에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 30 20 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 20 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일 개 정 : 년 월 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국지반공학회 작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 제출자료 ····· 1

2. 재료 ····· 1

2.1 재료의 품질 ····· 1

2.2 재료의 검수 ····· 1

3. 시공 ····· 2

3.1 연직배수공법 ····· 2

3.1.1 샌드드레인 공법 ····· 2

3.1.2 팩드레인 공법 ····· 4

3.1.3 PVD(Prefabricated Vertical Drain) 공법 ····· 5

3.2 선행재하 ····· 6

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 연약지반의 공학적 성질을 개선하기 위하여, 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위해 배수 기둥을 설치하는 연직배수공과 연약지반 표면에 계획 구조물의 하중보다 크거나 또는 동등한 하중을 미리 재하시켜 연약지반의 침하를 유도하는 선행재하공법에 적용된다.

1.2 제출자료

(1) 수급인은 공사계획에 맞는 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
(2) 수급인은 사용자재에 대한 품질확인서를 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 재료의 품질

(1) 공사에 사용될 모든 재료는 규정된 품질이어야 하며, 공사감독자의 검사를 받은 것이어야 한다.
(2) 연약지반 처리공에 사용하는 부재는 계약도면과 승인된 시공상세도면에 명시된 요건에 따라야 하며, 일정한 시험을 거쳐서 합격한 것이라야 한다.
(3) 연약지반 처리를 위한 모래는 사용목적에 따라 규준을 만족시키고 투수성이 양호하며 충분한 내구성을 가져야 한다.
(4) 다짐재료는 입경이 클수록 좋으나 최대 입경 50 ㎜를 초과하지 않는 모래나 자갈을 사용하며 실트분을 20% 이상 함유하거나 점토분을 5% 이상 함유한 재료를 사용해서는 안 된다.
(5) 다짐장비의 다짐효과는 지반의 종류와 함수비에 따라 다르므로 현장에서 시험을 통하여 다짐횟수를 결정하여 적용하여야 한다.
(6) 지반에 주입하는 주입재는 지반의 종류에 따라 적용성을 결정하여야 한다.
(7) 각 재료의 규격 및 품질은 공사시방서에서 규정한 시험방법에 따라 실시하여야 하며 공사시방서에서 규정하지 않았으나 합리적인 시공관리상 필요하다고 인정되는 추가 시험종목은 수급인과 공사감독자가 협의한 후 공사감독자의 지시에 따라야 한다.

2.2 재료의 검수

(1) 재료의 규격 및 품질검사는 시공 후 확인할 수 없기 때문에 시공 전에 시험을 실시하여 합격된 제품만 사용하여야 한다.
(2) 지반개량결과의 검사는 초기검사, 중간검사, 최종검사로 구분하여 실시하는 것을 원칙으로 하여야 한다.
(3) 합격판정의 기준은 공사시방서에서 제시한 기준에 따라야 한다.

(4) 공사감독자가 필요하다고 생각할 때에는 제품의 시험 또는 제작과정을 검사하기 위하여 해당 제작 장소에 언제든지 검사원을 파견할 수 있다.

3. 시공

3.1 연직배수공법

(1) 연직배수공법은 연약지반의 간극수를 빠른 속도로 배출시키기 위하여 지중에 연직방향으로 배수로(drain system)를 설치하여 간극수를 지표면으로 배출시킴으로써 압밀에 의한 지반을 개량하는 공법으로서, 점성토지반에 적용한다.

(2) 공법의 선정은 현장여건과 지반상태 및 소요공기를 고려하여 정하며, 샌드드레인, 팩드레인 및 토목섬유 연직배수(PVD: Prefabricated Vertical Drain) 등 배수재를 공법별 각각의 특성에 맞게 설치간격과 깊이로 적용하여야 한다.

3.1.1 샌드드레인 공법

(1) 일반사항

① 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위해 배수 기둥을 설치하는 샌드드레인(sand drain) 연직 배수공사에 적용한다.

(2) 제출물

① 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

② 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

가. 계측 보고서

나. 시공 보고서

(3) 재료

샌드드레인에 사용하는 모래는 다음 기준에 적합하여야 한다.

① 0.075 ㎜ 통과량(#200체): 3% 이하

② D15: 0.1 ㎜ ~ 0.9 ㎜

③ D85: 1 ㎜ ~ 8 ㎜

④ 투수계수 : 1×10^{-3} cm/sec 이상이어야 하며, D85 및 D15는 각각 입경가적곡선에 있어서 통과중량 백분율이 85% 및 15%에 해당하는 재료의 입경을 말한다.

⑤ 샌드드레인에 사용하는 모래는 사용 전에 입도시험을 실시하여 합격한 제품을 사용하여야 한다.

⑥ 기타 재료는 설계 요구조건을 충족시킬 수 있어야 한다.

(4) 시공

① 샌드드레인의 간격, 배열, 직경 및 모래 투입량은 설계도서에 따른다.

② 모래말뚝의 위치에 대한 허용오차는 300 ㎜ 이하이어야 한다. 모래말뚝의 허용 경사각은 2° 이하이어야 하며, 경사각의 계측은 필요한 경우 케이싱 내에서 한다.

③ 케이싱의 관입심도는 설계관입심도, 시험시공 시 확인된 장비의 관입특성, 기타 적

절한 지반조사(예 시추조사, 정적콘관입시험, 베인전단시험 등) 결과 등을 종합적으로 분석하여 압밀대상층의 실제 분포깊이를 확인한 후 공사감독자의 승인을 얻어 변경할 수 있다.

④ 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하고, 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

가. 시공 중 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우

나. 배수재의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

다. 배수재가 절단된 경우 또는 재료 투입량이 부족한 경우

(5) 타설

① 샌드드레인을 시공하기 전에 공사장 주위에 기준점을 설치하고, 이를 기준으로 시공 피치에 맞도록 시공 위치를 표시하여야 한다.

② 시공 위치는 측량을 실시하여 선정하여야 하며, 위치 표시가 중기계 등에 의하여 손상 또는 이동되었을 경우에는 즉시 재 설치하여야 한다.

③ 샌드드레인의 시공은 공사감독자 입회 하에 실시하여야 하며, 계측기기가 고장 났을 경우에는 시공을 중지하여야 한다.

④ 샌드드레인을 시공할 때에는 리더로 케이싱의 연직도를 체크한 후 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

⑤ 케이싱의 관입을 촉진시키기 위하여 준비한 워터젯(water-jet)은 상부 모래층에 대해서만 사용할 수 있으며, 사용 전에 반드시 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

⑥ 추가 지질조사에 의하여 시공위치, 심도, 간격, 공법 등의 변경이 불가피하다고 판단될 경우에는 공사감독자에게 즉시 보고하여야 한다.

⑦ 샌드드레인을 시공할 경우에는 시공장비 주위에 충분한 양의 모래를 확보하여야 한다.

⑧ 샌드드레인의 타설방향은 후진으로 한다.

⑨ 샌드드레인의 타설은 횡방향 타설 루프를 1사이클(cycle)로 한다.

(6) 시공관리 기록

① 샌드드레인의 시공보고서는 다음 사항을 포함하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

가. 케이싱 타입 심도

나. 투입된 모래량

다. 타입 직전의 지반고

라. 샌드드레인의 시공위치, 소요시간, 길이, 기타 시공에 관한 제 기록

마. 시공관리계측 계기의 기록

바. 타설기계 운전원 및 시공책임 기사

② 케이싱 심도계, 케이싱 경사계, 바이브로 모터의 전류계 등은 자동기록장치에 의해 연속적으로 기록할 수 있는 것이어야 한다.

3.1.2 팩드레인 공법

(1) 일반사항

① 본 공법의 일반적인 시공사항은 샌드드레인 공법과 동일하게 하되, 강관 내부에 팩을 먼저 밀어 넣고 여기에 모래를 투입하여야 한다. 모래를 완전히 투입할 때까지 팩이 꼬이거나 파손되어서는 안 된다.

(2) 제출물은 이 기준 3.1.1(2)에 따른다.

(3) 재료

① 팩드레인에 사용하는 모래는 이 기준 3.1.1(3)과 동일하며, 인공모래의 사용 여부는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 팩드레인의 품질기준은 다음과 같다.

가. 원사 및 팩(pack)의 형상

(가) 팩의 원사는 폴리에틸렌을 100%로 하고, 실의 굵기는 380 데니아(denier)를 기준(허용범위 ±7%)으로 한다.

(나) 팩의 포대는 원사를 등폭 평직으로 짜서 2장을 겹친 후 양쪽 끝 부분에서 20 ㎜내측 부분을 접합하여 열 용착하거나 봉제한 것으로 완성된 직경은 120 ㎜ 이상이어야 한다.

③ 팩드레인의 인장강도 및 밀도기준은 표 3.1-1과 같다.

④ 팩드레인에 사용하는 모래는 이 기준 3.1.1(3)에 따른다.

(4) 시공

① 팩드레인의 간격, 배열, 지름은 설계도서에 따른다.

② 타설 위치의 허용오차는 300 ㎜ 이하이어야 한다.

③ 팩드레인의 허용 경사각은 2° 이하이어야 하며, 경사각의 계측이 필요한 경우에는 케이싱 내에서 측정한다.

④ 팩드레인의 타설은 후진을 하면서 실시하여야 한다.

⑤ 팩드레인은 시공면적 50 m × 50 m마다 시험시공을 실시하여 관입심도별로 영역을 구분한 후 가장 깊은 곳부터 케이싱 길이를 조절하여 시공한다.

⑥ 팩드레인의 시공관리 기록은 이 기준 3.1.1(4)에 따른다.

⑦ 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

가. 시공 중 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우

나. 배수재의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

다. 배수재가 절단된 경우 또는 재료 투입량이 부족한 경우

표 3.1-1 팩드레인의 인장강도 및 밀도기준

구분	인장강도 (50 ㎜ 폭당, 2중)	
최대치수 (㎜)	300 이하	100 이하
수정 CBR (시방다짐)	2.5 이상	10 이상
5㎜ 체 통과율 (%)	-	25 ~ 100

구분	밀도(25 ㎜ 폭당)	
타설심도	30 m 이하	30 m 이상
종방향	20~22 본	20~28 본
횡방향	14~16 본	14~16 본

3.1.3 PVD(Prefabricated Vertical Drain) 공법

(1) 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위해 배수기둥을 설치하는 토목섬유 연직배수(prefabricated vertical drain) 공사에 적용한다.

(2) 제출물은 이 기준 3.1.1(2)에 따른다.

(3) 재료

① 토목섬유 배수재는 합성 또는 자연섬유로 만들어진 제품으로서 역학적 특성에 대한 시험성적서와 함께 납품되어야 하며, 1롤(roll)의 길이는 200 m 이상이어야 한다. 또 운반 및 보관 시 햇빛, 물, 기타 화학약품에 노출되지 않도록 하여야 한다.

② 토목섬유 연직배수에 사용하는 배수재료는 습윤 상태에서도 투수성이 좋으며, 충분한 강도와 드레인 형성 시에 파손되지 않아야 한다.

③ 배수재는 토압에 의한 코아의 손상이 없으며 압밀침하에 대한 순응성이 양호하고 절곡 시 배수로의 절단과 막힘이 없어야 한다.

④ 필터재는 압밀간극수의 배출에 충분한 투수계수를 가지며, 드레인재 내부로 토립자의 혼입(clogging)을 방지하고 산 · 알칼리 · 박테리아에 대한 저항성이 커야 한다.

⑤ 토목섬유 코어재는 재생 제품을 사용할 경우 분자가 깨어져 인장강도가 현저히 저하되고, 품질이 고르지 않아 압밀침하 지연의 우려가 크므로 사용하여서는 안 된다.

⑥ 토목섬유의 시험방법 및 품질시험 빈도는 표 3.1-2와 같다.

표 3.1-2 배수용 토목섬유의 품질시험 빈도

종별	시험종목	시험방법	시험빈도
토목 섬유 (배수용)	인장강도 및 신도	KS K ISO 10319	제조회사별, 제품규격마다 다름.
	투수	KS K ISO 11058	
	액체저항성	KS K ISOTR 12960	
	유효 구멍크기	KS K ISO 12956	

(4) 시공

① 토목섬유 연직배수공은 필터의 손상을 방지하기 위하여 가급적 맨드렐방식의 타입기로 시공하며, 케이싱의 선단은 지반교란을 최소화할 수 있는 소단면의 폐단면 앵커판을 사용하여야 한다.

② 수급인은 토목섬유 연직배수의 타입 한계깊이 또는 타입 한계지반강도를 설정하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

③ 토목섬유 연직배수재는 과잉간극수압 발생위치까지 설치되어야 하며, 수평배수층 상단에서 300 ㎜ 이상의 여유를 두고 절단하여야 하며, 타설 시 수직도 2° 이하가 되어야 한다.

④ 사용 중 잔여길이를 연결할 때는 1공 당 1회에 한하여 500 ㎜ 이상 포켓방식으로 겹치도록 하며, 포켓식 연결이 불가능할 경우 잔여길이는 버리도록 한다.

⑤ 토목섬유 연직배수의 시공 상태를 확인할 수 있도록 시공 전에 타입 위치도를 작성하고, 변조가 불가능한 타입자동기록기를 장치하여 구역별·번호별로 타입일시·타입깊이·타입량을 기록지에 기록하여 공사감독자의 확인을 받아 제출하여야 하며, 만약 계획된 깊이와 다른 결과가 발생되면 시공을 즉시 중지하고 그 결과를 공사감독자에게 보고하여야 한다.

⑥ 토목섬유 연직배수공을 시공할 때의 배수 효과는 일반적으로 직경 50 ㎜ 배수 기둥을 갖는 샌드드레인에 해당하는 것으로 계산하여 최소 설치간격을 설정하여야 한다.

⑦ 수급인은 토목섬유 연직배수의 효율적인 타입을 위하여 다음 사항을 고려하여 타입기를 선정하여야 한다.

가. 초연약지반에서 주행성이 용이하여야 한다.

나. 타입력이 양호하여야 한다.

다. 스미어 존(smear zone)을 최소화할 수 있도록 가능한 한 정적인 타입방식의 최소 케이싱의 단면적을 보유하여야 한다.

⑧ 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

가. 시공 중 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우

나. 배수재의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

3.2 선행재하

(1) 선행재하 공법은 포장 및 구조물 시공 후 잔류침하를 경감시키기 위해 연약지반 상에 계획 쌓기 하중 이상의 쌓기를 실시하는 과재하중(surcharge)공법과 구조물 시공에 앞서 미리 쌓기를 실시하는 프리로딩(preloading)공법 또는 기타 재하공법에 적용한다.

(2) 성토공법은 소요공기가 길기 때문에 사전에 충분히 검토하여 적용하여야 한다. 압밀계수가 작고 두께가 두꺼운 점성토층에서는 압밀소요기간이 길기 때문에 연직배수재와 병용하여야 한다. 필요한 재하하중을 여러 단계로 나누어 가하며, 최종재하단계의 안정을 검토하여야 한다.

(3) 제출물은 다음과 같다.

공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 하며, 아래의 사항을 추가로 제출하여야 한다.

① 단계 흙쌓기 계획서
② 침하관리 계획서
③ 안정관리 계획서
④ 계측 계획서

(4) 시공

① 과재쌓기 재하공의 개시 및 방치, 제거 시기는 원지반의 압밀특성과 전단강도 특성을 고려하여 결정하여야 한다.
② 수급인은 과재쌓기 재하 시 흙쌓기의 1층 두께를 300 ㎜ 이하로 하며, 300 ㎜ 이상으로 흙쌓기 할 경우는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
③ 초기성토 시에는 연약지반 상부에 직접적으로 성토작업이 이루어져, 성토체의 다짐도 확보가 어려우므로, 일정두께의 초기성토 방법은 현장에서의 시험시공(초기복토 또는 성토체 시공두께 변경)을 통해 결정하여야 한다.
④ 과재쌓기 높이는 활동에 대한 안정성 분석과 압밀해석 결과에 의해 결정하며, 필요 시 단계별로 수행한다. 단계별 쌓기 적용 시 다음 층의 재하는 확인지반조사를 수행하고 그 결과를 공사감독자에게 보고하여 공사감독자의 승인을 받은 후에 시행하여야 한다.
⑤ 우수의 침투로 흙쌓기 재료의 함수비가 높아지면 흙쌓기 작업을 중단하여도 하중이 증가하여 활동파괴가 발생할 수 있으므로, 우기 시에는 흙쌓기 작업을 중단하고 우수의 침투를 최소화하여야 한다.
⑥ 과재쌓기 재하공의 종료 시기는 계측 성과에 의하여 판단하여야 하며, 구조물 설치를 위하여 터파기 작업을 할 때에는 원지반을 이완 및 교란시키지 않도록 유의하여 시공하여야 한다.
⑦ 흙쌓기 작업 중에는 항상 주변 지반의 융기와 쌓기 제체의 붕괴 등을 관찰하고, 그 기록을 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
⑧ 재하공정은 계측결과를 이용한 침하관리와 안정관리를 통해 안정적인 시공이 이루어지도록 하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	한상재	지구환경전문가그룹
양태선	김포대학교	홍기권	㈜대한건설ENG

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 20 : 2016

연직배수공 및 선행재하

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 30 25 : 2016

지하수위 저하공

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건축공사 표준시방서, 도로공사 표준시방서, 항만 및 어항공사 표준시방서의 지하수위 저하공에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건축공사 표준시방서	• 건설부에서 대한건축학회에 의뢰하여 작성 제정함.	제정 (1967.12)
건축공사 표준시방서	• 신규 자재와 신공법의 반영으로 인한 보완, 개정	개정 (1978.12)
건축공사 표준시방서	• 신자재와 시공법 등에 대한 내용의 개정 보완	개정 (1985.12)
건축공사 표준시방서	• 신자재와 시공법 등에 대한 내용의 개정 보완	개정 (1989.8)
건축공사 표준시방서	• 축적된 경험과 지식을 종합하고 국내외의 관련문헌과 자료 분석, 정리, 신자재와 신기술을 국내 기술수준에 부합되게 체계화함.	전면개정 (1994.8)
건축공사 표준시방서	• 장, 절을 코드화하여 체계화, 건설교통부의 기존 운영체계에 일치하도록 분류변경, 시방내용을 현실성 있게 대폭적으로 개정.	개정 (1999.5)
건축공사 표준시방서	• 외국의 시방서 체계를 분석하여 기존 29개의 장에서 24개로 통폐합, 성능시방서 작성원칙에 따라 한국산업규격이나 기타 관련 규격을 인용하는 수준으로 기술함.	개정 (2006.4)
건축공사 표준시방서	• 건축분야의 녹색성장과 관련된 신기술과 신공법의 신속한 도입과 활용 등을 위해 개정	개정 (2013.7)
건축공사 표준시방서	• 방수공사 아스팔트 프라이머 품질기준 개정(KS기준 상이한 문제에 대한 조치)	부분개정 (2015.12)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1976.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사를 위한 각종 설계조건을 망라하였으며, 수역시설, 외곽시설, 기타 항만공사에 관계되는 시설에 관한 설계의 일반방침과 기준을 수록함.	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 연안정비시설물을 적용대상에 포함하고, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중계수 상향, 재추산한 심해파의 적용근거 마련 등 대폭 보완.	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 변화된 항만건설여건을 반영하고 지구 온난화 등 기후변화에도 선제적으로 대비할 수 있도록 전면 개정.	개정 (2005.11)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 상위기술기준 및 타 분야 기준의 변경내용 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트 등의 관련 시방과 필터매트, 함선, 안벽 기타부속시설의 관련 시방 보완, 마리나시설에 대한 시방 추가 등 대폭 개정.	개정 (2012.12)
KCS 11 30 25 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 25 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국지반공학회	작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출자료 ····· 1
2. 재료 ····· 1
3. 시공 ····· 1
3.1 심정공법 ····· 1
3.2 웰포인트공법 ····· 2

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 연약지반의 지하수위를 저하시키기 위한 공사에 적용한다.

1.2 제출자료

(1) 수급인은 공사계획에 맞는 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
(2) 수급인은 사용자재에 대한 품질확인서를 제출하여야 한다.

2. 재료

(1) 필터막의 재료로 쓰이는 모래는 설계도서에 제시된 시방에 맞는 것으로서 투수성이 좋아야 한다.

3. 시공

3.1 심정공법

(1) 지반을 굴착하여 지중에 우물을 설치하고 중력에 의하여 지반 내의 지하수가 우물 내부로 흘러 들어오면 이를 양수기로 양수함으로서 지하수위를 목표지점까지 저하시켜 압밀침하를 촉진시키는 공법으로, 투수계수가 비교적 큰 사질토 지반에 적용하여야 한다.
(2) 공사를 착수하기 전에 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야 한다. 시공계획서에 포함시킬 사항은 다음과 같다.
    ① 외측 강관의 관입방법
    ② 강관 내부의 굴착방법
    ③ 내측 강관의 설치방법
    ④ 필터용 모래의 재료시험과 충전방안
    ⑤ 펌프의 종류 및 용량
    ⑥ 배수대책
    ⑦ 환경영향
(3) 우물의 위치와 깊이는 설계도면에서 정한 바를 따른다.
(4) 시공관리 사항
    ① 내·외측 강관의 깊이
    ② 필터용 모래의 투입량
    ③ 펌프의 성능
    ④ 양수량 또는 우물내의 수위
    ⑤ 지하수위 또는 간극수압
    ⑥ 공사감독자의 기타 지시사항

3.2 웰포인트공법

(1) 강관의 선단에 웰포인트(well point)를 부착하여 지중에 관입한 다음 관 내부를 진공화함으로서 간극수의 집수효과를 높이는 공법으로 사질토 지반에 적용하여야 한다.

(2) 공사를 착수하기 전에 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 시공계획서에 포함시킬 사항은 다음과 같다.

① 웰포인트의 관입방법
② 웰포인트와 강관(라이저파이프), 강관과 지상집수관의 연결 방법
③ 웰포인트와 강관의 연결 방법(커플러 등) ; 작동 중 파손 방지대책
④ 강관의 지상과 집수관의 연결부 누수방지대책
⑤ 펌프의 종류 및 용량(설계도면에 정한 용량과 성능을 갖춘 것)
⑥ 필터용 모래의 충전방안
⑦ 각종 펌프와 탱크의 배치계획
⑧ 설치집수관의 지표면상 수평 확보 방법(연결부 누수방지)
⑨ 환경영향평가 시 지하수위 저하로 인하여 발생할 수 있는 농작물 피해여부 조사 및 그 대책

(3) 웰포인트의 위치와 깊이는 설계도면에서 정한 바를 따라야 한다.

(4) 시공관리 사항

① 웰포인트의 길이 및 간격
② 필터용 모래의 투입량
③ 각종 작업장비의 성능
④ 양수량, 지하수위 및 간극수압
⑤ 배수관 내 압력
⑥ 공사감독자의 기타 지시사항

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	하성호	서정엔지니어링㈜
박철홍	㈜다산컨설턴트	홍기권	㈜대한건설ENG
최웅희	㈜세광엔지니어링		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 25 : 2016

지하수위 저하공

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 30 30 : 2016

고결공

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건축공사 표준시방서, 도로공사 표준시방서, 항만 및 어항공사 표준시방서의 고결공에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건축공사 표준시방서	• 건설부에서 대한건축학회에 의뢰하여 작성 제정함.	제정 (1967.12)
건축공사 표준시방서	• 신규 자재와 신공법의 반영으로 인한 보완, 개정	개정 (1978.12)
건축공사 표준시방서	• 신자재와 시공법 등에 대한 내용의 개정 보완	개정 (1985.12)
건축공사 표준시방서	• 신자재와 시공법 등에 대한 내용의 개정 보완	개정 (1989.8)
건축공사 표준시방서	• 축적된 경험과 지식을 종합하고 국내외의 관련문헌과 자료 분석, 정리, 신자재와 신기술을 국내 기술수준에 부합되게 체계화함.	전면개정 (1994.8)
건축공사 표준시방서	• 장, 절을 코드화하여 체계화, 건설교통부의 기존 운영체계에 일치하도록 분류변경, 시방내용을 현실성 있게 대폭적으로 개정.	개정 (1999.5)
건축공사 표준시방서	• 외국의 시방서 체계를 분석하여 기존 29개의 장에서 24개로 통폐합, 성능시방서 작성원칙에 따라 한국산업규격이나 기타 관련 규격을 인용하는 수준으로 기술함.	개정 (2006.4)
건축공사 표준시방서	• 건축분야의 녹색성장과 관련된 신기술과 신공법의 신속한 도입과 활용 등을 위해 개정	개정 (2013.7)
건축공사 표준시방서	• 방수공사 아스팔트 프라이머 품질기준 개정(KS기준 상이한 문제에 대한 조치)	부분개정 (2015.12)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1976.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사를 위한 각종 설계조건을 망라하였으며, 수역시설, 외곽시설, 기타 항만공사에 관계되는 시설에 관한 설계의 일반방침과 기준을 수록함.	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 연안정비시설물을 적용대상에 포함하고, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중계수 상향, 재추산한 심해파의 적용근거 마련 등 대폭 보완.	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 변화된 항만건설여건을 반영하고 지구 온난화 등 기후변화에도 선제적으로 대비할 수 있도록 전면 개정.	개정 (2005.11)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 상위기술기준 및 타 분야 기준의 변경내용 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트 등의 관련 시방과 필터매트, 함선, 안벽 기타부속시설의 관련 시방 보완, 마리나시설에 대한 시방 추가 등 대폭 개정.	개정 (2012.12)
KCS 11 30 30 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 30 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국지반공학회	작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출자료 ····· 1
1.2.1 시공계획서 ····· 1
1.2.2 배합설계서 ····· 1
1.2.3 주입계획서 ····· 1
1.2.4 시험시료 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.3.1 관련 법규 ····· 1
1.3.2 관련 기준 ····· 1
1.4 시공환경요건 ····· 2
2. 재료 ····· 2
2.1 주입재료 ····· 2
2.1.1 검토사항 ····· 2
2.1.2 주입재 종류 ····· 2
2.1.3 주입재 분류 및 선정 ····· 2
2.2 혼합, 첨가재료 ····· 2
2.2.1 혼합재료 ····· 2
2.2.2 흙석회 혼합재 ····· 3
2.2.3 소일시멘트 혼합재 ····· 3
2.3 사용수 ····· 4
2.4 재료의 검수 ····· 4
3. 시공 ····· 4
3.1 일반사항 ····· 4
3.2 시공계획 ····· 4
3.2.1 시공계획서 ····· 4
3.2.2 주입계획 ····· 4
3.2.3 안정처리계획 ····· 5

3.2.4 혼합처리계획 ····· 5
3.3 시험시공 ····· 5
3.3.1 주입시험시공 ····· 5
3.3.2 배합시험시공 ····· 5
3.3.3 혼합처리 시험시공 ····· 6
3.4 주입공 천공 ····· 6
3.5 시공준비 ····· 6
3.6 주입 ····· 6
3.7 혼합처리 ····· 7
3.8 안정처리 ····· 7
3.8.1 땅깎기 ····· 7
3.8.2 흙의 처리 및 되메우기 ····· 8
3.9 양생 ····· 8
3.10 허용오차 ····· 9
3.11 장비 ····· 9
3.12 시공조건 ····· 9
3.13 시공 및 현장품질관리 ····· 9
3.13.1 주입 시공관리 ····· 9
3.13.2 혼합처리 시공관리 ····· 9
3.13.3 안정처리 현장품질관리 ····· 9
3.14 개량효과의 확인 ····· 10
3.14.1 주입효과의 판정 ····· 10
3.14.2 개량효과 등의 조사측정 ····· 10
3.14.3 시공 후 확인시험 ····· 10
3.15 환경오염방지대책 ····· 10
3.16 시공기록 ····· 11
3.17 시공중, 시공후의 처리 ····· 11
3.18 수정 및 보완대책수립 ····· 11

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 연약지반 내에 약액의 주입, 혼합처리, 안정처리를 통한 응결, 경화, 고결을 통하여 지반을 개량 또는 보강하는 목적으로 수행하는 공법에 대하여 적용한다.

(2) (1) 외 다른 시공방법은 공사감독자의 승인을 받아 지반 및 시설물의 안정을 확보할 수 있는 경우 적용할 수 있다.

1.2 제출자료

1.2.1 시공계획서

(1) 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.2.2 배합설계서

(1) 명시된 요건을 달성할 수 있는 배합설계와 배합비를 포함한 배합설계서를 작성하여 제출한다.

1.2.3 주입계획서

(1) 약액주입 계획서

(2) 안정관리 계획서

1.2.4 시험시료

(1) 시료는 밀폐된 용기에 넣어 시험실로 송달한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음

1.3.2 관련 기준

- KCS 11 20 10 땅깎기(절토)
- KCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- KS F 2303 흙의 액성 한계·소성 한계 시험 방법
- KS F 2324 흙의 공학적 분류 방법
- KS F 2328 흙 시멘트의 압축강도 시험 방법
- KS F 2331 흙 시멘트 혼합물의 함수량과 밀도 관계 시험 방법
- KS F 2528 비포장 도로용 흙·골재 재료

- KS L 5201 포틀랜드시멘트
- KS L 5210 고로슬래그시멘트
- KS L 9501 공업용 석회

1.4 시공환경요건

(1) 지반안정처리 시 혼합된 재료는 풍속 15 ㎞/h 이상, 온도 4 ℃ 이하일 때는 설치해서는 안 된다.

2. 재료

2.1 주입재료

2.1.1 검토사항

(1) 주입재는 지반개량의 목적, 지반상태, 현장조건 외에도 안정성, 시공성, 경제성을 종합적으로 검토하여야 한다.

2.1.2 주입재 종류

(1) 주입재의 종류는 공사시방서에 따르거나 공사시방서가 없는 경우 공사감독자의 승인을 받아 사용한다.

2.1.3 주입재 분류 및 선정

(1) 지반주입재는 물-유리계 및 고분자계의 약액계, 시멘트 및 점토계의 비약액계 주입재로 크게 분류될 수 있으며, 그 종류가 많으므로 시험주입에 의하여 그 성능을 확인한 후 선정하여야 한다.

2.2 혼합, 첨가재료

2.2.1 혼합재료

(1) 혼합처리공법에 사용되는 첨가제로서 시멘트, 석회 등이 있으며, 기타 용액형 물유리계, 복합형 물유리계, 특수 실리카계에서 사용되는 첨가제(혼화제 등)는 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

(2) 다음의 재료를 사용한다.

① 굵은골재
② 잔골재
③ 본바닥흙
④ 시멘트
⑤ 석회

⑥ 부대품
⑦ 기타

2.2.2 흙석회 혼합재

(1) 본바닥 흙, 석회 및 골재를 혼합하여 사용한다.
(2) 본바닥 흙은 다음의 것을 사용하여야 한다.
① 파내어 유용하는 재료와 순흙쌓기 재료
② 입도가 좋은 재료
③ 75 ㎜보다 큰 흙덩어리나 50 ㎜보다 큰 돌덩이, 돌부스러기가 없는 재료
④ KS F 2303에 의한 CL 분류에 해당하는 재료
(3) 석회는 흙의 안정처리에 적합하여야 한다.
(4) 굵은 골재는 KS F 2528에 합치되고 액성한계 25 미만, 소성지수 5 미만인 가는 흙이 섞인 굵은 흙재료
(5) 잔골재는 자연산의 강모래로 실트, 점토, 진흙, 부서지기 쉽거나 용해성의 재료 및 유기질 등이 없이 깨끗하고, KS F 2324에 의해 SW, SP로 분류되며 최대입경이 5 ㎜ 미만이고 균등계수가 1.0 이며 곡률계수가 2.0 ~ 2.5 범주 내에 들어야 한다.
(6) 각 재료의 혼합비율에 따른 실내배합시험을 실시하고, 사용목적에 맞는 배합비를 결정하여야 한다.
(7) 석회량은 무게로 마른 혼합재료의 10%를 넘어서는 안 된다.
(8) 혼합에 사용하는 토사는 현장에서 유용할 수 있는 흙을 사용한다.
(9) 첨가재료로서 석회계(생석회, 소석회), 시멘트계, 석고계 등을 사용한다.
(10) 혼합재의 포설을 시작하기 전에 혼합재에 대한 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.3 소일시멘트 혼합재

(1) 파낸 흙, 시멘트 및 골재를 혼합하여 사용한다.
(2) 파낸 흙은 다음 사항에 해당하는 것을 사용하여야 한다.
① 파내어 유용하는 재료와 순흙쌓기 재료
② 입도가 좋은 재료
③ 75 ㎜보다 큰 흙덩어리나 50 ㎜보다 큰 돌덩이, 돌부스러기가 없는 재료
④ KS F 2303에 의한 CL 분류에 해당하는 재료
(3) 시멘트는 KS L 5201 포틀랜드 시멘트, 보통시멘트 또는 내황산 시멘트를 사용한다.
(4) 굵은 골재는 KS F 2528에 합치되고 액성한계 25 미만, 소성지수 5 미만인 가는 흙이 섞인 굵은 흙재료
(5) 잔골재는 자연산의 강모래로 실트, 점토, 진흙, 부서지기 쉽거나 용해성의 재료 및 유기질 등이 없이 깨끗하고, KS F 2324에 의해 SW, SP로 분류되며 최대입경이 5 ㎜ 미만이고 균등계수가 1.0 이며 곡률계수가 2.0 ~ 2.5 범주 내에 들어야 한다.
(6) 시멘트량은 무게로 마른 혼합재료의 10%를 넘어서는 안 된다.

(7) 각 재료의 혼합비율에 따른 실내배합시험을 실시하여 사용목적에 맞는 배합비를 결정하여야 한다.
(8) 혼합재의 압축강도는 설계도서에서 제시된 값을 확보하여야 하며, 사용목적에 따라 현장에서 공사감독자와 협의하여 결정토록 한다.
(9) 물을 혼합물에 넣고 균질하고 덩어리가 없는 젖은 혼합물이 되게 하고 젖은 소성재가 되지 않게 하여야 한다.
(10) 혼합재료를 치기 전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

2.3 사용수

(1) 사용수는 신선하고 깨끗하며, 점토, 이토, 알칼리 등 품질에 유해한 물질이 포함되지 않는 것이어야 한다.

2.4 재료의 검수

(1) 혼합재의 포설을 시작하기 전에 혼합재에 대한 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

3. 시공

3.1 일반사항

(1) 현장 및 토질조건에 따라 시공조건이 달라질 수 있으나, 일반 시공조건은 KCS 11 30 05를 따른다.

3.2 시공계획

3.2.1 시공계획서

(1) 공사를 착수하기 전에 설계도면과 공사시방서 또는 시험에서 얻은 결과를 토대로 시공 계획서를 작성, 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.2.2 주입계획

(1) 주입공은 주입의 목적을 이해하고, 또 그 대상지반의 상태를 파악하고서 시공하여야 한다.
(2) 주입공 실시 전에 공사감독자의 지시에 따라 조사보링을 시행하여 그 결과를 신속히 보고하여야 한다.
(3) 약액주입계획
  ① 지반개량의 목적, 원지반의 상태 및 작업장비의 기능을 고려하여 위 (2)의 사항을 결정하여야 한다.
(4) 장비운용계획
  ① 작업장비의 운송 및 배치계획과 시공 중에 장비의 자중 또는 진동 등에 의하여 발생하는 지반침하에 대한 대책을 마련하여야 한다.

3.2.3 안정처리계획

(1) 공사를 착수하기 전 최적의 혼합비율을 선정하여 배합시험을 실시하여야 하며, 경화재의 종류 및 배합계획에 대하여는 설계서나 별도 규정에 의하되, 사전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2.4 혼합처리계획

(1) 공사를 착수하기 전에 설계도면과 공사시방서 또는 시험시공에서 얻은 결과를 토대로 혼합처리 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하고 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 시공계획서에 포함시킬 사항은 다음과 같다.

① 토사와 첨가재의 혼합방법
② 첨가재의 종류 및 혼합비율
③ 장비운용계획
④ 혼합용 회전날개의 축회전수
⑤ 작업의 연속성
⑥ 지하수 특히, 해수의 유입
⑦ 안전 및 환경영향
⑧ 공사감독자의 기타 지시사항

3.3 시험시공

(1) 공사에 착수하기 전에 지반개량의 목적, 상부구조물의 중요도, 현장조건의 변화 가 있으므로 공사감독자의 지시에 따라 시험시공을 하여야 한다.

3.3.1 주입시험시공

(1) 공사를 착수하기 전에 실내시험과 현장시험을 실시하여야 하며 시험의 방법은 공사감독자의 지시에 따른다. 실내시험은 약액의 고결화 효과를, 현장시험은 약액의 주입효과를 확인하기 위한 것이다. 시험결과는 다음 사항을 제시하여야 한다.

① 약액의 종류 및 배합율
② 침투효과
③ 주입형식
④ 주입관의 종류와 설치방안(간격, 길이, 주입공의 직경, 개수)
⑤ 주입량, 주입속도, 주입압력
⑥ 공사감독자의 기타 지시사항

3.3.2 배합시험시공

(1) 공사를 착수하기 전에 배합시험을 실시하여야 한다. 배합시험은 3종 이상의 혼합비율을 선정하여 실시한다. 배합시험의 방법은 공사감독자의 지시에 따른다. 배합시험결과는 다음 사항을 제시하여야 한다.

① 시료의 함수비
② 다짐
③ 양생조건
④ 시료의 강도

3.3.3 혼합처리 시험시공

(1) 가장 유효한 첨가재의 종류와 첨가량에 대해서는 공사 착수 전에 배합시험을 하여 결정하여야 한다.
(2) 공사에 착수하기 전에 지반개량의 목적, 상부구조물의 중요도, 현장조건의 변화 등으로 인하여 정밀시공이 요구될 때에는 공사감독자의 지시에 따라 시험시공을 하여야 한다. 시험시공결과에는 다음 사항이 제시되어야 한다.
① 사용 첨가재의 종류
② 토사와 첨가재의 혼합비율
③ 사용장비(관입기, 혼합기, 주입기 등)의 성능

3.4 주입공 천공

(1) 천공이 완료되면 원활한 주입작업이 이루어지도록 공 내의 슬라임 등을 청수의 순환으로서 세척하되 청수가 배출될 때까지 실시한다.

3.5 시공준비

(1) 공사감독자는 고압분사주입공법의 기술과 시공법에 대하여 충분한 지식과 경험을 가지고 있는 사람이어야 한다.
(2) 시공 준비에 있어서는 시공계획서에 따라 공사가 순조롭고 안전하게 수행될 수 있도록 기계기구, 기재 및 가설재의 준비를 하여야 한다.
(3) 기계의 설치는 현장조건, 작업여건 등을 고려하여 안전을 유지하도록 하고 적정한 배치를 하여야 한다.
(4) 주입재료는 시공목적에 맞고 관계규정을 만족시키는 것을 사용함을 원칙으로 한다.

3.6 주입

(1) 주입량 및 주입압은 필히 장비를 사용하여 관리를 하여야 한다.
(2) 주입 중 주입재의 역류를 방지하고 지반의 융기 및 인접 구조물에 피해를 주지 않도록 하여야 한다.
(3) 주입량에 큰 변동이 발생할 경우는 공사감독자에게 신속히 보고하여야 한다.
(4) 재료의 사용량, 주입량은 그 양을 확인할 수 있는 자료를 제출하여야 한다.
(5) 약액주입 작업 시에는 주입압력과 주입량을 연속하여 감시하고 예상치 못한 변화가 생기는 경우 즉시 주입을 중지하고 그 원인을 조사하여 필요한 조치를 취하여야 한다.
(6) 주입은 대상지반의 토질 및 지하수의 특성에 따라 정량 주입보다는 정압 주입을 하여

야 한다.

(7) 대수층 또는 동수지반에서는 지하수류에 의해 약액이 희석되거나 유실되지 않도록 약액 주입설계 시 주입 모델시험을 하여 지하수의 유속정도에 따라 겔 타임(gel time), 주입량, 주입속도, 농도, 주입률 등을 조정하여야 한다.

(8) 투수계수가 커서 주입 폭이 두꺼울 때는 주입공의 간격을 줄이고 주입율을 증대시켜야 한다.

3.7 혼합처리

(1) 대상지역에서 풀이나 나무뿌리가 있는 경우 사전에 이를 제거하여야 하며, 시공 장소에 물이 고여 있는 경우 시공에 지장이 없도록 배수 처리한다. 표층배수공은 시공할 지표면에 트렌치(trench)를 굴착하여 지표수를 배제하고 지반 표층부의 함수비를 저하시켜 시공기계의 주행성을 확보한다.

(2) 개량지반은 소정의 깊이 및 단면적을 가져야 한다.

(3) 심층혼합처리공법에서는 시공기기가 기울어지지 않도록 작업지반을 정비 보강한다.

(4) 응결재는 정해진 양을 소정의 흙과 혼합한다. 응결재는 물에 녹으면 강알칼리성이 되고, 열을 내기 때문에 인체나 그 주변에 영향을 미치지 않도록 주의한다. 응결재 등이 분진・발산되지 않도록 노력한다.

(5) 시멘트 처리공법 또는 석회 처리공법에서 응결재와 지반을 혼합한 후 소정의 밀도를 얻을 수 있도록 압력을 가한다.

(6) 개량지반이 소정의 강도에 이를 때까지 그 위에 과도한 하중을 가해서는 안 되며, 적절한 온도와 습도를 유지한다.

(7) 시멘트와 석회 등의 재료에는 수분이 스며들지 않도록 보관한다. 석회계(생석회 등) 첨가제 사용 시 발열 등에 의한 작업원의 안전을 확보하여야 한다.

(8) 첨가재에 의한 안정처리는 가능한 깊고 균일하게 혼합하여 동일한 밀도로 개량하여야 한다.

(9) 다짐이 필요한 경우에는 다음에 따라야 한다.

① 일층 및 완성두께가 300 ㎜ 이하가 되도록 고르게 깔고 충분히 다짐을 실시하여야 한다.

② 다짐을 행하지 않을 때에는 안정처리토에 공동이 생기지 않도록 포설작업을 시행하여야 한다.

(10) 다짐, 포설작업 완료 뒤에는 일정의 강도가 얻어질 때까지는 필요한 경우 양생을 하여야 한다.

3.8 안정처리

3.8.1 땅깎기

(1) 인접한 구조물이 이 작업으로 손상되지 않도록 보호하여야 한다.

(2) 본바닥 흙은 명시된 깊이까지 깎아내어야 한다.
(3) 연약화된 구역을 확인하기 위해서는 시험전압을 하고 연약화된 구역은 깎아내어야 한다.
(4) 기초구조물로부터 45°지지각을 침범해서 땅깎기를 해서는 안 된다.
(5) 덩어리진 흙, 역석, 부피가 0.25 ㎥ 미만인 암은 들어내어 제거하여야 하며, 이보다 큰 암은 철거작업의 해당요건에 따라 캐어내어야 한다.
(6) 예상하지 못한 지반조건은 공사감독자에게 통지하고, 작업재개 지시가 있을 때까지는 그 구역에서 작업을 중단하여야 한다.
(7) 과도하게 깎아낸 구역은 본바닥 흙과 동일 이상 또는 안정문제가 없도록 교정하여야 한다.
(8) 깎아낸 흙은 지정된 장소에 임시쌓기 해 두고 유용하지 않은 남은 흙은 현장에서 반출, 제거하여야 한다.

3.8.2 흙의 처리 및 되메우기

(1) 본바닥면에 부직포를 깔고 겹대기로 접합하여야 한다.
(2) 파낸 흙을 현장에서 다지면서 되메우기 하여야 한다. 처리된 흙은 잘 섞어서 배합이 맞게 하고, 요구된 안정화가 되게 하여야 한다.
(3) 혼합 시 혼합재는 200 ㎜ 미만의 두께로 연속된 층이 되게 포설하여야 한다.
(4) 심층혼합 시 혼합 후 16시간 이상 대기하고, 포설은 72시간 내에 실시하여야 한다.
(5) 요구된 안정화가 되게 하기 위해서는 혼합재는 최적함수량을 유지하여야 한다.
(6) 소일시멘트 안정처리 시 인접한 혼합재의 포설은 30분을 넘지 않아야 하며 석회 안정처리 시 인접한 혼합재의 포설은 60분 내에 시작하여야 한다.
(7) 소일시멘트 안정처리 시 혼합재의 다지기는 포설 후 30분 내에 시작하여야 하며 석회 안정처리 시 혼합재의 다짐은 포설 후 60분 내에 시작하여야 한다.
(8) 석회 안정처리 시 혼합재는 KS F 2331에 따라 다져야 한다.
(9) 경사는 달리 명시된 것이 없으면 건물이나 구조물로부터 2 % 이상 되게 하여야 한다.
(10) 다듬기는 요구된 측선, 기면 및 횡단면에 맞추어 하여야 한다.
(11) 경사는 점차로 변화시켜 하며 수평면에 닿게 하여야 한다.
(12) 하루 일의 종료 시에는 수직한 직선의 시공이음을 만들어 두어야 한다.
(13) 손상된 부분의 메우기는 당초의 전 깊이까지 새로운 혼합재로 대체하여야 한다.
(14) 남은 혼합재는 현장에서 반출, 제거하여야 한다.

3.9 양생

(1) 양생할 때에는 급격한 건조에 주의하고, 중하중의 통과를 가능한 한 피하여야 한다.
(2) 혼합재를 다지고 즉시 표면을 양생피막이나 섶으로 봉합하여야 한다.
(3) 석회 안정처리 시 표면을 봉함하고 72시간 내에는 교통을 허용해서는 안 된다.

3.10 허용오차

(1) 안정처리 시 메우기 한 표면은 예정 표고에서 ±25 ㎜ 이내라야 한다.

3.11 장비

(1) 시공기계는 설계조건, 지질, 지하수의 상태, 시공조건, 경제성 등을 고려하여 적합한 것을 선정하여야 한다.

(2) 안정처리 시 장비는 땅깎기, 혼합, 혼합재료포설, 살수, 집하, 다짐 등에 적합한 장비로서 공사감독자의 승인을 받은 것이라야 한다.

(3) 주입장비는 주입압력, 주입량, 주입시간이 자동 기록될 수 있는 장비를 사용하여야 한다.

3.12 시공조건

(1) 안정처리 시 얼었거나 연약화된 본바닥면 위에 되메우기를 해서는 안 된다.

3.13 시공 및 현장품질관리

3.13.1 주입 시공관리

(1) 주입공법의 시공은 공사의 목적과 주입작업 공정을 충분히 이해하고 시공계획에 따라 실시하여야 한다.

① 주입 그라우트 플랜트는 주변에 영향을 주지 않는 장소를 선정하고 사용재료와 용수가 유출되지 않도록 설비하여야 한다.

② 현장에 따라 주입재료의 보관은 관계규정에 의한 안전대책이 필요하다.

③ 주입재는 계량기, 유량계, 기타 필요한 계측기에 의하여 충분한 관리를 하여야 한다.

④ 현장에서 시공 시 여러 가지 필요한 자료를 수집하여 정식서류 작성에 이용하여야 한다.

⑤ 표층표고측정

⑥ 시공에 있어 수직성, 시공심도 등을 신중히 관리하여야 한다. 특히 기존 시설물 손상 방지에 만전을 기하여야 한다.

⑦ 공사감독자의 기타 지시사항

3.13.2 혼합처리 시공관리

(1) 타설 전 타설 위치, 교반축의 연직도를 확인하여야 한다.

3.13.3 안정처리 현장품질관리

(1) 현장시험은 품질관리의 해당요건에 따라 실시하여야 한다.

(2) 경화된 재료의 압축강도시험과 분석은 KS F 2328의 요건에 따라야 한다.

(3) 시험결과가 명시된 요건을 만족하지 못하면, 시공자의 부담으로 해당공사를 제거, 대체하고 재시험하여야 한다.

3.14 개량효과의 확인

3.14.1 주입효과의 판정

(1) 현장투수시험에서 투수계수가 $K = \alpha \times 10^{-4}$ mm/sec 이하이면 양호한 것으로 판정한다.
(2) 표준관입시험은 주입 전후 지반의 N값을 비교하여 판정한다.
(3) 육안관찰 확인(색소판별법)은 적색반응이면 양호하며, 주입재 침투상태를 육안으로 직접 확인한다.
(4) 지반개량 결과의 검사는 초기검사, 중간검사, 최종검사로 구분하여 실시하는 것을 원칙으로 하여야 한다.
(5) 합격판정의 기준은 공사시방서에서 제시한 기준에 따라야 한다.

3.14.2 개량효과 등의 조사측정

(1) 공사에 앞서서 지정된 위치에 표시를 하고 공사 진행 상황을 판정하기 위해 지반의 침하변위의 측정 및 원위치시험 등을 실시하고, 더욱이 공사에 따르는 주변의 지반 및 시설 등에 대한 영향도 조사한다.
(2) 공사가 끝날 때는 지반개량 효과를 확인하기 위하여 원위치시험 및 토질시험 등을 실시한다.
(3) 웰 포인트를 사용하여 재하하는 경우에는 배출된 수량을 측정함과 동시에 관측용 우물을 설치하여 지하수위를 측정하며, 그 효과가 충분하지 않은 경우에 공사감독자와 협의한다.
(4) 대기압을 사용하여 재하하는 경우에는 진공도의 유지상태를 측정하고, 충분하지 않을 경우에는 공사감독자와 협의한다.

3.14.3 시공 후 확인시험

(1) 시공 후 확인시험을 수행하여 주입에 의한 소기의 목적이 달성되었는지 여부를 확인하여야 한다.
(2) 확인은 보강지역을 일정하게 구획하여 보강대상 지역에 대해 균등하게 확인될 수 있도록 실시하고, 다음의 방법을 참고하여 복합적으로 확인함으로써 주입재가 지반에 양호하게 분포되었는지 여부에 대해 공사감독자의 검사를 받아야 한다.
   ① 굴착 후 육안에 의한 확인
   ② 지반조사 및 시험을 통한 확인
   ③ 물리탐사에 의한 비파괴 확인
   ④ 주입상황이나 기록에 의한 간접 확인

3.15 환경오염방지대책

(1) 지하수오염방지를 위하여 약액을 주입한 지반으로부터 발생한 잔토의 처리는 지하수 및 공공용수 등을 오염시키지 않도록 하여야 한다.

(2) 슬라임의 운반처리는 폐기물 관리법 등 환경관련 법령에 따라 적법하게 처리하여야 한다.

3.16 시공기록

(1) 공사의 시공기록을 작성하여 공사감독자에게 제출한다.

3.17 시공중, 시공후의 처리

(1) 지반 개량 중에 개량지역, 주변지역에 이상이 나타났을 때에는 원인을 조사하여 공사감독자와 협의하여 대책을 수립하고 시행하여야 한다.

(2) 개량지반으로부터 배출된 물, 강우로 인한 지표면수 또한 공사용 배수는 배수구로 처리하여 작업장 내외에는 손상이 없도록 한다.

(3) 고압분사주입은 초고압 분사공법이므로 인접대지의 이완 및 융기 여부를 검토하고 이에 대한 대책을 강구한다. 그리고 공사감독자의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

(4) 지하매설물에 근접하여 약액의 주입을 시공할 경우에는 약액이 해당 지하매설물에 유입되지 않도록 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.18 수정 및 보완대책수립

(1) 개량 중 또는 개량 후의 지반압밀효과의 조사에 있어서는 설계로 정해진 조건을 만족하지 못할 때에는 공사감독자와 협의하여 개량기간, 재하중량, 재하방법의 변경 또는 재압밀 등 대책을 강구하여야 한다.

(2) 다음의 경우에는 수정 및 보완대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하고 승인을 받아 시행하여야 한다.

① 도면 및 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우

② 심각한 환경문제가 발생한 경우

③ 시공이 중단되어 주입작업이 연속적으로 이루어지지 않은 경우

④ 지표면의 표고차가 공사시방서에서 정한 허용한계를 초과한 경우

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	정영권	㈜혜인이엔씨
이정학	㈜건창이앤텍	홍기권	㈜대한건설ENG
정승용	㈜아임이엔씨		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 30 : 2016

고결공

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 30 35 : 2016

다짐공

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 토목공사 표준일반시방서를 중심으로 하수관거공사 표준시방서, 항만및어항공사 표준시방서의 다짐공에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004.5)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 30 35 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 35 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국지반공학회	작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 제출자료 ····· 1

2. 재료 ····· 1

2.1 재료 및 장비 ····· 1

2.2 재료의 품질 ····· 1

2.3 재료의 검수 ····· 1

3. 시공 ····· 2

3.1 표면다짐 ····· 2

3.2 심층다짐 ····· 2

3.2.1 일반사항 ····· 2

3.2.2 재료 ····· 2

3.2.3 시공 ····· 3

3.3 모래(쇄석)다짐말뚝공법 ····· 3

3.4 바이브로플로테이션공법 ····· 4

3.5 동다짐공법 ····· 5

3.5.1 일반사항 ····· 5

3.5.2 재료 ····· 6

3.5.3 시공 ····· 6

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 연약지반에 투수성이 좋은 재료를 이용하여 다짐을 가함으로서 지반의 밀도를 증진시키는 다짐공사에 적용된다.

1.2 제출자료

(1) 시공자는 공사계획에 맞는 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
(2) 시공자는 사용자재에 대한 품질확인서를 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 재료 및 장비

(1) 연약지반 처리공에 사용하는 재료는 계약도면과 승인된 시공상세도면에 명시된 요건에 따라야 하며, 일정한 시험을 거쳐서 합격한 것이라야 한다.
(2) 다짐재료는 입경이 클수록 좋으나 최대입경 50 ㎜를 초과하지 않는 모래나 자갈을 사용하며 실트분을 20% 이상 함유하거나 점토분을 5% 이상 함유한 재료를 사용해서는 안 된다.
(3) 다짐장비의 다짐효과는 지반의 종류와 함수비에 따라 다르므로 현장에서 시험을 통하여 다짐횟수를 결정하여 적용하여야 한다.
(4) 지반에 주입하는 주입재는 지반의 종류에 따라 적용성을 결정하여야 한다.

2.2 재료의 품질

(1) 각 재료의 규격 및 품질은 공사시방서에서 규정한 시험방법에 따라 실시하여야 하며, 공사시방서에서 규정하지 않았으나 합리적인 시공관리상 필요하다고 인정되는 추가 시험 종목은 수급인과 공사감독자가 협의한 후 공사감독자의 지시에 따라야 한다.
(2) 관리시험의 실시빈도는 공사시방서에서 규정한 횟수에 따라야 한다.
(3) 재료의 규격 및 품질검사는 시공 후 확인할 수 없기 때문에 시공 전에 시험을 실시하여 합격된 제품만 사용하여야 한다.

2.3 재료의 검수

(1) 공사감독자가 필요하다고 생각할 때에는 제품의 시험 또는 제작과정을 검사하기 위하여 해당 제작 장소에 언제든지 검사원을 파견할 수 있다.
(2) 지반개량결과의 검사는 초기검사, 중간검사, 최종검사로 구분하여 실시하는 것을 원칙으로 하여야 한다.
(3) 합격판정의 기준은 공사시방서에서 제시한 기준에 따라야 한다.

3. 시공

3.1 표면다짐

(1) 흙을 표면에서 다질 경우 다짐의 영향이 미치는 깊이가 한정되기 때문에 일정한 두께로 흙을 쌓은 후에 고르게 펴고 정적 또는 동적 장비를 이용하여 층별로 다진다. 점성토 지반은 정적롤러로 다지며, 사질토 지반이나 점성토를 약간만 포함하는 지반은 진동롤러나 진동판으로 다지고 깊은 심도를 동시에 다질 때에는 바이브로플로테이션 등으로 동다짐을 하여야 한다.

3.2 심층다짐

(1) 말뚝 등 구조부재를 설치하거나 큰 낙하에너지나 동적에너지를 가하여 다짐하여야 한다. 심층 다짐공법은 연약지반에 투수성이 좋은 재료(모래, 굴패각, 쇄석 등)를 강제로 밀어 넣거나 다짐을 가하여 지반의 밀도를 증진시키는 공법이다.

3.2.1 일반사항

(1) 적용범위

① 모래 또는 점토로 구성된 연약지반의 지지력 증가, 침하 저감, 액상화 방지, 수평저항 증가 등을 위해 모래(또는 유사재료)를 압입하여 큰 직경의 말뚝을 설치하는 공사에 적용한다.

(2) 제출문

① 이 기준에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

② 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

가. 계측 계획서

나. 시공 보고서

3.2.2 재료

(1) 재료의 경우 이 기준 2.의 재료기준에 따르며, 기타재료 사용 시에는 설계요구조건을 충족시킬 수 있어야 한다.

(2) 모래의 세립분 함유량은 모래말뚝에서 양호한 배수효과를 기대할 경우에는 3% 이하이어야 하고 그렇지 않은 경우라도 15%를 초과해서는 안 된다.

(3) 사용쇄석의 골재 최대치수 및 입도분포는 별도의 공사시방 규정에 따라야 하며 수평배수공의 쇄석재료 기준을 만족시켜야 한다. 특히 점성토지반에서 쇄석다짐말뚝 타설에 의한 수평배수를 고려할 경우에는 클로깅(clogging) 영향으로 인한 배수성능의 저하가 발생하지 않는 것이라야 한다.

(4) 혼합골재를 사용할 경우 입도 및 품질은 공사시방서의 규정하는 바에 따른다.

3.2.3 시공

(1) 다짐말뚝의 타입기계는 타입길이 및 투입재료의 양을 자체 기록할 수 있는 장치를 준비하여야 한다. 또한 시험시공을 실시하고 시공심도의 결정, 관입능력, 자동기록기의 정도 및 바켓 용량에 대해 공사감독자의 검사를 받아야 한다.

(2) 투입재료의 치환율, 파일의 간격, 배열, 직경 및 투입량은 설계도서에 따른다.

(3) 다짐말뚝의 타입 시 케이싱관의 인발높이 및 재 관입깊이는 다음을 기준으로 하되, 시험시공을 통해 합리적인 대안을 마련했을 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 이를 대신 적용할 수 있다. 또한, 심도 1 m에서는 최종적으로 1 m 인발 및 재 관입을 추가 1회 실시하여야 한다.

① 심도가 3 m 아래의 경우

가. 케이싱관의 인발높이: 3 m

나. 재 관입 깊이: 2 m

② 지표 ~ 심도 3 m

가. 케이싱관의 인발높이: 1.5 m

나. 재 관입 깊이: 1.0 m

(4) 케이싱 내부에 채워진 재료의 높이와 케이싱 선단부와의 차이를 1.5 m 이상을 유지하여야 한다.

(5) 케이싱 내 재료투입은 이 기준의 3.2.2에 따른다.

(6) 다짐말뚝은 타설 시 주변지반이 융기되어 인접 구조물에 피해를 줄 수 있으므로 타설부지의 외곽에서 내측(안측)방향으로 시공하는 것을 원칙으로 한다.

(7) 시공관리기록은 이 기준의 3.5에 따른다.

(8) 분진, 소음, 수질오염 등은 소음·진동관리법, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 등 관련 법에서 정한 기준을 따라야 한다.

(9) 시공 중에 조사 및 시험의 항목, 방법, 수량 등에 대해서는 공사시방서에서 정한 바를 따른다. 개량효과 확인을 위한 시추조사의 위치설정은 공사감독자가 정하는 바에 따라야 한다.

(10) 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

① 도면 또는 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우

② 시공 중 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우

③ 말뚝이 절단된 경우 또는 재료 투입량이 부족한 경우

④ 말뚝의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

3.3 모래(쇄석)다짐말뚝공법

(1) 강관케이싱을 관입하고 강관케이싱 내부에 모래나 굴패각, 쇄석 등을 채워 다짐말뚝을 조성하는 공법으로 이 공법의 적용은 모든 토사종류에 가능하다.

(2) 강관케이싱의 관입은 자동기록장치가 부착되어 있는 관입장비를 사용하여야 한다.

(3) 공사를 착수하기 전에 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 시공계획서에 포함시킬 사항은 다음과 같다.
① 강관케이싱의 관입계획: 강관의 종류, 관입장비(진동의 크기), 관입의 간격, 관입깊이, 관입순서(종, 횡방향), 허용연직도의 유지
② 재료투입계획: 운송로, 야적위치, 투입량, 투입순서, 투입방법, 치환율
③ 다짐계획: 다짐방법, 다짐장비운용

(4) 시공범위, 치환율, 모래투입량, 개량강도에 대해서는 설계도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따라야 한다.

(5) 다짐말뚝의 시공에서 재료의 투입과 다짐은 동일방법으로 연속적으로 하여야 한다.

(6) 시공 중에는 다음 사항을 기록하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
① 강관의 관입속도
② 심도별 투입 재료량
③ 강관 내부에서 투입재료의 상단높이 변동량
④ 말뚝의 길이

(7) 분진, 소음, 수질오염 등은 소음·진동관리법, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 등 관련 법에서 정한 기준을 따라야 한다.

(8) 시공 중에 조사 및 시험의 항목, 방법, 수량 등에 대해서는 공사시방서에서 정한 바를 따른다. 개량효과 확인을 위한 시추조사의 위치설정은 공사감독자가 정하는 바에 따라야 한다.

(9) 다음의 경우에는 시정 및 보완 대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.
① 도면 또는 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우
② 말뚝이 절단된 경우 또는 재료투입량이 부족한 경우
③ 말뚝의 위치가 공사시방서에서 정하는 허용오차를 초과한 경우

3.4 바이브로플로테이션공법

(1) 물을 고압으로 분사하여 지반을 굴착하고 여기에 모래를 채워 모래말뚝을 조성하는 공법으로 이 공법의 적용은 사질토 지반에 적합하다.

(2) 본 공사를 착수하기 전에 다음의 시공계획을 포함하는 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
① 굴착계획: 굴착장비의 성능, 굴착간격, 굴착순서
② 재료(모래, 쇄석 등) 투입계획: 운송로, 야적위치, 투입량, 투입순서, 투입방법, 치환율
③ 다짐계획: 다짐방법(물 또는 에어공급), 다짐장비운용

(3) 지반굴착장비는 자동기록장치가 부착된 것을 사용하여야 한다.

(4) 모래말뚝의 배치와 크기는 물론 시공범위, 치환율, 재료투입량, 개량강도에 대해서는 설계도면이나 공사시방서에서 정한 바를 따라야 한다.

(5) 시공 중에는 다음 사항을 기록하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

① 굴착기의 굴착속도
② 투입 재료량
③ 충전모래의 상단높이 변동량 또는 심도별 투입량

(6) 시공관리 사항은 다음과 같다.
① 지반의 표고측정
가. 지반융기 또는 침하에 대해서는 시공 중이나 시공 후에도 지반높이를 측정하여야 한다.
나. 측정방법과 위치는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.
다. 측정시기, 측정빈도, 측정범위는 시공에 앞서 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
② 환경영향: 분진, 소음, 수질 오염 등은 환경보전법 등에서 정한 기준에 따라야 한다.
③ 말뚝의 연직성
④ 공사감독자의 기타 지시사항: 시공 중에 조사 및 시험의 항목, 방법, 수량 등에 대해서는 공사 시방서에서 정한 바를 따른다. 개량효과 확인을 위한 시추조사의 위치설정은 공사감독자가 정하는 바에 따라야 한다.

(7) 다음의 경우에는 수정 및 보완대책을 수립하여 이를 공사감독자에게 보고하여 승인을 받아 시행토록 하여야 한다.
① 도면 또는 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우
② 말뚝이 절단된 경우 또는 재료투입량이 부족한 경우
③ 말뚝의 위치가 공사시방서에서 정하는 허용오차를 초과한 경우

3.5 동다짐공법

(1) 무거운 추를 이용하여 지반을 다지는 공법으로 사질토 지반, 쓰레기 매립장 또는 큰 암석이 다량 섞여 있는 불균질한 지반에 적합하다. 경우에 따라서는 다짐공간에 골재를 채워 넣기도 한다.

3.5.1 일반사항

(1) 무거운 추를 높은 곳으로부터 자유낙하 시켜 지반의 심층까지 다짐효과를 일으키는 동다짐(동압밀)공법과 지반의 강도를 증대시키기 위해 쇄석 또는 모래자갈 등의 재료를 직접 타격함으로써 지중에 대직경의 말뚝을 형성시키는 동치환 공법에 적용한다.

(2) 제출물은 다음과 같다.
① KCS 11 30 05 (3.2)에 따른 시공계획서 외에 안전관리계획서 및 다음의 사항을 추가로 작성하여 제출하여야 한다.
가. 지반상태, 시공조건, 개량목적에 따라 설계에서 계획된 시험시공을 공사감독자와 협의를 한 후 실시한다. 시험시공결과는 다음 사항을 포함하여야 한다.
(가) 낙하단계와 단계별 낙하에너지의 크기
(나) 낙하지점의 배치와 낙하순서
(다) 정치 시간

나. 다짐작용으로 인하여 지반의 체적이 크게 감소하는 경우 공사감독자의 승인을 받아 체적이 감소한 만큼 보충재료를 투입하여야 한다.

다. 공사를 착수하기 전에 시공계획서를 작성, 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 시공계획서에 포함시킬 사항은 다음과 같다.

(가) 장비 운용계획을 통하여 장비의 성능점검과 이동방법을 정한다.

(나) 다짐계획은 추의 무게, 낙하높이, 타격의 차수 및 횟수를 통하여 결정한다.

(다) 다짐의 순서는 수평방향 및 연직방향으로 입체식 다짐순서도를 작성한다.

(라) 주변 시설물의 안전대책

라. 시공관리 사항

(가) 진동의 유해영향

(나) 지반의 표고측정

(다) 간극수압측정 (점성토 지반)

(라) 공사감독자의 기타 지시사항

마. 안전관리에 필요한 시설물을 갖추고 시공하여야 한다.

3.5.2 재료

(1) 치환재료로는 모래자갈 또는 사석을 이용하며, 이물질이 섞이지 않도록 운반 및 이동시 철저히 품질관리를 실시하여야 한다.

3.5.3 시공

(1) 동다짐공에서는 다음 사항을 고려하도록 한다.

① 공법의 적용은 다짐에 의한 밀도증가, 지지력 증가 및 균일화, 잔류침하의 감소, 지진 시의 액상화 방지, 침하촉진, 강제치환, 수중의 쇄석 마운드의 다짐 등에 이용한다.

② 동다짐공은 지중에 충격하중을 가하여 수평방향의 인장응력을 발생시킴으로써 수직방향의 균열과 간극수압이 소산되어 지반의 압축을 촉진한다.

③ 동다짐에 의한 충격에너지를 각 낙하지점에 가하여야 하므로 다짐효과가 필요한 만큼의 낙하횟수를 결정하여 다짐을 하여야 한다.

④ 불투수층이나 포화지반인 경우에는 매 타격 시 심도에 따라 지반 내 간극수압이 증가하고, 액화상태에 도달하면 더 이상의 타격에너지를 가하는 것이 효과가 없으므로 주의하여 시공하여야 한다.

⑤ 타격 간격은 1회 타격에너지와 개량에 필요한 총 소요에너지의 크기를 비교하여, 전 면적에 필요한 에너지를 고르게 공급하도록 격자망을 짜서 타격하여야 한다.

⑥ 개량대상지반의 특성에 적합한 동다짐 간격 및 1회 타격에너지(추 무게 및 낙하고)를 결정하기 위하여 시험시공을 실시하고 다짐효과를 확인하여야 한다.

⑦ 최초에 심부를 다져서 개량하고, 순차적으로 상부계량을 실시하여 최종적으로 마무리 다짐으로 지표면을 다지도록 한다.

⑧ 포화점성토와 세립분이 많은 포화사질토 등의 개량에서는 타격에 따른 과잉간극수압이 소산될 때까지 정치기간을 두어야 하며, 배수공법과 병용할 경우에는 정치기간을 짧게 할 수 있다.

⑨ 시공 시 인접지역의 진동 및 소음에 대한 환경영향 및 인접구조물의 안정성에 미치는 영향을 고려하여야 한다.

⑩ 지표면 부근에 연약 점성토가 존재하거나 지하수위가 높아 시공이 어려운 경우 또는 연약 점성지반이나 유기질 지반의 두께가 두껍게 존재하는 경우에 다짐 전 배수처리계획을 수립하여야 한다.

(2) 동치환공의 시공 일반 사항은 상기 (1)을 따르며, 기타 사항은 해당 공사시방서를 따른다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	여규권	삼부토건㈜
김성환	인천대학교	홍기권	㈜대한건설ENG

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 35 : 2016

다짐공

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 30 40 : 2016

경량재 쌓기공

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 항만 및 어항공사 표준시방서의 경량재 쌓기공에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1976.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사를 위한 각종 설계조건을 망라하였으며, 수역시설, 외곽시설, 기타 항만공사에 관계되는 시설에 관한 설계의 일반방침과 기준을 수록함.	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 연안정비시설물을 적용대상에 포함하고, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중계수 상향, 재추산한 심해파의 적용근거 마련 등 대폭 보완.	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 변화된 항만건설여건을 반영하고 지구 온난화 등 기후변화에도 선제적으로 대비할 수 있도록 전면 개정.	개정 (2005.11)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 상위기술기준 및 타 분야 기준의 변경내용 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트 등의 관련 시방과 필터매트, 함선, 안벽 기타부속시설의 관련 시방 보완, 마리나시설에 대한 시방 추가 등 대폭 개정.	개정 (2012.12)
KCS 11 30 40 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 40 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국지반공학회	작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출자료 ····· 1
1.2.1 시공계획서 ····· 1
1.2.2 시공계획서에 포함시킬 사항 ····· 1
1.2.3 추가 제출사항 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.3.1 관련 법규 ····· 1
1.3.2 관련 기준 ····· 2
2. 재료 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 일반사항 ····· 2
3.2 시공관리사항 ····· 3

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 양질의 성토재보다 중량이 작은 경량재를 이용하는 공사에 적용하며, 아래의 시방은 경량재를 이용하는 방법 중 고분자 계통의 경량제품인 발포폴리스틸렌(EPS: Expanded Poly-Styrene)을 성토재 대신 이용하여 하중을 경감시키는 공사에 적용한다.

(2) EPS 블록 처리부분과 미처리부분의 경계부에서 압밀침하의 단차가 발생하거나 성토체와 처리부분의 거동이 현격히 차이가 있으므로 완만한 경사나 별도의 조치를 취하여야 한다.

1.2 제출자료

1.2.1 시공계획서

(1) 공사를 착수하기 전에 설계 도면이나 공사 시방서에 근거하여 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

1.2.2 시공계획서에 포함시킬 사항

(1) 시공 준비 및 재료의 반입을 위하여 굴착장비 운송을 위한 주행성(trafficability)의 확보 방안, 재료의 반입과 저장 계획을 수립하여야 한다.

(2) EPS 설치의 깊이와 범위는 설계도면에서 정하는 바를 따른다.

(3) 차수 또는 배수계획을 위하여 EPS 블록은 지하수 또는 표면수 등의 유입으로 인하여 부력의 영향을 받아서는 안 된다. 따라서 이에 대한 대책을 마련하여야 한다.

(4) EPS는 수평으로 설치하여야 하고 특히, 바닥면의 기울기는 1 : 300 이내이어야 한다. EPS 블록 간에는 고정쇠를 설치하여 블록 전체가 안정되도록 하여야 한다.

(5) EPS의 설치는 공사시방서에서 정한 허용오차 이내로 하여야 한다.

(6) 피복토 작업은 외부로부터 EPS 블록을 보호하기 위하여 흙을 덮는 경우 그 두께는 300 ㎜ 이상이어야 한다.

1.2.3 추가 제출사항

(1) EPS 블록 설치 단면도

(2) EPS 블록의 구조 계산서

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음

1.3.2 관련 기준

- KS M 3808 발포폴리스티렌 보온재
- KS M 3831 경질 발포 플라스틱의 압축시험방법

2. 재료

(1) EPS 성토공법의 주재료는 본체인 EPS 블록과 EPS 블록을 결합시키는 연결쐬쇠로 구성되며, EPS 블록에는 화재에 대비해 난연재가 첨가되어야 하며, 착화하여 화원(火源)을 제거하면 3초 이내에 스스로 소화되는 성질을 가져야 한다.
(2) EPS(Expanded Poly-Styrene)재료는 설계도면 또는 공사시방서에서 정한 바를 따른다.
(3) 사용 EPS 재료는 파손되지 않은 것을 사용하여야 한다.
(4) EPS는 햇볕에 장기간(7일 이상) 방치해서는 안 되며, 유해물질이나 물로부터 차단되어야 하며 불에 접촉되어서는 안 된다.

3. 시공

3.1 일반사항

(1) EPS 블록 시공 중에는 지하수, 강우, 유입수 등에 대하여 세부 대책을 수립하여야 한다.
(2) 비탈면의 땅깎기와 EPS 블록의 경계부는 용수와 침투수의 배수를 고려하여 양질의 재료로 채움을 하고 충분히 다짐을 하여야 하며, 용수가 많은 경우에는 층따기 면에 배수용 시트 등을 설치하여야 한다.
(3) EPS 블록을 암반 등에 붙이는 경우에는 EPS 블록과 암반 경계부에 슬라이딩이 발생하지 않도록 하여야 한다.
(4) 굴착면이 연약한 경우에는 지오텍스타일, 지오그리드 등을 병용하는 것이 좋으며, 매립지반 등 초연약지반에서는 표층혼합처리공법 등의 병용도 필요하다.
(5) EPS 블록과 성토부의 접속 구간에 대해서는 부등침하를 방지하기 위하여 철저히 다짐을 하여야 한다.
(6) EPS 블록은 서로 엇갈리게 설치하고, 연결쐬쇠로 고정하여야 한다.
(7) EPS 블록의 자립면을 보호하기 위해 보호벽을 설치할 경우에는 다음과 같은 목적이 달성될 수 있도록 시공하여야 한다.
  ① 태양광선(자외선)에 의한 EPS 블록의 변색 방지
  ② 주변 화재로부터 연소 방지
  ③ 충격 등에 의한 파손 방지
(8) EPS 블록의 비탈면은 EPS 블록이 유해한 물질과 주변 화재로 부터 보호되도록 투수계수가 작은 재료를 이용하여 최소 500 ㎜ 이상 복토하고 다짐하여야 한다.
(9) EPS 블록의 설치에 의해 비탈면이 형성될 경우에는 작업하중, 장래 교통하중과 같은 사용하중 등에 의해 비탈면측으로의 변위 가능성 여부를 판단하여 시공하여야 한다.

3.2 시공관리사항

(1) 지하수위 측정 및 표면수의 유입 여부를 확인한다.

(2) 시공 중 또는 시공 후에 측량을 실시하며 EPS 블록간의 설치 오차는 공사 목적에 따라 그 허용오차를 별도로 정하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	이철규	㈜홍익기술단
김규형	㈜용마엔지니어링	홍기권	㈜대한건설ENG

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 40 : 2016

경량재 쌓기공

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 30 45 : 2016

지반 그라우팅

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 토목공사 표준일반시방서의 지반 그라우팅에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 제정	제정 (1962)
토목공사 표준일반시방서	• 토목공사 표준일반시방서 개정	개정 (1967)
토목공사 표준일반시방서	• 건설공사의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재의 개발 등 건설기술이 부단히 발전되고 있는 현 추세에 발 맞추기 위해 대한토목학회 각 해당분야 소위원회에서 초안된 내용을 토대로 제정.	개정 (1977)
토목공사 표준일반시방서	• 기 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고, 이를 발정시켜 토목공사 전반에 대한 일반적인 시방이 되도록 보완 개정.	개정 (1985.12)
토목공사 표준일반시방서	• 각 시방을 공종별로 정연하게 편성, 주입공, 뿜어붙이기공, 방수공에 대한 시방과 보다 발전된 공법, 장비 및 자재에 대한 시방 추가, 기 개정된 각종 시방서 등 제기준 및 규정과 부합하도록 보완함.	개정 (1992.12)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방을 부분적으로 조정보완하고, 토목공사 표준 일반시방서로 개칭함.	개정 (1996.3)
토목공사 표준일반시방서	• 세분된 공종별로 편성하여 시방의 조정·보완을 부분적으로 쉽게 다룰 수 있게 하여 공사운영관리와 시공기준의 변화에 대응할 수 있게 함.	개정 (2004.5)
토목공사 표준일반시방서	• 시대변화에 맞도록 내용을 추가, 보완 및 조정함으로써 토목공사에 적용토록 함. 특히, 신기술, 신공법, 신자재에 관한 사항을 반영하고, SI단위계로 수정함.	개정 (2005.2)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
토목공사 표준일반시방서	• 주변지반이 모래 또는 준설토일 경우 도로함몰, 지반유실, 싱크홀 등 방지를 위하여 뒷채움재 사용시 저유동성 고결재, Soil-cement 등을 활용하도록 명시함.	부분개정 (2015.8)
KCS 11 30 45 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 30 45 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일 개 정 : 년 월 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 대한토목학회 작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 제출자료 ····· 1
1.3 참고 기준 ····· 1
1.3.1 관련 법규 ····· 1
1.3.2 관련 기준 ····· 1
1.4 반입, 저장 및 취급 ····· 1
1.5 시공환경요건 ····· 1
2. 재료 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.2 배합시험 ····· 2
2.3 주입배관, 마개 및 연결재 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 장비 ····· 2
3.1.1 천공장비 ····· 2
3.1.2 주입장비 ····· 2
3.1.3 콤프레서 ····· 3
3.1.4 패커 ····· 3
3.2 암반의 압력주입 ····· 3
3.2.1 일반사항 ····· 3
3.2.2 배관 및 연결재 ····· 4
3.2.3 주입공의 천공 ····· 4
3.2.4 압력주입작업 ····· 4
3.3 접촉면 주입 ····· 4
3.3.1 일반사항 ····· 4
3.3.2 주입 ····· 4
3.4 지반 내 주입 ····· 7
3.4.1 일반사항 ····· 7
3.5 현장품질관리 ····· 8
3.6 청소 ····· 9

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 그라우트의 지반 내 주입, 암반압력주입, 접촉면주입에 대한 시방을 제시한다.
(2) 이 기준은 지반 내에 주입관을 삽입하여 적당한 양의 주입재를 압력으로 주입하거나 혼합하여 지반을 고결 또는 경화시켜 지반의 차수효과 또는 강도 증대를 목적으로 수행하는 공사에 적용한다.

1.2 제출자료

(1) 작업계획서, 검사 및 시험계획서, 시공계획서, 시험주입 계획서, 시험주입 보고서
(2) 주입장비명세: 작업도면, 예정된 주입장비의 서면명세 및 작업에 관한 명세
(3) 작업기록: 모든 천공에 대한 주상도, 주입작업의 변화시기, 압력, 주입속도 및 공사감독자가 요구하는 기타 자료
(4) 그라우트배합설계: 그라우트의 배합비 및 혼합시험결과
(5) 잔골재 입도: 잔골재의 입도시험결과
(6) 주입절차: 혼합, 재순환, 주입진행 및 채워진 공간에 대한 결정을 포함한다.
(7) 주입완료 및 주입재 채취보고서: 공사감독자가 제공하는 서식에 따른다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음

1.3.2 관련 기준

- KS F 2426 주입모르타르의 압축강도 시험방법
- KS L 5105 수경성 시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.4 반입, 저장 및 취급

(1) 제품은 제작자의 지침에 따라 현장에 반입, 보관, 보호 및 조작하여야 한다.
(2) 포장된 재료는 깨끗하고 건조하여야 하며 습기, 결빙 및 이물질에 대해서 보호하여야 한다.

1.5 시공환경요건

(1) 재료와 대기의 온도는 작업의 시작 전 또는 작업 중 5 ℃ 이상 그리고 완료 후 48시간 동안 10 ℃ 이상이라야 한다.
(2) 재료와 대기의 온도는 작업의 시작 전, 작업 중 그리고 완료 후 48시간 동안 30 ℃ 이하라야 한다.

2. 재료

2.1 재료

(1) 시멘트 KS L 5201의 보통포틀랜드 시멘트의 해당요건을 참조한다.
(2) 혼합시멘트는 혼합시멘트의 해당요건을 참조한다.
(3) 골재는 1.2 ㎜체를 통과하는 것으로서 콘크리트용 잔골재의 해당요건을 참조한다.
(4) 물은 깨끗하고 혼합물에 해로운 불순물이 없는 물이어야 한다.
(5) 주입재는 다음 사항을 고려한다.
  ① 현탁액형의 종류에는 시멘트계, 점토계, 아스팔트계 등이 있다.
  ② 용액형
    가. 물유리계의 종류에는 알카리계, 비알카리계, 특수실리카계, 기·액반응계 등이 있다.
    나. 고분자계의 종류에는 크롬리그닌계, 아크릴아미드계, 요소계, 우레탄계 등이 있다.
(6) 모든 주입재는 요구되는 품질을 만족함과 동시에 지반환경에 유해한 물질이 포함되지 않아야 한다.

2.2 배합시험

(1) 그라우트의 배합시험은 KS L 5105 및 KS F 2426에 준하여 실시한다.

2.3 주입배관, 마개 및 연결재

(1) 주입배관, 주입공 마개, 와셔 및 연결재 등은 주입 시작 전에 공사감독자의 검사와 승인을 받아야 한다.

3. 시공

3.1 장비

3.1.1 천공장비

(1) 모든 주입공은 승인된 천공기로 천공하여야 한다. 천공이 종료되면 물과 공기로 구멍을 세척해서 구멍 속의 모든 부스러기를 제거하여야 한다. 물이 없이 공기만으로 천공된 구멍에서 부스러기를 제거하는 것은 허용되지 않는다.

3.1.2 주입장비

(1) 작업요건
  ① 사용하는 장비는 주입에 적합한 구성을 가지며 주입재를 충분히 혼합하고 그것을 필요한 압력에서 연속적인 흐름으로 암반이나 본 바닥층 및 쌓기한 재료 속으로 주입할 수 있는 성능을 갖추어야 한다.

(2) 세척능력
① 주입장비는 자체적으로 세척이 가능한 형태를 갖추어야 한다.
(3) 대기용 주입장비의 점검
① 대기용 주입장비를 즉각 사용할 수 있도록 매주 대기용 주입장비를 점검하여야 하며, 대기용 주입장비의 비상사용을 위하여 격주로 주입작업원에 대한 훈련을 실시하여야 한다.
(4) 구성요소
① 혼합기의 용량, 급수계량기의 정밀도, 교반탱크 및 펌프의 성능, 호스의 지름과 내력, 압력계의 압력범위 및 정밀도 등은 작업에 지장이 없는 범위에 있는 것이어야 한다.
(5) 차단밸브 주입공 연결부에 설치하는 밸브는 주입이 완료된 후에도 주입재가 응결할 때까지 요구된 압력을 유지할 수 있어야 한다.

3.1.3 콤프레서
(1) 콤프레서는 0.6 MPa 이상의 압력으로 압축공기를 장비의 각 부분에 송기할 수 있는 성능을 가진 것이어야 한다.

3.1.4 패커
(1) 패커(packer)는 주입재 공급관에 연결하는 데 적합하고 기계 또는 다른 승인된 수단으로 팽창시킬 수 있게 구성된 팽창단관을 가진 것이어야 한다. 패커는 팽창되었을 때 어느 위치에서도 1.0 MPa까지의 압력에 누수 없이 견딜 수 있도록 천공한 구멍을 밀봉할 수 있어야 하며, 주입이 완료되었을 때 구멍을 차단하는 밸브를 갖추고 있어야 한다.

3.2 암반의 압력주입

3.2.1 일반사항
(1) 공사감독자의 지시에 따라 암반에 압력주입을 할 필요성이 있는지 확인하여야 한다.
(2) 모든 압력주입작업은 공사감독자의 입회하에 실시하여야 한다. 시멘트와 물로 구성된 주입재는 암반에 뚫어진 각 구멍 속에 압력을 가하여 주입하여야 한다. 압력은 공사감독자의 지시대로 정하지만 4 MPa를 초과하지 않아야 한다. 시멘트와 물의 배합비는 공사감독자의 지시를 받아야 한다.
(3) 모든 필요한 천공기와 주입기는 주입에 대한 필요성이 결정되면 즉시 착수지점에서 사용할 수 있어야 한다.
(4) 착수지점에서 주입이 완료된 후에는 주입재가 구멍 속에 차 있는 시간까지 암반굴착을 지연시키는 것이 필요하다. 공사감독자가 결정하는 4시간 미만의 대기시간은 작업중지로 간주하지 않는다.

3.2.2 배관 및 연결재

(1) 요구된 대로 주입공 위치에 있는 암반에 압력주입을 하기 위해서는 필요한 배관과 연결재를 설치하여야 하며, 배관과 연결재는 지름 40 ㎜ 정도의 강관으로 4 MPa의 내부압력을 지탱할 수 있어야 한다.

(2) 주입배관은 암반 속에 정착시키고 관의 주위에 있는 공간은 적합한 재료로 밀봉하여야 하며, 배관과 연결재는 암반 속에 매설하기 전에 모든 흙먼지, 그리스, 주입재 및 모르타르를 충분히 청소하여야 한다. 가능한 경우에는 주입배관 대신 적합한 패커(packer)를 사용할 수 있다.

3.2.3 주입공의 천공

(1) 압력주입을 위한 주입공은 물의 배출을 줄이는 데 필요한 대로 터널굴착에 앞서서 천공하여야 한다.

(2) 주입공에 주입할 때 인접한 주입공 사이에 연락이 되지 않도록 간격을 유지하여야 하며, 이 때문에 구멍에 주입이 될 때까지 천공을 제한할 수도 있다. 각 주입공의 지름은 표준크기(대략 38 ㎜)의 비트로 뚫어진 것보다 작아서는 안 된다. 주입공의 연결 전에 구멍을 막거나 지장을 주는 간극은 적당하게 뚜껑을 씌우거나 달리 보호해서 연결할 수 있다. 주입을 하기 전에 주입공을 청소하여야 한다.

3.2.4 압력주입작업

(1) 파열, 박층 및 단층은 필요한 대로 청소하고, 누수의 양과 범위를 결정하기 위하여 압력을 필요한 주입압력까지 높이면서 깨끗한 물로 주입공을 시험하여야 한다.

(2) 터널 전면의 모든 압력주입공에는 패커를 사용하여야 한다. 어느 단계에서도 주입은 주입공 또는 그 연결부에서 압력이 0.8 MPa일 때 15분에 30 L 미만, 압력이 1.5 MPa ~ 3 MPa일 때 10분에 30 L 미만 그리고 압력이 3 MPa ~ 4 MPa일 때 5분에 30 L 미만의 주입재를 받을 때까지 계속하여야 한다. 주입공 또는 그 연결부의 주입이 완료되면 주입재가 충분히 응결될 때까지 적합한 밸브장치로 압력을 유지해서 주입공이나 그 연결부에 주입된 것이 차 있게 하여야 한다.

3.3 접촉면 주입

3.3.1 일반사항

(1) 접촉면 주입은 강재 또는 콘크리트의 터널라이닝과 암반 또는 지반 표면 사이 그리고 강재라이닝과 콘크리트복공 사이 등에 있는 간극을 채우기 위해 실시하는 압력주입이다.

3.3.2 주입

(1) 일반절차

① 주입압력

가. 주입조건에 따라 달리하며, 터널라이닝 구간에 국부적인 비틀림을 일으키기에 충분할 만큼 높은 압력 또는 0.2 MPa 이상의 압력으로 주입재를 주입해서는 안 된다.

나. 주입재가 주입장비에서 완전히 유출된 후에는 주입압력을 지속시켜서는 안 된다.

② 주입재 반송

가. 주입재는 균일하게 지속적으로 반송되도록 펌프를 운전하여야 하며, 공사감독자가 달리 지시하지 않으면 완료될 때까지 계속해서 주입하여야 한다.

③ 주입순서

가. 주입은 가장 낮은 주입공에서 시작해서 가장 높은 주입공으로 진행하고 라이닝의 양측면에서는 바닥면에서 위로 진행하여야 한다.

나. 주입재는 낮은 주입공의 공간이 주입재로 완전히 채워지기까지는 다음으로 더 높은 주입공에 주입해서는 안 된다.

④ 채워진 공간의 판단

가. 더 높은 곳의 주입공에서 주입재가 유실되는 것은 공사감독자가 달리 판단하지 않는다면 그 보다 아래에 있는 공간이 주입재로 완전히 채워졌음을 가리킨다.

나. 유실되는 주입재는 그것이 요구된 질기를 나타낼 때가지는 버려야 한다.

⑤ 주입완료

가. 주입재가 요구된 질기로 위에 있는 주입공에서 유실되고 있는 것이 관찰되고, 공사감독자가 달리 결정하지 않는다면, 더 이상의 요구된 배합과 질기를 갖는 주입재를 요구된 압력으로 주입할 수 없을 때 주입이 완료된 것으로 본다.

(2) 강재 터널라이닝의 주입

① 주입방법

가. 주입은 2단계 주입으로 실시하여야 하며, 첫 번째 주입은 각 실드가 전진하고 후속하는 주입이 안 된 라이닝 구간이 실드의 꼬리를 떠나는 동안과 그 후에 실시하여야 한다.

나. 터널실드의 꼬리 뒤에는 주입이 안 된 라이닝 구간을 하나 이상 두어서는 안 된다. 주입압력은 라이닝이나 주위재료에 변위를 일으키거나 라이닝에 손상은 주지 않고 0.2 MPa 미만이라야 한다.

다. 주입은 라이닝의 바닥구간에 있는 주입공에서 시작하고, 위쪽의 주입공은 배기공과 관찰공으로 열어 두어야 한다.

라. 첫 단계의 주입 후 24시간 내에 그리고 그 뒤로 15 m 이내에서 두 번째 단계의 주입을 실시해서 찾아낸 간극을 채워야 한다.

마. 주입압력은 위에 명시된 것을 사용하여야 한다.

바. 주입재는 공사감독자가 승낙하는 방법으로 주입하여야 하며, 실드의 꼬리가 이미 설치된 터널라이닝 구간을 될 수 있는 대로 빨리 떠나고 새로 만들어진 구간을 지지할 때 만들어진 간극을 포함해서 라이닝과 주위재료 사이의 간극을 채워야 한다.

사. 주입재는 터널실드의 꼬리와 라이닝 사이의 공간에 유입하거나, 실드의 절단연단 주위의 진행선단에 유입하거나, 달리 낭비되는 것을 방지하여야 한다.

② 주입공의 연결을 위하여 주입할 구역에 있는 주입공마개를 제거하고, 주입기계의 호스를 접관에 연결하여야 한다.

③ 주입공마개를 대체하기 위하여 각 라이닝 구간의 주입이 완료되면 주입공에 접관을 제거하고, 주입공과 마개의 나사를 청소하고, 마개나사를 입히고 와셔를 끼워 수밀하게 마개를 끼운다.

(3) 콘크리트 터널라이닝의 주입

① 주입점에서의 주입압력은 라이닝에 변위를 일으키거나 손상을 줄만큼 높거나 0.2 MPa을 초과해서는 안 된다.

② 주입관

가. 주입공 연결과 배기공을 위해 콘크리트 라이닝 속에 매설하는 금속재관은 공사감독자가 지정하는 지점에 있는 터널라이닝을 관통해서 설치하여야 한다. 주입관은 주입재가 주입관에서 암반이나 지반표면과 콘크리트 라이닝 사이의 간극에 자유롭게 유입할 수 있게 배관하여야 한다. 배관은 콘크리트 라이닝의 마무리된 내측 표면에서 25 ㎜ 이상 후퇴해서 끝나야 한다. 각 주입공의 주입관과 배기공은 지름이 40 ㎜ 이상이라야 한다.

나. 주입관은 제 위치에 단단하게 매달고 콘크리트 라이닝이 처지는 동안 손상되지 않게 보호하여야 한다. 관의 단부에는 뚜껑이나 기타 장치를 부착해서 주입 전에 콘크리트나 이물이 들어가는 것을 방지하여야 하며, 거푸집이 제거된 후에 주입관의 위치를 찾기 쉽게 하여야 한다. 콘크리트 속에 매설한 후 그리고 주입하기 전에 각 주입관과 배기관을 통해서 암반이나 지반표면 속으로 150 ㎜ 깊이로 천공하여야 한다. 주입재가 연결되기 전에 막힘이나 장애물을 피하고, 막혔거나 장애물이 있는 관은 충분하게 청소하여야 한다.

③ 접촉면 주입을 위한 주입공은 천공 접촉면주입을 위한 주입공이 필요하고, 주입관이 콘크리트 라이닝 내에 매설되어 있지 않은 경우에는 공사감독자가 지정하는 지점에 있는 콘크리트 라이닝을 통해서 주입공을 천공하여야 하며, 달리 지시된 것이 없으면 라이닝 구간 주위의 교란되지 않은 재료의 표면 속으로 150 ㎜ 깊이로 주입공을 천공하여야 하고, 각 주입공의 바닥에서의 지름은 40 ㎜ 이상이라야 한다. 주입재가 연결되기 전에 관이 막히거나 장애물을 피하여야 하고, 막히거나 장애물이 있는 관은 충분히 청소하여야 한다. 시공자는 주입공 연결을 위해서 천공된 구멍에 보통의 접관을 설치하거나, 주입공 연결을 위해 콘크리트 속에 팽창식 패커를 사용할 수 있다.

④ 주입작업

가. 주입공은 패커나 강도와 수밀성이 충분한 나사 있는 연결재로 연결해서 누출을 방지하고, 콕이나 밸브를 갖추어야 한다. 주입공의 상단에 있는 마개를 제거하고, 공기와 물의 누출과 모든 공간이 주입재로 채워지는지 확인하는 데

필요하면 대체하여야 한다. 각 연결부에서 주입이 완료되면 밸브를 잠그고 주입재가 응결될 때까지 제자리에 두어야 하며, 주입재가 응결된 후에만 밸브와 연결재를 제거하여야 한다.

나. 어느 주입공이 압력주입이 시작되기 바로 전에 공사감독자가 승인하지 않으면 주입공을 깨끗하게 세척하여야 한다.

다. 접촉면 주입펌프는 주입재가 균일하게 점진적으로 주입될 수 있도록 운전, 관리하여야 한다. 주입작업은 15 m 거리 내에 있는 모든 콘크리트가 최소한 7일간 제자리에서 경과할 때까지는 실시해서는 안 된다. 주입공은 터널라이닝 주위의 공간에 있는 주머니에서 공기와 물이 누출하기 쉽도록 주입작업 중에 주입기계에 인접한 주입공은 개방해 두어야 한다. 인접한 주입공 연결부에서 주입작업을 심각하게 방해하거나, 주입재의 상당한 손실을 야기할 만한 주입재의 누출이 발견될 때는 연결부를 임시로 뚜껑을 씌어 봉쇄할 수 있다.

라. 콘크리트 라이닝의 치기나 뒤채움 콘크리트가 완료된 후에도 아직 채워지지 않은 터널의 아치부에 있는 모든 공간은 주입재로 채워야 한다. 아치부의 공간을 채우는 주입재가 돌아나오지 않는 배기공은 주입재를 채워 막아야 한다.

마. 주입이 완료되면 콘크리트 표면 아래로 최소 25 ㎜ 깊이까지 매설된 관의 모든 연결을 제거하고, 된 주입재로 구멍을 채우고, 주위 라이닝의 표면구성과 어울리게 매끈한 표면마무리를 하여야 한다.

3.4 지반 내 주입

3.4.1 일반사항

(1) 공사시행자는 시공의 정확성과 연속성을 달성하도록 작업장 환경, 장비 운용 등을 철저히 준비하여야 한다.

(2) 공사시행자는 착공 전 다음과 같은 작업 환경에 대한 조사와 준비를 하여야 한다.

① 작업장 위치 및 가용면적
② 장비의 반입과 반출 조건
③ 교통현황과 통제
④ 민원발생 요인
⑤ 기존시설물의 구조 및 특성
⑥ 공사용수 및 전력 공급원
⑦ 사용수 배수 위치 및 조건

(3) 공사시행자는 착공 전 시공에 필요한 제반사항을 작업원들이 쉽게 인지할 수 있도록 다음 사항을 도표화 하여 배치하여야 한다.

① 지층의 구성상태(주상도)
② 각 지층별 지반 특성
가. 표준관입시험

나. 투수계수
다. 단위중량
라. 함수비
마. 강도특성(c, ø)
바. 지하수의 위치
사. 절리의 발달상태

(4) 공사시행자는 공사가 주위 시설물이나 지반에 미치는 영향을 신속히 파악할 수 있도록 사전 계측점을 설치하고 초기값을 측정해 두어야 한다.

(5) 대수층 또는 동수지반에서는 지하수류에 의해 주입액이 희석 또는 유실되지 않도록 주입 설계 시 실내주입 모형시험을 실시하여 지하수의 유속정도에 따라 주입재 선정, 고결시간(gel-time, setting time), 주입량, 주입압, 주입액 농도, 주입률 등이 조정되어야 한다.

(6) 할렬주입으로 인하여 수압파쇄 현상(hydrofracturing), 지반융기 현상 등이 일어나지 않도록 주입압, 주입액 도, 주입률 등을 검토하여야 하며, 현장에서 시험주입 시공을 거쳐 주입액 주입의 본 시공을 하여야 한다.

(7) 현탁액의 경우 원활한 침투주입이 될 수 있도록 하기 위해서는 주입 대상지반에 적합한 주입재 선정(적정 비표면적)이 되어야 한다.

(8) 주입 시공방식은 대상 지반의 토질 및 지하수의 특성에 따라 정하여야 하나, 일반적으로 정량주입 방식 보다는 정압주입 방식이 효과적이다.

(9) 투수계수가 커서 주입 폭이 두꺼울 때는 주입공의 간격을 줄이고 주입렬을 증대시켜야 한다.

(10) 시공에 있어 수직성, 시공심도 등을 신중히 관리하여야 한다. 특히 기존 시설물 손상 방지에 만전을 기하여야 한다.

(11) 시공 도중 또는 시공 후 보일링, 융기 등의 발생 여부에 대하여 수시로 공사감독자의 검사를 받아야 한다.

(12) 시공 후 확인시험을 수행하여 주입에 의한 소기의 목적이 달성되었는지 여부를 확인하여야 한다.

(13) 확인은 보강지역을 일정하게 구획하여 보강대상 지역에 대해 균등하게 확인될 수 있도록 실시하고, 다음의 방법을 참고하여 복합적으로 확인함으로써 주입재가 지반에 양호하게 분포되었는지 여부에 대해 공사감독자의 검사를 받아야 한다.

① 굴착 후 육안에 의한 확인
② 지반조사 및 시험을 통한 확인
③ 물리탐사에 의한 비파괴 확인
④ 주입상황이나 기록에 의한 간접 확인

3.5 현장품질관리

(1) 현장검사와 시험은 품질관리계획에 따라 수행하여야 한다.

(2) 공사감독자의 입회하에 시험주입을 실시하여야 하며, 이후의 주입은 공사감독자가 승인한 시험주입결과에 따라야 한다.

3.6 청소

(1) 준공검사 전에 최종현장청소를 하여야 한다.

(2) 시공 중 청소를 위해 주입작업 중에는 모든 폐기물과 폐수를 적절하게 처리하여야 하며, 주입작업으로 생긴 모든 주입재 폐기물은 제거하여야 한다. 노출된 표면에 버려진 주입재가 응결되지 않도록 하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이강일	**대진대학교**	차경섭	대우기술연구소
김용현	한국기초㈜	홍기권	㈜대한건설ENG
조 현	쌍용건설		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원
박이근	㈜지오알앤디		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 30 45 : 2016

지반 그라우팅

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.or.kr

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 40 05 : 2016

철근콘크리트 암거

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서를 중심으로 각 기준의 철근콘크리트 암거에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
KCS 11 40 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 40 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국도로협회　　작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 용어의 정의 ····· 1
1.4 제출물 ····· 1
1.4.1 자료제출 요건 및 절차 ····· 1
1.4.2 제품자료 ····· 2
1.4.3 시공 상세도면 ····· 2
1.5 운반, 보관, 취급 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 철근 콘크리트 조립식 암거 블록 ····· 2
2.1.2 PS 강연선 ····· 3
2.1.3 그라우트 몰탈 ····· 3
2.1.4 이음부 지수판 ····· 3
2.1.5 이음부 채움 재료 ····· 3
2.1.6 방수 커버 ····· 3
2.1.7 암거용 지수판 ····· 3
2.1.8 기초재 ····· 4
2.1.9 말뚝 ····· 4
2.1.10 바닥고르기 콘크리트 ····· 4
2.2 장비 ····· 4
2.2.1 크레인 ····· 4
2.2.2 그라우트 주입용 믹서 ····· 5

2.3 조립 허용오차 ····· 5
3. 시공 ····· 5
3.1 시공조건 확인 ····· 5
3.2 작업준비 ····· 5
3.3 시공기준 ····· 5
3.3.1 터파기 ····· 5
3.3.2 기초 ····· 5
3.3.3 동바리 및 거푸집 설치 ····· 6
3.3.4 철근 콘크리트 ····· 6
3.3.5 프리캐스트 콘크리트 ····· 6
3.3.6 시공이음 ····· 7
3.3.7 동바리 및 거푸집 떼어 내기 ····· 7
3.3.8 되메우기 및 뒤채움 ····· 8
3.3.9 방수처리 ····· 8
3.3.10 날개벽 및 유입·유출구 ····· 8
3.3.11 버팀보(strut) ····· 9
3.3.12 신축이음 ····· 9
3.3.13 한쪽깎기, 한쪽쌓기 구간 ····· 9
3.3.14 접속보강슬래브 ····· 9
3.3.15 기존암거의 확장 ····· 9
3.3.16 기존 암거의 폐쇄 및 철거 ····· 10
3.4 시공 허용오차 ····· 10
3.5 현장 품질관리 ····· 10

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 현장타설 콘크리트 및 프리캐스트 콘크리트 암거의 공급 및 설치에 대한 시방기준을 제시 한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 20 00 토공사
- KCS 11 20 05 벌개제근 및 표토제거
- KCS 11 20 15 터파기
- KCS 11 50 00 기초공사
- KCS 14 20 00 콘크리트공사
- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KCS 14 20 11 철근공사
- KCS 21 50 00 거푸집 및 동바리 공사
- KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
- KS F 2444 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력 시험 방법
- KS M 3805 폴리염화비닐 지수판

1.3 용어의 정의

- 지수판: 콘크리트 이음부에서 수밀을 위하여 콘크리트 이음부에 묻는 동판, 스테인리스판, 인조 고무판 등으로써 수밀성과 내구성이 큰 재료로 만들며 신축에 적응하는 재료를 말한다.
- 겹이음 : 철근을 겹쳐 이음하여 콘크리트의 부착을 좋게 함으로써 철근의 응력을 크게 하는 것을 말한다.
- 폼타이: 타설 직후의 굳지 않은 콘크리트의 유체압에 의해서 거푸집판이 벌어지지 않도록 잡아 매어두는 인장재를 말한다.

1.4 제출물

1.4.1 자료제출 요건 및 절차

(1) 자료제출 요건 및 절차는 KCS 10 10 10의 해당요건에 따라야 한다.
(2) 수급인은 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출한다.

1.4.2 제품자료

(1) 신축이음재 및 이음 밀봉재, 다웰 바의 제조업자는 제품자료와 설치지침서를 제출하여야 한다.
(2) 제조업자는 제품이 명시된 요건을 만족한다는 확인서를 제출하여야 한다.

1.4.3 시공 상세도면

다음 각 호의 사항을 나타낸 시공상세도면을 제출하여야 한다.
(1) 암거 단면 확대부
(2) 관로 연결부 및 개구부
(3) 신축이음 설치 단면
(4) 콘크리트 1층 치기높이 및 치기속도
(5) 비계, 동바리 설치상세도 및 구조계산서
(6) 기타
① 동바리 및 비계 상세도와 전문기술자가 확인한 구조계산서(필요 시)
② 시공규모, 위치, 경사 등 현지여건을 조사한 서류
(7) 공사감독자가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

1.5 운반, 보관, 취급

(1) 철근 콘크리트 조립식 암거 보관은 항상 수평을 유지하여 손상 및 변형이 없도록 하여야 한다.
(2) 제조업자는 제품 상차 시 운송 중 차량사고 또는 제품이 파손될 가능성을 감안하여 받침목을 적정 위치에 고였는지, 로우프로 튼튼하게 묶었는지를 반드시 확인한 후 차량을 출발시켜야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 철근 콘크리트 조립식 암거 블록

(1) 콘크리트 재료는 KCS 14 20 00의 해당 요건에 따라야 한다.
(2) 철근은 KCS 14 20 00의 해당 요건에 따라야 한다.
(3) 콘크리트의 강도, 물시멘트비, 슬럼프 등은 KCS 14 20 00의 해당 요건에 따라야 한다.
(4) 블록에는 호칭명, 제조자명, 제조년월일 또는 그 약호를 표시하여야 한다.

2.1.2 PS 강연선

(1) PS 강연선은 KS D 7002의 해당요건을 만족시켜야 한다.

(2) PS 강연선에는 해로운 흠이나 결함이 없어야 한다. 다만, 공식(孔蝕, pitting corrosion) 되지 않을 정도의 표면 녹은 무방하다.

2.1.3 그라우트 몰탈

(1) 그라우트 몰탈 재료는 무수축성으로 28일 압축강도가 60 MPa 이상이어야 하며, 주입 작업이 용이하고 자연압에 의해 완벽하게 충진될 수 있는 고유동성의 재료이어야 한다.

2.1.4 이음부 지수판

(1) KS M 3805 또는 공사감독자의 지시에 따른다.

2.1.5 이음부 채움 재료

(1) 콘크리트 포장용 주입줄눈재에는 가열시공식과 상온시공식, 특수성형시공식이 있다.

(2) 주입줄눈재는 콘크리트 팽창수축에 순응하고 콘크리트와 잘 부착하며 물에 녹지 않고 방수성이며, 고온 시에 유출되지 않고 저온 시에도 충격에 잘 견디며, 토사 등의 침입을 막고 또한 내구적인 것으로서 공사감독자가 승인 한 것을 사용하여야 한다.

(3) 주입줄눈재용 프라이머는 주입줄눈재에 적합한 품질의 것을 사용하여야 한다.

2.1.6 방수 커버

(1) 아스팔트계, 고무계, 비닐(vinyl)계 등의 가공 재료로서 공사감독자의 승인 후 사용한다.

2.1.7 암거용 지수판

(1) 지수판의 종류 및 치수는 표 2.1-1의 값을, 품질은 표 2.1-2의 값을 표준으로 한다.

표 2.1-1 암거용 지수판의 종류 및 치수

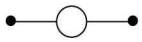
종류	두께 (㎜)	폭 (㎜)	적용
A형	5 이상	200 이상	 센터벨브 (Center Balb) 센터하프벨브 (Center half Balb)
B형	7 이상	300 이상	상동

표 2.1-2 암거용 지수판의 품질기준

시험 항목			단위	시험기준
비중				1.4 이하
경도			HDA	65 이상
인장강도			MPa	11.8 이상
인장변형			%	250 이상
노화성			%	±5 이내
유연 온도			℃	-30 이하
내약품성	알칼리	인장강도 변화율	%	±20 이내
		인장변형 변화율	%	±20 이내
		무게 변화율	%	±5 이내
	식염수	인장강도 변화율	%	±10 이내
		인장변형 변화율	%	±10 이내
		무게 변화율	%	±2 이내

2.1.8 기초재

(1) 되메우기 재료는 KCS 11 20 00의 터파기 및 메우기 해당 요건에 따라야 한다.

(2) 기초용 재료는 직경 100~150 ㎜ 정도의 자연석 또는 쇄석으로 세장·평편하거나 연약한 돌을 함유하지 않아야 한다.

(3) 기초용 모래는 강모래, 바다모래 또는 부순 모래로서 점토, 실트 및 기타 유해물을 함유하지 않은 것으로서 10 ㎜체를 전부 통과하고 0.08 ㎜(No.200)체 통과량이 10% 이하이어야 한다.

2.1.9 말뚝

(1) 암거의 기초로 말뚝을 사용할 경우는 KCS 11 50 00의 해당 요건에 따른다.

2.1.10 바닥고르기 콘크리트

(1) 바닥고르기 콘크리트는 KCS 14 20 00의 해당 요건에 따른다.

2.2 장비

2.2.1 크레인

(1) 암거 부설을 위한 크레인은 암거 중량의 3~5배 이상의 규격이어야 한다.

2.2.2 그라우트 주입용 믹서

(1) 그라우트 주입용 믹서는 적어도 한 개소에서 연속적으로 주입작업이 될 수 있는 용량이어야 한다.

2.3 조립 허용오차

(1) 철근 콘크리트 조립식 암거 블록의 허용오차는 다음 표 2.3-1에 따라야 한다.

표 2.3-1 암거 블록의 치수 허용오차(단위: ㎜)

구분	내부폭원	두께	평탄성	대각	비고
허용차	±3	±3	±10	±3	

3. 시공

3.1 시공조건 확인

(1) 철근 콘크리트 조립식 암거를 설치하기 전에 바닥면의 다짐정도, 용수의 상황 등 이상 유무를 확인하여야 한다.

(2) 암거 설치 작업 전에 현장 조립자는 현장 조립용 장비와 운반차량의 접근 가능 여부를 확인하여야 한다.

3.2 작업준비

(1) 기초바닥의 레벨을 검측하고, 바닥이 고르지 못한 경우에는 레벨용 모래 또는 모르타르를 준비하여야 한다.

(2) 설치장비의 용량, 진입방법, 작업위치, 설치작업 등을 선정하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 터파기

(1) 터파기는 KCS 11 20 15의 해당 요건에 따른다.

3.3.2 기초

(1) 기초재 부설 및 지지력 확인

① 기초재를 부설 후 허용지지력을 KS F 2444에 의거 확인하여야 하며, 지지력 확보가 곤란한 경우에는 이를 보강하여야 한다.

② 기초재료로서 조약돌을 깔 때 조약돌 사이의 공극은 막자갈 또는 쇄석 등의 채움재료로 충분히 매우고 소형 롤러 또는 램머 등으로 충분히 다져서 소정의 두께로 마무리하여야 한다.

③ 기초재료로서 막자갈 또는 모래를 깔 경우 소형 롤러, 램머 등으로 충분히 다져서 소정의 두께로 마무리하여야 한다.

(2) 기초말뚝을 사용할 경우에는 KCS 11 50 00에 따른다.

(3) 바닥고르기 콘크리트는 별도 지시가 없는 한 기초재를 부설 후 바닥 고르기용 콘크리트 치기를 시행하여 고르게 기초바닥을 마무리하여야 한다.

3.3.3 동바리 및 거푸집 설치

(1) 동바리 및 거푸집 설치는 KCS 21 50 00의 해당 요건에 따른다.

(2) 거푸집 탈형 후 폼타이 구멍은 통로암거인 경우 뒤채움부인 외부 쪽만 메우고, 수로암거인 경우 내·외부를 모두 무수축 모르타르로 채워야 한다.

(3) 음각 문형거푸집을 사용할 때에는 음각깊이 만큼 구조물의 철근 피복이 감소하므로 이를 보완할 수 있는 방안을 검토한 후에 시공하여야 한다.

3.3.4 철근 콘크리트

(1) 콘크리트 치기는 KCS 14 20 00의 해당요건에 따라야 한다.

(2) 철근의 가공조립은 KCS 14 20 11의 해당요건에 따라야 한다.

(3) 콘크리트는 친 직후 바로 충분히 다져서 콘크리트가 철근 및 매설물 등의 주위와 거푸집의 구석까지 잘 채워져 밀실한 콘크리트가 되도록 하여야 한다.

(4) 벽체 콘크리트 치기를 할 때에는 암거의 바닥슬래브가 굳어진 후에 시공하여야 하며, 콘크리트 접합부의 레이턴스를 완전히 제거하고 고압수나 치핑 등으로 표면을 거칠게 하여 신구 콘크리트의 접합이 용이하게 하여야 한다.

(5) 암거의 높이가 1.2 m 이하일 때는 측벽과 상부슬래브 콘크리트를 동시에 쳐야 한다.

(6) 암거의 높이가 1.2 m 이상일 경우에는 측벽 콘크리트가 경화한 후에 상부슬래브 콘크리트를 타설할 수 있다. 이때에는 측벽 콘크리트와 상부슬래브 콘크리트와의 결합을 위해 맞물림 철근을 남겨두어야 하며, 측벽 콘크리트를 타설 전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(7) 암거가 사이폰(syphon) 구조인 경우에는 특히 수밀콘크리트로 시공한다.

(8) 날개벽은 가능하면 암거 본체와 동시에 콘크리트를 쳐야 한다.

3.3.5 프리캐스트 콘크리트

(1) 제작, 운반 및 보관, 설치장소의 기초공, 부설순서는 정해진 절차 및 도면에 따라야 한다.

(2) 필요규격 및 수량은 시공계획에 따라 사전에 주문하고 특히 분기관, 곡선관, 맨홀, 통수구 등은 설치평면계획에 따라 충분히 사전협의 후 제작한다.

(3) 제품출하 전 사전에 도로여건, 하역장소를 점검하고 암거 설치순서에 따라 출하시키되 1일 설치량, 현장 적치가능량, 진입로 사정을 고려 출하량을 조절한다.

(4) 암거가 설치되는 장소의 기초는 설계상 요구되는 지지력의 균등지지, 연약지반의 경

우 프리로딩(preloading), 지하수가 높은 경우 가 배수 설비사용, 기초지반의 충분한 다짐과 콘크리트나 모르타르를 사용한 바닥면 고르기 등 암거설치에 필요한 사전작업을 시행한다.

(5) 암거를 거치하기 전에 접합면을 솔, 깨끗한 마른걸레 등으로 먼지, 흙 등 불순물을 제거한 후 건조상태를 유지하여야 한다.

(6) 암거는 하류 측에서 상류측으로 부설하는 것을 원칙으로 하고, 암거부설시 장비의 안전점검, 안전사고 예방, 편 하중 방지, 제품손상 및 변형방지 등 요구되는 사항을 유의하여야 한다.

(7) 접합 부설 후에는 조인트부분에 모르타르 또는 코킹제 등을 이용하여 결합하고 암거 내면을 평탄하게 마감한다.

(8) 그라우팅 작업을 용이하게 하고 미세 간극을 치밀하게 채우기 위하여 접합면에 물을 뿌려 습윤상태를 유지하여야 한다. 이때 과잉의 물은 제거하여야 한다.

(9) PS강선을 정착하기 위한 정착구는 무수축 모르타르를 된 반죽으로 하여 깨끗하게 마감하여야 한다.

3.3.6 시공이음

(1) 암거이음부의 시공은 설계도서 및 공사감독자의 지시에 따라서 시공하여야 한다.

(2) 현장타설 콘크리트 암거는 신축이음 또는 팽창줄눈을 두어야 한다.

(3) 이음부는 내구성과 신축성이 있고 질기며 암거 내의 하수누출과 지하수유입을 차단할 수 있는 기자재를 사용해야 하며 지수판은 구체 단면에 수직으로 설치하여야 한다.

(4) 지수재는 중간에 끊어진 부분이 없도록 시공하여야 한다.

(5) 시공이음부는 팽창줄눈의 역할을 수행할 수 있도록 적절한 간격으로 설치하여야 한다.

(6) 누수방지 및 미관을 고려하여 이음부의 밀폐재(sealant) 채움은 통로암거의 경우 내부를 실시하고, 수로암거의 경우 내·외부를 실시하여야 한다.

(7) PVC 지수판은 설계도서에 명시된 위치에 비틀림이나 구부러짐이 없도록 설치하여야 하며, 지수판의 접합은 PVC 용접기 또는 공사감독자가 승인한 방법으로 누수가 되지 않도록 하여야 한다.

(8) PVC 지수판 콘크리트에 묻힐 때는 표면에 기름, 그리스, 건조한 모르타르 등의 이 물질이 묻지 않도록 하여야 하며, 지수판의 모든 부분은 치밀하게 콘크리트로 채워져 단단히 유지 되도록 하여야 하며 접합부가 원재료 인장강도의 60% 이상을 가질 수 있도록 연결하여야 한다.

(9) 수팽창 지수판은 콘크리트 양생 후 시공하므로 시공면은 청결하고 건조한 상태로 유지되어야 한다. 부착되는 콘크리트 면은 요철이 없어야 하며 접속부에서 이음 또는 지수재의 교차시에는 틈이 없도록 하고 50 ㎜ 이상 교차시켜야 한다.

3.3.7 동바리 및 거푸집 떼어 내기

(1) 동바리 및 거푸집 떼어 내기는 KCS 21 50 00의 해당 요건에 따른다.

3.3.8 되메우기 및 뒤채움

(1) 되메우기 및 뒤채움은 KCS 11 20 00의 해당 요건에 따른다.

(2) 암거 되메우기는 구조물에 유해한 진동, 충격 등의 악영향이 미치지 않도록 수행하여야 한다.

(3) 측벽과 상부슬래브가 소정의 양생이 완료되기 전에는 암거의 양벽을 뒤채움 하여서는 안 되며, 상부슬래브가 포장 마무리 면으로부터 3.5 m 이내에 있을 경우는 양질의 막자갈 또는 승인된 조립재료를 사용하며, 상부슬래브가 포장 마무리 면으로부터 3.5 m 이상인 경우는 양질의 토사를 사용하고, 암거 측벽부 뒤에 쐐기모양으로 층층이 펴 깔고 충분히 다져야 하며, 암거 뒤채움의 시공은 본체 양면이 동시에 같은 높이가 되도록 하여야 한다.

(4) 다만, 현장여건상 한쪽이 반대쪽보다 높게 뒤채움을 하여야 할 때는 실내 시험결과 충분한 콘크리트 강도가 확보된 후에 공사감독자의 사전 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.3.9 방수처리

(1) 암거 본체의 방수를 위하여 설계도서에 명시한 재료를 사용하되 공사감독자의 사전 승인을 받아 적절한 방수처리를 하여야 한다.

(2) 암거 본체의 콘크리트 표면상태에 대하여 공사감독자의 검측을 득한 후에 방수작업을 하여야 한다.

(3) 방수처리 후 장기간 일광의 노출로 인하여 방수재료가 방수기능을 발휘할 수 없을 때에는 수급인 부담으로 재시공하여야 한다.

(4) 영업소 통로암거와 같이 특별한 경우에는 시트방수를 할 수 있다.

3.3.10 날개벽 및 유입·유출구

(1) 암거날개벽 및 유입·유출구는 설계도서 및 공사감독자의 지시에 따라 시공하여야 하며, 특히 캔틸레버 형식의 날개벽에 있어서는 좌우를 동시에 시공하고, 편심하중에 의한 암거의 경사 및 부등침하가 생기지 않도록 주의하여야 한다.

(2) 날개벽은 암거 구체와 동시에 콘크리트 치기를 하여야 하며, 부득이 한 경우에는 공사감독자의 승인을 득한 후 분리시공을 할 수 있다.

(3) 날개벽 뒤의 배수를 위하여 날개벽에는 배수공을 설치하여야 한다. 배수공의 높이는 날개벽 전면의 비탈면 이하의 높이로 하여야 한다.

(4) 수로암거는 다음과 같이 유출입부의 유속에 따라 수로보호시설을 설치하여야 한다.

2.5 m/sec < V ≤ 4.0 m/sec 시: 수로보호공 설치

4.0 m/sec < V ≤ 6.0 m/sec 시: 감쇄공 설치

6.0 m/sec < V 시: 침전조 설치

3.3.11 버팀보(strut)

(1) 문형 암거의 버팀보 시공은 설계도서에 따라 암거 본체 시공 후 되메우기 및 뒤채움 시공 전에 행하고 부당한 응력이 작용되지 않도록 특히 주의하여야 한다.

3.3.12 신축이음

(1) 콘크리트 온도 신축이음은 설치 암거의 규모에 따라 콘크리트 온도신축에 의한 균열을 방지할 수 있도록 설치하여야 한다.

3.3.13 한쪽깎기, 한쪽쌓기 구간

(1) 한쪽깎기, 한쪽쌓기 구간에 위치한 암거는 기초지반의 지지력 차이로 인한 부등침하를 방지하여야 하며 돌망태공사 시공규정에 따라 기초재를 부설하고, 허용지지력을 확인하여야 하며, 지지력 확보가 곤란한 경우에는 이를 보강하여야 한다.

3.3.14 접속보강슬래브

(1) 시공일반

① 뒤채움 두께가 얇은 암거인 경우에는 암거 구체의 접속부에 철근 콘크리트 슬래브(approach slab)를 보강하여 암거 구체와 뒤채움 접속부에 생기는 단차를 최소화하여야 한다.

(2) 접속보강슬래브의 구조

① 보강슬래브의 길이는 설계도서에 따른다.

② 보강슬래브의 폭은 차로폭 및 내·외측 양 측대를 포함하는 폭으로 한다. 날개벽 등에 접할 경우에는 이음재를 넣어서 가장자리를 절단하여야 한다.

③ 암거의 배면에는 보강슬래브의 받침대를 설치하여야 하며, 받침대에는 다웰바(dowel bar)를 설치한다.

④ 보강슬래브와 받침대, 암거의 측벽 등의 사이에는 이음재를 삽입하여야 하며, 보강슬래브의 흙쌓기 측에는 특별한 받침구조를 설치하여야 한다.

(3) 접속보강슬래브의 시공

① 보강슬래브를 설치하는 장소는 공사용 차량 등에 의한 자연다짐을 실시하여 뒤채움부의 다짐과 안정을 꾀한 후에 시공하여야 한다.

② 접속보강슬래브의 기초바닥은 바닥고르기를 실시하고 슬래브 경사와 동일한 마무리를 하여야 한다.

③ 콘크리트 타설은 KCS 14 20 10의 해당 요건에 따른다.

3.3.15 기존암거의 확장

(1) 편절 · 편성구간에 위치한 암거는 기초지반의 지지력 차이로 인한 부등침하를 방지하여야 하며, 기초재를 부설하고, 허용지지력을 확인하여야 하며, 지지력 확보가 곤란한 경우에는 이를 보강하여야 한다. 기초재 부설 시에는 잡석채움 등으로 공극을 메우고

소형 롤러 또는 해머 등으로 충분히 다짐을 한 후 설계두께로 마무리를 하여야 한다.

(2) 기존 암거 이음부의 깨기는 기존 시설물에 피해가 없도록 하여야 하며, 손상된 부분에 대하여는 수급인 부담으로 원상복구 하여야 한다.

(3) 기존 콘크리트 속에 묻힌 철근이 손상되지 않도록 기존 콘크리트 면을 수직으로 절단하여야 하며, 철근 주위의 콘크리트 잔재 등 이물질은 깨끗이 제거하여야 한다.

(4) 기존 철근과의 겹이음 길이를 확보하여야 하며, 부득이 한 경우에는 용접 등으로 겹이음하여 보강하여야 한다.

(5) 콘크리트 이음면은 신·구 콘크리트의 부착이 잘 되도록 하여 콘크리트를 타설하여야 한다.

(6) 이음부의 외벽에는 시트방수지 등을 시공하여 누수가 되지 않도록 하여야 한다.

(7) 거푸집은 기존 콘크리트 면과 밀착하도록 하여 신·구 콘크리트 면에 단차가 발생하지 않도록 견고히 설치하여야 한다.

3.3.16 기존 암거의 폐쇄 및 철거

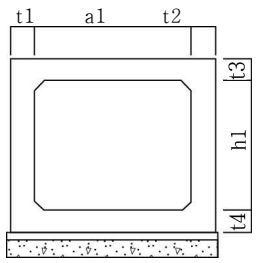
(1) 확장공사 등으로 인하여 내하력이 부족한 기존 암거의 철거가 불가피한 경우는 암거 상단부를 절단하고 5종 콘크리트 또는 침하나 응력에 악영향을 주지 않는 채움 재료(예를 들어 콘크리트{(f_{ck}=16 MPa(160 ㎏f/㎠),Φ40 ㎜)를 사용하여 폐쇄하거나 보강하여야 한다.

(2) 기존 암거 철거 시에는 KCS 11 20 05 (3.3.2)의 규정에 따라 시행하여야 하며, 철거 시 발생하는 폐콘크리트는 유용을 원칙으로 하며, 현지 여건에 따라 조정하여야 한다.

3.4 시공 허용오차

(1) 현장타설 암거의 허용오차는 다음 표 3.4-1과 같다.

표 3.4-1 현장타설 암거의 허용오차

항목		허용오차 (㎜)	측정 기준	비고
현장타설	기준고	±30	양단시공 이음개소 마다	
	두께 t1,t2,t3,t4	-20		
	폭 a1	-30		
	높이 h1	±30		
	길이 l < 20 m l > 20 m	-50 -100		

주 1) t: 모재의 판 두께, 판 두께가 다른 맞대기 용접일 때에는 얇은 쪽의 두께로 한다.

3.5 현장 품질관리

(1) 공사종료 후 공사감독자가 요청할 때에는 콘크리트의 비파괴시험, 구조물에서 절취한 공시체에 대한 시험 등을 실시하여야 하며, 시험결과는 즉시 보고하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
강신오	DM엔지니어링	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소
조경식	DM엔지니어링		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 40 05 : 2016

철근콘크리트 암거

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
Tel : 02-3490-1000 E-mail : off@kroad.or.kr
http://www.kroad.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 40 10 : 2016

파형강판 암거

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서를 중심으로 각 기준의 파형강판 암거에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
KCS 11 40 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 40 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국도로협회　　작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 용어의 정의 ····· 1
1.4 제출물 ····· 2
1.4.1 자료제출 요건 및 절차 ····· 2
1.4.2 시공 계획서 작성 항목 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 강판 ····· 2
2.1.2 볼트 및 기타 ····· 5
2.2 장비 ····· 5
2.2.1 크레인 ····· 6
2.2.2 그라우트 주입용 믹서 ····· 6
3. 시공 ····· 6
3.1 시공기준 ····· 6
3.1.1 기초 및 뒤채움 ····· 6
3.1.2 개단면 구조물의 기초부 ····· 11
3.1.3 강판 조립 및 기타 ····· 12
3.1.4 단면 변화 측정 ····· 13
3.1.5 기타 사항 ····· 14
3.1.6 파형강판 단면보강 ····· 15

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 구조용 파형강판을 이용하여 통로 및 수로암거, 소교량, 임시 가시설 등의 파형강판 구조물 시공 시 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- KS B 1002 6각볼트
- KS B 1012 6각너트
- KS B 1016 기초볼트
- KS D 0210 강의 매크로 조직 시험 방법
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS F 2312 흙의 다짐시험 방법

1.3 용어의 정의

- 파형강판(corrugated steel plates): 일정 크기의 구조용 강판재를 정해진 규격의 주름 모양으로 성형한 금속판
- 파형강판구조물(corrugated steel plate structures): 파형강판을 볼트로 연결하여 단면을 형성한 후 주변과 상부를 구조적 뒤채움재로 다짐하여 흙-구조물 상호작용으로부터 외부 하중을 지지하는 구조물
- 단면 폭(span, S)과 높이(rise, R): 파형강판구조물 단면의 최대 폭과 높이 (단면형상별 폭과 높이는 그림 3.1-7 참조)
- 토피(soil cover) : 파형강판구조물 정점에서부터 지표면까지의 흙 채움부
- 최소토피두께(minimum depth of soil cover): 파형강판구조물의 안정적 거동을 보장하기 위한 최소높이의 토피고
- 구조적 뒤채움(engineered backfill): 파형강판구조물의 연성거동을 보장하도록 구조물 주변의 일정 범위에 양질의 흙, 또는 기타 채움재를 주어진 기준에 따라 다짐 성토하는 것
- 베딩(bedding): 폐합 단면의 파형강판구조물과 기초 지반 사이에 쿠션 역할을 하는 양질의 다짐 토사층(베드)을 형성하는 것

- 아칭(arching): 파형강판 구조물 주변 토체 간의 상대적 변위에 의해 구조물에 작용하는 압력이 상호 전이되는 현상

1.4 제출물

1.4.1 자료제출 요건 및 절차

(1) 자료제출 요건 및 절차는 KCS 10 10 10의 해당요건에 따라야 한다.

1.4.2 시공 계획서 작성 항목

수급인은 공사에 대한 시공계획서에 아래 사항을 포함하여 작성하여야 한다.

(1) 공사개요
(2) 세부공정표(자재, 인력 및 장비계획 포함)
(3) 공종별 공정계획
(4) 품질관리계획(품질관리조직, 관리목표 및 실시방법, 목표미달시 조치방안 등)
(5) 안전관리계획 및 환경관리계획
(6) 타 공사 및 타 공종과의 협의 및 조정이 필요한 사항
(7) 설계도서의 조정 및 변경이 필요한 사항
(8) 기타사항

① 시공계획서는 공사감독자의 승인을 받아 공사의 진도에 맞추어 분할 할 수도 있다. 시공계획서가 변경될 때에는 변경시공계획서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 강판

(1) 파형강판 소재는 표 2.1-1의 기준에 부합하는 구조용 강재를 사용하여야 하며, 용융아연도금을 실시하여야 한다. 단, 단기간 동안 임시구조물로 사용하고자 할 경우에는 아연도금을 생략할 수 있다.

표 2.1-1 파형강판 원소재의 요구조건 (KS D 3503, 3506)

재료 기호	화학적 성분					기계적 특성				
	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	아연 부착량 (g/m²)2)	항복강도 (MPa)3)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	
									≤0.05	5<t≤16
SS400	-	-	-	≤0.050	≤0.05	900≤	245≤	400≤	21≤	17≤
SS490[1)]	-	-	-	≤0.040	≤0.05	900≤	285≤	490≤	19≤	15≤
SS540	≤0.300	-	≤1.600	≤0.040	≤0.04	900≤	400≤	540≤	16≤	13≤
SS590	≤0.300	-	≤1.600	≤0.040	≤0.040	900≤	450≤	590≤	14≤	11≤

주 1) ASTM A1018의 Grade40(항복강도 275 MPa 이상, 인장강도 380 MPa 이상) 사용 가능
2) 강판 양면 기준
3) 설계 시 강도는 이 값을 적용함(별도 시험결과가 있을 경우는 시험값을 적용할 수 있음)

(2) 파형의 규격은 표 2.1-2와 같이 표준형, 대골형으로 구분하며, 각각의 두께별 단면 특성값은 표 2.1-3, 2.1-4와 같다.

표 2.1-2 파형의 규격(corrugation)

종류		두께 t	골의 피치 p	골의 깊이 d	굽힘 반지름 r
표준형		2.7~7.0 mm	150 mm	50 mm	28 mm
대골형	Type 1	3.42~7.01 mm	380 mm	140 mm	76 mm
	Type 2	3.00~8.00 mm	400 mm	150 mm	81 mm

주 1) 강판의 두께는 도금 전을 기준으로 함.
2) 피치와 깊이의 허용오차는 ±3 mm

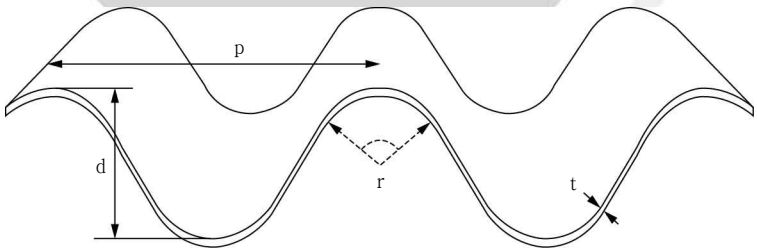


표 2.1-3 표준형 강판의 두께별 단면제원

강판두께 t(㎜)	단면적 As(㎠/m)	단면계수 Ss(㎤/m)	소성단면계수 Z(㎤/m)	단면2차모멘트 I(㎝⁴/m)
2.70	33.48	36.96	51.35	97.40
3.20	39.69	43.57	60.99	115.90
4.00	49.65	50.42	76.50	145.87
4.50	55.88	60.49	86.25	164.84
5.00	62.13	67.21	96.05	184.84
5.30	65.86	70.75	101.95	195.62
6.00	74.60	79.64	115.78	223.01
7.00	87.10	92.26	135.70	262.93

표 2.1-4 대골형 Type 1 강판과 Type 2 강판의 두께별 단면제원

[Type 1]

강판두께 t(㎜)	단면적 As(㎠/m)	단면계수 Ss(㎤/m)	소성단면계수 Z(㎤/m)	단면2차모멘트 I(㎝⁴/m)
3.42	47.83	152.73	212.67	1171.16
4.18	58.46	186.05	260.15	1433.39
4.67	65.36	207.54	291.03	1603.90
5.45	76.28	241.38	339.93	1874.33
6.23	87.16	274.87	388.77	2144.59
7.01	98.08	308.24	437.85	2416.46

[Type 2]

강판두께 t(㎜)	단면적 As(㎠/m)	단면계수 Ss(㎤/m)	소성단면계수 Z(㎤/m)	단면2차모멘트 I(㎝⁴/m)
3.00	39.05	136.01	184.16	1086.60
4.00	53.51	185.50	252.66	1494.40
4.30	57.92	200.52	273.62	1618.70
5.00	68.11	235.04	321.69	1906.00
6.00	82.60	283.71	390.57	2315.40
7.00	96.40	329.69	456.35	2707.10
8.00	109.35	372.48	518.88	3075.90

(3) 표준형 및 대골형 강판의 상호 겹침값과 볼트구멍 사이 간격은 표 2.1-5, 2.1-6과 같다.

표 2.1-5 강판의 볼트구멍 사이 간격(표준형 강판)

축 방향 겹침값 ℓ	원둘레 방향 겹침값	
	g_1	g_2
50 ㎜	35 ㎜	50 ㎜

○ 기본 볼트구멍 위치
● 추가 볼트구멍 위치(두꺼운 판의 경우)

※ 숫자의 의미
① 2볼트/피치
② 3볼트/피치
③ 4볼트/피치

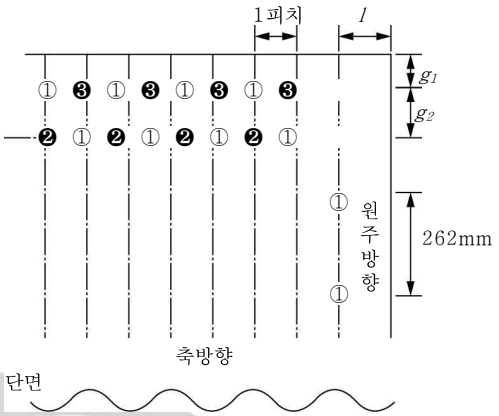
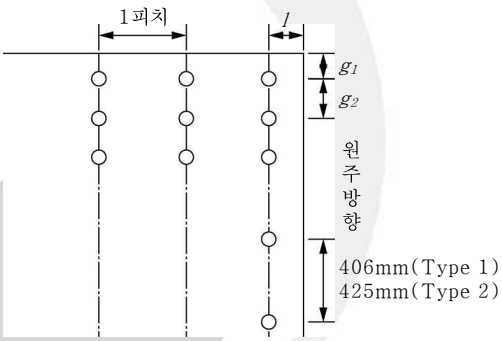


표 2.1-6 강판의 볼트구멍 간격(대골형 강판)

축 방향 겹침값 ℓ		원둘레 방향 겹침값	
		g_2	g_2
Type 1	g_1	38 ㎜	76 ㎜
Type 2	40 ㎜	40 ㎜	100 ㎜

○ 기본 볼트구멍 위치 (6볼트/피치)



(4) 강판은 특별히 지정되지 않는 한 반드시 최종 형태로 성형하고, 볼트구멍을 펀칭한 후에 용융 아연 도금하여야 하며, 도금 후에는 임의 절단하거나 형상을 변화시켜서는 안 된다.

2.1.2 볼트 및 기타

(1) 강판 조립에 사용하는 볼트, 너트는 표준 규격에서 정하는 제품을 사용하여야 하며, 콘크리트와 연결시키기 위한 앵커볼트, 베이스채널은 각각 볼트 및 강판의 재료기준에 부합하여야 한다.

(2) 단기간 임시구조물로 사용할 경우 외에는 상기 금속 부속 자재는 반드시 아연 도금되거나, 녹슬지 않는 재료를 사용하여야 한다.

2.2 장비

2.2.1 크레인

(1) 암거 부설을 위한 크레인은 암거 중량의 3 ~ 5배 이상의 규격이어야 한다.

2.2.2 그라우트 주입용 믹서

(1) 그라우트 주입용 믹서는 적어도 한 개소에서 연속적으로 주입작업이 될 수 있는 용량이어야 한다.

3. 시공

3.1 시공기준

3.1.1 기초 및 뒤채움

파형강판구조물은 강판과 주변 지반의 상호작용을 통해서 구조적 성능을 발휘한다. 따라서 구조물 기초부 및 뒤채움부의 재료 선정과 시공에 주의하여야 한다.

(1) 기초지반

① 강판 구조물이 놓일 기초지반은 구조물 및 뒤채움 하중을 포함한 전체 상부하중에 대하여 충분한 지지력을 가져야 하며, 과도한 침하를 유발해서는 안 된다. 따라서 원지반이 이러한 조건을 만족하지 못할 경우에는 필요한 범위만큼 양질의 채움재로 치환하거나 개량 또는 보강하여야 한다.

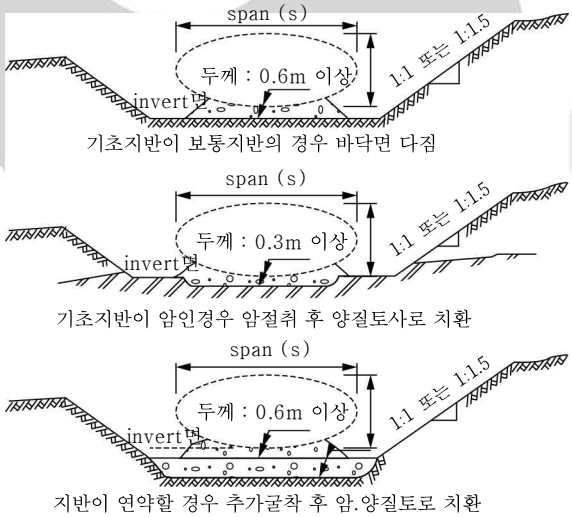


그림 3.1-1 기초지반 조건에 따른 처리방법 예

② 기초 지반을 굴착하여 구조물을 설치할 경우는 굴착 폭이 강판구조물 폭보다 3.0 m 이상 넓어야 하며, 강판 바닥면이 암반에 노출되어 있는 경우는 바닥면에서 300 ㎜ 이상 깊이까지 양질의 자갈질 모래로 치환한다.

③ 구조물이 설치되는 지반은 연약층과 암반이 교차하는 부분을 가급적 피하며, 불가피한 경우에는 연약층 구간은 양질의 모래, 자갈을 잘 다져서 형성하고, 암반 구간은 굴착 후 모래자갈로 느슨하게 포설하여 전 구간에 걸쳐 상대적인 변위가 최소화되도록 한다.

④ 상부토피 두께의 변화에 따른 구조물의 부등침하를 예상하여 구조물 바닥면에 일정량의 캠버를 둘 수 있다. 이 때 캠버의 양은 구조물 총 길이의 1% 이내로 한다.

(2) 베딩

① 폐합단면 구조물을 시공할 경우는 기초지반과 구조물 바닥면 강판 사이에 투수성이 좋고, 입도분포가 양호한 사질토를 이용하여 베딩(bedding)을 설치하여야 한다. 베딩 재료의 최대치수는 판 골 피치(pitch)의 1/2(표준형 강판 75 ㎜, 대골형 강판 190~200 ㎜)을 초과해서는 안 된다.

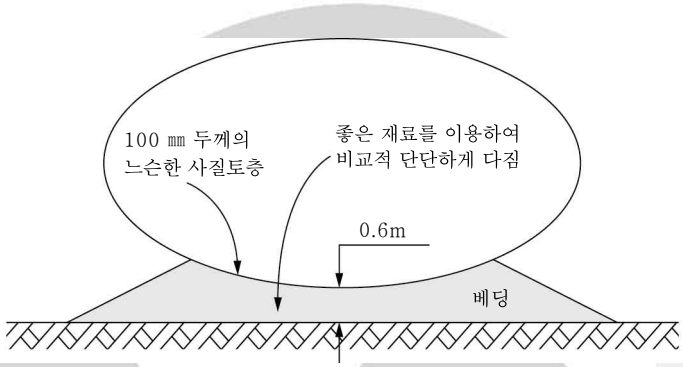


그림 3.1-2 베딩시공

② 베딩의 두께는 구조물 중앙부에서 0.6 m 이상이 되도록 하며, 강판과 접하는 부분은 100 ㎜ 정도 두께로 모래(직경 15 ㎜ 이하)층을 느슨하게 조성하여 강판 골 사이가 흙으로 완전히 충진 될 수 있도록 한다.

③ 구조물 형상에 따라 다르나, 하부 강판의 곡률반경이 변하는 점 사이의 거리를 베딩의 폭으로 하며, 원형 구조물에서는 강판 측면 하부(헌치, haunch)의 다짐 이 어렵지 않을 정도로 여유가 있는 부분까지 베딩을 형성하는 것이 좋다.

④ 베딩 시공 시 다음의 사항에 대해 검토하여 충분한 지지력이 확보될 수 있도록 하여야 한다.

가. 구조물의 위치가 설계상의 위치와 일치 여부

나. 연약지반 및 암지반 등 지반상태 파악

다. 설계상의 지반 지지력 확보 여부

라. 파형강관구조물 하부곡률의 형상에 유의한 베딩의 형성 상태

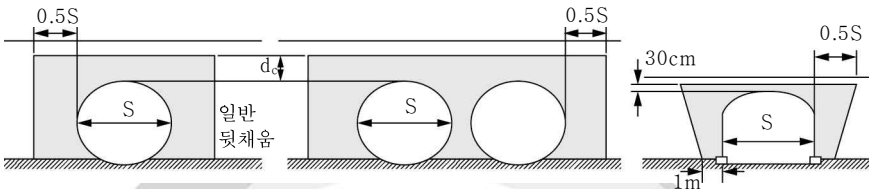
(3) 뒤채움

① 뒤채움은 압축성이 작은 입상질 재료를 이용하거나 입도분포가 양호한 재료를 이용하여 균등하게 다져야 하며, 구조물 주변에 균등한 토압이 발휘될 수 있도록 기초지반과 뒤채움 재료는 동일한 재료이거나 차이가 적은 재료를 사용하여야 한다.

② 지중강판 구조물의 뒤채움 부위는 강판 구조물의 거동에 직접적인 영향을 주는 구조적 뒤채움부와 그 외곽의 일반적 뒤채움부로 구분한다.

③ 성토부에 구조물을 설치할 경우(성토 후 터파기 경우를 포함) 구조적 뒤채움 영역은 그림 3.1-3과 같이 옆으로는 강판 벽체의 최외측면으로부터 구조물 폭의 1/2 이상, 위로는 강판 벽체 천단부로부터 최소토피두께(dc) 이상이 확보되어야 한다.

④ 원지반을 굴착하여 구조물을 설치할 경우 그림 3.1-4와 같이 강판 벽체의 최외측면으로부터 1.5 m 이상 확보하여 굴착하여야 하며, 구조적 뒤채움 영역은 강판 벽체의 최외측면으로부터 구조물 폭의 1/2이상, 위로는 최소토피두께(dc) 이상의 범위를 구조적 뒤채움 영역으로 한다.



(a) 박스형을 재외한 모든 단면 (b) 병렬 시공시(박스형 제외) (c) 박스형 단면

그림 3.1-3 성토부에 지중강판 구조물을 설치할 경우 구조적 뒤채움 영역

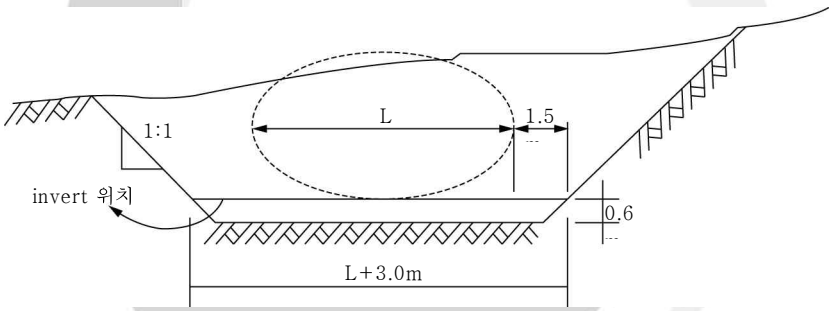


그림 3.1-4 기초지반을 굴착하여 설치하는 경우 구조적 뒤채움 영역

⑤ 구조적 뒷채움재는 다진 후 압축성이 작고 내구성이 우수한 부순 돌, 자갈, 입도분포가 양호한 모래 등 공사감독자가 확인한 재료 또는 혼합물로서 표 3.1-1과 같이 노상재료 이상의 품질을 보유하여야 하며, 표 3.1-1의 노상재료급을 사용하는 경우에는 동절기의 동상 가능성에 대비하여야 한다.

표 3.1-1 지중강판구조물의 구조적 뒤채움부 재료의 품질 기준

구분 \ 등급	보조기층재급 (SB-1, SB-2)	노상재료급
200번체 통과량	10% 이하	25% 이하
소성지수(PI)	NP	10% 이하
통일분류 기호	GW, SW, GP, SP	SM, SP

⑥ 토피부가 비교적 얇거나, 하중 조건이 불리할 경우, 특히 다음 조건의 경우에는 표 3.1-2의 보조기층재급 또는 그 이상의 품질을 가진 채움재료를 사용하여야 한다.
가. 토피두께가 최소토피 두께 이하일 때
나. 구조물 단면 조건이 표 3.1-2에 해당할 경우
다. 지하수가 지표로 용출되는 지역
라. 구조물 하부지반이 매우 연약할 경우(지반개량 시는 제외 가능)
마. 지표와 가까운 깊이에 피압 대수층이 존재하는 지역

표 3.1-2 보조기층재를 사용하여야하는 구조물의 단면조건

구 분	단면조건
표준형	단면 폭(span)이 10 m 이상일 경우
	낮은 아치형, 높은 아치형의 상부 곡률 반경이 4.5 m 이상일 경우
대골형	단면 형태가 박스거더교량인 경우
	대골형 강판을 사용하는 모든 경우

⑦ 구조적 뒤채움재는 설계 도면상 제시된 등급 이상(노상재료급 이상)으로 최대입경은 강판 골 깊이의 1/2(직경 75 ㎜)을 초과하지 않는 재료를 사용하여야 하며, 강판 구조물에 직접 닿는 부분의 채움 재료는 15 ㎜ 이내의 골재를 사용한다. 현장에 따라 토압의 저감을 위하여 강판주변 1 m 이내에 골재 포설을 하여야 한다.
⑧ 일반 뒤채움재는 구조적 뒤채움재 외의 채움재료(골재 80 ㎜ 이내)로 현장 주변의 재료를 설계에 맞게 적용할 수 있으며, 큰 암석을 피하고 불가피할 경우 구조적 뒤채움 범위 내에 있지 않게 한다.
⑨ 구조적 뒤채움 영역에 일반 토사재료 대신 입상토, 물, 플라이애쉬, 시멘트 등으로 구성된 유동성 모르타르 혼합물과 안정 처리된 저강도재료(CLSM) 및 기타 특수재료를 사용할 수 있다.
⑩ 기초가 없는 구조물 내부포장 하부의 토사 다짐 중 강판에 손상이 가지 않도록 강판 인접부는 소형다짐기를 사용하여 다지며, 중앙부는 일반 다짐장비를 사용하여 다짐한다. 단, 다짐작업이 여의치 않은 경우, 내부포장 하부 토사는 콘크리트로 대체할 수 있다.
⑪ 구조적 뒤채움부의 시공은 KCS 11 20 25에 따르며, 이에 따라 1층 다짐 완료 후 두께가 200 ㎜ 이하이어야 하며, 그 밀도는 KS F 2312의 C, D, 또는 E 방법으로 구한 최대건조밀도의 95% 이상이 되어야 한다.
⑫ 시험다짐을 통해 기준 다짐도 관리가 가능하다고 판단될 경우에는 공사감독자와 지반공학분야 특급기술자의 확인을 거쳐 한층 다짐두께를 조정할 수 있다.
⑬ 뒤채움부는 토피고가 3.5 m 이하인 경우에는 보조기층재료를 사용하고, 토피고가 3.5 m 이상인 경우에는 노상토를 사용할 수 있다.

⑭ 뒤채움부 다짐 작업 중에는 강판 벽체로부터 0.6 m 이내에 다짐 장비를 제외한 중장비의 주행을 엄격히 통제하여야 한다. 측면 다짐 시 다짐장비는 구조물 길이방향과 나란하게 주행시켜야 하며, 상부 다짐 시에는 구조물 길이방향과 직각으로 주행시키도록 한다.

⑮ 구조물 양측의 다짐높이 차이는 한층 다짐두께(200 ㎜) 이하이어야 하며, 편토압으로 인한 구조물 변형 시에는 편토압 하중을 제거하여 단면형상을 바로잡은 후 다시 다짐을 실시하도록 한다.

⑯ 구조물의 뒤채움은 뒤채움재료를 포설하기 전 파형강판 구조물의 측면부에 200 ㎜ 마다 층 두께를 표시하여 층다짐 상태를 확인할 수 있도록 하며, 매 3층마다 다짐도 시험을 실시한다.

⑰ 측면부의 뒤채움 다짐은 대형 롤러에 의한 것을 기본으로 하며, 부분적으로 대형 다짐장비의 작업이 곤란한 강판 벽체로부터 0.6 m 이내에는 소형다짐 장비를 사용하여 다짐하여야 한다.

⑱ 기초가 없는 구조물의 헌치부 다짐은 충분한 다짐력을 확보하여야 하므로 헌치부의 다짐이 어려울 경우, 밀도가 높은 모래를 물다짐 또는 봉다짐을 하거나 경량콘크리트를 헌치부 높이까지 타설하는 방법을 사용한다.

⑲ 파형강판 구조물의 상부 뒤채움 시 천단부에서 설계상의 최소토피고 두께까지의 영역은 구조적 뒤채움으로 시공되어야 한다.

⑳ 상부 다짐 시 최소토피 두께가 확보되기 전에는 진동다짐을 하지 않으며, 다짐 장비를 제외한 중장비의 통행을 금지하고 중량물의 야적을 해서는 안 된다.

(4) 토피부

① 강판 구조물 천단부(crown)에서 최소토피 두께까지의 영역은 구조적 뒤채움부에 준하여 시공한다.

② 토피부 다짐 시 장비는 구조물의 축과 직각방향으로 주행시키고, 최소토피두께가 확보되기 전에는 진동다짐을 하지 않는다.

③ 최소토피두께가 확보되지 않은 상태에서는 다짐 장비를 제외한 중장비의 구조물 상부 통행을 금지하여야 하며, 중량물을 야적해서는 안 된다.

(5) 성・절토부와 접속부 뒤채움

① 뒤채움부와 접하는 흙쌓기 또는 땅깎기의 비탈면은 그림 3.1-5와 같이 다짐두께에 맞추어 톱날형 또는 계단식 층따기를 하여 다짐을 하고 느슨한 부분은 시공 전에 제거하여야 한다.

② 분할 시공 시에는 1차분과 2차분의 뒤채움구간에 특히 유의한다.

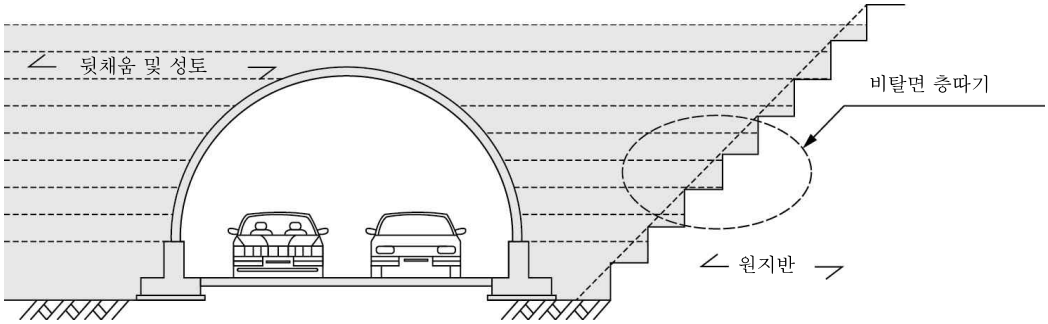


그림 3.1-5 성·절토부와 접속부 뒷채움

(6) 종단경사부의 뒤채움

① 기초가 없는 구조물의 성토부인 경우, 기초지반의 지지력을 필히 확보하여야 하며, 뒤채움은 그림 3.1-6의 개념도에 따라 실시하여 기초지반과 뒤채움 성토체가 일체화되도록 한다.

② 뒤채움은 가능한 한 최단기간에 완료하여 우천 등으로 인한 기초지반과 뒤채움 성토재 간의 교란을 방지하여야 한다.

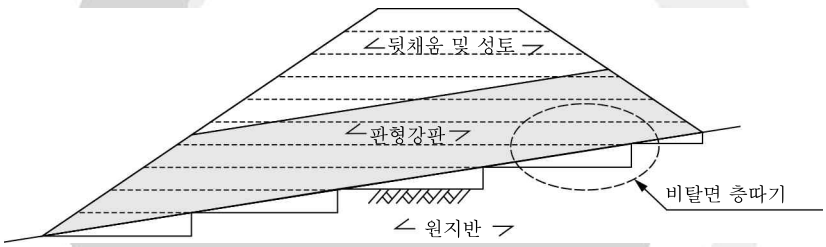


그림 3.1-6 종단경사가 있는 구조물의 뒤채움

(7) 다짐 시 장비운용

① 측면 다짐 시 다짐장비는 구조물 길이방향과 나란하게 주행시켜야 하며, 상부다짐 시에는 구조물 길이 방향과 직각으로 주행하여 다짐작업을 하여야 한다.

② 뒤채움 작업 시 파형강판 구조물의 측면에 뒤채움 재료를 부설할 경우 구조물에서 2개 이상 떨어져서 작업하여 구조물에 미치는 영향을 최소화하여야 한다.

3.1.2 개단면 구조물의 기초부

(1) 콘크리트 기초

① 개단면(아치형 단면) 구조물의 경우 강판 벽체를 지지할 수 있는 기초 콘크리트 구조물을 정확한 위치에 설치하여야 하며, 베이스채널 간격은 측량을 통해 확인하여야 한다.

(2) 강판과 기초의 연결

① 강판과 기초콘크리트는 베이스채널(base channel)을 이용하여 연결한다.

② 베이스채널은 콘크리트 타설 전에 매설앵커와 함께 설치하며, 콘크리트를 먼저 타설한 경우에는 매입된 앵커로 고정시킨 앵글(anchored connection angle)을 사용하여야 한다.

③ 채널은 강판과 직각으로 연결되도록 한다.

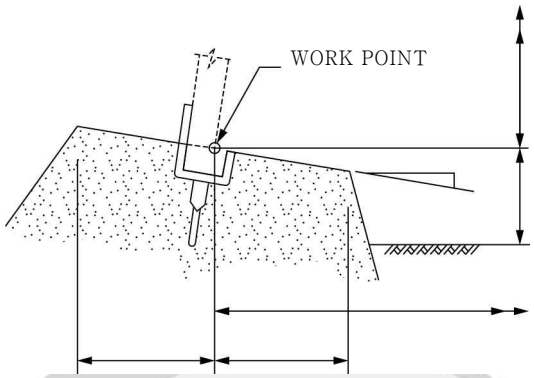


그림 3.1-7 베이스채널을 이용한 기초연결부

3.1.3 강판 조립 및 기타

(1) 자재의 검수 및 현장 준비

① 수급인은 공사감독자의 입회 아래 다음 사항들을 확인하여 적합한 자재에 한하여 현장에 반입한다. 이 때, 아연도금된 강판재와 부속자재에 대해서는 KS D 0210의 중량법(직접법), 또는 염화안티몬법(간접법)에 따른 아연도금 부착량 시험성적서(품질검사전문기관 발급)를 첨부하여야 하며, 현장 반입 시에는 도막게이지를 이용하여 도금두께를 확인하여야 한다.

가. 강판의 두께와 수량

나. 강판 단부 및 볼트 구멍 마감 상태

다. 강판 도금 상태 및 도금량

라. 볼트, 너트 등 부속품의 규격 부합 여부

② 구조물을 설치할 현장에서는 반입 자재의 보관 위치, 크레인 등과 같은 소요 장비의 작업 위치, 뒤채움 작업 중 공사장비의 진출로 등을 사전에 정하여야 한다.

③ 강판은 변형・표면 손상이 발생하지 않도록 주의하여 운반・취급하여야 하며, 강판을 설치하는 중에도 무거운 물체나 단단한 물건으로 타격하지 않도록 하여야 한다.

④ 손상된 강판과 아연도금이 벗겨진 강판은 교체하도록 한다.

(2) 강판 조립

① 강판 조립은 설치도면 또는 시공계획서에 따라 실시되어야 하며, 하류측(낮은 쪽)에서 상류측(높은 쪽)으로 진행하고, 필요할 경우에는 지지대, 또는 강선을 이용하여 설계단면 형상이 유지되도록 한다.

② 현장에 반입되는 강판은 일반적으로 규격과 곡률이 모두 다르므로 조립 시에는 반드시 설치도면에 따라 순서와 위치가 바뀌지 않도록 주의하여야 한다.

③ 강판을 서로 포갤 때는 빈틈을 최소화하여야 하며, 한 지점에서 4장 이상의 강판이 동시에 포개져서는 안 된다. 강판 연결부에는 개스킷이나 패킹을 사용하여야 한다.

④ 곡률반경이 변하는 위치 외에는 구조물 길이방향으로 이음부의 위치가 연속되지 않도록 조립하여야 한다.

⑤ 볼트의 공칭 조임토크는 200 N · m ~ 400 N · m로서 전체에 걸쳐 균등한 토크로 조립하여야 한다. 강판 조립이 완료된 후에는 공사감독자 입회 아래 길이방향 이음부와 원주방향 이음부에 대해 각각 볼트 전체수량의 3%에 해당하는 수량을 무작위로 선정하여 토크게이지로 검사하여야 하며, 공칭토크 범위 밖의 볼트 수량이 검사 대상 수량의 10% 이상일 경우는 전체 볼트를 대상으로 다시 조임을 실시하여야 한다.

3.1.4 단면 변화 측정

(1) 파형강판 구조물은 ① 조립 직후, ② 뒤채움(토피부 포함) 도중, ③ 시공 완료 직후에 단면의 형상 크기 변화를 측정하여야 한다.

(2) 조립이 끝나면 뒤채움을 시작하기 전에 단면 크기를 측정하여 설계 형상에서 5% 이상 벗어난 경우에는 볼트를 느슨히 풀어 형상을 맞춘 후 다시 조립하여야 한다.

(3) 뒤채움이 시작되면 토피부 시공을 마칠 때까지 각 층 다짐 직후에 구조물 내 단면 크기를 측정(상이한 위치의 3개소 이상 측정)하여 변형량을 파악하여야 한다. 시공 도중 및 완료 후 허용되는 변형량의 기준은 표 3.1-3과 같다. 단면 변형량이 표 3.1-3의 기준을 초과할 경우에는 즉시 시공을 중지하고 원인을 규명하며, 보강대책을 강구하여 변형량을 기준 이내로 줄여야 한다.

표 3.1-3 시공 도중, 직후의 구조물 변형량 허용 범위

분류	허용하는 단면 변형량
표준형 강판 적용 시	그림 3.1-8에 정의된 구조물 높이(rise, R)의 5% 이내
대골형 강판 적용 시	그림 3.1-8에 정의된 구조물 높이(rise, R)의 2% 이내

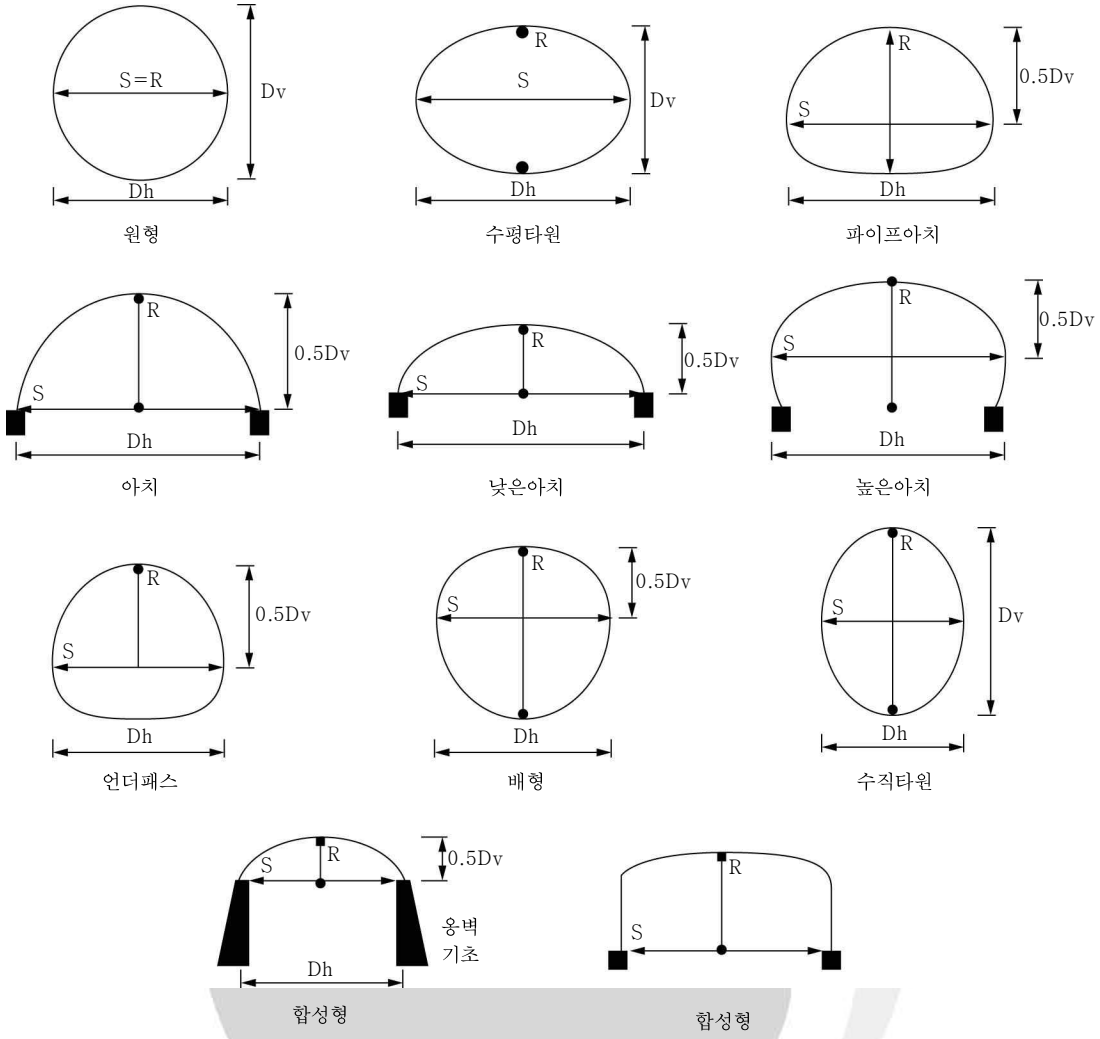


그림 3.1-8 파형강판구조물 적용단면 (S=폭-span, R=높이-rise)

3.1.5 기타 사항

(1) 강판 이음부 또는 볼트 구멍을 통해 물이 침투하는 것을 방지하기 위하여 강판 이음부를 대상으로 아스팔트 역청재료 도포 등 적절한 표면 방수 처리를 한다. 필요할 경우는 토피부와 뒤채움부에 방수막을 매설하여야 한다.

(2) 주변 수위가 높아 부력이 작용할 경우는 양압력에 대한 검토를 거쳐 필요시 구조물의 자중을 증대시키거나 앵커를 설치하는 등 대책을 마련하여야 한다.

(3) 강판 부재의 부식이나 손상이 염려되는 환경에서 구조물을 시공하여야 할 경우는 강판 두께를 늘리거나 보호막을 피복하는 등의 조치를 취하여야 한다.

(4) 강판구조물을 기존의 콘크리트 구조물 등 강성 거동체에 연결하여 시공하고자 할 때에는 구조물 접합부에 대한 응력검토를 통해 적절한 방식의 조인트를 설치하거나 보강하여야 한다.

(5) 합성형 구조물을 시공할 때 뒤채움 재료로서 SB-1(2)의 재료를 사용한다.

3.1.6 파형강판 단면보강

(1) 파형강판 지중구조물의 내하력을 증대시키기 위하여 구조물을 보강할 수 있다.

(2) 보강재는 본체 구조물과 동일한 곡선반지름을 갖고 구조물 길이방향에 대하여 규칙적인 간격으로 설치하여야 한다.

(3) 본체 구조물과 보강재 사이에 콘크리트를 충진할 경우 내하력을 위한 보강단면의 강성 산정은 비합성 단면으로 하여야 한다. 단, 합성단면으로 고려할 경우 별도의 검토가 필요하다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
강신오	DM엔지니어링	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소
조경식	DM엔지니어링		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 40 10 : 2016

파형강판 암거

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
Tel : 02-3490-1000 E-mail : off@kroad.or.kr
http://www.kroad.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 40 15 : 2016

배수관

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서를 중심으로 각 기준의 배수관에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
KCS 11 40 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 40 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국도로협회	작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용 범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 용어의 정의 ····· 1
1.4 제출물 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 공장제작 콘크리트 배수관 ····· 2
2.1.2 현장제작 콘크리트관 ····· 2
2.1.3 파형강관 ····· 3
2.1.4 수지파형강관(평활형) ····· 5
2.2 조립 허용오차 ····· 8
2.3 자재품질관리 ····· 9
3. 시공 ····· 11
3.1 작업준비 ····· 11
3.2 시공기준 ····· 11
3.2.1 터파기 ····· 11
3.2.2 기초 ····· 12
3.2.3 이동 및 설치 (철근콘크리트관 V.R관) ····· 13
3.2.4 현장제작 콘크리트관의 제작 ····· 14
3.2.5 관부설 ····· 14
3.2.6 관의 이음 ····· 14
3.2.7 되메우기, 뒤채움 및 흙쌓기 ····· 15
3.2.8 날개벽 및 유입·유출구 ····· 15
3.2.9 배수관 규격관리 ····· 15

1. 일반사항

1.1 적용 범위

(1) 이 기준은 설계도서 및 공사감독자가 지시한 선형, 경사 및 치수에 맞도록 배수관을 시공하는 것에 관한 제반사항을 규정한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 20 15 터파기
- KCS 11 20 25 되매우기 및 뒤채움
- KCS 11 40 25 노면배수
- KCS 14 20 00 콘크리트공사
- KS B 0241 내식 스테인리스 강제 파스너의 기계적 성질
- KS B 0802 금속 재료 인장 시험 방법
- KS B 5209 강제 줄자
- KS B 5246 금속제 곧은 자
- KS D 3506 용융 아연 도금 강판 및 강대
- KS D 3555 강관용 열간 압연 탄소 강대
- KS D 3589 압출식 폴리에틸렌 피복 강관
- KS D 3698 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
- KS F 4402 진동 및 전압 철근 콘크리트관
- KS F 4403 원심력 철근 콘크리트관
- KS F 4405 코어식 프리스트레스트 콘크리트관
- KS F 4406 프리스트레스트 콘크리트 실린더관
- KS M 6070 분체 도료

1.3 용어의 정의

- 배터보드(batter board): 굴착준비를 위하여 목재의 규준틀 말뚝에 못을 박아 댄 가로나무를 말하며, 구조물의 외형을 나타내는데도 사용된다.
- 칼라(collar): 흄관을 이을 때 이음부에서 사용되는 둥글고 길이가 짧은 이음관을 말한다.

- 스페이서(spacer): 철근 또는 긴장재에 소정의 피복두께를 가지게 하거나 철근간격을 정확하게 유지시키기 위하여 쓰는 금속제, 플라스틱제, 콘크리트제, 모르타르제 등의 부품을 말한다.

1.4 제출물

(1) 수급인은 KCS 10 10 10의 해당 요건에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 공사감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 시공규모, 위치, 경사 등 현지여건을 조사한 서류 등을 추가로 제출하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 공장제작 콘크리트 배수관

(1) 철근 콘크리트관은 KS F 4401, KS F 4402, KS F 4403, KS F 4405, KS F 4406의 기준에 합격한 것이어야 한다.

(2) 모든 관에는 제조 공장명 또는 그 약호, 제조년월일, 공칭지름 및 관 길이를 명기하여야 한다.

2.1.2 현장제작 콘크리트관

(1) 현장제작 콘크리트관(RC관)에 사용되는 콘크리트는 KCS 14 20 00의 해당 요건에 따른다.

(2) 현장제작 콘크리트관의 외압강도 기준은 표 2.1-1과 같다.

(3) 현장제작 콘크리트관에 사용하는 철선의 품질기준은 표 2.1-2와 같다.

표 2.1-1 현장제작 콘크리트관의 외압강도 기준

구분		호칭지름(㎜)				비고
		600	800	1,000	1,200	
균열강도	중력단위(kgf/㎡)	3,000	3,600	4,200	4,600	
	SI단위(kN/㎡)	29	35	41	45	
파괴강도	중력단위(kgf/㎡)	6,000	7,200	8,400	9,600	
	SI단위(kN/㎡)	59	71	82	94	

표 2.1-2 현장제작 콘크리트관용 철선의 품질기준

구분	규격 (㎜)	인장강도		선지름 허용차	시험방법
		SI단위(kN/㎟)	중력단위 (㎏f/㎟)		
보통철선	6 9	5.3 이상 5.3 이상	540 이상 540 이상	±0.13	KS B 0802

2.1.3 파형강관

(1) 재질

① 파형강관은 KS D 3506에 의한 열연 용융아연도금 강판으로 만든다.

표 2.1-3 융용아연도금 강판의 요구조건

기호	화학성분		기계적 성질		
	P(%)	S(%)	항복점	인장강도	연신율(%)
SGHC	-	-	205(N/㎟) 이상	270(N/㎟) 이상	-

② 용융아연도금을 한 강관의 아연 부착량은 다음과 같다.

표 2.1-4 아연 부착량 기준

아연 부착량의 종류	3점기준 최소 부착량(양면 기준, gf/㎡)
Z600	600

(2) 형상 및 치수(SCP 1RS)

① 형상

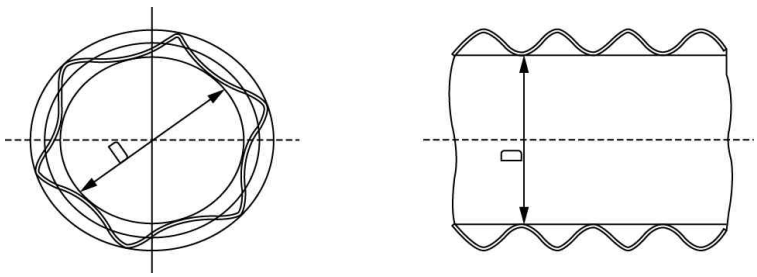


그림 2.1-1 SCP 1RS 의 규격

② 단면치수 기호

표 2.1-5 SCP 1RS의 호칭별 판두께

기호	호칭지름 D(㎜)	판두께(㎜)				길이 (㎜)
		1.6	2.0	2.7	3.2	
SCP 1RS	300	O	O	-	-	4,000부터 6,000까지의 지정된 길이
	400	O	O	-	-	
	450	O	O	-	-	
	600	O	O	O	-	
	800	O	O	O	-	
	1,000	O	O	O	O	
	1,200	O	O	O	O	
	1,350	O	O	O	O	
	1,500	O	O	O	O	
	1,650	O	O	O	O	
	1,800	O	O	O	O	

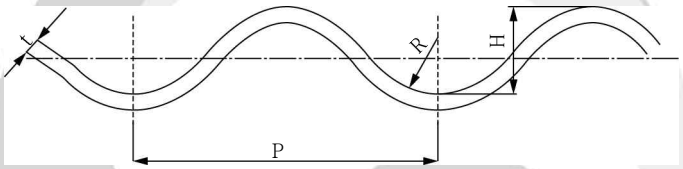


그림 2.1-2 SCR 1RS의 형상

표 2.1-6 SCR 1RS의 규격

기호	치수		
	파의 피치 P(㎜)	파의 깊이H(㎜)	파의 굽힘반지름 r(㎜)
SCP 1RS	68.0	13.0	17.5

③ 치수 허용차 기호

표 2.1-7 SCR 1RS의 허용 오차(단위: ㎜)

기호	치수 허용차					
	파의 피치 P	파의 깊이 H	강관의 길이 L	호칭 지름 D	축방향 휨	커플링 밴드의 나비 W
SCP 1RS	±2.0	±2.0	지정길이의 +40 지정길이의 -10	1000미만 ±10 1000 이상 ±1%	길이의 ±0.3% 이하	±5.0

④ 커플링 밴드의 단면 모양 및 치수

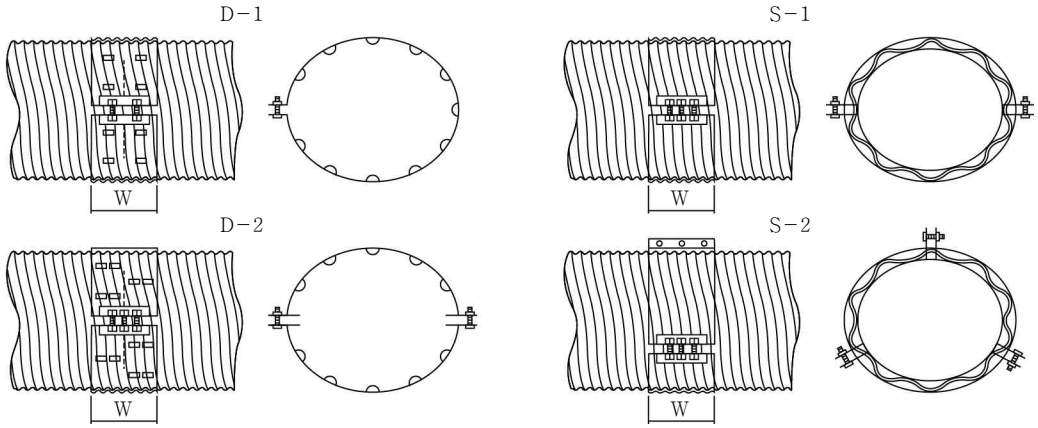


그림 2.1-3 커플링 밴드 형상

표 2.1-8 커플링 밴드 규격

기호	호칭지름 D(㎜)	D-1		D-2		S-1		S-2	
		판두께 t(㎜)	나비 W(㎜)	판두께 t(㎜)	나비 W(㎜)	판두께 t(㎜)	나비 W(㎜)	판두께 t(㎜)	나비 W(㎜)
SCP 1RS	300 400 450	1.6	270	-	-	1.6, 2.0	410	-	-
	600 800	1.6				1.6, 2.0, 2.7	410		
	1000 1200 1350 1500	-	270	2.0	410	1.6, 2.0, 2.7, 3.2	410		
	1650 1800	-	-	2.7	410			3.2	410

2.1.4 수지파형강관(평활형)

(1) 재질

① 수지파형강관의 원관재료는 KS D 3555의 SPHT2 또는 이와 동등 이상의 것으로 한다.

(2) 피복재료

① 피복재료로 사용하는 폴리에틸렌은 KS D 3589의 부속서 1에 따르며, 기타 재료의 경우 동등 이상의 재료이어야 한다.

② 분체 에폭시는 KS M 6070에 따르며, 기타 재료의 경우 동등 이상의 재료이어야 한다.

③ 접착제는 KS D 3589의 부속서 2에 따른다.

(3) 이음재료

① 플랜지 결속밴드는 KS D 3698의 STS304 화학성분 및 기계적 성질에 따른다.

② 볼트는 KS B 0241의 화학성분 및 기계적 성질에 따르며 종류 및 등급은 오스테나이트계 A2로 한다.

(4) 형상 및 치수

① 형상

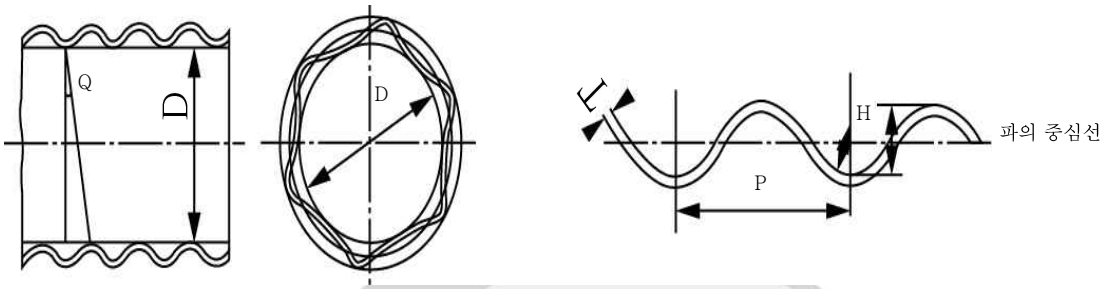


그림 2.1-4 수지파형강관의 단면 모양

표 2.1-9 수지파형강관의 기호별 호칭지름의 판 두께 및 허용차

(단위 : ㎜)

구분	호칭지름(D)	판두께(T)				길이 (L)
		1.6±0.17	2.0±0.17	2.7±0.21	3.2±0.21	
1RS 평활형	300	○				지정된 길이 (1본 = 8 m)
	350	○				
	400	○				
	450	○				
	500	○				
	600	○	○			
	700	○	○			
	800		○			
	900		○			
	1000		○			

구분	호칭지름(D)	판두께(T)				길이 (L)
		1.6±0.17	2.0±0.17	2.7±0.21	3.2±0.21	
3RS 평활형	900		○			지정된 길이 (1본 = 8 m)
	1000		○			
	1100		○			
	1200		○			
	1350		○	○		
	1500			○		
	1650			○		
	1800			○	○	
	2000				○	
	2200				○	
	2400				○	
	2500				○	
	2600				○	
	2700				○	
	2800				○	
	2900				○	
	3000				○	

주 1) 판 두께는 폴리에틸렌 피복 전의 원판 두께를 표시한다.

② 치수 및 허용오차

표 2.1-10 관의 치수 및 허용차

(단위 : ㎜)

종류		기호	허용차			
			강관의 길이(L)	호칭지름	파의 피치(P)	파의 깊이(H)
원형	1S형	1RS 평활형	지정길이의 +40 -10	1000 미만 ±10 1000 이상 ±1%	68.0±2.0	13.0±2.0
	3S형	3RS 평활형			76.0±2.0	25.0±2.0

주 1) 단 플랜지 부위는 일정두께의 플랜지가 융착되어 있으므로 D900 미만은 기준내경-20 ㎜ 이내, D900 이상은 기준내경 -30 ㎜ 이내이다.

표 2.1-11 관의 두께별 관벽 두께(H1) 및 내표면 평활 수지의 두께(H2)

(단위 : ㎜)

종류	관의 두께(t) / 호칭지름(D)	1.6	2.0	2.7	3.2
1RS 평활형	300～500	H1 : 4.23 이상 H2 : 1.5 이상			
	600～700	H1 : 4.23 이상 H2 : 1.5 이상	H1 : 4.73 이상 H2 : 1.5 이상		
	800～1000		H1 : 4.73 이상 H2 : 1.5 이상		
3RS 평활형	900～1200		H1 : 4.73 이상 H2 : 1.5 이상		
	1350		H1 : 4.73 이상 H2 : 1.5 이상	H1 : 5.29 이상 H2 : 1.5 이상	
	1500～1650			H1 : 5.29 이상 H2 : 1.5 이상	
	1800			H1 : 5.29 이상 H2 : 1.5 이상	H1 : 5.79 이상 H2 : 1.5 이상
	2200～3000				H1 : 5.79 이상 H2 : 1.5 이상

2.2 조립 허용오차

(1) 플랜지 결속밴드의 단면모양 및 치수

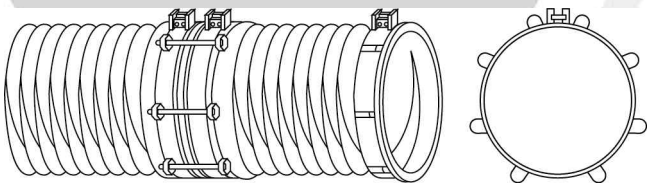


그림 2.2-1 플랜지 결속밴드의 단면모양

표 2.2-1 플랜지 결속밴드 치수 및 허용차

(단위 : ㎜)

종류	관지름	플랜지 결속밴드		종류	관지름	플랜지 결속밴드	
		두께	폭			두께	폭
1RS 평활형	300	2 ± 0.17	50 0 ~ +5	3RS 평활형	900	2 ± 0.17	50 0 ~ +5
	350				1000	3 ± 0.22	
	400				1100		
	450				1200		
	500				1350		
	600				1500		
	700				1650		
	800				1800		
	900				2000		
	1000	3 ± 0.22			2200		
	-	-	-		2400		
	-	-	-		2500		
					2600		
	-	-	-		2700		
	-	-	-		2800		
	-	-	-		2900		
	-	-	-		3000		

2.3 자재품질관리

(1) 폴리에틸렌 피복 두께

수지파형강관에 피복하는 수지의 종류별 피복 두께 및 허용차는 다음과 같다.

① 파형강판과 폴리에틸렌의 중간층에 피복하는 에폭시의 두께는 30 ㎛ 이상이어야 한다.

② 수지파형강관에 융착된 수지의 최소피복 두께는 내면은 0.3 ㎜, 바깥면은 1 ㎜ 이상 피복하여야 한다.

③ 수지파형강관 내·외면의 럭심(lockseam) 부위에 덧씌우는 폴리에틸렌 피복의 최소 피복 두께는 0.5 ㎜ 이상이어야 한다.

④ 부위별 명칭은 그림 2.3-1과 같고 폴리에틸렌 피복 파형강관의 관벽 두께(H1) 및 내표면 평활 수지의 두께(H2)는 표 2.1-11에 따른다.

⑤ 수지파형강관의 이음자재인 플랜지 결속밴드의 단면모양은 그림 2.2-1과 같고, 치수 및 허용차는 표 2.2-1에 따른다. 다만, 주문자와 제조자의 협정에 따라 이것 이외의 치수도 사용할 수 있다.

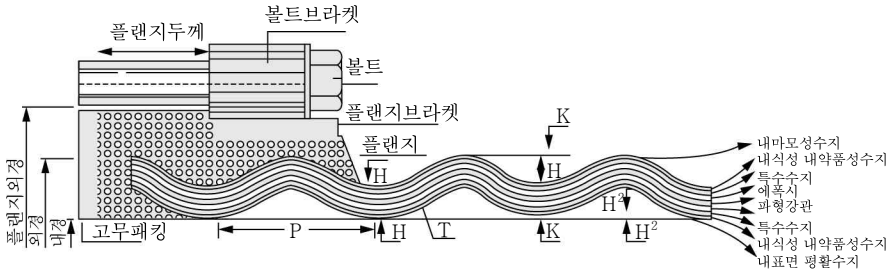


그림 2.3-1 수지파형강관 단면도(평활형)

(2) 시험방법

① 겉모양은 육안으로 검사한다.

② 치수의 측정은 같은 치수의 공시관 3개에 대하여 다음에 따른다.

가. 피복 두께는 공시관의 양끝으로부터 약 200 ㎜ 이상 떨어진 지점에서 원둘레 방향으로 직교하는 임의의 네 점에 대하여, 미후계 등을 사용하여 측정한다.

나. 관의 지름 및 길이는 KS B 5209 또는 KS B 5246에 규정하는 강제 줄자 또는 금속제 곧은 자 등을 사용하여 측정하고, 측정 정밀도는 1 ㎜ 이상으로 한다.

다. 핀홀 시험은 KS D 3589에 따르며 시험은 기공 탐지기(홀리데이디텍터)를 사용하고, 접촉형일 때는 10,000 ~ 12,000 V, 비접촉형일 때는 20,000 ~ 40,000 V의 전압을 걸어, 피복 강관 모든 면에 대하여 핀홀의 유무를 조사한다.

라. 수압 시험은 관에 적절한 방법으로 내부에 상온의 물로 73.6 kPa의 압력을 가한 상태로 10분간 유지하였을 때 누설이나 그 밖의 결점유무를 조사한다.

마. 음극 박리 저항성시험은 KS D 3589의 부속서 4.항에 따른다.

표 2.3-1 수지파형강관의 성능

항목	성능값	적용시험 항목
핀홀	불꽃발생이 없을 것	② 다. 참조
연결부 수압시험	누설 또는 그 밖의 결점이 없을 것	② 라. 참조
음극 박리 저항성	평균 박리 반지름 8 ㎜ 이하 최대 박리 반지름 10 ㎜ 이하	② 마. 참조

(3) 품질

① 겉모양 관의 내·외면은 마무리가 양호하고, 사용상 해로운 흠, 균열, 요철(凹凸), 이물질의 혼입 등이 없어야 한다. 또한 강관은 실용적으로 곧고, 그 양끝은 관축에 대하여 직각이어야 한다.

② 끝단부 처리 PE 피복층 박리 및 부식방지를 위하여 관 끝단부는 관체에 피복한 것과 동일한 재질의 폴리에틸렌으로 피복하여 강판의 노출이 없어야 한다.

③ 관의 성능은 (2)에 따라 시험하여, 표 2.3-1의 규정에 적합하여야 한다.

3. 시공

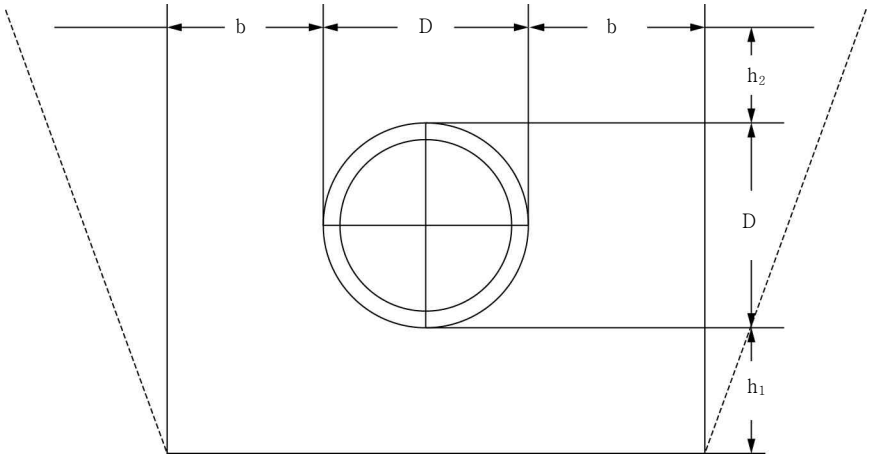
3.1 작업준비

(1) 터파기 바닥은 소정의 경사가 되게 하고 지반이 연약한 경우는 소정의 재료로 치환하거나 잡석 깔기, 버림 콘크리트 타설 등 현장여건에 맞는 공법으로 침하에 대비하여야 하며, 바닥은 잘 다져 관 부설 후 부등침하가 생기지 않도록 한다.
(2) 배수관은 설계도서 또는 공사감독자가 지시한 경사에 정확히 맞도록 하여 하류측 또는 낮은 쪽에서부터 설치하여야 한다.
(3) 관은 기초 및 다음 이음관과 밀착이 되도록 하고 서로 어긋나지 않도록 한다.
(4) 관 부설이 완료되면 공사감독자가 부설상태를 확인한 후 되메우기를 시행하여야 한다.
(5) 되메우기 재료는 쌓기 재료와 동등한 것을 사용하여야 하며, 돌 등이 섞여 배수관에 집중하중을 받지 않도록 한다.

3.2 시공기준

3.2.1 터파기

(1) 터파기는 KCS 11 20 15에 따라 시행한다. 터파기용 바닥 폭은 현장여건, 토질조건 및 관종에 따라 설계도면에 의하여 시공한다.
(2) 터파기한 바닥면은 관을 충분히 지지할 수 있도록 단단하여야 하며, 기초지반이 연약한 경우에는 막자갈 또는 공사감독자가 승인한 재료로 치환하여야 하고, 지반면 위에 암반 등이 돌출해 있는 경우에는 브레이커 등을 이용하여 소정의 경사로 다듬어야 한다.
(3) 터파기 완료 후 공사감독자의 검측을 받기 전에는 후속작업을 시작해서는 안 된다.
(4) 보통 지반 또는 잘 다져진 땅을 터파기하여 배수관을 매설할 경우 터파기폭을 적게, 벽면이 연직 되게 하는 것이 이상적인 터파기 방법이다.



b: 보통지반일 경우 30 ㎝ 내외
연약지반일 경우 50 ㎝ 내외

h1: 연약지반일 경우 연약정도에 따라 결정
h2: 33 ㎝

그림 3.2-1 터파기 폭 기준

표 3.2-1 관경별 터파기폭

관경 (㎜)	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
터파기폭 (㎜)	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1600	1700	1800	2000	2100	2200	2400	2500

3.2.2 기초

(1) 기초에 조약돌 또는 깬 조약돌을 쓰는 경우에는 조약돌 또는 깬 조약돌을 깔고 채움용 자갈 또는 깬 자갈을 채워야 한다.

(2) 기초에 막자갈을 쓰는 경우에는 소정의 형상 및 치수에 따라 막자갈을 깔아 다지고, 관에 접하는 부분은 관 벽면의 형상에 맞도록 잘 다듬어야 한다.

(3) 콘크리트 기초의 경우는 소정의 조약돌(또는 깬 조약돌) 및 채움용 자갈(또는 깬 자갈)을 고르게 깔고 콘크리트 치기는 KCS 11 40 25에 따라서 시공하여야 한다.

(4) 말뚝기초의 경우에는 설계도서에 표시된 말뚝을 공사감독자의 지시에 따라서 박고 콘크리트를 친다.

(5) 기초지반은 관을 충분히 지지할 수 있도록 단단하여야 하며, 연약한 경우 또는 부적합한 토질(이토, 오물 등)일 경우에는 공사감독자의 지시에 따라 양질의 입상재료 또는 승인된 재료로 치환하여야 하며, 지반면 위의 암반 등이 돌출해 있는 경우에는 소정의 경사에 맞도록 다듬어야 한다.

(6) 파형강관은 가요성 관이므로 하중을 균일하게 분포시킬 수 있도록 하는 기초가 필요하다. 따라서 기초는 콘크리트로 시공해서는 안 되며, 가급적 양질의 기초재료(모래 또는 사질토)를 사용하여 지반조건에 따라 다음과 같이 균일하게 다지는 것이 좋다.

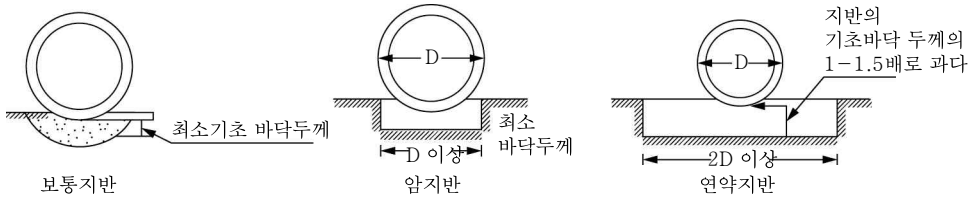


그림 3.2-2 지반에 따른 기초폭

표 3.2-2 지반에 따른 기초의 최소두께

두께 및 폭		기초의 최소두께 (H)			기초의 폭(W)
기초의 지질	관경	900 ㎜ 미만	900이상 ~2000 ㎜ 미만	2,000 ㎜ 이상	
보통지반		200 ㎜	300 ㎜	0.2D	D
암지반		200 ㎜	단, 쌓기 높이가 5 m를 넘을 경우에는 그 높이 1m에 대하여 40 ㎜씩 증가시킴		D
연약지반		500 ㎜	0.4D와 500 ㎜ 중에서 큰 값	최대 1 m까지	2D ~ 3D

주 1) 연약지반은 치환을 원칙으로 하나 연약층이 깊은 경우에는 위의 표에서 제시된 값으로 한다.

(7) 바닥 재료의 선택은 흙 입자가 침투할 수 있는 이음부 간격의 크기에 대한 흙 입자의 크기의 비로 결정되며, 표 3.2-3과 같다.

표 3.2-3 바닥재료의 선택

진흙 찰흙	침적토			모래		
	고운 것	중간	거친 것	고운 것	중간	거친 것
0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2.0

3.2.3 이동 및 설치 (철근콘크리트관 V.R관)

(1) 관의 접합은 관 종류에 따라 접합방법, 접합순서, 접합재료 등을 사전에 검토한 후 시공에 임하여야 한다.

(2) 기초면 위에 내려진 관은 인력이나 체인블록 등으로 밀착시켜 접합한다.

(3) 관을 운반하여 내릴 때에는 크레인 등 기계를 사용, 주의하여 관에 급격한 충격을 피하고 소켓부위가 파손되지 않도록 평탄한 곳에 각재를 깔고 보관하여야 한다.

(4) 관을 소운반 할 때는 구름방지를 위해 로프로 확실히 고정하여 트럭으로 운반하여야 한다.

(5) 소켓(socket), 스피곳(spigot) 부위의 청소와 점검을 철저히 하고, 관을 매어달아 내릴 때는 와이어로프 2본을 사용 관정에 매어서 내린다.

(6) 되메우기에 사용되는 토질은 모래 또는 양질의 흙을 사용하고, 한 층의 두께는 관로 하부 200 ㎜, 상부는 300 ㎜ 이하로 다짐하면서 되메우기하여야 한다.

(7) 관 위에 불도저 등 건설장비가 직접 운행하여서는 안 된다.

3.2.4 현장제작 콘크리트관의 제작

(1) 제작장은 넓고 평활한 곳에서 콘크리트를 타설하여 밀실하게 다지고 관 단면에 요철이 없도록 하여야 한다.
(2) 거푸집을 조기에 해체코자 할 경우에는 자동온도기록계를 부착하여 증기양생을 하여야 한다.
(3) 철선은 설계도서에 따라 정확히 가공하여야 한다.
(4) 용접철망의 가공을 롤링(rolling) 장비로 할 경우에는 용접부가 손상이 되지 않도록 하고, 용접부에 이상이 있으면 재조립하여야 한다.
(5) 철망의 고정과 피복유지를 위하여 단철망은 8개 이상, 복철망은 16개 이상 스페이서를 설치하여 콘크리트를 타설하여야 한다.
(6) 제작이 완료된 관은 검사 후에 관의 형식, 제작년월일, 공칭지름 등을 명기하여 충격이나 파손이 되지 않도록 야적하여야 한다.

3.2.5 관부설

(1) 모든 관은 설계도서 또는 공사감독자가 지시한 경사에 정확히 맞도록 하류측 또는 낮은 쪽에서부터 설치하여야 한다. 이 때 기초와 잘 밀착이 되도록 하고 관이 서로 어긋나지 않도록 주의하여야 한다.
(2) 관에 소켓이 붙어있는 경우에는 소켓을 관의 상류쪽 또는 높은 곳으로 향하도록 설치한다. 소켓이 없는 관은 고무링을 사용한 맞물림(butt) 연결 또는 칼라(collar), 수밀밴드 등을 사용한 맞대기 연결 등의 방법으로 연결한다. 연결부는 공사감독자의 지시가 없는 한 용적배합비가 1 : 2인 시멘트 모르타르로 틈 사이를 채워 수밀하게 시공하여야 한다.
(3) 되메우기 및 뒤채움을 시행하기 전에 관의 설치의 적부, 침하의 유무, 손상유무 등에 대하여 공사감독자의 검사를 받아야 하며, 이상이 있을 때에는 공사감독자의 지시에 따라 다시 설치하거나 교체하여야 한다.
(4) 이음 모르타르를 시공하기 전에 모르타르를 시공할 관의 이음부는 잘 청소한 후 물로 충분히 적셔두어야 한다.
(5) 파형강관을 쌓기 내부에 설치할 경우 장래 심한 침하가 예상될 때는 설계도서 또는 공사감독자의 지시에 따라서 미리 예상 침하량을 가산한 높이로 설계하여야 한다.

3.2.6 관의 이음

(1) 관의 이음부는 용적배합비가 1 : 2인 시멘트 모르타르로 틈 사이를 채워 수밀하게 시공하여야 한다.
(2) 관 이음부의 내부는 모르타르로 메우고, 깨끗이 닦아내어 매끄럽게 마무리하여야 한다.
(3) 관의 이음부에는 시멘트 모르타르 대신에 공사감독자의 승인이 있는 경우 코킹 콤파

운드(caulking compound)나 사전 성형된 이음재(preformed joint) 등을 이음재로 사용할 수 있다.

3.2.7 되메우기, 뒤채움 및 흙쌓기

(1) 관부설이 완료되면 공사감독자가 깔기 상태를 검사한 후 되메우기하거나 뒤채움을 시행하여야 한다.

(2) 관의 배열 및 안전상 이상이 있거나 손상된 곳이 발견될 경우에는 공사감독자의 지시에 따라 재배열하거나 교체하여야 한다.

(3) 파형강관은 가급적 양질의 토사로 되메우기를 하며, 되메우기 작업은 좌·우 동일한 높이를 유지하면서 한 층의 마무리 두께는 200 ㎜ 이하로 하고, 최대건조밀도 95% 이상이 되도록 한다.

(4) 관의 하측부의 다지기는 특별히 유의하여 잘 다져야 한다.

(5) 기타 되메우기는 KCS 11 20 25에 따른다.

(6) 흙쌓기의 한층 두께는 200 ㎜ 이하로 한다.

(7) 흙쌓기의 재료는 뒤채움 재료와 같은 것으로 한다.

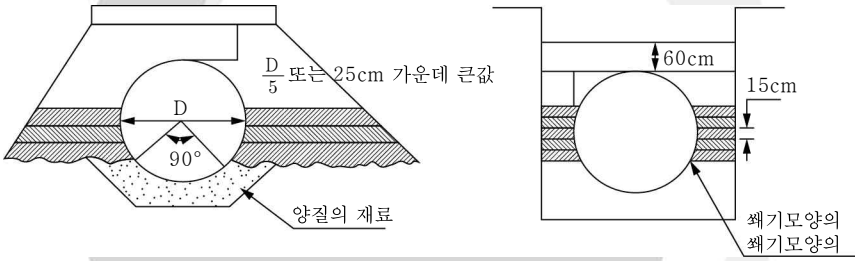


그림 3.2-3 흙쌓기와 뒷채움 기준

3.2.8 날개벽 및 유입·유출구

(1) 날개벽의 시공은 KCS 14 20 00에 따른다.

(2) 유입·유출구는 용·배수관 전·후의 지형조건에 맞추어 자연스러운 수류의 유도가 가능한 구조로 설치하여야 하며, 적절한 세굴방지공을 설치하여야 한다.

(3) 측구와 집수정 또는 배수정과 접하는 경우에는 별도의 규정이나 공사감독자의 지시가 없는 한 용적배합비가 1 : 2인 시멘트 모르타르로 수밀하게 시공하여야 한다.

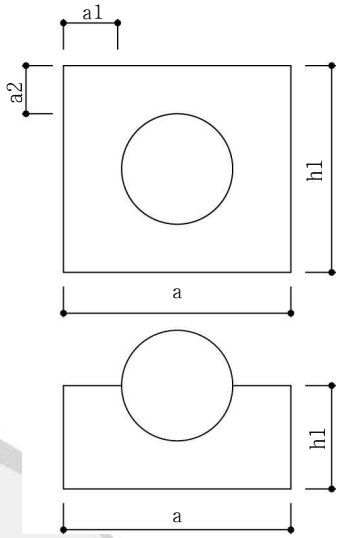
(4) 배수관과 날개벽 접합부는 접합부를 청결하게 한 후 벽체를 타설하여야 한다.

(5) 유입과 유출이 되는 곳이 급하게 변화하지 않게 서서히 변화시켜서 수류를 유도하도록 한다.

3.2.9 배수관 규격관리

(1) 배수관 규격관리기준은 표 3.2-4와 같다.

표 3.2-4 배수관 규격관리 기준

항목	규격치(㎜)	측정 기준	비고
기준고	±30	• 시공연장 40m 이상인 경우: 40m마다 1개소 • 시공연장 40m 이하인 경우: 2개소	
폭 a	-50		
높이 h1	-30		
두께 a1, a2	-20		
연장 L	-200		

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
강신오	DM엔지니어링	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소
조경식	DM엔지니어링		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 40 15 : 2016

배수관

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
Tel : 02-3490-1000 E-mail : off@kroad.or.kr
http://www.kroad.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 40 20 : 2016

지하배수

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서를 중심으로 각 기준의 지하배수에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
KCS 11 40 20 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 40 20 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국도로협회　　작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출물 ····· 2
1.3.1 시공계획서 ····· 2
1.3.2 시공도면 ····· 2
1.3.3 제품자료 ····· 2
1.4 환경요구사항 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 관재료 및 연결재 ····· 2
2.1.2 부대품 ····· 3
2.1.3 뒤채움 재료 ····· 3
2.1.4 배수재료 ····· 3
2.1.5 여과재료 ····· 4
2.1.6 유공관 ····· 5
2.1.7 다발관 ····· 6
2.1.8 돌망태 ····· 6
2.1.9 암거용 골재 ····· 6
2.1.10 기타재료 ····· 6
3. 시공 ····· 6
3.1 시공기준 ····· 6
3.1.1 시공일반 ····· 6
3.1.2 관부설 맹암거 ····· 7

3.1.3 유출구 ····· 7
3.1.4 혼성배수관 설치 ····· 8
3.1.5 투수성 배수시트의 설치 ····· 8
3.1.6 암거 시공 ····· 8
3.1.7 지하배수구 시공 ····· 9
3.1.8 지중배수관 시공 ····· 9
3.1.9 기초배수시설 시공 ····· 10
3.1.10 수평배수공 ····· 10
3.1.11 수직배수공(집수정) 시공 ····· 11
3.1.12 돌망태 시공 ····· 12
3.2 현장 품질관리 ····· 12

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 지하배수시설에 관한 제반사항을 규정한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 20 15 터파기
- KCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- KCS 11 80 15 돌망태옹벽
- KS D 0201 용융 아연 도금 시험 방법
- KS F 2322 흙의 투수 시험 방법
- KS F 4409 원심력 유공 철근콘크리트관
- KS F 4902 아스팔트 루핑
- KS F 4911 합성 고분자계 방수 시트
- KS M ISO 527-1 플라스틱 - 인장성의 측정 - 제1부 : 통칙
- KS M ISO 1183-3 플라스틱 - 비발포 플라스틱의 밀도 측정법 - 제3부 : 기체 비중병 방법
- KS M ISO 180 플라스틱 - 아이조드 충격강도의 측정
- KS M 3404 일반용 경질 폴리염화비닐관
- KS M 3409 수도용 경질 염화 비닐관용 접착제
- KS M 3802 PVC(비닐)계 바닥재
- KS K 0210 섬유제품의 혼용률 시험방법 - 섬유혼용률
- KS K ISO 5084 텍스타일 - 섬유제품의 두께 측정
- KS K 0514 천의 무게 측정 방법: 작은 시험편법
- KS K 0520 텍스타일 - 천의 인장 성질 - 인장강도 및 신도 측정: 그래브법
- KS K ISO 13935-2 텍스타일 - 천과 섬유 제품의 심 인장 성질 - 제2부 : 그래브법을 이용한 심 파단 최대 하중 측정
- KS K 0706 천의 내후도 시험 방법: 가속 내후시험법
- ASTM D 2412 Standard Test Method for Determination of External Loading Charateristics of Plastic Pipe by Parallel-Plate Loading

1.3 제출물

1.3.1 시공계획서

(1) 수급인은 KCS 10 10 10에 따라 해당공사의 공사계획을 맞추어 현지여건 확인 후 시공계획서를 작성해 시공 전에 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.3.2 시공도면

(1) 공사감독자가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.
(2) 배관의 치수 및 배열, 관바닥의 높고 낮은 점, 절점과 교차점 사이의 경사도 등을 명시하여야 한다.

1.3.3 제품자료

(1) 배수용 관제품 및 부대품에 대한 자료를 제출하여야 한다.
(2) 사용되는 재료의 각종 물성과 완성품은 이 기준에 적합하여야 한다.
(3) 시공자는 공사에 사용되는 모든 재료를 포함한 공법에 대하여 국내·외에서 공인된 자료에 근거하여 작성된 공법고유의 관련 품질관리계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 하고, 반드시 이에 따른 검사 및 시험에 합격한 재료와 공법을 사용하여야 한다.

1.4 환경요구사항

(1) 공사 중 또는 구조물이 원래의 기능을 발휘할 때까지 지하배수기능을 담당하는 배수시설을 가배수공이라고 하며, 영구배수공과 구분하여 설치하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 관재료 및 연결재

(1) 관의 단부는 커플링, 칼라 또는 기타 연결재로 관이 연속된 선형을 갖도록 벨과 스피고트, 홈대기, 겹대기를 하여야 한다.
(2) 토관
  ① 유공토관은 장대치수의 유공관을 사용하여야 한다.
  ② 이음 및 개스킷은 유공토관에 맞는 제품을 사용하여야 한다.
(3) 콘크리트관
  ① 무근콘크리트관은 KS F 4401에 적합한 제품을 사용하여야 한다.
  ② 철근콘크리트관은 KS F 4401에 적합한 제품을 사용하여야 한다.
  ③ 유공콘크리트관은 KS F 4409에 적합한 제품을 사용하여야 한다.

④ 이음 및 개스킷은 사용하는 관재료에 맞는 제품을 사용하여야 한다.

(4) 플라스틱관

① 관

가. 유공 PVC 관은 KS M 3404에 적합한 제품을 사용하며, 모든 치수의 관에 대한 구멍은 10 ㎜라야 한다.

나. 무공 PVC 관은 KS M 3404에 적합한 제품을 사용하여야 한다.

② 시멘트는 PVC 관의 접합에 맞는 시멘트 접착재를 사용하여야 한다.

2.1.2 부대품

(1) 관접착제는 KS M 3409에 맞는 경질염화비닐관용 접착제를 사용하여야 한다.

(2) 이음덮개는 KS F 4902의 요건에 합치하는 아스팔트 지붕펠트 또는 0.25 ㎜ 두께의 폴리에틸렌을 사용하여야 한다.

(3) 여과섬유는 투수성의 배수용 부직포를 사용하여야 한다.

(4) 슬리브는 기초벽에 적합한 경질 PVC관을 사용하여야 한다.

2.1.3 뒤채움 재료

뒤채움 재료는 다음의 품질조건에 적합하여야 한다.

(1) 입상재료 (SB-1)

(2) 최대치수: 100 ㎜ 이하

(3) #4체 통과량: 25% ~ 100%

(4) #200체 통과량: 15%

(5) 소성지수(PI): 6 이하

(6) 시방 최초밀도의 수침 C.B.R: 10 이상

(7) 모래당량치: 15 이상

2.1.4 배수재료

(1) 배수 및 필터골재는 지중배수관의 아래, 둘레 및 위로 도랑 메우기와 기초 및 옹벽의 배면 메우기에는 투수성의 배수 및 필터골재를 시공하고 투수성 바닥은 깨끗하고 굵은 자갈이나 부순돌로 시공하여야 한다. 배수 및 필터골재의 입도는 원지반을 고려한 필터법칙을 충족하여야 한다.

(2) 아스팔트 처리한 투수성 기층은 감독자의 지시에 따라 시공하여야 한다.

(3) 투수성 배수재는 콘크리트 기초와 옹벽에 작용하는 수압을 제거할 수 있도록 설계된 공장제작의 플라스틱 혼성패널로서 표면에 배수코아와 수로를 형성한 단추형태나 튀어나온 혹을 만들고, 필터 부직포를 코아에 부착시켜 물의 흐름을 차단하면서 흙이 코아에 침입하는 것을 방지하는 역할을 하여야 한다. 배수재는 설치용 부대품을 갖추어야 한다.

(4) 불투수성 시트인 가용성 막재시트는 KS F 4911의 요건에 합치되는 PVC재료로 두께

가 0.25 ㎜ 이상이라야 한다.

① 접착재는 합성고무의 접착재를 PVC나 합성고무막재료에 데우지 않고 사용하는 것이라야 한다.

② 테이프는 압력에 민감한 네오피린 또는 비닐고무접착테이프로 막재시트의 겹대기와 이음에 사용하며 폭이 75 ㎜ 이상인 것이라야 한다.

2.1.5 여과재료

(1) 입상재료

① 입상재료는 투수성과 입도배합이 좋은 모래 또는 막자갈을 사용하여야 한다. 입상재의 입도배합은 원칙적으로 다음 조건을 만족하는 것이어야 한다.

가. 여과재료가 노상토에 의해 막히지 않기 위한 조건:

$$\frac{D_{15}(\text{여과재료})}{D_{85}(\text{노 상 토})} < 5$$

나. 여과재료가 노상토에 비해 충분한 투수성을 갖기 위한 조건

$$\frac{D_{15}(\text{여과재료})}{D_{15}(\text{노 상 토})} > 5$$

다. D85, D15는 입경가적곡선에서 통과백분율이 15%, 85%에 해당되는 입경을 말한다.

② 유공관의 주변재료

관부설 맹암거의 유공관 주변 여과재료 조건:

$$\frac{D_{85}(\text{여과재료})}{d} > 2$$

여기서, d는 유공관 배수구멍의 지름(㎜) 또는 이음 간격(㎜)

(2) 토목섬유

① 토목섬유는 충분한 투수성이 확보되고 흙 입자의 유실을 최대한 방지할 수 있도록 적정한 구멍 크기를 갖는 것이어야 한다.

② 여과재료로서의 토목섬유는 원칙적으로 다음 조건을 만족하는 것이어야 한다.

가. 여과재료가 노상토에 의해 막히지 않기 위한 조건:

$$\frac{\mathrm{D_{eos}}(\text{여과재료})}{\mathrm{D_{85}}(\text{노 상 토})} < 0.5 \sim 1.0$$ (보통 조건: 0.5, 불량한 조건: 1.0)

나. 여과재료가 노상토에 비해 충분한 투수성을 갖기 위한 조건:

$$\frac{Kg(\text{여과재료})}{K_s(\text{노 상 토})} > 10 \sim 100$$ (보통 조건: 10, 불량한 조건: 100)

다. D_{eos}는 토목섬유의 유효구멍크기(시료의 95% 통과입경으로 정함)이며, Ks와 Kg는 각각 노상토와 토목섬유의 수직투수계수(cm/sec)를 말한다.

③ 토목섬유(부직포)의 품질기준은 표 2.1-1과 같다.

표 2.1-1 배수용 토목섬유(부직포)의 품질기준

구분	단위	품질기준	시험방법	비고
재질	-	Polyester, Polypropylene	KS K 0210	
내후도	%	인장강도의 95% 이상	KS K 0706 (250 시간 노출)	
두께	㎜	1.8 이상	KS K ISO 5804	
인장강도	㎏f	45 이상	KS K 0520 (Grab법)	
신도	%	50 이상	KS K 0520 (Grab법)	
투수계수	cm/sec	α×10-1	KS F 2322	α:1～9의 값
봉합강도	㎏f	인장강도 이상	KS K ISO 13935-2	
중량	lb/m^3 (gf/m^3)	- 단섬유 0.66(300) 이상 - 장섬유 0.44(200) 이상	KS K 0514	
내약품성		-	KS M 3802	
시험빈도	/1회	20,000㎡ 마다		

(3) 기타재료

① 설계도서 또는 감독자의 지시가 있을 때에는 기타 여과재료를 사용할 수 있다.

2.1.6 유공관

(1) 지하배수에 사용하는 유공관은 KS M 3404 또는 KS F 4409에 소정의 간격으로 구멍이 뚫린 것으로 모래침입이 잘 안되고 관표면에 집수가 용이한 제품이거나 이와 동등 이상의 품질과 기능을 가진 제품이어야 한다.

(2) 고밀도 폴리에틸렌 유공관(PE, HDPE, THP관 등)의 품질기준은 표 2.1-2와 같다.

표 2.1-2 고밀도 폴리에틸렌 유공관의 품질기준

구분	단위	품질기준	관련시험규격
재질	-	고밀도 폴리에스틸렌 (HDPE)	-
규격	mm	D+5(내경)/100, 200, 300+5(내경)	-
밀도	kN/m^3 (gf/cm^3)	9.4 이상 (0.94 이상)	KS M ISO 1183-3
인장강도	MPa (kgf/cm^2)	25 이상 (250 이상)	KS M ISO 527-1
충격강도	J/cm^2 (kgf · cm/cm^2)	120 이상 (12 이상)	KS M ISO 180
Pipe Stiffness	kPa (kgf · cm/cm^2)	350 이상 (3.5 이상)	ASTM D 2412
구멍의 크기	mm	5 이하	-
허용변형량	mm	10 이하	-

2.1.7 다발관

(1) 다발관은 경질강화비닐(P.V.C.) 제품을 압축 성형한 것으로 품질기준과 시험방법은 표 2.1-3과 같다.

(2) 산, 알칼리에 대한 저항성 및 팽창에 대한 내구성이 양호한 것이어야 한다.

표 2.1-3 다발관의 품질기준

구분	단위	품질기준	관련시험규격
규격	mm	50 mm 이상	-
비중	-	1.3 이상	KS M ISO 1183-3
인장강도	MPa (kgf/cm^2)	40 이상 (400 이상)	KS M ISO 527-1
연신률	%	120 이상	KS M ISO 527-1
충격강도	J/cm^2 (kgf · cm/cm^2)	50 이상 (5 이상)	KS M ISO 180
내약품성	물	± 0.2 mg/cm^2 이하	KS M 3506
	염화나트륨 10 w/w% 수용액		
	황산 30 w/w% 수용액		
	산 40 w/w% 수용액		
	수산화나트륨 40 w/w%수용액		

2.1.8 돌망태

(1) 돌망태 배수공에 사용되는 철선의 형상 및 치수, 채움재용 돌의 크기는 KCS 11 80 15를 참조한다.

2.1.9 암거용 골재

(1) 규격은 발주 설계도면 또는 발주시방에 따른다.

(2) 골재는 깨끗하고, 강하고, 점토 등 이물질이 섞이지 않아야 한다.

2.1.10 기타재료

(1) 설계도서 또는 공사감독자의 지시가 있을 때에는 기타 여과재료를 사용할 수 있다.

3. 시공

3.1 시공기준

3.1.1 시공일반

(1) 설계도서와 동일한 경사 및 치수에 맞도록 관부설 터파기를 시행하여야 하며, 터파기 한 기초바닥은 다짐을 하여야 한다.

(2) 용출수량이 많은 곳에 시공하는 지하배수구에는 유공관을 배치하는데 이때, 구멍이 없는 유출구 부근의 마지막 3 m 부분을 제외하고는 구멍이 있는 부분이 아래로 가도록 부설한다. 관의 이음은 적당한 연결구나 띠를 사용하여 완전한 결합이음을 하여야 한다.
(3) 모든 관로의 상류측 단부는 흙의 유입을 방지할 수 있도록 마개로 막아야 한다.
(4) 쌓기 비탈면에 용수가 있을 때에는 암거설치 후 비탈면 보호시설을 하여야 한다.
(5) 비탈면 표면에 지하수위가 있는 경우에 표면에 분니 발생 또는 간극수압의 상승으로 지 지력이 감소되므로 지하배수구를 설치하며 지하배수구는 다공 콘크리트관, 부직포 등의 필터재가 부착된 유공관 등의 지하배수관과 두께 0.15 m의 배수층을 두어야 한다.
(6) 깎기면을 직접 노반으로 하는 암반의 경우는 배수층이 불필요하지만 비화 또는 팽윤이 발생하기 쉬운 연암 또는 취약암의 경우는 배수층을 검토하여야 하며 토목섬유를 이용하는 경우는 배수성 및 내구성 등을 충분히 고려하여야 한다.

3.1.2 관부설 맹암거

(1) 설계도서와 동일한 경사 및 치수에 맞도록 관부설 터파기를 시행하여야 하며, 터파기한 기초바닥은 다짐을 하여야 한다.
(2) 유공관은 구멍이 없는 유출구 부근의 마지막 3 m 부분을 제외하고는 구멍이 있는 부분이 아래로 가도록 부설한다. 관의 이음은 적당한 연결구나 띠를 사용하여 완전한 결합이음을 하여야 한다.
(3) 유공관은 종형(bell)의 단부가 상류측에 위치하도록 부설하여야 하며, 물이 유입해 들어갈 수 있도록 적당한 재료로 싸 주거나 규정된 대로 폐접합형으로 하여야 한다.
(4) 유공관 부설에 관한 검사를 받은 후 입상재료를 규정된 치수까지 되메우기를 하여야 한다. 이때에는 유공관이나 폐접합부의 덮개가 움직이지 않도록 주의하여야 한다.
(5) 종방향 맹암거는 유공관으로 하고, 암구간(리핑암, 발파암)에는 부직포를 설치하지 않는다.
(6) 맹암거의 배수를 집수정으로 받아 종배수관으로 처리할 때에는 집수정에 모인 물이 맹암거에 역류하지 않도록 집수정의 설치 위치에 주의하여야 한다.
(7) 흙쌓기 비탈면에 용수가 있을 때에는 맹암거 설치 후 비탈면 보호시설을 하여야 한다.
(8) 횡방향으로 설치하는 맹암거는 유공관을 두지 않는 것으로 하며, 도로 중심선과 60°의 각도로 설치하여야 한다.
(9) 편경사가 있는 도로의 맹암거는 포장층 내로의 우수 유입 방지를 위해 반드시 포장 시공 전에 완료하여야 한다.
(10) 깎기부에 용수가 있을 경우 종횡방향 맹암거는 설치 후 법면 유실 보호조치를 하여야 한다.

3.1.3 유출구

(1) 지하배수 유출구는 설계도서나 감독자가 지시한 길이와 폭으로 터파기하여야 한다. 관의 단부가 단단히 결합되도록 적당한 방법을 사용하여 도랑 속에 설치하여야 한다.

(2) 관부설에 대해 공사감독자로부터 검사를 받은 후에 승인된 재료를 사용, 되메우기를 하여야 한다.

3.1.4 혼성배수관 설치

(1) 혼성배수관은 도면에 명시된 대로 시공하여야 하며, 유공관은 필터골재로 감싸고, 혼성배수관은 명시된 대로 필터부직포로 씌워야 한다. PVC관에는 명시된 설치용 부대품을 포함해서 수직관과 배사변을 두어야 한다.

3.1.5 투수성 배수시트의 설치

(1) 미리 제작된 투수성 배수시트나 배수매트는 명시된 대로 지중콘크리트 벽면에 설치하고, 패널의 바깥쪽에 필터 부직포를 씌워야 한다.
(2) 패널의 겹대기는 물의 흐름 방향으로 겹치게 하여야 한다.
(3) 확대기초에서는 지중배수관과 접속되게 하여야 하며 접속방법은 공사감독자의 지시를 받아야 한다.

3.1.6 암거 시공

(1) 암거용 골재부설
  ① 유공관에 골재 부설 시 유공관이 움직이지 않도록 시공하여야 한다.
  ② 골재 부설 또는 상부 모래부설 시 유공관이 훼손되지 않도록 시공하여야 한다.
  ③ 골재 및 모래 부설 시 주위 토사가 섞이지 않도록 철저히 시공하여야 한다.
(2) 유공관 시공
  ① 유공관의 간선과 지선의 설치 시 모든 관의 단부는 흙의 유입을 방지할 수 있도록 마개로 막아야 한다.
  ② 유공관 싸기 토목섬유의 모든 연결부위에는 0.1 m 이상 겹치도록 하여야 하고 0.3 m 간격으로 끈으로 묶어야 한다.
  ③ 토목섬유 부설완료 후 가능한 빨리 상부처리를 하여야 하며 7일 이상 상부처리를 하지 않은 채 있는 토목섬유는 반출, 처리하여야 한다.
  ④ 유공관 설치경사는 최소 0.5% 이상이며 불가피한 경우를 제외하고 직선으로 부설하여야 한다.
  ⑤ 유공관 부설에 관한 검사를 받은 후 입상재료로 되메우기 하여야 한다. 이때, 유공관이나 폐접합부 덮개가 움직이지 않도록 주의하여야 한다.
(3) 암거시공일반
  ① 암거의 배수를 집수정으로 받아 수평배수공으로 처리할 때에는 집수정에 모인 물이 암거에 역류하지 않도록 집수정의 설치위치에 주의하여야 한다.
  ② 암거 설치는 정수지 상부 및 구조물 주위에 우수 및 지하수 배제를 위해 유공흄판을 매설하는 것으로 토공과 유공관, 자갈 및 매트의 부설 등 암거 설치에 필요한 모든 공종이 포함되며 현장여건상 부득이 변경하여야 할 경우에는 공사감독자의

승인을 받아야 한다.

③ 암거 도랑은 설계도서에 지시된 폭과 깊이대로 터파기를 하여야 한다.

④ 터파기된 도랑 속에 입상재료를 도면에 표시한 깊이까지 채워야 한다.

⑤ 신축줄눈은 암거 길이에 따라 10~20 m 간격으로 저판, 벽체 및 천정에 신축줄눈을 설치하되 차수기능을 갖추어야 하며, KS M 3850에서 정하는 재료를 사용하여야 하며 시험빈도는 반입 시 마다 1회 이상 실시하여야 한다.

⑥ 뒤채움은 소요밀도를 얻을 때까지 다져야 하며 뒤채움과 접하는 후면 비탈면의 느슨한 부분을 뒤채움 시공 전에 제거하여 뒤채움 재료와 혼합되는 것을 방지 하여야 한다.

⑦ 암거의 거푸집에 폼오일(박리제)을 도포하여 탈형 시 콘크리트 표면에 요철 및 자국이 발생치 않도록 하여야 한다.

3.1.7 지하배수구 시공

(1) 지하배수구는 설계도서나 공사감독자가 지시한 길이와 폭으로 터파기 하여야 하며, 관의 단부가 단단히 결합되도록 적당한 방법을 사용하여 도랑 속에 설치하여야 한다.

(2) 관부설에 대해 공사감독자로부터 검사를 받은 후에 승인된 재료를 사용하여 되메우기를 하여야 한다.

(3) 지하배수공용 유공관 시공에 대한 일반사항은 이 기준의 3.1.6(2)를 참조한다.

3.1.8 지중배수관 시공

(1) 지중배수관의 도랑은 도면에 명시된 대로 파내어야 하며 명시된 것이 없을 때는 도랑은 관의 바깥지름에 300 ㎜를 더한 폭으로 하고, 관의 안바닥면 아래로 50 ㎜ 이상 깊이로 파내어야 한다.

(2) 불투수성 막재시트는 다져진 바닥면 위에 깔고, 겹대기는 폭 100 ㎜ 이상, 길이 150 ㎜ 이상으로 하며, 모든 겹대기에는 접착재와 테이프로 연속해서 밀봉하여야 한다. 잇는 작업 중 일어난 파단과 파열은 보수하여야 한다.

(3) 관은 명시된 측선과 기면에 맞추어 부설하고, 관이 벨과 스피고트형이면 벨부분을 도랑에 패인 고랑에 맞추고, 흐름의 상류측에 두어야 한다.

(4) 관의 바닥면 아래에 있는 공간은 도면에 명시된 대로 배수용 골재를 한층으로 깔아서 채워야 한다. 유공관은 배수공이 아래로 향하도록 설치하고, 관끝은 접속재를 써서 연결하여야 한다. 이음부에는 관제작자가 공급한 슬리브 커플링을 설치하거나 공사감독자가 승인하는 다른 방법으로 할 수 있다. 관맞추기에는 적합한 장비를 사용하여야 한다.

(5) 돌조각, 벽돌, 깨진 콘크리트나 아스팔트를 관의 중간을 고이는데 사용해서는 안되며, 관에 접촉하고 있는 큰 돌이나 크고 단단한 물건은 제거하여야 한다.

(6) 지하배수관을 위해 파낸 도랑은 명시된 대로 배수 또는 필터골재로 채우고 다져서 간극을 메우고, 침하를 방지하여야 하며 배수관이 손상되지 않도록 다져야 한다.

3.1.9 기초배수시설 시공

(1) 관은 시공상세도면에 명시된 경사에 맞추어 배관하여야 하며, 변동은 3 m 연장에 3 ㎜ 이내라야 한다.

(2) 관은 느슨하게 끝을 맞대고 이음에 중심을 두고, 관둘레에 300 ㎜ 너비로 이음덮개를 대어야 한다.

(3) 여과섬유는 되메우기 작업 전에 수평하게 고른 여과골재 위에 덮어야 한다.

(4) 골재는 100 ㎜ 두께의 층으로 채우면서 다져야 한다.

(5) 다짐은 KCS 11 20 15 및 KCS 11 20 25에 따라야 하며, 다질 때 관에 변위가 있거나 손상되게 해서는 안 된다.

(6) 유공관 끝에는 무공관을 연결해서 배출구에 접속하여야 한다.

3.1.10 수평배수공

(1) 수평배수공은 지하배수구 등에 의한 지하수위 저하를 기대할 수 없는 경우나 비교적 지하수위가 높은 지반에서 지하수를 배제할 목적으로 적용한다.

(2) 수평배수공 설치위치 결정을 위한 현장조사는 여름철 우기 시 또는 강우직후에 실시하여 용수발생 위치를 정확하게 파악하여 용수가 발생되는 지점에 공사감독자와 협의하여 내경 50 ㎜ 이상의 유공관이나 다발관 등을 설치하고, 용수유무의 변화 추이를 관찰한다.

(3) 깎기비탈면 시공 중 용수유무와 용수량에 따라 현장감리 및 공사감독자가 수평배수공의 수량을 증감할 수 있다.

(4) 수평배수공은 일반적으로 안정성에 문제가 없거나 지하수의 문제가 발생되지 않는 비탈면에서는 적용성이 떨어지고 산사태나 붕괴 등과 같은 지반활동이 수반되는 지역에서 적용하는 것이 효과가 크다.

(5) 수평배수공의 시공길이는 용수만이 문제시 되는 경우에는 2 ~ 5 m 이내로 짧게 설치하고, 붕괴가 예상되는 구간에는 비탈면 상부 인장균열부나 예상 활동면을 가로질러 5 ~ 10 m 정도 더 깊게 설치한다.

(6) 수평배수공 설치는 용수가 유출되는 지역에 일정한 간격으로 설치하는 것이 일반적이나 경우에 따라서는 용수가 유출되는 몇 개의 지점에 방사형으로 설치하는 것이 효과적일 수도 있다.

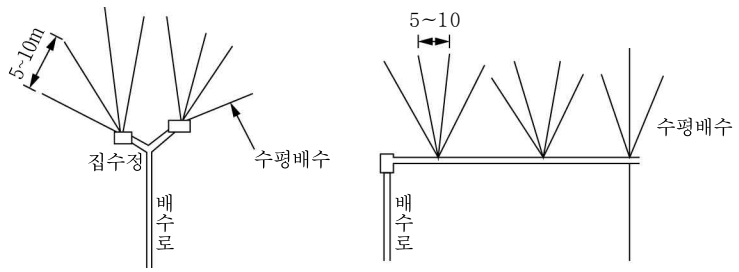


그림 3.1-1 수평배수공의 배치

(7) 현장으로 운반된 배수공은 부직포로 1겹 감아서 직사광선을 피하고, 이물질이 다발관 및 유공관 내부에 들어가지 않는 장소에 보관한다.
(8) 유공관이나 다발관의 결속은 부직포를 두 바퀴 이상 감아 철선 또는 비닐끈으로 결속하여 유공관이나 다발관의 손상 및 이물질의 유입을 방지하여야 한다.
(9) 유공관이나 다발관의 설치는 다발관이 손상되지 않도록 천공 구멍 입구부터 조심하여 삽입한다.
(10) 설치 완료된 공에 대하여 유공관이나 다발관의 움직임 방지 및 보호를 위하여 홀 입구에 0.5 m 이상의 PVC를 삽입하고 지반의 천공경과 PVC 사이에는 누수를 최소화 한다.
(11) 사용하는 재료와 구조는 내부식성이 있거나 부식이 발생하지 않고 막힘이 없는 구조를 사용한다.
(12) 암반내 발달된 불연속면을 따라 다량의 용수가 발생되는 구간은 불연속면을 따라 용수되는 지점의 각도를 반영하여 천공하는 것이 효과적인 배수가 될 수 있다.
(13) 천공은 공기를 사용하는 회전충격식 장비의 사용을 원칙으로 하며, 현장요건에 가장 적합한 장비를 선택한다.
(14) 수평배수공의 설치각도는 시공성을 감안하여 5 ~ 100 정도로 시공하나 뚜렷한 용수 유출 각도가 파악되는 경우에는 용수각도에 맞추어 시공한다.
(15) 배수공의 천공길이는 배수관의 길이보다 0.1 m 깊게 천공하여 시공한다.
(16) 천공지름은 수평배수공의 지름보다 10 ㎜ 이상 커야 한다.
(17) 수평배수공의 표면 노출이 일정하지 않아 표면보호공에 의해 막힘이 발생할 수 있으므로 수평배수공의 표면 노출길이를 취부면으로부터 5 ㎝ 이상 확보한다.
(18) 표면보호공을 시공하기 전에 노출된 배수공에 보호 덮개를 설치하고, 표면보호공 시공 후에 덮개를 제거한다.
(19) 시공완료 후에는 배수관 내부로 동물이 들어가지 않도록 투수성이 있는 덮개를 설치한다.
(20) 용수가 많아 표면보호공의 유실이나 세굴 등이 예상되는 비탈면은 유실을 방지하기 위해 하부 또는 소단 배수시설로 유도하는 시설을 설치하거나 비탈표면에 돌망태나 돌붙임 등과 같이 표면을 보호할 수 있는 시설을 설치하여야 한다.
(21) 동절기에도 용수가 심한 구간은 PVC연결관 등의 동파를 방지하기 위한 보호 대책을 수립하여야 한다.
(22) 본 기준에서 규정하지 않은 수평배수공 시공 관련사항은 다른 관련 기준을 참고할 수 있다.

3.1.11 수직배수공(집수정) 시공

(1) 집수정 설치 시 배수관의 유입구, 유출구는 도면에 표시된 계획고에 맞추어 정확한 경사가 유지되도록 하여야 한다.
(2) 집수받이는 위치, 구조, 치수 및 배수구와의 연결부로 도면에 적합한지 확인 후 설치하여야 한다.

(3) 뚜껑 및 받침틀이 설계단면에 따라 요동하지 않도록 견고히 설치하여야 한다.
(4) 수급인은 시공 시 스틸그레이팅(steel grating)의 좌·우수 평면도, 받침틀의 계목부와 그레이팅 계목부의 일치, 계목부의 단차, 종단경사 및 노면과의 평탄성이 유지되도록 설치하고 시공불량으로 스틸그레이팅의 소음발생 또는 받침틀의 콘크리트가 파손되는 일이 없도록 하여야 한다.
(5) 도난방지를 위해 집수정과 스틸그레이팅에 연결고리를 설치하여야 한다.
(6) 뚜껑재료로 사용할 스틸그레이팅은 KS D 0201에 의거 시험을 실시하여야 한다.
(7) 집수정은 집수가 용이하도록 가능한 한 지형이 오목한 부분을 선정하여 설치하여야 한다.
(8) 비탈면에서 소단배수구와 종배수구가 교차하는 지점에 설치하는 집수정은 밀폐식 뚜껑을 사용하거나 집수정의 높이를 높게 시공하여 종배수구에서 급경사로 흐르는 물이 넘치거나 비산하지 않도록 하여야 한다.

3.1.12 돌망태 시공

(1) 전석 등의 돌이 굴러 내려올 가능성이 있는 지점에서는 철선이 절단될 우려가 있으므로 사용여부에 신중을 기하여야 한다.
(2) 돌망태는 시공 후 표면철망이 뜨지 않을 정도로 채워야 한다.
(3) 채움재는 돌망태의 단면이 일정하도록 크고 작은 돌로 적당히 분포시켜 공극을 최소로 줄여 시공하여야 한다.
(4) 곡선부 시공으로 부득이 간격이 발생될 경우에 돌망태 간격이 최소화되도록 길이가 작은 것으로 상·하간의 곡선길이 차이만큼 추가 시공하도록 하고 틈이 50 ㎜ 이상 되는 구간은 돌망태용 채움재로 채워야 한다.
(5) 돌망태 시공에 대한 일반사항은 KCS 11 80 15을 참조한다.

3.2 현장 품질관리

(1) 수급인은 시공상태 검측확인서에 따라 사전에 시공 상태를 검측, 확인하고 현장대리인의 서명날인 제출 후 검측확인서를 제출하여야 하며, 공사감독자의 입회하에 시공상태가 적합한지를 검사 후 승인을 받아야 한다.
(2) 수급인은 검사 시 시공 상태가 적합하지 않을 경우 공사감독자의 지시에 따라 재시공 등의 조치를 하여야 한다.
(3) 수급인은 지하배수관 설치 및 골재포설 완료 후 깨끗이 정리하고 여분의 자재, 유공관 토막, 부직포 잔유물 및 기타 이물질 등은 수급인 책임 하에 외부 반출처리하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
강신오	DM엔지니어링	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소
조경식	DM엔지니어링		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 40 20 : 2016

지하배수

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
Tel : 02-3490-1000 E-mail : off@kroad.or.kr
http://www.kroad.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 40 25 : 2016

노면배수

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서를 중심으로 각 기준의 노면배수에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
KCS 11 40 25 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 40 25 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국도로협회　　작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출물 ····· 1
2. 자재 ····· 2
2.1 측구 재료 ····· 2
2.1.1 현장타설 콘크리트 측구 ····· 2
2.1.2 공장제품 콘크리트 측구 ····· 2
2.2 다이크 및 집수거 재료 ····· 2
2.2.1 골재 ····· 2
2.2.2 시멘트 ····· 2
2.2.3 배합기준 ····· 2
2.2.4 줄눈재 ····· 2
2.2.5 거푸집 ····· 2
2.3 우수받이 및 집수정 재료 ····· 2
2.3.1 스틸그레이팅 ····· 2
2.3.2 콘크리트 및 철근 ····· 3
2.3.3 현장반입자재 ····· 3
2.4 연석 재료 ····· 4
2.4.1 프리캐스트 콘크리트 연석 ····· 4
2.4.2 현장치기 콘크리트 연석 ····· 4
2.4.3 아스팔트 콘크리트 연석 ····· 4
2.4.4 돌연석 ····· 5
2.5 맨홀 및 뚜껑설치 재료 ····· 5

2.5.1 맨홀뚜껑 및 사다리 ····· 5
3. 시공 ····· 6
3.1 시공기준 ····· 6
3.1.1 측구 ····· 6
3.1.2 다이크 및 집수거 ····· 9
3.1.3 우수받이 및 집수정 설치 ····· 10
3.1.4 연석 ····· 11
3.1.5 맨홀 및 뚜껑 설치 ····· 14

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 측구용 콘크리트 소구조물인 L형 측구, U형 측구, V형 측구, 집수거 등 도로와 관련한 측구용 콘크리트 소구조물 공사와 쌓기부 다이크 및 다이크를 통하여 흐르는 물을 모아 흙쌓기부 종배수구(도수로)를 통하여 노선 밖으로 배출하는 집수거를 설치하는 공사, 현장타설 콘크리트의 우수받이 및 집수정 구체와 뚜껑을 설치하는 공사, 아스팔트 콘크리트 연석, 프리캐스트 콘크리트 연석, 현장치기 콘크리트 연석 및 돌연석 공사 및 현장치기 콘크리트의 맨홀 구체 및 뚜껑을 설치하는 공사에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 20 15 터파기
- KCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- KCS 11 40 20 지하배수
- KCS 14 20 00 콘크리트공사
- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KCS 14 20 11 철근공사
- KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항
- KCS 44 50 05 동방방지층, 보조기층 및 기층공사
- KCS 44 50 10 아스팔트콘크리트 포장공사
- KCS 44 50 15 시멘트 콘크리트 포장공사
- KS D 0201 용융 아연 도금 시험방법
- KS D 3706 스테인리스 강봉
- KS D 6021 상하수도, 전기, 통신용 맨홀 뚜껑 및 틀
- KS F 4005 콘크리트 및 철근 콘크리트 L형
- KS F 4006 콘크리트 경계 블럭
- KS F 4010 철근 콘크리트 플룸 및 벤치플룸
- KS F 4016 철근 콘크리트 U형

1.3 제출물

(1) 자료제출 요건 및 절차는 KCS 10 10 10의 해당 요건에 따라야 한다.

(2) 맨홀 및 뚜껑 설치공사 시에는 시공규모, 위치, 시공상세도 등 현지여건을 조사한 서류를 추가로 제출하여야 한다.

2. 자재

2.1 측구 재료

2.1.1 현장타설 콘크리트 측구

(1) 현장 콘크리트 타설에 사용되는 재료는 KCS 14 20 10에 따른다.

2.1.2 공장제품 콘크리트 측구

(1) 공장제품 콘크리트 측구는 KS F 4005, KS F 4010, KS F 4016의 규격에 합격한 것을 사용하여야 한다.

(2) 설계도서에 표기된 공장제품은 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

2.2 다이크 및 집수거 재료

2.2.1 골재

(1) KCS 14 20 10에 따른다.

2.2.2 시멘트

(1) KCS 14 20 10에 따른다.

2.2.3 배합기준

(1) KCS 14 20 10에 따른다.

2.2.4 줄눈재

(1) 줄눈재는 해당 규정에 부합하는 것을 사용해야 한다.

2.2.5 거푸집

(1) 기계타설장비에 부착된 승인된 강재거푸집을 원칙으로 하며, 예리한 곡선부나 지극히 짧은 구간은 감독자의 승인을 얻어 목재거푸집 등을 사용할 수 있다.

2.3 우수받이 및 집수정 재료

2.3.1 스틸그레이팅

(1) 철강제품에 아연도금을 한 것으로서 표 2.3-1의 기준에 적합한 제품이라야 한다.

표 2.3-1 스틸 그레이팅 재료 기준

항 목	시험규격	시험방법	기 준
아연 부착량	KS D 0201	4.1(직접법), 4.2(염화안티몬법)	550 g/㎡ 이상
황산동	KS D 0201	5.0(황산구리시험)	종말점에 달하지 않아야 함
밀착성	KS D 0201	6.1(육안), 6.5(해머시험)	균열, 박리, 부풀음 등 이상이 없을 것

(2) L형측구 및 중분대 집수정에 설치하는 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑의 형상 및 치수는 명기된 도면에 따르며, 베어링 바(bearing bar)의 간격은 50 ㎜ 이내야 한다.

(3) L형 측구 및 중분대 집수정용 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑은 표 2.3-2와 같이 T-20(충격하중을 고려한 후륜일축하중 112 kN)조건을 만족할 수 있는 제품이어야 한다.

표 2.3-2 스틸그레이팅의 종별 기준

종별	총중량(t)	후륜일축하중 (kN)	충격을 고려한 하중(kN)	차량접지면적 A ㎜ × B ㎜
T = 20	20	80	112	200 × 500
T = 14	14	56	78.4	200 × 500
T = 6	6	24	33.6	200 × 240
T = 2	2	8	11.2	200 × 160

(4) U형 측구(TYPE-1)용 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑은 명기된 설계도서에 따르며, 베어링 바(bearing bar)의 간격은 50 ㎜ 이내로 하여야 한다.

(5) U형 측구용 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑은 134 N/판 이상이어야 한다.

(6) 보도, 횡단보도, 자전거 도로 등에 설치되는 스틸그레이팅은 자전거와 보행자의 안전사고를 방지하기 위하여 스틸그레이팅의 빗살부분의 간격은 20 ㎜ 이내로 하고 필요시 철망을 덮거나 격자형 제품을 사용 할 수 있다.

2.3.2 콘크리트 및 철근

(1) 콘크리트 및 철근은 KCS 14 20 10과 KCS 14 20 11의 해당요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3.3 현장반입자재

제조업자는 현장반입자재에 대하여 공사감독자의 입회하에 다음과 같이 시험을 실시하고 시험성과를 제출하여야 한다.

(1) 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑 및 틀은 해로운 흠이 없고 명기된 도면에 따라 모양, 치수가 정확하고, 겉모양이 좋아야 하며, 품질시험대행기관 시험성적서와 합치여

부를 현장반입 제품에 대하여 시험하여야 한다.

(2) 용융아연도금 시험방법은 KS D 0201에 따라 시행한다.

2.4 연석 재료

2.4.1 프리캐스트 콘크리트 연석

(1) 설계도서에 표시된 길이, 형상 및 규격에 일치되도록 하여 포틀랜드 시멘트 콘크리트로 제작된 것이어야 한다.

(2) 공장제작 프리캐스트 콘크리트 연석의 품질기준은 표 2.4-1과 같다.

표 2.4-1 프리캐스트 콘크리트 연석의 품질기준

구분	L=600 ㎜	L=1,000 ㎜	비고
파괴하중(kgf)	1,600 이상	1,000 이상	
흡수율(%)	5% 이내		
시험 방법	KS F 4006		

(3) 재료는 모두 KCS 44 50 15에 따른다.

(4) 프리캐스트 콘크리트 연석의 기초재는 바닥고르기용 콘크리트를 사용한다.

(5) 이음 모르타르는 1 : 2, 바닥 모르타르는 1 : 3으로 용적배합(시멘트 : 잔골재)된 시멘트 모르타르를 사용한다.

2.4.2 현장치기 콘크리트 연석

(1) 재료는 모두 KCS 44 50 15에 따른다.

(2) 잔골재의 입도범위는 KCS 14 20 10에 따른다.

(3) 굵은골재의 입도범위는 KCS 14 20 10에 따른다.

(4) 배합의 기준은 다음과 같다.

① 설계 휨 강도 f28 = 3 MPa(35 ㎏f/㎠)

② 칠 때의 콘크리트 슬럼프 50 ㎜ 이하

③ 골재의 최대치수 25 ㎜(기계 시공할 때 19 ㎜)

④ 굳지 않은 콘크리트 공기량 4.5% ±1%

(5) 줄눈재는 해당 규정에 부합하는 것을 사용해야 한다.

(6) 거푸집은 승인된 강재거푸집을 원칙으로 하며, 예리한 곡선부나 지극히 짧은 구간은 공사감독자의 승인을 얻어 목재 등을 사용할 수 있다.

2.4.3 아스팔트 콘크리트 연석

(1) 아스팔트 연석에 사용하는 골재는 KCS 14 20 10에 규정하는 재료로서 표 2.4-2의 입도 범위를 표준으로 한다.

표 2.4-2 재료의 입도범위

체규격	4.75 ㎜	2.36 ㎜	600 ㎛	300 ㎛	150 ㎛	75 ㎛
통과중량 백분율(%)	70 ~ 100	55 ~ 100	30 ~ 70	20 ~ 55	7 ~ 35	4 ~ 20

(2) 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물 및 택코트에 사용하는 역청재료는 KCS 44 50 10 아스팔트콘크리트 포장공사에 따른다.

(3) 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물

① 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물은 KCS 44 50 05에 따른다.

② 아스팔트 콘크리트 연석 혼합물의 배합표준은 표 2.4-3과 같으나 필요에 따라 감독자의 지시에 따라 변경할 수 있다.

표 2.4-3 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물 배합기준

종류	골재	석분	아스팔트
배합율(%)	93	7	8

2.4.4 돌연석

(1) 돌연석으로 사용한 석재는 공인된 석회석, 사암, 화강암 재질로서 계약에 규정된 재료이거나 만일 규정되어 있지 않으면 3가지 종류 중 한 종류만 공사에 사용하여야 한다.

(2) 직선부 돌연석은 돌연석의 표면에 드릴구멍이 없어야 하며, 윗면은 6 ㎜ 이상의 요철이 없는 표면이어야 한다. 앞면은 계약에 규정된 실제 평면을 유지하여야 하고, 뒷면은 수평으로 25 ㎜ 연직으로 75 ㎜ 이상의 요철이 있어서도 안 되며, 밑면은 위에 기술한 표면의 요철보다 25 ㎜ 이상의 요철이 없어야 한다. 앞뒤의 모서리 선은 선형이 유지되도록 곧고 설계에 맞도록 되어야 한다. 돌연석의 옆면은 평평한 직사각형이어야 하며, 인접된 돌연석과 돌연석 사이 공간은 앞면과 윗면 줄눈부에 있어서 13.1 ㎜ 이상을 초과할 수 없다. 마지막 부분에 설치되는 돌연석은 끝단으로부터 100 ㎜ 이상 파쇄되지 않도록 하거나 별도 길이의 형상이어야 한다.

(3) 곡선부 돌연석은 다음 사항을 제외하고는 상기 직선부 형상의 조건과 같다. 곡선부 돌연석의 처리 허용 요철량은 뒷면이 13 ㎜이고, 다른 노출면이 25 ㎜이며, 노출되지 않은 면에 있어서는 75 ㎜ 이하이어야 한다.

(4) 인접된 돌연석 사이 공간은 앞면과 윗면 줄눈부에 있어서 20 ㎜ 이상을 초과할 수 없다.

2.5 맨홀 및 뚜껑설치 재료

2.5.1 맨홀뚜껑 및 사다리

(1) 회주철 뚜껑은 KS D 6021의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 하며, 뚜껑의 중량, 치수 및 겉모양은 명기된 도면과 같다.
(2) 칼라 맨홀 뚜껑의 시험은 품질검사전문기관에서 제조업자의 제품자료에 따라서 실시하여야 한다.
(3) 스테인리스 강봉은 KS D 3706의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

3. 시공

3.1 시공기준

3.1.1 측구

(1) 터파기
① 터파기는 KCS 11 20 15에 따른다.
② 배수 구조물의 터파기 장소가 노상 또는 비탈면인 경우에는 요구되는 터파기 최소 단면으로 하며, 이미 완성된 부분이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.
③ 배수구조물의 터파기는 기계 터파기 및 인력 터파기를 할 수 있으며, 터파기는 소정의 깊이 및 경사에 맞게 시공하여야 한다.
(2) 기초
① 기초용 재료는 직경 100 ㎜ ~ 150 ㎜ 정도의 자연석 또는 쇄석으로 편장석이나 연약한 돌을 함유하지 않아야 한다.
② 기초용 모래는 강모래, 바다모래 또는 부순 모래로서 점토, 실트 및 기타 유해물을 함유하지 않은 것으로서 10 ㎜ 체를 전부 통과하고 0.08 ㎜(No.200)체 통과량이 10% 이하이어야 한다.
③ 기초재를 부설할 때에는 잡석채움 등으로 간극을 메우고 소형로울러 또는 램머 등으로 규정대로 다짐을 한 후 설계두께로 마무리 하여야 한다.
④ 측구하부에 지하배수공을 설치할 경우에는 KCS 11 40 20에 따른다.
(3) 거푸집은 KCS 21 50 05에 따른다.
(4) 콘크리트 타설
① KCS 14 20 10에 따르며, 특히 콘크리트는 재료분리가 일어나지 않도록 주의하여야 하며, 구조물이 일체가 되도록 시공하여야 한다.
② 배수시설의 기초바닥은 설계와 동일한 경사를 이루도록 하여야 한다.
③ 거푸집 내의 콘크리트는 진동기를 사용하여 콘크리트 내에 공극이 발생하지 않도록 하여야 하며, 표면에 레이턴스가 발생하거나 재료분리가 생길 정도로 오랜 시간 한 곳을 진동다짐을 하여서는 안 된다.
④ 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 나타낼 수 있도록 콘크리트를 타설하여야 한다.
⑤ 집수거 및 맨홀의 몸체에서 뚜껑이 놓이는 부분은 요철이 없도록 평활하게 다듬어

야 하며, 배수관의 접합부에는 별도의 규정이 없는 한 용적 배합비가 1 : 2인 시멘트 모르타르로 수밀하게 밀봉하여야 한다.

⑥ 설계도서 및 공사감독자의 지시가 있어 바닥과 벽을 분리 시공할 때에는 접속부에 다웰(dowel) 역할을 할 수 있도록 16 ㎜ 이상의 철근을 적정 길이로 300 ㎜ 간격으로 설치하여야 한다.

⑦ 유입구, 맨홀, 단부벽에 사용되는 관은 맨홀 내부로 튀어나오지 않도록 하여야 한다.

(5) 콘크리트 양생 : 콘크리트 치기 후 손상이 가지 않도록 노출면은 양생용 부직포나 가마니 등을 적셔서 덮거나 살수하여 5일 이상 습윤상태로 보호하여야 하며, 14일 이상은 양생 관리하여야 한다. 단, 콘크리트 강도시험 결과 소요강도가 입증될 때에는 양생기간을 단축할 수도 있다.

(6) 되메우기 및 뒤채움은 KCS 11 20 25에 따른다.

(7) L형 측구 시공

① L형 측구 기초부는 본선의 다짐과 동일한 다짐을 실시하여 시공 후 침하에 의한 균열이나 파괴가 일어나지 않도록 하여야 한다.

② 설계도서에 명기된 설치위치, 경사 등을 확인한 후에 시공을 하여야 한다.

③ 집수면적에 대한 유량을 확인하여 종배수구(도수로)의 위치를 정하고, 특히 편경사 구간은 물이 차량이 주행하는 노면방향으로 흐르지 않도록 하여야 한다.

④ 인력시공을 할 때에는 거푸집의 치수, 이음 및 견고한 상태 등을 확인하고, 특히 도로의 곡선부는 도로의 선형에 맞게 시공하여야 한다.

⑤ 콘크리트를 타설할 때에는 수분의 손실을 막기 위하여 기초바닥에 표면이 마르지 않을 정도의 살수를 하거나 비닐을 깔아야 한다.

⑥ 분리막으로 비닐깔기를 할 경우 세로방향 100 ㎜ 이상, 가로방향 300 ㎜ 이상 겹치게 하고, 움직이지 않게 고정하여야 한다.

⑦ 인력에 의한 콘크리트 타설작업은 팽창줄눈을 먼저 설치하고 1스판(span)씩 건너띄어서 콘크리트를 타설하여야 한다.

⑧ 팽창줄눈에는 지수판을 설치하고, 줄눈의 간격은 20 m 이내로 하며, 팽창줄눈부의 전면에 대하여 밀폐 채움을 하여야 하고, 수축줄눈의 간격은 6 m, 폭은 6 ㎜, 깊이는 50 ㎜로 한다.

⑨ 기초부와 벽체부의 팽창줄눈 위치는 일치하도록 하여야 한다.

⑩ L형 측구에 집수된 빗물은 땅깎기·흙쌓기 경계부 배수시설, 집수정, 종·횡 배수관 등을 통하여 배수되도록 하여야 한다.

⑪ 기계 시공

가. L형 측구의 선형 및 경사는 매우 중요하므로 높이 측정 안내선(sensor line)의 장력은 250 N 이상을 유지하도록 견고하게 고정시키며 설계된 경사에 적합하도록 설치하여야 한다.

나. L형 측구의 거푸집 형상과 지반상태 및 높이 측정 안내선 등은 공사감독자의 검측을 받은 후 시공하여야 한다.

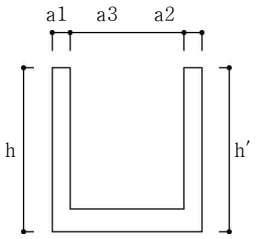
다. 피막양생제는 표면에 물기가 사라진 직후 분무기로 고르게 살포하여야 한다.
라. 작업 중단 또는 일일포설 종료 지점에는 시공줄눈을 설치하여야 한다.
마. L형 측구 시점부는 흙쌓기 다이크를 따라 집수된 빗물이 L형 측구로 유입되지 않도록 배수계획을 세우고 시공하여야 한다.
바. 수축줄눈의 간격은 6 m, 폭은 6 ㎜, 깊이는 50 ㎜로 한다.
사. 수축줄눈은 주행방향의 직각방향 및 수직방향으로 자르고, 이물질을 깨끗이 청소한 후 건조하여야 한다.
아. 팽창줄눈은 설계도서에 명기된 간격으로 설치하여야 한다.
자. 줄눈부의 주입재는 홈 내면에 프라이머를 바른 다음 주입재에 기포가 생기지 않도록 잘 혼합하여 주입하여야 한다.

(8) V형 측구 시공
① 기초바닥을 평활하게 하여 설계도서와 동일한 경사로 낮은 쪽에서부터 시공하여야 한다.
② 설계도서에 명기된 선형으로 시공하여야 한다.
③ 설계도서 및 공사감독자의 지시가 있어 바닥과 벽을 분리 시공할 때에는 접속부에 다웰(dowel) 역할을 할 수 있는 철근을 일정한 간격으로 설치하여야 한다.
④ 현장에 설치된 측구시설에 의하여 공유지와 사유지의 토지경계를 구분하게 되므로 도로의 절점이나 곡선부분은 인조점 등을 확인한 후 시공하여야 한다.
⑤ 측구의 콘크리트 타설은 줄눈을 먼저 설치하고, 한 구간씩 건너 띄어서 콘크리트를 타설하여야 한다.
⑥ 측구 완성 후 되메우기를 할 때에는 표면수의 침투로 인하여 측구가 침하하지 않도록 다짐을 철저히 하여야 한다.
⑦ 주위 지형지반보다 낮게 시공하여 표면수가 측구로 유입 배수되도록 시공해야 한다.

(9) U형 측구 시공
① 기초바닥을 평활하게 하여 설계도서와 동일한 경사로 낮은 쪽에서부터 시공하여야 한다.
② 설계도서에 명기된 선형과 주변 배수계획을 확인한 후 시공하여야 한다.
③ 집수정을 설치할 때에는 배수관의 유입구와 유출구 및 연결접속부 등을 설계도서에 표기된 계획고에 맞추어 정확한 경사가 유지되도록 하여야 한다.
④ 집수받이를 설치할 때에는 설치위치·구조·치수가 적정하며, 측구 및 관로와의 연결 접속부 등이 설계도서에 적합한지 여부를 확인하여 설치하여야 한다.

(10) 콘크리트 측구는 표 3.1-1의 기준에 따라 규격을 관리하여야 한다.

표 3.1-1 콘크리트 측구 규격관리 기준

항목	규격치 (㎜)	측정 기준	비고
기준고	± 30	• 시공연장 40 m 이상인 경우: 40 m마다 1군데 • 시공연장 40 m 미만인 경우: 2군데	
폭 a3	- 50		
높이 h, h′	- 30		
연장 L	- 20		

3.1.2 다이크 및 집수거

(1) 흙쌓기부 다이크

① 시공은 도로 선형, 미관 등을 고려하여 기계타설을 원칙으로 한다.

② 타설장비의 트랙(track)이 지나가는 자리는 요철이 없도록 본선과 같은 수준으로 다짐을 철저히 하여 다이크 시공 후 침하에 의한 균열이나 파괴가 일어나지 않도록 한다.

③ 다이크의 설치높이 및 선형의 정확성을 확보하기 위하여 높이측정 안내선 설치 전에 설계도서에 명기된 길어깨 포장의 두께 및 편경사를 고려한 시공상세도를 작성하고 이를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

④ 높이측정 안내선을 설치할 때 처짐이 발생하지 않고 견고히 위치를 확보하도록 직선부는 10 m, 곡선부 5 m마다 강재 스틱(stick)을 설치하고, 장력은 250 N 이상으로 유지하도록 견고하게 고정시키며, 설치 후 설계도서에 명기된 설치위치, 선형 등의 확인 측량을 실시한다.

⑤ 짧은 구간이나 불가피하게 인력으로 시공하는 부위는 선형, 거푸집 치수, 이음, 고정상태 등에 대하여 콘크리트 타설 전 공사감독자의 확인을 받고 타설하여야 하며, 특히 곡선부는 본선 선형에 맞게 시공하여야 한다.

⑥ 피막양생제는 표면에 물기가 사라진 직후 분무기로 고르게 살포하여야 한다.

⑦ 작업 중단 또는 일일포설 종료지점에는 시공줄눈을 설치하여야 한다.

⑧ 초기경화가 완료되면 수축균열 방지를 위하여 간격 6 m, 폭 6 ㎜, 깊이 50 ㎜로 수축 줄눈을 설치하며, 수축줄눈은 콘크리트포장의 줄눈과 일치하도록 하여야 한다.

⑨ 양생 완료 후, 길어깨 포장을 시공하기 전에 다이크 후면 되메우기를 시행하여야 한다.

⑩ 마무리면의 평탄성 검사: 마무리면은 길이 3 m 의 직선자를 사용하여 측정할 때 최대로 들어간 곳(凹)의 깊이가 3 ㎜ 이하이어야 한다.

⑪ 길어깨를 포장할 때 아스팔트 유제가 다이크 노출면에 묻지 않도록 다이크 전면에 마스킹테이프나 비닐 등으로 사전 조치하여야 하며, 다짐장비에 의한 다이크 파손에 주의하여야 한다.

⑫ 염화물에 대한 노출이 많은 경우에는 내구성을 향상할 수 있도록 배합 및 강도를 결정하여야 한다.

(2) 집수거(L-Type, T-Type)

① 집수거는 L-Type 및 T-Type의 2종으로 구분하며, 일반 흙쌓기부 구간은 L-Type으로, 종단곡선 중 오목구간의 제일 낮은 지점(양방향에서 물이 모이는 곳)은 T-Type으로 설치하고, 도면의 설치 예정위치와 현지 지형과의 일치 여부 및 적합성을 검토 후 위치를 결정한다.

② 집수거 콘크리트 설치

가. 집수거와 접속하는 다이크의 면은 표면의 레이턴스를 제거하고 치핑하여 부착력을 높이도록 한다.

나. 집수거 저판은 종배수구(도수로) 저판에 접속되게 미리 타설하고, 콘크리트가 경화되기 전에 벽체와의 연결을 위하여 집수거 벽체 선형에 맞추어 철근(D16 ㎜)을 꽂아야 한다.

다. 바닥판이 양생되면 벽체 거푸집을 설치한다. 거푸집은 콘크리트를 타설할 때 이동이나 변형되지 않도록 거푸집 받침 및 결속을 견고히 하여야 한다.

라. 집수거 콘크리트 타설은 시공이음이 발생하지 않게 반드시 한 번에 콘크리트를 타설하여 마무리한다.

마. 신속한 배수를 위하여 직선구간의 집수거 앞부분의 길어깨 포장은 신속한 배수를 위하여 폭 1 m 정도를 표준 편경사보다 4% 크게 시공한다. 곡선구간은 필요한 경우 공사감독자의 승인 또는 확인 후 시공한다.

3.1.3 우수받이 및 집수정 설치

(1) 시공조건 확인

① 수급인은 우수받이 및 집수정을 설치하기 전 기초 바닥면이 명기된 도면에 적합한지 확인하여야 한다.

② 콘크리트 타설 전에 거푸집, 토압지지면, 철근 및 매설물 등을 검사한 후 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 시공준비

① 콘크리트 타설 전에 철근은 명기된 도면대로 가공 조립되었는지를 확인하여야 한다.

(3) 시공기준

① 콘크리트 타설은 KCS 14 20 10의 해당 요건에 따라야 한다.

② 구체공

가. 우수받이와 집수정은 정확한 치수대로 정확하게 거푸집을 설치하고 콘크리트를 타설하여 설치하거나 기성제품을 사용할 수 있으며, 집수정의 최상단은 교통하중을 고려하여 노면 계획고 보다 5 ㎜ ~ 10 ㎜ 낮게 시공하여 배수가 원활히 이루어지도록 하여야 한다.

나. 관과 구거에 맞게 슬래브를 절단해서 끼워야 한다.

다. 크기, 형상 및 위치를 정확하게 하기 위해서는 다른 작업과 조정하여야 한다.

③ 스틸그레이팅 설치

가. 뚜껑 및 받침틀은 명기된 도면에 따라 움직이지 않도록 견고히 설치하여야 한다.

나. 설치를 할 때 차량통행 여부를 검토하고, 스틸그레이팅(steel grating)의 좌우 수평도, 받침틀의 연결부와 그레이팅(grating) 연결부의 일치, 연결부의 단차, 종단경사 및 노면과의 평탄성이 유지되도록 설치하고, 시공불량으로 스틸그레이팅의 소음발생 또는 받침틀의 콘크리트가 파손되는 일이 없도록 하여야 한다.

④ 구조물 되메우기는 KCS 11 20 25에 따라야 하며, 콘크리트가 충분히 양생되기 전에는 되메우기를 시행하여서는 안 된다.

⑤ 우수받이와 집수정에 접속되는 관은 구조물 내부로 튀어나오지 않도록 하여야 한다.

3.1.4 연석

(1) 프리캐스트 콘크리트 연석

① 연석 블록은 설치 전에 깨끗이 청소하여야 하고, 운반이나 취급 도중 손상된 것을 사용하여서는 안 된다.

② 바닥 모르타르는 고르게 편 후, 소정의 선형과 높이가 맞도록 설치하여야 한다. 블록 이음부의 폭은 설계도서에 정한 치수대로 하고, 이음부에는 1 : 2 용적배합의 시멘트 모르타르를 채워서 마무리 한다.

③ 줄눈 모르타르 및 바닥 모르타르의 강도가 충분히 확보된 후가 아니면 되메울 흙을 반입하여서는 안 된다. 되메우기 개시시간은 공사감독자의 지시에 따르고, 소정의 다짐도를 얻을 때까지 충분히 다져야 한다.

(2) 현장치기 콘크리트 연석

① 터파기

가. 터파기를 하여야 할 경우에는 연석 마무리 면이 소정의 경사 및 높이에 맞도록 하기 위하여 설계도에 표시한 일정한 깊이와 폭으로 터파기를 하여야 하며, 규정된 기초재를 깔고 잘 다져서 평활하게 하여야 한다.

나. 연석이 놓여 질 기초가 보조기층 또는 기층면 위인 경우에는 설계도서에 표시된 종·횡단 형상대로 다듬고, KCS 44 50 05의 다짐도로 다져야 한다.

② 거푸집은 KCS 21 50 05에 따른다.

③ 콘크리트 치기

가. 현장치기 콘크리트 연석에 사용하는 모든 재료는 KCS 44 50 15의 규정에 따라 계량 및 비비기를 실시한다.

나. 콘크리트를 치기 전에 보조기층 또는 기층 표면은 소량의 물을 살포하여 습윤상태가 되도록 하여야 한다. 한 층의 치기깊이가 100 ㎜를 넘지 않도록 하며, 수평층으로 콘크리트를 쳐야 하고, 공극이 발생하지 않도록 진동기 또는 승인된 기계를 사용하여 압밀시켜야 한다.

④ 기계시공

가. 현장치기 콘크리트 연석은 공사감독자의 승인이 있는 경우 자주식 기계(selfpropelled machine)를 사용하여 시공할 수도 있다. 이 때 기계에 균일하고 연속적으로 콘크리트를 공급시키도록 주의하여야 하며, 성형 후 변형을 일으키지 않고 소정의 단면을 유지시킬 수 있어야 하며, 매끄러운 표면이 이루어져야 한다. 표면에 추가로 손질을 하여야 할 때는 기계시공이 끝난 즉시 실시하여야 한다.

⑤ 줄눈

가. 팽창줄눈

(가) 팽창줄눈은 맞댄 줄눈 구조로 하고, 설치위치는 설계도서 및 공사감독자의 지시에 따르며, 연석선에 직각 및 수직으로 절단하여 설치하고, 줄눈 폭은 설계도서에 표시 한 대로 정확하게 시공하여야 한다.

(나) 줄눈 채움재(줄눈 판)은 연석 콘크리트를 칠 때 시공하고, 마무리 작업 중에 손상을 받지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

나. 수축줄눈

(가) 수축줄눈은 6 m 간격을 원칙으로 하며, 설계도서에 표시된 소정의 치수로 정확히 시공하되, 콘크리트 포장에 연하여 설치하는 연석의 줄눈은 콘크리트 포장의 줄눈과 일치시켜야 한다.

(나) 수축줄눈은 공사감독자의 승인을 얻은 콘크리트 커터로 시공하며, 별도 지시가 없는 한 줄눈 폭은 6 ㎜로 한다.

(다) 줄눈을 끊을 때는 이미 만들어진 연석 표면에 손상을 주는 일이 없도록 주의하여야 한다. 수축줄눈에는 줄눈 재료를 채울 필요는 없다.

⑥ 마무리면

가. 콘크리트 연석의 마무리면 높이에 대한 허용시공오차 범위는 ±15 ㎜이며, 길이 3 m 직선자로 측정하였을 때 최대로 들어간 곳(凹)의 깊이가 3 ㎜ 이상이 되어서는 안 된다.

⑦ 양생 및 보호

가. 현장치기 콘크리트 연석은 KCS 44 50 15 (3.2.16)에 규정한 방법을 사용하여 양생하여야 한다. 습윤양생 할 때는 양생기간을 3일로 할 수 있으며, 양생기간 중 연석이 손상을 받지 않도록 보호하여야 한다.

⑧ 되메우기 및 뒤채움

가. 소정의 양생이 완료된 후 굴착된 부분이 남아 있는 경우에는 승인된 재료를 사용하여 한 층의 두께가 200 ㎜를 넘지 않도록 채우고 잘 다져야 한다.

(3) 아스팔트 콘크리트 연석

① 기초의 준비

가. 아스팔트 콘크리트 연석을 설치하려고 하는 기초가 이미 양생되었거나, 오래된 시멘트 콘크리트 기층이거나, 아스팔트 안정처리 기층 또는 아스팔트 콘크리트 기층

면 위인 경우에는 기초면을 압축 공기 등으로 불어내어 깨끗이 청소하여야 한다.

나. 표면이 잘 건조되면 연석을 설치하기 직전에 KCS 44 50 10에 규정된 재료 및 방식으로 택코트를 실시하여야 한다. 이 때 연석이 접하는 부분바깥으로 택코트 재료가 살포되지 않도록 주의하여야 한다.

② 깔기

가. 아스팔트 콘크리트 연석은 공사감독자의 승인을 받은 기계로 시공하여야 한다. 기계는 설계도서에 표시된 소정의 형상이 얻어질 수 있도록 제작되고 조절이 가능한 것이어야 한다.

나. 깔기를 할 때 혼합물의 온도는 작업 및 기상조건에 따라 규정된 온도에서 ±10 ℃를 초과할 수 없다. 기계에서 배출되는 혼합물은 재료의 분리가 일어나지 않도록 하고, 적당한 다짐도와 표면형상이 되어야 한다.

다. 기계가 포장면 가장자리를 따라 작동하는 동안 적당히 지지시켜야 하고, 사전에 실을 당기거나 필선을 그어 선형이 정확히 유지되어야 한다.

라. 완성된 아스팔트 콘크리트 연석이 심하게 균열이 갔거나, 휘었거나, 만족한 다짐도를 얻지 못했을 때나 혹은 소정의 선형과 경사 및 횡단면에 일치하지 않는 경우에는 제거하고 재시공하여야 한다.

③ 이음

가. 아스팔트 콘크리트 연석은 가급적 빈번한 이음을 피하여야 한다.

나. 혼합물 깔기가 장기간 중단되었을 때는 연석의 끝 부분을 수직으로 절단하여 다음 작업을 시작하기 전에 절단된 표면에 가열된 아스팔트를 얇게 칠하여 연속적인 접합상태가 되도록 하여야 한다.

④ 양생 및 보호

가. 완성된 아스팔트 콘크리트 연석은 치기 후 적어도 12시간 동안은 손상을 받지 않도록 적당한 방법을 사용하여 보호하여야 한다.

(4) 돌연석

① 기초의 준비

돌연석의 기초를 위한 재료로 단단하고 평평한 표면으로 다져야 하며, 연약하고 적합하지 못한 재료는 제거하고 양질의 재료로 치환하여야 한다.

② 돌연석은 앞면 모서리가 요구되는 선과 높이에 일치되도록 설치되어야 하며, 연석 밑의 모든 공간은 기초에 요구되는 재료로 채우고 다져야 한다.

③ 줄눈

가. 돌연석의 줄눈간격은 설계도서에 정한 치수대로 정밀하게 시공되어야 하고, 줄눈은 용적배합비 1 : 2(시멘트 : 모래)의 줄눈 모르타르를 채워서 마무리하여야 하며, 줄눈 채움재와 돌연석 사이의 공간은 동일 배합의 모르타르로 채워져야 한다.

나. 연석이 시멘트 콘크리트 포장과 접촉되어 시공될 때 연석의 줄눈은 포장의 팽창줄눈과 동일선상이어야 하며, 두께는 포장줄눈과 같은 두께의 팽창줄눈 채움재를 채워야 한다.

④ 되메우기

가. 줄눈 모르타르의 강도가 충분히 확보된 후가 아니면 연석의 되메움 흙을 반입하여서는 안 되며, 되메우기의 개시 시기도 공사감독자의 지시에 의한다.

3.1.5 맨홀 및 뚜껑 설치

(1) 시공조건 확인

① 수급인은 맨홀을 설치하기 전 기초 바닥면이 잘 밀착되도록 하여야 한다.

② 콘크리트 치기 전에 거푸집, 토압 지지면, 철근 및 매설물 등을 검사한 후 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 시공준비

① 콘크리트 치기 전에 철근은 KCS 14 20 11에 따라 명기된 설계도면대로 가공 조립되었는지를 확인하여야 한다.

(3) 시공기준

① 콘크리트 치기는 KCS 14 20 00에 따라야 한다.

② 맨홀 구체 시공

가. 기초 바닥면에 콘크리트를 치고 표면을 수평하게 쇠흙손 마무리를 하여야 한다.

나. 맨홀의 거푸집은 정확한 치수와 표고에 맞추어 수직 및 수평으로 설치하고 콘크리트를 쳐야한다.

다. 관과 구거에 맞게 슬리브를 절단해서 끼워야 한다.

라. 상단부의 바닥은 유출관의 경사에 맞추어 그라우트를 채우고 쇠흙손으로 매끈하게 곡면으로 마무리하여야 한다.

마. 크기, 형상 및 위치를 정확하게 하기 위해서는 다른 작업과 조정하여야 한다.

③ 뚜껑과 뚜껑틀은 정확한 표고에 맞추고 기울어지지 않고 도로 노면경사와 동일하게 수평하게 고정시켜야 한다.

④ 발 디딤쇠의 설치는 명기된 설계도서를 따라야 하며, 아연을 도금한 이형철근 또는 스테인레스 강봉을 사용하여야 한다.

⑤ 구조물 되메우기는 KCS 11 20 25에 따라야 하며, 콘크리트가 충분히 양생되기 전에는 되메우기를 시행하여서는 안 된다.

⑥ 맨홀에 접속되는 관은 맨홀 내부로 튀어나오지 않도록 하여야 한다.

(4) 시공허용 오차

① 맨홀의 시공허용오차는 KCS 14 20 00, KCS 14 20 11에 따라 실시하여야 한다.

(5) 현장 품질관리

① 콘크리트의 시험은 KCS 14 20 00에 따른다.

② 철근의 시험은 KCS 14 20 11에 따른다.

③ 수급인은 시험이 완료된 자재라도 현장에서 공사감독자가 재시험을 요구할 때에는 이에 응하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
강신오	DM엔지니어링	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소
조경식	DM엔지니어링		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 40 25 : 2016

노면배수

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
Tel : 02-3490-1000 E-mail : off@krta.cp.kr
http://www.kroad.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 40 30 : 2016

비탈면 배수

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서를 중심으로 각 기준의 비탈면 배수에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
KCS 11 40 30 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 40 30 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국도로협회　　작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출물 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 콘크리트 재료 ····· 1
2.1.2 공장제품 콘크리트 측구 ····· 1
3. 시공 ····· 2
3.1 시공기준 ····· 2
3.2 시공 허용오차 ····· 3
3.2.1 콘크리트 측구의 규격관리 ····· 3

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 측구용 콘크리트 소구조물인 산마루 측구 공사에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 20 15 터파기
- KCS 11 80 25 돌(블럭)쌓기옹벽
- KCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- KCS 14 20 00 콘크리트공사
- KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항
- KS F 4005 콘크리트 및 철근 콘크리트 L형
- KS F 4010 철근 콘크리트 플룸 및 벤치플룸
- KS F 4016 철근 콘크리트 U형

1.3 제출물

(1) 자료제출 요건 및 절차는 KCS 10 10 10의 해당 요건에 따라야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 콘크리트 재료

(1) 현장 콘크리트 타설에 사용되는 재료는 KCS 14 20 00에 따른다.

2.1.2 공장제품 콘크리트 측구

(1) 공장제품 콘크리트 측구는 KS F 4005, KS F 4010, KS F 4016의 규격에 합격한 것을 사용하여야 한다.

(2) 설계도서에 표기된 공장제품은 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공기준

(1) 터파기

① 터파기는 KCS 11 20 15에 따른다.

② 배수 구조물의 터파기 장소가 노상 또는 비탈면의 경우에는 터파기할 단면이 필요한 최소 단면으로 하여 이미 완성된 부분이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

③ 배수구조물의 터파기는 기계 터파기를 할 수 있으며, 터파기는 소정의 깊이 및 경사에 맞게 시공하여야 한다.

(2) 기초

① 설계도서 및 공사감독자가 지시한 기초재료로서 KCS 11 80 25에 따른다.

(3) 거푸집

① KCS 21 50 05에 따른다.

(4) 콘크리트 타설

① KCS 14 20 00에 따르며, 특히 콘크리트는 재료분리가 일어나지 않도록 주의하여야 하고, 구조물이 일체가 되도록 시공하여야 한다.

② 배수시설의 기초바닥은 설계와 동일한 경사를 이루도록 하여야 한다.

③ 거푸집 내의 콘크리트는 진동기를 사용하여 콘크리트 내에 공극이 발생하지 않도록 하여야 하며, 표면에 레이턴스가 발생하거나 재료분리가 생길 정도로 오랜 시간 한 곳에 진동다짐을 하여서는 안 된다.

④ 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 충분히 나타낼 수 있도록 콘크리트를 타설하여야 한다.

⑤ 설계도서 및 공사감독자의 지시가 있어 바닥과 벽을 분리 시공할 때에는 접속부에 다웰(dowel) 역할을 할 수 있도록 16 ㎜ 이상의 철근을 적정길이로 300 ㎜ 간격으로 설치하여야 한다.

(5) 콘크리트 양생은 콘크리트는 14일 이상 양생하여야 하며, 콘크리트 강도시험 결과 소요강도 이상일 경우에는 양생기간을 단축할 수도 있다.

(6) 되메우기 및 뒤채움은 KCS 11 20 25에 따른다.

(7) 산마루 측구 시공

① 비탈면으로 부터 표면수가 유입되는 것을 차단하기 위하여 땅깎기부의 비탈면 정상 끝단에서 일정하게 벗어난 지점에 산마루 측구를 설치하며, 현장조사 결과에 따라 지형상 필요한 곳에 설치하도록 하여야 한다.

② 표면수는 비탈면을 따라 설치한 산마루 측구를 통하여 배수되도록 하여야 한다.

③ 측구 완성 후 되메우기를 할 때에는 표면수가 자연스럽게 유입되도록 측구 상단보다 낮지 않도록 하여야하며, 표면수의 침투로 인하여 산마루 측구가 침하되거나 이동되지 않도록 다짐을 철저히 하여야 한다.

(8) 종배수구(도수로)

① 쌓기부 종배수구(도수로)

가. 종배수구(도수로)는 현장 타설 또는 프리캐스트로 시공한다.

나. 종배수구(도수로)는 쌓기 완성 비탈면보다 낮게 하여 콘크리트 벽면으로 우수가 침투되지 않아야 한다.

다. 종배수구(도수로) 터파기 후 다짐을 철저히 한다.

라. 비탈면 경사 32° 이상 및 유속 3 ㎧ 이상 되는 곳은 끝 문턱(end sill), 조약돌 부설(rip rap pad) 집수거 또는 충격 수직블록을 설치, 급류 충격에 의한 주위 시설물의 피해가 없도록 한다.

마. 쌓기부가 1 : 1 이상인 급한 경사는 사류가 발생되고 특히 소단부에서는 도수(hydraulic-jump)가 발생하여 종배수구(도수로) 밖으로 물이 튀어 법면이 세굴되므로 덮개를 설치하여야 한다.

② 깎기부 종배수구(도수로)

가. 깎기부 종배수구(도수로)의 위치는 계곡부 표면수량이 많은 곳에 설치한다.

나. 종배수구(도수로)의 높이는 깎기 비탈면 보다 깊게 한다.

다. 암을 굴착할 때에는 여굴발생이나 암 절리가 생기지 않도록 한다.

라. 소단에 종배수구(도수로)를 두는 곳은 소단경사를 내측으로 두어 소단물이 법면으로 흐르지 않도록 한다.

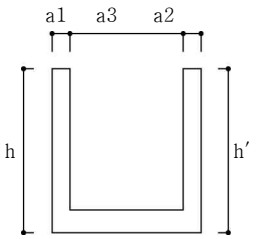
마. 사류가 발생되고 특히 소단부에서는 도수(hydraulic jump)가 발생하여 종배수구(도수로) 밖으로 물이 튀어 법면이 세굴되므로 덮개를 설치하여야 한다.

3.2 시공 허용오차

3.2.1 콘크리트 측구의 규격관리

(1) 콘크리트 측구의 규격관리는 표 3.2-1에 따른다.

표 3.2-1 콘크리트 측구 규격관리 기준

항목	규격치 (㎜)	측정 기준	비고
기준고	±30	• 시공연장 40 m 이상인 경우: 40 m 마다 1군데 • 시공연장 40 m 미만인 경우: 2군데	
폭 a3	-50		
높이 h, h′	-30		
연장L	-20		

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
강신오	DM엔지니어링	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소
조경식	DM엔지니어링		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 40 30 : 2016

비탈면 배수

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
Tel : 02-3490-1000 E-mail : off@kroad.or.kr
http://www.kroad.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 40 35 : 2016

시공할 때의 배수

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서를 중심으로 각 기준의 시공할 때의 배수에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
KCS 11 40 35 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 40 35 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국도로협회　　작성기관 : 대한토목학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출물 ····· 1
2. 자재 ····· 1
3. 시공 ····· 1
3.1 시공기준 ····· 1

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 흙쌓기 작업 및 구조물 기초 터파기 공사 중에 실시하는 가시설물의 공사와 물막이 내의 물푸기 작업에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

• KCS 10 10 10 공무행정요건

1.3 제출물

(1) 자료제출 요건 및 절차는 KCS 10 10 10의 해당요건에 따라야 한다.

2. 자재

내용 없음

3. 시공

3.1 시공기준

(1) 흙쌓기 차수

① 흙쌓기 작업 중 수급인은 항상 배수에 유의하여 표면에 물이 고이지 않도록 하여야 하며, 흙쌓기 내부로 유입되는 외부 유입수에 대해서는 배수처리를 하여야 한다.

② 일일 작업을 종료하였을 때 또는 작업을 중단하는 경우에는 흙쌓기 다짐면을 4 % 이상의 횡단 기울기로 평탄하게 마무리하고 다짐을 하여 배수가 잘 되도록 하여야 한다.

③ 비가 멎은 후 즉시 작업을 개시할 필요가 있을 때에는 비가 오기 전에 미리 비닐 등 덮개로 시공면을 덮어서 빗물의 침입을 막아야 한다.

④ 땅깎기부의 용수 또는 강우에 의하여 유출되는 표면수는 흙쌓기 비탈면을 세굴 또는 붕괴시킬 우려가 있으므로 흙쌓기 가장자리에 가배수시설을 설치하고, 외부로 유출시키기에 적당한 장소 또는 설계도서에 명기된 흙쌓기부 종배수구(도수로) 지점에 가마니 또는 마대, 비닐 등으로 임시 종배수구(도수로)를 만들어 유출하여야 한다.

(2) 물막이 차수

① 수급인은 터파기 작업 중 대수층을 만나면 물막이를 설치하여야 한다. 널말뚝은 기초바닥보다 1 m 이상 깊게 박아야 하며, 물이 새지 않도록 조치하여야 한다.

② 물막이의 내부치수는 거푸집의 설치와 검측에 필요한 여유폭이 있어야 한다.

③ 수급인은 물막이 공사로 인하여 급격한 수위의 상승과 아직 굳지 않은 콘크리트의 손상, 세굴로 기초를 약화시키는 일이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.

④ 하부구조에는 지지목 등의 목재가 콘크리트 속에 남아있지 않도록 하여야 한다.

(3) 물푸기 작업에 대하여는 시공계획서를 제출하여 공사감독자의 확인을 득한 후 시공하여야 한다.

① 물막이 내의 물푸기 작업은 콘크리트 재료가 손실되지 않도록 시행하여야 한다.

② 물푸기 작업은 콘크리트 타설 중은 물론이고, 타설 후 최소 24시간 동안은 계속 물푸기를 하여야 한다.

③ 콘크리트 거푸집의 적당한 지점에 웅덩이를 만들어 물푸기 작업을 하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
강신오	DM엔지니어링	이정재	(사)대한토목학회 토목연구소
조경식	DM엔지니어링		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김낙영	한국도로공사	황세환	현대산업개발㈜
박준범	서울대학교	황영철	㈜유신
조성민	한국도로공사		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 40 35 : 2016

시공할 때의 배수

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
Tel : 02-3490-1000 E-mail : off@kroad.or.kr
http://www.kroad.or.kr

작성기관 대한토목학회
05661 서울특별시 송파구 중대로 25길 3-16
Tel : 02-407-4115 E-mail : kim@ksce.or.kr
http://www.ksce.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

KCS 11 44 00 : 2016

공동구

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

건설기준 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.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 공동구표준시방서 일반사항에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년월)
공동구표준시방서	• 공동구표준시방서 제정	제정 (2010.2)
KCS 11 44 00 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 44 00 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 도시정책과	
관련단체 (작성기관) : 한국시설안전공단	

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 총칙 ····· 1
1.2 굴착공사 ····· 4
1.3 개착공법에 의한 굴착 ····· 5
1.4 비개착공법에 의한 굴착 ····· 6
1.5 현장타설 콘크리트공 ····· 6
1.6 프리캐스트 콘크리트(precast concrete)공 ····· 6
1.7 방수공사 ····· 9
2. 재료 ····· 12
2.1 총칙 ····· 12
2.2 굴착공사 ····· 12
2.3 개착공법에 의한 굴착 ····· 12
2.4 비개착공법에 의한 굴착 ····· 12
2.5 현장타설 콘크리트공 ····· 12
2.6 프리캐스트 콘크리트(precast concrete)공 ··· 14
2.7 방수공사 ····· 14
3. 시공 ····· 19
3.1 총칙 ····· 19
3.2 굴착공사 ····· 19
3.3 개착공법에 의한 굴착 ····· 19
3.4 비개착공법에 의한 굴착 ····· 20
3.5 현장타설 콘크리트공 ····· 20
3.6 프리캐스트 콘크리트(precast concrete)공 ··· 22
3.7 방수공사 ····· 24

공동구

1. 일반사항

1.1 총칙

1.1.1 적용범위

(1) 이 기준은 공동구 건설공사의 재료, 시공 및 품질 등을 만족하기 위하여 요구되는 기본사항을 제시한 표준시방서이다.

(2) 이 기준의 규정을 기준으로 하여 공동구 공사를 위한 공사시방서를 작성하여야 한다. 이 경우 이 표준시방서를 준용하거나 당해 공사에 적합하도록 수정 가감할 수 있다.

(3) 이 기준에서 규정한 내용과 당해 공사시방서에서 규정한 내용이 서로 상이할 경우에는 당해 공사시방서의 규정 내용이 우선한다.

(4) 이 기준은 공동구의 시공과정에 필요한 토목·전기·기계·소방·제어설비 등 제반설비의 기본사항을 포함하며 이외의 사항에 대해서는 관련 시방서에서 정하는 바를 따른다.

1.1.2 용어의 정의

(1) 전문용어

- 개착공법: 자연비탈면 터파기, 흙막이, 물막이 등에 따라 지표에서 굴착하고 현장타설 공동구, 프리캐스트 공동구 등의 구조물을 구축한 후 되메움하는 일반적인 공법을 말한다.
- 비개착공법: 일반적으로 적용되는 개착공법 이외의 공법으로서 발파공법, TBM공법, 쉴드(Shield)공법, 쉴드(Shield) TBM공법과 하천, 철도, 교량 등을 통과하기 위한 특수공법 등을 말한다.
- 공동구: 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조 제9호의 규정에 의한 공동구를 말하며, 지하매설물(전기·가스·수도 등의 공급설비, 통신시설, 하수도시설, 소방시설 등)을 공동 수용함으로써 도시 미관의 개선, 도로 구조의 보전 및 교통의 원활한 소통을 기하기 위하여 지하에 설치하는 시설물을 말한다.
- 공동구 본체: 공동구를 형성하는 구조체로 정의되며 콘크리트 또는 프리캐스트 재질이 사용될 수 있다.
- 부대시설: 공동구의 기능을 유지하는 시설로서 공동구 관리사무소, 급·배수설비, 환기설비, 전원설비, 조명설비, 중앙통제설비, 방재설비, 상황표지판, 기타설비 등을 말한다.

1.1.3 참고 기준

(1) 이 기준을 포함한 설계서의 내용이 대한민국 관련법규의 규정과 상호 모순될 경우(건설공사 중에 관련법규가 변경되고 변경된 규정에 따라야 할 경우를 포함한다)에는 대한민국 관련법규의 규정을 우선하여 준수하여야 한다. 참고할 수 있는 관련법규의 사례를 제시하면 다음 항과 같다.

(2) 관련 법규

① 공사 계약 관련 법

- 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률
- 특정조달을 위한 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 특례규정

② 공사 운영 관련 법

- 개발제한구역지정 및 관리에 관한 특별조치법
- 건설산업기본법
- 건설기술진흥법
- 건축법
- 공공기관의 소방안전관리에 관한 규정
- 근로기준법
- 대기환경보전법
- 도로법
- 도시공원 및 녹지 등에 관한 법
- 도시가스사업법
- 문화재보호법
- 산림기본법
- 산업안전보건법
- 산업재해보상보험법
- 산업표준화법
- 소음·진동관리법
- 소방기본법
- 소방시설공사업법
- 화재예방, 소방시설설치·유지 및 안전관리에 관한 법률
- 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률
- 시설물의 안전관리에 관한 특별법
- 위험물안전관리법
- 자연공원법
- 자연환경보전법
- 전기사업법

- 전력기술관리법
- 전기공사업법
- 지하수법
- 총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률
- 측량법
- 택지개발촉진법
- 토양환경보전법
- 폐기물관리법
- 전기용품 및 생활용품 안전관리법
- 하천법
- 환경영향평가법
- 환경정책기본법
- 환경친화적 산업구조로의 전환촉진에 관한 법률

(3) 관련 기준

- KCS 11 20 10 땅깎기(절토)
- KCS 11 20 15 터파기
- KCS 11 20 20 흙쌓기(성토)
- KCS 11 30 35 다짐공
- KCS 14 20 00 콘크리트공사
- KCS 14 20 11 철근공사
- KCS 14 20 40 한중 콘크리트
- KCS 14 20 41 서중 콘크리트
- KCS 14 20 43 수중 콘크리트
- KCS 14 20 52 프리캐스트 콘크리트
- KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리 공사
- KCS 27 10 00 터널공사 일반
- KCS 27 20 00 터널 굴착
- KCS 27 25 00 TBM
- KCS 27 30 00 터널지보재
- KCS 27 40 00 터널라이닝
- KCS 27 40 05 현장타설 라이닝
- KCS 27 40 10 세그먼트 라이닝
- KCS 27 50 05 배수 및 방수
- KCS 27 50 10 계측

- KCS 27 50 15 보조공법
- KCS 27 60 00 작업환경
- KDS 14 20 30 콘크리트 구조 사용성 설계기준
- KDS 14 20 40 콘크리트 구조 내구성 설계기준
- KDS 14 20 50 콘크리트구조 철근상세 설계기준
- KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- KS F 4935 점착 유연형 고무 아스팔트계 누수보수용 주입형 실링재

1.1.4 설계도서 검토 및 시공상세도 작성

(1) 공동구 시공자는 설계도서에 제시된 구조물을 축조하기 위하여 현장 제반여건을 종합적으로 검토하고 각종계산서와 설계도서의 오류를 반드시 점검한 후 현장상황에 적합한 시공상세도를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

1.2 굴착공사

1.2.1 굴착방법의 선정

(1) 적용범위는 개착공법과 비개착공법으로 이루어지는 공동구 공사 중 굴착공사에 적용함을 원칙으로 한다.

(2) 굴착방법의 대상은 개착공법과 비개착공법으로 크게 분류하며, 해당공법에서 요구하는 굴착방법을 선정하여야 한다.

(3) 개착공법은 자연비탈면 터파기, 흙막이, 물막이 등에 따라 지표에서 굴착하고 현장타설, 프리캐스트 등의 콘크리트 공동구 등의 구조물을 구축한 후 되메움 하는 일반적인 공법으로 토공에 관한 사항을 고려하여야 한다.

(4) 비개착공법은 개착공법 이외의 공법으로 발파공법, TBM공법, 하천, 철도, 교량 등을 통과하기 위한 특수공법 등이 있으며, 지반조건, 지하수, 토피, 환경, 내공단면의 크기, 형상, 연장 등의 조건을 고려하여야 한다.

(5) 굴착방법에는 기계, 발파, 파쇄굴착이 있으며, 세부내용은 KCS 27 20 00에 따른다.

(6) 터널지보재, 콘크리트 라이닝, 배수 및 방수, 보조공법, 계측, 시공관리에 대한 세부내용은 각각 KCS 27 30 00, KCS 27 40 00, KCS 27 50 05, KCS 27 50 15, KCS 27 50 10, KCS 27 10 00을 따른다.

(7) 작업구 및 분기구 활용 등을 위한 연직갱에 대한 세부시방내용은 KCS 27 60 00을 따른다.

1.3 개착공법에 의한 굴착

1.3.1 토공

(1) 투수성이 크거나 사질층 지반 및 연약지반의 굴착에 있어서는 작업장 내 배수, 보조공법을 고려함과 동시에 특히 비탈면의 붕괴, 흙막이벽의 유지에 유의하여야 한다.

(2) 굴착토의 운반 및 반출은 현장의 상황에 가장 알맞은 방법으로 적용하여야 한다.

(3) 굴착 시 암의 절리상태가 심하게 발달되어 있을 때는 대규모 활동현상에 대응할 수 있도록 보조공법을 적용하여야 한다.

(4) 시공에 있어 지반, 매설물, 연도건조물(보도블럭, 경계석, 보호용석재, 도로표지판 등)의 정확한 현황도를 작성하여야 한다.

(5) 차도굴착은 원칙적으로 가로수, 전주, 가공물 등의 이설 후에 시작하여야 한다.

(6) 차도굴착은 공사 중 복공면이 침수의 원인이 되지 않도록 재래노면의 경사에 맞추어 시행하여야 한다.

(7) 구조물 터파기, 비탈면 깎기, 비탈면 쌓기의 시방은 각각 KCS 11 20 15, KCS 11 20 10, KCS 11 20 20을 따르도록 한다.

(8) 시공자는 차도 굴착 시 기 조사된 지장물의 보호를 위해 반드시 안전대책을 수립하여야 하며, 특히 가스관, 상수관 등은 정밀터파기를 시행하여 매설물을 육안으로 확인 후 후속공정에 임하여야 한다.

1.3.2 되메우기

(1) 되메우기 전에 시공계획과 도로복구에 관한 제반시험의 성과표를 작성하여야 한다.

(2) 구조물 외면과 흙막이판 사이에는 모래 또는 양질의 토사로 되메우기 하여야 한다.

(3) 구조물 방수공 및 방수 보호공이 완료되면 즉시 되메우기 작업을 시행하여야 한다.

(4) 되메우기 작업 중 지표면의 침하가 우려된다고 판단될 경우, 시험성토를 시행한 후 그 결과에 따라 시행하여야 한다.

1.3.3 연약지반 처리

(1) 공동구 노선구간에 연약지반구간이 존재할 경우 연약지반 처리 공법을 적용하여야 한다. 연약지반 개량공법의 적용 시에는 지반조건과 현장상황에 맞는 공법을 적용하며 공법별 해당 공사 처리기준을 따라야 한다.

1.4 비개착공법에 의한 굴착

(1) 개착공법 이외의 공법으로 비개착공법에 의한 굴착, 버력처리, 운반에 관한사항은 KCS 27 20 00을 따른다.

(2) TBM공법에 의한 굴착은 KCS 27 25 00에 따른다.

(3) 터널지보재, 보조공법, 계측, 시공관리에 대한 세부내용은 KCS 27 10 00, KCS 27 30 00, KCS 27 50 10, KCS 27 50 15 을 따른다.

(4) 작업구 및 분기구 활용 등을 위한 연직갱에 대한 세부시방내용은 KCS 27 60 00에 따른다.

1.5 현장타설 콘크리트공

1.5.1 적용범위

(1) 공동구 건설공사시 현장타설 콘크리트의 운반, 타설 및 양생에 관하여 적용하며, 철근가공조립, 거푸집 및 콘크리트 품질관리의 경우 KCS 14 20 00을 따른다.

(2) 콘크리트 라이닝을 시공할 경우 KCS 27 40 00, KCS 27 40 05를 따른다.

1.5.2 제출물

(1) 제출물은 KCS 14 20 00을 따른다.

1.5.3 공사기록서류

(1) 공사기록서류는KCS 14 20 00을 따른다.

1.5.4 품질보증

(1) 품질보증은 KCS 14 20 00을 따른다.

1.6 프리캐스트 콘크리트(precast concrete)공

1.6.1 적용범위

(1) 공동구 구조물의 시공시 이음을 갖는 조립식 P.C 공동구의 제작, 운반, 설치에 대하여 적용한다.

(2) 비개착공동구 중 TBM의 경우 KCS 27 40 10을 따른다.

1.6.2 제작공정

(1) 일반적인 제작 공정의 순서는 다음 그림 1.6-1을 참고하며, 별도의 공정이 추가 될 수도 있다.

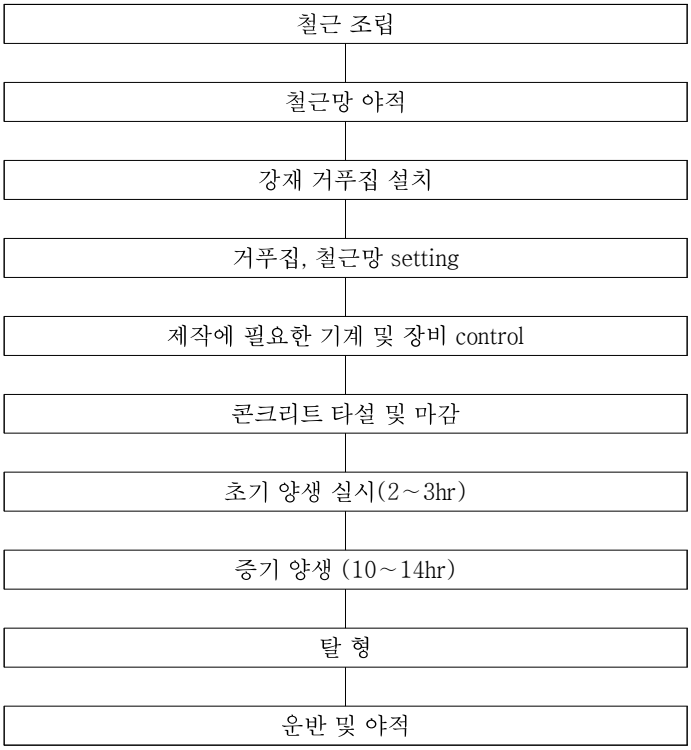


그림 1.6-1 프리캐스트 콘크리트 제작공정

1.6.3 콘크리트 배합

(1) 배합책임자 입회하에 설계강도별 콘크리트 배합설계에 의하여 KS F 4009에 따라 정량 배합하여야 한다.

(2) 콘크리트의 배합은 소요강도, 내구성, 수밀성, 균열저항성, 철근 또는 강재를 보호하는 성능 및 작업에 적합한 워커빌리티(workability)를 갖는 범위 내에서 단위수량이 가능한 한 적도록 한다.

(3) 작업에 적합한 워커빌리티를 갖기 위해 콘크리트는 부재의 크기와 형상, 콘크리트의 다지기 방법 등에 따라서 거푸집의 구석구석까지 콘크리트가 충분히 채워지도록 치고 다지는 작업이 용이함과 동시에 재료분리가 생기지 않는 콘크리트이어야 하며 표 1.6-1에 따른다.

표 1.6-1 콘크리트의 품질

압축강도	슬럼프값	굵은골재 최대치수	비고
40MPa, 또는 동등 이상	100 mm ± 20 mm	25 mm	조립식 공동구

1.6.4 철근가공조립

(1) 철근의 가공, 이음, 정착방법 등 세부 사항은 KDS 14 20 50과 KDS 14 20 52를 따르며, 기타 상세한 철근가공조립은 KCS 14 20 11을 따른다.

1.6.5 강재 거푸집 제작 및 설치

(1) 거푸집 및 동바리는 콘크리트 시공 중의 하중, 콘크리트의 측압, 부어넣을 때의 진동 및 충격 등에 견디도록 하고, 콘크리트를 시공했을 때 시공 허용오차를 초과하지 않도록 거푸집을 제작 및 조립하여야 한다.

(2) 설비, 전기 등의 연관 공종과 관련되는 각종 개구부와 매설물은 미리 각 관계기관과 협의하여야 한다. 또한 콘크리트 시공 중에 움직이지 않도록 소요 위치에 견고하게 설치하고 기타 상세한 강재 거푸집은 KCS 21 50 05을 따른다.

1.6.6 철근망 가설 및 제작기계의 조절

(1) 조립된 철근망을 강재 거푸집 내부에 정확히 설치하여야 하고 소정의 유효깊이와 피복을 유지토록 하여야 하며, 피복과 유효깊이가 유지되지 못하면 철근을 재조립하여야 한다.

(2) 철근망을 설치한 후 강재 거푸집의 설치에 준하여 견고하게 거푸집을 조립하여야 한다.

(3) 콘크리트를 타설하기 전에 강재 거푸집은 콘크리트 타설시 편심이 작용하지 않도록 수평을 유지하여야 한다.

1.6.7 증기 양생

(1) 증기양생은 KCS 14 20 52를 따른다.

1.6.8 탈형 및 저장

(1) 일반사항

① 탈형 시 콘크리트 강도는 15 MPa 이상으로 하고 콘크리트 타설시에 기록한 테스트 피스에 의하여 강도를 확인하고 탈형하여야 한다.

② 탈형시 인서트빔 등을 이용하여 깨끗하게 탈형하고 탈형 전후 형틀의 손상 및 변형이 되지 않도록 주의를 기울여야 한다.

③ 탈형시 형틀 및 제품에 손상 및 변형이 없도록 하여야 하며, 급격한 온도차에 의한 수축균열이 없도록 하여야 한다.

④ 제품검사가 끝난 제품은 타입(type)별로 출하순서에 맞게 이적 보관되어야 한다.

⑤ 탈형된 제품은 검사 전 파손부위가 있는 경우에는 완전보수하여야 하고, 전항에 규정한 오차범위를 정확히 측정하여 합격품을 선별 보관하여야 한다.

⑥ 적치 시 받침목의 위치는 상·하 동일선상에 두어야 하며, 제품에 손상이 없도록 해야 한다.
⑦ 탈형 시 프리캐스트 부재의 접합면에 느슨하게 붙어있는 골재, 품질이 나쁜 콘크리트 레이턴스, 진흙, 기름 등 유해한 물질은 완전히 제거하고 접합이 양호하게 이루어지도록 하여야 한다.
⑧ 탈형 시부터 저장 시까지 지속적으로 살수하여 습윤 상태를 유지시키면서 양생하여야 하며, 건조 상태로 대기에 노출시켜서는 안 된다.

1.6.9 제품의 운반

(1) 제품의 운반은 KCS 14 20 52를 따른다.

1.7 방수공사

1.7.1 적용범위

(1) 방수공사는 개착식 현장 타설 콘크리트 공동구 구조체의 외면, PC 공동구 구조체의 외면 및 조인트를 대상으로 물의 침입을 방지하기 위한 방수공사를 대상으로 하며, 비개착식 공동구의 경우 관련의 KCS 27 50 05를 따른다.
① 공동구는 외부로부터 수압의 영향을 받으므로 구조체 외벽, 상부슬래브, 바닥 등의 바깥쪽 면과, 조인트부, 특수부 및 이종구조물의 접합부 등에서 누수가 되지 않도록 지하 구조체 외부 둘레 전체 면에 걸쳐 비배수방수가 되도록 시공하여야 한다.
② 공동구의 방수는 구조체의 외부로부터 내부로 누수가 발생되지 않도록 용도, 구조, 형상, 주변 환경조건 등에 적합하도록 시공하여야 한다.
③ 공동구 방수는 공동구의 설치 장소의 물리적, 화학적 환경 조건에 적합한 재료 및 공법을 사용하여 시공하여야 한다.

1.7.2 방수공사 일반

(1) 공동구의 방수를 안전하고 빠르게, 경제적으로 실시하기 위해서는 방수 시공 전에 현장의 주변에 대한 다음의 조사를 하여야 한다.
① 기존 방수재료 및 공법, 유사 구조물에의 적용 사례, 누수하자사례, 주변 인근 구조물의 종류 및 상태 등
② 지반구성 상태, 토질 조건 및 구분, 지층 상태 등.
③ 지하수수위의 변동 상황, 대수층 특성(투수계수, 투수량, 정류계수 등), 수질, 영향권 등
④ 조사 결과는 충분한 검토 및 분석을 통하여 방수공사의 계획 및 시공에 필요한 자료가 되도록 정리하고, 차후 다른 공사에 참고가 되도록 보관하여야 한다.

(2) 공동구의 형상 및 구조 형태는 방수층의 움직임에 영향을 주고 지하수 등은 방수재료의 수압저항성, 화학적 안정성에 영향을 주므로 아래의 사항을 참고하여 시공하여야 한다.

① 공동구의 방수는 구조체가 설치되는 지역에서의 지반의 부등침하 혹은 거동이 50 mm 이상일 것으로 예측될 경우는 거동에 대해 방수층이 손상되지 않도록 시공하여야 하며, 필요시 이에 적합한 방수재료 및 공법을 선정하기 위하여 구조물 거동 대응 시험 등을 수행하여야 한다.

② 지하수의 수질(염분 등의 화학적 영향), 강우에 따른 지하수 수위의 변동 등의 영향으로 방수층의 손상이 발생되지 않도록 하여야 한다.

③ 공동구 주변 구조물의 영향(지하철, 지하차도 등의 진동 및 거동 영향, 건축물의 침하 등) 등을 파악하여 방수층의 손상되거나, 방수성능의 저하가 없도록 하여야 한다.

④ 공동구의 특수부, 가변이음부, 이종 구조물간의 연결부, 구조물간 신축줄눈부, 벽체 관통부(배관 통과 부위 등) 같은 개소에서는 방수재가 각 특수개소의 거동에 대해 손상되지 않도록 시공하여야 한다.

⑤ 공동구가 설치될 지역의 지반 개량 등을 위해 사용되는 H형강, 강관 혹은 콘크리트 말뚝 등의 말뚝머리부는 공동구 바닥부의 누수에 영향을 주므로 말뚝머리부 등의 틈새를 따라 지하수의 침투를 방지할 수 있도록 방수씰을 사용하여 시공하여야 한다.

⑥ 사용한 방수재에 의한, 지하수의 오염이 없도록 하여야 한다.

⑦ 계절 및 온도 변화에 의한 방수층 손상 및 들뜸이 발생되지 않도록 하여야 한다.

⑧ 선정된 방수공법은 시공부위(구조체 상부슬래브, 외벽, 바닥, 이어치기부, 신축줄눈부 등)의 조건, 시공방법, 시공순서 등에 따라 구체적인 시공 방법을 방수 시공 전에 숙지하여야 한다(mock-up 시험 등)

(3) 공동구 건설 현장 주변의 기후, 온도, 습도, 바람, 대기에 포함된 화학적 성분(염분, 이산화탄소, 산성비 농도 등)에 대하여 방수층의 손상이 없도록 시공하여야 한다.

(4) 공동구의 방수를 실시함에 있어 준수해야 할 규격(한국산업표준 등), 지침(방수관련 전문 시방서 등) 및 법규의 내용 및 절차에 따라 시공 및 품질관리를 하여야 한다.

(5) 방수재료 및 공법 선정 시 고려사항은 다음과 같다.

① 재료 및 공법의 성능

가. 지반의 침하에 대한 장기적인 누수 안전성

나. 구조물의 침하, 진동 등의 거동에 대한 대응성

다. 구조 바탕체 표면의 습윤상태에서의 부착안전성

라. 방수층의 수밀성

마. 대기 온도의 변화에 대한 안정성

바. 조인트(연결부) 및 균열부에서의 내균열성

사. 지하수 조건에서의 장기적 내구성

아. 지하수의 수질(염분, 산 및 알칼리 성분), 오염수 환경(염수 및 황산염) 등에서의 화학적 안전성

② 시공측면

가. 바탕면 처리방법의 간편성

나. 용제계 재료 사용 유무

다. 시공 공정수의 간편성, 양생 기간 단축 효과

라. 시트 간 접착방법의 안전성 및 간편성

마. 바탕면(재료간) 접착방법의 안전성 및 간편성

바. 되메우기시 토압에 대한 안전성

사. 전 후 토목 공사와 연계성에서의 안전성

③ 재료생산 기술 측면

가. 생산 공장의 보유 유무

나. 국가 공인 기술의 인증 유무

다. 국내외 현장 적용 실적

④ 유지관리 측면

가. 사후 유지관리 유무(A/S 기간, 누수처리방법)

나. 방수공법의 시방기준

(6) 공동구에 일반적으로 사용되어온 방수재료 및 공법의 종류는 아래 표 1.7-1에 따라 열거할 수 있으며, 이들 재료 및 공법을 대상으로 상기 1.2.5의 고려사항을 참고하여 설치하고자 하는 공동구의 환경조건에 적합한 것을 선정하여야 한다.

표 1.7−1 방수재료 및 공법의 종류

<table>
<tr><th>형태에 따른 분류</th><th colspan="2">재료에 따른 분류</th></tr>
<tr><td rowspan="2">도막계 방수</td><td colspan="2">합성고분자계 뿜칠형 도막방수</td></tr>
<tr><td colspan="2">고무아스팔트계 뿜칠형 도막방수</td></tr>
<tr><td rowspan="7">시트계 방수</td><td rowspan="5">합성고분자계 시트</td><td>점착고무형 자착식 시트</td></tr>
<tr><td>콘크리트 일체부착형 시트</td></tr>
<tr><td>HDPE계 쉬트</td></tr>
<tr><td>에틸렌아세트산 비닐계 시트</td></tr>
<tr><td>폴리우레탄계 시트</td></tr>
<tr><td colspan="2">벤토나이트 시트</td></tr>
<tr><td rowspan="3">복합계 방수</td><td colspan="2">합성고분자계 도막 방수 + 시트계 방수</td></tr>
<tr><td colspan="2">점착유연형고무계 도막 방수 + 시트계 방수</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타 2 중 복합계 방수</td></tr>
<tr><td rowspan="2">조인트(연결부 방수)</td><td colspan="2">점착유연형고무계 방수씰</td></tr>
<tr><td colspan="2">점착유연형고무계 도막 방수 + 시트계 방수</td></tr>
</table>

(7) 공동구 결로는 내외부 온도차이 때문에 발생하므로 환기설비를 설치하는 것이 합리적이며 결로방지용 페인트 적용을 적극 검토하여야 한다.

2. 재료

2.1 총칙

내용 없음

2.2 굴착공사

내용 없음

2.3 개착공법에 의한 굴착

2.3.1 굴착기계 선정

(1) 굴착기계는 지반조건, 주위환경, 공동구의 크기, 형상, 연장, 굴착공법, 버력처리방법 등을 고려하여 선정하고 지반의 특성에 적합하고 경제성이 있는 기종을 선정하여야 한다

2.3.2 되메우기

(1) 되메우기 재료는 압축성이 적고 물의 침투에 의해 강도가 저하되지 않아야 하며, 다지기 쉽고 동상의 영향을 받지 않는 재료를 사용하여야 한다.

2.3.3 연약지반 처리

(1) 공사에 사용될 모든 재료는 규정된 품질이어야 하며, 공사감독자의 검사를 받은 것이어야 한다.

(2) 제품의 시험 또는 제작과정을 검사하기 위하여 해당 제작 장소에 검사원을 파견할 수 있다.

2.4 비개착공법에 의한 굴착

내용 없음

2.5 현장타설 콘크리트공

2.5.1 재료일반

(1) 콘크리트의 재료는 KCS 14 20 00을 따른다.

(2) 콘크리트 양생제는 한국산업표준의 규격 또는 이와 동등이상의 제품이어야 한다.

(3) 콘크리트는 화재가 발생할 경우 손상이 매우 크므로 내화성 모르타르 등의 적용을 적극 검토하여야 한다.

2.5.2 운반장비

(1) 운반장비와 조건은 다음과 같으며 KCS 14 20 00을 따른다.

① 운반차

가. 트럭믹서 또는 트럭애지테이터

(가) 운반거리가 먼 경우나 슬럼프가 큰 콘크리트의 경우에 사용하여야 한다.

(나) 운반차는 혼합한 콘크리트를 충분히 균일하게 유지하고 재료분리를 일으키지 않고 쉽고도 완전하게 배출할 수 있는 것이라야 하며, 콘크리트의 1/4과 3/4의 부분에서 각각 시료를 채취하여 시험을 하였을 경우, 양쪽의 슬럼프의 차가 30 mm 이내가 되는 것이어야 한다.

나. 덤프트럭

(가) 슬럼프 25 mm 이하의 된반죽 콘크리트를 10 ㎞ 이하의 거리를 운반하는 경우나 1시간 이내에 운반 가능한 경우에 사용하여야 한다.

(나) 덤프트럭의 적재함 바닥은 평활하고 방수에 양호한 것이어야 하며, 필요에 따라 직사광선 및 강우 등에 대한 보호를 위해 덮개를 갖춘 것으로 하여야 한다.

다. 손수레차

(가) 운반거리가 100 m 이하가 되는 평탄한 운반로를 만들어 콘크리트의 재료 분리를 방지할 수 있는 경우에는 손수레 등을 사용해도 좋다.

② 콘크리트 펌프

가. 펌프는 피스톤식 혹은 스퀴즈식의 것을 사용하고 그 외의 것을 사용할시 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

나. 콘크리트 펌프의 종류 및 압송관의 지름과 배관은 필요에 따라 시험압송한 후에 결정하여야 한다. 다만, 굵은 골재의 최대치수에 대한 압송관의 최소 호칭치수는 다음 표 2.5-1에 따른다.

표 2.5−1 굵은 골재의 최대치수에 대한 압송관의 최소 호칭치수

굵은골재의 최대치수(㎜)	압송관의 호칭치수(㎜)
20	100 이상
25	100 이상
40	125 이상

다. 압송관은 거푸집, 배근 및 부어넣은 콘크리트에 진동 등의 좋지 못한 영향이 미치지 않도록 지지대 또는 고정철물을 이용하여 설치하여야 한다.

라. 콘크리트의 압송에 앞서 부배합의 모르타르를 압송하여 콘크리트의 품질변화를 방지하여야 한다.

마. 압송관 출구로부터 (4)의 모르타르 품질이 저하된 부분 및 압송중의 막힘 현상 등에 의하여 품질이 저하된 콘크리트는 폐기하여야 한다.

바. 콘크리트 펌프는 미리 청소하고 필요하다면 시운전을 하여야 한다.

③ 트레미(tremie)

가. 트레미를 사용할 경우에는 그 기종, 형식 및 사용방법에 대해서는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

나. 트레미는 수밀성을 가지며 콘크리트가 자유롭게 낙하할 수 있는 크기를 가져야 한다. 세부사항은 KCS 14 20 00을 참조한다.

④ 콘크리트 플레이서를 사용할 경우에는 그 기종, 형식 및 사용방법에 대해서는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

⑤ 벨트 컨베이어를 사용할 경우 주의사항은 KCS 14 20 00을 참조한다.

⑥ 슈트를 사용할 경우, 주의사항은 KCS 14 20 00을 참조한다.

2.5.3 다짐장비

(1) 콘크리트 다짐시 진동기 제품성능 및 다짐방법은 KCS 14 20 00을 따른다.

2.6 프리캐스트 콘크리트(precast concrete)공

2.6.1 재료일반

(1) 콘크리트의 재료는 KCS 14 20 52을 따른다.

2.7 방수공사

2.7.1 방수재 재질

(1) 공동구에 사용하는 방수재는 콘크리트 바탕과의 접착, 재료 상호간의 접착이 좋은 재질이어야 하며, 품질은 기본적으로 한국산업표준 규격을 만족하는 제품을 사용하여야 한다.

(2) 공동구에 사용하는 방수재는 내구성, 인성 및 유연성 등이 요구 기준을 만족하고 공동구 본체 이음 시공시 파손되지 않는 재질이어야 한다.

(3) 공동구에 사용하는 방수재는 지하수의 화학적 성분(해수, 염분수, 기타 화학적 오염수)에 대한 반응 및 침적에 대한 안정성과, 수압 및 유속 변화에 대한 저항성, 구조물의 거동 영향에 대한 안전성 및 대응성, 온도 및 습도 변화에 대한 대응성, 습윤 및 수중 환경에서의 시공 안전성, 계절적 변화에 따른 시공안정성 등 기타 방수재로서 요구되는 성능을 만족하여야 한다.

(4) 공동구 본체 이음 시공부위 및 조인트 부위, 다른 구조물과의 연결부위 등에서는 방수층의 손상이 없도록 콘크리트 바탕면에 유연성을 갖는 방수용 씰재(이하 방수씰이라 함.)를 사용한 복합방수를 시공하여야 한다. 이때 사용하는 방수씰은 상시 유연성, 습윤면 부착성, 거동 대응성, 수중불 분리성을 갖는 재료이어야 한다.

(5) 공동구에 사용하는 방수재는 시공 시에 요구되는 성능을 확보하고 있는 지를 설계 과정이나, 시공 전에 평가(시험)를 통하여 확인한 후 사용하여야 한다.

2.7.2 방수재 선정

(1) 상기 1.7.2(5)의 방수공법 선정 시 고려사항, 1.7.2(6)의 방수재료 및 공법의 종류를 대상으로 표 2.7-1 ~ 표 2.7-5의 평가내용에 따라 공동구에 적합한 방수재료를 선정하여야 한다. 이때 평가 대상 재료는 한국산업표준에서 정하는 품질기준, 또는 시방서에서 정하는 품질 기준을 만족하는 재료이어야 한다.

(2) 방수재료 및 공법의 선정 평가는 설계단계 혹은 방수시공 이전 단계에서 설계자 혹은 수급인이 수행하거나, 국·공립품질시험 기관 또는 품질검사전문기관, 방수기술 관련 연구기관 등에 대행시킬 수 있다.

공동구

표 2.7-1 공동구 방수재료 및 공법 성능 평가 내용

순번	항목	평가 내용	평가지표	평점	비고
1	화학수 침적 안정성	각 재료별(시스템+공법)로 3주간 공동구 주변 화학수(염수 등) 침적 후 방수층의 안정성(들뜸, 박리 등 성능저하 유무)을 평가한다.	성능저하 없음		설계 또는 시공 단계에서 평가지표별 평점(가중치 및 점수)을 부여하여 종합 성능을 평가함
			성능저하 부분발생		
2	구조물 거동대응성	각 재료별(시스템+공법)로 5개의 시험체를 대상으로 10 ㎜ 이상 거동 시험 후 방수층 찢김, 누수현상의 발생 유무를 평가한다.(부분 누수는 시공불량으로 판정)	모두 누수 없음		
			1개 시험체 누수		
			2개 시험체 누수		
			3개 시험체 누수		
			4개 시험체 누수		
3	습윤면부착 안정성	각 재료별(시스템+공법)로 콘크리트 표면의 습윤상태에서의 부착 안정성을 3주간 평가한다.	전체면에서 안정		
			가장자리 들뜸		
			가장자리 및 중앙부 들뜸		
4	수밀성	각 재료별(시스템+공법)로 각종 성능 평가 후 수밀성을 평가한다.	투수없음		
			투수됨		
5	온도의존성	각 재료별(시스템+공법)로 온도(고온 및 저온)의 변화에 따른 적응성을 평가한다.	변형율이 적음		
			보통		
			변형율이 큼		
6	내균열성	각 재료별(시스템+공법)로 내균열 성능을 측정하여 가장 우수한 성능을 확보한 제품을 평가한다.	상위 20% 성능		
			중간 60% 성능		
			하위 20% 성능		
7	내구성	각 재료별(시스템+공법)로 40일간 내구성을 평가한다.	상위 20% 성능		
			중간 60% 성능		
			하위 20% 성능		
8	저온부착 안정성	각 재료(시스템+공법) 및 콘크리트를 저온에서 정치 후 콘크리트 표면 부착 안정성을 평가한다.	전체면에서 안정		
			가장자리 들뜸		
			가장자리 및 중앙부 들뜸		

표 2.7-2 방수 시공 기술 평가 내용(공통사항)

항목			평가 내용	평가지표	평점	비고
공통	바탕처리 방법 (단차처리, 이어치기 및 EJ조인트, 균열보수·보강은 기본적으로 수행함)		시공의 간편성을 위하여 콘크리트 표면의 레이턴스, 곰보 및 핀홀처리 등의 바탕처리 시행 유무를 평가한다.	바탕처리를 하지 않아도 되는 공법		설계 또는 시공단계에서 평가지표 별 평점(가중치 및 점수)을 부여하여 종합 성능을 평가함.
				바탕처리를 보통으로 수행한 공법(물청소, 건조)		
				바탕처리를 정밀히 수행한 공법(곰보, 핀홀처리, 바탕조정제 바름 등)		
	용제계 재료 사용 유무		화재, 환경 안전성을 위하여 바탕 처리용 프라이머 도포, 도막재의 혼합, 접착제의 사용에 있어서 용제(크실렌, 톨루엔, 휘발유 등)를 사용하는지의 유무를 평가한다.	무기용제계 성분 사용		
				유기용제계 성분 사용		
	공정수 (바탕처리 제외)		공사관리의 간편성과 시공의 정밀성 확보를 위하여 방수공사의 총 공정수를 평가한다.	공정수가 3회 이하 공법		
	기본 공정	프라이머 도포 방수재처리 보호층 설치		공정수가 4회인 공법		
				공정수가 5회 이상인 공법		
	양생기간		시공품질 확보 및 공사기간의 관리를 위하여 해당 공법에 대한 방수 시공 시작부터 종료(완전건조)까지의 기본공정에 소요되는 일수(단위면적당)를 평가한다.	소요일수 1일		
				소요일수 2일		
				소요일수 3일 이상		

표 2.7-3 시공 기술 평가 내용(계열별)

항목			평가 내용	평가지표	평점	비고
계열별	도막계	도포 방법	도막재의 방수시공방법이 방수층의 두께 균일성 · 시공성 등을 고려하여 뿜칠형 혹은 도포형(롤러, 주걱 등) 인지를 평가한다.	뿜칠형		설계 또는 시공 단계에서 평가지표별 평점(가중치 및 점수)을 부여하여 종합 성능을 평가함.
				도포형		
		두께 균질성	도막재 시공 후 건조까지의 두께 균질성을 평가한다.	균질		
				불균질		
	시트계	시트 간 접착	시트 간 접합부의 수밀성 확보를 위한 시공기술의 간편성을 평가한다.	자착식(점착제)		
				열융착식		
				접착제		
		바탕면 접착	시트와 바탕 간의 수밀성 및 부착 안전성 확보를 위한 시공기술의 간편성을 평가한다.	자착식(점착제)		
				열융착식		
				접착제		
	복합계	시트 간 접착	바탕체와 방수재의 접착부 수밀성 및 부착안전성 확보를 위한 시공기술의 간편성을 평가한다.	자착식(점착제)		
				열융착식		
				접착제		
		재료 간 접착	방수재와 방수재의 접착부 수밀성 및 부착안전성 확보를 위한 시공기술의 간편성을 평가한다.	자착식(점착제)		
				열융착식		
				접착제		

표 2.7-4 생산 기술 평가 내용

항목	평가 내용	평가지표		평점	비고
생산 공장	해당 제품의 원활한 공급 및 생산 품질관리의 신뢰성을 평가한다.	공장보유(자체생산)			설계 또는 시공 단계에서 평가지표별 평점(가중치 및 점수)을 부여하여 종합 성능을 평가함.
		위탁생산	1개 제품		
			2개 제품 이상		
기술 인증	해당 방수재료 및 공법에 대한 정부 공인 기술확보 유무를 평가한다.	건설신기술+특허기술			
		건설신기술			
		특허기술			
		없음			
적용 실적	해당 방수재료 및 공법에 대한 국내·외 현장 적용 실적을 평가한다.(누수하자 발생현장은 제외함)	10개소 이상 (국외실적포함)			
		5~9개소			
		4개소 이하			

표 2.7-5 방수공사 시방서 및 유지관리 지침 평가 내용

항목	평가 내용	평가지표	평점	비고
시방서 및 유지관리지침	해당 방수기술의 현장 품질확보를 위한 시공기술지침(시방서, 유지관리 지침 등)의 작성, 준비 정도로 평가한다.	양호		설계 또는 시공 단계에서 평가지표별 평점(가중치 및 점수)을 부여하여 종합 성능을 평가함.
		보통		
누수보수대책	해당 방수기술의 시공 중 방수층관리 및 시공 후(되메우기 후) 누수보수 대책기술의 확보 유무를 평가한다.	있음		
		없음		

3. 시공

3.1 총칙

내용 없음

3.2 굴착공사

내용 없음

3.3 개착공법에 의한 굴착

3.3.1 굴착기계 일반

(1) 개착공법의 굴착은 인력굴착과 기계굴착이 있으며, 기계굴착은 쇼벨, 브레이커 등의 중장비를 사용하여 굴착하는 방법으로 지반의 이완을 최소화하고 굴착면의 안정을 유지하여야 한다.

(2) 기계굴착은 발파나 인력굴착이 불가능하며, 절리가 심하게 발달한 암반이나 토사지반에 적용하여야 한다.

3.3.2 굴착기계 운전

(1) 굴착기계 운전은 KCS 27 20 00에 따른다.

3.3.3 되메우기

(1) 구조물 외측부의 되메우기 시공시에는 방수층이 손상되지 않도록 양질의 토사로 되메우기 하되, 층마다 잘 다지도록 하며 만약 다지기가 곤란할 때에는 모래를 충전하고 물다지기를 하거나 소형 장비로 다짐을 실시하여야 한다.

(2) 매설물, 비계, 동바리 부근은 편압, 충격 등을 주지 않도록 양질의 토사로 시공하여야 한다.

(3) 매설물 상부의 되메우기는 매설물에 손상을 주지 않도록 운반차로부터 직접 투입해서는 안 된다.

(4) 터파기한 재료가 되메움재로 적합하다고 판단되면 선별 사용토록 할 수 있다.

(5) 되메우기의 1층 다짐 완료 후 두께는 200 mm 이하이어야 하며, 3층마다 KS F 2312의 D, E방법에 의해 구한 최대건조밀도의 95%, 원지반 위 성토 또는 성토되는 부분에서는 A 다짐의 90%를 유지하여야 한다.

(6) 구조물 방수공 및 방수보호공이 완료되면 즉시 되메우기 작업을 시행하여야 하며, 지표면의 침하가 우려되는 경우, 시험성토를 시행한 후 그 결과에 따라 시행하여야 한다.

3.3.4 연약지반 처리

(1) 연약지반 처리는 KCS 11 30 35를 따른다.

3.3.5 토공

(1) 토사굴착에 있어서는 토질에 따라서 1회 굴착장, 폭, 높이 및 경사에 유의하여 주변지반을 이완시키지 않도록 하여야 한다.

3.4 비개착공법에 의한 굴착

(1) 비개착공법에 의한 굴착은 KCS 27 20 00을 따른다.

3.5 현장타설 콘크리트공

3.5.1 시공준비

(1) 시공준비는 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.2 운반

(1) 운반은 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.3 타설

(1) 타설은 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.4 펌핑

(1) 펌핑 및 관련장비에 관해서는 타설은 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.5 한중 콘크리트 타설

(1) 한중 콘크리트 타설은 KCS 14 20 40을 따른다.

3.5.6 서중 콘크리트 타설

(1) 서중 콘크리트 타설은 KCS 14 20 41을 따른다.

3.5.7 수중 콘크리트 타설

(1) 수중 콘크리트 타설은 KCS 14 20 43을 따른다.

3.5.8 다지기

(1) 다지기는 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.9 시공이음

(1) 시공이음은 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.10 신축이음

(1) 신축이음에는 구조물이 서로 접하는 양쪽 부분을 절연시키고 필요에 따라 이음재, 지수판 등을 배치해야 한다.

(2) 기타 신축이음에 관한 사항은 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.11 균열유발줄눈

(1) 균열유발줄눈의 위치와 구조는 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.12 양생 및 보호

(1) 콘크리트 양생은 KCS 14 20 00을 따른다.

3.5.13 시공허용오차

(1) 철근콘크리트 구조물의 내구성 확보를 위하여 허용되는 균열폭은 KDS 14 20 30, KDS 14 20 40을 따른다.

(2) 치수의 허용오차는 KCS 21 50 05을 따른다.

3.5.14 콘트리트 방수 · 방습 · 방재

(1) 콘크리트 공사완료 후 설계도서에 지정된 방수공사에 따라 시공하여야 한다.

(2) 콘크리트 공사완료 후 설계도서에 지정된 방습공사를 수행하여야 한다.

(3) 콘크리트 공사완료 후 설계도서에 지정된 방내화 공사를 수행하여야 한다.

3.6 프리캐스트 콘크리트(precast concrete)공

3.6.1 프리캐스트 콘트리트 일반

(1) 시공 계획

① 공사 착공 전에 지형, 토질, 지역환경 및 도로 상황 등을 고려하여 시공계획서를 작성하고 공사감독자와 충분한 협의 후 시공에 임하여야 한다.

② 시공상에 지장을 초래하기 쉬운 지상 구조물(육교, 전선 등)과 지하 매설물에 대하여 설계도를 참조하여 조사하고 각 관계 관공서 및 매설물 관계자에게 현지 입회를 요청하여 보전 및 이설 계획 등을 협의 후 시공에 임하여야 한다.

③ 설계도서와 현장과의 일치여부를 확인하는 공사 시공측량을 실시한 다음 설계도서와 일치하는지 확인한 후 시공측량 결과가 상이하면 설계 변경 등의 조치를 하여 작업에 지장이 없도록 하여야 한다.

④ 프리캐스트 콘크리트는 중량물이므로 현장근무자를 대상으로 사전 안전교육을 실시하여야 한다.

(2) 조립 준비

① 시공계획서에 따라 설치작업 준비상태를 확인하여야 한다.

② 기초 콘크리트 바닥 레벨을 검측하고 바닥이 고르지 못한 경우 레벨용 모르타르를 시공하여야 한다.

③ 설치 장비의 용량, 진입방법, 작업위치, 설치방법을 선정하여야 한다.

④ 연결관로 맨홀 기타 이형 제품의 설치 여부를 확인하여 자재 반입계획을 수립하여야 한다.

(3) 제품 조립

① 기초공의 수평도를 확인하고 수평도가 불량할 경우에는 마른 모르타르로 재 조정한 후 제품을 설치하여야 한다.

② 거치 도구, 와이어로프 등은 안전점검을 충분히 하고 거치 작업 중에는 제품 아래에서 작업하지 않도록 하여야 한다.

③ 제품을 거치하기 전에 접합면을 솔, 깨끗한 마른걸레 등으로 먼지, 흙 등 불순물을 제거한 후 건조상태를 유지 하여야 한다.

(4) 방수

① 작업 대상면은 충분히 건조한 상태로 유지하고 평활하게 표면처리를 하여야 한다.

② 작업 면의 현저한 돌기물이나 취약부 등은 제거하거나 보수하고, 접착 면은 솔이나 빗자루 등을 이용하여 접착의 방해가 되는 먼지, 오염물 등은 완전하게 제거하여야 한다.

③ 하루의 평균기온이 4 ℃ 이하가 되는 기상조건 하에서는 응결경화반응이 지연되어 콘크리트가 동결할 염려가 있으므로 한중콘크리트로서 시공하여야 한다.

④ P.C Box 부재사이의 접합부는 적절한 방법으로 방수성능이 확보되도록 하여야 한다.

⑤ 작업은 경사 하단부부터 상부 방향으로 시공하고, 가능한 물 구배와 수직방향이 되도록 작업하여야 한다.

⑥ 방수시트와 시트의 겹침을 최소 100 mm 이상으로 하고 물흐름을 고려하여 아래쪽으로 향하는 재료가 상층부에 위치하여 겹치도록 하여야 한다.

⑦ 방수막의 사용기준은 설계도서에 따르되 요구조건에 맞는 방수기능을 유지할 수 있는 공인된 제품이어야 한다.

(5) 마감

① 시공부위의 먼지, 기름, 수분, 연마 잔여물 등을 완전히 제거하여야 한다.

② 시공부위 주위에 오염 또는 훼손을 방지키 위하여 조인트 양측에 테이핑(taping) 작업을 실시하며, 마스킹 테이프 제거 시 접착이 남지 않는 우수한 제품을 사용하여야 한다. 마스킹 테이프는 당일작업 부분에 한하여 붙여 주어야 한다.

③ 작업 부위에 맞는 선정된 프라이머를 도포한 후 완전히 경화된 후 작업에 들어가야 한다.

(6) 시공순서

① 기초지반개량은 설계도서에 따라 지반조건에 적합하게 시행하여야 하며, 국부적인 불량한 기초지반인 경우 양질토사 혹은 잡석으로 치환하여야 한다.

② 프리캐스트 철근콘크리트 공동구의 시공시에는 그림 3.6-1을 참조하여 나타낸 시공순서를 파악하고, 다른 관련공사, 이미 설치되어 있는 지하 매설물, 환경보전대책 등을 잘 검토하여, 안전하고 원활한 시공이 가능하도록 치밀하게 시공계획을 수립해야 한다.

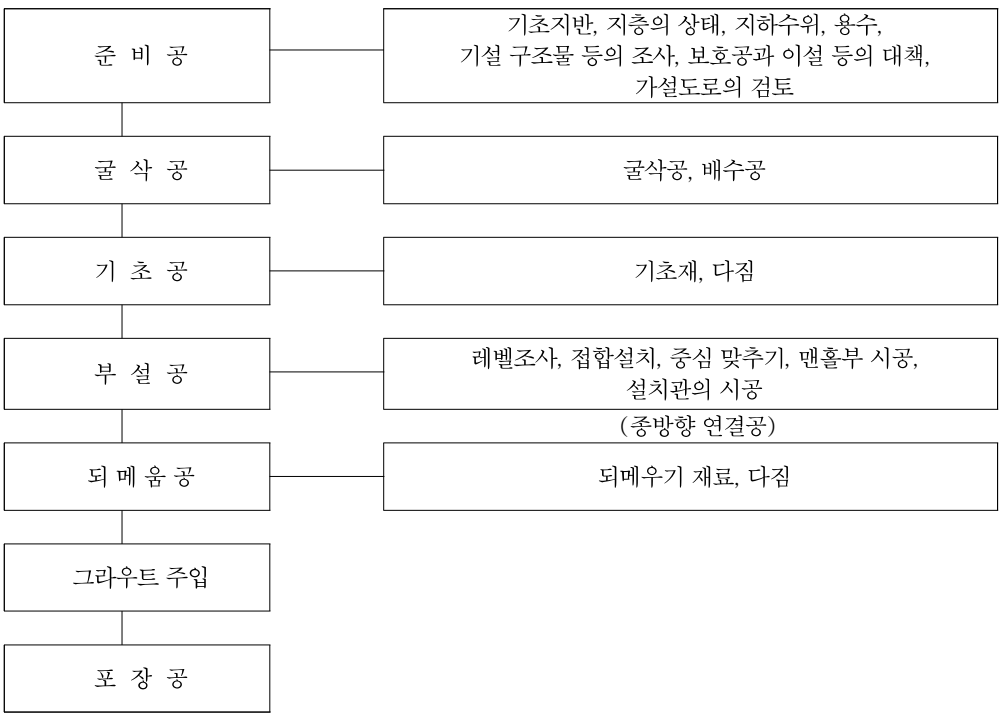


그림 3.6-1 시공순서

3.7 방수공사

3.7.1 방수공사 일반

(1) 공동구의 방수는 다음의 사항을 고려한 시공이 이루어져야 한다.

① 공동구의 형상과 구조

② 지형, 지반, 지하수(부등 침하, 수질 및 수량, 수압)

③ 기후 및 환경(온도 및 습도, 바람, 염분 농도)

④ 주변 구조물(진동 및 거동 영향, 인접구조물의 영향)

3.7.2 사전준비

(1) 방수작업을 시작하기 전에 콘크리트 면의 요철을 완만하게 정리하여 시공 시 방수막이 손상되거나 방수재와 콘크리트 사이에 과도한 공극이 발생하지 않도록 조치하여야 한다.

3.7.3 방수시공

(1) 선정된 재료 및 공법에 따른 방수시공에 있어서는 현장의 여러 가지 시공조건 등을 고려해서 종합적으로 시공계획을 작성하여 신속한 대책을 강구하여야 한다.

① 공동구의 구조 상세를 고려한 방수시공

공동구의 형태(정방형, 원통형 등)에 따라 구조체 연결 조인트, 관통부, 이종구조물간의 연결부 등이 존재하는 경우에는 초기단계에서부터 이들 부위에 적절한 방수 시공을 하여야 한다.

② 지반 상태의 안정, 침하 등을 고려한 방수시공

공동구가 설치될 지역의 지반 상태에 따라 구조체가 침하하여 방수층이 손상되는 것을 방지하기 위하여 지반의 침하량 등을 충분히 검토하여 구조체의 거동에 장기적으로 안정된 성능을 확보할 수 있도록 방수시공을 하여야 한다. 특히 침하량 혹은 거동량이 50 mm 이상으로 측정될 경우에는 선정된 방수재료 및 공법이 이에 적합한 성능을 확보하고 있는지를 확인한 후 시공하여야 한다.

③ 구조체 바탕 상태를 고려한 방수시공

공동구 방수시공에서 콘크리트 구조체의 바탕은 우천, 지하수 등의 영향으로 상시 젖은 상태(습윤상태)의 조건 하에 놓이는 경우가 많다. 이러한 경우, 콘크리트 바탕과 방수재의 부착력을 저하시켜, 방수층의 품질 확보가 어렵다. 따라서 사용하고자 하는 방수재료 및 공법이 방수 바탕의 습윤 조건 하에서도 시공이 가능하고, 품질확보가 가능한지를 방수시공 전에 확인하여야 한다.

④ 특수개소의 방수시공

공동구에 있어서 가변이음부, 이종 구조물간의 연결부, 구조물간 신축줄눈부, 벽관통부 등과 같은 개소에서는 각각의 구조특성을 충분히 고려하여야 한다. 이때 방수재가 가변부의 거동에 대한 설계 변위량에 추종할 수 있도록 방수 시공을 하여야 한다.

⑤H형강 등 말뚝머리부의 방수시공

공동구가 설치될 지역의 지반 개량 등을 위해 사용되는 H형강, 강관 혹은 콘크리트 파일 등 말뚝머리부는 공동구 바닥부의 누수에 영향을 주므로 이를 방지할 수 있는 방수 시공을 하여야 한다.

⑥시공줄눈 및 신축줄눈부 시공

시공줄눈 및 신축줄눈부는 구조체의 침하 거동, 온도의 변화에 의한 수축팽창 등의 영향으로 방수층이 쉽게 손상되는 개소이다. 이러한 부위는 구조물의 거동에 안전하게 대응할 수 있는 이중 보강형 방수처리 또는 유연성을 갖는 방수씰재 처리 등을 병행하여 시공하여야 한다.

⑦계절적 변화를 고려한 방수시공

사계절의 변화가 있는 기후환경에 따라 공동구가 설치되는 시점의 기후변화에 대처가 가능한 방수재를 통해 안정된 시공성을 확보하여야 한다.

(2) 시트계 재료는 코너부, 돌출부 등 굴곡부에서의 바탕면 추종성이 부족하며, 시트간 접합부의 수밀성 확보가 어려우므로 이와 같은 문제점을 정확히 관리하여야 한다.

(3) 도막계 재료는 기후의 영향이 크고, 두께의 불균질, 핀홀 발생 등 방수층의 안정성이 크게 우려되므로 시공 과정에서 품질을 관리하여야 한다.

(4) 방수공사를 수행함에 있어서 시공 중 혹은 시공 후에 나타나는 방수층의 결함, 누수 등의 하자에 대해서는 방수공사 전에 품질 보증 및 그 책임의 한계를 명확히 하여야 한다.

(5) 공동구 외면 방수공사는 선정된 방수재를 사용하여 구조물의 환경(거동 및 진동, 지하수 조건 등)에 요구되는 성능, 구조체 바탕 상태, 지하수의 상태 등 시공개소의 조건이나 시공성을 고려하여 이에 적합한 시공계획을 수립하여야 한다.

①시공에 있어서는 공사의 규모, 바탕면의 상황, 누수 등의 시공조건에 적응 가능한 사용재료, 사용기기 및 설비, 시공방법 등에 대해서 종합적인 시공계획을 세운다.

②방수시공은 필요시 충분한 경험과 기술이 풍부한 방수기술자(전문가)의 지도하에 수행하여야 한다.

③방수재 등의 보관 및 취급에 있어서는 접착면에 이물질이 붙지 않도록 보호하고 물리적으로도 손상을 주지 않으며, 화재가 발생되지 않도록 주의하여야 한다.

④구조체 바탕면 및 누수개소의 처리

방수시공에 지장을 초래하는 바탕면의 곰보, 돌기물, 이물질 등은 사전에 처리하고 지하유입수 또한 방수 바탕면에 접촉 되지 않도록 확실하게 배수하여 안정된 방수 바탕면을 확보하여야 한다. 누수개소는 사전에 완전히 보수한 후 방수공사를 하여야 한다.

⑤작업가설대 및 설비

방수시공 시 작업가설대 및 설비는 안전성, 시공성 등을 고려해서 적합한 것을 사용하여야 한다.

⑥ 사용기기류

방수시공의 작업용 기기는, 안전하고 확실한 작업이 가능한 것을 사용하여야 한다.

⑦ 방수 시공 후 연계 공사시의 유의사항

가. 방수시공 후에 이루어지는 후속 공사 작업은 기 시공된 방수층에 손상을 입히지 않도록 아래의 사항을 유의하여 시공하여야 한다.

(가) 바닥 철근조립 작업 시에 방수층을 파손시키지 않도록 각별히 주의해서 시공하여야 한다.

(나) 바이브레이터의 사용에 있어서 방수층을 파손시키지 않도록 주의해서 시공하여야 한다.

3.7.4 방수재 품질시험 및 관리

(1) 2.2에서 선정된 방수재는 공사 기간 중 필요시에는 한국산업표준(KS)에서 규정하거나, 설계도서에 명시한 품질 기준치에 적합한지를 시험하여 관리하며, 필요시에는 국·공립 품질시험기관, 품질검사전문기관에 시험을 의뢰하여 관리할 수 있다.

(2) 방수시트의 보관은 태양광이 자외선이 직접 닿지 않도록 하고, 빗물 또는 현장 주변의 지하수 등에 의한 피해로 열화가 진행되지 않도록 실내 창고 등에 보관하여야 한다.

(3) 방수공사를 수행하기 전에 방수설계, 시공관리, 재료 품질 및 유지관리의 정확성을 확인하거나, 시공과정에서 나타날 수 있는 문제점을 사전에 확인하기 위하여 견본시공(mock-up)을 수행하여야 한다.

(4) 방수공사를 수행함에 있어서 시공 중 혹은 시공 후에 나타나는 방수층의 결함, 누수 등의 하자에 대해서는 방수시공 전에 품질 보증 및 그 책임의 한계를 명확히 하여야 한다.

(5) 품질 관리를 위하여 방수작업 개시 전에 방수작업과 관련된 타 공정과의 간섭사항, 공사순서, 타 공정에 미치는 영향 등을 사전 검토하여야 한다.

(6) 방수층의 검사 및 보수

① 방수시공 후 방수층의 안전성 유무를 확인하고, 파손, 들뜸 등 누수의 우려가 있는 부분은 보수하여야 한다.

(7) 방수층 보호

① 방수시공 후 되메우기 등의 후속 작업에 의한 방수층의 안전성을 확보하기 위하여 보호층을 설치한다. 보호층에 사용하는 보호재는 사용 방수재의 보호에 적합한 제품으로서 설계도서에 명기하거나, 방수재 제조업자 혹은 방수시공자가 제공하여야 한다.

3.7.5 되메우기

(1) 되메우기는 방수작업 완료 방수재 제조업자의 시방에 따른 시간 내에 실시하여야 한다.

(2) 되메우기 작업 시 방수시트를 손상시킬 수 있는 100 mm 이상의 호박돌, 자갈, 벽돌, 목재 및 철근 등 날카로운 모서리를 갖는 골재는 제거하고, 불순물이 포함되지 않은 흙이나 자갈 등을 사용하여야 한다.

(3) 되메우기 흙의 낙하 높이가 높을 경우에는 슈트를 사용하여 방수층에 직접 충격이 가지 않도록 주의하여야 한다.

3.7.6 안전 및 방화관리

(1) 방수공사에 있어서는 작업자는 용제류, 화기류, 장비 및 도구류 등의 사용에 있어서 안전 및 건강에 문제가 발생하지 않도록 사전에 점검 및 관리하여야 한다.

(2) 화재 발생을 방지하기 위하여 충분한 열원 관리 대책을 수립함과 동시에, 소화, 피난, 구호, 안전교육 등의 제반 사항을 시공 전에 점검 관리하여야 한다.

3.7.7 시공 중 유지관리

(1) 공동구의 외면 방수 시공 이후 발생한 누수에 대해서는 구조물 및 내부 시설물에 대한 지하수의 피해를 최소화하고, 경제적인 유지관리를 위한 보수 혹은 보강 대책을 수립하여야 한다.

(2) 공동구의 누수는 물의 유입 지점에서 근본적으로 차단함을 목적으로 하여야 한다.

(3) 공동구의 누수처리 수단으로 적용되는 보수공사는 구조물 및 균열의 거동, 내구성, 시공성, 수중안전성, 습윤면 부착성 등을 종합적으로 검토하여 적절한 보수재료 및 공법을 선정하여야 한다.

(4) 공동구의 누수 부위에 사용하는 누수 보수 공법은 균열 주입 보수 공법, 배면주입 보수공법, 방수층 재형성 공법 등을 사용할 수 있으나, 보수재료는 본 구조물의 누수환경에 요구되는 중요 사항을 바탕으로 구성된 평가 방법(KS F 4935 등 참고) 표 3.7-1에 따라 선정하도록 한다.

표 3.7-1 누수 보수용 주입형 실링재의 성능 기준

항목			성능 기준	비고
투수저항성능			투수되지 않을 것	KS F 4935
습윤면 부착성능			60초 이내에 시험체 밑판이 탈락하지 않을 것	
구조물 거동 대응성능			투수되지 않을 것	
수중 유실 저항성능(※)			중량 변화율이 −0.1% 이내일 것	
내화학성능(※)	산처리	황산	중량 변화율이 −0.1% 이내일 것	
		염산		
		질산		
	염화나트륨 처리			
	알칼리 처리			
온도의존성능(내열/내한성)			투수되지 않을 것	

※ 실링재에는 물(H_2O)또는 화학수와 반응하여 팽창함으로서 중량이 증가하는 종류도 있으나 이는 일반적으로 성능 저하(수중 유실)를 나타내는 요인은 아니므로 중량 감소만 평가함

(5) 보수 시공 관리

① 시공은 누수의 상태, 공사 규모, 누수 등의 시공조건에 적절한 사용재료, 사용기기 및 설비, 시공방법 등 종합적인 관점에서 시공계획을 세워야 한다.

② 누수보수공사는 충분한 경험과 기술이 있는 방수공사 기술자의 지도하에 수행하여야 한다.

③ 보수재, 기타 부자재 등의 보관 및 취급에 대한 계획을 세워야 한다.

④ 재료의 품질을 유지할 수 있는 자재의 사용관리에 대한 방법을 공지하여야 한다.

(6) 보수재료의 품질 관리

① 수급인은 주요 자재에 대한 품질보증서를 제출하여야 하며, 공사감독자는 반입된 자재의 표본을 추출하여 이에 대한 품질을 확인하여야 한다.

(7) 특수 개소의 보수 시공

① 공동구에 있어서 다음과 같은 부위에서의 누수는 각각의 구조특성을 고려하여 적절한 보수재료 및 방법을 선정하여 시공하여야 한다.

가. 구조물의 직각 및 코너부

나. 신축 이음부

다. 구조물 관통부

집필위원	분야	성명	소속	직급
	토목	이유석	한국시설안전공단	책임연구원
	토목	신병길	한국시설안전공단	연구원

자문위원	분야	성명	소속
	토목	조계춘	한구과학기술원(KAIST)
	토목	홍은수	한국과학기술원(KAIST)
	토목	송기일	인하대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	공통	배병훈	한국도로공사
		구찬모	한국토지주택공사
		김홍문	평화엔지니어링
		최용규	경성대학교
		정충기	서울대학교
		정상섬	연세대학교
		김유봉	서영엔지니어링
		박종호	평화지오텍
		박성원	유신
		임대성	삼보ENG
		김운형	다산컨설턴트

공동구

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	구자흡	삼영엠텍(주)
	차철준	한국시설안전공단
	최상식	(주)다음기술단
	김현길	(주)정림이앤씨
	이근하	(주)포스코엔지니어링
	박구병	한국시설안전공단

국토교통부	성명	소속	직책
	김우현	국토교통부 도시정책과	사무관
	김현성	국토교통부 도시정책과	주무관

표준시방서
KCS 11 44 00 : 2016

공동구

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
☎ 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 50 05 : 2016

얕은기초

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 도로교 표준시방서, 건축공사 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서, 조경공사 표준시방서, 하수관거 표준시방서의 얕은기초에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로교 표준시방서	• 도로교표준시방서 제정	제정 (1977.12)
도로교 표준시방서	• 콘크리트공사 표준시방서 개정 내용 반영	개정 (1983.12)
도로교 표준시방서	• 국내외 여러 시방서 및 기술개발 최신 내용 반영	개정 (1992.11)
도로교 표준시방서	• 시방서의 내용을 설계편과 시공편으로 분리하고 유지관리 내용을 포함	제정 (1996.4)
도로교 표준시방서	• 각 분야간 상충문제 해소를 위한 새로운 체계로 개편	개정 (1999.8)
도로교 표준시방서	• TMC 강재기준 추가 및 용접기준 개선	개정 (2005.2)
도로교 표준시방서	• 교량구조용 압연강재, 고강도콘크리트 등 고성능 재료의 시공을 위한 규정 신설, 원심력 콘크리트 말뚝의 품질관리기술을 추가	개정 (2013.2)
도로교 표준시방서	• 비파괴검사 방법에 방사선투과검사외에 초음파탐상검사도 선택할 수 있도록 추가	부분개정 (2015.6)
건축공사 표준시방서	• 건설부에서 대한건축학회에 의뢰하여 작성 제정함.	제정 (1967.12)
건축공사 표준시방서	• 신규 자재와 신공법의 반영으로 인한 보완, 개정	개정 (1978.12)
건축공사 표준시방서	• 신자재와 시공법 등에 대한 내용의 개정 보완	개정 (1985.12)
건축공사 표준시방서	• 신자재와 시공법 등에 대한 내용의 개정 보완	개정 (1989.8)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건축공사 표준시방서	• 축적된 경험과 지식을 종합하고 국내외의 관련문헌과 자료 분석, 정리, 신자재와 신기술을 국내 기술수준에 부합되게 체계화함.	전면개정 (1994.8)
건축공사 표준시방서	• 장, 절을 코드화하여 체계화, 건설교통부의 기존 운영체계에 일치하도록 분류변경, 시방내용을 현실성 있게 대폭적으로 개정	개정 (1999.5)
건축공사 표준시방서	• 외국의 시방서 체계를 분석하여 기존 29개의 장에서 24개로 통폐합, 성능시방서 작성원칙에 따라 한국산업규격이나 기타 관련 규격을 인용하는 수준으로 기술함.	개정 (2006.4)
건축공사 표준시방서	• 건축분야의 녹색성장과 관련된 신기술과 신공법의 신속한 도입과 활용 등을 위해 개정	개정 (2013.7)
건축공사 표준시방서	• 방수공사 아스팔트 프라이머 품질기준 개정(KS기준 상이한 문제에 대한 조치)	부분개정 (2015.12)
KCS 11 50 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 50 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국지반공학회　　작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출자료 ····· 1
2. 재료 ····· 1
2.1 콘크리트 ····· 1
2.2 철근 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 시공준비 ····· 2
3.1.1 공사착수 전 조사 및 확인사항 ····· 2
3.1.2 기존시설물의 처리 ····· 2
3.2 토공작업 ····· 2
3.2.1 기초터파기 및 바닥면 마무리 ····· 2
3.2.2 비탈면 안정 ····· 2
3.3 지지층 검사 ····· 3
3.4 시공기록 포함사항 ····· 3

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 양질의 지지층이 지표면 가까운 곳에 존재하여 얕은기초 형식으로 지지층에 직접 지지되는 기초공사에 적용한다.

(2) 지지층 아래 압축성이 큰 토층이 존재하지 않아서 침하량이 허용치를 초과할 가능성이 없을 때 적용한다.

(3) 지지층 아래 압축성이 큰 토층이 있다면 깊은기초를 선택하거나 지반개량을 전제로 한 얕은기초를 고려하여야 한다.

(4) 기초형식 적용의 적합성 여부를 판단하기 위해서는 다음 사항을 검토하여야 한다.

① 기초지반이 전단파괴에 대해 안전하여야 한다.

② 전체침하나 부등침하가 허용범위를 초과하지 않아야 한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KCS 14 20 11 철근공사
- KS F 2444 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력 시험방법

1.3 제출자료

(1) 공정표 및 시공계획서

(2) 지반조건

설계 시에 행하였던 지반조사 결과에 관하여는 충분히 검토하고, 하부구조의 기초형식이나 지반의 상황에 따라 정밀한 보링이나 각종 시험을 보충하는 등 보다 면밀한 조사를 시행하여야 한다.

(3) 시험 및 검사: 필요한 각종 시험과 검사에 대한 계획서를 공사착수 전에 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 콘크리트

(1) KCS 14 20 10의 해당 요건에 따른다.

2.2 철근

(1) KCS 14 20 11의 해당 요건에 따른다.

3. 시공

3.1 시공준비

3.1.1 공사착수 전 조사 및 확인사항

(1) 지하매설물 및 지상 장애물을 사전에 조사하여 그 대책 방법을 강구하여야 한다.
(2) 지반조건 및 현장조건이 설계된 기초공법에 적합한 지 확인하여야 한다.

3.1.2 기존시설물의 처리

(1) 공사착수 전에 관련되는 모든 기존시설에 대한 설치깊이와 규모를 확인하여 토공작업으로 인한 피해가 없도록 하여야 한다.
(2) 도면에 표시되지 않은 사용 중인 지하시설물이 발견되면 공사감독자에게 통보하고 적법한 절차에 따라 이설하여야 한다.

3.2 토공작업

3.2.1 기초터파기 및 바닥면 마무리

(1) 기초터파기 경사는 토질조건과 지하수의 상태 등에 따라 안전한 굴착면 경사를 유지하여야 하고 필요시 가설흙막이벽을 설치하여야 한다.
(2) 기초바닥면은 평탄하게 마무리하여야 한다.
(3) 기초바닥재로 직경 75 ㎜ 이상의 조약돌을 깔 경우에는 막자갈 또는 쇄석 등의 채움재료로 공극을 메우고 소형 롤러 또는 램머 등으로 다짐을 하여야 한다.
(4) 기초바닥재로 자갈 또는 모래를 깔 경우 재료를 깐 후 소형 롤러, 램머 등으로 다짐을 하여 설계두께로 마무리하여야 한다.
(5) 암반지지 기초의 경우 바닥면의 경사가 1:4 이상인 경우 계단식 또는 톱니식으로 마무리하여야 한다.
(6) 바닥면에 용수, 우수 등의 유입이 우려될 경우에는 적절한 배수처리를 하여야 한다.
(7) 바닥면이 암반일 경우에는 돌부스러기 등 이물질을 완전히 제거하여야 하고 토사일 경우에는 적절한 다짐장비로 충분한 다짐을 하여야 한다.
(8) 교량기초가 비탈면에 설치되는 지점은 기초터파기 부분의 되메우기 시 비탈면이 원래 상태로 복구되도록 되메우기를 하여야 한다.

3.2.2 비탈면 안정

(1) 경사가 급한 위치에 놓이는 구조물의 기초터파기에 있어서는 시공 중이나 구조물 완

성 후 비탈면 안정에 대한 검토를 하여야 한다.

(2) 비탈면에 놓이는 교대의 기초터파기 부분 되메우기는 원래 상태의 비탈면이 형성되도록 복구한 후 식재정비를 하여 녹지축을 복원하여야 한다.

3.3 지지층 검사

(1) 기초바닥면의 실제조건과 지반조사 자료를 비교・검토하고 공사감독자의 검사를 받아야 한다.

(2) 지지층의 안전성은 평판재하시험(KS F 2444) 결과에 기초의 크기효과(size effect)를 고려하여 확인하여야 한다.

(3) 쇄석 등으로 치환을 하는 경우에는 치환층이 포함되도록 평판재하시험을 실시하여야 하며, 이때 평판의 크기가 KS F 2444에서 규정하는 크기 이상일 경우 공사감독자와 협의 후 결정한다.

(4) 지지층 검사가 끝나면 즉시 고르기(lean) 콘크리트를 칠 수 있도록 준비하여야 한다.

3.4 시공기록 포함사항

(1) 공사명, 공사개소, 사업주체, 시공자, 시행공정

(2) 완성된 기초공의 제원, 배치도, 구조도, 지반의 개요

(3) 임시가설비의 배치와 능력, 시공방법, 기계기구

(4) 각종 조사 및 시험성과

(5) 환경대책 및 안전대책

(6) 시공 중에 발생한 특수상황과 그 대책

(7) 각 공정의 시공기록, 사진 등

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
하익수	**경남대학교**	장학성	㈜유신
이준환	연세대학교		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
남문석	한국도로공사	박이근	㈜지오알앤디
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 50 05 : 2016

얕은기초

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 50 10 : 2016

현장타설 콘크리트 말뚝

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 도로교 표준시방서를 중심으로 토목공사 표준일반시방서, 건축공사 표준시방서의 현장타설말뚝에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
도로교 표준시방서	• 도로교표준시방서 제정	제정 (1977.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로교 표준시방서	• 콘크리트공사 표준시방서 개정 내용 반영	개정 (1983.12)
도로교 표준시방서	• 국내외 여러 시방서 및 기술개발 최신 내용 반영	개정 (1992.11)
도로교 표준시방서	• 시방서의 내용을 설계편과 시공편으로 분리하고 유지관리 내용을 포함	제정 (1996.4)
도로교 표준시방서	• 각 분야간 상충문제 해소를 위한 새로운 체계로 개편	개정 (1999.8)
도로교 표준시방서	• TMC 강재기준 추가 및 용접기준 개선	개정 (2005.2)
도로교 표준시방서	• 교량구조용 압연강재, 고강도콘크리트 등 고성능 재료의 시공을 위한 규정 신설, 원심력 콘크리트 말뚝의 품질관리기술을 추가	개정 (2013.2)
도로교 표준시방서	• 비파괴검사 방법에 방사선투과검사외에 초음파탐상검사도 선택할 수 있도록 추가	부분개정 (2015.6)
KCS 11 50 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 50 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일 개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국지반공학회 작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출자료 ····· 1
1.3.1 시공계획서 ····· 1
1.3.2 공사보고서 ····· 1
1.4 일반요건 ····· 1
1.4.1 시공기준 ····· 1
1.4.2 허용오차 ····· 1
1.4.3 수직갱 굴착작업의 검사 ····· 2
1.5 작업순서 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 철근 ····· 2
2.2 콘크리트 ····· 2
2.3 케이싱 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 일반사항 ····· 2
3.1.1 시공 준비 ····· 3
3.1.2 시공 장비의 선정 ····· 3
3.1.3 케이싱 및 장비 설치 ····· 3
3.2 시험말뚝 ····· 3
3.3 재하시험 ····· 4
3.4 굴착 ····· 4
3.4.1 공통사항 ····· 4

3.4.2 지하수 억제 ····· 4
3.4.3 검사 ····· 4
3.5 철근설치 ····· 5
3.5.1 철근 가공 및 조립 ····· 5
3.6 콘크리트 타설 ····· 5
3.7 공벽의 붕괴방지 ····· 6
3.7.1 공통사항 ····· 6
3.7.2 강재 케이싱의 회수 ····· 6
3.8 현장품질관리 ····· 6
3.8.1 검사 및 시험 ····· 6
3.8.2 기록 및 보고서 ····· 6
3.9 건전도 시험 ····· 6
3.9.1 일반사항 ····· 6
3.9.2 재료 ····· 7
3.9.3 검사용 튜브 설치 ····· 7
3.9.4 검사 수량 및 시기 ····· 8
3.9.5 검사방법 ····· 8
3.9.6 건전도 판정 ····· 8
3.9.7 결함의 보강 ····· 9
3.9.8 검사 결과보고서 ····· 9

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 구조물 하부 지중을 굴착하여 철근으로 보강된 현장타설 콘크리트말뚝에 대한 시방을 제시한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 11 50 15 기성말뚝
- KCS 11 50 40 말뚝재하시험
- KCS 14 20 11 철근공사
- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KCS 14 31 10 제작
- KCS 14 31 20 용접
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS F 4602 기초용 강관 말뚝

1.3 제출자료

1.3.1 시공계획서

(1) KCS 11 50 15의 해당 요건에 따른다.

1.3.2 공사보고서

(1) 공사계획 및 진도, 현장 작업원 목록 및 자격요건, 자재반입, 장비 투입현황 등을 기재한 공사보고서를 작성한다.

1.4 일반요건

1.4.1 시공기준

(1) 현장타설말뚝은 계약도면과 승인된 시공 상세도면에 따라 시공하여야 한다.

1.4.2 허용오차

(1) 지면에서 잰 중심위치의 변동: 75 ㎜ 미만

(2) 바닥면 지름: 0 ㎜ ~ 150 ㎜
(3) 수직축의 변동: 1/40 미만
(4) 바닥표고 변동: ±50 ㎜ 미만

1.4.3 수직갱 굴착작업의 검사

(1) 각 굴착공의 굴착치수와 정열의 점검은 공사감독자의 입회하에 결정해야 한다. 최종 굴착깊이는 최종 청소 후에 추를 매단 줄자나 다른 승인 받은 방법(굴착기의 굴진 능률, 암석의 강도 등)으로 측정하여야 한다.
(2) 수직갱의 바닥면에서 침전물이나 부스러기의 최대깊이는 50 ㎜를 넘지 않아야 한다. 공 내의 청소상태는 건조한 조건에서는 공사감독자가 육안으로 판정하고, 수중조건에서는 공사감독자가 적당하다고 생각하는 방법으로 판정한다.

1.5 작업순서

(1) 굴착이 종료한 당일에 철근망 삽입 및 콘크리트 타설이 완료될 수 있도록 굴착, 철근망 삽입 및 콘크리트 타설의 일정을 정하여야 한다.
(2) 콘크리트 타설이 완료될 때까지 굴착 지점 부근에 진동이나 차량통행을 허용하지 않으며, 항시 안정된 굴착공 상태를 유지하여야 한다.

2. 자재

2.1 철근

(1) KCS 14 20 11의 해당 요건에 정하는 바에 따르고, 등급과 치수는 명시된 것이라야 한다.

2.2 콘크리트

(1) KCS 14 20 10의 해당 요건에 정하는 바에 따르고, 계약도면에 명시된 강도를 가진 것이라야 한다.

2.3 케이싱

(1) 강관은 KS F 4602에 정하는 기준에 부합되어야 하고 명시된 지름과 두께를 가진 것이라야 한다.
(2) 강판재는 KCS 14 31 10의 해당 요건에 정하는 바에 따른다.
(3) 용접은 KCS 14 31 20의 해당 요건에 정하는 바에 따른다.

3. 시공

3.1 일반사항

3.1.1 시공 준비

(1) 관련되는 시공기계의 안전한 설치 및 작업의 안전성 확보를 위해 작업지반을 정비하여야 한다.

(2) 각 공법마다 본체 점유면적 이외에 크레인, 굴착토사의 반출차량, 트럭믹서의 진입이나 출로의 면적, 케이싱 튜브의 적치장 등의 부지를 확보하여야 한다.

(3) 현황측량을 실시하여 말뚝의 평면위치와 표고를 명확히 하고 시공 중에 용이하게 검측할 수 있도록 수준점과 점검말뚝을 설치하도록 한다.

(4) 굴착토의 반출, 안정액 처리설비, 급배수 및 전기설비 등에 대해 충분히 사전에 검토하여야 한다.

3.1.2 시공 장비의 선정

(1) 현장타설 콘크리트 말뚝의 굴착장비는 토사 및 암반의 지반조건과 현장여건을 고려하여 장비를 선정하여야 한다.

(2) 굴착장비는 최대지름으로 계약도면에 명시된 깊이 이상의 깊이까지 천공할 수 있는 적당한 용량을 가진 것이라야 한다. 공구는 명시된 작업을 수행하는 데 적당한 구조, 치수 및 강도를 가진 것이라야 한다.

(3) 통상적인 공구를 사용해서 천공할 수 없는 지질을 만났을 경우 명시된 치수와 깊이로 굴착하는 데 필요한대로 암 천공 공구 등의 특수 천공 장비를 사용하여야 한다.

3.1.3 케이싱 및 장비 설치

(1) 설계도상의 말뚝중심과 굴착중심이 일치되도록 수직으로 정확히 설치하여야 한다.

(2) 굴착 시 정확히 연직이 유지되도록 수준기로 수시로 확인하여야 한다.

(3) 케이싱용 강관말뚝의 설치 및 이음은 KS F 4602 규정에 따라야 하며, 강관 선단부의 변형이 발생하지 않도록 주의하여 계획된 지반까지 도달시켜야 한다.

(4) 케이싱의 압입 및 굴착은 케이싱 압입이 선행되어야 하며, 굴착은 케이싱 압입깊이 이내에서 실시하여야 한다.

(5) 파이프를 설치하는 공법의 경우에는 굴착에 앞서 특히 다음 사항을 점검하여야 한다.

① 스탠드 파이프의 매입깊이

② 스탠드 파이프의 연직도

③ 스탠드 파이프의 직경

④ 안정액을 공 내 수위보다 2 m 높게 넣고 시간에 따라 공내 수위를 측정, 선단에서의 유출 여부를 확인한다.

3.2 시험말뚝

(1) 공사착수 전에 시험말뚝을 시공하는 것을 원칙으로 한다. 시험말뚝은 설계의 적정성 및 시공성 확인을 목적으로 시행하며, 재하시험 등에 의해 설계의 내용과 차이가 발생하는 경우 그 결과를 토대로 설계 및 시공법 변경이 가능하다. 시공성 확인만을 목

적으로 하는 경우 시공지점에 대해 말뚝의 시공성이 충분히 파악되어 있는 경우는 공사감독자와 협의하여 시험말뚝의 시공을 생략할 수도 있다.

(2) 시험말뚝을 성공적으로 실시해서 굴착에 적용할 방법과 장비의 적합성을 시험하여야 하며 시험말뚝의 개수는 공사감독자와 협의하여 정하고 굴착, 철근설치 및 콘크리트 치기를 포함한다.

(3) 시험말뚝은 기초 부지 인근을 택하여 도면에 명시하거나 공사감독자가 승인하는 곳에 위치하여야 하며, 명시된 굴착 깊이 중에서 가장 깊은 선단 표고까지 굴착하여야 한다.

(4) 시험말뚝에 대하여는 설계하중뿐만 아니라 지반 또는 말뚝의 능력을 확인할 수 있도록 재하시험을 실시한다. 이 때 얻은 시험결과는 설계 변경의 자료로 이용할 수 있다.

(5) 선정된 시공방법과 장비를 시험한 결과가 잘못된 경우 공사감독자는 좋지 않은 결과가 일어나지 않도록 시공자에게 방법과 장비를 변경하도록 요구할 수 있다.

(6) 현장타설 콘크리트말뚝 시공이 승인되면 공사감독자의 서면 승인이 없이는 시험말뚝 시공에 사용된 방법이나 장비는 변경할 수 없다.

3.3 재하시험

(1) KCS 11 50 40의 규정에 따른다.

3.4 굴착

3.4.1 공통사항

(1) 현장타설 콘크리트 말뚝은 시험말뚝 시공 시 승인된 방법대로 시공하여야 하며, 굴착은 지질이 어떤 것이든 관계없이 명시된 치수, 깊이 및 허용오차로 시공하여야 한다.

(2) 공사감독자가 요구할 때는 말뚝선단 아래로 최대 말뚝직경의 3배 또는 응력이 미치는 범위까지 시추해서 코어를 채취하고, 시추공은 그라우트를 주입해서 메워야 한다.

(3) 굴착면은 패이거나 주변 흙의 변위, 누출수, 사람의 상해, 작업에 의한 손상 등을 방지하기 위해 강재의 원통케이싱 등으로 보호하여야 한다.

(4) 바닥면은 명시된 허용 오차 내에서 수평하여야 하며, 느슨한 재료, 부스러기 및 버력은 제거하여야 한다.

3.4.2 지하수 억제

(1) 지하수가 굴착작업 중 나타날 경우 지반공학자의 검토를 통해 시공 중 공벽면이 유실되거나 지반, 인접 구조물의 안전을 위협하지 않는 범위에서 양수할 수 있다.

(2) 지하수 유출로 인해 인접한 재산이나 구조물의 안전을 위협하거나 정상적인 양수용량을 초과하는 경우에는 별도의 지하수 억제수단을 적용하여야 한다.

3.4.3 검사

(1) 굴착이 완료되면 철근을 설치하기 전에 굴착상태를 공사감독자가 검사하여야 한다.

또한, 철근을 설치하고 콘크리트를 치기 전에 굴착한 바닥면에 쌓인 흙이나 암 또는 느슨한 재료 등은 제거하여야 한다.

3.5 철근설치

3.5.1 철근 가공 및 조립

(1) 철근의 가공 및 조립은 설계도서에 따라야 하며 견고하도록 하여야 한다.
(2) 철근의 세워 넣기 중에는 연직도와 위치를 정확히 유지하여야 하고, RCD공법이나 어스드릴공법에서는 공벽에 접촉하여 토사의 붕괴를 일으키지 않도록 주의하여 굴착공내에 강하시켜야 한다.
(3) 철근을 세워 넣는 중이나 넣은 후 비틀림, 휨, 좌굴탈락 등을 방지하여야 한다.
(4) 철근망태의 매달아 넣기는 철물로 철근망태 상단의 조립용 띠철근을 매어 연직성을 유지하면서 흔들리는 것을 방지하여야 한다.
(5) 철근망태에는 반드시 스페이서를 붙여서 소정의 덮개를 확보하여야 한다. 스페이서는 철근망태 삽입 시에 떨어져 나가든가 공벽을 깍는 일이 없는 형상이어야 한다.
(6) 스페이서는 보통 깊이 방향으로 3 m ~ 5 m 간격, 같은 깊이에 4개 ~ 6개 정도 붙이며 스페이서의 돌출높이 및 공벽 케이싱 내면과의 빈틈은 공벽면의 굴착 정밀도와 케이싱을 뽑을 때에 따라오는 것을 방지 할 수 있도록 정하여야 한다.
(7) 콘크리트 타설 및 케이싱 인발시 철근망태의 부상을 방지하기 위하여 방석철근을 하단부에 배열하거나 기타방법을 강구하여야 하다.
(8) 해양환경에 설치되는 말뚝의 철근은 KS D 3504에 적합하게 방식된 철근 사용 등으로 부식에 대한 고려가 있어야 한다.

3.6 콘크리트 타설

(1) 콘크리트는 될 수 있는 대로 건조한 조건에서 쳐야 하며, 콘크리트 치기 전과 치기 중에 건조한 조건을 유지하는 데 모든 가능한 수단을 활용하여야 한다. 수직갱의 바닥면이나 그 부근에서 지하수가 깊이로 분당 6 ㎜ 이상 누출하면 수중조건으로 보아야 하며, 수중조건에서 콘크리트를 쳐야 하는 경우에는 승인을 받은 트레미 방법으로 연속성 있게 타설하여야 한다.
(2) 콘크리트의 유출 시에 타설면 부근의 레이탄스 및 밀고 올라가는 공바닥 침전물 등의 혼입을 막기 위하여 트레미를 굴착공의 중심에 설치하고 유출단은 콘크리트 속에 항상 2 m 이상 묻혀 있어야 한다.
(3) 케이싱튜브 하단을 콘크리트타설 면으로부터 올리면 공벽토사가 붕괴되어 콘크리트 속으로 혼입되는 일이 있으므로 케이싱튜브 하단은 콘크리트 상면으로부터 2 m 이상 내려두어야 한다.
(4) 콘크리트 타설량 및 타설높이는 항상 정확히 계측하여야 한다.
(5) 말뚝머리에 대해서는 콘크리트의 품질이 저하된 부분을 예측하여 여유 있게 타설하

고, 굳은 후에 설계높이까지 깨내야 한다.

(6) 타설한 콘크리트의 양생에 주의하고 해로운 영향이 주어지지 않도록 하여야 한다.

(7) 콘크리트의 수화열이 문제가 될 만한 지름의 말뚝에 대해서는 수화열 검토를 할 필요가 있다.

3.7 공벽의 붕괴방지

3.7.1 공통사항

(1) 굴착기계의 종류, 지반조건 및 시공내용에 따라 굴착공 전체에 케이싱을 삽입하여 콘크리트를 타설하면서 케이싱을 인발하는 케이싱을 이용한 현장말뚝이나, 굴착공 속에 니수를 넣어 수압에 의해 공벽을 보호하고 지표면 근처에는 케이싱을 삽입하는 슬러리공법 등으로 공벽의 붕괴를 방지하도록 한다.

3.7.2 강재 케이싱의 회수

(1) 굴착공벽의 붕괴방지를 위하여 사용하는 강재 케이싱이 희생강관 케이싱으로 사용되는 경우가 아니면 콘크리트를 타설하면서 케이싱을 회수하여야 한다. 강재 케이싱을 회수할 때는 케이싱의 하단이 타설된 콘크리트 표면에서 2 m 이상 삽입되어 있게 하여, 케이싱 하단에서 지하수가 유입되지 않게 하여야 한다. 강재케이싱을 인발하는 동안에 콘크리트는 다져야 한다.

3.8 현장품질관리

3.8.1 검사 및 시험

(1) 공사감독자는 KCS 14 20 10에 명기된 규정에 따라 검사와 시험을 실시한다.

3.8.2 기록 및 보고서

(1) 개별 현장타설 콘크리트 말뚝에 대하여 승인된 보고양식으로 시공기록을 유지하여야 하며, 보고양식에는 시공위치, 치수, 정부 및 굴착 바닥면의 표고, 굴착깊이, 굴착 중 지하수위 표고, 굴착 바닥면의 상태, 콘크리트 타설 중 굴착공 내 유입수량, 콘크리트 타설자료, 기타 서식에서 요구하거나 기초에 관련되는 자료 등을 기록하여야 한다.

3.9 건전도 시험

3.9.1 일반사항

(1) 현장타설 콘크리트 말뚝에 대한 콘크리트의 건전도 확인을 위해 말뚝 전체길이에 대하여 초음파 검사를 적용하여야 한다.

(2) 제출물은 다음과 같다.

① 초음파 검사 계획서
② 초음파 검사 결과보고서
③ 초음파 모형시험 계획서

3.9.2 재료

(1) 검사용 튜브의 구경은 검사용 센서의 출입이 원활하여야 하며, 재질은 강관 또는 이와 동등한 재질의 강도를 가져야 한다.
(2) 검사장비는 장비 반입 전 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 장비의 정확도 등 성능을 검증하기 위하여 본 말뚝에 대한 검사 전 모형시험을 실시하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
(3) 검사장비의 구성은 다음과 동일하거나 또는 그 이상의 기능을 발휘할 수 있어야 한다.
(4) 초음파 발신 및 수신 센서와 케이블
(5) 케이블의 인입 및 인발을 이용한 측정심도 자동측정기
(6) 발신된 신호를 포착할 수 있는 수신용 전자장치
(7) 수신된 신호를 확인할 수 있는 모니터링 장치 및 프린터

3.9.3 검사용 튜브 설치

(1) 검사용 튜브의 내부는 녹 발생, 막힘 등의 손상이 없어야 하며, 연결 부위는 커플링에 의한 나사연결 방식으로 완전방수를 하여야 한다.
(2) 검사용 튜브는 철근망 내에 다음 표 3.9-1에 해당하는 수량을 결속하여 매설하여야 한다.

표 3.9-1 원형말뚝의 크기와 검사용 튜브의 수

원형말뚝의 직경 (D) (m)	검사용 튜브의 개수	비고
$D \leq 0.6$	2	
$0.6 < D \leq 1.2$	3	
$1.2 < D \leq 1.5$	4	
$1.5 < D \leq 2.0$	5	
$2.0 < D \leq 2.5$	7	
$2.5 < D$	8	

(3) 검사용 튜브의 하단부는 철근망 하부면과 가능한 일치시키고 말뚝선단부의 지반조건을 고려하여, 철근망 근입 시 튜브가 휘어지거나 튜브의 하단부가 파열하지 않도록 50~100 ㎜ 정도 짧게 설치할 수 있다.
(4) 검사용 튜브와 튜브의 간격은 일정한 거리를 유지하여야 하며, 가급적 서로 평행을 이루도록 하여야 한다.
(5) 검사용 튜브의 상단부는 검사가 용이하도록 현장타설 콘크리트 말뚝의 완성 마무리면

이상으로 돌출되도록 하여야 한다.

(6) 검사용 튜브의 양단부(상・하부)는 이물질이 유입하지 않도록 방수마개를 하여야 하며, 시공 중에도 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

3.9.4 검사 수량 및 시기

(1) 현장타설 콘크리트말뚝에 대한 초음파검사 수량은 다음 표 3.9-2의 기준을 따른다.

표 3.9-2 공대공 초음파 검사 시험빈도

평균말뚝길이 (m)	시험수량 (%)	비고
20 이하	10	• 빈도 : 교각당 말뚝수량에 대한 백분율 (단, 교각당 최소 1개소 이상) • 타 구조물인 경우 공사감독자와 협의 선정
20 ~ 30	20	
30 이상	30	

(2) 초음파 검사는 콘크리트를 타설하고 7일 이상 경과한 후 검사를 실시하여야 한다.

3.9.5 검사방법

(1) 검사용 튜브 내부의 발신자와 수신자는 말뚝길이 방향과 직교하는 동일 평면상에 놓이도록 케이블의 인입・인발 길이를 조정하여야 한다.

(2) 초음파 발신 및 수신 케이블의 길이는 검사대상 말뚝의 길이를 고려하여 충분한 길이를 확보하여야 한다.

(3) 초음파 검사의 측정심도는 초음파 발신과 동시에 기록하며, 말뚝의 선단부로부터 발신자와 수신자를 동시에 끌어올리면서 연속적으로 측정하여야 한다.

(4) 검사자는 한 쌍의 발신자 및 수신자에 대하여 초음파 전파시간, 에너지 강도, 주시곡선의 형태(waveform)를 말뚝 심도에 따라 나타낸 프로파일(profile)을 모니터 화면상 또는 프린트 출력을 통하여 측정한다.

(5) 검사가 끝난 후 검사용 튜브는 공사감독자의 검사에 대한 판정이 있을 때까지 이물질이 들어가지 않도록 보호덮개를 하여야 한다.

3.9.6 건전도 판정

(1) 현장타설 콘크리트 말뚝의 건전도 판정은 일차적으로 다음 표 3.9-3 기준을 적용하여 검측경로가 다른 개개의 프로파일 그래프에 대한 심도별 결함 점수를 산출한 다음 식에 의거하여 심도별 전체 프로파일 그래프를 대상으로 한 평균 결함 점수 계산결과를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

말뚝심도별 평균 결함점수 = $\frac{1}{N}\sum$(검층경로별 프로파일 그래프의 결함점수)

여기서, N : 프로파일 그래프의 수(검층경로의 수)

표 3.9-3 현장타설 콘크리트 말뚝의 내부결함 판정기준

등급	판정 기준	결함점수	비고
A (양호)	• 초음파주시곡선의 신호 왜곡(signal distortion)이 거의 없음 • 건전한 콘크리트 초음파 전파속도의 10 % 이내 감소에 해당되는 전파시간 검측	0	V=S/T V: 전파속도 T: 전파시간 S: 튜브간의 거리
B (결함 의심)	• 초음파 주시곡선의 신호 왜곡이 다소 발견 • 건전한 콘크리트 초음파 전파속도의 10~20 % 감소에 해당되는 전파시간 검측	30	
C (불량)	• 초음파 주시곡선의 신호 왜곡 정도가 심함 • 건전한 콘크리트 초음파 전파속도의 20 % 이상 감소에 해당되는 전파시간 검측	50	
D (중대결함)	• 초음파 신호 자체가 감지되지 않음 • 전파시간이 초음파 전파속도 1500 ㎧에 근접	100	

(2) 상기 (1)의 절차에 의한 판정결과, '양호'의 등급(평균 결함점수 30점 미만)에 해당하는 동시에 각 프로파일 그래프가 양호하여 보강이 필요하지 않는 경우 공사감독자는 수급인에게 해당 말뚝의 후속 공종을 진행하기에 앞서 검사용 튜브 내의 물을 완전히 제거하고, 말뚝 콘크리트의 설계강도 이상으로 그라우팅(grouting)을 실시하여야 한다.

(3) 상기 (1)의 절차에 의한 판정결과, '결함의심' 등급 이하(평균 결함점수 30점 이상)인 경우에는 초음파 검사 전문가와 지반공학 및 구조공학 전문가의 자문을 받아 보강 여부를 결정하여야 한다. 보강이 필요한 경우에는 3.9.7의 절차를 따르며 보강비용은 수급인이 전액 부담하여야 한다.

3.9.7 결함의 보강

(1) 보강이 필요한 것으로 판정된 말뚝의 결함 위치와 불량 원인을 조사하기 위해 시공자는 공사감독자의 승인 하에 해당 말뚝에 대한 시추를 실시하고 지반공학 및 구조공학 전문가의 자문을 받아 원인을 규명하고 보강을 실시한다.

(2) 보강이 완료된 말뚝에 대해서는 재하시험 등을 통해 확인하고 해당 시험방법에 따른 판정결과를 첨부하여 공사감독자에게 시험결과 보고서를 제출하여야 한다.

3.9.8 검사 결과보고서

(1) 검사자는 현장타설 콘크리트 말뚝에 대한 건전도 확인 검사 결과보고서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
하익수	**경남대학교**	임대성	삼보지질
김덕용	새길이엔씨	정경식	에스텍컨설팅그룹

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
남문석	한국도로공사	박이근	㈜지오알앤디
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 50 10 : 2016

현장타설 콘크리트 말뚝

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 50 15 : 2016

기성말뚝

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 도로교 표준시방서를 중심으로 토목공사 표준일반시방서, LH 전문시방서의 기성말뚝에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
도로교 표준시방서	• 도로교표준시방서 제정	제정 (1977.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로교 표준시방서	• 콘크리트공사 표준시방서 개정 내용 반영	개정 (1983.12)
도로교 표준시방서	• 국내외 여러 시방서 및 기술개발 최신 내용 반영	개정 (1992.11)
도로교 표준시방서	• 시방서의 내용을 설계편과 시공편으로 분리하고 유지관리 내용을 포함	제정 (1996.4)
도로교 표준시방서	• 각 분야간 상충문제 해소를 위한 새로운 체계로 개편	개정 (1999.8)
도로교 표준시방서	• TMC 강재기준 추가 및 용접기준 개선	개정 (2005.2)
도로교 표준시방서	• 교량구조용 압연강재, 고강도콘크리트 등 고성능 재료의 시공을 위한 규정 신설, 원심력 콘크리트 말뚝의 품질관리기술을 추가	개정 (2013.2)
도로교 표준시방서	• 비파괴검사 방법에 방사선투과검사외에 초음파탐상검사도 선택할 수 있도록 추가	부분개정 (2015.6)
KCS 11 50 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 50 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국지반공학회　　작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출자료 ····· 1
1.3.1 시공계획서 ····· 1
1.3.2 시공도면 ····· 2
1.3.3 공사보고서 ····· 2
1.3.4 일일 작업보고서(말뚝 시공작업 기록) ····· 2
1.3.5 말뚝위치도 ····· 2
1.3.6 말뚝 동재하시험 계획서 ····· 2
1.3.7 말뚝 항타/경타 장비의 운용계획 ····· 3
1.3.8 파동이론분석결과 ····· 3
1.4 일반요건 ····· 3
1.4.1 설치허용오차 ····· 3
1.4.2 말뚝 ····· 3
1.4.3 용접과 용접공의 자격 ····· 3
2. 자재 ····· 3
2.1 H형강 말뚝 ····· 3
2.2 강관 말뚝 ····· 3
2.2.1 강관 ····· 3
2.2.2 철근 ····· 4
2.2.3 채움 콘크리트 ····· 4
2.3 PS콘크리트말뚝 ····· 4
2.4 장비 ····· 4
2.4.1 말뚝박기 장비 ····· 4
2.4.2 리드(lead) ····· 4
2.4.3 항타보조말뚝 ····· 4
2.5 부속재료 ····· 5
2.6 품질관리시험 ····· 5

3. 시공 ····· 5
3.1 일반사항 ····· 5
3.1.1 현장 주변여건 확인 ····· 5
3.1.2 현장지반조건 확인 ····· 5
3.1.3 말뚝공법선정 ····· 5
3.1.4 시공기계 기구의 선정 ····· 6
3.1.5 시험말뚝 ····· 6
3.1.6 운반, 저장 및 검사 ····· 6
3.1.7 안전관리 ····· 6
3.1.8 재하능력 확인 ····· 6
3.1.9 계측관리 ····· 7
3.2 시공준비 ····· 7
3.2.1 사전조사 및 준비작업 ····· 7
3.2.2 장비의 점검정비 ····· 7
3.2.3 시공 준비 ····· 7
3.2.4 말뚝 세우기 ····· 8
3.2.5 현장용접 이음 ····· 8
3.2.6 말뚝머리 정리 ····· 9
3.2.7 시공기록 ····· 9
3.3 시험말뚝 ····· 9
3.4 항타말뚝 ····· 9
3.4.1 말뚝박기 ····· 9
3.4.2 말뚝박기 종료 ····· 10
3.5 내부굴착말뚝 ····· 10
3.5.1 굴착 및 침설 ····· 10
3.5.2 굴착토사의 처리 ····· 10
3.5.3 선단처리 ····· 10
3.6 선굴착말뚝 ····· 10
3.6.1 굴착 ····· 10
3.6.2 굴착토사의 처리 ····· 11
3.6.3 최종 경타 ····· 11
3.7 현장품질관리 ····· 11
3.8 손상된 말뚝 ····· 11
3.9 도장 ····· 12

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 기성말뚝을 사용하는 구조물 기초공사에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 11 50 40 말뚝재하시험
- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KCS 14 20 11 철근공사
- KCS 14 20 53 프리스트레스트 콘크리트
- KCS 14 31 20 용접
- KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
- KS C IEC 60245-6 정격전압 450/750V 이하 고무절연 케이블 제6부: 아크용접용 케이블
- KS C 9602 교류 아크 용접기
- KS C 9607 용접봉 홀더
- KS D 0213 철강 재료의 자분 탐사 시험 방법 및 자분 모양의 분류
- KS D 3508 피복 아크 용접봉 심선재
- KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
- KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
- KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝
- KS F 4602 기초용 강관 말뚝
- KS F 4603 H형강 말뚝

1.3 제출자료

1.3.1 시공계획서

(1) 시공에 관한 계획서를 공사착공 전에 작성하여야 하며, 시공조건에 변경이 있을 때는 즉시 수정계획서를 작성하여야 한다.

(2) 시공계획서의 주된 내용은 다음과 같다.

① 인원조직표는 각종 작업에 종사할 주된 인원의 조직표로서 관련법규상 의무화되어 있는 담당자의 명단도 포함되어야 한다.

② 공정표에는 기초공에 대한 시공공정 및 임시설비를 포함한 공사 전체의 공정, 또

몇 기의 기초를 시공할 경우에는 착수순서를 기입한 평면도 등을 첨부한다.

③ 시공방법에는 임시설비, 본체공과 아울러 기본적인 계획내용을 명기한다.

④ 공사용 기계 기구 및 임시설비에는 사용 예정된 기계 기구라든지 임시설비에 관하여 계획 내용이나 그 배치를 명기한다.

⑤ 품질관리 및 검사방법에는 본체뿐만 아니라 임시설비의 주요부분까지도 품질관리의 대상부위, 검사방법, 검사 횟수 등을 포함한 계획 내용을 작성한다.

⑥ 재하능력 확인방법에는 본체 및 임시설비의 주요부분에 대하여, 설계하중에 대한 재하능력 확보 여부를 확인할 수 있는 직접 또는 간접방법을 수립한다.

⑦ 시공기록은 작업일 마다의 기록 외에 개개의 기초 시공상황 전체가 쉽게 이해될 수 있도록 하여야 한다.

⑧ 환경의 보존대책에는 기초공의 시공지점의 제조건을 충분히 고려하고 주변환경의 변화에 관하여도 검토하여 그 대책을 세워 두어야 한다.

⑨ 안전대책에서는 시공지점의 제조건을 충분히 고려하여 안전을 확보할 수 있는 대책을 세워야 한다.

1.3.2 시공도면

(1) 시공도면은 말뚝종류별로 다음 사항을 나타내어 제출하여야 한다.

① H형강 말뚝: 치수, 무게, 접합, 선단가공 및 접합부의 용접 등 상세

② 강관말뚝: 치수, 형태, 선단가공 및 접합부의 용접, 채움 콘크리트의 종류 등 상세

③ P.S. 콘크리트 말뚝: 치수, 형태 PC강선배치, 콘크리트의 종류, 양생장치, 양생방법 및 긴장방법 등 상세, 작업응력의 계산서 및 접합부의 상세 등

④ 반력시험 말뚝: 인발하중에 대한 인장철근 및 접합

1.3.3 공사보고서

(1) 공사계획 및 진도, 현장작업원 목록, 자재반입, 지시사항 협의 및 조정내용, 말뚝 시공장비 투입현황 등을 기재한 공사보고서를 작성한다.

1.3.4 일일 작업보고서(말뚝 시공작업 기록)

(1) 시험말뚝을 포함한 모든 말뚝에 대한 일일보고서를 작성한다.

1.3.5 말뚝위치도

(1) 말뚝이 시공된 1주일 내에 말뚝설치 위치도를 작성한다. 도면은 설계된 위치와 실제 시공된 위치가 표시되어 두 위치의 오차도 포함되어야 한다.

1.3.6 말뚝 동재하시험 계획서

(1) 시험 1주일 전에 시험말뚝 및 본말뚝 항타/경타에 대한 동재하시험 계획서를 작성하여야 한다. 여기에는 시험자 및 검토자의 분야 및 자격기준, 독립된 시험기관에 의

해 검증된 항타장치, 하중계 및 변위측정기 등의 검증서(2년 내)를 포함한다.

1.3.7 말뚝 항타/경타 장비의 운용계획

(1) 말뚝 항타/경타가 시작되기 적어도 1주일 전에 공사감독자에게 해머와 크레인 등이 포함된 모든 말뚝 항타/경타 장비의 상세와 운용계획서를 제출하여 승인을 받아야 한다.

1.3.8 파동이론분석결과

(1) 공사착수 전에 공사에 투입예정인 모든 말뚝 항타/경타 장비를 대상으로 하여 파동이론분석 결과를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

1.4 일반요건

1.4.1 설치허용오차

(1) 수직 및 경사말뚝의 각도변동은 말뚝길이의 1/50 미만 그리고 전 길이에 대하여 150 ㎜ 미만이어야 한다.

(2) 말뚝상단위치의 변동은 150 ㎜ 미만이어야 한다.

1.4.2 말뚝

(1) 현장에 반입된 말뚝이 균열이 있는 것, 굽은 것, 찍힌 것, 치수가 미달한 것, 항타/경타 중에 파손된 것은 거부된다. 이러한 말뚝은 현장에서 제거하고, 견고한 말뚝으로 대체하여야 한다. 항타/경타 중에 파손된 말뚝은 잘라내고, 공사감독자가 승인하면 그 위치에서 제자리에 둘 수 있다. 아니면 인발하여 현장에서 제거하여야 한다.

1.4.3 용접과 용접공의 자격

(1) KCS 14 31 20의 해당 요건에 따라야 한다.

2. 자재

2.1 H형강 말뚝

(1) KS F 4603 H형강 말뚝의 요건에 적합하여야 한다.

2.2 강관 말뚝

2.2.1 강관

(1) KS F 4602 및 KS D 3566 기초용 강관 말뚝 및 KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관의 요건에 적합하고, 명시된 지름과 두께를 가진 것이라야 한다.

(2) 강관말뚝은 이음이 없어야 하나 부득이한 경우 다음과 같이 이음할 수 있으며, 이음하는 부분의 상세에 대하여는 시공 전 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
① 신규말뚝으로 이음하는 경우 이음부분의 길이가 3.0 m 이상이어야 하며, 이은 말뚝은 길이가 긴 부분이 말뚝의 끝단이 되게 타입하여야 한다. 다만, 말뚝머리에서 이음이 필요한 경우 1.0 m 이상의 말뚝으로 이음할 수 있다.
② 재생말뚝으로 이음하는 경우 재생말뚝 이음부분의 길이가 5.0 m 이상이어야 하며, 비파괴 용접검사는 U.T로써 1이음 당 1회(전주변장)실시하여야 한다.

2.2.2 철근
(1) KCS 14 20 11의 해당 요건에 따른다.

2.2.3 채움 콘크리트
(1) KCS 14 20 10의 해당 요건에 따른다.

2.3 PS콘크리트말뚝
(1) KS F 4306의 요건에 합치하고, KCS 14 20 53의 해당 요건에 따른다.

2.4 장비

2.4.1 말뚝박기 장비
(1) 말뚝박기 장비는 말뚝에 손상을 주는 것이어서는 안 되며, 작업 실시 전 사용말뚝, 지반조사 자료 및 항타장비에 대한 자료와 함께 파동이론 분석(wave equation analysis of pile driving)결과를 공사감독자에게 제출하여야 한다.
(2) 공사감독자는 관입깊이에 따른 예상지지력, 최종관입량, 항타응력의 크기 등 파동이론 분석결과를 토대로 항타장비에 대한 사용승인 여부를 판단하여야 한다.

2.4.2 리드(lead)
(1) 타입하는 동안 말뚝과 해머를 적절한 위치에 지탱하는 말뚝드라이브 리드를 사용하여야 한다.
(2) 리드는 각 타격에 대해 집중타격을 보장하기 위해 해머와 말뚝의 정렬을 유지하면서도 해머의 움직임이 자유로울 수 있는 방법으로 제작되어야 한다.

2.4.3 항타보조말뚝
(1) 말뚝박기에는 가능한 한 항타보조말뚝의 사용을 피하여야 한다. 다만, 해머가 말뚝머리를 직접 때리기 곤란한 경우에는 공사감독자의 확인을 받아 항타보조말뚝을 사용할 수 있다.
(2) 이 때에는 말뚝 10개 중 1개씩은 긴 것을 사용하여 지지력을 결정할 수 있는 시험말뚝으로 직접 박아야 한다.

(3) 항타보조말뚝을 사용하는 경우의 동재하시험은 시공조건과 동일한 조건에서 실시한다.

2.5 부속재료

(1) 피복 아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복 아크 용접봉은 KS D 7004의 해당사항에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.
(2) 용접용 케이블은 KS C IEC 60245-6, 교류 아크 용접기는 KS C 9602, 용접용 호울더는 KS C 9607에 따른다.

2.6 품질관리시험

(1) H형강 말뚝에 대한 시험은 KS F 4603에 따른다.
(2) 기초용 강관 말뚝에 대한 시험은 KS F 4602에 따른다.
(3) 프리텐숀 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4306에 따른다.
(4) 용접용 재료는 KS D 3508에 따른다.

3. 시공

3.1 일반사항

3.1.1 현장 주변여건 확인

(1) 시공현장의 주변에 말뚝항타로 인한 지반진동이나 소음 등으로 민원발생 가능성을 조사하여야 한다.
(2) 민원발생 가능성이 있는 주변여건일 경우 진동 및 소음저감대책을 수립하거나 저진동 및 저소음 말뚝공법을 적용하여야 한다.

3.1.2 현장지반조건 확인

(1) 시공현장의 주변여건상 항타공법을 적용할 수 있는 경우에는 말뚝이 소정의 지내력을 확보할 수 있는 지지층까지 항타관입될 수 있는지 여부를 검토하여야 한다.
(2) 시공현장의 지반조건상 중간조밀층 하부에 하중지지에 적합한 지층이 존재하나 항타공법으로 중간조밀층을 관통하지 못할 것으로 판단되면 선굴착 또는 내부굴착말뚝 공법을 검토하여야 한다.
(3) 시공현장의 지반조건상 기성말뚝을 조밀하게 시공할 경우 말뚝의 휨이나 솟아오름이 예상되면 매입말뚝공법으로 변경하는 것을 검토하여야 한다.

3.1.3 말뚝공법선정

(1) 현장주변여건 및 지반조건상 문제가 없는 경우에는 항타공법을 적용한다.
(2) 현장 주변여건 및 지반조건상 항타공법을 적용할 수 없을 때에는 제반여건을 감안하여 다음과 같은 매입말뚝공법 또는 기타 적합한 공법을 선정하여야 한다.

① 선굴착 후 최종항타공법(preboring driving method)
② 선굴착 후 최종경타공법(SIP, SDA 공법 등)
③ 내부굴착(케이싱 등) 후 최종경타공법(DRA, PRD 공법 등)
④ 제트그라우팅에 의한 선단확근공법(SIG, RJP 공법 등)
⑤ 기타 저진동·저소음 공법

3.1.4 시공기계 기구의 선정

(1) 시공기계 기구의 선정에 있어서는 말뚝의 제원, 하중조건, 작업지점의 환경, 지반의 상태, 작업의 안전성 등에 대하여 충분히 검토하여야 하며, 설계도서에 표시된 치수와 기능을 만족하도록 하여야 한다.
(2) 말뚝박기 장비는 실 시공에 앞서 동재하시험기를 사용하여 시험시공을 실시하여 말뚝에 걸리는 응력 및 에너지 측정, 지지력 확인을 거친 후 최종적으로 해머를 승인하여야 한다.

3.1.5 시험말뚝

(1) KCS 11 50 40의 관련기준에 따른다.
(2) 설계의 적정성을 확인하고 시공성이나 시공시의 소음 및 진동영향, 말뚝 설치 종료조건 등을 파악하고 설계변경 및 시공관리에 필요한 자료를 얻기 위하여 공사착수 전에 기초부지 인근에 시험말뚝을 시공하여야 한다. 다만 시공서안을 확인하는 경우 시공지점에서의 말뚝의 시공성이 충분히 파악되었다면 시험말뚝을 생략할 수 있다.

3.1.6 운반, 저장 및 검사

(1) 말뚝의 운반, 쌓기, 저장 등 말뚝의 취급에 있어서는 손상 방지에 유의하여야 한다.
(2) 말뚝의 현장 반입 시에는 말뚝의 외관, 형상, 치수 등에 대하여 KS F 4306, KS F 4602, KS F 4603에 따라 검사하여야 한다.

3.1.7 안전관리

(1) 안전시공을 위하여는 관련법규를 준수하여야 한다.
(2) 임시설비의 중요성과 안전성은 본 구조체와 동등하게 하여야 하므로 현장여건의 변화로 임시설비를 변경할 시에는 본 구조체 변경과 같은 절차로 안전검토를 하여야 한다.
(3) 기초공의 시공은 지하 또는 수면 하에서 행해지는 특수성이 있으므로 시공법을 충분히 이해하여 안전성이 확보되도록 하여야 한다.

3.1.8 재하능력 확인

(1) 시공과정 중간에 나타나는 토성 및 계측자료 또는 실제 재하시험을 통해 해당 기초공과 주요 임시설비의 능력을 반드시 확인하여야 한다.

3.1.9 계측관리

(1) 시공 중에는 소음, 진동측정과 지하수위, 수질 및 지반침하, 구조물의 변위 등의 계측이라든지 인접구조물의 거동에 관한 관측을 하는 등 주변에 미치는 환경 변화에 관하여 필요에 따라 조사를 실시하여야 한다.

3.2 시공준비

3.2.1 사전조사 및 준비작업

(1) 지하매설물의 유무 및 지상의 장애가 되는 시설물을 착공 전에 조사하여야 한다.
(2) 지반조사를 착공 전에 실시하고, 선정된 말뚝공법이 현장 지반조건에 적합성 여부를 재확인하여야 한다.
(3) 작업 중 시공장비가 기울어질 위험이 있는 지점에서는 미리 동바리를 만드는 등 시공장비가 설치될 지면을 사전 정지 및 개량하여야 한다.
(4) 바지선에서 타입하는 경우에는 바지선이 흔들리지 않도록 정치하여야 한다.
(5) 말뚝이 설치되는 위치에서는 말뚝 설치를 용이하게 하기 위하여 암성토를 피하여야 한다.
(6) 지중장애물은 제거하여야 하고, 영향범위에 있는 지하매설물은 보호 또는 이설하여야 한다.

3.2.2 장비의 점검정비

말뚝박기장비(항타기), 해머, 보조기계, 기타 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급 설명서에 따라 다음과 같은 정비 점검을 실시하여야 한다.

(1) 시공에 사용되는 장비는 안전, 정확, 신속하게 작업을 할 수 있도록 착공 전에 점검정비를 하여야 한다.
(2) 항타기는 말뚝을 바르게 소정의 방향으로 타입 또는 압입하기 위하여 가이드의 방향을 정확하게 유지하고, 작업 중 해로운 진동, 이동, 기울어짐이 생기지 않도록 설치하여야 한다. 필요시에는 고정용 줄을 설치하여야 한다.
(3) 낙하해머, 디젤해머, 유압해머에 의한 항타기에는 해머의 낙하높이를 멀리 떨어진 곳에서도 정확히 읽을 수 있도록 하여야 한다.
(4) 오거로 지반을 선굴착하는 경우에는 굴착저항을 기록할 수 있는 자동기록장치(전류계, RPM 등)를 장착하여 작동하여야 한다.

3.2.3 시공 준비

말뚝의 시공에 앞서 설계도서 및 시공계획서에 표시된 내용에 따라서 다음 사항의 준비작업을 하여야 한다.

(1) 작업지반
사용되는 말뚝박기 기계의 접지압에 충분히 견딜 수 있도록 미리 원지반의 정비를 해

두어야 한다. 원지반이 연약하거나, 수상작업일 경우에는 안전성을 위한 특별한 대책이 강구하여야 한다.

(2) 말뚝 임시쌓기
현장에서 말뚝을 임시로 쌓아 두는 경우에는 말뚝에 유해한 변형을 주지 않도록 하여야 하며 또한, 원지반의 지지력이나 주변의 상황을 고려하여 쌓는 높이를 결정하여야 한다.

(3) 측량
말뚝의 중심위치와 말뚝머리의 높이를 측정하기 위한 규준틀 설치는 현장상황에 의해 변위가 발생되지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

(4) 기계 기구의 점검, 정비
기계 기구 및 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급설명서에 따라서 점검·정비하여 기계가 그 기능을 충분히 발휘할 수 있게 한다.

3.2.4 말뚝 세우기

말뚝은 설계도서 및 시공계획서에 따라 정확하고 안전하게 세워야 한다.

(1) 시공기계는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 견고한 지반위의 정확한 위치에 설치하여야 한다.

(2) 말뚝을 정확하고도 안전하게 세우기 위해서는 정확한 규준틀을 설치하고 중심선 표시를 용이하게 하여야 하며, 말뚝을 세운 후 검측은 직교하는 2방향으로부터 하여야 한다.

(3) 말뚝의 연직도나 경사도는 1/100 이내로 하고, 말뚝박기 후 평면상의 위치가 설계도면의 위치로부터 D/4(D는 말뚝의 바깥지름)와 100 ㎜ 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.

3.2.5 현장용접 이음

(1) 말뚝의 현장이음은 아크용접 이음으로 하고 용접 시는 수동용접기 또는 반자동 용접기를 사용한다.

(2) 현장용접에 있어서는 지식과 경험이 있는 용접시공 관리기술자를 상주시켜야 하며, 용접 시공관리기술자는 양호한 용접이 이루어지도록 관리, 지도, 검사하여야 한다.

(3) 이음부의 허용오차 등은 KS F 4602 기초용 강관 말뚝에 준하여야 하며 상·하 말뚝의 축선은 동일한 직선상에 위치하도록 조합시켜야 한다.

(4) 용접 완료 후 설계도서에 표시된 방법 각각에 대하여 지정된 개소에 대한 검사를 하여야 한다. 강관말뚝연결 용접부위 25개소마다 1회 이상 비파괴검사를 KS B 0896의 각 용접부의 초음파 탐사 시험방법, PS콘크리트 연결 용접부위는 20개소마다 1회 이상 KS D 0213의 철강 재료의 자분 탐사 시험 방법 및 자분 모양의 분류에 의해 중급기술자 이상의 자격을 갖춘 자가 시행한다. 강관말뚝과 PS콘크리트말뚝을 조합한 복합말뚝의 용접은 PS콘크리트 기준에 따른다.

(5) 말뚝의 현장용접 이음에 있어서는 용접조건, 용접작업, 검사결과 등을 기록하여야 한다.

3.2.6 말뚝머리 정리

(1) 말뚝박기가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝머리를 정리하여야 한다.
(2) 말뚝머리 정리 시 말뚝본체를 손상시키지 않도록 하여야 한다.
(3) 강관말뚝의 경우 절단하여 발생되는 스크랩(scrap)은 깨끗이 절단하여 지정장소에 운반 정리하여야 한다. 이 경우 말뚝 잔여길이가 5 m 이상일 경우에는 이를 가공하여 말뚝이음 시 재사용 할 수 있다.

3.2.7 시공기록

(1) 시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 하여야 한다.

3.3 시험말뚝

(1) 시험말뚝박기를 실시하는 목적은 해머를 포함한 항타장비 전반의 성능확인과 적합성 판정, 설계내용과 실제 지반조건의 부합 여부, 말뚝재료의 건전도 판정 및 시간경과 효과(set-up)를 고려한 말뚝의 지내력 확인 등이다.
(2) 시험말뚝 박기를 실시할 때는 항타작업 전반의 적합성 여부를 확인하기 위하여 동재하시험을 실시하여야 한다.
(3) 동재하시험의 세부내용은 KCS 11 50 40 규정을 적용한다.
(4) 시험말뚝은 기초부지 인근의 적절한 위치를 선정하여 설계상의 말뚝길이보다 1.0~2.0 m 긴 것을 사용하여야 한다. 또한 지지층이 극단적으로 변화하는 경우에는 공사감독자의 승인을 받은 후 기초 1기마다 몇 개의 시험말뚝을 시공할 수 있다.
(5) 시험말뚝의 시공결과 말뚝길이, 두께, 말뚝본수, 시공방법 또는 기초 형식을 변경할 필요가 생긴 경우는 전문기술자의 변경 검토서를 공사감독자에 제출하여 승인을 받은 후 시공에 임하여야 한다.
(6) 시공자는 시험말뚝 박기와 말뚝의 시험이 완료된 후 7일 내에 시험말뚝자료를 공사감독자에게 제출하고, 말뚝주문길이에 대하여 공사감독자가 본 공사에 사용될 말뚝길이에 대하여 승인을 받아야 한다.

3.4 항타말뚝

3.4.1 말뚝박기

(1) 선 굴착이 필요한 경우에는 3.5.1에 준하여 시공하여야 한다.
(2) 시공장비는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 정확한 위치와 견고한 지반 위에 설치하여야 한다.
(3) 말뚝 인입 시, 리더와 와이어의 각도는 30° 이하로 유지하여야 하며, 인입 중 항타기를 선회해서는 안 된다. 특히, 말뚝을 매단 상태에서 주행은 하지 말아야 한다.
(4) 말뚝박기 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법과 시공기계, 주변상황 등을 종합적으로 고려하여 정하여야 한다.

(5) 경사말뚝의 박기는 말뚝이 어그러지거나 말뚝 본체의 손상이 없도록 하여야 하고, 기계의 중심 이동으로 인한 문제 등에 대해 충분히 검토 후 수행하여야 한다.

3.4.2 말뚝박기 종료

(1) 설계도상의 말뚝박힘 깊이는 조사지점의 주상도에 의해 추정된 것으로 실제 말뚝박기에서는 차이가 있을 수 있으므로 시공자료 또는 시험말뚝 결과에서 확인된 자료에 따라 재 산정하여야 한다.
(2) 말뚝종류에 따른 제한 총 타격 횟수 및 박기 종료 시의 1타격 당 박힘량은 말뚝과 해머의 손상이 없는 범위에서 설정되어야 한다.
(3) 동적 공식에 의한 축방향 지지력 추정은 공식의 신뢰도를 확인한 후 시공관리용 목적으로만 사용하여야 한다.
(4) 지지층에 기복이 있어 목표깊이까지 도달해도 정해진 지지력이 얻어지지 않거나 목표깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우는 설계조건 및 시공조건을 충분히 검토하여 대처하여야 한다.

3.5 내부굴착말뚝

3.5.1 굴착 및 침설

(1) 말뚝 중공 내부를 굴착하면서 말뚝을 침설함에 있어서는 토질성상의 변화나 말뚝의 침설상황을 충분히 관찰하여 말뚝 선단부 및 말뚝 주면의 지반이 교란되지 않도록 하여야 하며 소정의 깊이까지 침설하여야 한다.

3.5.2 굴착토사의 처리

(1) 굴착방법에 따라서는 니수를 사용하는 일이 있으므로 배출토사가 제3자 또는 환경오염의 원인이 되지 않도록 조치를 하여야 하고, 폐기장소 등에 대해서도 사전에 검토하여 배출토사로 인한 문제가 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.5.3 선단처리

(1) 말뚝선단이 소정의 깊이에 도달하면 설계도서에 표시된 방법으로 확실하게 선단처리를 하여야 한다.

3.6 선굴착말뚝

3.6.1 굴착

(1) 말뚝삽입용 굴착공의 직경은 말뚝직경보다 100 ㎜ 이상 크게 하고, 수직이 되도록 하여야 하며, 굴착시 공벽의 붕괴 우려가 있거나 붕괴되는 토질에서는 케이싱을 사용한다. 최종 굴착깊이는 소요지지력을 만족할 수 있도록 결정하되, 이 깊이는 시험말뚝

자료를 바탕으로 확인된 것이어야 한다.

3.6.2 굴착토사의 처리

(1) 굴착 후 배토된 흙은 즉시 제거함으로서 공벽에 유입되는 것을 막고 다음 굴착 시 말뚝 위치를 명확히 확인 가능하도록 하며 최종 관입량 측정 시 장애가 되지 않도록 한다.

(2) 굴착방법에 따라서 니수를 사용하는 경우, 배출토사가 제3자 또는 환경오염의 원인이 되지 않도록 조치를 하여야 하고, 폐기장소 등에 대해서도 사전에 검토하여 배출토사로 인한 문제가 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.6.3 최종 경타

(1) 굴착 후 구멍에 안착된 말뚝은 수준기로 수직상태를 확인한 다음 경타용 해머로 두부가 파손되지 않도록 박아서 가능한 말뚝선단이 천공깊이 이상 도달되도록 한다. 지하수 유속이 빠른 경우에는 시멘트풀의 배합을 부배합으로 하거나 급결제를 사용한다. 이와 같은 상황의 판단은 시험확인을 통해 결정하도록 한다. 말뚝선단이 소정의 깊이에 도달하면 설계도서에 표시된 방법으로 확실하게 선단처리를 하여야 한다.

3.7 현장품질관리

(1) 수급인은 공사 중 다음과 같은 경우 즉시 공사감독자에게 보고하고 그 지시를 받아야 한다.

① 소정의 위치까지 타입(또는 매설)되지 않을 때

② 소정의 지지력을 얻을 수 없을 때

③ 시공 도중 경사 또는 파손이 예상되는 경우

(2) 수급인은 이음부의 시험을 말뚝 종류에 따라 적절한 방법으로 실시하고, 그 결과를 제출하여 확인을 받은 후 후속공정을 추진하여야 한다.

(3) 설계에 반영된 경우 또는 지층의 변화가 심하여 완성된 말뚝의 지지력을 확인할 필요가 있을 경우 설계도서 및 KCS 11 50 40에 따라 재하시험을 실시하여야 한다.

3.8 손상된 말뚝

(1) 말뚝시공법이 말뚝의 균열, 파손 기타 변형을 일으킬 만큼 과도하고 불필요한 힘을 발휘하여서는 안 된다.

(2) 말뚝의 위치조정을 위해 과도한 힘을 가한다고 공사감독자가 판단될 때는 즉시 중단하여야 한다.

(3) 말뚝내부의 결함이나 부적당한 박기 방법으로 인해 손상 된 말뚝과 설계도서에 표시된 위치를 이탈한 말뚝은 공사감독자의 승인을 얻은 후 수급인의 부담으로 아래와 같은 방법 등으로 수정하여야 한다.

① 손상된 말뚝 옆에 보강말뚝을 설계위치에 인접하여 추가 설치한다.

② 말뚝중심선 외측으로 벗어난 만큼 기초를 확대시킨다.

3.9 도장

(1) 지표면이나 수면 위로 노출되는 강재말뚝의 표면은 설계도서에서 제시하는 방법으로 방식처리하여 부식을 막아야 한다. 이때의 도장범위는 저수위나 지표면의 2 m 아래쪽에서부터 노출되는 상부까지 하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
하익수	**경남대학교**	박종배	LH토지주택연구원
박용부	LH토지주택연구원		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
남문석	한국도로공사	박이근	㈜지오알앤디
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 50 15 : 2016

기성말뚝

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 50 20 : 2016

널말뚝

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 가설공사 표준시방서, 항만 및 어항공사 표준시방서의 널말뚝에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
가설공사 표준시방서	• 각종 시방서에 산재해 있던 가설관련 규정을 정리하고 거푸집, 동바리, 비계, 안전시설 및 가설흙막이공 등의 분야에 걸쳐 국내 실정에 맞도록 새로이 정립.	제정 (2002.05)
가설공사 표준시방서	• 건설공법 및 건설환경의 변화에 따라 새로이 부각되고 있는 가설공사에 대한 시공기준 정립. 특히, 지하철, 항만, 터널 및 교량 등의 건설공사에서의 가설공사 시공기준을 체계적으로 정립.	개정 (2006.12)
가설공사 표준시방서	• 시공기준 위주로 되어 있는 시방서를 설계편과 시공편으로 구분하여 재정비함.	개정 (2014.8)
가설공사 표준시방서	• 공사장 부지경계선과 주변건물의 이격거리, 교통안전장애 등에 관한 가설울타리 설치기준 등 부분개정	제정 (2016.6)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1976.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사를 위한 각종 설계조건을 망라하였으며, 수역시설, 외곽시설, 기타 항만공사에 관계되는 시설에 관한 설계의 일반방침과 기준을 수록함.	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 연안정비시설물을 적용대상에 포함하고, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중계수 상향, 재추산한 심해파의 적용근거 마련 등 대폭 보완.	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 변화된 항만건설여건을 반영하고 지구 온난화 등 기후변화에도 선제적으로 대비할 수 있도록 전면개정.	개정 (2005.11)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 상위기술기준 및 타 분야 기준의 변경내용 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트 등의 관련 시방과 필터매트, 함선, 안벽 기타부속시설의 관련 시방 보완, 마리나시설에 대한 시방 추가 등 대폭 개정.	개정 (2012.12)
KCS 11 50 20 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 50 20 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국지반공학회　　작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출자료 ····· 1
1.3.1 시공계획서 ····· 1
1.3.2 시공도면 ····· 2
1.3.3 공사보고서 ····· 2
1.3.4 일일 작업보고서(널말뚝 시공작업 기록) ····· 2
1.3.5 널말뚝위치도 ····· 2
1.4 일반요건 ····· 3
1.4.1 설치허용오차 ····· 3
1.4.2 말뚝 및 충전 ····· 3
2. 재료 ····· 3
2.1 강널말뚝 ····· 3
2.1.1 말뚝의 재질 ····· 3
2.1.2 중고 강재의 사용 ····· 3
2.1.3 제작 ····· 3
2.2 강관 널말뚝 ····· 4
2.2.1 말뚝의 재질 ····· 4
2.2.2 제작 ····· 4
2.3 셀형식 강널말뚝 ····· 4
2.3.1 말뚝의 재질 ····· 4
2.3.2 제작 ····· 4
2.4 콘크리트 널말뚝 ····· 5
2.4.1 말뚝의 재질 ····· 5
2.4.2 제작 ····· 5

3. 시공 ····· 5
3.1 일반사항 ····· 5
3.1.1 운반 및 보관 ····· 5
3.1.2 시공장비 ····· 6
3.2 시공준비 ····· 6
3.2.1 시험항타 ····· 6
3.2.2 법선 ····· 6
3.2.3 안내보 ····· 6
3.2.4 가이드링 ····· 7
3.3 시험시공 ····· 7
3.4 강널말뚝 ····· 7
3.4.1 세우기 ····· 7
3.4.2 강널말뚝 항타 ····· 8
3.4.3 용접 및 절단 ····· 10
3.5 강관 널말뚝(벽강관 말뚝) ····· 10
3.5.1 말뚝 작업 ····· 10
3.5.2 현장용접 이음 ····· 11
3.5.3 속채움 콘크리트 및 계수부의 처리 ····· 11
3.5.4 강관 널말뚝 우물통 시공 ····· 11
3.6 셀형식 강널말뚝 ····· 11
3.6.1 운반과 보관 ····· 11
3.6.2 공사준비와 가이드링 ····· 12
3.6.3 강널말뚝 세우기 ····· 12
3.6.4 강널말뚝의 항타 ····· 12
3.6.5 속채움 ····· 12
3.6.6 프리패브 셀형식 강널말뚝 ····· 12
3.7 콘크리트 널말뚝 ····· 13
3.7.1 운반 및 보관 ····· 13
3.7.2 말뚝 항타 ····· 13
3.7.3 검사 및 허용오차 ····· 13

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 가설공사, 교량공사, 도로 및 철도공사, 항만공사, 하천공사, 접안시설, 호안, 방파제, 가물막이 등에 사용되는 널말뚝(강널말뚝, 강관 널말뚝, 프리패브 셀형식 강널말뚝, 콘크리트 널말뚝)의 시공에 관한 사항을 규정한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 11 50 15 기성말뚝
- KS F 4602 기초용 강관 말뚝
- KS F 4605 강관 시트파일
- KS D 3003 항만 및 해양구조용 내식성 강재
- KS D 3300 항만 및 해양구조용 내식성 강관
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS D 3515 용접 구조용 압연 강재
- KS D 3858 냉간 성형 강널 말뚝
- KS F 4604 열간압연강 널말뚝
- KS F 4208 콘크리트 널말뚝
- KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝
- KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝

1.3 제출자료

1.3.1 시공계획서

(1) 시공에 관한 계획서를 공사착공 전에 작성하여야 하며, 시공조건에 변경이 있을 때는 즉시 수정계획서를 작성하여야 한다.

(2) 시공계획서의 주된 내용은 다음과 같다.

① 인원조직표는 각종 작업에 종사할 주된 인원의 조직표로서 관련법규상 의무화되어 있는 담당자의 명단도 포함되어야 한다.

② 공정표를 작성하고 각 단계의 시공공정 및 임시설비를 포함한 공사 전체의 공정, 착수순서, 시공방법 등을 기입한 평면도 등을 첨부한다.

③ 시공의 상세한 위치, 법선 및 기준점, 안내보 설치계획, 사용기계 및 공정, 지장물

처리방법, 시공기록 할 사항 등이 포함되어야 한다.

④ 사용할 장비의 종류 및 제원, 천공방법, 해머능력 및 항타 계획, 시공가능깊이, 말뚝 매기 및 세우기 등을 포함한 장비운용계획을 수립하여야 한다.

⑤ 토질조건, 흙막이구조, 굴착규모, 굴착방법, 지하매설물의 유무, 본 구조의 시공법, 인접 구조물 등과의 관련을 고려하여 공정의 각 단계에서 충분한 안정성이 확보될 수 있는 시공계획을 수립하여야 한다.

⑥ 시공기록은 작업일 마다의 기록 외에 개개의 말뚝 시공상황 전체가 쉽게 이해될 수 있도록 하여야 한다.

⑦ 환경의 보존대책에는 널말뚝 시공지점의 제조건을 충분히 고려하고 주변환경의 변화에 관하여도 검토하여 그 대책을 세워 두어야 한다.

⑧ 안전대책에서는 시공지점의 제조건을 충분히 고려하여 안전을 확보할 수 있는 대책, 계측계획 및 결과분석방법을 제시하여야 한다.

⑨ 설계도면과 현장조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리대책으로서 전문기술자가 작성하고, 서명 날인한 수정도면, 계산서, 검토서, 시방서 등을 포함하는 설계검토 보고서를 제출하여야 한다.

⑩ 공사구간의 교통 처리계획, 교통안전요원의 운영계획 및 관련기관과 협의된 사항 등이 포함된 교통 처리계획을 제시하여야 한다.

⑪ 공사감독자가 필요하다고 인정하여 요구하는 기타 사항

1.3.2 시공도면

(1) 시공도면은 다음 사항을 나타내어 제출하여야 한다.

① 널말뚝의 치수, 무게, 접합, 선단가공 및 접합부의 연결, 말뚝 간 경계부 처리 등 상세

② 시공의 상세한 위치, 법선 및 기준점, 안내보 설치계획

③ 널말뚝의 운반 및 적치 보관방법, 제작방법 등에 관한 사항

1.3.3 공사보고서

(1) 공사계획 및 진도, 현장작업원 목록, 자재반입, 지시사항 협의 및 조정내용, 널말뚝 시공장비 투입현황 등을 기재한 공사보고서를 작성한다.

1.3.4 일일 작업보고서(널말뚝 시공작업 기록)

(1) 시험널말뚝을 포함한 모든 시공 널말뚝에 대한 일일보고서를 작성한다.

1.3.5 널말뚝위치도

(1) 널말뚝이 시공된 1주일 내에 널말뚝설치 위치도를 작성한다. 도면은 설계된 위치와 실제 시공된 위치가 표시되어 두 위치의 오차도 포함되어야 한다.

1.4 일반요건

1.4.1 설치허용오차

(1) 수직도는 말뚝길이의 1/100 ~ 1/200 이내가 되도록 한다.
(2) 말뚝이음은 이음위치가 동일 높이에서 시공되지 않도록 하여야 한다.

1.4.2 말뚝 및 충전

(1) 구강재를 사용하는 널말뚝의 경우, 손상이 심한 것, 굽은 것, 찍힌 것, 균열이 있는 것, 치수가 미달하는 것 등 구조적 결함이 예상되는 것은 현장에 반입하여서는 안 된다.
(2) 매입하여 널말뚝을 설치하는 경우, 널말뚝 주위를 양질의 재료(모래, 쇄석, 소일시멘트 등)로 빈틈 없이 충전시키는 것을 원칙으로 하되, 주변 여건을 고려하여 충전 여부 및 충전재료를 공사감독자와 협의 검토하여야 한다.

2. 재료

2.1 강널말뚝

2.1.1 말뚝의 재질

(1) 강널말뚝의 재질은 KS D 3003, KS D 3503, KS D 3515, KS D 3858, KS F 4602의 표준에 적합하여야 한다.
(2) 강널말뚝의 형상에 따라 U형, Z형, 직선형, 조합형 등이 있으며 재질, 형상 및 치수는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.
(3) 강널말뚝 형상의 제작오차, 재료의 성분분석, 강도시험에 대하여는 강널말뚝 생산자가 행한 시험성적서를 제출하여야 한다.

2.1.2 중고 강재의 사용

(1) 신재가 아닌 중고 강재의 사용 시 강널말뚝 두께는 신재를 기준하여 90% 이상의 두께를 확보한 제품을 사용하여야 하며, 중고 강재의 두께가 신재기준 90% 이하일 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
(2) 국부적인 부식에 의하여 두께가 현저히 감소된 제품의 경우에는 공사감독자와 상의하여 적절한 보강조치를 하거나 안전을 위하여 사용을 배제 하여야 한다.

2.1.3 제작

(1) 강널말뚝의 본체는 공장에서 제작함을 원칙으로 하나, 길이의 연결이나 이형 강널말뚝의 제작은 현장에서도 가공 제작할 수 있다. 강널말뚝을 현장에서 가공 및 제작 할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 제작하여야 한다.
(2) 현장에서 강널말뚝을 제작할 때 추가되는 강재 재질은 강널말뚝의 재질과 동일한 것

을 사용함을 원칙으로 하며 다른 재질을 사용할 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2 강관 널말뚝

2.2.1 말뚝의 재질

(1) 강관 널말뚝은 강관 시트파일 또는 벽강관 말뚝이라 불리기도 하나 여기서는 강관 널말뚝이라고 칭한다.

(2) 강관 널말뚝은 강관에 용접으로 이음금속을 접합하여 구성된 계수부를 연결하여 널말뚝 벽체를 구성함으로써 강널말뚝의 특징을 갖고 있을 뿐만 아니라 강널말뚝에 비해 단면계수가 커서 수평저항력이 크고, 강관말뚝의 특징인 연직지지력도 확보할 수 있다.

(3) 강관 널말뚝의 재질은 KS F 4602, KS F 4605, KS D 3003, KS D 3300, KS D 3503, KS D 3515의 표준에 적합하여야 한다.

(4) 강관 널말뚝의 종류, 재질, 형상 및 치수는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

2.2.2 제작

(1) 강관 널말뚝의 제작은 공장이나 현장 제작장에서 가공 제작하는 것으로 한다. 부득이 현장에서만 제작할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 제작하여야 한다.

(2) 제작하는 강관 널말뚝의 형상, 치수와 사용하는 강재의 재질은 설계도서에 제시된 바에 따른다.

(3) 강관 널말뚝 계수부는 도면에서 명시된 대로 시공하고, 계수부의 위치와 내용은 공사감독자의 협의, 조정 및 승인을 받아야 한다.

2.3 셀형식 강널말뚝

2.3.1 말뚝의 재질

(1) 강널말뚝은 KS F 4604, KS D 3003, KS D 3300, KS D 3503, KS D 3515의 표준에 적합하여야 한다.

(2) 강널말뚝의 종류, 재질, 형상 및 치수는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

2.3.2 제작

(1) 강널말뚝의 안내말뚝, 이항말뚝의 제작은 공장이나 현장의 제작장에서 하는 것으로 한다. 부득이 현장 제작장에서 제작할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 제작하여야 한다.

(2) 현장에서의 강널말뚝 이음은 도면에서 명시한 대로 시공하고, 이음부의 위치와 내용은 공사감독자와 협의, 조정 및 승인을 받아야 한다.

2.4 콘크리트 널말뚝

2.4.1 말뚝의 재질

(1) 콘크리트 널말뚝은 KS F 4208, KS F 4303, KS F 4306의 표준에 적합한 것이어야 한다.
(2) 콘크리트 널말뚝의 종류, 재질, 형상 및 치수는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

2.4.2 제작

(1) 제작하는 콘크리트 널말뚝의 형상, 치수와 사용하는 강재의 재질은 설계도서에 제시된 바에 따라야 한다.
(2) 콘크리트 널말뚝의 현장 이음은 도면에 명시된 대로 실시하여야 하며, 이음부의 위치와 내용은 공사감독자의 협의, 조정 및 승인을 받아야 한다.

3. 시공

3.1 일반사항

3.1.1 운반 및 보관

(1) 널말뚝을 싣고 내릴 때에는 크레인을 사용하여 충격 및 변형이 생기지 않게 취급하여야 한다. 매달기는 운반 도중 낙하하지 않도록 강널말뚝의 2지점을 로프로 묶어서 취급하여야 하고, 묶는 지점은 말뚝 양단에서 $\ell/5$ 되는 점을 택하는 것이 좋다.
(2) 강널말뚝의 적치는 지반 지지력이 충분하고 표면이 평탄한 장소가 적당하며, 침하가 예상되는 곳은 지반을 개량하여 침하 현상을 방지한 후 적치하여야 한다. 적치 높이는 2 m 이하로 하되 1층의 단수는 5매 이하로 하여 받침목으로 괴어야 한다. 이 때 받침목은 100 ㎜ 각목으로 하며, 각목의 간격은 4 m 이내로 한다.
(3) 강관 널말뚝의 운반과정에서 도장면, 이음부와 하단부(선단부분)에 손상을 입지 않도록 하고, 단면특성을 살리기 위하여 크게 비틀림이나 변형이 생기지 않도록 주의를 기울여야 한다. 하며, 보관에 있어서는 지형이 평탄하며 배수가 잘되게 정지하고 받침목을 깔아 포개어 쌓아 보관하여야 한다.
(4) 셀형식 강널말뚝의 운반 과정에서 도장면, 이음부와 하단부(박히는 끝부분)에 손상을 입지 않도록 하고, 단면특성을 살리기 위하여 크게 비틀림이나 변형이 생기지 않도록 주위를 기울여야 하며, 보관에서는 지형이 평탄하며 배수가 잘되게 정지하고 받침목을 깔아 포개어 쌓아 보관하여야 한다.
(5) 콘크리트 널말뚝은 철근 배근에 따라 인장측과 압축측이 있는 경우가 있으므로 이를 잘 확인하여 취급 과정에서 과대한 응력 발생으로 균열이나 손상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

3.1.2 시공장비

(1) 시공기계는 강널말뚝의 종류, 모양, 치수, 중량, 근입깊이, 토질, 타설개수, 주위 환경을 고려하여 안전하고 경제적인 장비를 선정한다.
(2) 널말뚝 시공장비는 KCS 11 50 15에 따른다.
(3) 말뚝 박기용 장비는 설계서에 표시된 말뚝보다 최소한 3 m 더 긴 것을 박을 수 있는 것이어야 한다. 일반적인 말뚝 박기는 낙하식 해머 또는 바이브로 해머로 한다. 바이브로 해머 용량의 선정에는 항타기의 진폭, 진동수(회전수), 진동가속도, 기진력, 자중 등 기계의 특성을 고려하여야 한다.
(4) 해머 선정 시 항타 중에 강관 널말뚝의 이동이나 회전에 따라 계수부의 간섭에 의하여 이웃한 강관 널말뚝 상호간의 항타 저항이 커지는 것을 고려하여야 한다.
(5) 암반을 통과하여 근입하여야 하는 경우에는 천공장비를 준비하여야 하며 암반항타 공법에 적합한 병용장비를 사용한다.
(6) 말뚝박기를 쉽게 하기 위하여 물분사 공법과 병행할 경우에는 분사구의 갯수와 압력은 말뚝 주변의 물질을 충분히 침식시킬 수 있어야 한다. 분사구가 막히거나 작동이 안 될 경우에는 즉시 보수 또는 보강하여야 한다.

3.2 시공준비

3.2.1 시험항타

(1) 널말뚝의 타입 가부는 N값에 의해 판정되나 지반 조건에 따라서는 N값에 의해서 적중되지 않는 경우가 많기 때문에 시항타를 선행하여 제반 조건을 결정하는 것이 좋다.
(2) 시항타를 행하여 널말뚝의 사양, 타입공법 및 장비규격 등을 최종 확인하여야 하며, 설계도서와 상이할 경우에는 공사감독자의 승인을 받은 후 설계변경을 하여야 한다.

3.2.2 법선

(1) 널말뚝을 정확히 시공하기 위해서는 법선을 확정한 후 다음 작업을 진행하여야 한다.
(2) 법선은 설계도서를 기준으로 정확한 위치를 측정하여 기준점을 설치하고, 항타 진행과 병행, 수시로 검측하여 시공위치를 보정하여야 한다.

3.2.3 안내보

(1) 안내보는 정확한 타입과 시공 시의 안정을 확보하기 위하여 타입 법선에 평행하게 H형강의 보조버팀대 및 보조말뚝을 설치하여 강널말뚝의 세우기 및 타입을 용이하게 하는 데 그 목적이 있다.
(2) 시공법선에 따라 보조말뚝을 2열로 박고 (10 m 간격) 보조말뚝 내측에 보조버팀대를 설치한다. 이 때 보조 버팀대의 내측 간격은 강널말뚝을 꽉 물린 상태보다 20 ~ 50 ㎜의 여유를 주도록 한다.
(3) 안내보의 설치 높이는 강널말뚝의 타입을 완료했을 때 햄머가 안내보에 닿지 않도록

강널말뚝의 타입 목표 높이보다 300 ㎜ ~ 500 ㎜ 정도 낮게 설치하여야 한다.

(4) 강널말뚝 타입 시에는 타격력이 강널말뚝의 타입저항보다 커야 한다. 그러나 타격력이 강널말뚝의 두부를 훼손하거나 장주좌굴 허용하중을 초과하게 되면 곤란함으로 시공 전에 타입 가능깊이가 검토되어야 한다.

3.2.4 가이드링

(1) 셀형식에 있어서 계획법선에 대한 수시점검과 가이드링 설치위치 확정을 위한 관측대를 설치하고, 널말뚝의 눈금표시, 세우기 작업용 구멍뚫기 등 공사 준비를 하여야 한다.

(2) 셀을 계획된 위치에 정확히 설치하기 위하여 가이드링 설치용 지지주 박기와 가이드빔 시설을 우물정자 형상으로 시설하고, 그 위에 가이드링을 얹어 놓고 강널말뚝을 세워나가면서 차례로 항타하여 셀을 형성하며, 법선에 대한 관측과 지지대 설치 및 가이드링 설치 시에는 공사감독자의 사전 협의와 승인이 있어야 한다.

3.3 시험시공

(1) 강관 널말뚝의 시공에 있어서는 지지층의 확인, 말뚝항타 마감위치의 근입량, 시공기계의 적부나 시공정도 등 시공관리상 필요한 자료를 얻기 위하여 시험항타를 하는 것을 원칙으로 하며, 설계도서와 상이할 경우에는 공사감독자의 승인을 받은 후 설계변경을 하여야 한다.

(2) 시험항타는 기초마다 최초에 지지층에 이르는 강관 널말뚝으로 실시하는 것으로 하나, 지지층의 상황에 따라서 3본 이상의 시험시공을 하는 것이 좋다. 다만 시공지점에 있어서의 강관 널말뚝의 시공성이 충분히 파악되어 있는 경우는 시험항타를 생략할 수 있다.

3.4 강널말뚝

3.4.1 세우기

(1) 세우기는 먼저 타입한 강널말뚝에 다음 강널말뚝의 이음부를 맞추고 자립될 수 있는 깊이까지 내려주는 작업을 말한다. 이 때 자중만으로 소정의 깊이까지 관입되지 않으면 해머로 가볍게 타격하여 시행한다.

(2) 말뚝 세우기에 앞서 말뚝 매기를 완전히 행하고 상향 속도를 10 m/min 정도로 권양하여야 하며, 세우기가 완료된 때의 말뚝의 수직에 대한 허용오차는 1/100 ~ 1/200 이내가 되어야 한다.

(3) 강널말뚝의 세우기 작업에서는 절대로 비껴 당기거나 이음부가 비뚤어지지 않도록 주의하여야 한다. 따라서, 최초에 타입한 강널말뚝은 이후의 항타기준이 되므로 법선 방향과 직각 방향의 2방향으로 위치와 경사를 정확히 유지하도록 세우기를 시행한다.

(4) 강널말뚝과 보조 버팀대와의 사이에 틈에 생기면 간격재(spacer)를 끼워 강널말뚝의 타입방향이 어긋나지 않도록 조정하여야 한다.

(5) 강널말뚝의 매기 및 세우기부터 타입 시까지는 제반 안전 사항을 고려하여 취급을 신중히 하여야 하며, 특히 충돌 및 흔들림이 없도록 하여야 한다.

3.4.2 강널말뚝 항타

(1) 세우기를 마친 강널말뚝은 해머능력과 현장작업여건, 공사기간 등을 고려하여 1매씩 또는 2매씩 항타한다. 강널말뚝을 항타하면 진행방향으로 경사가 생기므로 강널말뚝 1매 폭 이상으로 벌어지지 않게 시공하지만, 1매 폭 정도 경사가 발생하게 되면 공사감독자의 승인을 받아 이형 널말뚝을 항타하여 경사를 수정하여야 한다. 단 이형 널말뚝은 연속하여 사용하여서는 안 된다.

(2) 지층의 변화와 장해물 등으로 소정의 깊이까지 근입 되지 않는 경우에는 구조적인 문제점이 예상되므로 사전에 공사감독자와 협의하여 대책을 세워야 하며 토질조건이 연약하여 근입깊이가 깊어질 때에도 근입깊이에 대하여 공사감독자와 협의를 하여야 한다.

(3) 강널말뚝 항타 중에 경사, 맞물림 관입, 회전, 두부파괴 및 계수부 이탈 등의 현상이 발생하면 타입을 중지하고 그 원인을 규명하여 적절한 대책을 수립하여야 한다.

(4) 항타 중인 강널말뚝이 경사지게 되면 계수부는 마찰 저항이 크게 되므로 다음 말뚝의 타입에 큰 지장을 초래하게 된다. 따라서 다음과 같은 방법으로 경사를 즉시 수정하여야 한다.
   ① 강널말뚝의 두부를 와이어로프를 이용하여 경사반대 방향으로 당겨 준다.
   ② 강널말뚝을 사전에 계수부측이 짧아지게 하단부를 경사지게 절단하여 연결부의 지반관입 저항을 적게 하여 경사를 수정한다.
   ③ 단독타입의 경우를 병행타입(병풍항타)으로 바꾸어 시공한다.
   ④ 강널말뚝의 두부를 경사지게 타격하면서 시공한다.
   ⑤ 연결부에서의 마찰 저항률을 감소시키기 위해 연결부에 윤활유를 바르고 틈새에 토사가 끼이지 않도록 선단부 내에 슈를 장착한다.
   ⑥ 이형 강널말뚝을 제작하여 사용하여야 한다.

(5) 연약지반에 강널말뚝을 항타할 때 또는 선단부의 지지력이 적거나 경사가 지면서 항타된 인접 강널말뚝이 같이 근입 되면서 내려가는 맞물림 관입이 발생하면 다음과 같은 방법으로 맞물림 관입을 방지하여야 한다.
   ① 강널말뚝이 경사진 경우에는 경사보정을 하여 이음부의 마찰저항을 감소시킨다.
   ② 지반이 연약한 경우에는 강널말뚝을 계획고보다 약간 높은 위치에서 타격을 중지하여 맞물림 관입량 만큼의 여유를 둔 다음, 마지막에 전체적으로 재타격하여 위치를 맞춘다.
   ③ 맞물림 관입이 일어날 강널말뚝을 인접 강널말뚝에 용접이나 볼트로 고정한다.
   ④ 크레인의 로프를 맞물림 관입이 일어나는 강널말뚝에 걸고 타입한다.
   ⑤ 계수부에 윤활유 등을 발라 마찰력을 감소시킨다.
   ⑥ 이상과 같은 방법으로 맞물림 관입을 방지하더라도 실제로 맞물림 관입 현상이 발생되면 진동해머로 인발한 후 재시공하여야 한다.

(6) 강널말뚝의 회전을 방지하기 위한 대책으로는 안내보와 강널말뚝 사이의 간격을 적당

히 유지하여야 하고 간격재를 삽입하는 것이 육상 타격 시에 유리하다. 그러나 해상 타격 시에는 해저면보다 높은 안내보 지지말뚝의 길이와 해저면 이하의 연약층 심도까지의 길이만큼 안내보의 억제력이 저하되므로 안내보에 따라서는 회전을 방지하기 곤란한 경우가 있다. 그러므로 세워 내릴 때 법선 방향과 법선 직각방향의 2방향에서 정확하게 관측하여 회전을 일으키지 않도록 작업을 관리하여야 한다. 또한 시공 후에 단계적으로 회전이 생기는 경우에는 즉시 인발하고 재시공하여야 한다.

(7) 시공연장의 늘어짐과 줄어짐
계수부에는 소정의 유격이 있기 때문에 세우기 및 타입 상황에 따라 시공연장이 늘어나거나 줄어들게 된다. 이 때는 법선 방향으로 인장상태, 중립상태, 압축상태를 조정하되 20 ~ 30매 마다 늘어짐 및 줄어짐량을 검토하면서 시공하여야 한다.

(8) 강널말뚝을 항타할 때 이탈된 강널말뚝은 뽑고 다시 항타하여야 하며, 다시 항타하기가 불가능할 경우에는 공사감독자와 협의하여 적절한 보강조치를 취하여야 한다.

(9) 강널말뚝을 항타할 때 지반이 단단한 모래, 풍화토, 풍화암 지역에서는 바이브로 해머와 선단부에 워터제트 시설을 병행하여 소요 심도까지 항타 하거나 암천공 병용장비를 사용하여 항타하여야 한다. 경질지반 항타장비의 선정이 있어서는 공사감독자와의 충분한 협의를 거쳐 시행하여야 한다.

(10) 워터젯트를 사용한 강널말뚝의 시공에서 최종 관입은 관입부 지반이 약화되지 않도록 워터젯트 분사를 제한, 조정하여 관입시켜 지반교란을 방지하여야 한다.

(11) 지하수 유출로 인근건물이나 시설물에 피해가 우려되어 차수성을 증가시켜야 할 경우에는 계수부에 지수재를 사용하여 누수를 방지하여야 한다.

(12) 지수재를 도포할 강널말뚝의 계수부의 토사 및 녹은 깨끗이 제거 하여야 하며 지수재 도포 전 충분히 건조한 상태를 유지하여야 한다.

(13) 지수제는 충분한 팽창성을 지닌 것이어야 하며, 지수제의 도포량은 계수부 일면에 200 g/m (3 ~ 4 ㎜ 두께)를 도포하고, 도포 후 하절기 12 ~ 24시간, 동절기 24 ~ 48시간 경화시켜 사용한다.

(14) 지수제는 지하수의 유출 예상정도에 따라 공사감독자와 상의하여 단면도포 또는 양면도포를 실시하며, 우천 시에는 물이 닿지 않도록 보호하여야 한다.

(15) 강널말뚝의 연결과 절단에 대하여는 공사감독자와의 협의하여야 한다.

(16) 강널말뚝의 항타 기록을 작성 보관하여야 하며 시공에 있어서는 각 강널말뚝에 대해서 각 작업단계마다 일정양식에 따라 기록을 하여야 한다.

(17) 말뚝이 소정의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선 등에 대하여 설계도면에서 규정하고 있는 대로 시공되었는지를 확인하여야 한다. 허용오차는 다음과 같다.
① 벽체 길이: (+) 널말뚝 1매 폭, (−) 없음
② 법선에 대한 굴곡: (±) 100 ㎜
③ 법선에 대한 기울기(횡방향): 1/75 이하
④ 법선 방향의 기울기(종방향): (시공 중) 아래 위의 차가 널말뚝 1매 폭 이하, (완료 후) 1/75 이하

3.4.3 용접 및 절단

(1) 용접은 아크용접으로 하고, 용접순서는 시공 전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(2) 용접은 정확하게 하고, 용접에 의한 잔류응력, 변형 등은 되도록 적게 하여야 한다.
(3) 용접봉은 피복재의 벗겨짐, 벌어짐, 오염, 습기 등 용접에 유해로운 결함이 있는 것을 사용하여서는 안 된다.
(4) 용접기, 전선 등에 의한 감전사고에 유의하여야 하며, 용접 시 적절한 보호장비를 착용하여야 한다.
(5) 용접하는 재편의 표면은 용접하기 전에 깨끗이 하여야 한다. 특히 용접면 및 그 인접부분은 물, 녹, 도료, 슬래그 및 먼지 등이 균열의 원인이 되므로 잘 제거하여야 한다.
(6) 맞이음 용접은 재편 단부의 밑 간격을 정확하게 유지하도록 주의하고, 현저한 오차가 없도록 하여야 한다.
(7) 겹이음 용접은 재편의 밀착에 주의하고, 심한 틈이 생기지 않도록 하여야 한다.
(8) 조립 도구를 부재에 용접할 때에는 용접부분을 될 수 있는 대로 적게 하고, 제거 시에는 이것을 떼어 낸 뒤 평활하게 하여야 한다.
(9) 용접은 하향용접을 원칙으로 한다. 하향용접 이외의 자세로 할 때에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

3.5 강관 널말뚝(벽강관 말뚝)

3.5.1 말뚝 작업

(1) 세우기는 기준틀에 따라 계획법선에 맞추어 강관 널말뚝을 세워 나가야 하며 시공방법, 순서는 사전에 공사감독자와 협의하여야 한다.
(2) 강관 널말뚝의 세우기에는 진동해머 사용을 원칙으로 하고, 세우기에 있어서는 유도 거푸집의 표시위치에 강관 널말뚝을 설치하고 직교하는 2방향으로부터 연직성을 확인하면서 세워 넣고, 수직에 대한 오차는 1/100 ~ 1/200 이내로 한다. 강관 널말뚝을 세워 넣는 위치가 어긋나거나 경사지는 경우에는 강관 널말뚝을 인발하여 재차 세워 넣어야 한다.
(3) 강관 널말뚝은 설계도서 혹은 시험시공의 결과 확인된 근입 깊이에서 항타 마감을 하는 것을 원칙으로 한다.
(4) 강관 널말뚝의 매기 및 세우기부터 타입 시까지는 제반 안전사항을 고려하여 취급을 신중히 하여야 하며, 특히 충돌 및 흔들림이 없도록 하여야 한다.
(5) 지층의 변화와 장해물 등으로 소정의 깊이까지 항타되지 않는 경우에는 구조적인 문제점이 예상되므로 사전에 공사감독자와 협의하여 대책을 세워야 하며 토질조건이 연약하여 근입깊이가 깊어질 때에도 근입깊이에 대하여 공사감독자와 협의를 하여야 한다.
(6) 강관 널말뚝을 항타할 때 이탈된 강관 널말뚝은 인발하여 다시 박아야 하며, 재항타가 불가능할 경우에는 공사감독자와 협의하여 적절힌 보강조치를 취하여야 한다.
(7) 강관 널말뚝은 항타 시공 중 특히 회전이나 경사가 일어나지 않는 방법을 강구하여 항타 하여야 한다.

(8) 항타 시공 시 일정양식에 따라 강관 널말뚝의 항타 기록을 작성 보관하여야 한다.
(9) 항타 완료 후 말뚝이 소정의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선 등에 대하여 설계도면에서 규정하고 있는 대로 시공되었는지를 확인하여야 한다.
① 벽체 길이: (+) 널말뚝 1매 폭, (−) 없음
② 법선에 대한 굴곡: (±) 100 ㎜
③ 법선에 대한 기울기(횡방향): 1/75 이하 또는 공사시방서 준용
④ 법선 방향의 기울기(종방향): (시공 중) 아래 위의 차가 널말뚝 1매 폭 이하, (완료 후) 1/75 이하 또는 공사시방서 준용

3.5.2 현장용접 이음

(1) 강관 널말뚝은 계수부와 방향성을 가지고 있어 상하의 강관 널말뚝의 수직도가 불량할 경우 수정이 어려우므로 현장 용접에 있어서도 각 시공단계에 있어서 충분한 시공관리가 필요하다.

3.5.3 속채움 콘크리트 및 계수부의 처리

(1) 가물막이 겸용방식의 경우 상부 슬래브 결합부 부근의 강관 널말뚝 본체를 보강하기 위하여 속채움 콘크리트를 타설하는 것을 원칙으로 한다.
(2) 강관 널말뚝 우물통부의 강성을 확보하기 위해서 계수부 내부의 토사를 워터젯트 등을 이용하여 배제한 후 계수부 전장에 걸쳐서 모르타르를 채우는 것을 원칙으로 한다.

3.5.4 강관 널말뚝 우물통 시공

(1) 가물막이 겸용방식에서 가물막이 부분의 시공은 설계도서 및 시공계획서에 표시된 시공방법 및 시공순서 대로 가물막이 내부의 굴착, 동바리의 설치 및 밑바닥 콘크리트 타설을 하여야 한다.
(2) 상부슬래브와 강관 널말뚝과의 결합부 및 상부슬래브는 상부슬래브에 작용하는 하중이 강관 널말뚝에 확실하게 전달되도록 시공하여야 한다.
(3) 가물막이 겸용방식의 경우 상부 슬래브, 구체 완성 후 동바리 및 가물막이 부분의 강관 널말뚝을 설계도서 및 시공계획서에 표시된 시공방법, 시공순서에 따라 철거하여야 한다.

3.6 셀형식 강널말뚝

3.6.1 운반과 보관

(1) 셀형식 강널말뚝의 운반 과정에서 도장면, 이음부와 하단부(박히는 끝부분)에 손상을 입지 않도록 하고, 단면특성을 살리기 위하여 크게 비틀림이나 변형이 생기지 않도록 주위를 기울여야 하며, 보관에서는 지형이 평탄하며 배수가 잘되게 정지하고 받침목을 깔아 포개어 쌓아 보관하여야 한다.

(2) 셀형식 강널말뚝을 수평으로 달아 올리거나 운반하는 경우 반드시 2점 달기를 하여야 한다.

3.6.2 공사준비와 가이드링

(1) 계획법선에 대한 수시점검과 가이드링 설치위치 확정을 위한 관측대를 설치하고, 널말뚝의 눈금표시, 세우기 작업용 구멍뚫기 등 공사 준비를 하여야 한다.

(2) 셀을 계획된 위치에 정확히 설치하기 위하여 가이드링 설치용 지지주 박기와 가이드빔 시설을 우물정자 형상으로 시설하고, 그 위에 가이드링을 얹어 놓고 강널말뚝을 세워나가면서 차례로 항타하여 셀을 형성하며, 법선에 대한 관측과 지지대 설치 및 가이드링 설치 시에는 공사감독자의 사전 협의와 승인이 있어야 한다.

3.6.3 강널말뚝 세우기

(1) 강널말뚝 세우기는 가이드링에 따라 아크부의 T형 강널말뚝을 먼저 세우고, 다음에 안내 강널말뚝을 세운 후 안내말뚝을 중심으로 좌우에 강널말뚝을 세워나가며 간격이 균등하게 세워지도록 하여야 한다.

(2) 균등하게 세우기가 완료되면 최종으로 안내말뚝을 뽑아내고 시공하여야 할 강널말뚝을 세워야 한다.

(3) 강널말뚝 세우기에 앞서 기상, 해상조건 등을 고려하여 사전에 세우기의 공정에 대하여 공사감독자와 협의하여야 한다.

3.6.4 강널말뚝의 항타

(1) T형 강널말뚝을 먼저 항타한 다음 T형 좌우 강널말뚝을 2~ 3매씩 단위로 항타하여 T형 강널말뚝을 고정하여야 하고, 나머지 말뚝을 항타하는 순서로 시공하여야 한다.

(2) 항타 순서와 방법에 대하여는 사전에 공사감독자와 협의하여야 한다.

3.6.5 속채움

(1) 양질의 모래나 자갈로 속채움을 하여야 한다. 속채움 재료를 선정할 때 필요한 사항은 공사시방서의 규정하는 바에 따른다.

(2) 속채움 할 때 셀에 편심이 가하여지지 않도록 셀 중앙부에서 외측으로 속채움을 시행하여야 하며, 셀이나 아크부의 변형, 경사 등의 상태를 주의깊게 관측하여야 한다.

(3) 속채움 할 때 속채움을 반쯤 시행하여 가이드링과 지지시설 등을 철거하고 셀변형 방지용 속채움 링을 설치한 후 연속적으로 속채움을 완료하여야 한다.

(4) 속채움 작업이 완료될 때까지의 작업 공정에 대하여 공사감독자와 협의하고 만일의 기상, 해상 변화에 대비하여야 한다.

3.6.6 프리패브 셀형식 강널말뚝

(1) 적용범위, 재료, 제작, 운반과 보관 등 공사 준비는 셀형식 강널말뚝의 관련 사항에 따른다.

(2) 조립기지에서 가이드링 외부에 셀용 강널말뚝을 세우는 방법은 이 기준 3.4와 3.5의 해당 사항에 따른다.
(3) 조립된 강널말뚝은 소요 매수로 묶어, 바이브로 해머를 장착한 후 들고리틀에 연결하고, 들고리틀을 해상 기중기로 들고 해상운반 하는 공법이므로 케이슨 진수방법과 유사한 공정은 케이슨 운반 관련 시방서를 따른다.
(4) 아크부의 조립, 해상운반도 프리패브(prefab) 셀형식의 시공방법에 따른다.
(5) 소정의 위치에 거치된 조립된 셀의 박기 순서 등은 공사감독자와 협의하여 시행하여야 한다.
(6) 조립 기지의 시설, 공사의 작업 순서, 바이브로 해머의 선정, 해상 기중기선의 선정 등 현장작업에 관련된 사항은 공사감독자와 협의하여 시행하여야 한다.

3.7 콘크리트 널말뚝

3.7.1 운반 및 보관

(1) 콘크리트 널말뚝은 철근 배근에 따라 인장측과 압축측이 있는 경우가 있으므로 이를 잘 확인하여 취급 과정에서 과대한 응력 발생으로 균열이나 손상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

3.7.2 말뚝 항타

(1) 콘크리트 널말뚝은 길이가 모자라거나 손상된 말뚝은 제거하고 규격에 맞는 새 것으로 교체하여 다시 항타하여야 한다.
(2) 콘크리트 널말뚝은 인장측과 압축측을 확인하고 휨응력의 발생 상황에 따라 말뚝의 방향을 맞추어 항타하여야 한다.

3.7.3 검사 및 허용오차

(1) 말뚝이 소정의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선 등에 대하여 설계도면에서 규정하고 있는 대로 시공되었는지를 확인하여야 한다
(2) 허용오차는 다음과 같다.
① 벽체 길이: (+) 널말뚝 1매 폭, (−) 없음
② 법선에 대한 굴곡: (±) 100 ㎜
③ 법선에 대한 기울기(횡방향): 1/75 이하
④ 법선 방향의 기울기(종방향): (시공 중) 아래 위의 차가 널말뚝 1매 폭 이하, (완료 후) 1/50 이하
⑤ 널말뚝 마루높이: (±) 50 ㎜

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
하익수	**경남대학교**	한진태	한국건설기술연구원
이종구	포스코		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
남문석	한국도로공사	박이근	㈜지오알앤디
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 50 20 : 2016

널말뚝

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 50 25 : 2016

케이슨기초

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

건설기준 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.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서)간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 도로교 표준시방서의 케이슨기초에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
도로교표준시방서	• 도로교표준시방서 제정	제정 (1977.12)
도로교표준시방서	• 콘크리트공사 표준시방서 개정 내용 반영	개정 (1983.12)
도로교표준시방서	• 국내외 여러 시방서 및 기술개발 최신 내용 반영	개정 (1992.11)
도로교표준시방서	• 시방서의 내용을 설계편과 시공편으로 분리하고 유지관리 내용을 포함	제정 (1996.4)
도로교표준시방서	• 각 분야간 상충문제 해소를 위한 새로운 체계로 개편	개정 (1999.8)
도로교표준시방서	• TMC 강재기준 추가 및 용접기준 개선	개정 (2005.2)
도로교표준시방서	• 교량구조용 압연강재, 고강도콘크리트 등 고성능재료의 시공을 위한 규정 신설, 원심력 콘크리트 말뚝의 품질관리기술을 추가	개정 (2013.2)
도로교 표준시방서	• 비파괴검사 방법에 방사선투과검사외에 초음파탐상검사도 선택할 수 있도록 추가	부분개정 (2015.6)
KCS 11 50 25:2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)

제 정 : 2016 년 6 월 30 일 **개 정 : 년 월 일**

심 의 : 중앙건설기술심의위원회 **자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회**

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 (작성기관) : 한국도로협회(한국지반공학회)

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 참고 기준 ····· 1

1.3 제출자료 ····· 1

2. 재료 ····· 2

2.1 콘크리트 재료 및 배합 ····· 2

2.2 철근 ····· 2

2.3 강판재와 용접 ····· 2

3. 시공 ····· 2

3.1 일반사항 ····· 2

3.2 공기 케이슨 공법 ····· 3

3.3 오픈케이슨 공법 ····· 6

케이슨기초

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 도로교의 기초로 사용되는 공기케이슨(pneumatic caisson)과 오픈케이슨(open caisson) 기초공사에 적용한다.

(2) 공기 케이슨기초 공법은 지상작업과 함께 압축공기 상태에 있는 작업실 내에서 건조(dry)상태로 굴착을 하며, 오픈케이슨 공법은 지상에서 수중굴착을 주 작업으로 하는 것으로 이 두 공법 모두 공종은 본체의 구축, 굴착 침설의 반복작업으로 동일하다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음.

1.2.2 관련 기준

KDS 11 00 00 지반설계기준
KDS 24 00 00 교량설계기준
KCS 11 50 05 얕은기초
KCS 11 50 15 기성말뚝
KCS 14 20 00 콘크리트공사
KCS 14 20 10 일반콘크리트
KCS 14 20 11 철근 및 거푸집
KCS 14 31 00 강구조공사 일반사항
KCS 14 31 10 제작
KCS 14 31 20 용접

1.3 제출자료

1.3.1 시공계획서

KCS 11 50 15(1.4.1)에 준한다.

1.3.2 공사보고서

KCS 11 50 15(1.4.3)에 준한다.

2. 재료

2.1 콘크리트 재료 및 배합

KCS 14 20 10에 준한다.

2.2 철근

KCS 14 20 11에 준한다.

2.3 강판재와 용접

KCS 14 31 05, KCS 14 31 10, KCS 14 31 20에 준한다.

3. 시공

3.1 일반사항

3.1.1 시공준비 및 자료검토

(1) 케이슨의 시공계획 수립에 있어 다음에 열거한 자료를 조사·수립하고, 면밀히 검토하여 최적의 공사가 되도록 하여야 한다.

① 공사내용 및 현장의 개황
② 설계 및 시공자료
③ 자연조건: 지층구조, 지하수, 기상, 홍수위, 설치 위치의 수심, 조류 하상재료
④ 현장설비 및 준비자료: 공사용지, 공사용 자재, 운반관계
⑤ 공사비 분석자료, 기계기구, 전력, 전력설비
⑥ 시험케이슨 제작 및 시험 침하계획

3.1.2 시공기계 기구의 선정

본체의 구축, 굴착, 침설 중 굴착과 침설에 대해서는 특수한 기계 기구를 필요로 한다. 따라서 시공기계 기구선정에 있어서는 케이슨 기초의 제원, 시공기수(基數)와 그 배치, 지반의 상태, 공사기간, 작업지점의 환경, 작업의 안전성 등 시공에 관한 제 조건을 충분히 검토하고, 설계도서상의 치수와 기능을 만족할 수 있도록 하여야 한다.

3.2 공기 케이슨 공법

3.2.1 시공장비

(1) 본체의 구축, 굴착, 침설 등 기본 작업 중, 지상작업에 더하여 압축공기 상태에 있는 작업실 내 건조상태에서 굴착을 원칙으로 한다. 따라서 본 공법에서는 송기(送氣), 의장(艤裝), 굴착 및 통신수단 등의 설비가 주된 대상이 된다.

(2) 시공을 위한 일반적인 장비로는 안전용 설비, 시공관리용 설비, 작업대, 운반설비, 콘크리트 타설 장비, 동력설비, 조명 및 급수시설, 굴착 및 침설설비, 송기설비, 의장설비 등이 있으나, 시공규모나 현장여건에 따라 제외되거나 다른 특수한 장비가 추가될 수 있다.

3.2.2 주요 임시설비 계획

(1) 케이슨의 임시설비는 시공계획서에 의거 확실하게 설치할 것이며, 시공 중에는 항상 점검과 보수를 시행하여, 안전시공에 만전을 기하여야 한다. 더욱이 케이슨 공법은 신속한 시공을 요하고 작업상 상당한 위험이 따르므로 현장설비의 용량 및 안전도에 있어 충분한 여유를 확보하여야 한다.

(2) 가교 및 작업대: 하천 양안에 연결하는 접근로 및 작업대는 그 구조형상, 제원 및 재질 등에 대하여는 공사기간 중 예상할 수 있는 각종 하중 및 외력에 대하여 충분히 안전하도록 계획하여야 하며 사전에 공사감독자의 승인을 얻어야 한다.

(3) 콘크리트 설비: 케이슨의 침설작업은 통상 주야로 계속되므로 콘크리트 작업도 이와 병행하여 시행될 수 있도록 콘크리트의 생산, 운반 및 타설장비를 준비하여야 한다. 콘크리트의 품질, 운반, 타설 등은 콘크리트 표준시방서에 따른다.

(4) 전력, 조명, 급수설비

(5) 송기설비: 공기압축기, 공기냉각장치, 공기청정장치, 공기조 및 송기 본관으로 구성된다.

(6) 굴착설비: 일반적으로 크레인을 설치하고 있으며 크레인은 굴착작업 뿐만 아니라 의장, 콘크리트 타설, 거푸집제거, 기타 재료의 운반 등 여러 용도로 사용되기 때문에 굴착작업에 지장이 없도록 계획하여야 한다.

(7) 구급, 보완설비: 실내압(100 kPa)이상의 공기케이슨을 시공하는 공사장에서는 필히 호스피탈 록(hospital lock)를 설치하되 케이슨의 크기나 수효에 따라 1기 이상을 설치하여야 한다. 호스피탈 록크의 조작은 고압작업 안전규칙에 의하여야만 한다.

3.2.3 케이슨 거치

(1) 케이슨의 거치는 본체, 거푸집, 동바리 등의 중량을 충분히 지지할 수 있고, 초기의 침설이 안전하게 이루어질 수 있는 지반에서 행해져야 한다.

(2) 케이슨거치는 육상공법, 축도공법, 수중공법 등이 있는데 시공조건, 수심 및 콘크리트 중량 등을 검토한 후 적절한 공법을 선정하도록 한다.

3.2.4 날끝

(1) 케이슨의 날끝(shoe)은 설계도 및 시공계획서에 따라 정확히 시공하여야 한다.

(2) 날끝 쇠붙이의 제작은 강교에 준한다.

(3) 날끝 쇠붙이를 현장용접 할 때에는 변형이 가급적 작은 용접방법을 채택하여야 한다.

3.2.5 동바리

(1) 동바리의 구조는 날끝 및 작업실 천정슬래브를 구축할 때의 전 하중에 대하여 충분히 견고한 것이어야 한다.

(2) 동바리를 거치하는 지반은 동바리, 날끝 및 작업실 천정슬래브 등의 자중에 대하여 안전하게 지지 할 수 있도록 지반의 지지력이 확보되어야 한다.

(3) 동바리 해체에 있어서는 콘크리트의 강도를 검토하여 구조물에 악영향을 미치지 않도록 주의하여야 한다. 동바리를 해체해도 좋은 시기의 콘크리트 압축강도와 콘크리트 타설 후 동바리 존치 기간 등은 콘크리트 표준시방서에 준한다.

3.2.6 본체의 제작

케이슨 본체의 제작은 작업실, 본체 및 구체와의 접속부 등으로서, 의장 및 가설 작업과의 조합으로 이우러지는데, 전 공정을 통하여 안전하면서도 원활한 시공이 가능하도록 계획되어야 한다. 철근콘크리트에 의한 본체 제작의 경우 주요공종은 거푸집의 조립, 철근의 가공이나 조립, 그리고 콘크리트의 타설 및 양생 등으로 이들 작업은 KCS 14 20 00에 준한다.

3.2.7 의장

공기 케이슨 공법에 있어서 케이슨을 지하수위까지 침설한 후 그 이하의 굴착 및 침설에 필요한 일체의 장치를 설치하는 것을 의장(艤裝)이라 하며, 록크, 샤프트, 송기관, 배기관, 배선관 등의 모든 설비는 설계도서에 의거 정확하게 설치되어야 하며, 일상 정비점검을 하도록 한다. 또한, 의장의 철거는 시공계획서에 의거 확실하게 시행되어야 한다.

3.2.8 굴착 및 침설

(1) 굴착은 시공상황, 지질의 상태 등에 따라 침하관계도를 적절히 수정해 가면서 행하고, 케이슨 경사, 이동 및 회전에 주의함과 동시에 급격한 침하를 피하여야 한다.

(2) 발파에 의한 암반 절취 시에는 안전대책이 강구되어야 하고 케이슨에 손상이 가지 않도록 하여야 한다.

(3) 침설은 케이슨 자중, 적재하중, 마찰저항의 감소 등에 의해 행해지는 것을 원칙으로 한다. 부득이 감압(減壓)침하를 병용할 경우에는, 케이슨 본체의 안정성과 작업원의 대피를 확인하고, 재차 인접구조물에 미칠 영향 등을 충분히 검토하여야 한다.

3.2.9 마찰력의 감소

케이슨 침설 시 침하에 대한 저항이 클 적으로 예상되는 경우 본체 외벽면과 지반 사이의 마찰력 감소의 방법으로 가장 일반적인 것은 케이슨 날끝부에 설치되는 50 ～100 mm의 마찰끊기(friction cut)이며 케이슨의 형상, 치수 및 토질의 성질에 따라 다른 방법을 병용하여 원활한 침하를 도모하는 방안을 공사착수 전에 검토할 필요가 있다.

3.2.10 기초지지력 및 변형특성의 평가

공기케이슨이 소정의 깊이에 도달하게 되면 지반의 지지력과 지반반력계수를 확인하기 위하여 작업실 천정슬래브를 이용하여 평판재하시험을 실시하여야 한다. 재하시험의 방법은 케이슨 작업실 내라는 환경을 고려하여, 다(多)사이클 방식에 의한 급속재하시험을 원칙으로 한다. 지반공학적 측면에서 평판재하시험 외에 공내재하시험에 의한 평가도 가능하다.

3.2.11 속채움 콘크리트타설

속채움 콘크리트(sealing concrete)의 시공에 있어서는 먼저 케이슨 바닥면에 돌출한 부분을 다듬어 고르고, 굴착 시 이완되어 있는 토사나 암버력을 완전히 제거하고 작업실 내를 청소한 다음, 실내의 기압을 관리해 가면서 작업에 적장한 워커빌리티의 콘크리트를 사용하여 실 내부를 충전하여야 한다.

3.2.12 상부슬래브

케이슨의 상부슬래브는 작용하는 하중이 케이슨 본체에 확실히 전달될 수 있도록 시공하여야 한다.

3.2.13 가설흙막이벽 및 차수벽

(1) 가설흙막이벽 및 차수벽은 소요의 차수성을 가짐과 동시에 케이슨 침설중의 토압과 수압 등 외력에 대하여 변현되거나 파손되지 않는 견고한 구조이어야 한다.

(2) 구조물이 완료된 후 가설구조물이 본 구조물의 안전이나 주변환경에 영향을 미칠 수 있는 경우에는 가설구조물을 반드시 철거하여야 한다.

3.2.14 시공기록

(1) KCS 11 50 05(3.4)를 참조하여 작성하도록 한다.

(2) 공사기간 중의 공사현황을 각 단계별로 사진 또는 비디오 촬영으로 기록을 남기고, 후일의 증거 또는 참고자료로 보관하여야 한다.

(3) 케이슨기초의 시공완료 후 설치된 상태의 위치, 경사 및 제치수를 실측하고 철근배근이나 철제류 등의 제작도, 설치도 등을 표기한 준공도면을 작성하여야 한다. 이외에 공사단계별로 채택된 단계별 시공도, 각종 가시설의 시공도도 기록으로 보관하여야 한다.

(4) 품질관리 계획 및 이행성과 또는 성적서는 공종별로 분류, 유지하여야 한다.

3.3 오픈케이슨 공법

3.3.1 공법적용

오픈케이슨은 연약한 점토, 실트, 모래 또는 자갈층 등 어느 지반에서나 그 내부로부터 흙을 퍼올림으로써 침설시킬 수 있으나 전석이나 호박돌이 섞인 지층에는 부당하다. 또 지지암반이 경사져 있든가 불규칙한 경우에는 케이슨이 암반에 도달한 후에 기울어질 우려가 있으므로 오픈케이슨 공법적용에 있어서는 침설에 특히 유의하여야 한다.

3.3.2 주요 임시설비 계획

이 기준 3.2.2에 준한다.

3.3.3 케이슨 거치

오픈케이슨 공법의 경우는 케이스 침설을 개시하면 공기케이슨과는 달리 작업기압에 의한 양압력이 없기 때문에 급격한 침하나 경사가 발생할 우려가 있다. 따라서 이에 대한 사전 예방대책을 마련하여야 한다.

3.3.4 날끝

케이슨의 날끝(shoe)은 설계도 및 시공계획서에 따라 정확히 시공되어야 한다.

3.3.5 본체의 제작

케이슨 본체는 시공 상의 모든 조건을 감안하여 그의 치수, 기능을 만족할 수 있도록 시공하여야 한다.

3.3.6 굴착 및 침설

(1) 굴착은 시공상황, 지질의 상태 등에 따라 침하관계도를 적절히 수정해 가면서 행하고, 케이슨 경사, 이동 및 회전에 주의함과 동시에 급격한 침하를 피하여야 한다.

(2) 발파에 의한 암반 절취 시에는 안전대책이 강구되어야 하고 케이슨에 손상이 가지 않도록 하여야 한다.

3.3.7 마찰력의 감소

이 기준 3.2.9에 준한다.

3.3.8 기초지반 검사

(1) 기초지반으로 예상되는 지층은 단단한 토사층 또는 기반암층이다. 따라서 토사층일 때에는 지지력시험과 세굴에 대한 검토가 시행되어야 하고, 기반암층일 때에는 다음과 같은 방법에 따라 기초지반의 안정성을 확인하여야 한다.

① 육안관찰에 의한 암반특성 검사

② 시료채취에 의한 암반의 강도측정

③ 사진촬영에 의한 간접검사

④ 기타방법에 의한 기초바닥면 검사

3.3.9 저면슬래브

(1) 케이슨 침하 완료 후 날끝 내면이나 칸막이 선단부 등에 부착된 흙을 사수(射手) 등을 이용하여 제거하고, 먼저 타설한 바닥 콘크리트 사이에 잡물이 혼입되지 않도록 하여야 한다.

(2) 육상으로 굴착하는 경우를 제외하고, 케이슨 내의 수위에 변동이 없는지를 확인한 후 수중콘크리트를 타설하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설은 트레미 또는 콘크리트펌프를 사용하는 것을 원칙으로 하고 수중콘크리트는 반드시 연속적으로 타설하여야 하며, 시멘트 풀의 유출을 방지하기 위해 관의 선단은 늘 콘크리트 내에 관입된 상태로 두어야 한다. 또 콘크리트의 타설 중에는 콘크리트량과 타설 높이를 항상 계측하면서 시공한다.

(4) 바닥슬래브 콘크리트를 타설한 후 바닥 슬래브의 상면에 철근콘크리트 슬래브를 구축할 목적으로 케이슨 내의 담수(湛水)를 배제하는 일이 있는데, 지하수의 양압력에 의한 바닥 슬래브의 파괴나 케이슨 본체의 균열발생 등, 심한 경우는 기초의 목적을 벗어나는 결과를 초래할 수도 있으므로 케이슨 내의 담수를 배제할 때에는 신중하게 검토하여야 한다.

3.3.10 상부슬래브

이 기준 3.2.12에 준한다.

3.3.11 가설흙막이벽 및 차수벽

이 기준 3.2.13에 준한다.

3.3.12 시공기록

이 기준 3.2.14에 준한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	책임자	하익수	경남대학교	교수
	위　원	최광보	내경ENG	전무이사

자문위원	분야	성명	소속
	기초	여규권	삼부토건(주)
	기초	남문석	한국도로공사
	지반	박이근	(주)지오알앤디
	시험	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회	분야	성명	소속
	공통	배병훈	한국도로공사
		구찬모	한국토지주택공사
		김홍문	평화엔지니어링
		최용규	경성대학교
		정충기	서울대학교
		정상섬	연세대학교
		김유봉	서영엔지니어링
		박종호	평화지오텍
		박성원	유신
		임대성	삼보ENG
		김운형	다산컨설턴트

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	구자흡	삼영엠텍(주)
	차철준	한국시설안전공단
	최상식	(주)다음기술단
	김현길	(주)정림이앤씨
	이근하	(주)포스코엔지니어링
	박구병	한국시설안전공단

국토교통부	성명	소속	직책
	정선우	국토교통부 기술기준과	과장
	김병채	국토교통부 기술기준과	사무관
	김광진	국토교통부 기술기준과	사무관
	이선영	국토교통부 기획총괄과	사무관
	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청	사무관
	김남철	국토교통부 기술기준과	주무관

표준시방서
KCS 11 50 25 : 2016

케이슨기초

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 한국도로협회
05718 서울특별시 송파구 중대로 113
☎ 02-3490-1000 E-mail : off@krta.cp.kr
http://www.kroad.or.kr

(작성기관) 한국지반공학회
06732 서울특별시 서초구 서운로 19, 1202호(서초동)
☎ 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 50 30 : 2016

특수기초

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건축공사 표준시방서의 특수기초에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건축공사 표준시방서	• 건설부에서 대한건축학회에 의뢰하여 작성 제정함.	제정 (1967.12)
건축공사 표준시방서	• 신규 자재와 신공법의 반영으로 인한 보완, 개정	개정 (1978.12)
건축공사 표준시방서	• 신자재와 시공법 등에 대한 내용의 개정 보완	개정 (1985.12)
건축공사 표준시방서	• 신자재와 시공법 등에 대한 내용의 개정 보완	개정 (1989.8)
건축공사 표준시방서	• 축적된 경험과 지식을 종합하고 국내외의 관련문헌과 자료 분석, 정리, 신자재와 신기술을 국내 기술수준에 부합되게 체계화함.	전면개정 (1994.8)
건축공사 표준시방서	• 장, 절을 코드화하여 체계화, 건설교통부의 기존 운영체계에 일치하도록 분류변경, 시방내용을 현실성 있게 대폭적으로 개정.	개정 (1999.5)
건축공사 표준시방서	• 외국의 시방서 체계를 분석하여 기존 29개의 장에서 24개로 통폐합, 성능시방서 작성원칙에 따라 한국산업규격이나 기타 관련 규격을 인용하는 수준으로 기술함.	개정 (2006.4)
건축공사 표준시방서	• 건축분야의 녹색성장과 관련된 신기술과 신공법의 신속한 도입과 활용 등을 위해 개정	개정 (2013.7)
건축공사 표준시방서	• 방수공사 아스팔트 프라이머 품질기준 개정(KS기준 상이한 문제에 대한 조치)	부분개정 (2015.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
KCS 11 50 30 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 50 30 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제　　정 : 2016년 6월 30일　　개　　정 :　　년　　월　　일

심　　의 : 중앙건설기술심의위원회　　자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 대한건축학회　　작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출자료 ····· 1
2. 자재 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 지하연속벽 ····· 2
3.1.1 일반사항 ····· 2
3.1.2 장비 ····· 2
3.1.3 시공관리 ····· 3
3.2 프리팩트 콘크리트 말뚝 ····· 4
3.3 PIP말뚝 및 유사계통의 말뚝 ····· 5
3.4 합성말뚝 ····· 5
3.5 기타 특수말뚝 ····· 5

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 특수기초에 해당되는 지하연속벽, 프리팩트 콘크리트말뚝, PIP말뚝 및 유사 계통의 말뚝, 합성말뚝, 기타 특수말뚝의 공사에 적용된다.

1.2 참고기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 11 50 10 현장타설 콘크리트 말뚝
- KCS 11 50 15 기성말뚝
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 제출자료

(1) 시공계획서

① 공사를 착수하기 전에 지반조사에 의한 지층 또는 지하수의 현황과, 해수의 영향 및 인근 우물의 사용현황 등 주위의 상황에 대한 자세한 조사를 실시한 후 시공계획서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받는다. 지하연속벽의 최소 두께는 구조물의 응력해석에 따라 0.6 ~ 1.5 m 또는 그 이상으로 결정한다.

② 파이핑, 히빙, 보일링에 대하여 검토를 실시하여야 한다.

③ 지반조사, 지하수의 조사, 기존 구조물, 매설물, 주변상황 등의 조사를 실시하여야 한다.

④ 안전하고 원활한 공사를 위하여 필요에 따라서 공사감독자가 제시한 설계변경 또는 시공법의 변경을 수용하여야 한다.

⑤ 공사 중 지장 또는 손상의 우려가 있는 기존의 수도관, 가스관 등의 설비는 관계기관과의 협의 하에 공사감독자의 지시에 따라 처리한다.

⑥ 절토 등 기타에 의하여 생긴 출토물은 공사감독자의 지시에 따라 처리한다.

⑦ 안내벽은 굴착기 등의 중량에 의한 표면 흙의 붕괴를 방지할 수 있도록 하는 것을 원칙으로 한다.

⑧ 시공기계 및 장치는 다음 사항에 주의한다.

가. 시공기계는 지반조건, 굴착깊이, 그 외 현장의 조건에 맞는 기계를 선정한다.

나. 안정액 제조 및 재생장치는 소요의 안정액을 만들기 위하여 충분한 성능과 용량의 기계설비를 갖춘 것으로 한다.

2. 자재

(1) 타설되는 콘크리트는 공사시방서에 따르며, 달리 명시된 것이 없는 경우에는 다음을 따른다.
  ① 시멘트는 KS L 5201에 적합한 포틀랜드 시멘트이어야 한다. 시멘트계 고화재 및 혼화재에 대해서는 공사시방서에 따른다.
  ② 골재 치수는 13 ~ 25 ㎜를 표준으로 한다.
  ③ 공기 함유율은 (4.5 ± 1.5)%를 표준으로 한다.
  ④ 단위시멘트량은 350 kg/㎥ 이상, 물·시멘트 비는 50% 이하로 한다.
  ⑤ 슬럼프값은 18 ~ 21 ㎝를 표준으로 한다.
  ⑥ 배합강도는 설계강도의 125% 이상으로 한다.
  ⑦ 팽창제, AE제 또는 감수제의 배합비율은 제조자의 시방서에 따른다.
(2) 철근은 KS D 3504에 적합한 이형철근이어야 한다.
(3) 슬러리는 천연산의 분말 벤토나이트로서 입도는 90%가 0.850 ㎜보다 가늘고, 0.075 ㎜보다 가는 것은 10% 미만이어야 한다.
(4) 물에 혼합된 벤토나이트 슬러리는 분말 벤토나이트가 안정된 부유 상태에 있어야 하고, 이 때 비중은 1.04 ~ 1.36 범위이어야 한다.
(5) 프리팩트 콘크리트 말뚝 시공에 있어서 주입(부어넣기) 모르타르의 재료, 배합 및 굵은골재의 크기 등은 공사시방서에 따른다.
(6) 기타의 자재 등은 관련 시방서에 따른다.

3. 시공

3.1 지하연속벽

3.1.1 일반사항

(1) 공사현장에서 지중에 굴착 또는 천공한 후 공 내에 철근 또는 보강 강재를 넣고 콘크리트를 타설하여 흙막이벽을 형성하는 지하연속벽에 적용되며, 이 벽체를 건물의 일부로 사용할 때에는 공사시방서에 따르도록 한다.

3.1.2 장비

(1) 파내기 슬러리 장비는 다음 사항을 만족하도록 선정하여야 한다.
  ① 장비는 자갈 및 호박돌을 포함한 이물질을 깊은 도랑에서 제거할 수 있는 것이라야 하고, 도랑 내에서 슬러리의 수직통과가 자유롭고 흡입이나 압력의 발생을 방지할 수 있도록 배치하여야 한다.
  ② 깊은 도랑의 검사용 도구나 장치는 승인된 시공상세도면에 명시된 치수로 도랑이 패고, 침전된 파낸 재료가 제거되었는지 확인할 수 있는 것이라야 한다.
  ③ 슬러리 혼합기는 기계적 교반으로 벤토나이트와 물이 안정된 부유상태를 유지할

수 있게 하는 것이라야 하며, 벤토나이트 슬러리는 가설배관이나 다른 적합한 방법으로 도랑까지 운송하여야 한다.

④ 슬러리를 파낸 도랑의 전 깊이에 걸쳐서 순환 및 교반해주는 장비도 갖추어야 하며, 슬러리를 압축공기로 교반해서는 안 된다.

⑤ 슬러리 회수장비를 사용해서 도랑 내에 깨끗한 슬러리를 사용할 수 있도록 슬러리에 섞여 있는 해로운 재료는 제거하여야 하며, 회수된 슬러리는 연속적으로 도랑에 재순환시켜야 한다.

⑥ 슬러리는 감시·조절해서 분말이 부유상태에 있도록 하여야 한다.

(2) 파내기는 계획서를 기초로 하여 다음 사항에 주의한다.

① 파내기 구멍은 수직으로 판다. 최대 허용차는 1.0% 이하로 한다.

② 필요 깊이까지 정확하게 파내기를 한다.

③ 파내기할 때는 주위 지반의 붕괴가 발생하지 않도록 유의한다.

④ 항상 계측하면서 파내기를 하여야 하며, 파내기 구멍벽의 붕괴 방지에 유의한다.

⑤ 접속부분이 정확하게 이루어지도록 주의하며 차수능력이 있어야 한다.

3.1.3 시공관리

(1) 벤토나이트 등의 안정액을 쓸 때에는 파내기 지반에 적합한 조합이 될 수 있도록 선정한다. 사용 중에는 그 성능을 관리하며, 나빠진 안정액을 사용해서는 안 된다.

(2) 파내기 완료 후 파내기 심도를 확인하고 바닥의 슬라임을 제거한다.

(3) 소정의 파내기가 곤란하거나 불가능할 때에는 그 원인을 충분히 검토하여 공사감독자와 협의하여 적절히 처리한다.

(4) 트레미콘크리트는 다음 사항에 주의한다.

① 슬러리 도랑벽은 트레미콘크리트로 벤토나이트 슬러리를 완전히 대치해서 만들어야 한다.

② 철근 또는 보강 강재를 넣고 콘크리트를 타설할 때에는 철근이나 보강재 등이 이동되지 않도록 처리하여야 한다. 또한 철근망과 도랑 측면 사이는 최소 100 ㎜ 정도의 콘크리트 피복이 유지되도록 시공한다.

③ 수중 콘크리트 타설 시에는 트레미관을 사용하여 선단은 항상 콘크리트 중에 2 m 이상 묻혀 있도록 하고, 트레미관의 접속 부분은 누수되지 않도록 조치한다.

④ 콘크리트는 트레미파이프를 통해서 자연류나 펌핑으로 타설하며, 트레미파이프는 슬러리가 트레미파이프 속의 콘크리트와 혼합되지 않도록 바닥에 밸브를 갖추어야 한다.

⑤ 패널파기가 완료되고 12시간 내에 파낸 패널에 트레미콘크리트치기를 바닥에서부터 시작하며 완료될 때까지 중단 없이 계속해서 진행하여야 한다.

⑥ 지하연속벽이 완료된 후 필요하면 윗부분의 벤토나이트 등의 혼입 부분을 정확하게 제거하고 콘크리트를 타설한다.

⑦ 콘크리트 타설 시에 사고가 발생되었을 때는 공사감독자와 협의한 후 적절한 조치를 한다.

(5) 철근 또는 보강 강재의 삽입은 다음 사항에 주의한다.
① 철근 또는 보강 강재의 치수를 정확하게 하고 집어넣을 때 구부러지거나 변형이 생기지 않도록 한다.
② 철근 또는 보강 강재를 넣을 때 부재에 부착되어 있는 흙 또는 이물질을 제거하고 변형 또는 손상되지 않도록 하고 또한 파내기벽을 손상하지 않는 위치에 설치한다.
③ 철근 또는 보강 강재를 사용할 때에는 상하의 철근 또는 보강 강재가 일체되도록 시공한다.
④ 벽체와 슬래브 연결을 위한 철근은 구부려 되펴기할 경우 구조부재가 되지 못하므로 연결철근 설치위치에 구멍이 형성된 매몰플레이트를 사용하고 슬래브 철근 배근 시 구멍에 삽입 등의 방법을 적용하여야 한다.

(6) 벽체 아래의 파이핑이나 벽체의 횡이동으로 인한 지반손실을 방지할 수 있도록 시공기면 아래로 충분히 벽체를 매입하여야 한다.

(7) 슬러리벽 부근의 설비시설과 구조물 탐지, 보호, 유지, 이설 및 복구할 수 있도록 준비하여야 한다.

(8) 슬러리벽은 승인된 시공상세도면에 명시된 폭과 깊이를 갖는 패널로 파내어야 하며, 지반침하에 민감한 시설물에 인접한 땅파기에서는 패널 길이를 줄여야 한다.

(9) 벽체패널은 트레미콘크리트 타설이 완료될 때까지 시공상세도면에 명시된 한도까지 슬러리를 채워두어야 한다.

(10) 시공 중에는 주변 도로를 훼손하지 않도록 주의하고, 흙파기 구멍에 투입된 안정액이 지반을 통하여 매설물 속으로 들어가지 않도록 주의한다.

(11) 현장타설 지하연속벽 시공 중에 필요한 검사, 시험, 측정 등을 실시하여 기록을 보관하여야 한다.

3.2 프리팩트 콘크리트 말뚝

(1) 말뚝에 사용하는 철근의 배근, 굵기, 이음방법 및 피복두께와 철골 등은 공사시방서에 따른다.

(2) 나선철근 및 띠근과 주근의 교차점은 결속선으로 고정시키고 주근의 길이 1 m 이내마다 점용접을 한다.

(3) 굵은골재를 투입할 때나 모르타르를 주입할 때에 흙과 모래가 혼입되지 않도록 하며 필요에 따라서는 케이싱 등을 사용한다.

(4) 굴착 후 철근 또는 철골을 삽입한 다음에는 모르타르 주입관을 넣고 그 사이에 자갈을 채운다.

(5) 모르타르 주입관의 이음은 방수를 하고, 관의 끝부분은 항상 주입 모르타르의 표면 이하에 두고 관 내에 물이 침입하지 않도록 배려한다.

(6) 구멍 안에 자갈을 채운 후 주입관을 이용하여 밑에서부터 모르타르를 주입한다. 모르타르 주입 전에 자갈에 물기가 없을 경우에는 물을 부어 자갈이 물에 잠기도록 한다. 모르타르 주입 완료시에는 말뚝머리 부분에 굵은골재를 두께 500 ㎜ 이상 여분으로

넣고 철판으로 누르고 그 후에 모르타르가 굳으면 떼어낸다.
(7) 말뚝 매 1개의 모르타르 주입작업은 중단하지 않고 완료하여야 한다.
(8) 모르타르를 주입할 때의 채움 상승속도는 매분 1 m 이하로 한다.
(9) 오거, 모르타르 믹서, 모르타르 펌프 및 모르타르 주입관 등에 대하여 공사감독자의 승인을 받는다.
(10) 기타의 공법 및 공기구에 대해서는 공사시방서에 따른다.

3.3 PIP말뚝 및 유사계통의 말뚝

(1) 철근의 조립은 철근콘크리트공사 시방서에 따른다.
(2) 주입속도와 오거의 끌어올리기 속도와의 관계는 오거의 밑바닥에 공극이 생기지 않도록 주의하여 조작하되, 오거 끝부분에서의 수압 및 토압을 고려하여 이것에 상당하는 압력으로 주입하고 과다한 고압 또는 저압으로 작업하여서는 안 된다.
(3) 철근의 삽입은 철근과 구멍 둘레 벽에 손상을 주지 않도록 모르타르 주입 후 신속히 행한다.
(4) 기타의 공법 및 공기구에 대하여서는 공사시방서에 따른다.

3.4 합성말뚝

(1) 기성 콘크리트 말뚝은 KCS 11 50 15에 따른다.
(2) 강재말뚝은 KCS 11 50 15에 따른다.
(3) 제자리 콘크리트말뚝은 KCS 11 50 10에 따른다.
(4) 이음부분은 확실하게 이어 맞춘다. 치수, 형상 등은 공사시방서에 따른다.
(5) 상하 말뚝의 중심은 일직선이 되도록 박는다.

3.5 기타 특수말뚝

(1) 공사시방서에서 지정한 공법에 따라 시공한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
하익수	**경남대학교**	한진태	한국건설기술연구원

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
남문석	한국도로공사	박이근	㈜지오알앤디
여규권	삼부토건㈜	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 50 30 : 2016

특수기초

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
Tel : 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
http://www.aik.or.kr

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 50 40 : 2016

말뚝재하시험

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 말뚝재하시험에 대한 기준으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
KDS 11 50 40 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 말뚝재하시험에 해당되는 부분을 정비함.	제정 (2016.6.30.)
KDS 11 50 40 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국지반공학회
작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고 기준 ····· 1
1.2.1 관련 법규 ····· 1
1.2.2 관련 기준 ····· 1
1.3 제출자료 ····· 1
1.3.1 시험계획서 ····· 1
1.3.2 시험결과 및 분석 보고서 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
2. 시험 ····· 3
2.1 정재하시험 ····· 3
2.1.1 시험목적 ····· 3
2.1.2 기본계획 ····· 3
2.1.3 계획최대시험하중 ····· 3
2.1.4 시험말뚝의 제원·본수 및 위치 ····· 3
2.1.5 시험장치 ····· 3
2.1.6 재하 및 측정방법 ····· 4
2.1.7 실시계획서의 작성 ····· 4
2.1.8 시험말뚝의 설계 ····· 4
2.1.9 시험말뚝의 시공과 양생 ····· 4
2.1.10 시험장치의 설치와 시험장의 환경정비 ····· 4
2.1.11 시험장치의 구성 ····· 5
2.1.12 재하장치 ····· 5
2.1.13 반력장치 ····· 5
2.1.14 계측기구 ····· 6
2.1.15 기준점 및 기준보 ····· 6
2.1.16 재하방법 ····· 6
2.1.17 측정항목 ····· 7

2.1.18 시험요원의 구성 ····· 7
2.1.19 시험요원의 임무 ····· 7
2.1.20 시험의 개시, 중단, 종료 ····· 7
2.1.21 현장기록 ····· 7
2.1.22 결과의 정리 ····· 8
2.1.23 보고서 ····· 8
2.2 양방향재하시험 ····· 8
2.2.1 시험목적 ····· 8
2.2.2 기본사항 ····· 8
2.2.3 계획최대시험하중 ····· 9
2.2.4 시험말뚝의 제원, 수량 및 위치 ····· 9
2.2.5 시험장치 ····· 9
2.2.6 하중재하와 측정방법 ····· 9
2.2.7 실시계획서의 작성 ····· 10
2.2.8 시험말뚝의 설계 ····· 10
2.2.9 시험말뚝의 시공과 양생 ····· 10
2.2.10 시험장치의 설치와 시험장의 환경정비 ····· 11
2.2.11 시험장치 및 그 구성 ····· 11
2.2.12 양방향재하장치 및 재하시스템 ····· 11
2.2.13 계측장치 ····· 12
2.2.14 기준점 및 기준보 ····· 12
2.2.15 재하방법 ····· 12
2.2.16 재하장치 다단 설치 시 재하단계 ····· 12
2.2.17 측정항목 ····· 13
2.2.18 측정시기 ····· 13
2.2.19 시험의 개시, 중단, 종료 ····· 13
2.2.20 현장기록 ····· 13
2.2.21 시험결과의 정리 ····· 13
2.2.22 결과의 분석 및 해석 ····· 14
2.2.23 보고서 ····· 15
2.3 동재하시험 ····· 15

2.3.1 시험목적 ····· 15
2.3.2 항타장비 ····· 15
2.3.3 동적거동 측정기구 ····· 15
2.3.4 가속도계 ····· 15
2.3.5 변형률계 ····· 16
2.3.6 항타분석기 ····· 16
2.3.7 시험말뚝 선정 및 두부 정리 ····· 16
2.3.8 게이지 선정 ····· 16
2.3.9 게이지 부착 ····· 16
2.3.10 초기값 입력 ····· 17
2.3.11 게이지 점검 ····· 17
2.3.12 해머의 거치 ····· 17
2.3.13 항타 및 자료 평가 ····· 17
2.3.14 시험결과분석 ····· 17
2.3.15 시험결과정리 ····· 18
2.3.16 결과의 분석 ····· 18
2.4 연직인발재하시험 ····· 18
2.4.1 시험목적 ····· 18
2.4.2 기본사항 ····· 19
2.4.3 계획최대시험하중 ····· 19
2.4.4 시험말뚝의 제원·개수 및 위치 ····· 19
2.4.5 시험장치 ····· 19
2.4.6 재하 및 측정방법 ····· 19
2.4.7 실시계획서의 작성 ····· 19
2.4.8 시험말뚝의 설계 ····· 20
2.4.9 시험말뚝의 시공과 양생 ····· 20
2.4.10 시험장치의 설치와 시험장의 환경정비 ····· 20
2.4.11 시험장치 및 그 구성 ····· 20
2.4.12 재하장치 ····· 20
2.4.13 반력장치 ····· 21
2.4.14 계측장치 ····· 21

2.4.15 기준점 및 기준보 ····· 21
2.4.16 재하방법 ····· 21
2.4.17 측정항목 ····· 22
2.4.18 시험실시 ····· 22
2.4.19 시험의 개시・중단・종료 ····· 22
2.4.20 현장기록 ····· 22
2.4.21 결과의 정리 ····· 23
2.4.22 보고서 ····· 23
2.5 수평재하시험 ····· 23
2.5.1 시험목적 ····· 23
2.5.2 재하시험의 계획 ····· 23
2.5.3 재하시험의 종류 ····· 24
2.5.4 시험말뚝의 선정 ····· 24
2.5.5 시험말뚝의 위치 ····· 24
2.5.6 시험말뚝의 양생기간 ····· 24
2.5.7 말뚝체의 보강 ····· 24
2.5.8 시험방법 ····· 24
2.5.9 계획최대시험하중, 계획최대변위 ····· 25
2.5.10 측정항목 ····· 25
2.5.11 측정간격 ····· 26
2.5.12 시험완료의 판정 ····· 26
2.5.13 재하 장치 ····· 26
2.5.14 가력장치 ····· 27
2.5.15 반력장치 ····· 27
2.5.16 계측장치 ····· 27
2.5.17 하중 계측장치 ····· 27
2.5.18 변위 계측장치 ····· 27
2.5.19 그 외 계측장치 ····· 27
2.5.20 시험결과의 정리 ····· 27
2.5.21 결과의 이용 ····· 28
2.5.22 보고서 ····· 28

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 연직으로 설치된 외말뚝의 말뚝머리에 축방향 압축력 또는 인발력, 수평력이 가해지는 정적재하시험, 양방향재하시험, 동재하시험, 연직인발재하시험, 수평재하시험(이하, 시험이라고 부름)에 적용한다.

(2) 수평재하시험은 외말뚝 및 군말뚝의 수평재하를 통한 하중-변위 관계를 결정하기 위한 것으로, 시공 방법이나 규격에 관계없이 모든 깊은 기초에 적용될 수 있다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KS F 2206 목재의 압축 시험 방법
- KS F 2438 콘크리트 원주 공시체의 정탄성 계수 및 포아송비 시험 방법

1.3 제출자료

1.3.1 시험계획서

(1) 시험계획에 있어서 전체 말뚝의 배치도 및 제원·개수·배치·말뚝머리의 레벨, 시험말뚝의 위치, 수량 및 제원, 설계하중, 계획최대시험하중, 재하 및 측정 방법 등 실시체제의 기본사항을 포함하여야 한다.

(2) 시험계획에 있어서 시험 목적, 지반조건, 사용말뚝에 작용하는 하중조건, 말뚝 시공법 등을 고려하여 계획최대시험하중의 적정성을 검토하여야 한다.

(3) 시험계획에 있어서 시공 공기, 시공비, 시험비 등을 고려하고, 시험장치, 재하 및 측정 방법, 분석기법의 적정성 분석이 이루어져야 한다.

(4) 시험말뚝이 계획최대시험하중을 가할 수 있는지를 검토하여야 하고, 필요시 별도의 시험말뚝을 계획하여야 한다.

1.3.2 시험결과 및 분석 보고서

(1) 시험계획에 따라 시험을 실시하고 그 결과를 보고서로 제출하여야 한다.

(2) 보고서에는 시험결과 외에도 시험과정에서 일어난 특이사항을 세밀히 기록하여야 한다.

1.4 용어의 정의

- 정적재하: 말뚝과 지반의 속도 및 가속도에 의존한 저항을 무시할 수 있는 재하

- 양방향 말뚝재하시험: 현장타설말뚝의 선단부 또는 임의 위치에 가압용 재하장치를 설치하여 하향과 상향으로 축하중을 정적으로 가하는 시험
- 일방향 반복재하시험(one-way cyclic load test): 말뚝의 한 방향으로 일정 간격으로 증가하거나 감소하는 하중을 반복적으로 가하는 시험방법
- 양방향 반복재하시험(two-way cyclic load test): 하중 가력위치를 180도 간격으로 배치하여 양방향으로 재하하는 시험방법
- 단계재하방식: 하중을 단계적으로 일정시간 지속시키면서 하중을 증가시키는 재하방식
- 연속재하방식: 하중을 유지시키지 않고 연속적으로 하중을 증가시키는 재하방식
- 표준재하방법: 하중을 단계적으로 증가시키며, 임의 하중단계에서는 일정 시간 지속하면서 하중을 재하
- 주기재하방법: 하중을 주기별로 재하 및 제하하여 재하하는 방법
- 계획최대시험하중: 시험의 목적을 달성하기 위하여 시험말뚝에 가하는 최대하중
- 재하용량: 1방향 재하하중(즉, 잭의 용량)으로 정의하여야 하며 상·하방향의 합계하중으로 정의하지 않아야 됨. 재하용량은 계획최대시험하중 이상이 되어야 함.
- 사용말뚝(본말뚝): 구조물의 기초로 설치된 말뚝
- 시험말뚝: 재하시험을 실시한 말뚝
- 말뚝직경: 말뚝의 외경
- 말뚝의 최대직경: 말뚝직경, 선단부 고결직경, 확대선단직경 등 원지반과의 경계를 이루는 부분의 최대직경
- 축하중 전이 측정용 센서: 각 지층별 마찰지지력을 충분히 나타낼 수 있도록 설치하여야 하며, 축하중 전이 측정용 센서로는 응력계, 변형률계가 일반적으로 사용되어지며 진동현식 또는 전기저항식 센서를 주로 사용함.
- 캡블록(capblock): 항타기 플레이트와 파일 상단의 드라이브 캡 사이에 삽입된 재료(해머쿠션이라고도 함.)
- 쿠션(cushion): 말뚝 상단의 드라이브 캡과 말뚝 사이에 삽입된 재료(파일 쿠션이라고도 함)
- 항타(impact event): 충격력을 가하여 말뚝이 관입 방향으로 압축 및 / 또는 인장을 포함하여 움직이는 시간
- 파일 임피던스: 항타 시 속도 변화에 대한 말뚝의 저항
- 건전도지수: 항타로 인한 말뚝의 손상 정도를 알려주는 지수
- 항타관리시험(PDA: Pile Driving Analysis): 항타 중 말뚝에 발생하는 압축/인장응력, 전달되는 최대에너지, 관입저항 등을 연속적으로 측정하여 항타 중 말뚝의 건전도 확인, 해머 선정의 적정성과 지반의 관입저항을 측정하여 말뚝의 항타관입성 등을 확인하는 시험, 파동방정식에 의한 항타관리 기준(해머낙하고-최종관입량-지지력관계)을 확인/검증하거나 새로운 항타관리 기준을 만드는 시험
- 초기항타(E.O.I.D: End Of Initial Driving): 지지력 평가를 위한 동재하시험의 실시시기를 정의하는 용어로서 항타 직후에 실시된 동재하시험

- 재항타(restriking): 말뚝 시공 후 일정한 시간이 경과한 후 실시하는 동재하시험으로 시간 경과에 따른 주면 마찰력의 증감, 지지력의 시간 효과 확인과 함께 말뚝의 허용지지력을 산정하기 위하여 실시
- 말뚝의 파괴(failure): 일정하거나 감소하는 하중 하에서 외말뚝 또는 군말뚝의 수평방향으로 과도한 변위가 발생했음을 나타낸다.

2. 시험

2.1 정재하시험

2.1.1 시험목적

(1) 시험은 정적하중에 의한 말뚝의 연직지지력 특성에 관한 자료를 얻는 것, 또는 이미 정해진 말뚝의 설계 연직지지력을 확인하는 것을 목적으로 한다. 또한, 시험말뚝에 하중전이 측정용 센서를 설치하여 지층별 마찰력 분포 및 선단지지력을 측정할 수 있다.

2.1.2 기본계획

(1) 시험의 계획에서는 시험 목적, 지반조건, 사용말뚝에 작용하는 하중조건, 말뚝 시공법, 사용말뚝 제원·개수·배치·말뚝머리의 레벨, 시험시공 공기·시공비 등을 고려하고, 계획최대시험하중, 시험말뚝 제원·개수·위치, 시험장치, 재하·측정방법 및 실시체제의 기본사항을 결정한다.

2.1.3 계획최대시험하중

(1) 시험의 목적에 따라서, 예상된 말뚝의 극한지지력 이상, 혹은 허용지지력에 안전계수를 고려한 값 이상을 계획최대시험하중으로 한다.

(2) 시험말뚝의 조건이 사용말뚝의 설계조건과 다른 경우 그 차이가 지지력에 미치는 영향을 고려하여 계획최대시험하중을 정한다.

2.1.4 시험말뚝의 제원·본수 및 위치

(1) 시험말뚝은 원칙적으로 사용말뚝 중 대표적인 말뚝과 동일 제원으로 하고, 사용말뚝과는 별도로 계획하며, 그 시험의 결과분석에 따라 사용말뚝을 시공하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 말뚝재료의 강도가 충분하고, 시험 후 말뚝의 변위로 인하여 구조물에 나쁜 영향을 미치지 않는다고 예상되는 경우 사용말뚝을 시험말뚝으로 할 수 있다.

(3) 시험말뚝의 수량과 위치는 시험의 목적에 따라 결정한다.

2.1.5 시험장치

(1) 반력저항체로 반력말뚝, 지반앵커, 실하중, 혹은 이들의 조합이 있고, 이중에서 선택한다.

(2) 다만 복수의 반력저항체를 사용할 경우 반력말뚝과 지반앵커의 조합은 사용하지 않는 것이 좋다.

2.1.6 재하 및 측정방법

(1) 하중재하방법은 단계재하방식으로 한다.
(2) 연직압축재하시험의 하중재하방법은 표준재하방법 및 주기하중재하방법을 사용하는 것을 원칙으로 한다. 필요한 경우 재하주기는 조정할 수 있다.
(3) 측정항목 및 계측기구를 시험의 목적에 따라 결정한다.

2.1.7 실시계획서의 작성

(1) 시험의 실시에 앞서, 기본계획의 내용 및 현지조사의 결과에 기초하여 시험의 실시계획서를 작성한다.
(2) 실시계획서에는 시험의 목적, 지반조건, 계획최대시험하중, 시험말뚝의 제원・위치・시공방법, 시험장치의 조립도, 유압잭의 제원, 반력장치의 설계계산, 반력저항체의 제원・시공방법, 측정항목, 계측기구의 구성・제원・부착위치, 재하방법, 측정시기, 시험요소의 구성, 현장기록의 항목, 결과의 정리방법, 공정표, 시험기간 중의 유의사항 등을 기재한다.

2.1.8 시험말뚝의 설계

(1) 시험말뚝의 말뚝재료는 최대재하시험하중에 대하여 충분히 안전한 강도를 지녀야 한다.
(2) 시험말뚝의 길이는 재하・반력장치의 조립, 기준보의 설치 및 측정기구의 부착에 필요한 지상돌출길이 등을 고려하여 정한다.
(3) 시험말뚝의 머리는 하중의 편심에 의한 영향 등을 고려하고 필요에 따라 보강한다.
(4) 부마찰 방지공을 실시하는 경우 필요에 따라 말뚝의 좌굴 등에 대하여 검토한다.

2.1.9 시험말뚝의 시공과 양생

(1) 시험말뚝은 원칙적으로 사용말뚝과 동일하게 시공한다.
(2) 시험말뚝의 시공 시 시공 상황을 상세히 기록한다.
(3) 시험말뚝의 시공에 의하여 교란된 지반의 강도회복, 콘크리트와 시멘트 페이스트의 경화 등을 고려해서 충분한 기간 동안 양생을 한다.
(4) 양생기간 중 시험에 나쁜 영향을 줄 수 있는 하중・충격・진동 등을 시험말뚝에 가하지 않도록 주의하여야 한다.

2.1.10 시험장치의 설치와 시험장의 환경정비

(1) 실시계획서에 따라 시험장치를 정확히 설치한다.
(2) 직사광선, 비바람이 시험에 나쁜 영향을 미치지 않도록 시험장치를 시트 등으로 덮고 시험장 주위에 배수구를 설치한다.

(3) 시험장에 근접한 공사, 기계, 차량 등의 진동이 측정에 미치는 영향을 검토하고, 필요에 따라 이들의 영향을 줄일 수 있도록 대처한다.

2.1.11 시험장치의 구성

(1) 시험장치는 재하장치, 반력장치 및 측정장치로 구성된다.
(2) 재하장치는 유압잭, 펌프 및 재하판으로 구성된다.
(3) 반력장치는 반력저항체, 재하대 그리고 그것들의 접합부재로 구성된다.
(4) 계측장치는 계측기구, 기준점 및 기준보로 구성되고, 계측기구는 하중, 변위, 변형 등을 측정하는 센서와 그 측정치를 표시하고 기록하는 자동화 계측시스템으로 구성된다.

2.1.12 재하장치

(1) 재하장치는 계획최대시험하중에 대하여 충분히 안전하여야 한다.
(2) 유압잭은 원형바닥판이 붙은 것을 표준으로 하고 검·교정을 마친 것을 사용한다.
(3) 유압잭은 계획최대시험하중에 대하여 충분한 재하능력과 시험말뚝 및 반력장치의 변위에 대응할 수 있는 충분한 스트로크를 가져야 한다.
(4) 유압잭은 시험말뚝에 대하여 편심이 없도록 설치한다.
(5) 여러 개의 유압잭을 사용하는 경우 동일제원으로 하고, 그것들을 연동제어 가능하도록 한다.
(6) 펌프는 유압잭의 재하능력과 설정된 재하속도에 대응할 수 있는 충분한 용량을 가져야 하며 하중 자동보상장치가 구비되어 있어야 한다.
(7) 재하판은 계획최대시험하중에 대하여 충분한 강성을 가져야 하고 수평으로 설치한다.

2.1.13 반력장치

(1) 반력장치는 계획최대시험하중에 대하여 충분한 저항력을 가져야 한다.
(2) 반력저항체는 원칙적으로 시험말뚝에 대하여 대칭적으로 설치한다.
(3) 시험말뚝과 반력말뚝의 중심 간격 또는 시험말뚝과 지반앵커의 중심 간격, 혹은 시험말뚝중심과 받침대의 간격은 시험말뚝 최대직경의 3배 혹은 1.5 m 이상을 원칙으로 한다.
(4) 사용말뚝을 반력말뚝으로 이용하는 경우 사용말뚝에 나쁜 영향을 미치지 않도록 유의한다.
(5) 지반앵커를 사용한 경우 인장재의 늘음량에 대하여 검토하고, 시험의 실시에 지장을 주지 않도록 대책을 강구하여야 한다.
(6) 지반앵커의 앵커정착체는 시험말뚝의 지지력 특성에 영향을 미치지 않는 깊이에 설치한다.
(7) 실하중과 재하대의 중량이 시험말뚝에 직접 작용하지 않도록 받침대를 설치한다.
(8) 재하대는 휨, 전단, 지압 및 좌굴에 대하여 안전하여야 하고 전도되지 않는 구조이어야 한다.

2.1.14 계측기구

(1) 계측기구는 시험의 목적에 적합한 정도를 가지고, 검·교정을 마친 것을 사용한다.
(2) 센서는 적절한 위치 및 방향에 확실하게 설치한다.
(3) 센서를 설치할 때 시험의 진행에 의하여 시험말뚝, 재하 장치, 반력장치의 변위와 변형에 의해 지장을 받지 않도록 충분히 주의하여야 한다.

2.1.15 기준점 및 기준보

(1) 기준점은 사용말뚝 혹은 가설말뚝에 설치한다.
(2) 사용말뚝을 기준점으로 하는 경우 시험말뚝 및 반력말뚝으로부터 각 말뚝직경의 2.5배 이상 떨어진 위치의 것을 이용하는 것을 원칙으로 한다.
(3) 가설말뚝을 기준점으로 하는 경우 시험말뚝으로부터 그 직경의 5배 이상 혹은 2 m 이상, 반력말뚝으로부터 그 직경의 3배 이상 떨어진 위치에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
(4) 기준점은 지반앵커, 지반앵커의 재하판, 실하중 및 재하대의 받침대 등으로부터 2.5 m 이상 떨어진 것으로 한다.
(5) 기준보는 기준점에 확실히 설치하고, 온도변화에 의한 변형이 측정치에 큰 영향을 미치지 않도록 주의하여야 한다.
(6) 기준점 및 기준보는 지반 진동 등의 영향을 받지 않도록 충분한 강성을 가진 것으로 한다.

2.1.16 재하방법

(1) 단계재하방식의 경우 하중단계수, 사이클 수, 재하속도 및 하중유지시간은 표 1.5-1에서와 같이 한다.

표 1.5-1 단계재하방식에 의한 재하방법

하중단계수	8단계 이상	
사이클 수	1사이클 혹은 4사이클 이상	
재하속도	하중증가 시 : $\frac{\text{계획최대하중}}{\text{하중단계수}}$/min	
	하중감소 시 : 하중 증가 시의 2배 정도	
각 하중단계의 하중유지시간	신규하중단계	30 min 이상의 일정시간
	이력 내 하중단계	2 min 이상의 일정시간
	0하중단계	15 min 이상의 일정시간

(2) 연속재하방식의 경우 시험의 목적에 따른 적절한 사이클 수로 하고 원칙적으로 일정 재하속도로 연속해서 하중을 증가시킨다.

2.1.17 측정항목

(1) 측정항목은 다음 중 시험의 목적에 따라 선택한다.
① 시간
② 시험하중
③ 말뚝머리의 변위량
④ 선단 및 중간부의 변위량
⑤ 말뚝의 변형량
⑥ 말뚝머리의 수평변위량
⑦ 반력장치의 변위량
⑧ 그 외

2.1.18 시험요원의 구성

(1) 시험요원은 시험관리자 및 재하, 측정, 안전관리 등의 담당자로 구성된다.

2.1.19 시험요원의 임무

(1) 시험 관리자는 실시계획서에 기초하여 담당자를 배치하고 안전하게 시험의 목적이 달성되도록 시험전반을 관리한다.
(2) 각 담당자는 시험시작 전 시험장치의 안전성을 점검하고 각 장치가 정상적으로 작동하는지를 확인한다.
(3) 재하담당자는 설정된 재하방법에 따라 재하장치를 조작한다.
(4) 측정담당자는 소정의 측정항목을 설정한 시기에 측정한다. 또 시험상태가 파악되도록 주요한 데이터를 정리하고 도시한다.
(5) 안전관리담당자는 시험 중 시험장치의 안전성 및 환경정비에 충분히 주의한다.

2.1.20 시험의 개시, 중단, 종료

(1) 시험장의 환경정비, 각 장치의 준비, 기후의 상태 등의 조건이 정리된 후 시험을 개시한다.
(2) 시험장치 및 시험말뚝에 이상이 확인되면 신속히 시험을 중단하고 그 원인이 제거되어 시험의 속행이 가능하다고 판단될 때 시험을 재개한다.
(3) 시험의 목적이 달성될 때 또는 결과를 얻지 못하고 시험의 속행이 불가능하다고 판단될 때 시험을 종료한다.

2.1.21 현장기록

(1) 시험 시 다음 항목을 현장에서 기록한다.
① 시험의 개시・중단・종료의 연, 월, 일 및 시각
② 시험요원의 이름
③ 기후의 상태

④ 시험장치, 시험말뚝의 배치 및 제원
⑤ 시험장치, 시험상황 등의 사진
⑥ 특기사항(계획된 시험방법의 내용과 차이가 발생한 경우 상황, 원인, 처리방법 등)

2.1.22 결과의 정리

(1) 시험의 측정 데이터를 정리하여 하중-시간, 변위량-시간, 하중-변위량, 하중-탄성회복량, 하중-잔류 변위량 등의 관계곡선을 도시한다.
(2) 시험의 목적에 따라 말뚝의 연직지지력에 관한 특성치를 구한다. 특성치는 항복지지력, 극한지지력, 말뚝머리의 연직 스프링 정수 등이 있고, 다음 방법에 의하여 판정한다.
① 항복지지력은 log P-los S로 나타내어진 명확히 꺾이는 점의 하중을 말하고 S-log t법, $\Delta S/\Delta \log t$-P법, 잔류변위량이 급격히 증가하는 점 등을 종합적으로 판단한다. 여기서 P는 하중, S는 말뚝머리의 변위량, t는 신규하중단계의 경과시간이다.
② 극한지지력은 관입저항이 최대로 될 때의 하중으로 한다. 단, 선단변위량은 선단직경의 10% 이하의 범위로 한다.
③ 말뚝머리의 연직스프링 정수는 하중-변위량 곡선의 할선구배에 의하여 산정한다.
(3) 말뚝의 변형률을 측정한 경우 축방향 변형률분포, 축방향력 분포 등에 대하여 도시한다. 축방향력 분포로부터, 구간별 주면저항력 특성 및 선단저항력 특성에 대하여 평가한다.

2.1.23 보고서

(1) 보고서에는 시험의 목적, 지반의 개요 및 토질조건, 시험의 공정, 시험말뚝의 제원 및 시공기록, 시험장치, 재하 및 측정방법, 시험결과 등을 기재한다.
(2) 토질조건에 대해서는 될 수 있는 한 지반조사 및 토질시험 데이터 등의 상세한 정보를 첨부한다.

2.2 양방향재하시험

2.2.1 시험목적

(1) 이 시험은 목적에 따라 지지력 특성시험과 지지력 확인시험으로 구분할 수 있으며, 전자는 말뚝의 선단지지력 특성 또는 주면지지력 특성, 혹은 양자에 관한 자료를 얻는 것이 목적이며 후자는 이미 정해진 말뚝의 설계 지지력의 만족 여부를 확인하는 것을 목적으로 한다.

2.2.2 기본사항

(1) 시험의 계획에서 시험의 목적, 지반조건, 사용말뚝에 작용하는 하중조건, 말뚝의 시공법, 사용말뚝의 제원, 개수, 배치, 말뚝두부의 레벨, 공기 및 시공비 등을 고려하여 계획 최대시험하중, 시험말뚝의 제원, 개수, 위치, 시험장치, 재하 및 측정방법 등의 기본사항을 결정한다.

2.2.3 계획최대시험하중

(1) 계획최대시험하중은 예상되는 말뚝의 선단저항력, 주면저항력 및 설계지지력 등을 충분히 고려한 후 시험목적에 따라 결정한다.
(2) 시험의 주목적이 선단지지력 특성의 평가에 있는 경우 예상되는 극한선단지지력 이상의 값을 계획최대시험하중으로 한다.
(3) 시험의 주목적이 주면마찰력 특성의 평가에 있는 경우 예상되는 극한 주면마찰력 이상의 값을 계획최대시험하중으로 한다.
(4) 시험의 주목적이 설계지지력의 확인에 있는 경우 설계지지력에 안전계수를 고려한 값 이상의 값을 계획최대시험하중으로 한다.
(5) 시험말뚝의 조건이 사용말뚝의 설계조건과 다른 경우 그 차이에 의한 지지력의 영향을 고려하여 계획최대시험하중을 정한다.

2.2.4 시험말뚝의 제원, 수량 및 위치

(1) 시험말뚝은 원칙적으로 사용말뚝 중 대표적인 말뚝과 동일한 제원으로 하며, 사용말뚝과는 별도로 계획하는 것이 좋으나, 사용말뚝을 시험말뚝으로 사용하여도 무방하다.
(2) 말뚝체의 강도가 충분하고 시험완료 후 말뚝의 변위거동이 구조물에 나쁜 영향을 미치지 않는다고 판단될 경우 사용말뚝을 시험말뚝으로 사용할 수 있다.
(3) 시험말뚝의 수량과 위치는 시험의 목적에 따라 결정하도록 한다.
(4) 설계지지력 확인 목적으로 실시되는 재하시험의 경우 각 구조물 별로 1개의 시험말뚝을 선정하는 것을 원칙으로 하며, 지반조건, 말뚝의 제원 등을 고려하여 시험말뚝의 수량을 추가할 수 있다.
(5) 말뚝의 주면마찰력의 확인이 필요하다고 판단될 경우에는 거칠기시험을 계획할 수 있다.

2.2.5 시험장치

(1) 양방향 재하장치는 하부반력과 상부반력이 평형을 이루는 위치에 설치하여야 한다.
(2) 재하시험 종료 후 시험말뚝의 건전도는 말뚝체와 양방향 재하장치 모두 재하시험 전의 원상태 건전도보다 저하되지 않는 양방향 재하장치를 사용하여야 한다.
(3) 양방향 재하시험 후 발생하는 말뚝 두부 및 선단변위량은 잭의 로드가 노출된 변위량에 해당하여 향후 말뚝의 침하로 이어질 수 있으므로 이 노출된 로드의 변위량이 0가 되도록 조치할 수 있는 재하장치를 사용하여야 시험말뚝을 사용말뚝으로 할 수 있다.
(4) 잭 및 재하시스템은 적절한 방법에 의하여 검증하여야 하며, 잭은 적절한 방법에 의하여 보정하여야 한다.
(5) 계획최대시험하중에 따라서 양방향 재하장치의 용량, 스트로크, 설치위치 등을 결정한다.

2.2.6 하중재하와 측정방법

(1) 양방향 말뚝재하시험의 재하방법은 표준재하방법 및 반복재하방법을 사용하는 것을 원칙으로 한다. 필요한 경우 재하주기는 조절할 수 있다.

(2) 측정항목 및 계측 기구를 시험의 목적에 따라 결정하여야 하며 변위량 측정의 경우 상향 변위는 2개소 이상, 하향 변위는 2개소 이상, 그리고 말뚝두부 변위는 2개소 이상을 측정하여야 한다.
(3) 하중전이 측정용 센서의 측정은 일반적으로 양방향 말뚝재하시험의 시작부터 종료 시까지 지속적으로 측정하도록 하며 필요 시 철근망에 센서 설치 후, 말뚝의 시공 직후, 말뚝의 양생 시 일정시간 등에서도 측정할 수 있다.

2.2.7 실시계획서의 작성

(1) 시험의 실시에 앞서 기본계획 내용 및 현지조사 결과에 기초하여 시험 실시계획서를 작성한다.
(2) 실시계획서에는 시험목적, 지반조건, 계획최대시험하중, 시험말뚝의 제원, 위치, 시공방법, 시험장치 조립도, 양방향 말뚝재하장치의 제원, 시험 후 노출된 로드 변위량의 조치방법, 하중전이 측정용 센서의 수량 및 제원, 하중전이 측정용 센서의 설치도, 측정항목, 계측기구의 구성, 제원, 설치위치, 재하방법, 측정시기, 시험요소의 구성, 현장기록의 항목, 결과의 정리방법, 공정표, 시험기간 중의 유의사항 등을 기재한다.

2.2.8 시험말뚝의 설계

(1) 시험말뚝의 말뚝체는 계획 최대시험하중에 대하여 충분한 강도를 가지는 것으로 한다.
(2) 시험말뚝의 길이는 재하장치의 조립, 기준보의 설치 및 측정기구의 부착에 필요한 지상돌출 길이 등을 고려하도록 한다.
(3) 시험말뚝의 구조는 양방향 말뚝재하장치의 하중이 말뚝체에 확실히 전달될 수 있도록 한다.

2.2.9 시험말뚝의 시공과 양생

(1) 양방향 말뚝재하장치를 시험말뚝에 설치 시 편심, 경사, 낙하 등 시험에 지장이 발생할 우려가 없도록 충분히 주의한다.
(2) 시험말뚝은 원칙적으로 사용말뚝과 동일한 방법으로 시공한다. 또, 양방향 말뚝재하장치의 하중이 말뚝의 선단지반에 확실히 전달되도록 배려한다.
(3) 하중전이 측정용 센서를 지반의 지층별 마찰지지력이 확인될 수 있는 위치에 설치한다.
(4) 시험말뚝의 시공에는 가압용 호스 등의 가력용 밸브시스템과 상·하판 변위측정용 변위봉 보호 파이프 등의 측정용 부속물이 손상을 받지 않도록 충분히 주의한다.
(5) 양방향 말뚝재하장치를 말뚝의 선단 또는 임의의 위치에 정확히 설치한다.
(6) 시험말뚝의 시공 시 시공 상황을 상세히 기록한다.
(7) 시험말뚝의 시공에 의하여 교란된 지반의 강도회복, 콘크리트와 시멘트 모르타르의 경화 등을 고려하여 충분한 기간 동안 양생을 하여야 하며 필요 시 시험말뚝 시공 시 채취된 콘크리트 공시체를 이용하여 양생기간에 따른 콘크리트의 강도를 측정하여 참고할 수 있다.

(8) 양생기간 중 시험에 나쁜 영향을 미치는 하중, 충격, 진동 등을 시험말뚝에 가하지 않도록 고려한다.

2.2.10 시험장치의 설치와 시험장의 환경정비

(1) 실시계획서에 기초하여 시험 장치를 정확히 설치한다.
(2) 기후조건이 시험에 나쁜 영향을 미치지 않도록 시험장치를 보호 장치로 덮고 시험장 주위에 배수구를 설치한다.
(3) 시험장에 근접한 공사, 기계, 차량 등의 진동이 측정에 미치는 영향을 조사하고 필요에 따라 이들의 영향이 최소화되도록 하여야 한다.

2.2.11 시험장치 및 그 구성

(1) 시험장치는 양방향 재하장치 및 재하시스템, 측정장치 그리고 축하중 전이 측정시스템으로 구성된다.
(2) 양방향 재하장치는 시험말뚝의 선단부 또는 적당한 위치에 설치된 잭, 펌프, 밸브 등으로 구성된다.
(3) 계측장치는 계측시스템, 기준점 및 기준보로 구성되고 계측시스템은 하중, 변위, 변형 등을 측정할수 있는 센서와 자동화계측시스템(데이터로그, 채널확장용 스위치박스, 컴퓨터) 및 말뚝변위측정용 변위봉으로 구성된다.
(4) 축하중 전이 측정시스템은 축하중계측용 센서와 자동화계측시스템으로 구성된다.

2.2.12 양방향재하장치 및 재하시스템

(1) 양방향재하장치에 사용되는 잭은 검·교정을 득하여야 한다. 이때 하중의 정확도와 시험의 신뢰성을 높이기 위하여 실제로 이용할 압력센서와 호스를 전체 조립하여 둔 상태로 압축시험기에서 공칭능력의 1/2 이상의 압력까지 검정하여야 한다.
(2) 대용량시험 및 중요한 시험에서는 상·하판의 조립이 완료된 양방향재하장치에 대하여 검·교정할 수 있다. 이때 조립된 양방향재하장치에 대하여 공칭능력의 50%까지 검·교정할 수 있다.
(3) 양방향 말뚝재하장치는 계획 최대시험하중에 대하여 충분한 재하능력을 가지며 시험말뚝의 변위에 대응할 수 있는 충분한 스트로크를 가진 것으로 한다.
(4) 복수의 잭을 사용한 경우 동일한 제원이어야 하며 연동제어 가능하도록 한다.
(5) 가력용 호스 등의 밸브시스템은 내압능력이 충분히 크고 손상이 없는 것으로 한다.
(6) 펌프는 양방향재하장치의 재하능력과 설정된 재하속도에 대응할 수 있는 충분한 토출량을 가진 것으로 한다.
(7) 복수의 잭을 설치한 단면적을 제외한 상·하판 단면적에 콘크리트 타설이 원활히 되도록 충분한 유동공간을 충분히 확보하여야 한다.
(8) 양방향재하시험의 실시 후 말뚝 두부 및 선단 변위량은 잭의 로드가 노출된 변위량에 해당하여 향후 말뚝의 침하로 이어질 수 있으므로 이 노출된 로드의 변위량이 0이 되

도록 조치한 후에 시험말뚝을 사용말뚝으로 사용할 수 있다.

2.2.13 계측장치

(1) 계측장치는 시험의 목적에 적합한 정도를 만족하고 검·교정을 득한 것을 사용한다.
(2) 하중센서는 압력센서를 이용하는 것을 원칙으로 하고 가능한 한 양방향 말뚝재하장치에 근접하여 설치한다.
(3) 변위측정용 센서는 적절한 위치·방향을 만족시키도록 설치한다.
(4) 변위측정용 센서와 변위측정용 변위봉의 설치 시 시험의 진행과 시험말뚝의 변위와 변형에 의하여 지장을 받지 않도록 충분히 고려한다.
(5) 재하시험 시 축하중계측용 센서는 시험말뚝이 시공된 지반의 지층별 하중전이를 확인할 수 있도록 길이방향으로 적절한 간격으로 설치하여야 하며 각 지층별 1개소 이상 설치하도록 한다.

2.2.14 기준점 및 기준보

(1) 기준점은 사용말뚝 혹은 가설말뚝에 설치한다.
(2) 사용말뚝을 기준점으로 하는 경우 시험말뚝 및 반력말뚝으로부터 각 말뚝직경의 2.5배 이상 떨어진 위치에 있는 것을 이용하는 것을 원칙으로 한다.
(3) 가설말뚝을 기준점으로 하는 경우 시험말뚝으로부터 그 직경의 5배 이상 혹은 2 m 이상 떨어진 위치에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
(4) 기준보는 기준점에 확실히 설치하고, 온도변화에 의한 변형이 측정치에 큰 영향을 미치지 않도록 고려한다.
(5) 기준점 및 기준보는 지반의 진동 등의 영향을 받지 않도록 충분한 강성을 가지도록 한다.

2.2.15 재하방법

(1) 하중재하방법은 표준재하방법 및 반복하중재하 방법을 중 하나를 선택하되 가급적 반복재하방법을 사용하도록 한다. 반복하중재하 시 반복 사이클 수는 필요에 따라 조정할 수 있다.
(2) 초기 재하 시 잭 고정용 임시고정기구의 절단 및 말뚝의 자중을 확인할 수 있도록 가능한 한 느리게 재하하여야 한다.

2.2.16 재하장치 다단 설치 시 재하단계

(1) 말뚝의 길이가 지나치게 길거나 1개의 양방향 재하장치로 말뚝의 지지거동을 확인하기 어려울 때는 다단으로 양방향 재하장치를 설치하여 시험을 수행할 수 있다. 이때, 재하순서는 일반적으로 말뚝선단에 설치된 재하장치의 시험을 먼저 수행하며 이후 상부 재하장치의 시험을 수행하고 추가적인 시험은 시험수행자의 판단에 따라 수행한다.
(2) 2단 이상의 재하장치 설치 시 시험의 순서는 말뚝의 지지거동을 명확하게 확인할 수 있는 방법으로 시험 순서를 결정하도록 한다.

2.2.17 측정항목

(1) 측정항목은 시험의 목적에 따라 아래 항목 중에서 선택한다.
① 시간
② 재하단계별 하중
③ 말뚝두부 및 양방향 말뚝재하장치의 하향/상향 변위량
④ 선단 및 중간부의 변위량
⑤ 말뚝체의 변형률(심도별 설치된 하중전이 측정용 센서의 변형률 또는 응력)
⑥ 말뚝 주변지반의 변위량
⑦ 그 외

2.2.18 측정시기

(1) 모든 자료는 자동화 계측 되어야 하며 자동화 측정시스템에서의 측정항목들은 실시간으로 시험의 시작부터 종료까지 지속적으로 자동화 측정하는 것을 표준으로 한다.

2.2.19 시험의 개시, 중단, 종료

(1) 시험장의 환경정비, 각 장치의 준비, 기후 상태 등의 조건을 정리한 후 시험을 개시한다.
(2) 시험장치 및 시험말뚝에 이상이 확인될 때에는 신속히 시험을 중단한다. 그리고 그 원인을 제거한 후 시험의 진행이 가능하다고 판단될 때 시험을 재개한다.
(3) 시험의 목적이 달성될 때 혹은 부득이하게 시험의 진행이 불가능하다고 판단될 때 시험을 종료한다.

2.2.20 현장기록

(1) 시험 시 다음 항목을 현지에서 기록한다.
① 시험 개시, 중단, 종료 시 년, 월, 일 및 시각
② 시험요원의 이름
③ 기후 상태
④ 시험장치, 시험말뚝의 배치 및 제원
⑤ 시험장치, 시험상황 등의 사진
⑥ 특기사항(계획된 시험방법의 내용과 차이가 발생한 경우 상황, 원인, 처리방법 등)
⑦ 시험에 의한 주변지반의 균열상황
⑧ 시험종료 후 그라우팅 시 작업개시부터 종료 시까지의 상황: 상세하게 설명

2.2.21 시험결과의 정리

(1) 측정 데이터를 이용하여 하중-시간, 양방향 말뚝재하장치의 하판 변위량-시간, 하중-하판 변위량, 하중-하판의 탄성회복량, 하중-하판의 잔류변위량, 상판 변위량-시간, 하중-상판 변위량 등의 관계곡선을 도시한다.
(2) 양방향 말뚝재하장치의 하판변위에 관한 측정으로부터 얻어지는 특성치는 극한선단저

항력, 말뚝선단의 연직지반반력계수 등이 있고 다음 방법으로 판정한다. 또한 양방향 말뚝재하장치의 하판과 말뚝의 선단이 가까운 경우 양방향 말뚝재하장치의 하중을 선단저항력, 하판 변위량을 선단 변위량으로 볼 수 있다.

① 극한선단저항력은 선단저항이 최대로 될 때의 값으로 한다. 단 선단 변위량이 선단직경의 10% 이하의 범위로 한다.

② 말뚝선단의 연직지반반력계수는 말뚝선단의 단위면적당의 선단저항력-변위량 곡선의 할선구배에 의하여 산정한다.

(3) 양방향 말뚝재하장치의 상판변위에 관한 측정으로부터 얻어지는 특성치는 주면마찰저항력의 항복저항력, 극한저항력, 말뚝 주면의 전단 지반반력계수 등이 있다. 이들 특성치는 다음 방법에 의하여 판정한다.

① 주면마찰저항의 항복저항력은 log P_j-log S_{ju}곡선에 나타난 명확하게 꺾이는 점의 하중을 말하고 S_{ju}-log t법, $\Delta S_{ju}/\Delta \log t$-$P_j$법, 잔류변위량의 급증점 등을 종합하여 판정한다. 여기서 P_j : 1방향 재하하중, S_{ju} : 상판 변위량, t : 신규하중단계에서 경과시간이다.

② 극한주면마찰저항력은 주면마찰저항력이 최대로 될 때의 하중으로 한다. 다만 말뚝두부의 변위량이 선단 직경의 10% 이하의 범위로 한다.

③ 말뚝주면의 전단지반반력계수는 단위면적당 주면저항력-변위량 곡선의 할선구배에 의하여 계산한다.

④ 말뚝체의 변형률을 측정한 경우 축방향 변형률분포, 축방향력분포 등에 대하여 도시한다. 그리고, 축방향력분포로부터 구간별 주면저항력 특성 및 선단저항력특성에 대하여 평가한다.

2.2.22 결과의 분석 및 해석

(1) 하중-하판변위 및 하중-상판변위 곡선을 이용하여 말뚝머리 등가하중-침하량 곡선을 작성하고 분석하여야 한다.

(2) 필요에 따라 수정 등가하중-변위량 곡선을 작성하여 두부재하방식의 정재하시험방법에 준한 특성치를 구한다.

(3) 등가하중-변위량 곡선의 작성 시 측정된 하향반력과 상향 반력만을 사용하여야 하며 외삽하여 추정된 반력은 사용하지 않아야 한다. 단, 재하용량을 충분하게 구비하였더라도 선단부 지반이 연약하여 충분하게 재하하지 못한 경우 외삽된 말뚝두부 등가하중을 사용할 수도 있으나, 이는 실험에 의한 결과가 아니므로 사용상 주의를 요한다.

(4) 깊이에 따른 주면마찰력 분포도의 곡선을 이용하여 축하중 분포도를 작성하고 분석하여야 한다.

(5) 2단 이상으로 재하장치가 설치된 경우 시험의 목적과 재하 순서에 따라 적절하게 말뚝머리 등가하중-침하량 관계 및 축하중분포도를 작성하여야 한다.

2.2.23 보고서

(1) 보고서에는 시험목적, 지반개요 및 지반 특성치, 시험공정, 시험말뚝 제원, 시공기록, 시험장치, 하중전이 측정용 센서 배치 및 수량, 재하 및 측정방법, 잭의 로드 노출변위량, 시험 결과(지지력 분석, 축하중 분포도, 각 지층별 평균마찰응력 분포도 등) 등을 기재한다.

2.3 동재하시험

2.3.1 시험목적

(1) 동재하시험의 목적은 말뚝의 지지력 측정과 품질확인 및 항타관리기준을 수립하는 것으로 현장에서 올바른 측정이 이루어져야 하며 정확하게 계측된 데이터에 기초하여 올바른 분석을 수행하여야 한다.

2.3.2 항타장비

(1) 말뚝에 충격력을 가하기 위하여 일반적인 항타기나 유사 장비를 사용할 수 있으며, 설계 지지력을 충분히 초과하는 지지층에서의 정적 저항을 만들어 낼 수 있는 말뚝 관입량을 유발할 수 있거나 최소 3/1,000초(3 ms)간 말뚝에 타격에너지를 작용시킬 수 있는 장비이어야 한다.

(2) 항타기 위치는 말뚝의 두부에 대하여 축방향으로 그리고 말뚝 중심에 항타가 이루어지도록 한다.

2.3.3 동적거동 측정기구

(1) 항타 중 말뚝 축을 따라 특정 위치에서 시간에 따른 가속도와 변형을 독립적으로 측정할 수 있는 변환기가 포함되어야 한다.

(2) 말뚝 중심축을 기준으로 반대편에 가속도 측정용 장비와 변형 측정용 장비가 하나씩 최소 2개 이상의 장비가 미끄러지지 않도록 안전하게 부착되어야 한다.

(3) 볼트로 조이거나 아교로 붙이거나 용접된 측정기를 사용할 수 있다.

2.3.4 가속도계

(1) 사용되는 가속도계는 궁극적으로 적분에 의해 속도로 환산되어 분석에 사용되므로 이러한 기능을 갖는 가속도계 및 변환장치가 사용되어야 한다.

(2) 가속도계는 공명 주파스가 2,500 Hz 이상인 것이 사용되어야 하며 최소한 2개가 말뚝 중심축을 기준으로 원주방향으로 대칭이 되도록 부착되어야 한다.

(3) 콘크리트 말뚝인 경우 사용되는 가속도계는 최소한 9.81 N 레벨 및 1,000 Hz범위 내에서 선형을 보이는 것이 요구되며 강관말뚝인 경우에는 최소한 19.62 Ng 및 2,000 Hz범위 내에서 선형을 확보할 수 있는 성능을 가져야 한다.

2.3.5 변형률계

(1) 변형률계는 전체 변형 가능 범위에서 선형 결과가 있어야 한다. 말뚝에 설치하는 힘 또는 변형률계의 고유 주파수는 2,000 Hz 이상이어야 한다.
(2) 측정된 변형률은 그 위치에서의 말뚝 순단면적과 동적탄성계수를 이용하여 힘으로 전환되어야 한다.
(3) 강재의 동적탄성계수는 (200~207) × 106 kPa 정도이다.
(4) 콘크리트와 목재 말뚝의 동적탄성계수는 KS F 2438과 KS F 2206에 따라 압축 시험 중 측정된 것으로 추정할 수 있다.
(5) 다른 방법으로 콘크리트 목재, 그리고 강재 말뚝의 탄성계수($E=\rho c^2$)는 단위 중량(말뚝 재료의 밀도)에 파속도(압축파가 말뚝을 따라 전달되는 속도)의 제곱을 곱하여 계산할 수 있다.

2.3.6 항타분석기

(1) 말뚝에 부착된 가속도계 및 변형률계로부터 측정되는 데이터가 전송되어 변위 및 힘으로 변환되어 화면(주로 LCD)에 출력되는 기기가 필요하다.
(2) 이 기기 내에는 자료 취득 및 처리, 신호변환 등의 기능을 실행할 수 있어야 하며 파형분석 프로그램에 적합한 자료처리 기능을 가져야 한다.
(3) 이 기기는 신호저장 장치, 자료처리 장치, 변환자료 저장 장치 및 화면출력 장치 등으로 구성된다.

2.3.7 시험말뚝 선정 및 두부 정리

(1) 시험말뚝을 선정하고 이 시험 말뚝은 지상 부분의 길이가 3 D(D: 말뚝의 지름) 정도되어야 하며, 말뚝 두부는 편심이 걸리지 않도록 표면에 요철이 없는 완전히 매끈하여야 한다.

2.3.8 게이지 선정

(1) 동재하시험에 사용되는 게이지는 변형률계와 가속도계가 분리되어 있는 것과 일체로 된 것이 있으며 같은 형태의 것을 선정한다. 즉 변형률계와 가속도계가 분리되어 있는 것은 분리되어 있는 것으로, 일체로 되어 있는 것은 일체로 된 것을 사용하여야 한다.
(2) Spiral type의 대구경 강관말뚝과 대구경 현장타설말뚝인 경우 정확한 데이터 획득을 위하여 여러 개의 게이지를 부착하여야 한다.
(3) 게이지는 각 제작사별로 정해진 검정 유효기간 내에 반드시 제작사나 공인인증기관에서 검교정이 실시되어야 하며, 특별한 규정이 없으면 반드시 2년 내 검정이 이루어진 것을 사용한다.

2.3.9 게이지 부착

(1) 게이지는 말뚝에 1쌍씩 대칭(180°)으로 부착하는데 말뚝 두부로부터 최소 1.5 D 이상

(D : 말뚝 지름 또는 대각선 길이) 이격시키는 것이 바람직하다. 게이지는 움직이지 않도록 안전하게 부착되어야 한다. 볼트로 조이거나 아교로 붙이거나 용접된 장비를 사용할 수 있다.

2.3.10 초기값 입력

(1) 말뚝 길이
① 말뚝 전 길이
② 두부에서 게이지 설치하는 위치까지의 길이
③ 지표에서 말뚝 선단까지의 관입 길이

(2) 말뚝 면적
① 말뚝 바깥지름을 기준으로 한 전체 면적
② 말뚝 바깥지름에서 안지름을 제외한 순단면적
③ 말뚝의 탄성 계수
④ 말뚝의 단위 중량
⑤ 탄성파 속도
⑥ 지반의 감쇠 계수
⑦ 게이지 보정 계수

2.3.11 게이지 점검

(1) 게이지의 초기 상태는 동재하시험의 신뢰성과 관련되는 중요한 것으로 게이지 보정계수 및 부착 상태의 확인으로 크게 나눌 수 있으며 게이지의 출력값이 허용 범위 이상이거나 파형이 불안정하면 말뚝에 부착된 게이지를 점검하거나 교체되어야 한다.

2.3.12 해머의 거치

(1) 말뚝을 타격하기 위하여 해머를 말뚝에 거치한다. 이 때 유의할 점은 편타가 발생하지 않도록 해머와 말뚝의 축선을 일치시켜야 한다.

2.3.13 항타 및 자료 평가

(1) 초기 3 ~ 5회 항타하고 항타분석기 상에 나타난 좌·우의 하중 그래프 차이를 참고하여 편타 여부를 확인한다.

(2) 편타가 확인되면 항타 장비를 이동하여 항타를 다시 실시하여 최종 편타 여부를 확인한다.

(3) 양질의 데이터를 위하여 측정 자료의 비례성(proportionality)이 확보되어야 한다.

(4) 최종 관입 길이를 확인하고 입력하여 측정 자료를 저장한다.

2.3.14 시험결과분석

(1) 분석파형의 선택: 분석 파형의 선정 기준은 비례성이 양호하고 지지력을 충분히 발현

시키도록 변위가 발생한 것을 선택하여야 하며 말뚝 두부의 압축력, 말뚝에 작용하는 최대 인장 응력, 최대 항타 에너지 등을 참조하여 선택한다.

(2) 측정파 분석(matching): 현장에서 측정된 파를 실내에서 재현 분석한 후 측정된 파와 재현 분석된 파의 결과를 함께 나타낸다.

2.3.15 시험결과정리

(1) 시험결과에는 다음 사항이 기록되어야 한다.

① 현장명
② 시험 위치 또는 인접한 위치의 주상도
③ 말뚝 시공 장비의 명칭 및 해머 중량, 낙하고
④ 해머 쿠션, 말뚝 쿠션, 리드 타입(lead type)
⑤ 사용된 게이지의 검교정서(유효기간)
⑥ 시험말뚝의 종류, 시공법, 시공 일자, 시험 일자
⑦ 시험말뚝의 설계하중
⑧ 시험말뚝의 길이, 지름, 두께, 단면적
⑨ 게이지 설치에 대한 설명과 위치를 포함한 시험 절차에 대한 설명
⑩ 초기항타 또는 재항타 시 시험일자 및 시험말뚝 항타순서 및 관입 깊이
⑪ 게이지 설치 위치, 단위 중량, 탄성파 속도, 탄성 계수, 댐핑 계수 확인
⑫ 초기항타 또는 재항타 시 시항타 종료 시점과 재항타 시작 시점을 설명
⑬ 해머 성능, 말뚝 두부 및 선단에서의 압축 응력
⑭ 건전도에 대한 설명
⑮ 항타 종료 시 최종 관입량

2.3.16 결과의 분석

(1) 시험결과의 분석에는 다음 사항이 기록되어야 한다.

① 시험말뚝의 지지력 산정에 대한 설명 : 초기 항타 또는 재항타 여부 확인 및 재항타 시 시항타 종료 시점과 재항타 시작 시점을 설명
② 측정파와 계산파의 분석 결과로부터 추정할 주면마찰력과 선단지지력
③ 관입 깊이에 따른 주면마찰력의 분포
④ 말뚝 선단과 주면에서의 지반동적계수(퀘이크, 댐핑)
⑤ 초기항타 시 관입성에 대한 분석

2.4 연직인발재하시험

2.4.1 시험목적

(1) 시험은 정적하중에 의한 말뚝의 인발저항력 특성에 관한 자료를 얻는 것, 또는 이전에 결정된 말뚝의 설계인발지지력의 타당성을 확인하는 것을 목적으로 한다.

2.4.2 기본사항

(1) 시험의 계획에서 시험의 목적, 지반조건, 사용말뚝에 작용하는 하중조건, 사용말뚝의 시공법, 사용말뚝의 제원, 개수, 배치, 말뚝머리의 위치, 시험기간 및 공사비 등을 고려하고, 계획최대시험하중, 시험말뚝의 제원·개수·위치, 시험장치, 재하, 측정방법 및 실시체제의 기본사항을 결정한다.

2.4.3 계획최대시험하중

(1) 시험의 목적에 따라 예상되는 말뚝의 극한인발지지력 이상, 또는 설계 인발지지력에 안전계수를 고려한 값 이상을 계획최대시험하중으로 한다.

(2) 시험말뚝의 조건이 사용말뚝의 설계조건과 다른 경우 그 차이에 의한 인발지지력의 영향을 고려하여 계획최대시험하중을 정한다.

2.4.4 시험말뚝의 제원·개수 및 위치

(1) 시험말뚝은 원칙적으로 사용말뚝 중 대표적인 말뚝과 동일한 제원으로 설치한다.

(2) 말뚝재료의 강도에 충분한 여유가 있고, 시험 후 말뚝의 인발변위 양상이 구조물에 나쁜 영향을 미치지 않는다고 예상되는 경우 사용말뚝을 시험말뚝으로 하는 것도 가능하다.

(3) 시험말뚝의 수량과 위치는 시험의 목적에 따라 결정한다.

2.4.5 시험장치

(1) 반력 저항체로는 반력말뚝 혹은 반력판이 있고, 어느 것이든 적용 가능하다.

2.4.6 재하 및 측정방법

(1) 재하방법으로 단계재하방법과 연속재하방법이 있고, 전자의 경우 재하단계 수, 사이클 수 및 각 하중단계의 하중 유지시간을 결정하고, 후자의 경우 사이클 수 및 재하속도를 결정한다.

(2) 측정항목 및 계측 기구를 시험의 목적에 따라서 결정한다.

2.4.7 실시계획서의 작성

(1) 시험을 실시하기 전 기본계획서의 내용 및 현지조사의 결과에 기초하여 시험의 실시계획서를 작성한다.

(2) 실시계획서에는 시험의 목적, 지반조건, 계획최대시험하중, 시험말뚝의 제원·위치·시공방법, 시험장치의 조립도, 유압잭의 제원, 반력장치의 설계계산, 반력저항체의 제원 및 시공방법, 최종 인발변위량, 측정항목, 계측기구의 구성·제원·부착위치, 재하방법, 측정시기, 시험요원의 구성, 현장기록의 항목, 결과의 정리방법, 공정표, 시험기간 중의 유의사항 등을 기재한다.

2.4.8 시험말뚝의 설계

(1) 시험말뚝의 말뚝재료는 계획최대시험하중에 대하여 충분히 안전한 강도를 가져야 한다.
(2) 시험말뚝의 길이는 재하 및 반력장치의 조립, 기준보의 설치 및 계측기구의 부착에 필요한 지상돌출길이 등을 고려하여 결정한다.
(3) 시험말뚝의 말뚝머리는 하중의 편심에 의한 영향 등을 고려하고, 필요에 따라서 보강한다.

2.4.9 시험말뚝의 시공과 양생

(1) 시험말뚝은 원칙적으로 사용말뚝과 동일하게 시공한다.
(2) 시험말뚝을 시공하는 경우 시공 상황을 상세히 기록한다.
(3) 시험말뚝의 시공에 의하여 교란된 지반의 강도회복, 콘크리트와 시멘트 페이스트의 경화 등을 고려해서 충분한 기간 동안 양생한다.
(4) 양생기간 중에는 시험에 나쁜 영향을 줄 수 있는 하중, 충격, 진동 등을 시험말뚝에 가하지 않도록 주의하여야 한다.

2.4.10 시험장치의 설치와 시험장의 환경정비

(1) 실시계획서에 따라 시험장치를 정확하게 설치한다.
(2) 직사광선, 비바람이 시험에 나쁜 영향을 주지 않도록 시험장치를 시트 등으로 덮어두고, 시험장 주위에 배수구를 설치한다.
(3) 시험장에 근접한 공사·기계·차량 등의 진동이 측정에 미치는 영향을 검토하고, 필요에 따라서 그것들의 영향이 작게 되도록 대처한다.

2.4.11 시험장치 및 그 구성

(1) 시험장치는 재하장치, 반력장치 및 계측장치로 구성된다.
(2) 재하장치는 유압잭, 펌프 및 시험말뚝과의 접합부분으로 구성된다.
(3) 반력장치는 반력저항체, 재하대 및 그것의 접합부재로 구성된다.
(4) 계측장치는 계측기구, 기준점 및 기준보로 구성되고, 계측기구는 하중, 변위, 변형률 등을 측정하는 센서와 함께 그 측정값을 기록하는 자동화계측시스템으로 구성된다.

2.4.12 재하장치

(1) 재하장치는 계획최대시험하중에 대하여 충분히 안전하여야 한다.
(2) 유압잭은 원형바닥판이 붙은 것을 표준으로 하고 검・교정을 받은 것을 사용한다.
(3) 유압잭은 계획최대시험하중에 대하여 충분한 재하능력과 시험말뚝 및 반력장치의 변위에 대응할 수 있는 충분한 스트로크를 가져야 한다.
(4) 유압잭은 시험말뚝에 대하여 편심이 없도록 설치한다.
(5) 여러 개의 유압잭을 사용하는 경우 동일한 제원을 사용하고, 연동제어가 가능하여야 한다.

(6) 펌프는 유압잭의 재하능력과 설정한 재하속도에 대응할 수 있는 충분한 용량을 가져야 한다.
(7) 시험말뚝과 접합부분은 계획최대시험하중에 대하여 충분히 안전하여야 한다.

2.4.13 반력장치

(1) 반력장치는 계획최대시험하중에 대하여 충분한 저항력을 가져야 한다.
(2) 반력저항체는 원칙적으로 시험말뚝에 대하여 대칭적으로 설치한다.
(3) 시험말뚝과 반력말뚝과의 중심 간격 또는 시험말뚝 중심과 반력판의 간격은 시험말뚝 최대직경의 3배 이상 혹은 1.5 m 이상을 원칙으로 한다.
(4) 사용말뚝을 반력말뚝으로 이용하는 경우 사용말뚝에 나쁜 영향을 미치지 않도록 유의한다.
(5) 재하대는 휨, 전단, 지압 및 좌굴에 대해서 안전하고, 전도하지 않는 구조로 한다.

2.4.14 계측장치

(1) 계측장치는 시험의 목적에 적합한 정도를 가지고 검·교정을 받은 제품을 사용한다.
(2) 센서는 적절한 위치 및 방향에 확실하게 설치한다.
(3) 센서를 설치할 때에는 시험의 진행에 따른 시험말뚝, 재하장치, 반력장치의 변위 및 변형에 의하여 지장을 받지 않도록 충분히 고려하여야 한다.

2.4.15 기준점 및 기준보

(1) 기준점은 사용말뚝 또는 가설말뚝에 설정한다.
(2) 사용말뚝을 기준점으로 하는 경우 시험말뚝 및 반력말뚝으로부터 각 말뚝직경의 2.5배 이상 떨어진 위치의 것을 이용하는 것을 원칙으로 한다.
(3) 가설말뚝을 기준점으로 하는 경우 시험말뚝으로부터 그 직경의 5배 이상 또는 2 m 이상, 반력말뚝으로부터 그 직경의 3배 이상 떨어진 위치에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
(4) 기준점은 반력판으로부터 2.5 m 이상 떨어진 것으로 한다.
(5) 기준보는 기준점에 확실히 설치하고, 온도변화에 의한 변형이 측정치에 큰 영향을 미치지 않도록 고려한다.
(6) 기준점 및 기준보는 지반의 진동 등의 영향을 받지 않도록 충분한 강성을 가진 것으로 한다.

2.4.16 재하방법

(1) 하중재하방법은 표준재하방법 및 반복하중재하 방법을 중 하나를 선택하여 사용하도록 한다.

2.4.17 측정항목

(1) 측정항목은 다음 중에서 시험목적에 따라 선택한다.
① 시간
② 하중
③ 말뚝머리의 변위량
④ 선단, 지중부 및 재하점의 변위량
⑤ 말뚝재료의 변형률
⑥ 말뚝머리의 수평변위량
⑦ 반력장치의 변위량
⑧ 말뚝 주변지반의 변위량
⑨ 기타

2.4.18 시험실시

(1) 시험요원은 시험관리자 및 재하, 측정, 안전관리 등의 담당자로 구성한다.
(2) 시험요원의 임무
① 시험관리자는 실시계획서에 기초하여 담당자를 배치하고, 안전하고 확실히 시험의 목적이 달성되도록 시험전반을 관리한다.
② 각 담당자는 시험시작 전 시험장치의 안전성을 점검하고 각 장치가 정상적으로 작동하는지를 확인한다.
③ 재하담당자는 설정된 재하방법에 따라 재하장치를 조작한다.
④ 측정담당자는 소정의 측정항목에 대하여 설정한 시기에 측정한다. 또한 시험의 진행상태가 파악될 수 있도록 주요한 측정데이터를 그 즉시 정리하고 도시한다.
⑤ 안전관리 담당자는 시험 중 시험장치의 안전성 및 환경정비에 충분히 주의한다.

2.4.19 시험의 개시・중단・종료

(1) 시험장의 환경정비, 각 장치의 준비, 기후의 상태 등의 조건이 정비된 것을 확인한 다음 시험을 시작한다.
(2) 시험장치 및 시험말뚝에 이상이 확인될 때 신속하게 시험을 중단하고, 또한 그 원인이 제거되어 시험의 속행이 가능하다고 판단될 때 시험을 재개한다.
(3) 시험의 목적이 달성될 때, 또는 부득이 하게 시험의 속행이 불가능하다고 판단될 때 시험을 종료한다.

2.4.20 현장기록

(1) 시험의 실시하는 경우 다음 항목을 현장에서 기록한다.
① 시험의 시작・중단・종료 시기의 날짜 및 시각
② 시험요원의 이름
③ 기후의 상태

④ 시험장치, 시험말뚝의 배치 및 제원
⑤ 시험장치, 시험상황 등의 사진
⑥ 시험에 의한 주변 지반의 균열 상황
⑦ 특기 사항(계획된 시험방법의 내용과 차이가 발생한 경우의 상황, 원인, 처리방법 등)

2.4.21 결과의 정리

(1) 시험에서의 측정 데이터 등을 정리하여 하중-시간, 변위량-시간, 하중-변위량, 하중-탄성회복량, 하중-잔류 변위량 등의 관계곡선을 작성한다.
(2) 시험의 목적에 따라 말뚝의 인발저항력에 관한 특성치를 구한다. 특성치에는 항복지지력, 극한지지력, 말뚝머리의 연직 스프링 정수 등이 있고, 다음 방법으로 결정한다.
① 항복지지력은 log P-log S 곡선에서 명확하게 꺾이는 점의 하중을 말하고, S-log t법, $\Delta S/\Delta t-P$법, 잔류변위량의 급증점 등을 종합하여 판정 한다. 여기에서, P는 하중, S는 말뚝머리변위량, t는 신규하중단계의 경과시간이다.
② 극한지지력은 인발 저항이 최대로 될 때의 하중으로 한다. 여기서 선단변위량이 선단 직경의 10 % 이하의 범위로 한다.
③ 말뚝머리의 연직 스프링 정수는 하중-변위량 곡선의 할선구배에 의하여 산정한다.
(3) 말뚝의 변형률을 측정하는 경우 축방향변형 분포, 축방향하중 분포 등에 대하여 그림으로 나타낸다. 축방향하중 분포로부터 구간별 주면저항력 특성 등을 평가한다.

2.4.22 보고서

(1) 보고서는 시험의 목적, 지반의 개요 및 지반조건, 시험의 공정, 시험말뚝의 제원 및 시공기록, 시험장치, 재하 및 측정방법, 최종 인발량, 시험결과 등을 기록한다.
(2) 지반조건에 대하여 가능한 모든 지반조사 및 토질시험 데이터 등의 상세한 정보를 첨부한다.

2.5 수평재하시험

2.5.1 시험목적

(1) 말뚝-지반 간의 실제 허용수평하중은 수평재하시험을 통해 적절하게 측정할 수 있으며, 수평하중에 대한 말뚝-지반의 상호작용을 계측하여 연구, 기초 설계, 유지 보수 및 시방서에 따른 승인 또는 불가 판정에 필요한 자료를 제공한다.
(2) 말뚝의 수평재하시험을 실시하는 가장 큰 목적은 얻어진 결과를 말뚝기초의 설계에 직접 혹은 간접적으로 반영시키는 데 있다.

2.5.2 재하시험의 계획

(1) 재하시험은 그 목적, 규모, 주변 환경 등에 의하여 전체의 계획이 달라지므로 시험을 계획할 때에는, 미리 다음 사항을 명확하게 고려해 둘 필요가 있다.

① 지반조건
② 말뚝의 조건
③ 외력조건
④ 설계조건
⑤ 반복계산

2.5.3 재하시험의 종류

(1) 재하시험은 말뚝두부자유의 상태로 실시하는 것을 표준으로 한다.
(2) 재하시험은 다음 중 어느 것으로 하든지 시험방식은 재하속도가 일정한 다사이클을 원칙으로 한다.
① (+)(-)의 반복재하시험
② 1방향재하
③ 설계하중 및 하중 주기에 따른 분류

2.5.4 시험말뚝의 선정

(1) 시험말뚝은 말뚝의 제원, 말뚝주변의 지반 등을 검토하고 대표적인 것을 선정하도록 한다.

2.5.5 시험말뚝의 위치

(1) 시험말뚝의 주위는 지표면의 교란이 없고, 원칙적으로 수평한 지반으로 한다.
(2) 시험말뚝의 변형에 영향을 미친다고 판단되는 범위 내에는 구조물, 성토, 반력말뚝 등이 없어야 한다.

2.5.6 시험말뚝의 양생기간

(1) 시험말뚝은 콘크리트와 시멘트 페이스트 등의 경화 및 말뚝의 시공에 의하여 교란된 지반의 강도회복을 고려하여 충분한 양생을 하여야 한다.

2.5.7 말뚝체의 보강

(1) 시험말뚝의 재하지점은 국부적인 파손과 변형이 생기지 않도록 적당한 보강을 시행한다.
(2) 보강 시 재하장치의 안정성도 고려한다.

2.5.8 시험방법

(1) 재하점의 높이는 말뚝이 실제로 구조물의 하중을 받는 상태를 고려하여, 그것과 가장 근접한 위치로 한다.
(2) 재하방법은 다음 사항을 고려하여 선정한다.
① 구조물의 종류, 외력의 종류 및 시험목적을 고려하여 재하방법을 결정한다.
② 재하방법으로 반복재하와 1방향재하가 있다.

③ 각각의 재하방법을 표 5.4-1과 표 5.4-2에 나타내었다.

표 5.4-1 반복재하방법

항목	하중증가 시	하중감소 시
하중단계	8단계 이상	8단계 이상
하중속도	$\frac{\text{계획 최대하중}}{8\sim20}$(톤/분)	$\frac{\text{계획 최대하중}}{4\sim10}$(톤/분)
하중지속시간	각 하중 단계 3분	각 하중 단계 3분

표 5.4-2 방향 재하방법

항목	하중증가 시		하중감소 시
하중유지시간	처녀 하중, 이력 내 하중	3분	3분
	0하중	15분	

(3) 재하방식은 재하속도가 일정한 다사이클을 원칙으로 한다. 단 시험의 목적에 따라 1사이클도 가능하다.

2.5.9 계획최대시험하중, 계획최대변위

(1) 시험 목적은 설계법과 관계도 있고, 탄성설계법에서 허용수평하중 및 허용수평변위의 확인 등을 들 수 있다.

(2) 시험조건이 설계조건과 근사한 경우 허용수평하중 및 허용수평변위가 계획최대시험하중 및 계획최대변위로 된다.

(3) 극한설계법에서 말뚝의 내력과 변형성능, 지반의 지지력 확인 등이 시험의 목적으로 된다.

(4) 말뚝의 파괴, 지반의 파괴까지 재하시험을 수행한다면 지반조건, 말뚝의 구속조건을 고려하여 여유 있는 계획최대시험하중, 계획최대변위로 설정하고 시험장치도 그것이 가능하여야 한다.

2.5.10 측정항목

(1) 측정항목은 다음 사항으로 한다.

① 시간, 기후, 온도
② 하중
③ 재하점의 변위
④ 말뚝머리의 경사각
⑤ 반력말뚝의 변위
⑥ 주변지반의 상황
⑦ 말뚝체의 휨변형

⑧ 말뚝체의 휨각
⑨ 토압

2.5.11 측정간격

(1) 측정간격은 측정항목과 재하방법에 따라 표 5.4-3 및 표 5.4-4에 정한 바와 같이 한다.

표 5.4-3 측정간격(1방향 재하방법)

측정항목	하중증가 시 측정시간		하중감소 시 측정시간
하중	처녀 하중, 이력 내 하중	0분, 약 2분	0분
	0 하중	0, 2, 4, 8, 약 14분	
변위, 말뚝두부 경사각	처녀 하중, 이력 내 하중	0분, 약 2분	0분
	0하중	0, 2, 4, 8, 약 14분	
그 외	처녀 하중, 이력 내 하중	0분	0분
	0하중	0, 8, 약 14분	

표 5.4-4 측정간격(반복재하방법)

측정항목	하중증가 시 측정시간		하중감소 시 측정시간
하중	각 하중단계	0분, 약 2분	0분
변위, 말뚝두부 경사각	각 하중단계	0분, 약 2분	0분
그 외	각 하중단계	0분	0분

주 1) 말뚝의 변형율, 말뚝체의 휨각, 토압, 반력말뚝의 변위, 주변지반 관측 등

2.5.12 시험완료의 판정

(1) 시험의 종료는 다음 경우 실시한다.
① 계획최대시험하중에 도달한 경우
② 계획최대변위에 도달한 경우
③ 소요기록이 얻어져, 시험의 목적을 달성한 경우

2.5.13 재하 장치

(1) 재하 장치는 시험의 목적, 방법, 계획최대시험하중, 말뚝의 종류, 주위의 상황 등의 조건을 고려하여, 안전하게 재하 가능하도록 한다.
(2) 재하장치는 가력장치 및 반력장치로 되어 있다.
(3) 특별히 지정되어 있지 않은 경우, 수평하중 재하장치는 다음에 기술된 방식을 따라야 하며, 반력하중이 수평으로 재하될 수 있도록 설계되어야 한다.
(4) 외말뚝 및 군말뚝의 수직 축 선상에 위치하여 편심하중이 발생하는 것을 최소화 하여

야 하며, 경사말뚝 구조나 경사말뚝을 포함하는 군말뚝의 수평 재하시험의 경우 수평 재하 하중을 말뚝의 길이방향 축의 교차점에 가하여야 된다.

2.5.14 가력장치

(1) 재하장치는 계획최대시험하중의 120% 이상의 가력능력을 가지고, 예상되는 시험말뚝 등의 변형에 충분히 따를 수 있는 것으로 한다.

2.5.15 반력장치

(1) 반력장치는 계획 최대시험하중에서 충분한 저항을 가지고 안전하여야 한다.
(2) 외말뚝 또는 군말뚝의 하중을 재하 할 때, 하나 또는 그 이상의 유압실린더와 구조물을 이용하여 적절한 반력시스템을 구축하여야 한다.
(3) 인접한 기초말뚝을 반력장치로 하는 경우가 많고, 드물게 구조물기초 등이 이용되고 있다.

2.5.16 계측장치

(1) 계측장치는 시험목적에 맞는 능력 및 정도를 가진 것으로 한다.
(2) 시험 중 작업과 교통에 의한 진동, 기상조건 등에 의하여 지장을 받지 않도록 하여야 한다.

2.5.17 하중 계측장치

(1) 하중의 계측에는 로드셀 혹은 유압센서를 사용하고 압력계만에 의한 계측은 피하여야 한다.

2.5.18 변위 계측장치

(1) 변위 계측장치는 일반적으로 기준점, 기준보, 변위계로 구성된다.
(2) 기준점은 시험 말뚝 및 반력말뚝의 변위 등에 의하여 영향을 받지 않는 범위에 설치하는 것으로 한다.
(3) 기준보는 기준점의 간격에 따라 충분한 강성을 가진 것으로 하고, 외부 기온의 변화 등의 영향을 받기 어려운 지지방식을 선정한다.
(4) 변위계는 변위량을 정확하게 계측 가능하도록 정 방향으로 설치한다.

2.5.19 그 외 계측장치

(1) 말뚝체의 휨변형률, 토압 등을 계측한 경우 시험목적에 따라 적절한 장치를 선정하고, 설치방법 등을 충분히 검토하여야 한다.

2.5.20 시험결과의 정리

(1) 말뚝두부에 대한 하중-변위곡선 및 하중-시간 곡선을 도시하고 하중과 말뚝경사각의 관계도 도시한다.

(2) 다사이클 재하시험에서는 하중-탄성회복 곡선, 하중-잔류변위 곡선도 작성한다.

2.5.21 결과의 이용

(1) 수평력을 받는 말뚝의 거동을 재하시험으로부터 추정하는 경우 실제 구조물과 재하시험에서 말뚝 및 하중 조건과의 차이를 충분히 고려하여야 한다.

2.5.22 보고서

(1) 시험방법, 시험장치, 결과의 정리 외에 지반의 개요, 시험말뚝의 시공 상황, 시험공정 등을 알기 쉽게 정리하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
하익수	**경남대학교**	유남재	한국건설생활환경시험연구원
김태형	한국해양대학교	이민희	지텍크
남문석	한국도로공사		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
여규권	삼부토건㈜	박이근	㈜지오알앤디

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 50 40 : 2016

말뚝재하시험

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
http://www.kgshome.org

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr

KCS 11 60 00 : 2016

앵커

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서, 도로교 표준시방서, 건축공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.05)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 60 00 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.06)
KCS 11 60 00 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 시스템 설명 ····· 1
1.6 시스템 허용오차 ····· 1
1.7 제출물 ····· 1
1.7.1 시공계획서 ····· 1
1.8 공사기록서류 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 긴장재 ····· 2
2.1.2 그라우트 ····· 2
2.1.3 패커(Packer) ····· 3
2.1.4 정착구 ····· 3
2.2 구성품 ····· 3
2.3 장비 ····· 3
2.3.1 인장잭 ····· 3
2.3.2 그라우트 믹서 및 펌프 ····· 3
2.4 부속재료 ····· 3
2.4.1 방식용 재료 ····· 3
2.5 배합 ····· 4
2.6 조립 ····· 4
2.7 마감 ····· 4
2.8 조립허용오차 ····· 4

2.9 자재품질관리 ····· 4
2.9.1 재료의 보관 ····· 4
3. 시공 ····· 4
3.1 시공조건 확인 ····· 4
3.2 작업준비 ····· 5
3.2.1 앵커의 가공 및 조립 ····· 5
3.3 시공기준 ····· 5
3.3.1 천공 ····· 5
3.3.2 앵커의 삽입 ····· 6
3.3.3 그라우트 혼합과 주입 ····· 6
3.3.4 긴장 및 정착작업 ····· 7
3.4 시공허용오차 ····· 8
3.5 보수 및 재시공 ····· 8
3.6 현장품질관리 ····· 8
3.6.1 품질관리 일반 ····· 8
3.6.2 시험 일반 ····· 9

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 지반구조물 보강을 위한 앵커공사에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS D 3505 PC 강봉
- KS D 7002 PC 강선 및 PC강연선
- KS D 3503 일반구조용 압연강재
- KS F 2414 콘크리트 블리딩 시험방법
- KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험 방법
- KS F 2426 주입 모르타르의 압축강도 시험방법
- KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- KS F 2509 잔골재의 표면수 측정 방법

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 시스템 설명

내용 없음

1.6 시스템 허용오차

내용 없음

1.7 제출물

1.7.1 시공계획서

(1) 수급인은 각 절(Section)의 공사에 대한 시공계획서를 작성·제출하여 공사감독자의 확인을 받은 후에 착공하여야 한다.

(2) 수급인은 시공계획서에 아래 사항을 포함시켜 작성하여야 한다.

① 공사개요

② 세부공정표(자재, 인력 및 장비계획을 포함한다)

③ 공종별 공정계획

④ 품질관리계획(품질관리조직, 관리목표 및 실시방법, 목표미달 시 조치방안 등)
⑤ 안전관리계획 및 환경관리계획
⑥ 타 공사 및 타 공종과의 협의 및 조정이 필요한 사항
⑦ 설계도서의 조정 및 변경이 필요한 사항
⑧ 기타 사항

1.8 공사기록서류

(1) 천공보고서
(2) 시험보고서(인발, 인장, 확인, 크리프시험 등)

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 긴장재

(1) 긴장재의 종류는 설계도서에 표시된 것으로 PS 강선, PS 강연선, 이형 PS 강연선은 KS D 7002에, PS 강봉, 이형 PS 강봉은 KS D 3505에 각각 적합한 품질을 갖는 것으로 유해한 흠이 없는 것으로 하여야 한다.
(2) 자유장에 피복하는 호스는 합성수지(H.D.P.E.) 호스를 사용한다.

2.1.2 그라우트

(1) 그라우트는 KS L 5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트 또는 조강시멘트를 사용하고, 그 이외의 시멘트를 사용할 때는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(2) 혼화재의 종류는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 그 이외의 혼화재를 사용할 때는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(3) 그라우트에 사용하는 물은 기름, 산, 염류, 유기물, 기타 그라우트, 긴장재와 앵커체에 악영향을 주는 물질의 유해량이 0.1 % 이상 포함되어서는 안 된다.
(5) 그라우트에 사용되는 골재는 청정(淸淨), 강경(强硬), 내구적이며 적당한 입도 (粒度)를 갖고 먼지, 진흙 또는 유기물 등의 유해물이 함유되어서는 안 된다.
(4) 그라우트는 부피가 감소하지 않으며 침식되지 않고 화학적으로 안정하며 유기질을 포함하지 않은 재료이어야 하며 중력 또는 압력으로 채운다.
(5) 그라우트의 28일 압축강도는 인장 전, 시공 중에 채취한 시료에 대해 선시험하며, 양생기간을 앞당기기 위하여 급결재를 사용하였을 경우에도 기준강도를 만족시켜야 하며, 물-시멘트비(W/C)는 설계도서를 따른다.
(6) 그라우트의 블리딩률은 3시간 후 최대 2%, 24시간 후 최대 3% 이하이어야 한다.
(7) 이외의 사항은 관련 규정을 따른다.

2.1.3 패커(Packer)

(1) 패커는 설계도서에 표시된 규격의 것으로 하고, 유해한 흠이 없는 것으로 하여야 한다.

2.1.4 정착구

(1) 정착구는 앵커의 소요응력을 구조체에 직접 작용토록 하는 요소로 정착방식은 쐐기(Wedge), 너트(Nut) 등이 있으며 대부분의 앵커에 적용되고, 품질확인을 받은 제품을 사용하여야 한다. 앵커에 사용되는 정착구는 프리스트레스트 콘크리트에 사용하는 정착구와 동등 이상의 품질을 가져야 한다.

2.2 구성품

내용 없음

2.3 장비

2.3.1 인장잭

(1) 인장잭에는 설계인장응력 이상을 긴장할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.
(2) 인장잭의 압력계는 공인시험기관에서 검・교정을 받은 장비를 사용하여야 한다.
(3) 인장잭에는 자동물림장치(Self gripping assembly)와 잭체어(Jack chair)가 부착되어 있어야 한다.

2.3.2 그라우트 믹서 및 펌프

(1) 그라우트 믹서는 혼합조, 주입조, 저장조 및 수조로 구성되어 있어 배합설계에 의한 배합을 항상 확인할 수 있어야 한다.
(2) 믹서는 혼합과 주입을 동시에 할 수 있어야 하며, 그라우팅이 끝날 때까지 연속적으로 주입이 가능하여야 하고 검측용 압력계기가 부착되어 있어야 한다.
(3) 그라우트 펌프는 최소 주입압력이 0.5 MPa 이상이어야 하며, 그라우트 호스 및 연결구는 최대 2 MPa의 압력에 견딜 수 있는 자재를 사용하여야 한다.
(4) 급수계량기는 그라우트 혼합에 사용된 수량을 2 ℓ / m^3 까지 측정할 수 있어야 한다.
(5) 주입공 연결부에 설치하는 차단밸브는 주입이 완료된 후에도 그라우트가 응결할 때까지 필요한 압력을 유지할 수 있어야 한다.

2.4 부속재료

2.4.1 방식용 재료

(1) 영구앵커의 경우는 앵커체 자체가 부식되지 않는 구조를 가져야 한다. 특히, 쐐기 정착방식의 앵커는 쐐기정착을 위하여 긴장부 쉬스(Sheath)를 제거 시 강연선이 노출되므로 수압판의 상하부가 밀폐될 수 있는 구조를 가져야 한다.

(2) 방식용 재료는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 그 이외의 방식용 재료를 사용할 때는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(3) 방식용 재료는 방식의 기능이 장기간 지속되고, 긴장재와 쉬스의 재료특성에 악영향을 주지 않고, 또, 긴장부와 앵커체의 탄성변형을 구속하지 않는 것으로 하여야 한다.

2.5 배합
내용 없음

2.6 조립
내용 없음

2.7 마감
내용 없음

2.8 조립허용오차
내용 없음

2.9 자재품질관리

2.9.1 재료의 보관
(1) 재료는 그 재질이 손상되지 않도록 보관하여야 하며, 특히 강재, 시멘트 및 혼화재료는 습기를 받지 않도록 보관하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인
(1) 앵커시공은 먼저 시공계획서를 작성하고, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(2) 앵커시공은 시공계획서에 따라 실시하여야 하며, 구체적인 시공순서 및 방법에 대해서는 현장상황, 지반조건을 검토하여 적합하게 조정하여 시공하여야 한다.
(3) 작업공정 또는 작업 순서를 변경할 때에는 공사감독자의 지시에 의해 변경 시공계획서를 작성하여야 한다.
(4) 유기질점토나 실트 등 강도가 매우 적은 지반에서는 앵커를 설치해서는 안 된다. 부득이 앵커를 설치하여야 하는 경우에는 지반보강을 선행한 후 재천공하거나 특수앵커를 시험 시공하여 그 효과를 확인하여야 한다.
(5) 앵커의 앵커체 선단이 인접 토지경계를 넘지 않도록 한다. 불가피하게 침범한 경우에는 토지소유주의 동의를 받아야 하며, 앵커가 주변 시설물 등에 미치는 영향을 검토하고 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.

(6) 앵커긴장부는 설계도서를 기준으로 하고 반드시 설계도서에 명시된 토질정수를 확인, 설계깊이 이상으로 시공하여야 하며 현장의 지반조건과 설계상의 지반조건이 상이할 경우는 현장 지반조건에 대해 설계사항을 재검토하여 공사감독자의 승인하에 변경 및 시공을 수행하여야 한다.
(7) 전반적인 거동상태를 장기적으로 점검, 관측 및 계측하여야 하며 필요에 따라 재긴장 및 앵커증설 등의 조치를 취하여야 한다.
(8) 앵커공은 지하수가 과다하게 배출되지 않도록 차수 조치를 하여야 한다.

3.2 작업준비

3.2.1 앵커의 가공 및 조립

(1) 앵커는 공사 착수 전에 시험천공을 실시하여 현장 지반조건과 설계 지반조건을 확인한 후에 설계도서에 표시된 대로 가공, 조립하여야 한다.
(2) 앵커체에 이물질이 들어가지 않고, 압축부의 정확한 품질을 확보하기 위하여 공장조립을 원칙으로 하며 이와 동등한 현장시설을 갖추면 현장조립도 가능하다.
(3) 적당한 위치에 스페이서를 설치하여 긴장재의 간격을 유지하고, 앵커체의 굴곡을 방지하여야 한다. 또, 스페이서는 파형관 쉬스 내에 긴장재가 중앙에 위치하여 그라우트의 피복두께를 동일하게 할 수 있는 구조를 가진 것을 사용하여야 한다.
(4) 긴장재 절단은 용접기를 사용하지 않고 커터(Cutter)로 하며 각 긴장재의 전체에 대하여 방청을 실시하고, 쉬스나 이에 준하는 방수재로 피복한다. 또, 절단길이는 설계길이(긴장부 + 앵커체)에 긴장 및 정착을 위한 여유장(1 m)을 고려하여야 한다.
(5) 앵커체 부위는 각 강선과 주입호스를 스페이서와 클램프를 이용하여 도면에 명시한대로 조립한다.
(6) 패커와 분리되는 긴장부 피복호스는 클램프로 충분히 압축시킨 후 에폭시 시멘트로 밀폐시켜야 한다.
(7) 방청재의 주입은 원칙적으로 조립·가공 시에 행하며, 공사감독자의 승인을 얻지 않으면 삽입 후에 주입해서는 안 된다.
(8) 조립된 앵커의 운반 및 삽입 시 앵커에 손상이 가지 않게 앵커체 유효지름의 5배 이상 절곡반경을 유지하여야 한다.
(9) 가공, 조립을 끝마친 앵커는 휘거나 변형되지 않게 주의하고 삽입 시 천공구멍으로 인한 손상이 가지 않아야 한다.
(10) 강선을 옥외에 방치할 경우에는 지면에서 일정간격을 띄워서 보관하고 녹이나 불순물 등의 오염이나 부식 방지를 위한 조치를 취하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 천공

(1) 천공지름과 천공깊이는 설계도면을 따른다.

(2) 천공지름은 도면에 표시된 지름을 표준으로 하고, 앵커 지름보다 최소 40 ㎜ 이상 커야 하며 천공 후 일정시간(앵커삽입 및 주입 시간)이내 토사붕괴가 우려되는 구간에는 케이싱을 삽입하여 천공 내부의 토사교란 및 무너짐을 방지하여야 한다.

(3) 천공은 설계도서에 표시된 위치, 방향 및 길이를 만족하여야 하고 또, 슬라임(Slime)과 순환수에 의해 지층 및 용수(누수)의 유무를 판정하면서 공벽이 크게 손상되지 않도록 신중히 실시하여야 한다.

(4) 천공 후 지하수가 용출될 때 고압력 주입으로 선행주입 후 재천공하여 지하수의 용출을 방지한다.

(5) 천공보고서(Drilling report)를 매 공마다 작성하여 토층, 천공길이, 천공지름, 천공시간을 확인하고, 설계주상도와 항상 비교하여 앵커체의 신뢰도 및 인장력의 신뢰도를 확인한다.

(6) 천공각도는 설계도서에 명시된 각도로서 두부에서 정착부까지 직선을 유지하여야 한다.

(7) 천공장비는 정착지반에 따라 공압식과 유압식 드릴을 사용하여 풍화토 또는 연약한 지반일 때는 케이싱천공이 가능한 장비를 사용하여 공벽을 유지하여야 한다.

(8) 천공작업 중 지하수위의 위치변화, 천공속도, 공내 세척시간, 용수, 지반상황 등을 기록, 보관하여야 한다.

(9) 천공깊이는 소요 천공깊이 보다 최소한 0.5 m 이상 깊게 하여 천공면으로부터 교란된 이물질을 가라앉혀 소요 천공깊이에 지장이 없도록 한다.

(10) 앵커가 후면의 기존 구조물을 통과할 때 앵커체는 최소한 기초면 하부 3 m 이하의 심도를 통과하여야 하고 인접 앵커체와 떨어지도록 배치하여야 한다.

(11) 공내 청소

① 천공 후 바로 앵커체의 공내를 청소하여 슬라임을 제거하여야 한다.

② 공내 청소는 공내에 청수 또는 압축공기를 보내어 슬라임을 배제하며, 슬라임의 배출이 인정될 때까지 반복하여야 한다.

③ 공내 청소 시에는 긴장부와 앵커체를 포함한 전체 천공부의 공벽을 보호하여야 한다.

3.3.2 앵커의 삽입

(1) 앵커는 삽입 작업대 또는 크레인 등의 장비에 의해서 삽입하여야 한다.

(2) 앵커 삽입 시 앵커가 천공 구멍의 중앙에 위치하도록 앵커에 중심결정구(센트럴라이저)를 1 m ~ 3 m 간격으로 부착하여야 하며 공벽의 붕괴우려가 있으면 케이싱을 인발하지 않고 삽입한다.

(3) 소요길이까지 삽입 후 지지대를 설치하여 앵커를 공내에 고정시킨다.

(4) 공에서 누수가 있을 경우에는 공입구를 부직포로 막아 토사유출을 방지하여야 한다.

3.3.3 그라우트 혼합과 주입

(1) 그라우트 배합은 설계도서에 표시된 대로 한다. 단, 그라우트가 모르타르인 경우는 모래의 표면수에 따라 사용수량을 보정하여야 한다.
(2) 그라우팅 전에 시험그라우팅을 실시하고 주입압력, 겔타임, 주변 지반에 대한 영향 및 손실량 등을 파악한 후에 시공하여야 한다.
(3) 그라우트의 혼합은 그라우트 믹서에 의하며 소정의 시간동안 혼합하는 것으로 하며 이전의 그라우트가 완전히 배출한 후가 아니면 다음 재료를 주입해서는 안 된다.
(4) 혼합된 그라우트는 90분 이내에 주입하는 것으로 하며, 이것을 경과한 그라우트는 사용해서는 안 된다.
(5) 그라우팅 전에는 그라우트의 강도, 재료의 구성 상태, 그라우팅량에 대해 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
(6) 그라우팅은 주입펌프에 의해 연속으로 행하여야 한다.
(7) 인장형 앵커에서 긴장부와 앵커체로 분리되는 지점에 패커를 밀실하게 설치하여야 하며 그라우트의 주입은 천공구멍의 끝 부분부터 시작하여 공 내부의 공기와 지하구가 바깥으로 유출될 수 있도록 하여야 한다. 또, 그라우팅 시 패커 바깥으로 그라우트가 누출되지 않고 원지반이 파괴되지 않도록 적정 주입압력을 유지하여야 한다.
(8) 동절기의 주입은 그라우트의 온도가 10 ℃ ~ 25 ℃ 이하를 유지하고, 주입 후는 천공 입구를 적당히 피복재로 덮고, 그라우트의 동결을 방지하여 보관하여야 한다.
(9) 하절기에 그라우팅을 할 때는 그라우트 온도의 상승과 조기경화가 발생하지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.
(10) 수밀성의 확보를 위해 앵커체 부근의 암반이 균열의 발달 등으로 충분한 강도와 내구성을 갖는 앵커를 조성하는 것이 곤란한 것으로 확인될 때는 공사감독자와 합의하여 콘솔리데이션 그라우팅(Consolidation grouting)을 실시하여야 한다.
(11) 양생을 위해 그라우트 주입 후 앵커는 그라우트의 경화중에 유해한 진동, 충격을 주지 않도록 보호하여야 한다.
(12) 그라우팅의 배합, 수량 및 압력 등을 기록하여 보존하여야 한다.

3.3.4 긴장 및 정착작업

(1) 두부와 정착구의 설치는 그라우트 등에 의해 이물질이 묻지 않도록 하며, 시공순서에 따라 정확하게 시공한다.
(2) 긴장은 긴장재의 종류에 적합한 잭(Jack)으로 행하며, 설계도서에 표시한 긴장력으로 정착하는 것으로 한다.
(3) PS 강선의 긴장시기는 그라우트를 완료하고 설계도서에 명시된 강도를 확인한 후 실시한다.
(4) 앵커두부면과 PS 강선은 수직을 유지하며 편심에 의한 강선 파단이 없도록 하여야 한다.
(5) 인장잭의 하중계 등 계기는 하중 측정 전에 공인시험기관에서 검·교정을 실시하여 정확한 하중을 측정할 수 있도록 한다.

(6) 긴장 측정기의 압력 및 신장량은 앵커 긴장보고서에 기록하여야 한다.
(7) 앵커두부의 정착은 설계도서에 표시된 정착구에 의해 정착긴장력이 유지되도록 정확히 정착시켜야 한다.
(8) 긴장 시에는 긴장력에 따른 신장량을 소정의 양식에 기록한 후 공사감독자에게 제출하여야 하며 긴장 도중 지반의 이완여부 및 주변 앵커상태를 관찰하여야 한다.
(9) 정착은 적합한 인장잭을 사용하여 긴장재의 공칭 파단하중 이상의 정착내력을 발휘할 수 있는 쐐기 정착방식 또는 너트 정착방식을 사용하여야 한다.
(10) 점성토지반이나 느슨한 사질토지반에서는 앵커의 재긴장 또는 긴장력 저하 대비하여 긴장력 조정이 가능한 정착 두부구조를 가진 앵커를 사용하고 재긴장할 수 있는 여유길이와 재긴장 장치를 두어야 한다.
(11) 앵커체의 해체는 공사시방서를 따르며 급격히 인장력을 푸는 것은 피한다.
(12) 앵커두부는 설계도서에 표시한 방법에 의해 확실하게 방식효과가 발휘되도록 시공하여야 한다.
(13) 지압판은 설계도서에 표시된 구조로 시공한다.

3.4 시공허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

3.6.1 품질관리 일반

(1) 앵커의 품질관리는 일반시방서에 규정된 것 이외에 다음 항목에 대하여 실시한다.
① 주입작업 관리
가. 그라우트의 배합관리
나. 반죽질기 관리
다. 주입량 관리
② 시험
가. 인장시험
나. 확인시험
다. 인발시험
라. 크리프시험
(2) 품질관리의 실시결과는 그때마다 기록하고 보존하는 것으로 하며, 공사감독자의 지시에 따라 제출되어야 한다.
(3) 인장시험 및 크리프(creep)시험

① 앵커시험은 실시공전 시험앵커나 본 앵커에 대해 시험을 실시하며 시험의 최대하중은 설계긴장력과 적용 강연선의 항복강도 중에서 결정한다. 인장시험은 그라우트가 충분히 강도를 보이는 시점에서 실시하며, 정착지반이 크리프의 영향을 많이 받을 것으로 판단되는 경우에는 앵커의 크리프시험을 실시하여야 한다.

(4) 주입작업 관리

① 그라우트의 배합관리는 재료의 사용량 관리를 기본으로 하지만, 그라우트가 모르타르의 경우는 모래의 표면수에 따라 배합을 조정하는 것으로 하고 오전과 오후에 각 1회 이상 실시하는 것으로 한다.

② 모래의 표면수량시험은 KS F 2509에 의한다.

③ 그라우트의 반죽질기는 P로드법에 의한 것을 원칙으로 한다.

④ 주입량 관리를 위해 그라우트 재료의 사용량을 기록한다.

(5) 그라우트 품질관리를 위한 시험은 작업개시 전에 1회 이상 실시하고 시험항목과 시험방법은 다음과 같다.

① 블리딩 시험은 KS F 2414를 따른다.

② 블리딩 및 팽창률 시험은 KS F 2433을 따른다.

③ 압축강도 시험은 KS F 2426을 따른다.

④ 컨시스턴시 시험은 KS F 2432를 따른다.

3.6.2 시험 일반

(1) 인장시험

① 인장시험의 대상으로 하는 앵커는 시공계획서의 작업공정에 명기하고, 확인시험의 판정기준이 효과적으로 얻어지도록 계획하는 것으로 한다.

② 가압장치는 최대 계획시험하중의 1.2배 이상의 공칭용량을 가지며, 계획하중 단계에 따른 하중의 증감이 가능한 것으로 한다. 인장잭의 하중계는 하중 계측 전에 작동을 시켜, 정확한 하중을 계측할 수 있도록 한다.

③ 시험방법은 특별히 정해진 때를 제외하고 다음과 같이 한다.

가. 계획 최대시험하중은 설계하중의 1.2배 이상, 긴장재의 항복하중의 0.9배 이하로 하고, 설계에 대한 앵커의 안정성을 확인하기 위하여 최소 3개 그리고 전체 그라운드 앵커의 5% 이상에 대해 인장시험을 실시해야 하며, 나머지 앵커는 확인시험 절차에 따라 시험을 실시하여야 한다.

나. 초기하중은 계획 최대시험하중의 0.1배로 하되 시험하중이 적은 경우에는 미소한 하중의 측정이 곤란하므로 최소 50 kN 이상의 초기 하중을 유지하도록 한다.

다. 재하는 초기하중에서 계획 최대시험하중과의 사이를 5등분씩, 하중제어에 의해 높은 주기로 실시함을 원칙으로 한다.

라. 각 주기의 재하는 다음 표에 표시한 시간에서 하중을 일정하게 유지한다. 단, 변위가 안정되지 않는 경우에는 다음 표 3.6-1에 기준하여 하중을 유지한다.

표 3.6-1 인장시험 최소하중재하시간

정착층 / 하중단계	점성토	사질토	암반
초기하중 시	15분 이상의 일정시간	10분 이상의 일정시간	5분 이상의 일정시간
이력하중 시	3분 이상의 일정시간	2분 이상의 일정시간	1분 이상의 일정시간

마. 각 하중단계에서의 측정항목은 하중-변위량과 시간으로 하고, 변위량은 2개의 다이얼 게이지 측정치의 평균치에 의한다.

바. 하중의 증가속도 및 제하속도는 각각 매 분당의 계획 최대시험하중의 0.1배 내지 0.2배로 한다.

사. 시험결과는 앵커두부에 있어서 하중-변위량 곡선, 하중-탄성변위량 곡선, 시간-하중곡선을 각각 그림으로 표시해 지압판 지지지반 파괴상태, 앵커긴장부의 길이, 앵커의 인발유무를 판정한다.

④ 인장시험의 결과에 의해 앵커에 이상이 있다고 인정될 경우에는 바로 공사감독자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

⑤ 시험결과는 하중-변위량곡선, 하중-탄성변위량 곡선, 하중-소성변위량곡선, 시간-하중곡선을 나타낸다. 시험과정에서 발생한 특이사항을 함께 기록한다.

⑥ 인장시험의 결과에 의해 앵커에 이상이 있다고 인정될 경우에는 바로 공사감독자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

⑦ 인장시험은 앵커긴장, 정착작업에 선행하여 하는 것으로 한다.

(2) 확인시험

① 확인시험은 인장시험을 실시한 앵커이외의 전체 앵커에 대하여 실시하는 것으로 한다.

② 가압장치에 대해서는 본 장의 인장시험의 나. 항을 준용한다.

③ 시험의 방법은 특별히 정한 경우를 제외하고 다음과 같이 한다.

가. 계획 최대시험하중은 설계하중의 1.2배로 한다.

나. 시험은 초기하중에서 계획 최대하중까지 재하와 초기하중까지의 제하의 1주기로 한다.

다. 재하 도중 계획 최대시험하중의 0.4배, 0.8배, 1.0배의 각 단계로 가압을 정지하고 변위가 안정될 때까지 하중을 유지한다.

라. 하중의 증가속도와 제하속도는 인장시험과 동일하게 한다.

마. 측정항목은 하중과 변위량으로 하고, 변위량은 2개의 다이얼 게이지의 측정치의 평균치에 의한다.

바. 시험결과가 인장시험의 결과와 차이가 없음을 확인한다.

④ 인장시험의 결과, 앵커에 이상이 있다고 인정될 경우에는 바로 공사감독자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

⑤ 확인시험은 앵커긴장, 정착작업에 선행하여 하는 것으로 한다.

(3) 크리프시험

① 크리프시험은 공사감독자가 필요하다고 생각되는 경우, 크리프의 영향을 많이 받는 소성의 성질을 많이 가진 지반에 대해 실시한다.

※ 영구앵커의 정착은 암반지반을 원칙으로 하고, 부득이 토사지반에 정착이 될 경우에는 크리프시험을 실시하여 장기 안정성을 확보하여야 한다.

② 가압장치에 대해서는 본 장 인장시험의 3.6.2(1)을 준용한다.

③ 시험방법은 특별히 정한 경우를 제외하고 다음과 같이 한다.

가. 계획 최대시험하중은 설계하중의 1.2 ~ 1.3배로 한다.

나. 시험은 초기하중에서 계획 최대하중까지 재하와 초기하중까지의 제하의 1주기로 한다.

다. 재하 도중에 계획 최대시험하중(T_d)의 0.2배, 0.4배, 0.8배, 1.0배, 1.2배, 1.3배의 각 단계로 가압을 정지하고 변위가 안정될 때까지 하중을 유지하며, 안정유지가 안 될 때는 아래 표 3.6-2를 기준하여 하중을 유지한다.

표 3.6-2 크리프시험의 최소 재하시간

정착층 / 하중단계	최소 관측시간	
	사질토	점성토
$0.2T_d$		
$0.4T_d$	15분 이상	30분 이상
$0.8T_d$	15분 이상	30분 이상
$1.0T_d$	1시간 이상	2시간 이상
$1.2T_d$	1시간 이상	3시간 이상
$1.3T_d$	2시간 이상	5시간 이상

라. 하중의 증가속도와 제하속도는 인장시험과 동일하게 한다.

마. 측정항목은 하중과 변위량으로 하고, 변위량은 2개의 다이얼게이지 측정치의 평균치에 의한다.

바. 시험결과를 시간-변위 관계를 반대수 용지에 정리하여 크리프도를 계산하고 크리프의 영향을 확인한다.

④ 크리프시험 결과, 앵커의 크리프에 대한 영향이 크다고 판단될 경우에는 바로 공사감독자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

(4) 그라우트에 대한 품질시험은 일축압축강도 시험용 공시체를 만들고 시험을 실시한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 60 00 : 2016

앵커

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 70 05 : 2016

네일

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서, 가설공사 표준시방서, 공동구 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 70 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 70 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 네일 ····· 1
2.1.2 정착판 ····· 1
2.1.3 그라우트 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 시공조건확인 ····· 2
3.1.1 지반조건의 확인 ····· 2
3.1.2 시공계획서 및 도면 ····· 2
3.2 작업준비 ····· 3
3.3 시공기준 ····· 3
3.3.1 깎기 ····· 3
3.3.2 천공 및 네일의 삽입 ····· 3
3.3.3 그라우트 주입 ····· 4
3.3.3 정착판의 설치 ····· 5
3.3.4 전면판의 시공 ····· 5
3.3.5 배수시설 ····· 5
3.4 시공허용오차 ····· 6
3.5 보수 및 재시공 ····· 6
3.6 현장품질관리 ····· 6
3.6.1 인발시험 ····· 6
3.6.2 그라우트의 품질관리 ····· 8
3.6.3 계측관리 ····· 8

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 비탈면을 보강하는 네일공사에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- KS D 7002 PC 강선 및 PC강연선
- KS D 3505 PC 강봉

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 네일

(1) 네일에 사용하는 이형봉강은 KS D 3504 (철근콘크리트용 봉강) 7002 및 KS D 3505에 부합하는 PS 강재를 사용하는 것이 바람직하다. KS표준이 없는 재료에 대해서는 공인 인증시험기관에서 시험하여 인증된 재료와 동등한 절차에 의해 재질의 적합성을 인정하여 품질이 보증된 것을 사용한다.

(2) 네일강재의 부식이 향후 구조체의 안정에 영향을 줄 우려가 있을 경우 아연도금 또는 동등 이상의 방식처리가 된 것을 사용한다.

(3) 네일은 그 자체에 결함이 없어야 하며 그라우트와의 부착이 양호하여야 하므로 유해한 흙, 기름 등을 제거한 후에 사용하여야 한다.

2.1.2 정착판

(1) 정착판은 네일에 발생하는 하중을 장기적으로 견딜 수 있는 재료를 사용한다.

(2) 정착판의 면적은 150 ㎜ × 150 ㎜ 이상의 것을 사용한다. 정착판의 두께는 9 ㎜ 이상의 것을 사용하되, 팽창성 지반 또는 정착판 면적이 300 ㎜ × 300 ㎜ 이상인 경우에는 12 ㎜이상의 것을 사용한다. 네일과 정착판이 직각으로 되지 않더라도 너트 체결에 문제가 없는 각도 조절이 가능한 구조로 된 것을 사용한다.

(3) 정착판은 부식방지를 위하여 아연도금 또는 동등 이상의 방식처리가 된 것을 사용한다.

2.1.3 그라우트

(1) 그라우트 주입용 시멘트는 KS L 5201에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트 및 조강시멘트 사용을 기본으로 하고 필요에 따라 혼화재를 첨가하는 경우에는 객관적인 검증을 거치고 공사감독자에게 승인을 받은 후에 사용하여야 한다.

(2) 그라우트는 네일에 발생하는 하중을 주면지반에 전달시킴과 동시에 부식 물질의 침입으로부터 네일을 보호하는 역할을 하며, 필요한 강도와 내구성을 갖고 네일과 지반 사이의 틈이 꽉 채울 수 있는 성질을 갖고 있어야 한다.

(3) 그라우트는 28일 강도가 약 24 MPa 정도 확보되도록 배합설계하며 물/시멘트비(W/C)가 40% ~ 50%가 범위가 되도록 한다. 조기에 강도를 확보하고 네일과 지반사이의 틈을 꽉 채우기 위하여 급결재 및 팽창재를 사용하기도 한다. 앞의 물-시멘트비 범위는 일반적인 그라우트 재료의 요구조건을 만족시키지만 시공성을 손상시키지 않는 범위라면 물시멘트비를 작게 할수록 그라우트의 품질이 높아지므로 유동화제나 감수제 등의 혼화제를 사용할 수 있다.

(4) 그라우트에 사용되는 물은 기름, 산, 염류 그리고 유기물 등 그라우트 품질에 영향을 미치는 물질의 유해량을 포함해서는 안 된다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

3.1.1 지반조건의 확인

(1) 네일공사 시공에 앞서 설계도서에 명시된 지반조건과 실제 현장의 지반조건이 일치하는지를 확인하고, 일치하지 않거나 설계도와 같이 시공하는 것이 부적당 하다고 판단될 경우는 즉시 설계변경 등의 대책을 강구하여야 한다. 또, 깎기면이 연약한 부분에 대한 제거 또는 보강 등 별도의 처리를 요하는 경우 공사감독자의 지시를 따른다.

3.1.2 시공계획서 및 도면

(1) 네일의 설치범위, 시공구간과 시공일시를 포함하는 일정계획, 시공순서 및 시공방법, 인원 및 장비계획, 자재반입계획 등을 검토하여야 한다.

(2) 설계도면과 현장조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리대책으로서 해당분야 특급기술자가 작성한 수정도면, 계산서, 검토서 등을 검토하여야 한다.

(3) 네일공과 주변구조물과의 공간관계 및 옹벽상부의 토공 마무리계획을 포함하는 부위별 횡단면도 등을 검토하여야 한다.

(4) 설치지반의 지형을 고려하여 작성한 시공전개도(종단면도) 등을 검토하여야 한다.

(5) 가장자리 부분, 꺾이는 부분, 경사가 변하는 부분, 곡선구간 등에 대한 설치세부도 등을 검토하여야 한다.

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 깎기

(1) 네일시공에서 깎기면은 본체구조물로 이용되는 경우가 많으므로 정확한 위치와 형상으로 깎기를 시행할 필요가 있으며, 토질에 따라 지반이 자립할 수 있는 깎기 깊이, 주입 그라우트나 콘크리트 뿜어붙이기가 소요의 강도를 얻기 위한 양생기간 등을 고려하여 깎기 깊이 및 다음 단계의 깎기 시기 등을 결정하여야 한다.

(2) 지반조건에 따라 다르지만 일반적으로 토사지반에서 단계별 연직 깎기깊이는 최대 2 m로 제한하고 그 상태로 최소한 1~2일간 자립성을 유지할 수 있는 범위에서 깎기깊이를 유지할 수 있어야 한다.

(3) 깎기는 비탈면 상부에서부터 시행하되 네일 설치 단별로 깍기와 네일 설치를 반복하면서 하향으로 시공한다. 1개단 깎기의 기준선은 상단 네일과 직하단 네일 사이의 중간선으로 한다.

(4) 지층 중간에 대수층이나 점착력이 없는 사질층이 있거나 연약한 지층이 있어 자립이 곤란할 경우에는 미리 보강재를 삽입하거나 턱(Berm)을 두는 방법, 기성패널을 이용하는 방법 등을 사용하는 것이 효과적이다.

(5) 깎기 중에 깎기면의 일부가 붕괴된 경우에는 붕괴규모에 따라 비탈면의 안정을 확보할 수 있도록 별도의 대책을 수립하여 시공하여야 한다.

3.3.2 천공 및 네일의 삽입

(1) 천공 시에는 주변 시설물의 유동이나 지반이 심하게 교란되지 않도록 유의하여야 한다.

(2) 천공은 주위의 지하매설물, 건물 등의 시설물을 충분히 조사한 후 현장조건에 맞는 천공장비를 선택하여 천공하여야 한다. 통상 압축공기를 이용하는 드릴을 이용하는 것이 효과적이나 점성토지반이나 느슨한 매립토 지반의 경우 유압식드릴을 이용하거나 네일링 전용 천공장비를 이용하여야

(3) 천공은 설계도서에 표시된 위치, 천공지름, 길이 및 방향에 따르도록 하여야 하며, 천공각도는 설계도서에 제시된 값을 준수하여야 하고 천공된 구멍은 최소한 나공 상태로 수 시간은 유지되어야 한다. 공벽이 유지되지 않을 경우 케이싱을 사용하여야 한다.

(4) 천공은 깎기 후 바로 천공하는 방법과 깎기면의 안정을 위하여 천공 전에 콘크리트 뿜어붙이기 작업을 실시한 후에 천공하는 방법이 있다. 천공 전 뿜어붙이기의 경우 천공에 의해 콘크리트 뿜어붙이기면의 균열 등이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 천공이 완료된 후에는 네일을 삽입하기 전에 공내부에 이물질 존재여부를 확인하여 이물질이 남아있을 경우 반드시 공 내부를 청소하여야 한다. 공내부의 청소 시에는 공벽이 붕괴될 염려가 있으므로 가급적 물을 사용해서는 안 되며, 유압공기에 의하여 이물질을 공의 끝으로 밀어내거나 갈퀴 등으로 긁어내야 한다.

(6) 네일은 이음매가 없이 한 본을 그대로 사용하는 것이 좋지만 삽입길이가 길어 어쩔 수 없이 연결을 하여야 하는 경우에는 커플러 연결 또는 용접연결을 할 수 있다. 커플러를 사용하여 연결할 경우에는 커플러 연결을 위한 가공나사 가공으로 보강재 단면이 줄어들지 않도록 하여야 하며, 커플러의 재질은 보강재의 재질과 동등이상의 강도를 가져야 하며, 인장력의 손실이 없는 구조로 된 것을 사용하여야 한다.

(7) 네일은 삽입 시에 천공장의 중앙에 위치하도록 하기 위하여 스페이서를 사용하여야 하며, 스페이서는 PVC 파이프를 천공경에 맞게 변형하거나 전용 스페이서를 사용하여야 한다. 스페이서의 설치 간격은 2.5 m 이내로 하며, 최소 2개 이상을 설치하여야 한다.

3.3.3 그라우트 주입

(1) 시멘트 페이스트의 배합은 강도, 물-시멘트비(W/C), 혼화재 등이 설계도서에 제시된 값 이상이어야 하고 급결재 및 팽창재의 사용이 필요한 경우가 많으며 이때는 반드시 시험배합을 통해 배합비를 결정하여야 한다.

(2) 네일을 설치하고 그라우트 주입을 시행한다. 이때 시멘트 페이스트는 공의 내부로 무압으로 주입하며 케이싱을 설치한 경우 케이싱을 회수하고자 할 때에는 주입이 끝난 후 완전히 굳기 전에 공벽이 무너지지 않도록 하며 케이싱을 제거하여야 한다.

(3) 그라우트 주입시 압력을 가하는 경우 지반 상태에 따라 할렬 균열 발생 등으로 인하여 오히려 비탈면 안정에 심각한 상황을 유발할 수 있으므로 주의하여야 한다. 그러므로 시공 전에 지반 상태의 변화시마다 시험시공을 통하여 적정 최대주입압력에 대하여 검증을 한 후 공사감독자의 승인을 받아 시공하여야 한다.

(4) 그라우트 주입은 공 내부를 완전히 충전하도록 하여야하며 그라우트가 주변지반에 침투되는 정도에 따라 수차례에 걸쳐 실시하여야 한다. 건조한 토사지반일수록 주입횟수를 충분히 하며, 최종적으로 공입구부에서는 그라우트가 흘러넘치지 않도록 헝겊이나 마개 등으로 막고 주입하여야 한다.

(5) 주입호스는 최소 2개 이상을 설치하고 1차 주입호스 말구는 천공구멍 최저부에 위치토록 하며 또 하나의 호스는 공입구에서 공길이의 3/4 정도의 위치에 말구를 위치토록 하여 2차 이후의 주입을 실시하도록 한다. 이때 주입호스가 구분이 되도록 표시를 하여 관리하도록 한다.

(6) 1차 그라우트 주입은 공저부로부터 공입구로 그라우트가 흘러넘칠 때까지 실시하고 3~4시간 경과 후마다 수차례 주입을 실시하고 최종주입은 공입구에서 흘려 넣도록 한다.

(7) 주입이 종료되면 소요강도를 얻기 위한 양생기간이 최소 1주일정도 소요되므로 이 기간 내에는 네일에 인장 또는 충격이 가해지는 일이 없도록 하여야 한다. 그러나 급결재를 사용하는 경우 소요강도의 80%에 도달하면(약 1~3일) 실험결과를 토대로 다음

단계의 작업을 실시할 수 있다.

(8) 지반에 균열이나 간극이 많으면 그라우트의 침투로 예정된 양보다 많이 소요될 염려가 있으므로 네일에 헝겊 패커를 설치한 후에 그라우트 주입을 실시하거나 모르타르나 혼화재 등을 사용하는 방안을 검토하는 것이 좋다.

3.3.3 정착판의 설치

(1) 정착판 설치 전에 정착판 설치면 하부의 네일이 노출되지 않도록 천공 구멍에 추가로 그라우트 페이스트 충전 또는 모르타르 바르기를 하여야 하며, 네일두부와 전면판과의 접합을 위하여 강재정착판과 너트를 사용하여 네일두부에 고정시킨다.

(2) 콘크리트 뿜어붙이기를 전면판으로 시공할 경우 와이어메쉬에 추가하여 네일두부를 서로 연결하기 위하여 인접한 네일 간에 최소한 D16 정도의 철근 2가닥을 사용하여 네일의 상하좌우를 묶어 준다.

(3) 전면판을 시공하지 않을 경우에는 정착판과 비탈면에 공간이 생기지 않도록 모르타르 등으로 충전하여 정착판과 맞닿는 면을 평탄하게 하고, 렌치 등의 기구로 너트를 견고하게 조여 인력으로 너트가 풀리지 않도록 하여야 한다.

3.3.4 전면판의 시공

(1) 전면판은 콘크리트 뿜어붙이기, 콘크리트 벽체, 콘크리트 격자블록 등으로 인접된 네일두부들끼리의 연결이 확실히 되도록 시공한다.

(2) 전면판을 콘크리트 뿜어붙이기로 시공할 경우는 KCS 11 73 10 콘크리트 뿜어붙이기에 정하여진 대로 시공하여야 한다.

(3) 콘크리트 벽체, 콘크리트 격자블록 전면판은 철근으로 보강하고, 콘크리트 뿜어붙이기를 전면판으로 사용할 경우에는 최소 ϕ4.8 ㎜ × 100 ㎜ × 100 ㎜ 이상의 와이어메쉬 등을 사용하여 보강하여야 한다.

3.3.5 배수시설

(1) 배수시설은 계절에 따라 변하는 높은 지하수위와 예상치 못한 지하수의 흐름, 빗물의 침투 및 외부로부터의 갑작스런 물의 유입 등을 방지할 수 있어야 한다. 특히, 현장시공 시 깎기 후 노출되는 면을 확인하여 설계도서에 일정 간격이나 종류로 설치토록 되어있는 설치계획은 시공단계에서 필요부위에 집중하거나 필요치 않은 부위의 계획은 취소하는 검토단계를 거치도록 한다.

(2) 일반적인 배수시설의 종류는 다음과 같으며 설계단계보다는 시공단계에서 여건에 맞는 배수시설이 선정되는 것이 합리적이다.

① 가능한 배수시설과 연결된 물구멍

② 지표면의 아래에 설치되는 구멍이 뚫린 파이프로 이루어진 배수관

③ 콘크리트 뿜어붙이기와 지반 사이에 설치되는 배수시설(유공관, 배수용 부직포, 모래나 골재 등)

④ 비탈면 상단부나 벽체위의 물흐름을 억제할 수 있는 시설(비탈면 내 표면배수로, 비탈면 선단배수로 등)

(3) 벽면 배수시설

① 지하수위가 높은 지반에서는 깎기 후 콘크리트 뿜어붙이기의 시공 전 반드시 필요한 배수시설을 해 주어야 하며, 배수시설의 종류는 위에 언급한 바와 같다.

② 배수관에서 유출된 물을 배출할 수 있는 배수를 설치해 주어야 한다.

③ 정착판과 지반사이에 설치되는 배수시설은 정착판에 돌출되는 물구멍과 일치되도록 설치하여야 한다.

(4) 우기에는 빗물이 지반에 침투하여 깎기면이 붕괴할 우려가 있으므로 빗물이 스며드는 것과 우수가 깎기면으로 유입되는 것을 방지하기 위하여 차수시설을 해 주어야 한다.

3.4 시공허용오차

(1) 네일은 소정의 위치까지 정확히 삽입하고 그라우트가 정착될 때까지 이동이 되지 않도록 주의하여야 한다. 일반적으로 설계도서상의 값에 천공각도는 ±3°, 천공위치는 0.2 m 이내의 오차범위에 있어야 한다.

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

3.6.1 인발시험

(1) 인발시험은 시험용 네일에 대하여 실시하는 Pull-out test와 설계도서에 표시된 시공 네일에 대하여 실시하는 Proof test로 나누어 실시하여야 한다.

(2) 시험횟수는 설계도서에 제시된 대로 실시하며 최소 30본당 2본씩 인발시험(30본 이하일 경우 2본 인발시험 실시)을 실시하여 설계기준을 만족하는 설계인장력을 발휘하는지 확인하여야 한다. 시험위치나 부위는 현장여건에 따라 공사감독자의 검토에 의해 가감할 수 있다. 만약 설계 인장력을 발휘하지 못할 경우, 재시공 및 인장력을 유지할 수 있도록 조치를 취하여야 한다.

(3) Proof test의 시험이 불가능하거나 현실적으로 불합리한 경우에 공사감독자의 검토에 의해 Pull-out test 결과만으로 대치할 수 있다.

(4) Proof test

① Proof test의 경우는 각층별로 시공된 네일 중 하나를 선정하여 실시하되 각층의 네일은 서로 엇갈리게 선정하는 것이 좋다.

② 시험자는 실험을 하기 전에 인발하중을 가하는 동안에 시험용 네일이 그라우트에 대한 상대적인 변위의 발생량을 결정할 수 있는 방법을 제시하여야 한다.

③ 시험자는 시험이 이루어지는 동안에 측정과 기록을 하여야 하며, 그 결과가 기록된 용지를 제출하여야 한다.
④ 정착판에서 돌출된 네일의 길이는 최소 0.15 m 이상이어야 하며, 인발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 0.3 m까지만 그라우트 주입을 실시하고 시험 후 재주입한다.
⑤ 하중은 압력계나 하중계로 측정한다.
⑥ 인발은 네일에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일끝의 변위에 대하여 실시한다.
⑦ 재하는 설계하중의 12.5%, 25%, ・・・・・・, 125%까지 단계별로 12.5%씩 증가시키고, 시험 완료 후 압력을 서서히 제거하도록 한다.
⑧ 하중의 증가는 1분 이내에 가해져야 하며 최대한 2분을 넘어서는 안 된다. 단, 설계하중의 50%에서는 예외적으로 지속시간을 10분으로 한다.
⑨ 하중이 지속되는 동안에 네일 끝의 변위는 1, 2, 3, 4, 5, 10분마다 기록하여야 하며, 각 하중단계 중 1분~10분마다 측정된 변위량이 2 ㎜ 미만이면 다음 단계로 넘어간다.
⑩ 설계하중의 50% 재하 시의 허용변위량(2 ㎜)이 10분 이내에 발생하는 경우에는 추가적으로 50분간을 더 지속한다. 이 때에는 15, 20, 25, 30, 45, 60분의 시간 간격으로 측정하며, 65분 측정 후에 다음 단계로 넘어간다.
⑪ 인발시험 결과가 설계 시에 가정한 값보다 작아지는 경우에는 시험결과에 의하여 설계를 변경하여야 한다. 인발시험이 끝난 네일은 콘크리트 뿜어붙이기 전면에서 절단한다. 공사감독자의 별도의 지시가 있는 경우나 현장조건이 열악했을 경우, 시험결과가 좋지 않았을 경우에는 추가시험을 실시하여야 한다. 시험이 끝난 후에는 네일정착 지지부 주변의 돌출부는 콘크리트 뿜어붙이기로 마감하여야 하며, 정착판은 교체하여야 한다.

(5) Pull-out test
① Pull-out test는 깎기가 완료된 후 네일 시공 전에 지반의 극한인발저항력을 확인하기 위한 시험으로 천공 및 네일 길이는 최소 2 m 이상으로 하고 변화하는 각 지층상에서 골고루 실시되도록 계획하여야 한다.
② 원위치에서의 인발로 인하여 네일구조체 전체의 안정성이나 시공성에 문제가 있는 경우 바로 인근의 지반에서 인발시험을 실시할 수 있다.
③ 시험자는 시험을 하기 전에 인발하중을 가하는 동안에 시험용 네일 끝의 절대적인 변위량을 결정할 수 있는 방법을 제시하여야 한다.
④ 시험자는 시험이 이루어지는 동안에 측정과 기록을 하여야 하며, 그 결과가 기록된 용지를 제출하여야 한다.
⑤ 정착판에서 돌출된 네일의 길이는 최소 0.15 m 이상이어야 하며, 인발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 0.3 m까지만 그라우트 주입을 실시한다.
⑥ 하중은 압력계나 하중계로 측정한다.
⑦ 인발은 네일에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일 끝의 변위에 대하

여 실시한다.

⑧ 시험 네일의 길이가 짧아 마찰력의 발휘속도가 빠르므로 재하는 설계하중의 10%, 20%, 30% …… 네일 보강재의 항복하중까지 단계별로 하중을 증가시키면서 실시한다.

⑨ 하중의 증가는 1분 이내에 가해져야 하며 최대한 2분을 넘어서는 안 된다.

⑩ 하중이 지속되는 동안에 네일 끝의 변위는 5분 동안 매분마다 기록하여야 하며, 각 하중단계 중 측정된 변위량의 합이 2 ㎜ 미만이면 다음 단계로 넘어가고 최종 하중단계에서는 30분간 유지한다.

⑪ 인발시험이 끝난 네일은 인력 또는 간단한 장비로 제거가 용이할 경우는 제거하고 제거가 용이하지 않을 경우에는 절단한다.

⑫ 이상의 시험에서 측정된 자료를 근거로 하중-변위량 곡선, 하중-시간 곡선, 변위량-시간 곡선을 작성한다. 하중-변위량 곡선에서 극한인발저항력을 구하여 그라우트가 주입된 부분의 주면마찰면적으로 나누어 극한주면마찰저항 값을 산출한다. 구하여진 극한주면마찰저항 값이 설계 시에 가정한 값과 현저히 상이할 시에는 추가시험을 실시하여 확인하고 공사감독자에 보고하여 설계를 변경하여야 한다.

⑬ Pull-out test시 극한주면마찰저항 값이 매우 클 경우, 네일 인장재가 파단할 수도 있으므로 공사 착수 전에 네일의 항복인장강도를 확인 후 그 이상의 하중으로 긴장하지 않도록 하며, 인장잭 직후방에는 인원 및 장비가 위치하지 않도록 조치한다.

3.6.2 그라우트의 품질관리

(1) 그라우트에 대한 품질시험은 일축압축강도 시험용 공시체를 만든 후 시험하며 그라우트의 강도는 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 한다.

3.6.3 계측관리

(1) 네일의 안정성 판단과 시공중의 공사관리, 향후의 유지관리를 위하여 계측관리를 실시하는 것을 원칙으로 한다. 계측관리 항목으로는 경사, 철근변형률, 지하수위 등이 있으며, 네일의 계측관리항목 중 필수적인 항목은 네일 전면판의 변형을 측정하는 것이다.

(2) 네일 전면판의 변위측정에 일반적으로 많이 사용하는 경사계의 경우 경사계 파이프 하단은 깎기의 영향을 받지 않는 안정된 지반에 근입, 설치되어야 한다.

(3) 네일 전면판의 안정성에 문제가 없는 일반적인 최대수평변위값은 깎기깊이의 1/300 정도이며 이 값을 넘는 경우 계측결과값의 추이를 주시하면서 관련분야 특급기술자의 자문을 받아 공사를 진행하도록 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 70 05 : 2016

네일

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 70 10 록볼트

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 70 10 : 2016

록볼트

2016년 6월 30일 제정

http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 가설공사 표준시방서, 터널 표준시방서, 도로공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 70 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 70 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 록볼트 ····· 1
2.1.2 시멘트 그라우트 ····· 1
2.1.3 수지형 그라우트 ····· 2
2.1.4 정착판 ····· 2
2.2 구성품 ····· 2
2.3 장비 ····· 3
2.3.1 천공장비의 선정 ····· 3
3. 시공 ····· 3
3.1 시공조건 확인 ····· 3
3.2 작업준비 ····· 3
3.3 시공기준 ····· 3
3.3.1 천공 및 청소 ····· 3
3.3.2 그라우트 주입 ····· 3
3.3.3 록볼트 조이기 ····· 3
3.3.4 용수지역에서의 록볼트 시공 ····· 4
3.3.5 파쇄대 구간에서 록볼트 시공 ····· 4
3.4 시공허용오차 ····· 4
3.5 보수 및 재시공 ····· 4
3.6 현장품질관리 ····· 4
3.6.1 인발시험 ····· 4

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 암반비탈면에 록볼트를 이용하여 비탈면을 보강하는 공사에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS F 2426 주입 모르타르의 압축 강도 시험방법
- KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 록볼트

(1) 록볼트는 재질에 따라 이형봉강, 강관, 팽창성 강관, 나사철근, 나사강봉 등을 현장조건 및 시공여건에 따라 사용할 수 있으며 정착판과 너트 및 와셔 등을 갖추어야 한다. 이형봉강은 KS D 3504의 SD300 이상으로 하며, 품질기준은 아래 표와 같다.

표 2.1-1 록볼트의 품질기준

지름	기호	항복점 (N/㎟)	인장강도 (N/㎟)	연신율 (%)	비고
D22~D25 ㎜ 이상	SD300	300 이상	440 이상	16 이상	단, 변위량이 20 ㎜ 이상인 경우 항복점이 500 N/㎟ 이상인 제품사용

2.1.2 시멘트 그라우트

(1) 록볼트 정착재로서 시멘트 그라우트를 사용할 경우에는 다음 (2) ~ (6)의 규정을 따라야 한다.

(2) 그라우트는 KS L 5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트 또는 조강시멘트를 사용하고, 그 이외의 시멘트를 사용할 때는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(3) 혼화재의 종류는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 그 이외의 혼화재를 사용할 때는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(4) 그라우트에 사용하는 물은 기름, 산, 염류, 유기물, 기타 그라우트, 긴장재와 록볼트체에 악영향을 주는 물질의 유해량이 0.1% 이상 포함되어서는 안 된다.
(5) 그라우트는 부피가 감소하지 않으며 침식되지 않고 화학적으로 안정하며 유기질을 포함하지 않은 재료이어야 하며 중력 또는 압력으로 채운다.
(6) 그라우트의 28일 압축강도는 인장 전, 시공 중에 채취한 시료에 대해 선시험하며, 양생기간을 앞당기기 위하여 급결재를 사용하였을 경우에도 기준강도를 만족시켜야 하며, 물-시멘트비(W/C)는 설계도서를 따른다.

2.1.3 수지형 그라우트

(1) 록볼트 정착재로서 수지형 그라우트를 사용할 경우는 다음 (2) ~ (6)의 규정을 따라야 한다.
(2) 수지형 그라우트는 폴리에스터(Polyester)계 및 동등 이상의 재질이어야 하며 캡슐형태로 제공되어야 한다.
(3) 제조업자가 표시한 보관기간이 경과한 수지형 그라우트를 사용하여서는 안 된다.
(4) 용수, 염수, 산, 약 알카리성에 대하여 영향을 받지 않아야 하며 보관 및 이동에서 영상 50 ℃ 이상 및 영하 30 ℃ 이하의 조건이 발생되지 않도록 하여야 하며 색깔이 변질된 것을 사용하여서는 안 된다.
(5) 수지형 그라우트는 인발에 대한 저항도가 규정된 록볼트의 강도보다 1.2배 이상이어야 하며 조기에 접착력을 발휘하여야 한다.
(6) 수지형 그라우트에 대한 현장 품질관리의 일반시험으로서 소정의 설계 인발력 이상이 됨을 확인하여야 한다. 단, 토사 및 완전 풍화된 암반구간에는 수지형 그라우트를 사용하지 않도록 하여야 한다.

2.1.4 정착판

(1) 정착판은 설계도서에 따라 설계된 면적, 두께 및 강도 이상을 견딜 수 있는 동등 이상의 제품을 사용하여야 한다.
(2) 정착판은 암반변형의 구속 및 붕괴방지 등을 위하여 각도를 조절할 수 있어야 하며, 이 조절에 의해서 암석이나 뿜어붙이기 표면에 밀착될 수 있어야 한다.

2.2 구성품

내용 없음

2.3 장비

2.3.1 천공장비의 선정

(1) 천공장비는 지반조건, 비탈면의 크기와 형상, 연장, 굴착공법, 천공길이, 본수 등을 고려하여 선정하여야 한다.
(2) 천공 도중 천공각도를 일정하게 유지시킬 수 있는 장비를 선정하여야 한다.
(3) 록볼트의 삽입, 정착, 조이기 등에 사용하는 장비는 록볼트의 정착형식에 적합한 것을 선정하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

내용 없음

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 천공 및 청소

(1) 천공은 소정의 위치, 지름, 깊이를 준수하여 천공면에 직각이 되도록 천공하여야 한다. 단, 주절리면이 파악된 경우에는 절리면에 직각으로 천공하여야 한다. 록볼트의 천공간격은 절리간격의 3배를 넘지 않도록 하는 것이 좋다.
(2) 록볼트 삽입 전 천공된 구멍에 돌가루 등이 남지 않도록 청소하여야 한다.
(3) 록볼트는 삽입 전에 유해한 녹, 기타의 이물질이 부착되지 않도록 관리하여야 한다.

3.3.2 그라우트 주입

(1) 록볼트의 그라우트는 유동성 및 접착성이 우수하고 조강성을 가지며, 장기안정성이 있어야 한다.
(2) 록볼트는 이완되지 않은 지반까지 삽입하여야 하며, 소정의 정착력을 얻도록 그라우트 주입을 하여야 한다.
(3) 전면접착형 록볼트는 천공구멍과 록볼트 사이의 공극에 그라우트가 완전히 채워져 록볼트가 설계 기준을 만족하는 정착력을 발휘할 수 있도록 하여야 한다.

3.3.3 록볼트 조이기

(1) 록볼트의 조이기는 록볼트의 항복강도를 넘지 않는 범위에서 충분한 힘으로 조여야 한다.

(2) 전면접착형 록볼트는 정착 후 정착판 등이 암반비탈면에 밀착되도록 너트 등으로 조여야 한다.
(3) 선단정착형 록볼트의 경우에는 확고한 정착부를 형성하도록 하여 긴장력 도입 후에도 록볼트에 긴장응력이 유지되어야 한다. 지반조건상 시간이 경과하며 정착부가 느슨해질 우려가 있거나 록볼트의 부식이 크게 우려되는 곳에는 긴장력 도입 후 록볼트와 지반사이의 공극을 시멘트풀 혹은 모르타르로 충전하여야 한다.
(4) 긴장력 록볼트의 경우는 록볼트 조이기를 실시한 후 1일 정도 후에 다시 조여야 한다. 또 그 후에도 정기적으로 점검하여 소요의 긴장력이 도입되어 있는지를 확인하고 이완되어 있는 경우에는 다시 조여야 한다.
(6) 공기 중에 노출되는 정착판 등은 부식을 방지하기 위한 처리를 하여야 한다.

3.3.4 용수지역에서의 록볼트 시공

(1) 용수로 인해 록볼트의 그라우팅이 어려운 경우는 급결제 등을 사용하거나 팽창성 록볼트를 고려한다.

3.3.5 파쇄대 구간에서 록볼트 시공

(1) 단층파쇄대 구간에서 공내부를 모르타르를 이용하여 충진할 경우 파쇄대로 모르타르의 유출여부를 조사하여야 한다.
(2) 모르타르의 유출이 클 경우 반복하여 그라우팅을 실시한다.

3.4 시공허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

3.6.1 인발시험

(1) 시공 중 및 시공 후 표 3.6-1와 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 3.6-1 록볼트의 현장 품질관리 사항

종별	관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도	비 고
일상 관리	시공 정밀도	소정의 위치, 천공지름, 깊이로 시공되어 있는가의 확인	천공 시마다	록볼트의 검측
	충전상태	그라우트가 록볼트와 원지반사이에 확실히 채워져 있는가를 확인	타설 시마다	해머타격 확인
	정착효과	시공후의 정착효과를 확인 (토크렌치로 조임 등)	타설 시마다	해머타격 확인
	변형	정착판의 변형 등을 관찰	수시로	현장계측결과 등에 의하여 대책을 강구
정기 관리	강도	록볼트 인발시험		
기타	유동성	모르타르의 플로 값 측정	필요할 때마다	KS F 2432
	강도	모르타르의 압축강도시험		KS F 2426

(2) 인발시험을 실시할 록볼트는 시험지역내에서 임의로 선택하며 선정된 록볼트의 정착판은 록볼트의 축과 직각을 이루도록 석고 또는 모르타르 등으로 처리하여야 한다.

(3) 인발시험은 설계기준을 만족하는 정착효과가 얻어진 후에 실시하여야 하며 인발하중의 재하속도는 10 kN/분 내외로 하여야 한다.

(4) 인발시험은 하중단계별로 변위를 측정하여 하중-변위곡선을 작성하고 판정시의 변위가 설계에서 고려한 록볼트의 효과를 발휘할 수 있는 범위 이내인지를 확인하여 합격여부를 판정하여야 한다.

(5) 록볼트 인발시험은 사용된 록볼트와 동종인 록볼트 자체에 대한 사전인발시험을 실시하여 인발내력을 확인하고, 시공된 록볼트에 대한 실제시험 시에는 설계인발내력의 80 %에 달하면 합격하는 것으로 한다.

(6) 인발시험결과 불합격될 경우는 그 록볼트 주위에 새로운 록볼트를 시공하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 70 05 : 2016

네일

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
552856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 70 15 : 2016

억지말뚝

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

KC CODE

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 가설공사 표준시방서, 도로교 표준시방서, 도로공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 70 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 70 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 강관말뚝 ····· 1
2.1.2 H형강 ····· 1
2.1.3 콘크리트 ····· 1
2.1.4 그라우트 ····· 2
2.2 구성품 ····· 2
2.3 장비 ····· 2
2.3.1 천공장비 ····· 2
2.3.2 콘크리트 및 모르타르 타설 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 시공조건확인 ····· 2
3.2 작업준비 ····· 2
3.2.1 작업지반 ····· 2
3.2.2 말뚝 임시쌓기 ····· 2
3.2.3 측량 ····· 3
3.2.4 기계 기구의 점검, 정비 ····· 3
3.2.5 장애물 제거 ····· 3
3.2.6 운반 및 저장 ····· 3
3.3 시공기준 ····· 3
3.3.1 지반천공 ····· 3
3.3.2 강말뚝의 시공 ····· 3
3.3.3 현장타설 말뚝 시공 ····· 4
3.3.4 용접이음 ····· 4
3.3.5 볼트이음 ····· 5
3.3.6 보강재 설치 ····· 5
3.3.7 말뚝 두부정리 ····· 6

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 비탈면 보강을 위한 억지말뚝에 해당한다.

1.2 관련 기준

- KS B 0885 수동 용접 기술 검정의 시험 방법 및 판정기준
- KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- KS F 4602 기초용 강관 말뚝
- KS F 4603 H형강 말뚝
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

(1) 억지말뚝은 강관말뚝, H 형강 말뚝, 마이크로 파일 및 현장타설 콘크리트 말뚝 또는 이들을 복합한 종류를 사용한다. 또한 억지말뚝은 모멘트와 전단력으로 비탈면의 대규모 활동력에 저항하므로 가진 재료와 구조를 사용한다.

2.1.1 강관말뚝

(1) KS F 4602 규정에 명시된 규격품 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.2 H형강

(1) KS D 4603 규정에 명시된 규격품 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.3 콘크리트

(1) KS F 4009 규정에 명시된 제품을 적용하되 강도는 설계도서에 따르며, 별도의 강도기준이 없는 경우는 24 MPa이상으로 한다.

2.1.4 그라우트

(1) 시멘트는 KS L 5201의 1종 보통 포틀랜드 시멘트에 적합한 것을 사용하고 필요에 따라 혼화재를 첨가하는 경우에는 객관적인 검증을 거쳐 사용한다.

2.2 구성품

내용 없음

2.3 장비

2.3.1 천공장비

(1) 천공장비는 강관 선단에 케이싱슈를 부착하고 강관을 회전압입하여 주변지반의 이완을 방지하고 내부에서 해머비트로 강관과 동시에 2중관 천공을 실시할 수 있는 장비를 사용한다.

2.3.2 콘크리트 및 모르타르 타설

(1) 강관내부에 콘크리트나 모르타르를 타설하는 경우는 지하수 유입에 의한 재료분리를 방지하기 위해 트레미관을 사용한다. 트레미관은 콘크리트가 자유낙하할 수 있는 크기로 내경이 150 ㎜ ~ 300 ㎜ 정도의 크기를 사용한다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

(1) 실제 현장조건을 고려한 억지말뚝의 안정성 검토 보고서
(2) 그라우트 배합설계 및 시험주입 보고서
(3) 말뚝 시공장비 제원 및 두부정리 계획, 시험시공 계획 등을 작성한 시공계획서

3.2 작업준비

3.2.1 작업지반

(1) 사용되는 장비의 접지압에 견딜 수 있도록 억지말뚝 공사 착수 전에 원지반의 정비를 해 두어야 한다. 원지반이 연약할 경우에는 안전성을 위한 특별한 대책이 강구되어야 한다.

3.2.2 말뚝 임시쌓기

(1) 현장에서 말뚝을 임시로 쌓아 두는 경우에는 말뚝에 유해한 변형을 주지 않도록 하여야 하며, 또한 원지반의 지지력이나 주변의 상황을 고려하여 쌓는 높이를 결정하여야 한다.

3.2.3 측량

(1) 말뚝의 중심위치와 말뚝머리의 높이를 측정하기 위한 규준틀 설치는 현장상황에 의해 변위가 발생되지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

3.2.4 기계 기구의 점검, 정비

(1) 기계 기구 및 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급설명서에 따라서 점검, 정비하여 기계가 그 기능을 충분히 발휘할 수 있게 한다.

3.2.5 장애물 제거

(1) 지장 장애물은 제거하여야 하고, 영향 범위에 있는 지하매설물은 보호 또는 이설하여야 한다.

3.2.6 운반 및 저장

(1) 말뚝의 운반, 쌓기, 저장 등 말뚝의 취급에 있어서는 손상방지에 유의하여야 하며 현장반입 시에는 말뚝의 외관, 형상 및 치수 등에 대하여 KS F 4602, KS F 4603에 따라 검사하여야 한다.

3.3 시공기준

(1) 억지말뚝은 장기간 성능을 발휘하는 영구구조물로서 말뚝을 삽입 후 콘크리트나 시멘트 그라우팅으로 말뚝의 전 길이를 피복하여 부식의 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

3.3.1 지반천공

(1) 시공기계는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치 될 수 있도록 견고한 지반위의 정확한 위치에 설치하여야 한다.
(2) 용접된 강관을 세우기 위한 서비스홀(Service hole)을 설치한다.
(3) 천공 심도는 기설계된 심도로 한다.
(4) 천공 작업방식은 천공 후 공벽이 무너지지 않고 주변지반의 이완을 최소화할 수 있는 설계도서에 규정된 천공장비를 적용하여야 한다.
(5) 현장조건에 따라서는 니수를 사용하는 일이 있으므로 배출토사가 제3자 또는 환경오염의 원인이 되지 않도록 조치를 하여야 하고 폐기장소 등에 대해서도 공사 착수 전에 검토하여 배출토사로 인한 문제가 발생되지 않도록 한다.
(6) 시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 하여야 한다.

3.3.2 강말뚝의 시공

(1) 말뚝설치는 설계도서 및 시공계획서에 따라 정확하고 안전하게 세워야 한다.
(2) 파일의 위치 허용 편차는 측점중심점에 대해 100 ㎜ 또는 D/4(D : 말뚝 지름) 중 큰

값으로 하고, 경사에 대한 허용경사도는 말뚝길이의 1/25 이하로 한다. 시공오차가 최대 허용한도보다 큰 경우에는 실제의 시공오차를 고려하여 말뚝에 걸리는 하중을 재검토한 후 보강 등의 조치를 취한다.

(3) 말뚝시공 시 변형이 발생하였을 때는 지반관련 특급기술자의 지시에 따른다.

(4) 말뚝중공 내부를 굴착하면서 말뚝을 시공할 때 지반변화나 말뚝의 침하상황을 충분히 관찰하여 말뚝 선단부 및 말뚝둘레의 지반이 교란되지 않도록 하여야 하며 소정의 깊이까지 시공하여야 한다.

(5) 목표심도까지 도달하여 지층의 변화가 설계도와 상이할 경우, 설계조건 및 시공조건을 검토하여 대처하여야 한다.

(6) 시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 하여야 한다.

3.3.3 현장타설 말뚝 시공

(1) 콘크리트 타설 전에 선단부 근처의 슬라임을 제거하여야 한다.

(2) 철근의 가공, 조립, 보관

① 철근망은 주근, 띠철근, 보강근 및 보강강재, 스페이서 등으로 조립하고 자재의 보관, 운반, 세우기 작업 등에 의해 변형이 생기지 않도록 견고한 것으로 한다.

② 철근은 설계도서에 따라 정확하게 가공, 배근하고 주근은 띠철근을 철선으로 결속하여 조립한다.

③ 띠철근은 정해진 형상에 맞게 가공하고 이음은 한쪽면 10D 이상(D : 철근지름)의 플레어 용접으로 한다.

④ 말뚝길이가 설계도서와 다른 경우, 철근망의 길이는 최하단의 철근망에서 조정한다.

(3) 콘크리트 타설 후 천공구멍의 나머지부분(지표면보다 낮은)의 메우기는 별도지침에 따른다.

(4) 콘크리트 양생 시 진동, 충격 및 하중이 가해지지 않도록 보호한다.

(5) 현장타설 말뚝의 수평 및 수직오차는 3.3.2 강관말뚝 시공을 따른다.

3.3.4 용접이음

(1) 말뚝의 이음부는 몸체와 동등 이상의 성능을 가진 구조로서 이음부터 끝면은 말뚝의 축선에 대하여 직각이어야 한다.

(2) 용접이음은 말뚝의 기능상 해로운 결함이 생기지 않도록 적절한 준비와 조건하에 정확하게 시공하여야 하며 용접조건, 용접작업, 검사결과 등을 기록하여야 한다.

(3) 용접공은 KS B 0885 또는 이와 동등 이상의 기술시험의 합격자에서 선발하여야 한다.

(4) 강관말뚝 및 H형강 말뚝의 이음에 관한 구조 및 치수 차는 KS F 4602, 4603에 준하여야 하며 보강 또는 가공에 대한 요구가 있을 때에는 주문자와 제조자의 협정에 따른다.

(5) 용접작업 개시 전, 후 다음 사항에 대한 외관검사(표 3.3-1)를 실시하고 중대한 결함이 발견되면 그 개소를 그라인더 등으로 완전히 제거하고 재용접한다.

표 3.3-1 현장용접 외관검사 내용

구분	검사내용
용접부 형상	비드표면 요철, 용접치수, 보강살, 용접길이
용접 결함	균열, 언더컷, 오버랩, 피트
마무리 정도	슬래그, 스패터(Spatter) 제거, 그라인더 마감상태, 용접누락

(6) 비파괴 검사

① 용접이음부는 해당분야의 자격증을 소유한 건설기술 관리법에 의한 중급 기술자 이상의 전문기술자가 비파괴 검사를 실시하고 검사 결과와 항타기록부는 공사감독자의 승인을 얻어 관리하도록 한다.

② 용접완료 후 설계도서에 표시된 방법 각각에 대하여 지정된 개소에 대한 검사를 하여야 한다. 말뚝연결 용접부위 10개소 당 1회 이상 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험을 시행하며 검사 결과 KS B 0896에 명시된 결함 등급분류의 M검출 레벨 3급 이상의 등급(18 ㎜ 이하)이어야 한다.

(7) 용접보수 및 재검사

① 외관검사 및 비파괴검사 결과, 불합격 판정을 받은 용접 결함부는 공사감독자에게 통보하여 그 보수방법에 대해 승인을 얻어야 한다.

② 승인을 받는 보수방법에 따라 보수를 실시하고 재검사하여 합격 판정기준에 따라 조치한다.

3.3.5 볼트이음

(1) 이음용 볼트구멍은 말뚝 표면에 직각이어야 하며, 볼트의 지름보다 2 ㎜ 더 크게 천공하여야 한다.

(2) 말뚝이음에 사용되는 볼트는 지압이음용 고장력 볼트의 접시볼트로 하며, 볼트가 하부말뚝에 볼트지름의 1배 이상 관입할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 상부말뚝과 하부말뚝의 볼트구멍이 일치하도록 하여야 한다.

(4) 규정된 볼트축력이 얻어지도록 충분히 조임을 실시하여야 한다.

3.3.6 보강재 설치

(1) H형강 및 철근망 등의 보강재를 천공 후 강관말뚝이나 현장타설 말뚝의 내부에 설계심도만큼 설치한다.

(2) 보강재설치 전에 공내의 슬라임을 반드시 제거하고 공사감독자의 승인을 받는다.

(3) H형강 및 철근망설치 시 강관말뚝이나 현장타설 말뚝의 상단에서 스페이서 등을 사용하여 수직, 수평위치를 조정하여 설치한다.

(4) 보강재설치 전 자재의 변형 및 용접 상태 등에 대한 검사를 실시하고 공사감독자의 승인을 받은 후 설치한다.
(5) H형강은 강관파일의 중앙에 위치하고 플랜지면이 사면의 활동방향에 대하여 수직방향이 되도록 설치한다.
(6) 보강재설치 시 변형이 생기지 않도록 한다. 또, 공사 시에는 보강재를 말뚝중심에 맞추어 수직되게 하여 보강재에 의하여 천공구멍 벽이 무너지지 않도록 천천히 삽입한다.

3.3.7 말뚝 두부정리

(1) 말뚝 및 보강재 설치가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝두부를 정리하여야 한다.
(2) 말뚝두부 정리 시 말뚝본체를 손상시키지 않도록 하여야 한다.
(3) 강관말뚝의 경우 절단하여 발생되는 스크랩(Scrap)은 깨끗이 절단하여 지정장소에 운반 정리하여야 한다. 이 경우 말뚝 잔여길이가 5 m 이상일 경우에는 이를 가공하여 말뚝이음시 재사용 할 수 있다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 70 15 : 2016

억지말뚝

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 73 05 : 2016

격자블록 및 돌(블록)붙이기

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서, 토목일반 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 73 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 73 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 시스템 설명 ····· 1
1.6 시스템 허용오차 ····· 1
1.7 제출물 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 재료일반 ····· 1
2.1.2 콘크리트 비탈면 보호블록(프리캐스트블록) ····· 2
2.1.3 콘크리트 격자블록 ····· 2
2.1.4 합성수지 격자블록 ····· 2
2.1.5 돌블록 ····· 3
2.1.6 비탈면 보호블록기초 재료 ····· 3
3. 시공 ····· 3
3.1 시공조건확인 ····· 3
3.2 작업준비 ····· 3
3.3 시공기준 ····· 3
3.3.1 보호블록기초 설치 ····· 3
3.3.2 비탈면 보호블록(프리캐스트 콘크리트블록) ····· 3
3.3.3 격자블록 ····· 4
3.3.4 블록붙이기 ····· 5
3.4 시공허용오차 ····· 5
3.5 보수 및 재시공 ····· 5
3.6 현장품질관리 ····· 5
3.6.1 시험빈도 ····· 5
3.6.2 콘크리트 공장제품(콘크리트블록, 콘크리트격자블록 등) ····· 5
3.6.3 합성수지 격자블록의 시험 ····· 6

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 비탈면의 보호를 위한 현장치기 콘크리트 격자블록, 프리캐스트 콘크리트 격자블록, 수지제품의 격자블록, 교대 보호블록 및 호안블록 공사에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS F 2530 석재
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS F 2405 콘크리트의 압축 강도 시험방법
- KS F 2408 콘크리트의 휨 강도 시험방법
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 시스템 설명

내용 없음

1.6 시스템 허용오차

내용 없음

1.7 제출물

(1) 비탈면보호 격자블록의 재질, 치수, 중량, 압축강도특성 등 제반사항과 자체 생산현황, 기술자료, 설치지침서, 시공실적자료 등을 포함한 제품자료를 작성, 제출하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 재료일반

(1) 비탈면 보호블록의 선정은 설계도서를 기준으로 하되, 콘크리트 또는 합성수지 제품으로서 설계제품과 동등 이상의 성능 및 재질을 가지며, 미관, 강도, 시공성, 내구성, 경제성면에서 우수한 제품이 있을 경우, 설계변경 승인을 얻어 사용할 수 있다. 단,

대규모 비탈면이나 점토질지반 또는 표토의 활동이 예상되는 부위는 반드시 콘크리트 제품을 사용하여야 한다.

2.1.2 콘크리트 비탈면 보호블록(프리캐스트블록)

(1) 휨강도 : 5MPa 이상
(2) 콘크리트의 물-시멘트비(W/C): 40% 이하(제조 시)
(3) 허용치수
① 폭, 두께: 설계도서치수 ±2 ㎜
② 길이: 설계도서치수 ±4 ㎜
(4) 겉모양은 그 질이 치밀하여 해로운 흠이 없고, 면은 평평하며 외관이 좋아야 한다.
(5) 이음구조는 블록 이음부분에서 앵커철근의 시공이 가능하고, 그 공극을 모르타르로 채워 지반의 활동에 저항할 수 있는 구조여야 한다.
(6) 고정핀은 KS D 3504의 규정에 합격한 길이 0.4 m ~ 1 m, D16의 이형철근으로서 지반에 삽입이 용이하도록 끝을 뾰족하게 가공한 철봉이어야 한다.
(7) 모르타르는 포틀랜드 시멘트와 입경이 1 ㎜ 보다 잔 모래의 용적배합비는 1:3이어야 한다.
(8) 시멘트는 KS L 5201를 따르거나 동등 이상의 제품이어야 한다.
(9) 골재는 굵은골재의 최대치수는 40 ㎜ 이하이고 공장제품 최소두께의 2/5 이하이며 강재의 최소수평간격의 4/5를 넘어서는 안 된다.
(10) 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.3 콘크리트 격자블록

(1) 재료의 치수, 중량, 모양, 압축강도(또는 휨강도)는 명시된 설계도서에 따르며, 공사감독자가 승인한 것이라야 한다.
(2) 시멘트는 KS L 5201 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
(3) 굵은 골재의 최대치수는 40 ㎜ 이하이고 공장제품 최소두께의 2/5 이하이며 강재의 최소 수평간격의 4/5를 넘어서는 안 된다.
(4) 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
(5) 혼화재는 사용방법과 효과를 충분히 조사하여 품질이 시험에 의하여 확인된 것이라야 한다.

2.1.4 합성수지 격자블록

(1) 수지류 격자블록에 사용하는 합성수지 제품의 품질기준은 압축강도가 30 MPa 이상, 휨강도가 0.8 MPa 이상이어야 한다.
(2) 블록의 치수 및 모양은 설계도서에 따라야 하며, 별도의 표시가 없는 경우 공사감독자가 승인한 것이라야 한다.
(3) 화재의 위험이 적은 곳에 설치한다.

2.1.5 돌블록

(1) 돌블록의 재질은 KS F 2530 또는 동등 이상의 제품이라야 하며, 연마하지 않은 사각형의 깬잡석이므로 치수는 300 ㎜ ~ 700 ㎜, 폭 250 ㎜ ~ 350 ㎜, 두께 100 ㎜ ~ 150 ㎜로 한다.

2.1.6 비탈면 보호블록기초 재료

(1) 콘크리트 강도는 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 하고 공기량은 4.5% ± 1.5% 이내, 슬럼프는 8 ㎝ ± 2.5 ㎝ 이내, 최대골재치수는 40 ㎜ 이하로 한다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

내용 없음

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 보호블록기초 설치

(1) 비탈면 보호블록은 침하 또는 활동을 방지하도록 소단배수구, 옹벽 등의 견고한 구조물에 지지시켜야 하며, 보호블록 하단에 이러한 구조물이 없거나 설계에 기초가 누락되어 있는 경우에는 설계변경 승인을 얻어 별도의 콘크리트 기초를 설치하여야 한다.

3.3.2 비탈면 보호블록(프리캐스트 콘크리트블록)

(1) 면고르기

① 비탈면 또는 비탈어깨 부근의 느슨한 암과 나무뿌리, 기타 불안정한 흙덩어리 등은 완전히 제거하여야 한다.

② 비탈면은 설계도서에 명시된 선과 경사로 말끔히 정돈하여야 하며, 완성된 구간은 규준틀과 규준계를 설치하여 공사감독자가 검측할 수 있게 하며 시공완료 시까지 유지하여야 한다.

③ 비탈면의 표면 마무리 시에는 암 노출부위 등의 깨어진 암석을 모두 제거하고, 단단한 암반인 경우에는 공사감독자와 협의하여 비탈면 보호용 격자블록을 설치하여야 한다.

(2) 터파기 및 되메우기

① 비탈면 보호블록은 반드시 터파기를 하고 설치하여야 하며, 비탈면 위에 블록을 설치한 후, 그 위에 흙을 덮는 방법으로 시공해서는 안 된다.

② 보호블록 설치 후, 터파기한 주변은 인력으로 밀실하게 다져야 하며, 특히 상부부재 아래쪽은 흙의 침하가 발생하지 않도록 주의해서 다져야 한다.

(3) 비탈면 보호블록은 소단배수구나 옹벽 또는 별도의 기초가 완성된 후에 흘러내리지 않도록 아래에서부터 위로 쌓아올려야 하며, 위에서부터 아래로 시공해서는 안 된다. 또, 격자블록의 속채움흙을 확보할 수 있도록 여유 공간을 확보하여야 한다.

(4) 조립 및 설치

① 비탈면 보호블록은 각 부재가 올바르게 맞물리도록 조심스럽게 설치하고 격자의 교점에 앵커철근을 지면에 직각으로 고정시킨 후, 그 공극을 모르타르로 밀실하게 채워서 원지반과의 밀착을 도모하고 활동을 방지하여야 한다.

② 비탈면의 붕괴 등이 예상되거나 비탈면에 있는 입목을 보호하여야 할 경우에는 감독자(또는 감리원)와 협의하여 붕괴방지 시설 또는 입목보호를 위한 조치를 취하여야 한다.

③ 보호블록의 연결 및 조립방법은 설계도서에 따라 보호블록을 접합시킨 다음 앵커봉을 비탈면에 설계깊이까지 고정시켜야 한다.

④ 종·횡 방향으로 격자블록의 완전조립 배열이 끝나면 보호블록 내면에 복토를 시행하여야 한다. 이때, 식물의 발육을 위하여 부식된 비옥한 흙을 비탈면 보호블록 내에 가득히 채우고 나무방망이를 사용하여 균등하게 다짐을 하여야 한다.

⑤ 떼붙임 공사는 풍화암 및 화강풍화토 지역인 경우에 흙이 많이 붙은 평떼로 블록 내 전체를 조밀하게 식재하여야 한다.

⑥ 흙을 다질 때에는 약간 젖은 상태로 다져야 하며, 나무조각이나 큰 암석 기타 불순물을 골라내며 다져야 한다.

⑦ 보호블록의 설치위치 및 형태는 현장여건에 따라 변경할 수 있으나, 공사착수 전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

⑧ 검사결과, 공사에 부적합한 것으로 판정되는 경우는 수급인의 비용으로 공사감독자의 지시에 따라 재시공 또는 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.3.3 격자블록

(1) 콘크리트 격자블록을 설치할 때는 명시된 설계도서에 따라 비탈면을 평활하게 고른 다음, 격자블록을 올바르게 맞물리도록 설치하여 미끄러져 내리지 않도록 쌓아올려야 한다.

(2) 격자블록을 연속적으로 적용하는 비탈면 길이는 10 m 미만으로 제한한다. 만약 격자블록의 연장이 10 m 이상 되는 경우는 1 m 이상 폭을 가진 소단을 설치하여 연속시공되는 길이가 10 m 미만이 되도록 한다. 현장타설 격자블록의 연속적인 시공길이는 20 m까지로 한다.

(3) 격자의 고정부분에 유동막이를 사용하는 경우에는 유동막이와 격자가 충분히 고정되도록 하여야 한다.

(4) 격자블록 내부는 비탈면의 상태에 따라 뿜어붙이기, 잔디식재, 돌채움 등의 재료를 사용하여 채움을 할 수 있다.

(5) 격자 내에 잔디식재 등을 하는 경우에는 뗏밥용 흙을 채워 넣어 충분히 다져야 한다.
(6) 합성수지 제품은 격자와 격자사이의 이음을 핀으로 견고하게 고정하고 비탈면에 정착시켜야 한다.
(7) 소단이 있는 구간의 격자공 시공 시 마감블록과 소단부의 단부가 접속되는 부위는 표면수의 침투 및 단부의 세굴로 블록 기초지반이 연약화 되어 블록의 붕괴 또는 탈리가 발생되지 않도록 블록의 마감부와 소단이 일체가 되도록 처리하여야 한다.
(8) 표면수 또는 용출수에 의해 비탈면이 세굴되어 유출 되던가 붕괴될 우려가 있는 곳에서는 배수시설을 설계도서에 명시된 대로 또는 공사감독자의 지시에 따라 설치하여야 한다.
(9) 비탈면은 마무리된 표면에서 ±50 ㎜ 범위, 바닥면은 ± 25 ㎜ 범위로 시공하여야 한다.

3.3.4 블록붙이기

(1) 블록은 두께가 0.5 m 이상인 모래바닥재료 위에 줄눈의 폭이 25 ㎜ 이하로 되게 정렬해서 붙여야 한다.
(2) 블록은 단단하게 붙이고 줄눈에는 표면까지 모르타르로 채워야 하며, 모르타르 줄눈의 깊이는 50 ㎜이어야 한다.
(3) 완성된 표면은 덮어서 5일 이상 습윤상태를 유지하여야 한다.

3.4 시공허용오차

(1) 비탈면 보호블록의 시공허용오차는 마무리된 표면에서 ±50 ㎜ 이내로 시행하여야 한다.

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

3.6.1 시험빈도

(1) 콘크리트 비탈면 보호블록의 휨강도 시험(KS F 2408)은 2,500개마다 실시한다.

3.6.2 콘크리트 공장제품(콘크리트블록, 콘크리트격자블록 등)

(1) 제품에는 제조공장 명 또는 그 약호 및 제조 연, 월, 일을 표시하여야 한다.
(2) 제품의 겉모양 검사는 전수검사로 하여야 한다.
(3) 제품의 검사 및 시험은 무작위로 발췌검사를 실시하여야 하며, 결과는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
(4) 부서진 것, 균열이 생긴 것, 공극이 있는 것, 변색된 것 또는 눈으로 확인할 수 있는 결함을 가진 재료를 사용해서는 안 된다.
(5) 콘크리트 제품의 강도시험은 다음과 같이 실시하며, 시험빈도는 200개마다 실시하여야 한다.

① 공시체는 공장제품과 동등한 다지기, 양생조건에 따라 3개의 시료를 제조한다.
② 공시체는 지름 100 ㎜, 높이 0.2 m를 표준으로 한다.
③ 압축강도 시험은 KS F 2405에 준한다.
④ 시험한 공시체 중에서 1개가 평균값보다 10% 이상의 차이가 있을 때는 그 공시체의 측정값은 압축강도 계산에 넣지 않는다. 3개 중 2개가 평균값과 10% 이상의 차이가 있을 때는 불합격으로 처리한다.

(6) 강도시험에서 파괴된 공장제품을 이용하여 배근상태, 철근덮개 등을 검사하여야 한다.
(7) 시험한 공시체의 압축강도는 제조업자가 제출한 제품자료에서 정한 값 이상이어야 한다.
(8) 강도시험에서 파괴된 공장제품을 이용하여 배근상태, 철근덮개 등을 검사하여야 한다.

3.6.3 합성수지 격자블록의 시험

(1) 합성수지 격자블록의 시험은 제작자의 제품자료에 따라 실시하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 73 05 : 2016

격자블록 및 돌(블록)붙이기

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 73 10 : 2016

콘크리트 뿜어붙이기

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서, 토목일반 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 표준시방서 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 표준시방서 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 73 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 73 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국시설안전공단
작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 콘크리트 뿜어붙이기 재료 ····· 1
2.1.2 모르타르 뿜어붙이기 재료 ····· 1
2.1.3 배수용 파이프 ····· 1
2.1.4 보강용 철망 ····· 1
2.1.5 재료 품질관리 ····· 1
3. 시공 ····· 2
3.1 시공조건 확인 ····· 2
3.2 작업준비 ····· 2
3.2.1 뿜어붙일 면의 사전처리 ····· 2
3.3 시공기준 ····· 2
3.3.1 시공일반 ····· 2
3.4 시공허용오차 ····· 3
3.5 보수 및 재시공 ····· 3
3.6 현장품질관리 ····· 3

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 비탈면의 안정을 위하여 시공하는 뿜어붙이기 공사에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS D 7017 용접 철망 및 철근 격자
- KS M 3404 일반용 경질 폴리염화비닐관
- KS F 2405 콘크리트 압축 강도 시험 방법
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 콘크리트 뿜어붙이기 재료

(1) 뿜어붙이기용 콘크리트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하지만 빠른 시간 내에 강도를 원할 때는 혼화재를 사용한다.

2.1.2 모르타르 뿜어붙이기 재료

(1) KS L 5201을 만족하는 포틀랜드 시멘트와 잔골재를 사용한 모르타르로서 석회를 첨가하면 안되며, 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 한다.

2.1.3 배수용 파이프

(1) 배수파이프는 KS M 3404의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.4 보강용 철망

(1) 보강용 철망은 KS D 7017의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.5 재료 품질관리

(1) 뿜어붙이기는 소요의 강도, 내구성, 수밀성과 함께 강재를 보호하는 성질을 가지고,

품질의 변동이 적은 것이어야 한다.

(2) 뿜어붙이기의 배합강도는 구조물이 필요로 하는 강도, 설계기준강도 및 현장에서의 콘크리트 품질변동을 고려하여 정하여야 한다.

(3) 콘크리트의 압축강도시험은 KS F 2405에 의해 실시한다.

(4) 모르타르 뿜어붙이기에 사용하는 보강용 철근과 고정핀은 KS D 3504에 따르며, 시험빈도는 제조회사, 제품규격마다 해당요건에 따라 실시하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

(1) 공사를 시작하기 전에 시공측량을 통해 측량기준점 및 시공기면, 규준틀이 명시된 것과 같은지 확인하여야 한다.

(2) 명시된 경계선, 표고, 등고선 및 기준면 등을 확인하여야 한다.

3.2 작업준비

3.2.1 뿜어붙일 면의 사전처리

(1) 작업 중 낙하할 위험이 있는 들뜬 돌, 풀, 나무 등은 제거하여야 한다.

(2) 뿜어붙일 면에 용수가 있을 경우에는 배수파이프나 배수필터를 설치하는 등 적절한 배수처리를 하여야 한다.

(3) 뿜어붙일 면이 흡수성인 경우에는 뿜어붙인 재료로부터 과도한 수분이 흡수되지 않도록 뿜어붙이기 전 붙일 면에 물을 뿌리는 등 적절한 처리를 하여야 한다.

(4) 비탈면이 동결하였거나 빙설이 있는 경우에는 녹여서 표면의 물을 없앤 다음 뿜어 붙여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 시공일반

(1) 수급인은 뿜어붙이기 공사를 하기 전에 혼합방법, 사용기계, 시공방법, 양생 등에 관한 시공계획서를 공사감독자에게 제출하고 협의하여야 한다.

(2) 비탈면에 뿜어붙이기 공사를 하기 전에 압력수 또는 압축공기로 먼지, 이토 및 부석 등 부착에 지장을 주는 이물질을 제거하여야 한다.

(3) 뿜어붙이기의 양생을 마친 후 최소 3일간 10 ℃ 이상의 기온을 유지하여야 하며(양생기간 중에만), 강풍 및 강우 등 일기가 좋지 못한 기상조건에서는 시공을 금지하여야 한다. 굴착면이나 이미 타설한 뿜어붙이기면에 용수가 있을 경우에는 적절한 용수대책을 강구한 후 뿜어붙이기를 타설하여야 한다. 용수대책으로는 배수관을 통한 배수, 시멘트량이나 급결제량의 증가, 사용수량의 감소대책 등이 있다.

(4) 배수공의 관경, 재질 및 설치 개소수는 명시된 설계도서를 따르며 내경 50 ㎜ 이상의 경질염화 비닐관을 비탈면의 용수상태에 따라 적정량을 설치하며, 암반의 균열부나 흙비탈면에서는 0.25 m 이상 천공하여 관입시켜야 한다. 원지반에서 물이 안나오는 곳에는 표면배수만 할 수 있도록 한다.

(5) 고정핀의 설치깊이 및 간격은 설계도서에 따르며 일반적으로 D16 ㎜ ~ D22 ㎜, 길이 0.4 m ~ 0.6 m인 철근을 0.3 개/㎡ ~ 2 개/㎡로 설치하지만 비탈면의 상태에 따라 조정할 수 있다. 비탈면에 요철 등으로 인하여 충분히 고정시키기 어려운 부분에는 추가적으로 고정핀을 설치하며 D9 ㎜ ~ D13 ㎜, 길이 0.15 m ~ 0.3 m인 철근을 1 개/㎡ ~ 3 개/㎡로 설치한다. 비탈면이 비교적 평활하고 넓은 경우에는 필요에 따라 수축줄눈을 설치하고 줄눈재를 충전시켜야 한다.

(6) 암질이 불량함에도 불구하고 비탈면 경사가 1 : 0.5 이하의 급경사인 경우, 표면보호 콘크리트의 역할을 구조적으로 보완하기 위하여 필요할 경우에 보강철근망을 설치하여야 한다. 이때, 보강철근망은 비탈면의 상태에 따라 D16 ㎜ ~ D22 ㎜의 철근을 0.5 m ~ 1 m의 간격으로 격자모양으로 놓는다.

(7) 뿜어붙이기의 두께 측정용 봉은 가로, 세로 5 m 간격으로 설치하여야 하며, 뿜어붙이기 후에는 임의의 위치에 검측공을 뚫어 뿜어붙이기 두께를 검사할 수 있도록 하여야 한다. 뿜어붙이기 두께검사의 최소두께는 설계두께의 75% 이상이어야 하며, 검측된 평균두께가 설계두께와 같거나 그 이상이어야 하며 합격률은 80% 이상이어야 한다.

(8) 뿜어붙이기를 칠 경우에는 비탈면과 노즐이 약 1 m 정도 떨어진 곳에서 비탈면에 직각이 되도록 하여 시공하여야 하며, 비탈면의 상부에서 하부로 진행하여야 한다. 어떤 경우라도 비탈면의 하부에서 상부로 뿜어붙이기를 시공해서는 안 된다.

(9) 뿜어붙이기를 2층 이상 타설할 경우에는 1층을 타설하고, 다음 층은 1시간 정도 지난 후 시공하여야 한다. 뿜어붙이기 두께가 두꺼운 경우에는 적절한 두께로 여러 층으로 나누어 타설하고, 뿜어붙이기가 지반과 밀착됨과 동시에, 뿜어붙이기 각층 상호간도 밀착되어야 하며, 반발된 뿜어붙이기가 혼합되지 않도록 주의해서 시공하여야 한다. 특히, 상반 작업 시 바닥에 떨어진 뿜어붙이기는 모두 제거하여야 한다.

(10) 비탈면은 마무리된 표면에서 ± 50 ㎜ 범위, 바닥면은 ± 25 ㎜ 범위로 시공하여야 한다.

3.4 시공허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

(1) 품질관리의 해당요건에 따른 검사결과가 공사에 부적합한 것으로 판정되면 계약상대자의 부담으로 공사감독자의 지시에 따라 재시공 또는 필요한 조치를 취하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 73 10 : 2016

콘크리트 뿜어붙이기

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 73 15 : 2016

비탈면 녹화

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서, 건설환경관리 표준시방서, 상수도공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 73 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 73 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.2.1 한국산업규격 ····· 1
1.2.2 농림수산식품부 비료공정규격 ····· 1
1.2.3 농약관리법 ····· 1
1.2.4 농촌진흥청, 비료공정 규격 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 시스템 설명 ····· 1
1.6 시스템 허용오차 ····· 2
1.7 제출물 ····· 2
1.8 공사기록서류 ····· 2
1.9 품질보증 ····· 2
1.10 운반, 보관, 취급 ····· 2
1.10.1 자재의 보관 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 도입식물의 선정 ····· 2
2.1.2 식재용 식물 ····· 2
2.1.3 지피류 및 초화류 식재 ····· 3
2.1.4 잔디 및 잔디종자 ····· 3
2.1.5 초본류 종자 중 재래초종 ····· 4
2.1.6 목본류 종자 ····· 4
2.1.7 비료 ····· 4
2.1.8 생육기반재 ····· 4

2.1.9 식생기반재 ····· 4
2.1.10 농약 ····· 5
2.1.11 살충제 ····· 5
2.1.12 차폐수벽공사용 수목 ····· 5
2.1.13 식생혈공사 ····· 5
2.1.14 덮기(멀칭)재 ····· 5
2.1.15 식생상 ····· 5
2.1.16 각종 자재 ····· 5
2.1.17 침식방지망 ····· 5
2.1.18 격자틀 및 블록제품 ····· 5
2.1.19 낙석방지망 ····· 6
2.1.20 새집붙이기 재료 ····· 6
2.1.21 물 ····· 6
2.1.22 기타재료의 품질 ····· 6
3. 시공 ····· 6
3.1 시공조건확인 ····· 6
3.1.1 시공전 검토사항 ····· 6
3.2 작업준비 ····· 7
3.3 시공기준 ····· 7
3.3.1 시공 ····· 7
3.3.2 시공적기 및 부적기 ····· 7
3.3.3 생육기반 조성 ····· 7
3.3.4 비탈면 녹화 ····· 10
3.4 시공허용오차 ····· 13
3.5 보수 및 재시공 ····· 13
3.6 현장품질관리 ····· 13
3.6.1 비탈면의 유지관리 ····· 13

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 깎기 및 쌓기 등에 의한 건설공사 비탈면이나 침식 등에 의한 자연비탈면에 대하여 인공재료나 식물재료를 이용하여 지표면의 안정과 식물군락의 조성 및 경관보전을 도모하기 위한 비탈면의 녹화공사 일반에 적용한다.

(2) 비탈면 녹화공사는 원칙적으로 안정한 경사로 시공한 비탈면에 실시한다.

(3) 비탈면공사 작업 중 또는 완료 후 공사비 산정을 위하여 설계 내용과 다른 경우 수급인은 관련 자료를 첨부하여 공사감독자에게 확인 요청을 하고 발주기관장이 위촉한 암판정위원회 공동조사결과에 의하여 지층경계선을 확정하여 비탈면 녹화공법을 적용하여야 한다.

(4) 시험시공을 실시할 경우 설계도서에 의한 토질 및 토양조건, 지역조건, 기상조건, 비탈면 경사와 높이, 재료의 품질, 종자 등을 비탈면 녹화공법의 기준에 맞게 정하고, 지반분야 특급기술자, 비탈면녹화 전문가에게 의뢰하여 시공한 후 공사감독자승인을 득하여 공사 시행이 되도록 하여야 한다.

1.2 관련 기준

1.2.1 한국산업규격

내용 없음

1.2.2 농림수산식품부 비료공정규격

1.2.3 농약관리법

1.2.4 농촌진흥청, 비료공정 규격

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 시스템 설명

내용 없음

1.6 시스템 허용오차
내용 없음

1.7 제출물
내용 없음

1.8 공사기록서류
내용 없음

1.9 품질보증
내용 없음

1.10 운반, 보관, 취급

1.10.1 자재의 보관
(1) 종자, 비료 등은 건조하고 서늘한 곳에 보관하여야 하며, 비탈면 보조자재와 보호철물류 및 기타 식생자재는 통풍이 잘되고 비나 눈을 피할 수 있는 곳에 자재별로 구분하여 보관하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 도입식물의 선정
(1) 도입식물의 선정은 식물의 생육특성과 복원녹화의 목표, 비탈면의 토질과 경사 등 입지 조건을 고려하여 결정하되, 척박지에 잘 자라며 발아가 빠르고 뿌리 발달이 좋은 것으로 종자의 대량 구득이 용이하여야 한다.
(2) 공법별 적용식물은 녹화복원 목표에 적합하여야 하며 외래종자와 재래종자를 적정 비율로 혼합하되 서로 경합하거나 피압되지 않는 종자배합으로 한다.
(3) 식물군락을 파종으로 조성하고자 하는 경우 외래종자와 재래 목·초본 종자의 파종량은 환경녹화지역의 구분과 복원목표에 따라 달리 정하되, 수급인이 제출한 종자 배합계획서에 따라 조정하도록 한다.

2.1.2 식재용 식물
(1) 식물재료의 명칭은 우리말 관용명을 사용하되 필요한 경우 학명을 병기한다.
(2) 지정된 규격에 합당한 것으로서 발육이 양호하고 지엽이 치밀하며, 수종별로 고유의 수형을 유지하며, 가급적 대기 중 공해물질을 정화할 수 있는 수목을 우선으로 한다.

(3) 병충해의 피해나 손상이 없고 건전한 생육상태를 유지하여야 한다. 다만, 병충해의 감염정도가 미미하고 심각한 확산의 우려가 없는 경우에는 적절한 구제조치를 전제로 채택할 수 있다.
(4) 활착이 용이하도록 미리 이식 또는 단근작업과 뿌리돌림을 실시하여 세근이 발달한 재배품이어야 한다. 포트, 컨테이너 등의 용기 재배품인 경우에는 지정규격에서 10% 범위까지를 기준으로 채택할 수 있다.
(5) 자연산 굴취수목을 사용하는 경우에는 양호한 뿌리분을 갖추고 수형, 지엽, 등이 표준 이상으로 우량하며, 지정된 분의 크기 이상에 한하여 공사감독자의 승인을 얻어 채택할 수 있다.
(6) 검사는 재배지에서의 사전검사와 지정장소 반입 후 검사로 구분하여 시행한다. 사전검사에 합격해도 굴취, 운반 등의 취급이 나쁘거나 굴취 후 장기간이 경과한 것은 지정장소 검사에서 합격품으로 인정하지 아니한다. 다만 경우에 따라서는 재배지에서의 사전검사를 생략할 수 있으며, 야생수목은 굴취 시에 검사하여 사전검사로 대신할 수 있다.

2.1.3 지피류 및 초화류 식재

(1) 지피류 및 초화류 소재는 종자 및 1년생, 2년생, 숙근류, 구근류 등으로 구분한다.
(2) 종자의 규격은 중량단위의 수량과 순량률 및 발아율로, 초화류의 규격은 분얼, 포기 등으로 표시한다.
(3) 종자는 신선하고 병충해가 없으며 잡초의 종자가 혼합되지 않고 발아율이 양호한 것이어야 한다.
(4) 지피류 및 초화류는 지정된 규격에 맞아야 하고 줄기, 잎, 꽃눈의 발달이 양호하며, 병충의 피해가 없고 뿌리가 충실하여 흙이 충분히 붙어 있어야 한다.
(5) 지피류, 초화류, 야생초화류 및 습생초화류는 포트로 재배한 것을 사용하여야 하며 야생채취가 허용된 경우에는 재배품 이상의 품질을 지녀야 한다.
(6) 분얼규격은 지정 수치의 분얼을 가져야 하며 발육상태는 균일하여야 하고 분얼되어 일정기간 성장한 것이어야 한다.

2.1.4 잔디 및 잔디종자

(1) 잔디
① 잔디는 일반잔디와 롤형 잔디로 구분된다. 일반잔디는 자연산 또는 재배잔디로 규격은 가로 0.3 m, 세로 0.3 m, 두께 30 ㎜의 것을 기준으로 하되, 반입잔디가 소규격인 경우 공사감독자와 협의하여 시공한다. 롤형 잔디는 난지형 잔디 또는 한지형 잔디를 재배한 것으로서 잔디수확기로 떼어내어 롤형태로 말은 잔디로서 규격은 1 ㎡ 이상의 것을 사용한다.
② 잔디의 품질은 재배품이거나 야생잔디를 채취한 것으로 구비조건은 다음과 같다.
가. 잡초가 없고 지하경이 치밀하게 발달한 것이어야 한다.

나. 잎이 불규칙하거나 잎 끝이 찢어지지 않은 것이어야 한다.
다. 잡초가 섞이지 않고 병충해의 피해가 없는 것이어야 한다.
라. 두께 및 크기가 균일하게 굴취된 것이어야 한다.
마. 장기간 적재에 의해 부패되지 않은 것이어야 한다.

③ 현장에 도착된 잔디는 1일 이내에 식재하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 잔디종자

① 자생잔디는 국내 자생종 Zoysia 계통과 Poa의 잔디종자를 사용하되 공사감독자와 협의하여 종을 선택한다. 잔디종자는 2년 이내에 채취된 것으로 발아촉진 처리된 것이어야 하며 발아율 6% 이상, 순량률 98% 이상이어야 한다.

② 도입잔디는 현지의 제반 여건에 따라 공사감독자와 협의하여 종자를 선정하며 발아율 80% 이상, 순량률 98% 이상이어야 한다. 혼합종자를 사용할 경우에는 자재조달 계획서를 제출할 때 원산지증명과 품질보증서가 첨부되어야 하고 혼합률은 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

③ 포복경 또는 지하경

잔디에서 흙을 털어낸 포복경 또는 지하경을 50 ㎜ ~ 100 ㎜로 자른 것을 사용하되 마르거나 썩지 아니한 것을 사용한다.

2.1.5 초본류 종자 중 재래초종

(1) 발아율 30% 이상, 순량률 60% 이상이어야 한다.

2.1.6 목본류 종자

(1) 발아율 20% 이상, 순량률 50% 이상이어야 한다.

2.1.7 비료

(1) 복합비료는 농림축산식품부 비료공정규격품 또는 동등 이상의 것을 사용하되, 사용종류는 공사감독자의 지시 및 공사시방서에 따른다.

(2) 조경용 유기질 비료는 퇴비, 부엽토, 부숙왕겨 또는 톱밥 등의 부산물을 완전히 부숙한 부산물 비료로, 악취를 방지하거나 물리적 성상을 변화시키기 위하여 첨가제를 혼합하여 제조할 수 있으며, 유기물 함량이 25% 이상, 유기물 대 질소의 비가 50 이하가 되어야 한다.

2.1.8 생육기반재

(1) 유기물 함량이 건물 당 중량비로 5% 이상, 토양경도가 24 ㎜ 이하, 공극률이 60% 이상이어야 한다.

2.1.9 식생기반재

(1) 혼합종자와 비료를 포함하는 유기질 또는 무기질 토양개량재와 흙 또는 유기질이 많

은 대용토를 적절히 혼합하여 만든 유기혼합토로 동식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 하며, 그 성분배합은 제조업자의 지침에 따른다.

2.1.10 농약

(1) 농약은 농약관리법 제3조 제1항에 따라 등록된 제조업자의 제조품목 중 병충해의 증상에 적합한 것을 사용하며, 관련 부서와 협의하여 변경 사용할 수 있다.

2.1.11 살충제

(1) 살충제는 광범위 살충제인 디프수화제를 기본 사용약제로 한다.

2.1.12 차폐수벽공사용 수목

(1) 교목성으로 차폐특성을 갖춘 수종으로 한다.

2.1.13 식생혈공사

(1) 소규모 식생분을 사용할 때나 식생혈공사 시 수목을 사용할 때에는 2년 이상 강건하게 육모된 것을 사용한다.

2.1.14 덮기(멀칭)재

(1) 설계도서 및 공사감독자의 지시에 의한 품질 이상의 것을 사용한다.

2.1.15 식생상

(1) 인조목, 통나무, 철근콘크리트, 합성수지 등을 사용하되, 각각 한국산업규격 표시품 또는 동등 이상이어야 하고, 식생이 안정적으로 유지되도록 배수를 고려하여 견고하게 제작한다.

2.1.16 각종 자재

(1) 동·식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 하며, 제조업체의 제품시방서에 따른다.

2.1.17 침식방지망

(1) 보습, 보온효과가 있고 인장강도가 높아야 하며 종자발아에 유해 되는 물질이나 병충해에 감염되지 않아야 한다.

2.1.18 격자틀 및 블록제품

(1) 접합부가 일체식으로 연결될 수 있어야 하며, 도입식물에 따른 생존조건 이상의 토층 깊이를 확보하여야 한다.

2.1.19 낙석방지망

(1) 내부식성이 있고 조립이 용이하며, 비탈면에서 발생되는 낙석에 견딜 수 있도록 충분한 강도를 가져야 한다.

2.1.20 새집붙이기 재료

(1) 가능한 자연석 및 돌 등을 사용한다.

2.1.21 물

(1) 깨끗한 시냇물이나 상수도 물을 사용하여야 하며, 오염되거나 식물생육에 유해한 물질이 섞여 있는 물을 사용해서는 안된다.

2.1.22 기타재료의 품질

(1) 설계도서 및 공사시방서에 따르며, 이를 변경·조정하고자 할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 시행한다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

3.1.1 시공전 검토사항

(1) 토공계획 초기단계부터 비탈면의 안정을 전제로 비탈조형과 녹화계획을 수립하여 경관이 뛰어나고 지속가능하며 유지관리가 쉬운 녹화계획을 수립한다.

(2) 복원녹화목표 설정

① 비탈면의 침식과 세굴을 방지하여 비탈면의 안정과 보호를 도모하는 것을 목표로 한다.

② 자연과 조화되는 생태적 천이가 용이하게 이루어져 생태계 회복에 유효하고 주변 식생과 조화되는 식물군락의 조성을 목표로 한다.

③ 주변의 토지이용과 산림구조, 비탈면의 토질, 경사, 향 등을 고려하여 키 큰 수림형, 키 낮은 수림형, 초본주도형 군락 중 하나를 목표로 하되, 해당 지역에 적합한 자생식물을 적극 활용한다.

(3) 비탈면의 생육기반안정

① 비탈의 토질, 토양, 경사 등이 복원녹화의 목표로 설정된 식물군락의 생육에 적합하지 못하면 다른 표면보호공법으로의 변경을 고려하거나 식물의 생육환경을 개선 혹은 생육기반의 안정이 선행되어야 한다.

② 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되거나 붕괴될 우려가 있는 곳은 비탈어깨배수구, 소단배수구, 종배수구, 비탈끝배수구, 암거, 유공관 등의 배수시설을 계획하여야 한다.

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 시공

(1) 시공 일반

① 녹화공법의 안정성 및 경제성은 물론 선정된 녹화식물의 생육과 식물군락 형성에 가장 적합한 공법을 선정하되, 동일 비탈면에는 동일 공법의 적용을 원칙으로 한다.

② 풍화침식으로 지반면과 유리되어 흘러내리거나, 소단분에 퇴적된 토사와 얕게 박히거나 걸친 돌 등을 제거한다.

③ 기초공사를 필요로 하는 비탈면은 지표면을 잘 정리하여 기초보호재료의 부착을 용이하게 한다.

④ 비탈면 상·하단부는 주변 자연경관과의 조화와 동결 및 침식의 방지를 위하여 예각을 피해 자연스러운 형태로 마무리한다. 단, 우수한 기존식생이 존재할 때에는 재검토하여 고르기를 하지 않을 수도 있다.

⑤ 시공된 면이 우수로 인한 침식, 붕괴 등 손실을 가져올 우려가 있는 경우에는 비닐 등으로 덮어서 보호한다.

3.3.2 시공적기 및 부적기

(1) 일평균 기온이 10 ℃ ~ 25 ℃일 때는 식생공사를 위한 최적기이므로 어떤 종류도 가능하다.

(2) 25 ℃ 이상일 때에는 고온건조하여 해를 받기 쉬우므로 여름철 시공은 피하도록 한다. 그러나 공기의 형편에 따라 부득이 시공할 경우에는, 건조의 해를 잘 받지 않는 종류가 바람직하다. 즉, 흙쌓기 비탈면에는 줄떼공사, 식생줄떼공사, 식생매트공사가 가능하며, 땅깎기 비탈면에 대해서는 식생대공사, 부분객토식생공사, 식생매트공사 등이 사용될 수 있다.

(3) 10 ℃ 이하에서는 동상에 의한 건조의 위험과 붕락 등을 일으키기 쉬우므로 동절기의 시공은 피하여야 한다. 그러나 공기의 형편상 부득이 시공할 경우에는 씨앗의 탈락이 적은 식생매트공사 등이 사용될 수 있다.

(4) 떼붙이기공사의 시공시기는 동절기(12월 ~ 2월)를 제외하고 연중 가능하며 3월 ~ 4월 및 10월 ~ 11월이 적기이다. 씨앗파종은 초여름(5월 ~ 6월)이 적기이나 4월 ~ 9월까지 가능하다.

3.3.3 생육기반 조성

(1) 면정리 및 고르기

① 토사지반의 면정리 및 고르기

가. 풍화침식으로 지반면과 유리되어 흘러내리거나, 소단부에 퇴적된 토사와 얕게 박히거나 걸친 돌 등을 제거한다.

나. 기초공사를 필요로 하는 비탈면은 지표면을 잘 정리하여 기초보호재료의 부착을 용이하게 한다.

다. 비탈면 상·하단부는 주변 자연경관과의 조화와 동결 및 침식의 방지를 위하여 예각을 피해 자연스러운 형태로 마무리한다. 단, 우수한 기존식생이 존재할 때에는 재검토하여 고르기를 하지 않을 수도 있다.

라. 시공된 면이 우수로 인한 침식, 붕괴 등 손실을 가져올 우려가 있는 경우에는 비닐 등으로 덮어서 보호한다.

② 암반의 면정리 및 고르기

가. 면정리 및 고르기는 토목시공면을 고려하되 주변 자연환경과 조화되는 녹화를 위하여 매끈하게 정리하지 않고 굴곡 있는 암반을 조성한다.

나. 깎기, 발파 등에 의한 뜬돌 등을 제거한다. 단, 여러 규격의 파쇄된 돌들이 자연스럽게 쌓여서 안정되어 있을 때에는 예외로 한다.

(2) 비탈면 배수공사

① 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되어 유출되거나 붕괴의 우려가 있는 곳에서는 비탈어깨배수구, 소단배수구, 종배수구, 비탈끝배수구, 암거 유공관, 배수판 설치 등의 배수시설을 설계도서에 따라 설치한다.

② 소단부는 암반비탈면이라도 생육기반재가 침식되지 않도록 횡단기울기를 두거나 배수구를 설치한다.

③ 습한 상태의 비탈면은 생육기반이 항상 흡수 포화되어 병충해 발생이 우려되고, 식물생육이 곤란하므로 종·횡단 배수구 및 배수매트, 배수망, 배수판 등을 설치하여 집수처리 한다.

④ 용수의 처리는 설계도서에 의해 지표면배수공을 설치하여야 하며, 비탈면녹화공사를 하기 위해서는 생육기반과 분리된 배수층을 조성한다.

⑤ 배수시설의 설치는 토목공사 표준일반시방서 해당 항목 및 공사시방서에 따른다.

⑥ 상부지반의 표면수가 비탈면으로 유입되지 않도록 산마루 측구의 형상과 위치를 정한다.

(3) 비탈면녹화 기초

① 훼손된 비탈면의 생태적, 경관적 복원 및 보전을 위하여 지속적으로 식물생육이 건강하게 이루어질 수 있는 안정적인 생육환경을 조성하여야 한다.

② 비탈면 보강용 심박기

가. 비탈면에 생육기반재의 안정된 부착을 도모하기 위해 말뚝, 철근 등의 비탈심을 3개/㎡ ~ 4개/㎡ 정도로 비탈면에 연직방향으로 충분히 깊이 박아야 한다.

나. 비탈면에 암반이 있을 경우 암반의 절리방향 및 경사를 조사한 후 심박기 각도를 조정하여 설치하여야 한다.

③ 비탈면 침식방지망

가. 침식방지망을 사용하여 비탈면의 지표면침식방지와 종자유실방지를 통해, 발아 촉진과 활착이 되도록 시공한다.

나. 종자 뿜어붙이기를 시공한 뒤에 시공 비탈면 위에서 아래로 굴려 비탈면모양대로 자연스럽게 펼치도록 하고, 방지망이 팽팽해지지 않도록 주의하여 지표면과 완전히 밀착되도록 한다. 또한, 방지망은 10 ㎝ ~ 20 ㎝ 정도 겹치게 설치하며, 횡으로 고정 줄을 설치하고, 1 ㎡ 당 1개 이상의 고정핀을 박아서 고정한다.

④ 비탈면보호용 격자블록

가. 소형의 수로를 격자상으로 구획하여 지표수를 분산집배수함으로써 지표면 침식을 억제하고 공사 전 채집된 표토 및 생육기반재를 채워 녹화되도록 시공한다.

나. 격자블록을 설치할 때에는 비탈면을 평활하게 고른 다음 격자블록을 올바르게 맞물리도록 설치하여 미끄러져 내리지 않도록 올려 붙여야한다.

다. 격자의 교점부분에 활동막이를 사용할 때에는 활동막이가 격자와 충분히 고정되도록 한다.

라. 격자내에 식재하기 위해서는 도입식물의 원활한 생육을 위하여 채집표토를 채워서 충분히 다진 후 식재하며, 채집표토가 없을 때에는 생육기반재를 채우도록 한다.

⑤ 낙석방지망덮기

가. 비탈면에 불안정한 암괴나 돌 등이 낙석이 되어도 비탈면과 망사이로 미끄러지도록 하거나, 뜬 돌을 눌러주어 식물의 생육기반이 보전되도록 시공한다.

나. 암비탈면의 굴곡부에 가능한 한 밀착시켜 침식층의 퇴적이 이루어지도록 한다.

다. 식생녹화토 뿜어붙이기와 병행할 때에는 녹화토를 충분히 지탱할 수 있는 깊이로 고정핀 등을 박아야 한다.

라. 고정핀과 종・횡의 고정줄은 충분히 설치하고 고정한다.

⑥ 편책

가. 암반비탈면 소단부 등에 수목의 원활한 생육이 가능한 선상의 편책을 설치하고 표토 및 생육기반재를 채워 녹화되도록 시공한다.

나. 토양수분의 충분한 저장 및 배수가 용이하도록 설치한다.

⑦ 콘크리트 힘줄박기

가. 현장타설 콘크리트격자를 만들어 급경사 비탈면의 표층부 붕락을 방지하고 식물의 생육기반을 조성할 수 있도록 한다.

나. 비탈면의 조건에 따라 생육기반재의 채움깊이를 충분히 확보하여 도입식물에 의해 콘크리트면이 은폐되도록 시공한다.

⑧ 돌망태

가. 돌망태에 사용하는 철선은 아연도철선, 합성수지피복철선 및 알루미늄 도금철선이 있다.

나. 돌망태 채움재는 지름이 망눈의 최대지수보다 크고 250 ㎜ 보다 작은 돌로서 입도가 양호하고 견고하며, 내구성이 좋아야한다.

다. 기초지반을 설계도서에서 지시한 경사 및 선형에 맞추어 정리하고 다짐하여 부등침하가 일어나지 않도록 시공한다.

⑨ 기타 비탈면보호공

가. 비탈면의 지표면안정 및 보호가 되도록 시공하되 경관적 관점에서 조형적으로 시공하여야 한다.

나. 인조암붙이기는 각 기본단위가 서로 견고하게 조립하며, 원지반에도 견고히 지지하고, 조립이음부분은 제품의 바위색과 동일한 색상재료로 빠짐없이 채워 방수를 도모한다.

다. 모르타르 및 콘크리트 뿜어붙이기에는 시공면에 요철을 주어 자연미가 살아나도록하며, 10 ㎡ 당 1개소 이상의 식생혈이 가능하도록 한다.

라. 새집붙이기 등의 식재공을 병용하기 위해서 충분한 깊이의 식혈을 확보하고, 양질의 생육기반재를 투입하여 식생의 활착을 도모한다.

마. 이암 등 불량한 비탈면에 대해서는 전문가의 자문을 거쳐 식생 및 구조물을 보호하고 암석풍화를 저감시킬 수 있는 조치를 취한다.

3.3.4 비탈면 녹화

(1) 비탈면 잔디식재

① 잔디생육에 적합한 토양의 비탈면경사가 1:1보다 완만할 때에는 비탈면을 일시에 녹화하기 위해서 흙이 붙어 있는 재배된 잔디를 사용하여 붙인다.

② 비탈면 전면(평떼) 붙이기는 줄눈을 틈새 없이 붙이고 십자줄이 형성되지 않도록 어긋나게 붙이며, 잔디 소요면적은 비탈면면적과 동일하게 적용한다.

③ 비탈면 줄떼다지기는 잔디폭이 10 ㎝ 이상 되도록 하고, 비탈면에 10 ㎝ 이내 간격으로 수평골을 파서 수평으로 심고 다짐을 철저히 한다.

④ 선떼붙이기는 비탈면에 일정 높이마다 수평으로 단끊기 후 되메우기한 앞면에 떼를 세워 붙이되 흙층에 완전히 밀착되도록 달구판으로 다지기를 잘하고 줄눈이 수평이 되도록 시공하며 침하율을 감안하여 계획높이보다 덧쌓기를 하고, 부위별 떼의 규격은 설계도서 및 공사감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 정한다.

⑤ 잔디고정은 떼꽂이를 사용하여 잔디 1매당 2개 이상 견실하게 고정하며, 시공 후에는 모래나 흙으로 잔디붙임면을 얇게 덮은 후 달구판으로 고루 두들겨 다져준다.

⑥ 잔디판붙이기는 비탈면의 침식방지 및 활착이 용이하도록 잔디판을 비탈면에 밀착·고정한다.

(2) 종자뿜어붙이기

① 종자뿜어붙이기의 적용범위는 토사구간으로 하며, 리핑암구간 일부에도 비탈면을 보호하기 위하여 적용한다.

② 시공시기는 동절기(11월 ~ 2월)를 제외하고 연중시행 가능하나 보통 3월 ~ 6월, 8월 ~ 10월에 시행한다.

③ 종자뿜어붙이기를 적용할 비탈면은 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 하여야 한다.

④ 파종면이 건조한 경우에는 종자의 발아를 촉진하고 분사물의 침투를 용이하게 하기 위하여 1 ℓ/㎡ ~ 3 ℓ/㎡의 물을 미리 살포한다.

⑤ 1 ㎡당 소요되는 자재(초본류의 종자, 복합비료, 펄프 또는 화이버, 합성접착제, 색소 등)를 4ℓ의 물에 혼합하여 살포기계를 이용, 뿜어붙이는 것을 표준으로 하며, 뿜어붙이기 후 섬유류(펄프 또는 화이버)가 비탈면 전체에 골고루 피복되어 있어야한다.

⑥ 종자착지가 어려운 부분은 공사감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 적정간격으로 수평 또는 경사지게 골을 파고 시공한다.

⑦ 종자가 비탈면 한쪽에 치우치지 않도록 종자살포기 탱크안의 종자를 잘 섞어서 균일하게 분사한다.

⑧ 파종 후 침식이 우려될 때에는 비닐 등 피복재를 전면에 덮도록 하여 바람에 날리지 않도록 잘 고정한다.

⑨ 파종 3개월 이내에 60% 이상 발아가 되지 않거나, 일부만 발아되었을 때에는 재파종한다. 단, 10월 이후 시공할 때에는 익년 6월 초순 이전에 재파종을 결정한다.

(3) 식생혈(종자혈)

① 비탈면에 일정한 간격으로 구멍을 파고 식생을 도입하여 녹화되도록 시공한다.

② 구멍의 밑바닥에 완숙된 퇴비나 복합비료를 넣어야 하고, 그 위에 생육기반재를 충진하며 구멍의 상부에 종자를 넣고 복토한다.

③ 식혈지는 선정된 수목의 생육에 적합한 깊이를 확보하여야 한다.

(4) 식생판(식생반, 종자판)

① 생육기반재를 판상으로 만들어 표면에 종자를 붙여 놓고 비탈면의 수평구 속에 깔아 붙여 일시에 녹화되도록 시공한다.

② 식생판을 지반에 고정하기 위하여 떼꽂이 2개 이상을 사용하고, 필요시 새끼 등을 띄워 고정한다.

③ 비탈면의 상부부터 순차적으로 하향하여 수평구에 배열한다.

④ 식생판 부착 시 지반과 틈이 생기지 않도록 생육기반재를 채워서 밀착시킨다.

(5) 식생대(종자대)

① 띠모양의 일정규격 식생대에 종자와 비료 등을 부착시켜 비탈면에 일정한 간격으로 설치하여 녹화되도록 시공한다.

② 식생기지가 지표면보다 약간 나오도록 하고, 종자가 표면의 내측에 위치하도록 놓는다.

(6) 식생자루(종자자루)

① 생육기반 및 종자를 자루에 담아 비탈면에 판 수평구속에 넣어 붙여 일시적으로 녹화되도록 시공한다.

② 자루를 넣을 구멍은 규정된 깊이로 파고, 얕아서 자루가 떠오르지 않도록 하며, 틈 사이는 흙으로 채우고 자루 밑에 고형비료를 시비한다.

③ 자루의 고정을 위해 경질제, 염화비닐 U철선(길이 25 ㎝) 등의 떼꽂이, 혹은 맹아력, 발근력이 좋은 목본류의 가지로 된 떼꽂이를 1자루에 1본 ~ 2본을 사용한다.

(7) 식생매트(종자매트)

① 면상의 매트에 종자를 붙여 비탈면에 포설, 부착하여 일시적인 조기녹화를 도모하도록 시공한다.

② 비탈면을 평평하게 끝손질한 후 떼꽂이 등을 꽂아 주어 떠오르거나 바람에 날리지 않도록 밀착한다.

③ 비탈면 상부 0.2 m 이상을 흙으로 덮고 단부를 흙 속에 묻어 넣어 비탈면 어깨로부터 물의 침투를 방지한다.

④ 긴 매트류로 시공할 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔고, 흙쌓기 비탈면을 다지고 붙일 때에는 수평으로 깔며, 양단을 50 ㎜ 이상 중첩한다.

(8) 식생기반재 뿜어붙이기(종비토 뿜어붙이기)

① 식물의 자연생육이 곤란한 비탈면에 일정한 품질로 제조된 생육기반재에 종자를 섞어 조기에 경관적인 녹화와 생태적 복원 및 보전을 도모하도록 시공한다.

② 비탈면이 특히 건조하거나 이물질이 붙어 있을 때에는 살수를 시행한 후 시공한다.

③ 분사붙이기를 할 때에는 설계도서에 의해 시공 전 재료배합관리실험을 반드시 실시한다.

④ 암반비탈면을 시공할 때에는 전면피복녹화를 지양하고 균열과 요철에 따른 자연스런 부분녹화를 시행하여 주변식생과 조화를 이룰 수 있도록 한다.

⑤ 암반의 균열간격이 클수록 시공두께를 두껍게 조절한다.

⑥ 암반의 돌출부 및 수직, 역경사비탈면은 녹화시공을 지양하고 움푹 파인 곳을 집중적으로 시공한다.

⑦ 식생기반재의 뿜어붙이기 두께는 얕은 식생기반재와 두꺼운 식생기반재 뿜어붙이기로 구분한다. 식생기반재의 뿜어붙이기 두께는 일반적으로 암깍기면의 구배 및 배양토 성질에 따라 상이하나 건식에 의한 두꺼운 식생기반재를 뿜어붙이는 경우 보통 1 : 0.5 전후하여 두께는 0.1 m ~ 0.15 m를 기준으로 하되, 암질 및 발파면의 절리방향 등에 따라 증감하여 설계・시공할 수 있다.

⑧ 건식 식생기반재 뿜어붙이기를 할 때는 뿜어붙이기면과 노즐을 1 m 이상 떨어진 곳에서 뿜어붙이기를 하고, 비탈면 상부에서 하부로 진행하여야 하며, 뿜어붙이기 최소 두께는 설계두께의 80 % 이상이어야 한다.

⑨ 면정리가 완료된 상태에서 부착망은 낙석을 방지하고, 특수배양토의 부착을 용이하도록 설치하되 앵커핀, 철망, 철선, 착지핀 등을 이용하여 결속 작업을 견고하게 하여야 한다.

⑩ 시공 후 검사는 500 ㎡ 당 1개소 이상의 측정구를 설치하여 조사하며, 측정이 곤란할 경우에는 시공투입량으로 대신할 수 있다.

⑪ 생육판정은 피복률과 성립본수로 하되 피복률은 경사도 및 종자배합에 따라 조정하여야 하며, 55° 이상은 60% 이상, 45° ~ 55° 는 80% 이상, 45° 미만은 100%로 하고, 목본류를 배합할 때에는 각 기준에 70 %를 적용한다. 또한, 성립본수는 초본류만 배합할 때에는 300본/㎡ 이상으로 하며, 목본류를 배합할 때에는 초본류와 목본류의 합계가 200본/㎡이상으로 한다.

⑫ 생육판정시기는 시공 후 180일 후를 기준으로 하는 것을 원칙으로 하되 목본종 위주로 녹화한 경우 잠재발아를 고려하여 기준의 70%를 적용하여 판단하고, 10월 이후에 시공할 때에는 익년 6월 ~ 7월 초순으로 한다.

(9) 거적덮기공법

① 비탈면 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 한다.

② 종자뿜어붙이기를 실시 후 그 위에 볏짚으로 짠 거적을 비탈면 전체에 균일하게 덮는 공법과 식생용지에 종자와 비료를 접착시킨 후 볏짚을 입힌 제품을 비탈면 전체에 덮는 공법이 있다.

③ 볏짚 거적이 바람에 날리지 않도록 고정핀으로 고정하고 설계도서에 의거 적용한다.

④ 볏짚 거적을 시공할 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔면서 양단이 50 ㎜ 이상 중첩되게 한다.

3.4 시공허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

3.6.1 비탈면의 유지관리

(1) 적용범위

비탈면에 도입된 식물을 지속적으로 건강하게 생육시켜 복원목표에 조속히 접근시킴으로써 주변식생과 조화되는 생태적 경관을 완성시키기 위한 식생관리에 적용한다.

(2) 재료일반

① 멀칭재는 설계도서 및 공사감독자의 지시에 의한 품질이상의 것을 사용한다.

② 비료는 농촌진흥청 비료공정규격품 또는 동등 이상의 것을 사용하되, 사용종류는 공사시방서 및 공사감독자의 지시에 따른다.

(3) 시공일반

① 비탈면녹화공사는 비탈면 조건 및 지역, 기후상황에 따라 설계도서에 의해 멀칭 및 관수, 시비 등을 준공시점까지 시행하여야 한다.

② 지역적 특성 및 복원목표에 따라 설계도서 또는 공사감독자의 지시에 따라 풀베기 등을 시행할 수 있다.
③ 복원목표에 따라 별도의 식생관리계획 및 공사감독자 지시에 따라 추가 보식을 시행할 수 있다.
④ 식생천이를 고려한 유지관리를 실시하여야 한다.
⑤ 풀베기는 필요부분만 시행하고, 천이를 진행시켜 수림화시킴으로써 식생의 다양성을 증진시키고 동물서식지로의 다양한 식생층을 확보하도록 한다.
⑥ 광범위한 풀베기보다는 일부분을 남겨 소형동물의 피난처를 제공한다.
⑦ 풀베기는 시기별로 중복되지 않도록 하여 곤충들의 생활에 피해를 최소화하여야 한다.
⑧ 겨울철 풀베기는 곤충의 월동에 영향을 미치므로 되도록 자제하며 지역과 대상종에 따라 곤충의 산란기와 유충기, 가수면기 등에는 풀베기를 피한다.
⑨ 낙엽 등의 부엽토는 토양 생태계를 활성화시키고 토양을 건강하게 하므로 유효하게 이용한다.
⑩ 광범위한 화학적인 사용은 자제하고 물리적인 풀베기를 시행하는 것이 바람직하다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 73 15 : 2016

비탈면 녹화

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 75 05 : 2016

낙석방지망

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 75 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 75 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국시설안전공단
작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 와이어로프 ····· 1
2.1.2 앵커볼트 및 너트 ····· 1
2.1.3 철망 ····· 2
2.1.4 결속선 ····· 2
2.1.5 수지(Resin) ····· 2
2.1.6 지주 ····· 2
2.2 구성품 ····· 2
2.3 장비 ····· 2
2.4 부속재료 ····· 2
2.5 배합 ····· 3
2.6 조립 ····· 3
2.7 마감 ····· 3
2.8 조립허용오차 ····· 3
2.9 자재품질관리 ····· 3
3. 시공 ····· 3
3.1 시공조건확인 ····· 3
3.1.1 시공 전 검토사항 ····· 3
3.2 작업준비 ····· 4
3.3 시공기준 ····· 4
3.3.1 시공일반 ····· 4
3.3.2 고정핀 ····· 5
3.3.3 지주 ····· 5
3.3.4 결속선 ····· 5
3.3.5 조립구 ····· 6

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 암깎기 비탈면에서 낙석이 떨어지는 것을 방호하기 위하여 시공하는 낙석방지망 설치공사에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS D 3514 와이어 로프
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS D 7018 체인 링크 철망
- KS D 7036 염화 비닐 피복 철선
- KS B 1012 6각 너트 및 6각 낮은너트
- ISO 4017B 볼 트
- KS D 3552 철선

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 와이어로프

(1) 와이어로프는 KS D 3514에 적합하여야 한다. 로프는 지름 16 ㎜ 이상을 사용하며, 강연선의 소선구는 6가닥으로 보통 Z형 꼬임(ϕ16이상 × 6 × 24)이어야 한다.

(2) 낙석방지망에서 사용되는 와이어로프는 파단하중에 따른 종류 중 G종과 A종을 사용한다. G종의 경우, 로프 지름이 16 ㎜일 때 117 kN 이상, 20 ㎜일 때 183 kN 이상의 파단하중을 견뎌야 하며 A종의 경우, 로프 지름이 16 ㎜일 때 126 kN 이상, 20 ㎜일 때 197 kN 이상의 파단하중을 견뎌야 한다. 소선 지름은 0.88 ㎜ 이며 아연 부착량은 G종의 경우 85 gf/㎡ 이상, A종의 경우 70 gf/㎡ 이상이어야 한다.

2.1.2 앵커볼트 및 너트

(1) 앵커볼트는 ISO 4017B, 너트는 KS B 1012에 적합한 제품이어야 한다.

(2) 조립구의 재질은 강재를 사용할 수 있다. 강재는 KS D 3503에 제시된 종류 중 SS400을 사용한다. 이때, 조립구와 와이어로프 사이의 인장력은 24.44 kN(2,500 kgf) 이상이 되어야 한다.

2.1.3 철망

(1) KS D 7036과 KS D 7018에 적합하여야 한다.
(2) 철망 심선의 지름은 3.2 ㎜ ~ 4 ㎜로 아연도금 후 PVC 코팅된 선지름이 4 ㎜ ~ 5 ㎜, 망눈의 치수가 50 ㎜ × 50 ㎜ 이상의 것을 사용한다.
(3) 아연 부착량은 국내에서 일반적으로 사용되는 SWMV-GS2종을 기준으로 할 때 심선지름 3.2 ㎜는 30 gf/㎡, 심선지름 4.0 ㎜는 35 gf/㎡ 이상이어야 한다.
(4) PVC 코팅망은 KS D 3552 규격에 적합한 경질염화비닐(0.3 ㎜)을 피복한 철망제품으로 KS D 7018의 V-G1에 적합한 제품이라야 한다.

2.1.4 결속선

(1) 결속선은 철망의 강도 이상의 재료를 사용한다.

2.1.5 수지(Resin)

(1) 록앵커 볼트에 충전 및 선단용으로 사용되는 수지는 양생 이후 낙석하중에 충분히 견딜 수 있는 부착강도가 확보되는 것이어야 한다.

2.1.6 지주

(1) H형강을 지주로 사용할 경우, KS D 3503에 제시된 종류 중 SS400을 사용하여야 한다. 재질의 인장강도는 400~510 MPa, 항복점은 245 MPa 이상이어야 하며 연신율은 17% 이상이어야 한다.
(2) 강재를 지주로 사용하는 경우 사용되는 재료는 KS D 3504의 SD300을 사용하여야 한다. 재질의 인장강도는 441 MPa ~ 598 MPa, 항복점은 294 MPa 이상이어야 한다.

2.2 구성품

내용 없음

2.3 장비

내용 없음

2.4 부속재료

내용 없음

2.5 배합
내용 없음

2.6 조립
내용 없음

2.7 마감
내용 없음

2.8 조립허용오차
내용 없음

2.9 자재품질관리
(1) 일반적인 낙석방지망에 사용되는 재료 이외의 것을 사용하여 낙석방지망을 구성하는 경우, 사용되는 재료는 낙석방지망의 성능을 충분히 발휘할 수 있도록 각 구성 재료가 충분한 강도 및 허용 변형 값을 만족하여야 하며, 각 재료는 표준화된 규격으로 정의되어야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

3.1.1 시공 전 검토사항
(1) 흡수가능 에너지의 확인
시공 전에 현장 비탈면의 낙석규모(낙석의 중량, 형태, 낙하높이, 비탈면의 경사, 암질, 비탈면의 상태 등)에 따른 낙석에너지를 검토하여 그 낙석에너지를 안전하게 흡수할 수 있는 구조의 낙석방지망을 설치하여야 하며, 필요한 흡수가능 에너지가 커서 표준형의 낙석방지망으로는 낙석을 방호할 수 없을 경우에는 에너지를 추가로 흡수할 수 있는 구조를 가지거나 완충구 등을 부착한 형태의 고에너지 흡수형 낙석방지망 형식을 사용할 수 있으며, 새로운 제원이나 형태를 가진 낙석방지망을 설계하거나 설치하고자 할 때에는 새로운 형식의 낙석방지망이 어느 정도까지의 에너지를 흡수가능한지 평가하여야 한다.
(2) 자재 제품자료
① 제조업자의 제품자료 및 설치지침서
② 사용 원재료의 재질 및 규격이 명시된 납품서 및 품질시험 성과표
(3) 시공 상세도면
① 낙석방지망의 설치 위치 등을 표시한 평면도 및 시공전개도
② 지주설치 상세도

(4) 낙석방지망의 품질확보를 위하여 수급인은 설치 전에 부속 재료별로 발주기관의 사전 공급원 승인을 받은 제품을 사용, 시공하여야 하며, 필요시 그 성능을 확인할 수 있는 시험을 실시하여 시험성적서를 제출하여야 한다.

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 시공일반

(1) 낙석방지망 설치 시에는 법면의 상단부에서 1 m ~ 2 m까지 벌목을 시행하고, 깎기면에 있는 뜬돌이나 이완이 심한 암반을 먼저 제거한 후 낙석방지망을 암반과 밀착시킨 후 견고하게 설치하여야 한다.

(2) 깎기면의 하단부에 낙석방지울타리가 설치된 경우에는 낙석방지망의 하단부 높이를 조절하여 설치한다. 이때, 낙석방지망의 하단부 높이는 낙석방지울타리의 높이까지로 한다. 낙석방지울타리가 없는 곳은 지면에서 1 m 정도 띄어 설치한다.

(3) 낙석방지망 상단부의 지반이 경암으로 구성된 경우, 깎기가 끝난 지점으로부터 2 m 이상, 토사나 풍화암으로 지반이 약한 곳은 5 m 이상 되는 지점에 D25 이상, 연장 1.5 m 이상의 고정핀을 사용하여 고정시킨다. 고정핀에 주입재를 주입할 때에는 반드시 강제적인 방법을 이용하여 충진시켜야 한다.

(4) 비포켓식 낙석방지망은 교차점마다 정착장치를 사용하여 깎기면에 고정핀으로 고정시켜야 한다. 이때, 고정핀을 시공하여야 하는 깎기면 내 위치의 암질이 불량하거나 파쇄대가 발달하여 고정핀이 기능을 발휘할 수 없을 것으로 판단되는 경우 고정핀의 위치를 약 1 m 이내로 이동하거나 고정핀 길이를 늘여서 설치하여야 한다.

(5) 비포켓식 낙석방지망의 상부와 좌·우측은 반드시 모두 주고정핀을 이용하여 깎기면에 고정시켜야 한다. 고정핀은 앞서 설명된 바와 같이 D25 이상, 연장 1.5 m 이상의 고정핀을 사용한다.

(6) 포켓식 방지망의 좌·우측은 D25 이상, 연장 1.5 m 이상의 주고정핀을 이용하여 깎기면에 부착하여야 한다. 포켓식 낙석방지망은 방지망이 연결되는 부분이나 일정 간격(약 60 ㎡ 이내)으로 D16 이상, 연장 0.5 m 이상의 보조고정핀을 사용하여 깎기면에 고정한다. 깎기면의 연장이 길어 낙석방지망을 연결하는 경우에는 반드시 0.5 m 이상 겹쳐야 하며 중앙부에 결속선을 이용하여 깎기면의 상부에서 하단부까지 전구간에 걸쳐 연결하여야 하며 보조고정핀을 사용하여 깎기면에 부착시킨다.

(7) 앵커볼트는 암반의 절리를 점검하여 천공깊이와 간격을 결정한 후 천공구멍 내 앵커볼트를 삽입한 후 선단 및 충전용 수지를 주입하여야 하며, 수지 주입 후 24시간 이상 양생한 다음 작업을 하여야 한다. 이때 천공 구멍 내 잔류 분진은 앵커볼트와 수지 간 부착에 영향이 없도록 에어를 사용하여 청소하여야 한다.

(8) 선단 및 충전용 수지 주입 후 앵커볼트와 암반이 일체가 되도록 시공한 후 조립구와 와이어 로프를 설치하여야 한다.
(9) 낙석방지망의 설치 위치와 범위를 현장실정에 적합하도록 검토하여 공사감독자와 사전 협의를 거친 후 낙석방지망을 설치하여야 한다.
(10) 낙석방지망은 낙석의 규모(낙석의 중량, 형태, 낙하높이, 비탈면의 경사, 암질, 비탈면의 상태 등)에 따른 낙석에너지를 검토하여 그 낙석에너지를 안전하게 흡수할 수 있는 구조의 낙석방지망을 설치하여야 한다.
(11) 작업 전 안전교육을 실시하고, 안전에 이상이 없도록 조치를 취한 후, 작업에 임하여야 한다.

3.3.2 고정핀

(1) 고정핀은 주고정핀과 보조고정핀으로 구별되는데, 주고정핀은 와이어로프의 끝부분을 암반에 고정시키는데 사용되며, 보조고정핀은 로프가 교차하는 지점의 조립구나 인근 부분에 설치한다.
(2) 고정핀의 시공은 고정핀의 지름보다 큰 D35 내외로 천공하고 고정핀을 심은 후 주입재(모르타르, 에폭시 등을 사용)를 주입하는 순서로 진행된다. 모르타르를 주입재로 사용할 경우 시멘트 : 모래 : 물의 배합비는 1 : 1 : 1로 한다.
(3) 주고정핀의 규격은 D25 이상, 길이 1.5 m 이상이며, 보조고정핀의 경우 D16 이상, 길이 0.5 m 이상의 형식을 갖는다. 깎기면의 상부와 좌·우측의 고정핀은 와이어로프에 힘이 작용하는 방향의 반대 방향으로 표면에 직각으로부터 15° 정도 경사지도록 시공한다.

3.3.3 지주

(1) 지주는 포켓식 낙석방지망의 상단부에 낙석입구를 설치할 경우, 종로프를 깎기면 상단에 고정시켜 깎기면 하단으로 늘어뜨리는 역할을 한다. 지주는 예상 낙석의 규모에 따라 낙석 규격이 클 경우에는 H150×75×5×7 ㎜ 규격인 H형강을 높이 1.5 m 이상의 것을 사용하고, 낙석 규격이 작을 경우에는 지름 25 ㎜ 이상, 길이 2 m 이상의 강봉을 깊이 1 m의 깎기면 지반 중에 매설, 정착시키고 지면 위로는 1 m 이상 띄어 설치한다.
(2) 지주는 하단으로 떨어지는 로프와 깎기면상단의 후방 2 m ~ 3 m에서 D22 이상, 연장 1.5 m 이상의 철근에 고정되는 로프가 연결되어 낙석이 종로프와 충돌할 경우 로프의 구조를 지탱하는 역할을 한다. 반면, 낙석입구가 필요 없는 곳은 상단부 지면에서 고정핀을 사용하여 낙석방지망을 깎기면에 부착시킨다. 이때, 보조고정핀을 사용하기도 한다.

3.3.4 결속선

(1) 결속선은 망과 망이 겹치는 부위와 망과 와이어로프가 겹치는 부위를 접합할 경우에 사용하는 것으로 망의 강도 이상을 가진 재료를 사용하여 풀리지 않도록 0.6 m 이상

연속해서 망눈에 맞추어 망눈 마다 감아주어야 한다. 망과 망이 겹치는 부위는 0.5 m 이상 겹쳐야 하며 포개진 구간의 중앙부에 깎기면 상부로부터 하단부까지 전구간에 걸쳐 연결하여야 한다.

(2) 망과 와이어로프가 겹치는 부분의 경우 비포켓식 낙석방지망은 조립구와 조립구 사이의 중앙부에 0.6 m 연속으로 결속하며 포켓식 낙석방지망은 횡방향과 종방향 모두 와이어로프를 따라가며 경간 길이의 20% 만큼 고르게 망눈 마다 결속하여야 한다.

3.3.5 조립구

(1) 포켓식의 경우에 에폭시 등을 주입하여 와이어로프의 이완을 없애도록 한 조립구를 사용하며 비포켓식 낙석방지망은 조립구와 고정핀으로 고정하며 조립구와 와이어로프 사이의 인장력은 24.44 kN 이상이 되어야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 75 05 : 2016

낙석방지망

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 75 10 : 2016

낙석방지울타리

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 75 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 75 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국시설안전공단
작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 와이어로프 ····· 1
2.1.2 철망 ····· 1
2.1.3 고정구 볼트・너트 ····· 2
2.1.4 결속선 ····· 2
2.1.5 지주 ····· 2
2.1.6. 보조지주 ····· 2
2.1.7 고정구 ····· 2
2.1.8 스플라이스와 소켓 ····· 2
2.1.9 재료 품질관리 ····· 3
3. 시공 ····· 3
3.1 시공조건확인 ····· 3
3.1.1 시공 전 검토사항 ····· 3
3.2 작업준비 ····· 4
3.3 시공기준 ····· 4
3.3.1 시공일반 ····· 4
3.3.2 지주의 제작 ····· 4
3.3.3 지주의 설치 ····· 5
3.3.4 울타리의 설치 ····· 5

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 비탈면에서 낙석 등에 의한 사고를 방지하기 위하여 시공하는 낙석방지울타리 설치 공사에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS B 1002 6각 볼트
- KS B 1012 6각 너트 및 6각 낮은너트
- KS D 2330 주물용 알루미늄 합금 잉곳
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS D 3514 와이어로프
- KS D 7018 체인 링크 철망
- KS D 7036 염화 비닐 피복 철선
- KS D 3552 철선

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 와이어로프

(1) 와이어로프의 외접원지름은 18 ㎜ 이상으로 절단하중은 157 kN 이상이어야 한다. 아연도금부착량은 소선에 대해 230 gf/㎡ 이상이어야 하며 기타 규격은 KS D 3514 와이어로프를 따라야 한다.

(2) G종의 경우는 183 kN, A종의 경우는 197 kN 이상의 하중을 견뎌야 한다.

(3) 아연 부착량은 소선에 대해 G종의 경우 85 gf/㎡ A종의 경우 70 gf/㎡ 이상이어야 한다.

2.1.2 철망

(1) 철망은 KS D 7036과 KS D 7018에 적합하여야 한다.

(2) 철망 심선의 지름은 3.2 ㎜ ~ 4 ㎜로 아연도금 후 PVC 코팅한 선의 지름은 4 ㎜ ~ 5 ㎜이며 망눈의 치수는 50 ㎜ × 50 ㎜ 이상의 것을 사용한다.

(3) 아연의 부착량은 SWMV-GS2종을 기준으로 할 때 심선지름 3.2 ㎜는 30 gf/㎡, 심선지름 4.0 ㎜는 35 gf/㎡ 이상이어야 한다.
(4) PVC 코팅망은 KS D 3552 규격에 적합한 경질염화비닐(0.3 ㎜)을 피복한 철망제품으로 KS D 7018의 V-G1에 적합한 제품이라야 한다.

2.1.3 고정구 볼트·너트

(1) 고정구 볼트·너트는 KS B 1002와 KS B 1012에 적합한 제품을 사용하여야 한다.

2.1.4 결속선

(1) 결속선은 철망의 강도 이상의 재료를 사용한다.

2.1.5 지주

(1) 지주에 사용하는 강관, 형강 및 기타 자재는 KS D 3503의 SS400에 적합하거나 또는 동등 이상의 제품이라야 한다. 재질의 인장강도는 400~510 MPa, 항복점은 245 MPa 이상이어야 하며, 연신율은 17 % 이상이어야 한다.
(2) 강재의 아연부착량은 편면 600 gf/㎡ 이상이어야 한다.

2.1.6 보조지주

(1) 보조지주는 단부지주와 중간지주, 또는 중간지주와 중간지주 사이의 중간지점에 설치한다.
(2) 보조지주로 사용되는 재료로는 너비 50 ㎜ 이상, 폭 20~50 ㎜, 두께 1.6 ㎜ 이상인 각파이프 또는 너비 50 ㎜ 이상, 두께 4.5 ㎜ 이상인 평철을 사용하며 U형 볼트를 이용하여 와이어로프와 고정한다.

2.1.7 고정구

(1) U형 볼트와 너트로 구성된 고정구는 중간지주와 와이어로프, 보조지주와 와이어로프를 고정하는 장치로 규격은 M20 × 45, 아연도금한 것을 사용한다.
(2) 고정구는 주물용 알루미늄 합금 지금으로 KS D 2330의 AC4C.2로서 인장하중 1,300 ㎏f 이상, 압축하중 4,700 ㎏f 이상이어야 한다.

2.1.8 스플라이스와 소켓

(1) 스플라이스와 소켓은 와이어로프를 단부지주에 고정하는 장치로 스플라이스바의 지름은 25 ㎜, 길이는 1 m ~ 2 m로 아연도금된 것을 사용하며, 소켓은 주철제에 아연도금된 것을 사용하되 와이어로프와 연결하여 인장시험 시 와이어로프가 파단하더라도 파괴가 일어나지 않는 구조와 재질로 된 것을 사용하며, 스플라이스바와 소켓의 연결은 별도의 너트를 사용하는 구조로 된 것을 사용한다.

2.1.9 재료 품질관리

(1) 일반적인 낙석방지울타리에 사용되는 재료 이외의 것을 사용하여 낙석방지울타리를 구성하는 경우, 사용되는 재료는 낙석방지울타리의 성능을 충분히 발휘할 수 있도록 각 구성 재료가 충분한 강도 및 허용 변형 값을 만족하여야 하며, 각 재료는 표준화된 규격으로 정의되어야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

3.1.1 시공 전 검토사항

(1) 이 규정에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공 계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(2) 자재 제품자료

① 제조업자의 제품자료 및 설치 지침서

② 사용 원재료의 재질 및 규격이 명시된 납품서 및 품질시험 성과표

(3) 시공 상세도면

① 낙석방지울타리의 설치위치, 지주간격 등을 표시한 평면도 및 시공전개도

② 비탈면과 울타리의 설치높이 등을 표시한 횡단면도

③ 지주 설치상세도

(4) 흡수가능 에너지의 확인

낙석이 낙석방지울타리를 뛰어 넘지 않도록 적정한 높이와 이격거리를 결정한 후 울타리의 허용범위 내에서 흡수가능 에너지를 결정하여 낙석에너지와 비교하여 설계하며 기초의 안정성에 대해 검토하여야 한다. 이 시방은 흡수가능 에너지 48 kJ, 61 kJ의 표준적인 낙석방지울타리의 설치에 대하여 기술하였으므로 시공 전에 현장 비탈면의 낙석 규모(낙석의 중량, 형태, 낙하높이, 비탈면의 경사, 암질, 비탈면의 상태 등)에 따른 낙석에너지를 검토하여 그 낙석에너지를 안전하게 흡수할 수 있는 구조의 낙석방지울타리를 설치하여야 하며, 필요한 흡수가능 에너지가 커서 표준형의 낙석방지울타리로서는 낙석을 방호할 수 없을 경우에는 에너지를 추가로 흡수할 수 있는 구조를 가지거나 새로운 형태의 고에너지 흡수형 낙석방지울타리 형식 또는 낙석방지 옹벽을 사용할 수 있으며, 새로운 제원이나 형태를 가진 낙석방지울타리를 설계하거나 설치하고자 할 때에는 새로운 형식의 낙석방지울타리가 어느 정도까지의 에너지를 흡수가능한지 검증 후 사용하여야 한다.

(5) 낙석방지울타리의 품질확보를 위하여 수급인은 설치 전에 부속 재료별로 발주기관의 사전 공급원 승인을 받은 제품을 사용, 시공하여야 하며, 필요시 그 성능을 확인하여야 한다.

3.2 작업준비

(1) 낙석방지울타리를 시공하기 전에 깎기비탈면은 설계도서에 규정된 토공작업 및 비탈면 보호시설을 완료하여 공사 중 낙석이나 비탈면 붕괴로 인한 안전사고를 사전에 예방하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 시공일반

(1) 낙석방지울타리가 설치되는 L형 옹벽의 배면에는 울타리 지주의 기초 콘크리트 시공을 위해 일정한 간격으로 철근을 노출시키고 L형 옹벽 뒤채움 후 고정구를 사용하여 지주에 와이어로프를 견고하게 고정하여 로프가 유동하지 않도록 하여야 한다.
(2) 와이어로프는 팽팽하게 당겨 견고하게 설치하여야 하며 시공완료 후 초기장력이 5500 kg /개를 유지하도록 설치하여야 한다.
(3) 수급인은 반드시 낙석방지망의 설치위치와 범위를 현장실정에 적합하도록 검토하여 공사감독자와 사전협의를 거친 후 낙석방지망을 설치하여야 한다.
(4) 지주기초의 시공을 할 때는 주변의 지반이 이완되거나 활동하지 않도록 하여야 한다.
(5) 와이어로프는 지름 18 ㎜의 케이블을 표준으로 사용하며 울타리 지주의 직선부에 0.3 m 간격으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 낙석방지울타리의 성능을 강화하기 위한 목적으로 0.2 m 간격으로 좁혀 설치할 수 있다.
(6) 와이어로프는 각 지주에 구멍을 뚫어 와이어로프를 통과시키고 단부지주에서 인장을 주어 고정시키는 방법과 표준도의 와이어 고정구를 사용하는 방법, 그리고 M1 2 ㎜ 이상의 볼트 등을 사용하여 와이어로프를 지주에 고정시키는 방법 등이 있다. 이때, 볼트 등은 H형강의 중앙부에 설치할 수 없으므로 좌·우측을 번갈아 배치한다.
(7) PVC 코팅망을 설치 시에는 와이어로프에 무리한 힘을 주어서는 안 되며 지주와 고정구, 와이어로프를 완전히 일치시킨 후 팽팽히 당겨 늘어짐이 없도록 견고하게 설치하여야 한다.
(8) 발파암 및 풍화암 등 혼합고의 높이가 6 m 이상인 경우 현장여건에 따라 낙석방지망을 설치하며, 6 m 이하의 구간이라도 낙석이 우려될 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 설치 할 수 있다.
(9) 기초 콘크리트는 설계도서에 의해 거푸집을 설치하여 재료분리가 일어나지 않도록 시공하여야 한다.
(10) 유지관리 및 와이어로프 장력유지를 위하여 단부지주는 100 m 이내로 하여야 한다.
(11) 철망과 와이어로프는 경간 길이의 20% 이상 결속해 주어야 한다.

3.3.2 지주의 제작

(1) 지주의 직선부는 이음매가 없는 것을 사용하여야 한다.

(2) 지주의 상단부는 설계도에 명시된 길이만큼 종방향으로 꺾이도록 제작하여 낙석이 떨어지는 것을 예방할 수 있는 구조로 한다.

3.3.3 지주의 설치

지주의 간격은 설계도에 명시된 경간의 길이를 초과하지 않는 범위 내에서 동일한 간격을 유지하도록 하고, 시점, 종점, 변곡점 및 경사 변환점에는 지주를 반드시 설치하여야 한다.

(1) 흙속에 설치하는 경우(단독기초)
   ① 기초 저부에는 지주가 침하하지 않도록 기초용 잡석을 깔고 다짐하여야 한다.
   ② 매립되는 지주 하부는 보강철물을 서로 교차되도록 용접하여 지주가 기초에 견고히 고정되도록 한다.
   ③ 기초 콘크리트는 반드시 규정된 거푸집을 설치한 후 타설하여야 하며, 지면 위로 50 ㎜ 정도 노출되도록 하고 상단의 노출면은 물이 스며들지 않도록 중앙부에서 단부방향으로 2% 정도 경사를 주어 매끈하게 마감한다.
   ④ 되메우기는 기초가 완전히 경화한 후 시행하며, 1층의 두께가 0.2m를 넘지 않도록 충분히 다지면서 되메워야 한다.

(2) 옹벽 등 구조물에 설치하는 경우(연속기초)
   ① 지주의 설치는 콘크리트 타설시 매립을 원칙으로 한다.
   ② 현장여건 및 작업여건상 ①에 의한 시공이 어려운 경우에는 기초볼트를 설치하는 방법 또는 콘크리트 타설 전 지주구멍을 미리 설치한 후 본 공사 시 지주를 타입하는 방법 등으로 시공할 수 있다.

(3) 낙석방지울타리에 사용되는 중간지주는 H150×75×5×7 ㎜ 단위 규격 이상의 단면계수를 갖는 H형강으로 직선부가 2.5 m 이상의 연장을 가지며 상단의 곡선부가 0.5 m 이상의 연장을 가지는 것을 이용한다. 지주의 간격은 2~3 m 간격으로 설치하며 단부지주를 매 60~100 m마다 설치한다.

(4) 단부 지주는 H150×150×7/10 ㎜ 단위 규격의 H형강이나 □150×150×4.5 ㎜ 단위 규격의 □형강을 주로 사용하며 필요에 따라 다른 규격을 사용할 수 있다.

(5) 중간지주는 H150×75×5×7 ㎜ 단위규격 이상의 단면계수를 갖는 H형강으로 직선부가 2.5 m 이상의 연장을 가지며 상단의 곡선부가 0.5 m 이상의 연장을 가지는 것을 사용한다.

(6) 흡수가능 에너지를 61 kJ 정도로 증가시켜 낙석방지울타리의 성능을 강화할 필요가 있을 경우에는 중간지주를 H200×100×8×12 ㎜ 이상인 H형강을 중간지주로 사용하고, 단부 지주는 H200×200×8×12 ㎜ 이상의 H형강이나 □ 175×5.0 ㎜, □ 200×200×4.5 ㎜ 단위 규격 이상의 □형강을 사용한다.

3.3.4 울타리의 설치

(1) 설치작업 시 철망의 피복이나 부속자재의 도금면이 손상을 입지 않도록 주의하여야 한다.

(2) 낙석방지망과 낙석방지울타리를 동시에 사용할 경우에는 반드시 망의 하단높이와 울타리의 상단높이를 동일하게 하여야 한다.

(3) 지형 등의 이유로 연속적으로 길게 설치할 수 없을 경우나 100 m 이상 설치가 필요할 경우에는 낙석방지울타리를 나누어 설치하며 이 경우에 새로 시작되는 울타리의 단부와 0.3 m 이내의 이격을 두고 붙여서 설치하여야 한다. 이때 단부의 틈은 낙석이 새어나오지 않도록 철망 등으로 막아야 한다.

(4) 낙석방지울타리를 부득이하게 독립기초를 사용하게 될 경우에는 단부는 2경간 이상의 연속기초를 사용하여야 한다.

(5) 새로운 제원이나 형태를 가진 낙석방지울타리를 설계하거나 설치할 때에는 새로운 형식의 낙석방지울타리가 어느 정도 에너지를 흡수하는지 평가하여야 한다.

(6) 낙석형상이 날카롭거나 송곳 모양인 경우는 낙석이 와이어로프사이로 빠져나가는 경우가 있으므로 보조지주를 설치하여 로프의 일체화와 함께 울타리의 흡수에너지를 증가시켜야 한다. 보조지주는 너비 50 ㎜ 이상, 폭 20 ㎜ ~ 50 ㎜, 두께 1.6 ㎜ 이상인 각 파이프를 사용하며 볼트 등을 이용하여 와이어로프를 고정한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 75 10 : 2016

낙석방지울타리

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 75 15 : 2016

낙석방지옹벽

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 건축공사 표준시방서에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 75 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 75 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국시설안전공단
작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 관련 기준 ····· 1

1.3 지급자재 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 자재 ····· 1

2.1 재료 ····· 1

3. 시공 ····· 1

3.1 시공조건확인 ····· 1

3.2 작업준비 ····· 1

3.3 시공기준 ····· 1

3.3.1 일반사항 ····· 1

3.3.2 철근 ····· 2

3.3.3 수축이음・신축이음 ····· 2

3.3.4 배수 ····· 2

3.3.5 현장 품질관리 ····· 2

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 낙석에 의한 피해를 방지하기 위한 콘크리트 옹벽, 돌망태 옹벽 등의 시공에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KCS 11 80 05 콘크리트 옹벽
- KCS 11 80 15 돌망태옹벽

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

(1) 낙석방지옹벽의 재료는 KCS 11 80 05와 KCS 11 80 15의 재료와 같다. 단, 콘크리트 옹벽의 경우, 콘크리트 강도는 설계에 따른다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

내용 없음

3.2 작업준비

(1) 지형 등을 고려하여 낙석이 발생할 가능성을 높은 위치를 파악하고 그 위치에는 신축이음 등의 구조적인 취약부를 시공하지 않도록 한다.

(2) 옹벽 기초바닥면의 지지력이 설계기준을 만족하는 지를 평판재하시험 등을 통하여 검토하여야 하며 필요시 보강하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 일반사항

(1) 낙석방지옹벽의 시공은 KCS 11 80 05와 KCS 11 80 15의 일반적인 시공방법과 같다. 일반 옹벽과 다른 시공내용은 다음과 같다.

3.3.2 철근

(1) 옹벽에는 건조수축 및 온도변화에 의해 발생하는 균열을 방지하기 위하여 다음과 같이 철근을 옹벽의 지표 밖 노출면에 배치하는 것이 좋다.
   ① 연직방향 철근비는 옹벽 유효길이분의 옹벽 저면의 면적비에 대해서 0.0015 이상으로 한다.
   ② 수평방향 철근비는 매설길이방향의 단면적에 대하여 0.0025 이상으로 한다.

(2) 조립철근은 강성을 확보할 수 있도록 충분하게 배치한다.

(3) 철근의 끝부분은 반원형의 후크 또는 직각 후크까지이며, 확실하게 정착을 하여야 한다.

3.3.3 수축이음 · 신축이음

(1) 옹벽에는 표면에 V자형의 홈을 파서 수축을 방지하기 위한 수축이음을 설치하는데 이때 설치간격은 9 m 이하이어야 한다. 홈을 팔 때 철근을 손상시켜서는 안 된다.

(2) 옹벽 길이 방향으로 20 m(중력식, 반중력식 옹벽은 10 m) 이하마다 신축이음을 설치하되 지형을 고려하여 낙석의 충격이 작을 것이라고 판단되는 위치에 설치한다.

(3) 신축이음부는 연결재, 채움재(Joint filler), 밀봉재(Joint sealing) 및 부대품을 설치하고 옹벽상단에 난간 등이 설치될 경우, 난간도 절단하여야 한다.

(4) 채움재는 기 타설된 콘크리트 면에 충분히 밀착시켜 수밀성이 확보되도록 하여야 하며, 다음 구간의 콘크리트 타설시 뜨거나 밀리지 않도록 단단하게 고정시켜야 한다.

3.3.4 배수

(1) 지형 등을 고려하여 옹벽 배면에 지표수와 지하수가 많을 것이라고 생각되는 경우에는 배수구멍과 수발공 및 필요한 배수설비를 시공하여야 하며 이들의 치수와 구조 등은 현장의 상황에 적합하게 결정하여야 한다.

3.3.5 현장 품질관리

(1) 낙석방지옹벽의 품질관리는 KCS 11 80 05와 KCS 11 80 15의 품질관리와 같다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 75 15 : 2016

낙석방지옹벽

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 75 20 : 2016

피암터널

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 75 20 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 75 20 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 시스템 설명 ····· 1
1.6 시스템 허용오차 ····· 1
1.7 제출물 ····· 1
1.8 공사기록서류 ····· 1
1.9 품질보증 ····· 1
1.10 운반, 보관, 취급 ····· 1
1.10.1 콘크리트의 배합 및 운반 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 콘크리트 ····· 2
2.1.2 프리캐스트 콘크리트 부재 ····· 2
2.1.3 강재 피암터널 ····· 2
2.1.4 완충재 ····· 2
2.1.5 모래 ····· 3
2.1.6 폐 타이어 ····· 3
2.1.7 EPS(발포폴리스티렌) ····· 3
3. 시공 ····· 3
3.1 시공조건확인 ····· 3
3.2 작업준비 ····· 3
3.3 시공기준 ····· 3
3.3.1 깎기 ····· 3

3.3.2 기초지반 ····· 3
3.3.3 뒤채움 ····· 4
3.3.4 콘크리트 피암터널의 시공 ····· 4
3.3.5 배수 및 방수 ····· 4
3.3.6 프리캐스트 피암터널의 시공 ····· 4
3.3.7 강재 피암터널의 시공 ····· 5
3.4 시공허용오차 ····· 5
3.5 보수 및 재시공 ····· 5
3.6 현장품질관리 ····· 5
3.6.1 콘크리트 피암터널의 품질관리 ····· 5
3.6.2 강재 피암터널의 품질관리 ····· 6

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 낙석, 토사 및 암반붕괴로부터 도로 및 철도 등의 구조물과 인명을 방호하기 위한 RC, PC, 강재 및 혼합형 등으로 이루어진 피암터널의 시공에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KDS 11 10 15 땅깎기
- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KS A 1513 포장용 발포 폴리스티렌 완충재
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
- KS F 2405 콘크리트의 압축 강도 시험 방법

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 시스템 설명

내용 없음

1.6 시스템 허용오차

내용 없음

1.7 제출물

내용 없음

1.8 공사기록서류

내용 없음

1.9 품질보증

내용 없음

1.10 운반, 보관, 취급

1.10.1 콘크리트의 배합 및 운반

(1) 콘크리트는 설계조건을 만족시키며, 재료분리 및 공극이 발생되지 않을 정도의 워커빌리티를 갖도록 배합을 정하여야 한다.

(2) 배합된 콘크리트는 비빈 후 가능한 한 빨리 타설하여야 한다. 비빈 후 타설이 완료할 때까지의 시간은 외기 온도가 25 ℃ 이상인 경우에는 1.5시간, 25 ℃ 이하일 때에는 2시간을 초과하여서는 안 된다. 단, 지연제를 사용하는 경우에는 콘크리트의 품질의 변동이 없는 범위 내에서 책임기술자의 승인을 얻어 상기의 시간제한을 조정할 수 있다.

(3) 콘크리트의 현장배합은 시방배합을 기준으로 사용재료, 타설방법 등을 고려하여 결정하여야 한다.

(4) 배치플랜트 배합콘크리트는 재료의 분리, 손실, 이물질의 혼입이 생기지 않는 방법으로 운반하여야 한다. 운반에는 교반기(Agitator)가 부착된 운반차를 사용하여야 하며, 기타의 운반방법에 의할 때는 운반방법의 적정성을 검증하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 콘크리트

(1) 콘크리트 재료에 관한 사항은 KCS 14 20 10을 따른다.

2.1.2 프리캐스트 콘크리트 부재

(1) 콘크리트의 기준강도는 도면 또는 전문시방서에 따르되 30 MPa 이상으로 한다.

(2) 치밀하고 고강도의 콘크리트가 요구될 경우에는 시멘트 무게의 10% 미만으로 포조란 혼화재를 유용화제와 함께 혼합할 수 있다.

(3) 부재는 명시된 치수, 형상대로 제작된 것이어야 한다.

2.1.3 강재 피암터널

(1) 강재는 연성이 크고 휨과 용접 등의 가공성이 양호한 강재를 사용하여야 한다.

(2) 강재의 재질은 KS D 3503에 규정된 SS400을 표준으로 하며 이와 동등 이상의 성능을 발휘하는 구조용 강재로 한다.

(3) 강재는 작용하중, 피복덮개 등을 고려하여 적절한 단면과 치수가 되도록 제작하여야 한다.

(4) 강지보재의 이음 개소는 거치 및 시공성을 고려하여 정하되 이음개소를 최소화하고 구조적으로 유리한 곳에서 견고하게 체결될 수 있도록 제작하여야 한다.

2.1.4 완충재

(1) 낙석이 피암터널의 지붕에 떨어졌을 때의 충격을 완화시키기 위한 완충재로는 모래와 폐타이어를 주로 사용하며 EPS도 사용할 수 있다.

2.1.5 모래

(1) 완충재로 사용할 모래층은 인력으로 느슨하게 포설한다.

표 2.1-1 완충모래의 품질기준

단위중량(MN/㎥)	함수비(%)	침입깊이(㎜)	비고
15.4	0.4	37	1.5 m 높이에서 자유낙하시켜서 포설
15.6	0.3	24	1.2 kN의 롤러로 5회 왕복 다짐
15.7	1.1	21	200 ℓ의 물을 뿌림

2.1.6 폐 타이어

(1) 가볍고 탄성이 좋은 폐타이어를 사용한다.

2.1.7 EPS(발포폴리스티렌)

(1) 발포폴리스티렌은 KS A 1513에 규정된 제품을 사용한다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

내용 없음

3.2 작업준비

(1) 지형 등을 고려하여 낙석, 토사 및 암반붕괴가 발생할 가능성이 높은 위치를 파악한다.

(2) 피암터널은 사용재료 및 구조형식에 따라서 콘크리트 피암터널(마제형, 라멘구조형 등), 강재 피암터널 등이 있으며, 설계가 현장의 조건에 부합되는 형식이 선택되었는지 확인한다.

3.3 시공기준

3.3.1 깎기

(1) 피암터널을 시공하기 위한 깎기는 KDS 11 10 15의 해당규정을 따른다.

3.3.2 기초지반

(1) 피암터널이 놓일 기초지반은 구조물 및 뒤채움 하중을 포함한 전체 상부하중에 대하여 충분한 지지력을 가져야 하며, 과도한 침하를 유발해서는 안 된다.

(2) 상부토피 두께의 변화에 따른 구조물의 부등침하를 예상하여 구조물 바닥면에 일정량의 캠버를 둘 수 있다. 이때, 캠버의 양은 구조물 총 길이의 1% 이내로 한다.

3.3.3 뒤채움

(1) 콘크리트 피암터널은 뒤채움시 별도의 다짐을 실시하지 않으나 강재 피암터널의 경우는 1층 다짐 완료 후 두께가 0.2 m 이하이어야 하며, 그 밀도는 3층 또는 50 ㎥마다 KS F 2312의 C, D 또는 D방법으로 구한 최대건조밀도의 95% 이상이 되어야 한다.

(2) 강재 피암터널의 뒤채움부 다짐작업 중에는 강재 및 강판벽체로부터 0.6 m 이내에 다짐장비를 제외한 중장비의 주행을 엄격히 통제하여야 한다. 측면다짐 시 다짐장비는 구조물 길이방향과 나란하게 주행시켜야 하며, 상부다짐 시에는 피암터널 길이방향과 직각으로 주행시키도록 한다.

3.3.4 콘크리트 피암터널의 시공

(1) 콘크리트 타설 시에는 재료분리가 생기지 않고, 골고루 채워져서 공극이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(2) 건조수축에 의한 균열이 발생하지 않을 길이로서 정해진 당해 타설분량의 콘크리트는 연속하여 타설하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않는 타설속도를 유지하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설 후 바이브레타 등을 이용하여 다짐을 시행하여야 한다.

(4) 콘크리트 타설에 슈트 혹은 벨트컨베이어 등을 사용할 경우에는 공사감독자의 지시를 받아야 한다.

(5) 용수 혹은 유수에 의하여 콘크리트의 품질이 저하되지 않도록 적절한 방법을 강구하여야 한다.

(6) 타설된 콘크리트는 경화에 필요한 온도 및 습도를 유지하며 양생하여야 한다.

(7) 콘크리트의 건조수축으로 인한 균열을 방지하기 위해 적절한 간격으로 수축이음부를 두어야 한다.

(8) 콘크리트에는 균열발생이 최소가 되도록 시공 시 주의하여야 하며 균열발생이 예상되는 구간에는 필요한 대책을 강구하여야 한다.

(9) 터널내부와 외부의 온도 차이에 의한 영향으로 신축이음이 필요한 경우에는 신축이음을 둘 수 있다.

3.3.5 배수 및 방수

(1) 피암터널 상부의 지표수가 피암터널 벽면을 따라 흐르지 않도록 원활한 배수처리를 하여야 하며, 흙과 접하는 구조물 바깥 면에는 적절한 방수재를 시공하여야 한다.

(2) 강우 시 피암터널 전후구간의 노면수가 터널 내 포장면으로 유입되지 않도록 입·출구부에 집수정을 설치하고 원활한 배수가 되도록 하여야 한다.

3.3.6 프리캐스트 피암터널의 시공

(1) 프리캐스트 콘크리트 부재의 운반과 설치는 부재에 손상을 주지 않도록 하여야 한다.

(2) 프리캐스트 콘크리트 부재는 하중보다 용량이 큰 기계적인 양중장비를 사용하여 제자리에 정밀하게 세워 설치하여야 한다.

(3) 프리캐스트 콘크리트 부재는 항시 직립위치를 유지하게 하고, 부재의 조작은 부재에 과재응력이나 손상이 가지 않는 요령으로 명시된 양중장치나 쿠션패드를 사용하여야 한다.
(4) 프리캐스트 콘크리트 부재는 시공허용오차 내로 설치하여야 한다. 부재는 힘의 편심작용이 없게 정확한 위치에 세우고, 지지면과 완전하고 균등하게 접합되게 하여야 한다.
(5) 정착과 접합을 위한 용접과 볼팅은 설계도서에 명시된 대로 하여야 한다. 현장용접과 마멸된 장재표면은 부분도장을 하여야 한다.
(6) 설치가 완성되었을 때 부재가 수직, 수평, 사각 및 선에 맞고 각과 연단은 구조물선에 평행하여야 한다.
(7) 설계도서에 명시된 대로 소음방지봉함을 시공하고, 밀착된 봉함이 되도록 15 % 이상 압축하여야 한다.
(8) 설계도서에 명시된 대로 충전재를 제자리에 설치하여야 한다.

3.3.7 강재 피암터널의 시공

(1) 강지보재 기초부에 전달되는 하중이 큰 경우에는 충분한 지지력을 제공할 수 있는 바닥보강 콘크리트 받침을 사용하여야 한다.
(2) 경사 또는 굴착면이 튀어나와 강지보재의 설치가 곤란한 경우에는 튀어나온 부분을 제거한 후 설치하여야 하며 깎기면의 안정을 위하여 필요시 깎기면에 콘크리트 뿜어붙이기를 실시한 후 강재 피암터널을 시공할 수 있다.
(3) 시공된 강지보재를 수정하여야 할 경우에는 1조 단위로 하여야 한다.

3.4 시공허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

3.6.1 콘크리트 피암터널의 품질관리

(1) 콘크리트 피암터널의 두께는 설계두께 이상이 되도록 관리하여야 하며 국소부위는 0.1 m 또는 설계두께의 1/3값 중 작은 값을 초과하지 않는 범위 내의 시공오차를 허용할 수 있다.
(2) 콘크리트의 강도는 3회 이상의 시험결과로 판정하되 시험재령 28일 강도가 설계강도 이상이어야 하며, 1차 시험에서 미달될 경우 좌우 5 m 범위 내에서 재시험을 실시하고 그 결과가 설계강도에 미달할 경우 두께증가 등의 보완시공 또는 재시공하여야 한다.
(3) 시공 중 또는 시공 후 표 3.6-1과 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 3.6-1 콘크리트 라이닝 품질관리 내용

관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도	비고
시공정확도 두께 균열, 변형	• 소정의 위치에 철근 및 거푸집 설치상태 • 콘크리트 라이닝두께 관리 • 콘크리트 라이닝 타설 후 균열, 변형상태	• 시공 전 • 시공 전 및 시공 직후 • 시공 후 수시	
슬럼프시험	콘크리트 슬럼프값	필요할 때마다	KS F 2402
압축강도시험	콘크리트 압축강도		KS F 2405

3.6.2 강재 피암터널의 품질관리

(1) 강재 피암터널의 시공 전 및 시공 후 표 3.6-2와 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 3.6-2 강재 피암터널의 현장품질관리 사항

관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도
형상 및 치수	소정의 형상 및 치수대로 가공되었는가의 확인	물품반입 시
변형 및 손상	변형 및 녹 등의 이물질 부착여부 확인	시공 전
시공정확도	소정의 위치, 수직도, 높이 등을 확인	시공 직후
이음 및 연결상태	이음볼트 및 연결재 등의 시공상태 확인	시공 직후

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 75 20 : 2016

피암터널

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 75 25 : 2016

토석류 대책시설

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 하천공사 표준시방서, 도로공사 표준시방서, 건설환경관리 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 75 25 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 75 25 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 시스템 설명 ····· 1
1.6 시스템 허용오차 ····· 1
1.7 제출물 ····· 1
1.7.1 시공계획서 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 콘크리트 ····· 2
2.1.2 강재 ····· 2
2.1.3 와이어로프 ····· 2
2.1.4 기타재료 ····· 2
2.2 구성품 ····· 2
2.3 장비 ····· 2
2.4 부속재료 ····· 2
2.5 배합 ····· 2
2.6 조립 ····· 3
2.7 마감 ····· 3
2.8 조립허용오차 ····· 3
2.9 자재품질관리 ····· 3
2.9.1 콘크리트 ····· 3
2.9.2 강재 ····· 3
3. 시공 ····· 3

3.1 시공조건 확인 ····· 3
3.1.1 시공 전 검토사항 ····· 3
3.2 작업준비 ····· 4
3.3 시공기준 ····· 4
3.3.1 시공일반 ····· 4
3.3.2 계곡막이 ····· 4
3.3.3 토석류 차단시설 ····· 5
3.4 시공허용오차 ····· 7
3.5 보수 및 재시공 ····· 7
3.6 현장품질관리 ····· 7

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 토석류로 인한 시설물의 피해를 방지 또는 저감시키기 위한 대책시설의 시공에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KS B 1344 와이어 클립
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS D 3515 용접 구조용 압연 강재
- KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- KS F 4603 H형강 말뚝
- KS F 4602 기초용 강관 말뚝
- KS D 3514 와이어 로프
- KS L 5105 수경성 시멘트 모르타르의 압축 강도 시험 방법
- KS D 0201 용융 아연 도금 시험방법
- KS B 1002 6각 볼트
- KS B 1012 6각 너트 및 6각 낮은너트
- KS D 3702 스테인리스 강선재

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 시스템 설명

내용 없음

1.6 시스템 허용오차

내용 없음

1.7 제출물

1.7.1 시공계획서

(1) 해당 공사의 공사계획에 맞춰 시공계획서를 작성하여 제출한다.

(2) 시공계획서에는 시공위치, 시공일정, 시공순서 및 시공방법, 진입로, 시공장비, 가시설, 사용재료의 규격 및 반입계획 등 시공에 관련된 제반 내용을 포함하여야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 콘크리트

(1) 대책시설 본체에 사용하는 콘크리트는 KS F 4009를 따르며, 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 한다.

2.1.2 강재

(1) 대책시설 본체에 사용하는 강재는 KS D 3503, KS D 3515, KS D 3566, KS F 4602, KS F 4603 를 사용한다.

(2) 본체에 사용하는 강재는 필요시 방식처리를 하여야 한다.

2.1.3 와이어로프

(1) 와이어로프는 KS D 3514와 동등 이상의 와이어로프를 사용한다.

2.1.4 기타재료

(1) 이 기준에 언급되지 않은 재료는 성능과 품질이 확인된 재료를 사용하며 공사감독자의 승인을 얻어 사용한다.

2.2 구성품

내용 없음

2.3 장비

내용 없음

2.4 부속재료

내용 없음

2.5 배합

내용 없음

2.6 조립
내용 없음

2.7 마감
내용 없음

2.8 조립허용오차
내용 없음

2.9 자재품질관리

2.9.1 콘크리트
(1) 콘크리트의 품질관리는 KDS 14 20 10을 따른다.
(2) 콘크리트의 강도시험은 KS L 5105에 따라 실시한다.

2.9.2 강재
(1) 강재의 품질관리는 외관검수, 치수검사 및 아연도금 부착량 시험을 실시하여 확인한다.
(2) 아연도금 부착량 시험은 KS D 0201 중 염화안티몬법(간접법)에 의하여 시험한다. 판형부재인 경우는 도막두께를 측정하는 기기를 이용할 수 있다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 시공 전 검토사항
(1) 수급인은 공사착수에 앞서 시공계획을 수립해야 하며, 시공계획 수립을 위하여 공사현장의 모든 조건을 완전히 파악할 수 있도록 다음 사항들을 충분히 조사해야 한다.
① 지형조사
가. 지형조사는 설계에 사용된 지형도 또는 설계 평면도를 기초로 하여 하천의 유량, 수위, 노출암반, 붕괴지, 전석 등을 조사하여 기입해야 한다.
나. 조사 범위는 가설비 및 굴착선이 미치는 범위를 포함하며, 특히 굴착면 및 사면의 안정검토가 필요한 경우에는 그 범위를 필요한 부분까지 넓혀야 한다.
② 지질조사
가. 시공 조건을 결정하기 위한 지질조사, 시공 중에 붕괴발생을 예측하기 위한 지질조사, 기초 굴착 암반면의 상황을 고려하여 댐암착부로서의 적부의 판단 등을 위하여 필요한 지질조사를 공사감독자의 승인을 받아 실시해야 한다.

③ 기상조사

가. 기상조건은 공정 계획 및 공사 시행에 가장 큰 영향을 미치는 요소로서, 작업가능일수 추정, 유수전환계획, 공사의 안전시공계획 등의 작성을 위하여 필요한 강수량, 월간강수일수 및 강우기, 강설기, 기온 등을 조사해야 한다.

④ 골재조사

가. 골재원은 골재가 소요품질에 적합하고 또한 충분한 양이 채취될 수 있는 지점으로 선정되어야 한다.

⑤ 기타조사

가. 공사 지점의 조건에 따라서는 본 공사에 앞서 가설공사 및 재료 운반을 위해 사전조사를 해야 한다.

나. 공사에 필요한 용지의 조사 및 측량 등이 있고, 최근의 환경문제에 따른 환경조사도 필요한 경우, 조사를 실시하여야 한다.

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 시공일반

(1) 대책시설의 구체적인 설치위치와 범위는 현장실정에 적합하도록 검토하여 감독원의 사전협의를 거친 후 시공하여야 한다.

(2) 시공할 장소는 시공에 필요한 최소 면적으로 하며, 기존지반이나 주변 환경의 훼손을 최소화한다. 단, 집중호우 및 바람에 의해 전도되어 계곡부 내 유수의 흐름을 방해하거나 주변의 침식 및 세굴을 통해 산사태를 유발할 수 있는 수목 등은 공사감독자의 사전 협의하에 제거할 수 있다.

(3) 대책시설은 별도로 명시되지 않은 경우 암반에 지지시키는 것으로 한다.

(4) 터파기를 실시하는 경우 대책 구조물의 축조에 지장이 없을 정도의 깊이와 폭 및 경사로 굴착하고, 바닥면은 평탄하게 고르거나 빈배합콘크리트로 평탄하게 만들어야 한다.

(5) 터파기를 실시하는 경우 필요에 따라 기존수로를 이설하여 터파기면에 물이 고이지 않도록 한다.

3.3.2 계곡막이

(1) 계곡막이 공법은 경사가 급한 구간에 여러 개의 단차를 만들어 경사를 완만하게 하여 계곡바닥과 측면의 침식과 세굴을 방지하는 공법으로 다음에 따른다.

① 시공위치 주변의 불규칙한 지반을 정리한다.

② 계곡막이의 기초는 홍수 시 세굴로 노출되지 않을 정도로 지반 내에 충분히 근입되도록 한다.

③ 석재 또는 블록을 쌓을 때는 석재 또는 블록이 콘크리트와 완전히 부착되도록 하여야 한다.
④ 석재 또는 블록을 쌓을 때는 위 아래 석재가 서로 어긋나게 쌓고 최종 쌓은 면은 일정한 높이가 되도록 한다.
⑤ 석재 또는 블록을 쌓는 과정에서 먼저 쌓아 놓은 석재에 충격을 가해 느슨해지지 않도록 유의한다.
⑥ 시공완료 후에는 주변지반을 정리하여 표토를 안정시키고 필요시에는 식생이나 표면에 돌붙임을 하여 안정화시킨다.

3.3.3 토석류 차단시설

(1) 콘크리트 사방댐
① 기초 터파기는 설계도서에 나타난 깊이와 폭 및 경사로 굴착하고 바닥을 평탄하게 고른 후 공사감독자의 승인을 얻은 후 시공한다.
② 터파기 노출면은 풍화되지 않도록 후속공정을 신속히 진행하여야 한다.
③ 기초의 활동방지벽 터파기시에는 가능한 직각으로 굴착하여 기존지반의 교란을 최소화시켜야 한다.
④ 지하수가 있는 경우 가배수로를 설치하여 지하수위를 충분히 저하시키면서 터파기를 하여야 한다.
⑤ 터파기 면이 고르지 못한 경우는 빈배합콘크리트를 수평하게 타설한 후 본체를 시공한다.
⑥ 거푸집은 옹벽의 형상에 맞게 설치공작도를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 문양거푸집을 사용하는 경우에는 문양으로 인해 옹벽두께가 감소하지 않도록 한다.
⑦ 콘크리트면의 마무리는 합판거푸집으로 매끈하게 처리하되, 모서리부는 파손을 방지하기 위해 50 ㎜ × 50 ㎜의 면목을 설치한다.
⑧ 옹벽은 철근피복이 확보되도록 하여야 한다.
⑨ 댐본체에 설치하는 배수구멍은 설계도서에 명기된 내용대로 시공여야 한다.
⑩ 배수구멍은 막히지 않도록 댐배면에 철망이나 드레인재를 고정시켜 설치하여야 한다.
⑪ 콘크리트의 품질관리는 다음과 같이 실시해야 한다.
가. 콘크리트의 재료는 시공 중 항상 시험을 실시하여 품질을 관리해야 한다.
나. 콘크리트의 시공에 사용되는 기계 및 기구는 정기적으로 검사하여 소요 품질의 콘크리트가 되도록 관리해야 한다.
다. 규정된 콘크리트 시험을 실시하여 품질관리 및 품질 검사를 실시해야 한다.

(2) 석재 콘크리트댐
① 수급인은 석재 콘크리트를 칠 때에 석재와 콘크리트가 완전히 부착되도록 충분히 다져야 하며 다음 사항을 준수해야 한다.

가. 석재는 운반된 콘크리트 위에 배치하고 충분히 다져서 콘크리트가 석재주변에 완전히 부착되도록 해야 한다.

나. 석재의 배열은 서로 어긋나게 하고, 규정된 석재의 혼입률이 콘크리트를 치는 동안에 일정하게 되도록 해야 한다.

다. 석재의 배치는 돌을 세워서 그 높이의 2/3를 콘크리트에 묻고, 1/3은 튀어나오게 하여 순차로 쳐 올라가야 한다.

라. 콘크리트를 칠 때에는 먼저 쳐 놓은 콘크리트에 박혀 있는 석재에 충격을 주어 그것을 느슨하게 하지 않도록 해야 한다.

(2) 강재 사방댐

① 강재사방댐의 설치는 설계도서에 따라 설치하며, 최종 마무리 후의 강재의 단부높이와 연결위치가 정확한 위치에 있도록 한다.

② 강재의 취급 또는 시공과정에서 강재에 충격을 가해 도금이나 도장 상태가 불량해지지 않도록 유의한다.

③ 강재 지주를 지반 내에 매설할 때는 오거보링, 드릴링, 타입식 등으로 설계도서에 명시된 경사로 시공한다.

④ 강재를 콘크리트에 매입하는 경우, 콘크리트를 타설하기 전에 설치구멍을 미리 설치하거나 또는 강재를 미리 설치하고 콘크리트를 타설한다.

⑤ 강재의 매입심도는 설계도서에 명시된 깊이가 되도록 한다.

⑥ 강재의 연결이나 고정에 사용하는 볼트 및 너트는 각각 KS B 1002, KS B 1012, KS D 3702 규격에 따르며, 모두 아연도금된 것을 사용한다.

⑦ 직경이 작은돌을 혼입하는 경우에는 채움돌이 틀밖으로 빠지지 않도록 철강제틀 전면에 눈금이 촘촘한 철망을 부치거나 직경이 큰돌을 철강제틀 바깥으로 채운다.

⑧ 중기를 사용하여 자갈, 호박돌, 깬돌을 철강제틀 속에 채울 때, 중기가 철강제틀에 충격을 주지 않도록 하여야 한다.

⑨ 되메우기, 다지기 등 작업을 할 때에 철강제틀에 올라가지 않도록 하여야 한다.

(4) 토석류 포획망

① 토석류 포획망의 구성은 포획망, 연결부 지지로프와 정착부 앵커로 구성된다.

② 지지로프를 고정시킬 앵커의 설치위치를 표시하고, 설계도서에 표시된 위치・방향・길이로 앵커를 설치한다.

③ 정착부 앵커는 소요 인발저항력을 발휘할 수 있는 견고한 지반까지 설치한다.

④ 지지로프를 고정시킬 때는 KS B 1344에서 규정하는 와이어 클립을 사용하며, 적용 지지로프의 인장강도에 따라 와이어 클립의 종류, 개수, 조임 토크 및 설치간격을 선정한다.

⑤ 포획망은 커튼 형태로 설치하며, 연직 또는 수평으로 설치되어 있는 지지로프에 이음재를 사용하여 고정시킨다.

⑥ 포획망의 연결 또는 이음시 망의 인장강도와 동등이상의 강도를 발휘할 수 있는 이음재를 선정하여 연결하도록 한다.

(5) 유로보강시설
① 유로보강의 범위는 설계도서에 명시된 길이와 높이에 대해서 실시하며, 현장조건에서 유수의 충돌이 예상되는 곳도 포함한다.
② 유로보강부 기초의 근입깊이는 계곡경사, 기존 유로의 비탈경사 및 현장상황을 고려하여 기초하부의 세굴이 발생하지 않도록 충분한 깊이까지로 시공하여야 한다.
③ 유로보강은 기존 유로의 비탈경사에 맞게 시공하거나 또는 유로폭을 확대하고 경사를 급하게 시공할 수도 있다.
④ 보강구간 양 끝쪽은 기존 유로의 비탈면 내부까지 보강하여 유수의 충돌에 의한 세굴이나 침식을 방지한다.
⑤ 유로보강을 위해 석재 또는 블록을 쌓을 때는 석재 또는 블록이 콘크리트와 완전히 부착되도록 하여야 한다.
⑥ 석재 또는 블록을 쌓을 때는 위·아래 석재가 서로 어긋나게 쌓고 최종 쌓은 면은 일정한 높이가 되도록 한다.
⑦ 석재 또는 블록을 쌓는 과정에서 먼저 쌓아 놓은 석재에 충격을 가해 느슨해지지 않도록 유의한다.

(6) 퇴사시설 및 흐름유도시설
① 퇴사시설은 현장여건에 따라 터파기를 실시하여 얕은 웅덩이로 만들거나 퇴사지내 경사를 약 4° 정도로 만든다.
② 흐름유도시설은 토사제방으로 축조하며 유수가 충돌하는 면은 유로보강을 실시한다.
③ 흐름유도시설은 홍수시 흐름의 방향 및 주변여건을 고려하여 유도시설의 설치범위를 결정하며 흐름에 방해되지 않도록 한다.
④ 토사제방의 높이는 편수위보다 1.0 m정도 높게 한다.

(7) 토석류 발생가능성이 높은 지역에 대하여 공사감독자 또는 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 토석류 발생을 사전에 인지하기 위하여 토석류 대책시설 주위에 계측기를 설치할 수 있다.

(8) 본 기준에 언급되지 않은 공법에 대해서는 감독원의 승인을 얻어 적용할 수 있다.

3.4 시공허용오차
내용 없음

3.5 보수 및 재시공
내용 없음

3.6 현장품질관리
(1) 기초지반에 대해서는 평판재하시험 등을 통해 설계에서 요구하는 지지력이 확보되는지 확인하여야 한다. 단, 연암 이상의 암반에서는 지지력 확인시험을 실시하지 않아도 된다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 75 25 : 2016

토석류 대책시설

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 80 05 : 2016

콘크리트옹벽

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 건축공사 표준시방서, 토목공사 일반표준시방서, 하천공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 80 05 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 80 05 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 시스템 설명 ····· 2
1.6 시스템 허용오차 ····· 2
1.7 제출물 ····· 2
1.7.1 자료제출 요건 및 절차 ····· 2
1.8 공사기록서류 ····· 2
1.9 품질보증 ····· 2
1.10 운반, 보관, 취급 ····· 2
1.10.1 보호조치 ····· 2
1.11 환경요구사항 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 빈배합콘크리트 ····· 3
2.1.2 구체 콘크리트 ····· 3
2.1.3 문양거푸집 ····· 3
2.1.4 신축이음 연결재 ····· 3
2.1.5 조인트 채움재(Joint fillers) ····· 3
2.1.6 조인트 밀봉재(Joint sealing) ····· 3
2.1.7 수팽창 지수재 ····· 3
2.1.8 철근 ····· 4
2.1.9 옹벽 뒤채움잡석 및 되메우기재료 ····· 4
2.1.10 배수구멍 ····· 4
2.1.11 옹벽배면 배수용 드레인보드 ····· 4
2.1.12 옹벽배면 배수용 토목섬유 ····· 4
2.2 구성품 ····· 5
2.3 장비 ····· 5
2.4 부속재료 ····· 5

2.4.1 프라이머 ····· 5
2.4.2 백업(Back up)재 ····· 5
2.5 배합 ····· 5
2.6 조립 ····· 5
2.7 마감 ····· 5
2.8 조립허용오차 ····· 5
2.9 자재품질관리 ····· 5
3. 시공 ····· 6
3.1 시공조건확인 ····· 6
3.1.1 시공전 검토사항 ····· 6
3.2 작업준비 ····· 6
3.3 시공기준 ····· 6
3.3.1 터파기 및 기초공 ····· 6
3.3.2 규준틀 설치 ····· 7
3.3.3 문양거푸집 ····· 7
3.3.4 철근피복 ····· 8
3.3.5 활동방지벽 ····· 8
3.3.6 전면경사 ····· 8
3.3.7 신축이음 및 수축이음 ····· 8
3.3.8 시공이음 ····· 9
3.3.9 배수구멍 ····· 9
3.3.10 절곡부 보강 ····· 11
3.3.11 콘크리트 타설 및 표면마무리 ····· 11
3.3.12 빈배합콘크리트면 처리 ····· 11
3.3.13 벽체콘크리트 타설 ····· 12
3.3.14 벽체 콘크리트면 처리 ····· 12
3.3.15 철근 ····· 12
3.3.16 지수 콘크리트 ····· 12
3.3.17 되메우기 ····· 12
3.4 시공허용오차 ····· 13
3.4.1 옹벽구조물의 시공허용오차 ····· 13
3.4.2 되메우기 허용오차 ····· 13
3.5 보수 및 재시공 ····· 14
3.6 현장품질관리 ····· 14
3.6.1 되메우기 품질관리 ····· 14

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 콘크리트 옹벽의 시공에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KDS 14 20 10 일반콘크리트
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- KS M 3401 수도용 경질 폴리염화비닐관
- KS M 3404 일반용 경질 폴리염화비닐관
- KS K 0210 섬유 제품의 혼용률 시험방법-섬유혼용률
- KS M 3015 열 경화성 플라스틱 일반시험방법
- KS K ISO 9863-1 지오신세틱스-규정 압력에서의 두께 측정-제1부 : 단일층
- KS K ISO 9863-2 지오텍스타일 및 관련 제품-규정 압력에서의 두께 측정-제2부 : 다층 제품의 단층 두께 측정 절차
- KS K ISO 9864 지오신세틱스-지오텍스타일 및 관련제품의 단위 면적당 질량 측정 시험 방법
- KS K ISO 10319 지오신세틱스-광폭 인장강도 시험
- KS K ISO 11058 지오텍스타일 및 관련 제품-수직 투수성 측정
- KS F 2471 콘크리트의 신축 이음에 쓰이는 미리 성형된 채움재의 시험 방법(비압출 탄성형식)
- KS F 4910 건축용 실링재
- KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
- KS F 2538 콘크리트 포장 및 구조용 신축이음 채움재
- KS F 2302 흑의 입도 시험 방법
- KS F 2306 흙의 함수비 시험 방법
- KS F 2310 도로의 평판 재하 시험 방법
- KS F 2311 모래 치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 시스템 설명
내용 없음

1.6 시스템 허용오차
내용 없음

1.7 제출물

1.7.1 자료제출 요건 및 절차
(1) 신축이음 채움재 제조업자는 제품자료와 설치지침서를 제출하여야 한다.
(2) 신축이음, 수축이음 및 시공이음부에 대한 시공상세도면을 제출하여야 한다.

1.8 공사기록서류
내용 없음

1.9 품질보증
내용 없음

1.10 운반, 보관, 취급

1.10.1 보호조치
(1) 작업장에 인접한 콘크리트 포장, 보도, 연석, 기층 및 기타 시설물은 적합한 재료를 가지고 보호하여야 한다.
(2) 시공자는 고용원이나 장비로 초래된 손상에 대하여 책임을 져야 하며, 필요한 보수를 하여야 한다.
(3) 건물과 기타 표면이 훼손되지 않도록 종이나 보호재료로 덮어야 한다.

1.11 환경요구사항
(1) 일평균기온이 4 ℃ 이하로 될 것이 예상되는 경우에는 한중 콘크리트로 쳐야 한다.
(2) 일평균기온이 25 ℃ 또는 최고온도가 30 ℃를 초과 될 것이 예상되는 경우에는 서중 콘크리트로 쳐야 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 빈배합콘크리트

(1) 빈배합콘크리트의 압축강도는 16 MPa 이상으로 한다.

2.1.2 구체 콘크리트

(1) KS F 4009에 규정된 레디믹스트 콘크리트로서 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 하고, 공기량 4.5±1.5%, 슬럼프 15±2.5 ㎝, 굵은골재 최대치수 25 ㎜ 이하로 한다.

2.1.3 문양거푸집

(1) 합성수지 무늬거푸집 또는 이와 상응하는 무늬거푸집을 사용하고, 그 재질은 제조업체의 시방에 따른다.

2.1.4 신축이음 연결재

(1) 슬립바(Slip bar)는 KS D 3504의 원형봉강 SR300의 규정에 적합한 지름 30 ㎜ 철근으로, 에폭시도장을 하고 자유단은 최소한 300 ㎜ 길이에 대하여 승인된 그리스를 고르게 칠하여야 한다.

(2) 플라스틱 캡(Plastic cap)은 KS M 3401 또는 KS M 3404에 합치하거나 동등 이상의 관을 사용하며, 고정단의 단부는 마스킹 테이프 등으로 밀봉한다.

2.1.5 조인트 채움재(Joint fillers)

(1) KS F 2538의 규정에 적합하고 KS F 2471의 시험규정에 합격한 제품을 사용한다.

2.1.6 조인트 밀봉재(Joint sealing)

(1) KS F 4032의 S.C.O-1-A-N의 규정에 적합한 제품으로서 KS F 4910 U-2-8020-A-N 규정 이상의 품질이어야 하며, 콘크리트와의 부착력이 강하고, 저온에서 박리되지 않는 제품이어야 한다.

2.1.7 수팽창 지수재

(1) 재질은 전체가 균일한 동질이어야 하며, 제품은 형태 및 치수의 변형이 없어야 한다.

(2) 고무탄성이 수팽창 상태에서도 충분히 유지되며, 건조와 침수가 반복되어도 수팽창을 유지하며, 내후성이 일반 천연고무와 동등하여야 한다.

(3) 수팽창 지수재의 성능은 다음 기준 이상이어야 한다.

표 2.1-1 수팽창 지수재의 성능기준

구분	단위	기준
수팽창률 (%) (60 ℃, 4일간)	%	300 이상
경 도 (HS)	HS	40~60
팽창 후 성상		이상이 없을 것

2.1.8 철근

(1) KS D 3504의 이형봉강 SD300 및 SD400의 규정에 적합한 철근

2.1.9 옹벽 뒤채움잡석 및 되메우기재료

(1) 뒤채움잡석은 경질이고 변질된 염려가 없는 잡석 또는 조약돌로서 입경 150 ㎜ 내외의 대소알이 적당한 입도로 혼합된 것이어야 한다.

(2) 되메우기재료

① 옹벽 되메우기용 재료는 유기질토, 동토, 빙설, 초목, 다량의 부식물을 포함한 흙이 섞이지 않아야 하며, 함수나 건조에 의하여 불안정하게 되는 실트나 점토 및 불량 연석 등은 제외된 것이어야 한다.

② 옹벽 되메우기용 재료는 KS F 2312 다짐시험에 의한 소요 다짐도와 설계밀도 및 강도정수를 만족하여야 하며 배수성이 양호하고 함수비 변화에 따른 강도 특성의 변화가 작아야 한다.

2.1.10 배수구멍

(1) KS M 3401 또는 KS M 3404에 규정된 관경 65~100 ㎜의 관 또는 동등 이상의 것을 사용한다.

2.1.11 옹벽배면 배수용 드레인보드

표 2.1-2 배수용 드레인보드 품질기준

항목	시험방법	품질기준
재질	KS K 0210	폴리스틸렌 90% 이상
압축강도	KS M 3015	0.57MPa
형식		돌기형(두께 9.2㎜ 이상) 일면배수재

2.1.12 옹벽배면 배수용 토목섬유

(1) 옹벽배면 배수용 토목섬유의 품질기준은 표 2.1-3과 같다.

표 2.1-3 배수용 토목섬유 품질기준

항목	시험방법	품질기준
재질	KS K 0210	합성섬유 90% 이상, 장섬유부직포
중량	KS K ISO 9864	1.96N/㎡ 이상
두께	KS K ISO 9863-1 KS K ISO 9863-2	1.8㎜ 이상
인장강도	KS K ISO 10319	0.02MPa 이상
투수계수	KS K ISO 11058	1.0×10^{-3}~9.0×10^{-3}m/sec

2.2 구성품
내용 없음

2.3 장비
내용 없음

2.4 부속재료

2.4.1 프라이머
(1) 얼룩이 지지 않고 사용하기에 적합하며, 밀봉재 제작자가 추천하는 바탕질 재료

2.4.2 백업(Back up)재
(1) 이음매의 폭보다 치수가 20 % ~ 50 % 더 크고, 모양이 둥근 폴리에틸렌 폼막대

2.5 배합
내용 없음

2.6 조립
내용 없음

2.7 마감
내용 없음

2.8 조립허용오차
내용 없음

2.9 자재품질관리
(1) 콘크리트의 품질은 KCS 14 20 10에 규정되어 있는 사항을 따른다.

3. 시공

3.1 시공조건확인

3.1.1 시공전 검토사항

(1) 공동주택과 옹벽의 최소이격거리는 표 3.1-1에 따른다.

표 3.1-1 공동주택과 옹벽의 최소이격거리

구 분	공동주택 (4층 이상)	연립주택 (3층 이하)
옹벽기초가 건축물 기초이하에 있을 경우	당해 옹벽높이 이상 이격	당해 옹벽높이 이상 이격
건축물 기초가 옹벽기초 이하에 있을 경우	5m 이상 이격	3m 이상 이격

(2) 옹벽상단부가 도로일 경우에는 옹벽을 도로계획고보다 0.5 m 높게 하고, 설계도에 명시된 규격의 난간을 설치하여 차량의 추락을 방지하여야 한다.

(3) 옹벽 하부지반이 설계에서 지정하는 지지력을 확보하는지 검토하고 지지력이 부족할 시에는 적절한 보강을 한다.
시공계획을 수립하기 전에 먼저 설계조건, 시공위치, 규모, 단면의 치수 등을 확인하고, 다양한 현장조건과 지하수의 유무, 연약지반 등에 대하여 설계지지력을 만족할 수 있도록 보강조치를 취하여야 한다.

(4) 시공자는 구조물 설치 작업을 하기 전에 바닥면의 상태, 배면 흙의 제 성질, 용수 및 지표수의 상황 등을 조사하여야 한다.

(5) 콘크리트 치기 작업을 시작하기 전에 먼저 작업한 면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 기타 불순물은 완전히 제거하여야 한다.

(6) 공사에 중대한 영향을 미치는 콘크리트 운반 및 치기장비 등을 공사 착수 전에 점검하여 양호한 상태로 정비해 두어야 한다.

3.2 작업준비

(1) 구조물 작업을 시행하기 전에 작업 참여자가 완전히 시공상세도면을 이해할 수 있도록 교육을 시켜야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 터파기 및 기초공

(1) 터파기는 구조물의 축조 및 각종 관로의 매설에 지장이 없도록 설계도서에서 지시한 깊이와 폭 및 경사로 굴착한 다음 평탄하게 바닥을 고르고 공사감독자의 검사를 받아

야 하고 기초지반이 불량할 경우 기초지반을 보강하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 시공하여야 한다.

(2) 터파기는 재료의 반입정도, 인원 및 장비투입계획, 기상조건, 비탈면의 형상 및 높이, 되메우기의 시기 등을 고려하여 터파기 후 노출지반이 풍화되지 않도록 되메우기를 포함한 후속공정이 조속하게 이루어지도록 한다.

(3) 비탈지반상의 터파기 시 저판을 계단식으로 시공토록 터파기를 하여야 한다.

(4) 계곡부분 횡단 터파기 시 옹벽 종방향 시공구간 중에 좁은 계곡 등이 있을 경우에는 계곡부분의 옹벽을 별도로 1개의 신축이음 구간으로 구분하여 저판을 수평으로 시공해도 좋다.

(5) 활동방지벽(Shear key) 터파기 시 가능한 한 직각으로 터파기하여 여굴을 최소한으로 하여야 한다.

(6) 인접한 기존시설물이 있을 때의 터파기

① 옹벽터파기 부분에 인접하여 기존시설물이 있을 때, 비교적 양호한 사질지반 등에서는 주동토압에 의한 활동파괴면 $\alpha = 45^\circ + \phi/2$의 선을 연장해 보아 기존시설물에 영향이 없으면 강우 시에 대비하면서 터파기를 하면 별다른 문제가 없다.

② 활동면이 기존시설물의 바닥면에 걸리거나 지하수의 용출, 연약한 점토, 실트층 등의 지반에서의 토류벽 설치 등의 별도대책을 수립한 후에 터파기를 시행하여야 한다.

(7) 지하수가 있는 곳의 터파기

① 지하수가 있는 곳에서는 먼저 가배수로를 설치, 지하수를 한 곳으로 집배수하여 터파기시 영향이 없도록 수위를 저하시킨 후에 터파기를 하여야 한다.

② 저판설치면 하부지반의 지하수를 배제하기 힘든 경우에는 지지력이 크게 저하하므로 설계변경차원에서 옹벽단면을 변경하거나, 기초지반보강을 검토하여야 한다.

(8) 터파기 주변은 안전사고에 대비, 차단기, 조명, 경고신호 및 필요할 경우 보행자 횡단로 등을 설치하여야 하며, 가배수로 또는 지면을 역경사로 처리하여 지표수의 유입을 막아야 한다.

3.3.2 규준틀 설치

(1) 시공도에 의하여 위치, 경사, 높이 등을 확인하고 정확한 위치에 경사보기 규준틀을 설치한다.

(2) 규준틀은 적절한 간격으로 설치하되, 시점·종점 및 평면·단면의 변화점에 설치한다.

(3) 특히 대지경계부에 설치하는 옹벽은 경계선을 벗어나지 않도록 주의한다.

3.3.3 문양거푸집

(1) 문양거푸집은 옹벽의 형상에 따라 그 설치공작도를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 문양거푸집으로 인하여 도면에 지시된 옹벽두께가 감소하는 일이 없도록 주의하여야 한다.

(2) 옹벽상단부의 마감처리는 미관을 고려하되, 상단 200 ㎜는 문양거푸집이 아닌 합판거푸집으로 매끈하게 처리한다. 옹벽상단 모서리 양쪽은 파손을 방지하기 위해 50 ㎜ × 50 ㎜의 면목을 설치한다.
(3) 거푸집은 필요한 강도와 강성을 가지고 있어야 하며, 구조물이 완성된 후 구조물의 위치, 형상 및 치수가 정확하게 확보되어 콘크리트 구조물이 소요 성능을 확보하도록 설계·시공한다.
(4) 거푸집은 콘크리트 구조물의 콘크리트 타설 공정, 거푸집 및 동바리의 설치 및 해체 등의 시공계획서에 따라 설계도를 작성하고, 이에 의거하여 시공함을 원칙으로 한다.
(5) 거푸집에 사용하는 재료는 강도, 강성, 내구성, 작업성, 콘크리트의 품질에 대한 영향 및 경제성을 고려하여 선정한다.
(6) 거푸집 시공 중의 하중, 콘크리트의 측압, 타설 시의 진동 및 충격 등에 견디도록 하고, 콘크리트를 시공했을 때 시공허용오차를 초과하지 않도록 거푸집을 제작·조립한다.

3.3.4 철근피복

(1) 옹벽전면의 철근피복두께는 설계도서에 명시된 대로 한다.

3.3.5 활동방지벽

(1) 활동방지벽은 직각으로 터파기하여 여굴을 최소화하고, 저판 빈배합콘크리트 타설 시 활동방지벽의 여굴 부분까지 동시에 타설하여 활동저항력을 증대시켜야 한다.
(2) 활동방지벽과 저판콘크리트는 일체로 타설하되, 먼저 활동방지벽의 콘크리트를 타설한 다음 적어도 1~2시간 경과 후 저판콘크리트를 타설하여 침하 및 수축으로 인한 전단균열을 방지하여야 한다.

3.3.6 전면경사

(1) 옹벽의 전면에는 1 : 0.02 정도로 경사를 두어서 시공오차나 지반침하로 인하여 옹벽이 앞으로 나오게 되는 것을 피하여야 한다.

3.3.7 신축이음 및 수축이음

(1) 신축이음은 20 m ~ 30 m(중력식, 반중력식 옹벽은 10 m) 이하 간격으로 설치하되, 기초바닥까지 철근을 잘라야 하며, 절곡되는 부분에 신축이음을 두어서는 안 된다.
(2) 부벽식 옹벽에서 신축이음을 두는 곳의 부벽간격은 다른 부벽간격의 0.8배로 하며, 이음은 그 중앙에 두도록 한다.
(3) 신축이음부는 연결재, 채움재(Joint filler), 밀봉재(Joint sealing) 및 부대품을 설치하고 옹벽상단에 난간 등이 설치될 경우, 난간도 절단하여야 한다.
(4) 채움재는 기 타설된 콘크리트 면에 충분히 밀착시켜 수밀성을 확보하여야 하며, 다음 구간의 콘크리트 타설시 뜨거나 밀리지 않도록 단단하게 고정시켜야 한다.

(5) 수축이음은 9m 이하 간격으로 설치하되, 벽표면에 수직으로 옹벽끝단까지 깊이 0.3 m 정도의 V형 또는 U형 홈으로 크랙을 유도하되 철근은 절단하지 않는다.
(6) 수밀을 요하는 이음에서는 적당한 신축성을 가지는 지수판을 이음재와 직각방향으로 양쪽의 콘크리트에 완전히 매입되도록 설치하여야 한다.
(7) 신축이음은 지반이 변화하는 장소, 옹벽고가 현저히 다른 장소 또는 옹벽의 구조공법을 다르게 하는 장소에는 유효하게 신축이음을 설치하고 기초부까지 절단하여야 한다.
(8) 굴곡부는 우각부로 부터 옹벽의 높이 구분만큼 피하여야 한다.
(9) 명시되지 않았더라도 신축이음이 있는 부위의 난간은 그 위치에 난간의 신축이음을 주어야 한다.

3.3.8 시공이음

(1) 시공이음은 시공상세도에 표시한 위치에 설치하여야 하며, 가능한 전단력이 적은 위치에 설치하며, 이음면은 부재의 압축력을 받는 방향과 직각으로 설치하는 것을 원칙으로 하여야 한다.
(2) 전단력이 큰 위치에 시공이음을 설치할 경우는 시공이음에 홈을 만들던가 적절한 강재를 배치하여 보강하여야 한다.

3.3.9 배수구멍

(1) 배수일반
① 배수구멍은 옹벽배면의 지하수를 신속히 배출시키기 위하여 설계도서에 명기된 크기와 간격으로 시공하되 문양거푸집 이음부, 수직홈 등의 중앙에 설치하여 배수로 인한 옹벽의 오염이 발생하지 않도록 설치한다.
② 뒷부벽식 옹벽의 각 격간에는 적어도 1개 이상의 배수구멍이 설치되어야 한다.
③ 배수구멍은 콘크리트 타설 도중 시멘트 페이스트나 모르타르의 침입으로 폐쇄되는 경우가 많으므로 거푸집 탈형 후 반드시 강봉과 해머를 준비하여 공내의 경화된 모르타르를 파쇄 제거하여야 한다.
④ 옹벽배면 배수용 드레인보드 및 토목섬유에 대한 시공은 다음 사항을 따라야 한다.
가. 드레인보드 부착에 장애가 되지 않도록 옹벽배면의 철선, 콘크리트 타설 돌출물 및 잔재 등을 제거한다.
나. 드레인보드 및 토목섬유가 시공 중 탈락 또는 이동되지 않도록 콘크리트 못으로 옹벽벽체에 밀착하여 고정시킨다.
다. 드레인보드 및 토목섬유의 이음은 상부자재가 하부자재를 덮는 방향으로 하여 드레인보드는 3열의 돌기(Core)를 끼워서 콘크리트못으로 고정시키고 토목섬유는 일정길이 이상 겹쳐서 재봉한다. 드레인보드 및 토목섬유 이음위치는 서로 0.3 m 이상 떨어져야 한다.
라. 드레인보드 상단부는 토목섬유로 0.1 m 이상 감싼 후 옹벽에 부착한다.

마. 배수받이(지수 콘크리트)의 바깥쪽 가장자리는 토목섬유를 0.1 m 이상 바닥에 깔고 잡석채움을 한다.

바. 배수구멍은 설계도서대로 시공하고, 상부배수구멍 위치의 드레인보드는 배수구멍 규격으로 잘라내고 옹벽벽체에 밀착하여 고정시킨다. 이때, 토목섬유는 잘라내지 않는다.

사. 되메우기 토사는 옹벽설계조건에 합당한 투수성이 좋은 양질의 사질토를 사용하고, 토목섬유에 접하는 두께 0.3 m 범위는 돌 등이 포함되지 않아야 한다.

아. 되메우기 시 드레인보드 및 토목섬유가 손상되지 않아야 한다. 이때, 토목섬유는 잘라내지 않는다.

(2) 옹벽배면 배수

① 연직배수

가장 일반적인 배수방법으로 하단에 충분한 배수가 가능하도록 하여야 한다. 흘러내리는 물이 저판하부로 스며들지 않도록 지수콘크리트 등으로 차단하여야 한다. 배수 경사는 2% 정도가 좋다.

② 구형배수

배면의 지하수위가 비교적 높은 경우에 설치한다. 배수위치는 수평층과 연직층의 교점에 설치하여야 한다.

③ 경사배수

배면 쌓기높이가 높고 뒤채움 흙이 점성토와 같이 투수성이 나쁜 경우에 설치한다. 배면에 조약돌과 자갈 등으로 된 배수층을 벽체 배면의 하부에서 상향으로 연속해서 설치한다.

④ 면배수

뒤채움 흙이 압밀에 장기간 소요되는 점성토일 때 설치한다. 뒤채움 흙의 압밀을 촉진시키기 위해 뒤굽 윗면에 저판과 평행하게 수평으로 배수층을 설치한다.

⑤ 격리배수

매우 단단한 점토를 뒤채움 흙으로 사용한 경우에 설치한다.

⑥ 빙층형성 방지배수

한랭지에서 지하수위가 비교적 높은 경우, 또는 모세관 현상에 의한 지하수위상승이 우려되는 지반에 설치한다. 물을 벽체에서 가급적 먼 곳에서부터 차단하고 모관수의 침투면이 넓게 되도록 배수층을 설치하여야 한다.

⑦ 특수한 경우의 배수

지하수 용출이 극심한 지반에 특별히 사용한다. 지하수 용출이 극심하기 때문에 저판하부로의 물의 유입도 큰 문제가 되므로 인접배수관과의 경사를 고려하여 배수저면을 최대한 낮추어 시공하여야 한다.

⑧ 배수층 하부에는 물받이판을 설치하되 옹벽 장방향으로 배수한다.

⑨ 배수관 설치 시 매립토의 유출이나 배수구멍의 막힘이 생기지 않도록 충분히 고려하고 구멍의 크기, 위치는 설계도서에 따른다.

⑩ 옹벽 기초공사 및 끝부분은 설계도서에 따라 배수로를 설치하고 빗물과 유수가 침투되지 않도록 정비한다.

(3) 옹벽전면 배수

① 옹벽이 별로 높지 않고 배면의 지하수가 적은 경우에는 배수구멍으로 유출되는 물을 방치해도 되지만 옹벽이 높고 지하수가 많을 경우에는 배수된 물이 옹벽 앞굽을 따라 전면으로 침투할 우려가 있기 때문에 전면배수로를 설치하여야 한다.

② 높이가 높은 옹벽의 경우 앞굽의 윗면을 바닥으로 하는 U형의 배수구를 만들어 배수로로 사용한다.

3.3.10 절곡부 보강

(1) 옹벽의 선형이 꺾이는 절곡부에는 도면에 계상된 수평철근량(옹벽전면의 온도철근 및 배면측의 배력철근량)의 30% ~ 50% 정도를 절곡점 양측으로 정착길이가 확보되도록 추가 배근한다.

3.3.11 콘크리트 타설 및 표면마무리

(1) 바닥콘크리트

① 바닥콘크리트는 타설 이전에 토사지반의 경우에는 터파기면을 충분히 다지고 암반일 때는 그 절리에 따라 부석 등을 깨끗이 제거하고 물청소를 한 후 타설하여야 한다.

② 활동방지벽 부분의 바닥콘크리트 치기

가. 활동방지벽은 저판과 일체가 되도록 타설하여야 한다.

나. 활동방지벽 부분 터파기 후 합판의 내측이 터파기 면쪽을 향하도록 거푸집을 설치한다. 이때, 주의할 점은 터파기 여굴폭을 빈배합콘크리트의 타설 두께 정도로 하는 것이 좋다.

다. 저판 빈배합콘크리트 타설 시 활동방지벽의 여굴부분까지 동시에 타설한다. 여굴량이 너무 많을 때는 조약돌이나 잡석 등을 혼합하여도 좋지만 기초지반보다는 단단하게 타설하여야 한다.

라. 양생 후 활동방지벽의 거푸집을 해체한다. 이렇게 함으로써 활동방지벽과 저판의 배근 및 콘크리트 타설을 문제점 없이 일체로 시공할 수 있다.

3.3.12 빈배합콘크리트면 처리

(1) 빈배합콘크리트와 저판 콘크리트간의 부착력을 최대한 발휘할 수 있도록 시공하여야 하며 이를 위해서는 빈배합콘크리트면을 배근 및 거푸집 설치에 지장을 초래하지 않는 범위 내에서 최대한 거칠게 요철을 만들어 마감하여야 한다.

(2) 필요에 따라서는 빈배합콘크리트면에 콘크리트보다 전단강도가 큰 재료로 돌기물을 만들 수 있다.

3.3.13 벽체콘크리트 타설

(1) 벽체는 폭이 좁고, 높이가 높으므로 하단부분의 콘크리트가 재료분리로 인하여 벌집 현상이 발생할 수 있으므로 주의하여 시공하여야 한다.
(2) 콘크리트 타설은 신축이음 1구간을 1로트의 작업단위로 하고, 레미콘의 수급에 차질이 없도록 하여 도중에 타설이 중단되는 일이 없도록 하여야 한다.
(3) 벽체의 경우 도중에 타설을 중단했을 때는 콜드조인트(Cold joint)가 발생하지 않도록 하여야 한다.
(4) 저판콘크리트 타설은 활동방지벽 콘크리트 타설 후 적어도 1시간 정도는 경과한 후에 타설하여야 한다.
(5) 벽체 콘크리트의 양생과 뒤채움 높이와의 관계는 반드시 설계기준강도를 발휘 후에 실시하여야 하지만 후속되는 타 공정 때문에 조속히 뒤채움을 실시하여야 할 경우에는 해당분야 특급기술자의 검토를 받은 후 실시한다.

3.3.14 벽체 콘크리트면 처리

(1) 노출면은 균일한 외관을 얻을 수 있도록 콘크리트의 재료, 배합, 타설방법이 바뀌지 않도록 주의하고, 미리 정해진 구획의 콘크리트는 완료할 때까지 연속해서 쳐넣어야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 잘 다져야 한다.
(2) 다지기를 끝낸 콘크리트의 상면은 스며 올라온 물이 없어진 후, 나무흙손으로 소정의 높이와 형상으로 마무리하여야 하며, 마무리 작업 후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지의 사이에 일어나는 균열은 재 마무리에 의해서 제거하여야 한다.

3.3.15 철근

(1) 철근은 조립하기 전에 들뜬 녹이나 콘크리트와의 부착을 해칠 위험이 있는 물질은 제거하여야 하며 설계도서에 명시된 철근의 간격과 덮개를 정확히 유지하기 위해서 적절한 간격으로 스페이서를 배치하여야 한다.
(2) 굴곡부 보강철근은 옹벽의 형상이 직선이 아니고 도중에서 굴곡 되는 경우에 수평방향으로 가외철근을 추가 배근하여야 한다.
(3) 기타 부벽식 옹벽의 벽체나 저판 슬래브와 같이 단면의 두께가 비교적 얇은 부재의 배근은 반드시 주철근이 단면의 외측에 오도록 배근하여 유효고를 크게 하여야 한다.

3.3.16 지수 콘크리트

(1) 지수 콘크리트는 도면에 명시된 위치, 넓이, 경사 및 두께로 설치하되, 콘크리트 타설 전에 하부지반을 한 층의 두께가 0.2 m를 초과하지 않는 층으로 깔고 충분히 다져서 침하가 발생치 않도록 하여야 한다.

3.3.17 되메우기

(1) 옹벽의 되메우기는 콘크리트가 충분히 양생된 후 가능한 빠른 시일 내에 실시하되,

규정에 의한 적정재료 사용과 충분한 다짐을 실시하여 침하 및 지지력 저하를 방지하여야 한다.

(2) 되메우기는 불순물, 유기물 등이 함유되지 않은 양질의 토사를 최적함수비에 가까운 함수비로 다짐완료 후의 두께가 0.2 m 이내가 되도록 펴서, 전압기 또는 래머 등으로 규정된 밀도로 충분히 다져야 한다.

(3) 옹벽배면의 되메우기(뒤채움)는 배수용 잡석층과 동일한 높이로 동시에 되메우기 하여야 하며, 표 3.3-1의 기준 이상으로 다져야 한다.

표 3.3-1 옹벽 배면 다짐기준

구분	다짐도 (%)
	비점성토
옹벽 배면의 재하하중(10 kN/㎡)을 고려하는 경우	95(C, D 또는 E다짐)
옹벽배면이 보도 및 기타 지역일 경우	90(A 또는 B다짐)

(4) 되메우기는 지하구조물의 방수층 또는 관로에 손상을 주지 않도록 주의해서 시공하여야 하며, 외부방수 처리된 구조물의 경우에는 구조물의 상부 슬래브나 외벽으로부터 1 m까지, 관로의 경우에는 관 상단까지 기초 되메우기용 재료를 사용하여 조심스럽게 되메우기 하여야 한다.

(5) 되메우기는 콘크리트 및 모르타르의 강도가 설계값 이상 발휘된 후에 시행하되, 모든 검사, 시험이 끝나고 공사감독자의 승인이 날 때까지 되메우기를 시행해서는 안 된다.

(6) 되메울 부분에 물이 고여 있을 경우에는 되메우기 전에 완전히 제거하고, 구조물에서 바깥쪽으로 2% 정도 경사를 두어 구조물 내로 우수가 침입하지 못하도록 하여야 한다.

(7) 되메우기는 젖은 지반이나 스폰지 지반, 동결지반에 시공해서는 안 되며, 젖거나 덩어리지거나 동결된 재료를 되메우기 재료로 사용해서도 안 된다.

(8) 되메우기 장소는 작업을 시작하기 전에 거푸집, 가설물 등의 잔여재를 깨끗이 제거한 다음 시공하여야 한다.

3.4 시공허용오차

3.4.1 옹벽구조물의 시공허용오차

(1) 옹벽의 배부름오차: 3 m 직선자로 측정 시 5 ㎜ 이내

(2) 옹벽상단의 수평오차: 12 m당 ± 6 ㎜

3.4.2 되메우기 허용오차

(1) 포장하부 되메우기 표면: ± 25 ㎜

(2) 일반지역 되메우기 표면: ± 50 ㎜

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

3.6.1 되메우기 품질관리

(1) 되메우기의 각 층은 다짐이 끝나면 반드시 공사감독자의 검사를 받은 후 다음 층을 포설하여야 한다.

(2) 현장밀도 시험결과, 적정한 밀도를 얻지 못한 경우에는 그 층을 다시 다지거나 가래질을 한 다음 다시 다지고, 필요하면 살수하고 재시험하여 소요밀도를 얻을 때까지 전 과정을 반복하여야 한다. 이때, 재시공 및 재시험에 따른 비용은 수급인의 부담으로 한다.

(3) 되메우기의 품질시험 종목 및 빈도는 다음과 같다.

표 3.6-1 되메우기의 품질시험 종목 및 빈도

시험종목	시험방법	시험빈도(측정빈도)	비 고
다짐	KS F 2312	재질변화 시마다	(현장시험)
현장밀도	KS F 2311	연속구조물(옹벽 등): 3층 마다, 50 m마다	(현장시험)
평판재하	KS F 2310	현장밀도시험	불가능 시
입도	KS F 2302	토질변화 시마다	(현장시험 <체가름>)
함수비	KS F 2306 또는 급속함수비 측정방법	현장밀도시험의 빈도 (현장시험)	

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 80 05 : 2016

콘크리트옹벽

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 80 10 : 2016

보강토옹벽

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 80 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 80 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 시스템 설명 ····· 1
1.6 시스템 허용오차 ····· 1
1.7 제출물 ····· 1
1.8 공사기록서류 ····· 1
1.9 품질보증 ····· 2
1.10 운반, 보관, 취급 ····· 2
2. 자재 ····· 2
2.1 재료 ····· 2
2.1.1 전면블록 및 전면판 ····· 2
2.1.2 보강재 및 연결부품 ····· 3
2.1.3 뒤채움재료 ····· 3
3. 시공 ····· 4
3.1 시공조건 확인 ····· 4
3.1.1 사전조사 ····· 4
3.1.2 시공 전 검토사항 ····· 4
3.2 작업준비 ····· 5
3.3 시공기준 ····· 5
3.3.1 전면벽체의 기초 ····· 5
3.3.2 터파기 ····· 6
3.3.3 전면벽체의 기초공 ····· 6
3.3.4 규준틀 설치 ····· 7

3.3.5 블록 및 전면판 설치 ····· 7
3.3.6 뒤채움 다짐 및 블록 속채움 ····· 8
3.3.7 보강재 설치 ····· 9
3.3.8 배수공 ····· 9
3.4 시공허용오차 ····· 9
3.5 보수 및 재시공 ····· 9
3.6 현장품질관리 ····· 10

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 블록 혹은 패널식 전면판(Facing)과 금속 혹은 토목섬유 보강재를 사용하는 보강토옹벽의 재료 및 시공에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KCS 44 50 05
- KS F 2306 흙의 함수비 시험 방법
- KS F 2311 현장에서 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
- KS F 2343 압밀 배수 조건 아래서 흙의 직접 전단 시험 방법
- KS F 2405 콘크리트의 압축 강도 시험 방법
- KS F 2422 콘크리트 코어 및 보의 시료 절취 및 강도 시험방법
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- KS F 4416 콘크리트 적층 블록
- KS F 4419 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록
- KS F 2103 흙의 pH값 측정방법

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 시스템 설명

내용 없음

1.6 시스템 허용오차

내용 없음

1.7 제출물

내용 없음

1.8 공사기록서류

내용 없음

1.9 품질보증

내용 없음

1.10 운반, 보관, 취급

(1) 자재는 운반, 보관, 취급중에 손상을 입지 않도록 파렛트 위에 차곡차곡 쌓아서 운반하고 조심스럽게 상·하차 하여야 한다. 또한 시공 중에는 던지거나 굴려서는 안 되며, 인력 또는 크레인 등으로 소운반하여야 한다.

(2) 자재에는 제조업자명, 제품명, 로트 및 제품번호, 규격 등이 표기되어 있어야 한다. 섬유제품의 경우 자외선에 노출될 경우 품질의 변화가 있을 수 있으므로 실내에 보관하거나 자외선을 차단할 수 있는 보호덮개를 씌워야 한다.

(3) 운반 및 시공 중에는 손상을 입지 않도록 주의하여야 하며, 손상을 입은 자재를 사용해서는 안 된다.

(4) 콘크리트 패널은 운반 및 설치를 위한 인양고리가 부착되어 있어야 한다.

(5) 콘크리트 패널은 부분적으로 파손, 균열, 전면 손상, 연결핀과 결속재에 변형이 생기지 않도록 취급 시 주의하여야 하며, 보관 시에는 패널 사이에 목재 받침대를 놓고 수평으로 보관하며 5단 이상을 초과하여 쌓지 않도록 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 전면블록 및 전면판

(1) 재료 및 제조

① 블록의 재료 및 제조에 관한 사항은 KS F 4416의 5항 및 6항 규정을 준용한다.

② 패널식 전면판의 경우 해당제품의 생산기준을 따르며 구조적으로 안정적인 것이어야 한다.

(2) 전면블록 및 패널식 전면판의 치수는 설계도서에 따른다.

(3) 품질

① 콘크리트 전면블록의 압축강도는 KS F 2422 또는 KS F 2405에서 규정하는 시험을 했을 때 3개 이상 시료의 평균압축강도가 28 MPa 이상이어야 하며, 패널식 전면판의 압축강도는 28일 양생기준으로 6개 이상 시료의 평균압축강도가 30 MPa 이상이어야 한다.

② 콘크리트 블록은 KS F 4419의 규정에 의한 흡수율 시험 시 평균흡수율이 7% 이내여야 하고 최대 10% 이상을 초과하지 않아야 한다.

③ 콘크리트 블록의 형상과 치수는 보강벽체가 일체화될 수 있는 형상이어야 하며, 콘크리트 블록의 높이 및 폭의 치수오차는 각각 ±1.6 ㎜ 및 ±3.2 ㎜를 초과하지 않아야 하고, 패널의 치수오차는 ±5 ㎜를 초과하지 않아야 한다.

2.1.2 보강재 및 연결부품

(1) 재질 및 제조

① 토목섬유 보강재는 토양 중에 존재하는 산, 알칼리, 염 등에 변질되지 않고 미생물에 의해 분해되지 않는 재질로 접합부나 연결취약부가 없는 구조로 제조된 것이어야 한다.

② 토목섬유 보강재의 경우 특히 장기적인 거동 시 크리프변형 등에 대한 안정성이 확보되어야 한다.

③ 금속보강재는 부식방지를 위해 처리된 것이어야 하고 이는 시공중 손상이나 절단 후에도 보완할 수 있는 것이어야 한다.

④ 모든 보강재는 설계자가 제시하는 내시공성을 만족하여야 한다.

⑤ 기타 보강재의 세부 종류별 형상, 치수, 품질은 설계도서 및 설계조건을 만족시킬 수 있도록 작성된 제조시방에 적합하여야 한다.

(2) 연결부품은 블록 혹은 패널과 보강재의 고정방법에 따라 보강토옹벽 제조자나 설계도서에서 제시하는 형식의 제품을 사용하되, 연결부품의 재질 및 일반적인 품질기준은 다음과 같다.

① 연결부품은 전면블록 혹은 패널과 보강재를 상호 연결시킴으로서 전면재와 보강재의 연결강도를 증대시킬 수 있는 구조여야 한다.

② 연결부품의 재질은 흙속에서 부식되지 않으며, 적용되는 보강토 구조물의 설계조건을 만족시킬 수 있는 충분한 강도를 가진 것으로 금속재 또는 고강도 섬유유리 등으로 제조된 제품을 사용하되, 특히 재질을 금속재로 하는 경우에는 부식방지를 위해 처리된 것이어야 하고 이는 시공 중 손상이나 절단 후에도 보완할 수 있는 것이어야 한다.

③ 연결부품 고정 시 블록이나 패널과 보강재를 연결하는 이음부의 수평이동변위는 설계도서에 제시된 값 이내 이어야 한다.

④ 패널 조립 시 콘크리트의 직접 접촉으로 인한 파손방지를 위해 수평조인트 사이에는 고무 패드를 설치한다.

⑤ 패널의 수평·수직 조인트 사이로 토사 유출 방지를 위하여 토사와 접하는 조인트에는 일정 폭의 부직포를 설치한다.

2.1.3 뒤채움재료

(1) 뒤채움재료는 설계도서에서 검토를 통해 별도로 명시하는 기준을 따르는 것을 우선으로 한다. 별도의 언급이 없을 경우 본 시방 기준에서 제시된 값을 참조 한다.

(2) 뒤채움 흙의 일반적인 성질은 다음과 같다.

① 흙과 보강재 사이의 마찰효과가 큰 재료로서 KS F 2343의 직접전단시험 결과, 내부마찰각이 설계도서에서 제시한 값 이상인 토질일 것

② 배수성이 양호하고 함수비 변화에 따른 강도특성의 변화가 적으며, 소성지수(PI)가 6 이하인 흙일 것

③ 보강재의 내구성을 저하시키는 화학적 성분이 적은 흙일 것

④ 일반적인 뒤채움 흙의 입도기준은 다음과 같다.

표 2.1-1 보강토 뒤채움 흙의 입도

체눈금크기 (㎜) (체번호)	통과중량백분율 (%)	비고
102	100	
0.425 (No. 40)	0 ~ 60	
0.075 (No. 200)	0 ~ 15	

① No.200 통과율이 15% 이상이더라도 0.015 ㎜ 통과율이 10% 이하이거나 또는 0.015 ㎜ 통과율이 10 % ~ 20% 이고 내부마찰각이 25° 이상이며 소성지수(*PI*)가 6이하면 사용이 가능하다.
② 뒤채움 재료의 최대 입경은 102 ㎜까지 사용할 수 있으나, 시공 시 손상을 입기 쉬운 보강재를 사용하는 경우에는, 최대입경을 19 ㎜로 제한하거나, 시공손상 정도를 평가하는 것이 바람직하다.

⑤ KS F 2103에 의하여 산도(pH)는 5 ~ 10 범위에 있어야 한다.
⑥ 보강토체가 수중에 있는 경우는 No.200체 통과량을 5% 미만으로 제한하고, 배수가 잘 되는 재료를 이용한다.

(2) 블록의 내부공간 및 블록과 블록 사이 속채움재료의 일반적인 기준은 표 2.1-2와 같다.

표 2.1-2 블록 속채움재료 입도기준

체의 공칭치수	26.5mm	19mm	4.75mm(No.4)	425μm(No.40)	75μm(No.200)
통과 중량 백분율(%)	75 ~ 100	50 ~ 75	0 ~ 60	0 ~ 50	0 ~ 5

3. 시공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 사전조사

(1) 보강토옹벽의 시공에 앞서 먼저 설계조건, 시공위치, 단면의 치수, 옹벽배면의 여건(구조물과의 이격거리, 과재하중, 지하매설물의 위치, 용출수의 유무 등)을 확인하고 설계도서에 의거 시공하는 것이 부적당하다고 판단될 경우에는 즉시, 보강대책을 강구하여 설계변경을 요청하여야 한다.

3.1.2 시공 전 검토사항

(1) 수급인은 보강토옹벽공사 시공에 앞서 도면에 명시된 기초의 지반지지력을 확인하고 터파기 결과 소요지지력을 확보할 수 없다고 판단될 경우나 설계도에 의하여 시공하는 것이 부적당 하다고 판단될 경우는 즉시 치환 또는 기초형식 변경 등의 대책을 강구하여 설계변경 하여야 한다.

(2) 보호 및 보강공
① 도면에 명시된 설계조건과 옹벽높이 등이 현장조건과 일치하지 않을 경우에는 현장여건에 부합되도록 보강재의 간격, 길이 및 옹벽높이를 변경하여야 한다.
② 옹벽상부 비탈면의 토질이 불량하여 슬라이딩의 위험이 예상되거나 용수가 많은 지역은 보호 및 보강공을 실시하여야 한다.

(3) 뒤채움재료나 속채움재료는 공사장 내의 굴착에서 발생한 재료 중 유용 가능한 재료를 사용하되, 그 재료의 성질이 뒤채움재료에서 규정하는 조건을 만족시키지 못하는 경우는 토취장을 선정하여 뒤채움 및 속채움재료기준을 만족하는 재료를 확보하거나 또는 현장 내 유용토사의 토질조건에 부합하도록 설계변경(보강재의 간격 및 길이의 변경 등) 하는 방법 중 비용이 저렴하고 실행 가능한 방법을 선정하여 결정하여야 한다.

(4) 블록, 전면판, 보강재, 연결부품 자재에 대한 제조업자의 제품자료, 시방서, 설치지침서 및 품질시험성과표를 확인하여야 한다.

(5) 시공계획서 및 도면
① 보강토옹벽 설치계획
보강토옹벽의 설치범위, 시공구간과 시공일시를 포함하는 일정계획, 시공순서 및 시공방법, 인원 및 장비계획, 자재반입계획 등
② 설계검토 보고서
설계도서와 현장조건이 일치하지 않을 경우 그 처리대책으로서 해당분야 특급기술자가 작성한 수정도면, 계산서, 검토서 등
③ 보강토옹벽과 주변구조물과의 공간관계 및 옹벽상부의 토공마무리계획을 포함하는 부위별 횡단면도
④ 설치지반의 지형을 고려하여 작성한 보강토옹벽의 시공전개도(종단면도)
⑤ 가장자리 부분, 꺾이는 부분, 경사가 변하는 부분, 곡선구간 등에 대한 설치세부도

3.2 작업준비
내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 전면벽체의 기초
(1) 전면벽체의 기초(Levelling pad)는 보강토옹벽 전면부의 평탄성을 확보하기 위해 설치하며, 벽면공 저면부에 응력이 집중되기 때문에 그 하부지반이 설계 지지력을 확보할 수 있는 구조이어야 한다. 전면벽체의 기초는 설계도서에서 명시하는 기준을 따르는 것을 우선으로 하며 일반적인 기준은 다음과 같다.
① 잡석을 사용하는 경우, 잡석은 경질이고 변질될 염려가 없는 부순돌 또는 조약돌로서 입경 50 ㎜ ~ 150 ㎜의 대소알이 적당한 입도로 혼합된 것이어야 한다.

② 콘크리트를 사용하는 경우, 콘크리트는 KS F 4009에 규정된 레디믹스트 콘크리트로서 강도는 18 MPa 이상이어야 하고, 공기량 4.5% ± 1.5%, 슬럼프 8 ㎝ ± 2.5 ㎝, 굵은골재 최대치수 25 ㎜ 이하로 한다.

3.3.2 터파기

(1) 터파기는 KCS 11 20 10 흙깎기 규정을 따른다.
(2) 굴착된 바닥면은 평탄하게 지반고르기를 시행하되, 과다 터파기된 부분은 표준쌓기재료 또는 기초용 잡석 등을 사용하여 원지반과 동일한 밀도로 다져야 한다.
(3) 연약지반, 지하수 용출지반의 경우는 소정의 지내력을 갖도록 치환 또는 기초형식변경 등의 조치를 강구하여야 한다.
(4) 터파기작업은 재료의 반입정도, 인원 및 장비투입계획, 기상조건, 비탈면의 형상 및 높이, 되메우기 시기 등을 고려하여 작업 가능한 구간만을 터파기하고 되메우기를 포함한 모든 작업이 완료된 후 다음 작업을 진행하여야 한다.
(5) 보강토옹벽의 기초지반은 설계서 상의 최소근입깊이 또는 동결심도 이상 근입시켜야 하며, 전면판으로부터 보강재의 길이 이상을 확보하고 설계서에 명시한 지지력이 확보되도록 충분히 다져야 한다.

3.3.3 전면벽체의 기초공

(1) 설계도서에 명시된 방법에 따라 잡석 또는 무근콘크리트로 시공한다.
(2) 전면벽이 콘크리트 패널인 경우에는 콘크리트를, 콘크리트 블록이나 포장형인 경우에는 잡석층 위에 양질의 모래층을 포설하는 형식으로 하여야하나, 높이가 10 m 이상인 경우에는 블록식의 경우에도 콘크리트를 사용한다. 단 공사감독자 및 지반분야 책임기술자가 필요하다고 판단하는 경우에는 10 m 미만의 블록식 옹벽에도 콘크리트를 사용할 수 있다.
(3) 보강토옹벽의 안정성 및 외관은 기초설치의 정확도에 의해 크게 좌우되므로 상부면은 수평으로 평탄하게 마무리하여 블록의 아랫면과 완전히 접촉되도록 하여야 한다.
(4) 비탈에 옹벽이 시공되는 경우에는 무근콘크리트를 사용하여 계단식으로 마무리 되도록 한다.
(5) 잡석으로 시공하는 경우에는 KCS 44 50 05(3.2.4)의 보조기층 다짐기준 또는 이에 상응하는 기준으로 충분히 다져야 한다.
(6) 현장타설 콘크리트로 시공하는 경우에는 두께가 150 ㎜ 이상 되도록 하고, 타설 후 12시간 이상 양생시킨다.
(7) 비탈기초, 한쪽깎기·한쪽쌓기 경계부와 같이 강성이 급격히 변하는 부위에서는 정확한 시공에 특히 주의하여야 한다. 만일 설계도서에 이 부분에 대한 명시가 없을 경우 공사감독자의 지시나 특급기술자의 검토를 거쳐 해당 부위 시공을 실시하도록 하여야 한다.
(8) 보강토옹벽 전면판의 기초는 설계서에 별도로 명시된 방법에 따라 잡석 또는 압축강도 18 ㎫이상의 무근 콘크리트로 시공한다.

(9) 기초지반이 경사지거나 고저차가 있을 경우에는 패널의 크기와 조립형상을 고려하여 기초가 계단식이 되도록 시공하고 패널이 수평으로 설치될 수 있도록 한다.

3.3.4 규준틀 설치

(1) 옹벽전면의 수직(또는 경사) 및 수평상태를 확인하기 위해 규준틀을 설치하고 공사감독자의 검사를 받아야 하며, 겨냥줄은 수평이 유지되도록 팽팽하게 설치하여야 한다.
(2) 규준틀의 설치간격은 10 m를 표준으로 하되, 시점·종점 및 평면·단면의 변화점에 설치한다.

3.3.5 블록 및 전면판 설치

(1) 블록이나 전면판의 첫 단은 겨냥줄에 맞추어 전면부의 선형 및 수평이 유지되도록 정밀하게 설치하되, 블록의 전면부에 미리 철근 등을 고정하여 되메우기 또는 쌓기작업으로 인해 블록이 이동하는 것을 방지하여야 한다.
(2) 윗단을 설치할 경우에는 아랫단 상부를 깨끗이 청소한 후 명시된 고정방법에 따라 견고하게 고정시킨다. 쌓기 중에는 옹벽전면의 경사와 수평상태를 수시로 확인하여야 한다.
(3) 블록이나 전면판은 한 단씩 쌓아올리고 매 단마다 블록속채움 및 뒤채움쌓기를 시행한 후 다음 단을 쌓아 올려야 한다.
(4) 볼록하거나 오목한 곡선부를 형성하고자 하는 경우에는 공사 착수 전에 시공상세도면을 작성하여 곡선부 반경 및 쌓기방법 등에 대해 승인을 받아야 하며, 이 경우 볼록하거나 오목한 부분에 발생할 수 있는 집중응력에 대한 보강방법 등이 고려되어야 한다.
(5) 옹벽의 최상부는 바로 아랫단 상부표면에 승인된 접착제 또는 모르타르를 사용하여 완전히 고정시켜야 한다.
(6) 콘크리트 패널은 소형크레인 또는 백호를 이용하여 수직도(또는 경사도)를 유지하도록 설치하며, 뒤채움 중에 벽체의 변형을 고려하여 약 1 % ~ 3 % 정도 배면측으로 경사를 두어 시공할 수도 있다.
(7) 패널을 다른 패널 위에 설치할 때는 기 설치된 패널 양단에 있는 홈에 연결핀을 삽입하여 상·하의 패널을 연결시킨다. 패널의 선형과 수직위치가 정확하도록 조정하고 클램프를 이용하여 인접 패널과 고정시킨다. 기 설치된 패널 상단부까지 뒤채움이 완전히 다짐된 후에 다음 단계의 패널을 설치한다.
(8) 다음 블록을 설치할 때는 하부 블록의 윗면에 이물질이 없도록 깨끗이 청소하고, 블록의 수평 및 수직도를 확인하면서 설치한다.
(9) 최종 블록 설치 후에는 상단의 이물질을 제거하고, 접착제를 이용하여 덮개블록을 고정시킨다.
(10) 각 블록에는 연결핀을 설치하여 위아래 블록이 연결되도록 한다. 블록 내부가 비어있는 구조인 경우는 블록내부에 25 ㎜ 미만의 최대입경을 가진 배수성 재료로 속채움을 한다.

3.3.6 뒤채움 다짐 및 블록 속채움

(1) 뒤채움 다짐

보강토옹벽에 있어서 쌓기재료의 다짐은 쌓기내부 흙의 상대이동을 감소시키고 흙 구조물의 내구성에도 중요한 역할을 하므로 균일하고 설계기준을 만족하는 다짐이 되도록 하여야 한다.

① 한층의 시공두께는 블록의 한단높이를 기준으로 하되 0.2~0.3 m가 넘지 않아야 하며 안정성을 확보하는데 문제가 없어야 한다.

② 재료의 포설은 전면판의 휨방지를 위해 전면판 쪽에서부터 시공하며, 전면판과 평행한 방향으로 진행하여야 한다. 또한 보강재 상부에 포설할 경우에는 보강재가 움직이거나 손상을 입지 않도록 주의하여야 한다.

③ 블록식 보강토옹벽의 경우 전면판에서 1.0 m 이내, 패널식 보강토옹벽의 경우 대해서는 전면판에서 1.5 m 이내에서는 포설 및 고르기를 인력으로 시행하여야 하며, 다짐은 소형 진동 다짐기계를 사용하여야 한다.

④ 다짐장비의 주행은 전면판과 평행이 되도록 하고, 다짐은 최대건조밀도(D, E 방법)의 95% 이상이 되도록 다져야 한다.

⑤ 타이어가 장착된 장비는 시속 20 ㎞ 이하의 속도로 다지되, 다짐중 급제동 또는 급회전은 삼가하여야 한다.

⑥ 보강재를 설치한 면을 다질 시에는 보강재 위를 다짐장비가 직접 올라타게 해서는 안 되며, 뒤채움재를 명시된 두께로 포설한 후 다짐을 하여야 한다.

⑦ 뒤채움재의 포설과 다짐작업은 구조물을 변형시키지 않도록 주의해서 시공하여야 하며, 전면판에 변형이 생긴 경우에는 즉시 모든 작업을 중단하고 수정 후 재시공하여야 한다.

⑧ 하단(옹벽 근입부) 전면판의 전·후면은 가급적 빠른 시간 내에 되메우고 다짐하여 우수 등에 의해 세굴되지 않도록 하여야 한다.

⑨ 뒤채움재의 포설 및 다짐은 기온이 1.5 ℃ 이상일 때만 시행한다. 시공 중 비 또는 눈이 오는 경우에는 즉시 작업을 중단하고 폴리에틸렌 등의 피막으로 작업표면을 덮어 우수의 침입을 막고, 현장과 토질조건이 다지기에 적합할 때까지 작업을 재개해서는 안 된다.

(2) 블록속채움

블록 한단쌓기가 완료되면 블록의 내부 및 블록과 블록 사이의 공간에는 명시된 속채움재료를 밀실하게 채워 넣는다.

3.3.7 보강재 설치

(1) 보강재가 설치될 모든 표면은 움푹 파인 곳이나 뜬 돌, 나무뿌리 등을 제거하여 청결한 상태를 유지하여야 하며, 바닥면의 평탄성은 직선자(약 3 m 이상)를 바닥에 대어 측정하거나 별도의 방안을 마련하여 관리하도록 한다.

(2) 보강재는 블록 및 전면판과 직각을 이루도록 설치하여야 하며 설계도서에 명시된 높이와 길이로 설치한다.
(3) 보강재는 최대한 팽팽하게 당겨서 설치하여야 하고 뒤채움재 포설 및 다짐 시 이동이 없도록 하여야 하며 띠형 섬유보강재의 경우 끝부분에 고정핀을 사용하여 바닥에 단단히 고정시키되, 설계도서에 명시되지 아니한 경우 고정개소는 보강재의 폭과 동일한 간격으로 하거나 최대 1.5 m 이내로 한다.
(4) 보강재가 원지반선 아래에 설치될 경우에는 보강재 설치높이 이하 0.2 m까지 깎기한 후 뒤채움재료를 포설하고 다진 다음 보강재를 설치하여야 한다.
(5) 보강재의 힘을 받는 방향에 대한 이음은 가급적 피하여야 하며, 부득이하게 보강재를 이어야 할 경우에는 공사 착수 전에 이음방법에 대해 승인을 받아야 한다.
(6) 띠형 섬유보강재의 폭에 대한 이음은 시공 시 이동 등을 고려하여 설계도서에 명시된 겹침폭 이상이 되도록 유지하여야 하며 특히 전면판이나 고정단 부위에서도 겹침폭이 유지되도록 하여야 한다.
(8) 가연성재료가 사용된 섬유보강재는 화열에 매우 취약하므로 시공 시 주변의 인화물질과 화재발생요인 등을 제거한 후 시공한다.
(9) 공용 중 옹벽 주변에 화재 발생의 우려가 있는 경우에는 원칙적으로 섬유보강재를 사용해서는 안 되며, 부득이한 경우 불꽃이 직접 닿지 않도록 보강토옹벽 전면에 블록 보호막 등 화열차단시설을 설치한다.

3.3.8 배수공

(1) 보강토옹벽은 보강재와 뒤채움 흙의 마찰저항에 의하여 지지되는 구조이며, 유입되는 물에 의하여 강도저하 및 구조체 파괴의 원인이 될 수 있으므로 설계도서에 명시되지 않은 경우라도 이러한 문제가 예상되는 경우에는 공사감독자와 협의하여 설계변경을 통해 보강토체 내외에 배수구를 설치한다.

3.4 시공허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

(1) 품질관리를 위한 각종 시험은 반드시 공사감독자 입회하에 실시하여야 하며, 명시된 요건을 만족하지 못할 경우에는 즉시 수정하여야 한다.
(2) 다짐시험은 KS F 2312의 D 또는 E법에 따라 뒤채움재의 재질이 변화할 때마다 실시하며, 다짐시험의 결과는 현장밀도의 다짐도를 측정하기 위한 기준밀도로서 이용한다.

(3) 수비시험은 KS F 2306에 따르거나 급속함수량 측정기 사용이 가능하며, 포설 후 다짐 전 설계도서에서 제시된 수량마다 실시한다. 시험결과 함수량이 부족한 경우에는 추가로 살수하고 과다한 경우에는 가래질 등을 하여 최적의 함수비를 확보한 후 다져야 한다.

(4) 현장밀도시험은 KS F 2311에 따르되, 설계도서에 제시된 수량 마다 실시하며, 시험위치는 전면판 뒷면 1 m 위치 및 보강재 끝에서 앞면 1 m 위치에서 각각 실시한다.

(5) 보강토옹벽공사와 관련이 있는 옹벽상부의 비탈면 보호공사 또는 유출수 처리를 위한 배수공사는 옹벽구조물의 안정성에 문제가 발생치 않도록 조속한 시일 내에 완료하여야 하며, 이러한 공사를 소홀히 함으로써 보강토옹벽에 손상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(6) 보강토옹벽의 경우 어느 정도 변위를 허용하는 구조물이기는 하나 과다한 전면변위로 인한 불안감이나 구조체의 안정성 등을 고려하여 설계도서에 제시된 허용변위 이내가 되도록 시공되어야 한다.

(7) 보강토옹벽 주변에서 이루어지는 모든 작업은 옹벽의 구조적 안정을 해치지 않는 범위 내에서 시행되어야 하며, 설계조건을 초과하는 과재하중이나 충격하중 그리고 뒤채움재와 보강재 사이의 마찰력을 저하시킬 수 있는 어떠한 행위도 허용되어서는 안 된다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 80 10 : 2016

보강토옹벽

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 80 15 : 2016

돌망태옹벽

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 80 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 80 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 : 한국시설안전공단
작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 관련 기준 ····· 1

1.3 지급자재 ····· 1

1.4 용어의 정의 ····· 1

2. 자재 ····· 1

2.1 재료 ····· 1

2.1.1 돌망태의 철선 ····· 1

2.1.2 형상 및 치수 ····· 1

2.1.3 채움재 ····· 2

3. 시공 ····· 3

3.1 시공조건 확인 ····· 3

3.2 작업준비 ····· 3

3.3 시공기준 ····· 3

3.3.1 시공일반 ····· 3

3.4 시공허용오차 ····· 4

3.5 보수 및 재시공 ····· 4

3.6 현장품질관리 ····· 4

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 비탈면을 안정시키기 위하여 시공하는 돌망태 옹벽공사에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS D 7011 아연도금철선
- KS D 7019 6각 철망
- KS D 7036 염화 비닐 피복 철선
- KS D 7037 알루미늄 도금 철선 및 강선

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 돌망태의 철선

(1) 돌망태에 사용하는 철선은 아연도철선, 합성수지 피복철선 및 알루미늄 도금철선이 있다.

(2) 철선의 연신율은 KS D 7011, KS D 7036 및 KS D 7037 기준에 따른다.

2.1.2 형상 및 치수

(1) 돌망태는 몸통, 뚜껑, 링 및 돌구멍 죄임철선으로 구성한다. 그 형상은 KS F 4601에 따르고, 그 부품은 표 2.1-1에 따르며, 육각철망을 사용할 경우 KS D 7019에 따른다.

표 2.1-1 돌망태의 부품

부분품	종류
몸통	1개
뚜껑	2개
링	몸통길이 1 m당 1개
돌구멍 죄임 철선	돌구멍의 수와 동수 (단, 망눈이 10 이하인 경우는 그 2배)

(2) 뚜껑틀과 뚜껑망의 이음은 뚜껑 망의 철선이 뚜껑틀에 2회 이상 감겨야 하며, 흔들림이 없어야 한다.
(3) 돌망태 치수의 허용값은 표 2.1-2와 같다.

표 2.1-2 돌망태 치수의 허용값

구분	허용값(%)	비고
몸통크기	+3, -1	
길이	+3	
망눈크기	+3, -1	

(4) 돌망태용 합성수지 피복철선의 선지름 및 심선지름은 KS D 7036에 따르며 최소 32 ~ 26 이상 두께의 철선을 사용하여야 한다.
(5) 아연도 철선의 품질기준은 KS D 7011에 따르며 인장강도는 290 MPa ~ 540 MPa 정도이어야 한다.
(6) 아연도 철선 돌망태의 아연부착량 기준은 표 2.1-3과 같다.

표 2.1-3 아연도 철선 돌망태의 아연부착량 기준

구분 / 선지름(㎜)	아연부착량(g/㎡)	균일성 시험 (담금횟수)		품질기준
		1분	30초	
3.2	90 이상	1	1	-10% 이하
3.5	90 이상	1	1	
4.0	120 이상	2	-	
4.5	120 이상	2	-	
5.0	150 이상	2	1	
6.0	200 이상	3	-	

(7) 돌망태용 합성수지 피복철선의 품질기준은 KS D 7036을 따르며 인장강도는 290 MPa ~ 540 MPa 정도이어야 한다.
(8) 돌망태용 알루미늄 도금철근의 품질 기준은 KS D 7037에 따르며 인장강도는 290 MPa ~ 590 MPa 정도이어야 한다.
(9) 평균 인장강도는 373 MPa ~ 490 MPa(3,800 ㎏f/㎠ ~ 5,000 ㎏f/㎠)이어야 한다.
(10) 철선의 신장률은 12% 이상이어야 한다.

2.1.3 채움재

(1) 돌망태 채움재는 지름이 망눈의 최대치수보다 크고 25 cm 보다 작은 돌로서 입도가 양호하고 견고하며, 내구성이 좋아야 한다.

(2) 돌망태 채움재는 풍화에 약한 사암, 세일, 석회암 등과 같은 퇴적암 계열의 암석은 사용하지 않는다.
(3) 채움재의 형상은 평평하거나 가늘고 길어서는 안 된다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

(1) 기초지반이 설계에서 요구하는 지지력조건을 만족하는지 검토하여야 한다.

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 시공일반

(1) 기초지반을 설계도서에서 지시한 경사 및 선형에 맞추어 정리하고 다짐하여 부등침하가 일어나지 않도록 하여야 한다.
(2) 기초지반이 연약할 경우에는 지반개량을 실시하여 돌망태 옹벽의 하중을 지지할 수 있어야 한다.
(3) 설계도서에 별도의 표시가 없으면 돌망태 옹벽은 6° ~ 10° 정도의 경사로 설치하여야 한다.
(4) 돌망태의 철망은 넓고 평활한 곳에서 설계도서의 규격으로 접어 철망박스를 형성하고, 돌채움은 표면과 외측에 큰 돌이 가도록 하고 공극이 최소화 되도록 하여야 하며, 철망의 크기보다 큰 돌을 사용하여야 한다.
(5) 돌망태가 완전히 채워질 때까지 돌채우기와 철선연결을 번갈아 실시하고, 돌망태는 빈틈을 적게 하여 공극이 최소가 되도록 기계나 인력으로 돌을 채워 넣어 설계도서의 규격이 유지되도록 하여야 한다.
(6) 돌채움이 끝나면 뚜껑을 철선으로 단단히 묶어야 하며, 박스와 박스는 일체가 되도록 연결부를 단단히 결속하여야 한다.
(7) 모든 철망과 철선의 연결은 이중감기를 하여야 한다.
(8) 돌망태 부설 후에는 돌 사이를 고르게 더 채워야 한다.
(9) 곡선부 시공으로 부득이 간격이 발생될 경우 돌망태 간격이 최소화 되도록 길이가 작은 것으로 상하간의 곡선길이 차이만큼 추가 시공하도록 하고 틈이 50 ㎜ 이상 되는 구간은 돌망태용 채움재로 채워야 한다.
(10) 돌채움을 할 때에는 박스 높이의 1/3 지점과 2/3 지점에 중간철선을 연결하여 박스의 변형을 조절하면서 돌을 채워야 한다.

3.4 시공허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

(1) 철망 안에 돌채움을 할 때에 철선의 피복 또는 도금이 벗겨지지 않도록 조심해서 돌채움을 실시하여야 한다.

(2) 돌채움을 할 때에는 완공 후 채움재가 철망에서 빠지지 않도록 하여야 한다.

(3) 과도한 배부름 및 침하가 발생하였을 경우 안전성을 검토하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 80 15 : 2016

돌망태옹벽

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 11 80 20 : 2016

기대기옹벽

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 도로공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 80 20 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 80 20 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
2. 자재 ····· 1
2.1 재료 ····· 1
2.1.1 빈배합콘크리트 ····· 1
2.1.2 구체 콘크리트 ····· 1
2.1.3 문양거푸집 ····· 1
2.1.4 신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품 ····· 1
2.1.5 철근 ····· 2
2.2 구성품 ····· 2
2.3 장비 ····· 2
2.4 부속재료 ····· 2
2.5 배합 ····· 2
2.6 조립 ····· 2
2.7 마감 ····· 2
2.8 조립허용오차 ····· 2
2.9 자재품질관리 ····· 2
3. 시공 ····· 2
3.1 시공조건 확인 ····· 2
3.2 작업준비 ····· 2
3.3 시공기준 ····· 3
3.3.1 터파기 및 기초공 ····· 3
3.3.2 규준틀 설치 ····· 3

3.3.3 문양거푸집 ····· 3
3.3.4 신축이음 및 수축이음 ····· 3
3.3.5 고정핀 ····· 3
3.3.6 콘크리트 타설 및 표면마무리 ····· 4
3.4 시공허용오차 ····· 4
3.5 보수 및 재시공 ····· 4
3.6 현장품질관리 ····· 4
3.7 제조업자 현장지원 ····· 4
3.8 현장 뒷정리 ····· 4

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 비탈면 보호공으로 시공되는 밑다짐식, 합벽식 및 계단식 옹벽의 시공에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KCS 11 80 05 콘크리트 옹벽
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 빈배합콘크리트

(1) 빈배합콘크리트의 압축강도는 16 MPa 이상으로 한다.

2.1.2 구체 콘크리트

(1) KS F 4009에 규정된 레디믹스트 콘크리트로서 압축강도는 설계도서에 명시된 값 이상이어야 하고, 공기량 4.5% ± 1.5%, 슬럼프 15 ㎝ ± 2.5 ㎝, 굵은골재 최대치수 25 ㎜ 이하로 한다.

2.1.3 문양거푸집

(1) 1회용 발포 폴리스티렌 또는 PE 무늬거푸집을 사용하되, 그 재질은 제조업체의 시방에 따른다.

2.1.4 신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품

(1) KCS 11 80 05 신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품 규정에 따른다.

2.1.5 철근

(1) KS D 3504의 이형봉강 SD300의 규정에 적합한 철근을 사용한다.

2.2 구성품

내용 없음

2.3 장비

내용 없음

2.4 부속재료

내용 없음

2.5 배합

내용 없음

2.6 조립

내용 없음

2.7 마감

내용 없음

2.8 조립허용오차

내용 없음

2.9 자재품질관리

(1) 콘크리트의 품질은 KCS 14 20 10에 규정된 사항을 따른다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

(1) 시공계획을 수립하기 전에 먼저 설계조건, 시공위치, 규모, 단면의 치수 등을 확인하고, 다양한 현장조건과 지하수의 유무 등에 대하여 충분한 보강조치를 취하여야 하며 비탈면의 뜬돌, 이물질 등 콘크리트와 지반의 부착을 저해하는 요소를 제거한 후 시공하여야 한다.

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 터파기 및 기초공

(1) 터파기 및 기초공은 KCS 11 80 05 (3.3.1)에 따른다.

3.3.2 규준틀 설치

(1) 시공도에 의하여 위치, 경사, 높이 등을 확인하고 정확한 위치에 경사보기 규준틀을 설치한다.

(2) 규준틀의 설치간격은 10 m를 표준으로 하되, 시점·종점 및 평면·단면의 변화점에 설치한다.

3.3.3 문양거푸집

(1) 문양거푸집은 옹벽의 형상에 따라 그 설치공작도를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 문양거푸집으로 인하여 도면에 지시된 벽체두께가 감소하는 일이 없도록 주의하여야 한다.

3.3.4 신축이음 및 수축이음

(1) 신축이음은 20 m ~ 30 m 이하 간격으로 설치하되, 기초바닥까지 철근을 잘라야 하며, 절곡된 부분에 신축이음을 두어서는 안 된다.

(2) 옹벽에서 신축이음부는 연결재, 채움재(Joint filler), 밀봉재(Joint sealing) 및 부대품을 설치하여야 한다.

(3) 채움재는 타설 시 콘크리트면에 충분히 밀착시켜 수밀성이 확보되도록 하여야 하며, 다음 구간의 콘크리트 타설시 뜨거나 밀리지 않도록 단단하게 고정시켜야 한다.

(4) 수축이음은 9 m 이하 간격으로 설치하되, 벽 표면에 수직으로 깊이 0.3 m 정도의 V형 홈을 파고 철근은 절단하지 않는다.

3.3.5 고정핀

(1) 옹벽과 비탈면의 고정을 위하여 설치하는 고정핀은 KS D 3504의 이형봉강 SD300의 규정에 적합한 철근을 사용한다.

(2) 시공 시 노출되는 고정핀은 계단높이의 1/3 이상 확보하고 다음 단계에 시공될 계단과의 부착성을 높이기 위해 주변의 부착저해요소를 제거한다.

(3) 계단식 옹벽만으로 비탈면의 안정성확보가 곤란한 경우 네일, 앵커공 등과 결합시공할 수 있으며, 보강공 두부와 계단식 옹벽과의 결합력을 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

(4) 소규모 비탈면 파괴에 대한 장기적인 안정성을 유지하여야 한다.

(5) 옹벽 자체의 균열이나 변형, 파괴가 발생하지 않아야 한다.

(6) 옹벽 배면으로부터 지하수가 유입되는 지형, 옹벽 전면에 수위가 형성되는 지형에서는 옹벽 배면에 물을 유도하기 위한 배수시설을 설치한다.

3.3.6 콘크리트 타설 및 표면마무리

(1) 노출면은 균일한 외관을 얻을 수 있도록 콘크리트의 재료, 배합, 타설 방법이 바뀌지 않도록 주의하고, 미리 정해진 구획의 콘크리트는 완료할 때까지 연속해서 타설하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 시공하여야 한다.

(2) 다지기를 끝낸 콘크리트의 상면은 스며 올라온 물이 없어진 후, 나무흙손으로 소정의 높이와 형상으로 마무리하여야 하며, 마무리작업 후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지의 사이에 일어나는 균열은 재마무리에 의해서 제거하여야 한다.

3.4 시공허용오차

(1) 포장하부 되메우기 표면: ± 25 ㎜

(2) 일반지역 되메우기 표면: ± 50 ㎜

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

(1) 기대기 옹벽의 현장 품질관리는 KCS 11 80 05 (3.6)에 따른다.

3.7 제조업자 현장지원

내용 없음

3.8 현장 뒷정리

(1) 만약 문양거푸집으로 1회용 발포 폴리스티렌을 사용할 경우에는 거푸집 제거와 동시에 옹벽에 부착된 발포폴리스티렌을 깨끗이 제거하고, 제거된 폐기물은 계약상대자의 비용으로 소각로에서 소각처리하거나 공사지역 밖으로 반출하여야 하며, 어떠한 경우라도 환경오염을 유발시키는 방법으로 처리되어서는 안 된다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 80 20 : 2016

기대기옹벽

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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

KCS 11 80 25 : 2016

돌(블록)쌓기옹벽

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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.

건설기준 연혁

• 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

• 이 기준은 기존의 건설공사 비탈면 표준시방서를 중심으로 토목공사일반 표준시방서, 상수도공사 표준시방서, 하수관거공사 표준시방서의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 제정	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 표준시방서	• 건설공사 비탈면 설계기준 개정	개정 (2011.12)
KCS 11 80 25 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 80 25 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과	
관련단체 : 한국시설안전공단	작성기관 : 한국시설안전공단

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 관련 기준 ····· 1
1.3 지급자재 ····· 1
1.4 용어의 정의 ····· 1
1.5 시스템 설명 ····· 1
1.6 시스템 허용오차 ····· 1
1.7 제출물 ····· 1
1.7.1 자료제출 요건 및 절차 ····· 1
1.7.2 시공상세도면 ····· 1
1.7.3 제품자료 ····· 2
1.7.4 견본품 ····· 2
1.7.5 확인서 ····· 2
1.7.6 일반요건 ····· 2
1.8 공사기록서류 ····· 2
1.9 품질보증 ····· 2
1.10 운반, 보관, 취급 ····· 2
1.10.1 보호조치 ····· 2
1.11 환경요구사항 ····· 2
2. 자재 ····· 3
2.1 재료 ····· 3
2.1.1 돌쌓기 재료 ····· 3
2.1.2 블록쌓기 재료 ····· 4
3. 시공 ····· 5
3.1 시공조건 확인 ····· 5
3.1.1 돌(블록)쌓기 일반 ····· 5

3.1.2 기초의 지반지지력 ····· 6
3.1.3 터파기 바닥면 ····· 6
3.2 작업준비 ····· 6
3.3 시공기준 ····· 6
3.3.1 사전조사 ····· 6
3.3.2 작업계획 ····· 6
3.3.3 규준틀 설치 ····· 6
3.3.4 돌쌓기 일반 ····· 7
3.3.5 찰쌓기 ····· 7
3.3.6 메쌓기 ····· 7
3.3.7 블록쌓기 ····· 8
3.4 시공허용오차 ····· 10
3.5 보수 및 재시공 ····· 11
3.6 현장품질관리 ····· 11
3.6.1 돌쌓기 품질관리 ····· 11
3.6.2 콘크리트 블록쌓기의 품질관리 ····· 11
3.7 제조업자현장지원 ····· 11
3.8 현장 뒷정리 ····· 11
3.8.1 청소 ····· 11
3.9 시운전 ····· 12
3.10 완성품 관리 ····· 12
3.10.1 구조물의 검수 ····· 12

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 돌쌓기 및 콘크리트 블록쌓기 옹벽의 시공에 적용한다.

1.2 관련 기준

- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS F 2530 석재
- KS F 2538 콘크리트 포장 및 구조용 신축이음 채움재
- KS F 4002 속빈 콘크리트 블록
- KS L 5105 수경성 시멘트 모르타르의 압축 강도 시험방법
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- KS L 9501 공업용 석회
- KS M 3401 수도용 경질 폴리염화비닐관
- KS M 3404 일반용 경질 폴리염화비닐관
- KS F 2426 주입 모르타르의 압축 강도 시험 방법

1.3 지급자재

내용 없음

1.4 용어의 정의

내용 없음

1.5 시스템 설명

내용 없음

1.6 시스템 허용오차

내용 없음

1.7 제출물

1.7.1 자료제출 요건 및 절차

(1) 자료제출 요건 및 절차는 해당요건에 따라야 한다.

1.7.2 시공상세도면

(1) 블록나누기, 모르타르 및 그라우트의 충진 개소, 줄눈 및 정착의 위치 및 방법 등에 대한 시공상세도면을 제출하여야 한다.

1.7.3 제품자료

(1) 색상의 변화를 포함한 이형블록에 대한 제조업자의 제품자료를 제출하여야 한다.

1.7.4 견본품

(1) 이형블록의 실물크기를 제출하여 승인을 받아야 한다.

1.7.5 확인서

(1) 콘크리트 블록이 시방요건을 만족하고 시방서의 강도요건을 합치한다고 기재한 제조업자 확인서를 제출하여야 한다.

(2) 확인서에는 제조업자가 서명하고 제조업자의 명칭, 공사위치, 확인서가 대상으로 하는 운송수량 및 일자를 기재하여야 한다.

1.7.6 일반요건

(1) 콘크리트 블록쌓기는 이 기준에서 달리 명시한 경우를 제외하고, 계약도면과 시공 상세도면에 합치하여야 한다.

(2) 콘크리트 블록쌓기의 시공 허용오차는 작용하는 하중의 편심과 내하력을 제한할 수 있도록 설정하여야 하며, 미관을 위한 것이 아니고 구조적 기능을 기초로 하여야 한다.

1.8 공사기록서류

내용 없음

1.9 품질보증

내용 없음

1.10 운반, 보관, 취급

1.10.1 보호조치

(1) 작업장에 인접한 콘크리트 포장, 보도, 연석, 기층 및 기타 시설물은 적합한 재료를 가지고 보호하여야 한다.

(2) 시공자는 고용원이나 장비로 초래된 손상에 대하여 책임을 져야 하며, 필요한 보수를 하여야 한다.

1.11 환경요구사항

(1) 콘크리트 블록 쌓기는 건조할 때 하여야 한다.

(2) 찰쌓기는 작업일의 종료 시 또는 우천시에 방수막재로 덮고, 단단하게 정착시켜두어야 한다.

(3) 돌(블록)쌓기를 할 때에는 대기온도가 쌓기 착수 전, 쌓기 중 및 쌓기 완료 후 48시간 동안 5 ℃ 이상이 유지되어야 하며 대기온도가 30 ℃일 때는 작업을 해서는 안 된다.
(4) 대기온도 5 ℃ 이하에서 돌(블록)쌓기 공사가 불가피한 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 채움콘크리트, 줄눈모르타르 등이 얼지 않도록 보호하고, 재료를 가열시키며, 완료된 부분은 보온조치를 강구한다.
(5) 서중기에는 바탕처리와 채움콘크리트의 수분이 과도하게 증발하지 않도록 인공차양, 바람막이 등을 설치하고 즉시 돌(블록)쌓기를 시행하여 쌓기재료와 콘크리트의 접착이 원활하게 되도록 한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 돌쌓기 재료

(1) 견칫돌
① 견칫돌은 소요의 강도 및 내구력을 가지며, 표면균열 등이 없고 풍화, 빙결 등의 영향을 받지 않은 것으로 한다.
② 면의 형상은 구형으로 평면 또는 완만한 철면(凸면)을 이루어야 하며, 뒷면은 앞면의 1/16 이상의 단면적을 갖고 뒷길이 1/10 이상의 접촉부를 지닌 것이어야 한다.

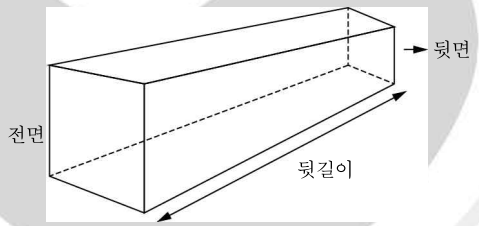


그림 2.1-1 견칫돌 기본 형태

(2) 깬돌
① 깬돌은 소요의 강도 및 내구력을 가지며, 표면균열 등이 없고 풍화, 빙결 등의 영향을 받지 않은 것으로 한다.
② 뒷길이는 견칫돌과 같으며 뒷면에 대한 제한은 없다.
(3) 호박돌 및 야면석은 표면을 다듬지 않은 자연석으로 운반이 가능하고 쌓기에 적합한 모양을 가진 비교적 큰 돌덩이라야 한다.
(4) 뒤채움잡석은 경질이고 변질될 염려가 없는 잡석 또는 조약돌로서 최대치수가 150 ㎜인 돌이 적당한 입도로 섞인 것이라야 한다.

(5) 콘크리트(기초, 뒤채움, 지수, 상단콘크리트)
① 콘크리트의 규격: 재령 28일 압축강도 18 MPa 이상, 공기량 4.5% ± 1.5%, 슬럼프 8 ㎝ ± 2.5 ㎝, 굵은골재 최대치수 40 ㎜ 이하
② 시멘트: KS L 5201의 보통 포틀랜드 시멘트
③ 골재: KS F 2526에서 규정된 콘크리트용 잔골재 및 굵은골재
④ 물: 청정수를 사용한다.

(6) 모르타르
① 모르타르의 용적배합비는 포틀랜드 시멘트 1, 모래 3이어야 하고 재령 28일 압축강도가 15 MPa 이상이어야 한다.
② 모르타르 혼합수량을 줄이기 위한 감수제의 사용은 공사감독자가 승인하고, 모르타르의 강도가 감소되지 않는다면 허용된다.
③ 모래의 품질기준은 KS F 2526의 규정을 따르되, 입도는 다음 기준을 만족하여야 한다.

표 2.1-1 줄눈 모르타르에 사용할 모래의 입도기준

공칭치수	2.36mm	1.18mm	600μm	300μm	150μm
통과중량 백분율(%)	100	70~100	35~80	15~45	2~10

(7) 시멘트
① 시멘트는 KS L 5201 규격의 해당요건을 만족시켜야 한다.
② 유동화제는 포틀랜드 시멘트에 첨가할 수 있으나 용적으로 12 %를 초과해서는 안 된다.

(8) 골재
① 줄눈 모르타르에 사용하는 잔골재는 KS F 2526의 해당요건을 만족시켜야 한다.
② 그라우트용 골재는 KS F 2526의 해당요건을 만족시켜야 하며, 최대치수가 10 ㎜인 굵은 골재와 잔골재의 부피 배합 비율은 1 : 1.5 이어야 한다.

(9) 배수파이프는 KS M 3401 또는 KS M 3404에 규정된 관경 40 ㎜의 파이프 또는 동등 이상의 것

2.1.2 블록쌓기 재료

(1) 콘크리트 블록
① 명시된 규격치수와 두께로 된 콘크리트 블록, 명시된 조건을 만족시키는 모양과 크기, 결합된 보블록과 모서리블록을 그리고 명시되었거나 요구된 곳에 필요한 반쪽크기 블록

② 속이 빈 내력콘크리트 블록은 KS F 4002에 적합하고, 압축강도가 16 MPa 그리고 인장강도가 1 MPa 이상이고, 수축률이 0.06 % 이하이고, 흡수율이 8 % 이하이어야 한다.

③ 표준적인 면을 갖고 정상적인 시멘트 색상의 블록, 화산재나 페인트 마무리를 얼룩지게 할 수 있는 성분을 함유한 콘크리트 블록을 사용해서는 안 된다.

(2) 표면도포제는 투명하고 색이 바라지 않고 곰팡이가 발생하지 않는 방수성의 도장재료이어야 한다.

(3) 파단면을 가진 콘크리트 블록

① 명시된 치수와 두께를 갖고 파단면을 가진 콘크리트 블록, 명시된 치수와 강도요건을 만족하고 특별한 표면구성으로 된 파단면을 갖는 블록

② 제작자의 표준제품에서 공사감독자가 선택하는 색상의 파단면을 가진 콘크리트 블록

(4) 프리캐스트빔, 상단 및 마무리 블록은 설계에 명시된 형태의 프리캐스트 콘크리트 제품으로 KCS 11 73 05 (2.1.2) 기준에 일치하여야 하며, 노출된 표면은 가능한대로 콘크리트 블록의 마무리에 어울리도록 샌드블라스트로 가깝게 마무리하여야 한다.

(5) 이 기준의 찰쌓기에 사용되는 모르타르의 재료기준과 같다.

(6) 그라우트

① 거친 그라우트는 28일 압축강도가 14 MPa 이상이어야 하며, 시멘트, 잔골재 및 굵은골재의 배합비는 부피로 1:3:2이어야 한다.

② 제작자가 설계한 배합과 승인된 그라우트 펌프로 조작하는 그라우트는 슬럼프가 25 ㎝이어야 한다.

③ 그라우트의 혼합량을 줄이기 위한 감수제의 사용은 공사감독자가 승인하고, 그라우트의 강도가 감소되지 않는다면 허용된다.

④ 그라우트 골재는 KS F 2526에 합치하고 입도가 좋은 콘크리트용 잔골재로써 최대치수가 1.0 ㎜인 입도가 좋은 굵은골재와 잔골재의 부피배합비율은 1:1.5 이어야 한다.

(7) 접착재는 콘크리트 슬래브에 모르타르 바닥을 접착시키는 폴리비닐 아세테이트 에멀전 접착재로서 젖었거나 건조한 콘크리트 슬래브에 모르타르 바닥을 영구적으로 접착시키는 공장제품이고, 육안검사로 칠해진 곳을 식별할 수 있게 엷은 색채를 띠어야 한다. 콘크리트에 바르면 1시간 내에 건조하고, 건조했을 때 유연하며 부착강도가 1 MPa 이상이어야 한다.

(8) 신축줄눈 재료는 KS F 2538 규격을 만족하여야 한다.

(9) 수축줄눈 보강재는 사다리 또는 트러스 형태의 3.76 ㎜ 강선망을 사용한다.

(10) 철근은 KS D 3504의 이형봉강 SD300A 및 SD400의 규정에 적합한 철근을 사용한다.

(11) 소석회는 KS L 9501의 해당요건을 갖추어야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 돌(블록)쌓기 일반

(1) 돌(블록)쌓기는 기울기가 1:1 이상의 급한 경우에 적용하며 그보다 완만한 경우에는 돌(블록)붙이기를 적용한다.

(2) 돌(블록)쌓기 옹벽의 적용한계 높이는 7 m로 하며, 찰쌓기는 5 m, 메쌓기는 3 m를 표준으로 한다.

3.1.2 기초의 지반지지력

(1) 돌(블록)쌓기의 기초지지력은 설계에서 요구하는 기준 이상을 만족하여야 하며, 터파기 결과 소요지지력을 확보할 수 없다고 판단될 경우에는 설계변경승인을 얻어, 치환 또는 기초형식변경 등의 조치를 취하여야 한다.

3.1.3 터파기 바닥면

(1) 터파기 바닥면이 길고 깊이가 변화하는 경우에는 바닥면을 계단식으로 다듬어야 하고, 돌쌓기 착수 전에 감리자의 검사를 받아야 한다.

3.2 작업준비

내용 없음

3.3 시공기준

3.3.1 사전조사

(1) 얼음이나 서리 맞은 재료 또는 얼어버린 재료를 사용해서는 안 된다.

(2) 쌓기할 바닥면이 시공을 착수하기에 적합한지 확인하여야 한다.

(3) 시공도에 의하여 설치위치, 경사, 높이 등을 확인한다.

3.3.2 작업계획

(1) 쌓기작업은 재료의 반입정도, 인원 및 장비투입계획, 1일 쌓기량, 기상조건, 되메우기의 시기 등을 고려하여 작업 가능한 구간만을 터파기하고, 그 구간의 작업이 완료된 후 다음 작업을 진행하여야 한다.

3.3.3 규준틀 설치

(1) 찰쌓기는 전면경사와 배면경사가 서로 다르므로 전·후면에 각각의 경사보기 규준틀을 설치하고 공사감독자의 검사를 받아야 하며, 겨냥줄은 수평이 유지되도록 팽팽하게 설치하여야 한다.

(2) 규준틀의 설치간격은 10m를 표준으로 하되, 시점·종점 및 평면·단면의 변화점에 설치한다.

3.3.4 돌쌓기 일반

(1) 돌쌓기는 앞면에 직각이 되게 하고, 강도를 저하시키는 쌓기방법을 써서는 안 된다. 쌓기는 낮은 바닥면에서 시작하여 거의 같은 높이로 번갈아 쌓아야 하며, 신축이음이 있는 경우에는 이음과 이음사이, 신축이음이 없는 경우에는 구간별로 차례로 쌓고 높이의 차이가 크지 않게 하여야 한다.

(2) 견치돌과 깬돌은 층쌓기 마다 돌이를 수정하고, 필요에 따라 난도다듬질을 하여야 한다. 잡석이나 야면석은 다듬메로 다듬어 안정하게 밀착되도록 하여야 한다.

(3) 밑돌은 될 수 있는 대로 큰 돌을 사용하여 규준틀에 맞도록 하고 돌을 다듬어서 인접한 돌에 밀착시켜야 한다. 뒷채움은 잔자갈로 빈 틈을 채워야 한다.

(4) 견치돌 및 깬돌 쌓기는 골쌓기를 원칙으로 하고 메쌓기의 경우 접촉부의 틈은 10 ㎜ 이내로 하며 해머(Hammer) 등을 써서 접촉시키고 조약돌로 괴어서 뒷채움을 하고 그 틈 사이에는 채움용 자갈로 채워야 한다.

(5) 야면석 쌓기, 호박돌 쌓기 및 잡석 쌓기는 모두 마구리 쌓기를 하여야 한다.

(6) 기온이 영하로 내려갈 때와 수중에서는 돌쌓기 작업을 해서는 안 된다.

3.3.5 찰쌓기

(1) 깬돌의 찰쌓기는 골쌓기를 원칙으로 하고, 밑돌은 큰 돌을 사용하여 위의 두 모서리를 깨어 5각형으로 다듬고, 인접한 돌에 밀착되게 하여야 한다.

(2) 찰쌓기 할 돌은 사용 전에 흙먼지나 부착물을 제거하고, 충분히 물축이기를 해두어야 한다.

(3) 찰쌓기에서는 앞면에서 돌이를 맞추고, 허리고임돌로 쌓기돌을 고정시키고, 돌 틈에는 콘크리트를 채우고, 앞면의 돌이까지 충분히 채워 다져야 한다.

(4) 콘크리트를 채운 다음 6시간 이상 경과한 후 그 위에 콘크리트를 채울 때는 윗면에 모르타르를 얇게 깔고 콘크리트를 채워야 한다.

(5) 찰쌓기의 하루에 쌓는 높이는 1.2 m를 넘지 않아야 한다.

(6) 상단 콘크리트는 뒤채우기 콘크리트와 일체로 시공하여야 한다.

(7) 신축이음은 약 20 m 간격으로 두어야 하며, 설계도서나 공사감독자의 지시에 따라야 한다.

(8) 배수구멍의 배치는 별도의 지시가 없는 한 2 ㎡ 에 1개의 비율로 설치하며 공사감독자 또는 지반분야 특급기술자의 판단에 의해 추가로 설치할 수 있다.

(9) 앞면의 줄눈모르타르는 줄눈부분을 물로 충분히 적셔서 채워 넣어야 한다.
(10) 찰쌓기 및 채움콘크리트의 표면은 시공 직후 즉시 가마니 등으로 덮고, 충분히 살수하여 10시간 이상 습윤상태를 유지하고, 모르타르 또는 콘크리트가 경화할 때까지 유해한 진동이나 충격을 주어서는 안 된다.

3.3.6 메쌓기

(1) 메쌓기는 줄쌓기를 원칙으로 하며, 하루 쌓기높이는 1 m 미만이라야 한다.
(2) 메쌓기의 돌이는 폭이 견치돌일 때 50 ㎜ ~ 100 ㎜, 깬돌일 때 30 ㎜ ~ 60 ㎜가 되도록 돌메로 다듬어서 맞추고, 고임돌을 끼워 돌을 고정시키고, 틈새에 뒤채움돌을 채워 넣어야 한다.
(3) 메쌓기의 전면줄눈은 어긋나도록 쌓아야 한다.

3.3.7 블록쌓기

(1) 공통사항
① 콘크리트 블록은 명시된 치수에 따라 시공하여야 하며 블록은 쌓을 때 건조하여야 한다.
② 마무리면이 노출되는 위치에서는 반장블록 보다 작은 블록의 사용은 피하여야 하고, 어느 표면에서도 빈속이 노출되어서는 안 된다.
③ 마무리면이 노출되지 않은 곳에서는 온장블록이나 반장블록을 쌓기에 공간이 충분하지 못할 때에는 콘크리트 벽돌이나 모르타르로 채울 수 있다.
(2) 작업품질
① 블록쌓기는 숙련되고 경험 있는 조적공이 하여야 한다.
② 벽면은 수직하면서 선에 맞아야 하고, 쌓기층은 수평하고 모든 줄눈은 폭이 균일하고, 명시된 모르타르를 사용하여야 한다. 수직줄눈은 노출된 벽면에서는 수직하게 정렬되어야 한다.
③ 콘크리트 블록은 균열과 표면결함이 없이 단단한 것을 사용하여야 하며, 파열, 파손되지 않게 주의해서 블록을 다루어야 한다. 특수모양을 사용할 경우에는 절단한 블록을 대신해서는 안 된다.
④ 강재빔이나 장선이 블록쌓기한 속에서 틀을 구성하는 경우에는 공간을 모르타르로 채우고, 강재 주위에 반듯하게 모르타르를 치고, 블록면과 평면이 되게 마무리하여야 한다.
(3) 블록 절단
① 블록 절단은 동력 석재톱을 사용하여 정확하게 절단하여야 한다.
② 절단면은 매끈하고 고르게 갈아야 한다.
(4) 바닥돋기 및 줄눈마무리
① 모르타르 비비기는 배치믹서에 물을 넣고 최소한 3분 정도 혼합하여야 한다.

② 모르타르는 외기온도가 25 ℃ 이상일 때는 혼합 후 60분 내, 그리고 외기온도가 25 ℃ 이하일 때는 혼합 후 90분 이내에 사용하여야 한다.

③ 블록쌓기 전의 콘크리트 기초나 바닥줄눈 상단면은 골재가 노출되도록 거칠게 다듬고 청소하여야 한다.

(5) 배관홈

① 각종 관로작업은 공사감독자가 승인하기 전에 후속작업을 해서는 안된다.

② 홈과 오목한 공간은 수직이 되게 하고, 내측줄눈은 평면이 되게 하고, 내부에 장애물이 없어야 한다.

③ 관로작업이 완료되면 떨어져 내린 모르타르와 부스러기는 청소하여야 한다.

(6) 정착재 및 매설재

① 블록쌓기 작업 중에 각종 정착물 또는 부착물, 매설물 등을 제자리에 정확하게 설치하여야 하며, 선행하는 다른 직종과 협의해서 절취, 보수 등의 이중작업을 방지하여야 한다.

② 정착물이나 매설물이 들어가는 모든 공동은 그라우트로 채워 넣어야 한다.

③ 콘크리트나 금속재에 닿아서 블록을 쌓는 경우에는 각 층이 놓일 때 그 사이의 줄눈을 모르타르로 채워야 한다.

(7) 줄눈마무리

① 줄눈에는 단단하게 모르타르를 채워 넣어야 한다.

② 노출되는 줄눈은 오목하고 치밀하게 다듬어야 하며, 모르타르가 손자국이 나지 않도록 굳었을 때 줄눈 마무리 공구로 매끈하게 다듬어야 한다.

③ 공사시방서에 달리 명시되지 않았다면 수평 및 수직방향 줄눈 두께는 10 ㎜가 되게 한다.

④ 개구부의 강재틀 주위의 줄눈은 채움재를 채워 넣을 수 있도록 20 ㎜ 깊이로 긁어내어야 한다.

(8) 접합공사

① 접합공사를 시작 또는 재개하기 전에 기존 시설물에서 느슨한 모르타르와 이물질을 제거하고 접합면을 깨끗하게 청소하여야 한다.

(9) 프리캐스트 빔, 상단 및 마무리 블록

① 설계도서에 명시된 곳에 프리캐스트 부재를 설치하여야 한다.

(10) 보강철근

① 보강철근은 설계도서에 명시된 대로 설치하여야 한다.

② 수직철근은 벽면을 쌓기 전에 설치하고, 표준적인 철근지지물로 철근을 제자리에 고정시켜야 한다.

③ 기초의 접속강봉이 수직방향의 속빈 부분과 정렬이 되어 있지 않을 때는 경사가 6:1 이상 되지 않도록 하여야 하며, 기초접속강봉이 삽입되는 모든 속빈 부분은 그라우트를 채워 넣어야 한다.

(11) 그라우팅

① 그라우팅 요건

가. 콘크리트 블록의 속빈 부분은 설계도서에 명시된 곳에서는 그라우트로 채워야 하며, 철근과 정착물 또는 매설재가 삽입된 속빈 부분은 그라우트로 채워야 한다.

나. 강재틀과 기타 매설재 둘레의 공간은 그라우트나 모르타르로 채워야 한다.

다. 철근은 제자리에 고정시키고, 그라우트를 치기 전에 검사와 승인을 받아야 한다.

라. 떨어져 내린 모르타르와 내민 모르타르는 그라우트 공간 밖으로 치우고, 그라우트를 치기 전에 복판과 철근에서 떨어져 내린 모르타르를 청소하여야 한다.

마. 그라우트는 제자리에서 막대로 고루고, 섞거나 진동다짐을 하여야 한다.

바. 속빈 부분은 그라우트로 채워 넣고, 각층 줄눈에 흠을 만들기 위해서는 블록의 상단 아래로 50 ㎜에서 치기를 정지하여야 한다.

② 그라우트 시공

가. 그라우트 시공은 공사감독자가 승인한 방법으로 쳐야 한다.

나. 그라우트는 저양정방법이나 고양정방법으로 칠 수 있으나 그라우트를 고양정방법으로 그라우팅할 경우에는 그라우팅하기 48시간 전에 공사감독자에게 통지하고 계속적인 검사를 받으면서 작업을 실시하여야 한다.

③ 속이 빈 블록쌓기의 저양정그라우팅에는 구조물을 높이대로 그라우팅하거나 1.2 m 보다 작은 양정으로 그라우팅하여야 한다.

④ 고양정그라우팅

가. 속빈 블록쌓기에서 수직철근이 삽입된 모든 속빈 부분의 밑바닥에 청소구멍을 두어야 하며 공사감독자가 청소상태를 검사해서 승인할 때까지는 청소구멍을 폐쇄하지 않아야 한다.

나. 모서리 또는 개구분의 끝에는 거푸집을 사용하여 그라우트의 주입압력을 지탱할 수 있도록 지지해 주거나 고정시켜야 한다.

다. 그라우트 공간 밖으로 그리고 철근에서 떨어져 내민 모르타르와 떨어져 내린 모르타르는 고압사수를 가진 호스를 사용하여 씻어내야 한다.

라. 그라우트는 각 단계사이에 1시간 대기시간을 두어 1.2 m를 넘지 않도록 시공하여야 하며, 벽이나 블록쌓기 구간의 전 높이가 완전히 충전될 때까지 그라우팅순환을 중단해서는 안 된다.

(12) 작업이 완성되면 블록쌓기면을 주의 깊게 검사해서 파손되거나 결함 있는 블록은 깎기 해내고 대체하여야 하며, 결함 있는 모르타르 줄눈은 긁어내고 다시 쳐야 한다.

(13) 양생

① 블록쌓기와 그라우트치기의 상단은 최소한 7일간 습윤양생하여야 한다.

② 쌓기한 벽면은 분무로 습하게 하여야 하지만 물이 표면을 흘러내릴 만큼 적셔서는 안 된다.

(14) 되메우기

① 돌쌓기 및 블록쌓기 뒷면의 되메우기는 쌓기에 맞추어서 뒤채우기 한 후 층별로 흙으로 되메우기 하여야 하며, 높은 쌓기를 하고 한번에 되메우기를 해서는 안 된다.

② 되메우기에 있어서 되메우기 재료가 뒤채움 재료와 혼합되지 않게 하여야 한다.

③ 되메우기 작업 중에는 기계의 주행 또는 편심하중에 의하여 구조물에 손상을 주지 않도록 주의하여야 한다.

3.4 시공허용오차

내용 없음

3.5 보수 및 재시공

내용 없음

3.6 현장품질관리

3.6.1 돌쌓기 품질관리

(1) 돌쌓기에 사용된 재료에 대한 품질시험 종목 및 방법은 다음과 같다.

표 3.6-1 돌쌓기 재료의 품질시험 종목

종별	시험종목	시험방법	시험빈도	비고
견칫돌 깬 돌	비중시험 흡수율시험 압축강도시험	KS F 2530	1) 골재원마다 2) 재질의 변화 시마다	

3.6.2 콘크리트 블록쌓기의 품질관리

(1) 슬럼프시험

해당규격에 따라 그라우팅 중 그라우트의 슬럼프시험을 실시하여야 한다.

(2) 콘크리트 블록

압축강도와 함수량시험 그리고 인장강도시험은 200 ㎡의 벽면에 대하여 3개 블록을 채취하여 시험하여야 한다.

(3) 모르타르

압축강도시험은 KS L 5105에 따라 실시하여야 한다. 100 ㎡의 벽면에 대하여 4개의 공시체를 제작하고 7일에 1개, 그리고 28일에 3개를 시험하여야 한다.

(4) 그라우트

압축강도시험은 KS F 2426에 따라 실시하여야 한다. 100 ㎡의 벽면에 대하여 3개 사각형시편을 시험하여야 한다.

3.7 제조업자현장지원

내용 없음

3.8 현장 뒷정리

3.8.1 청소

(1) 설치 및 줄눈 쳐넣기가 완료된 후에는 블록을 깨끗이 청소하여야 하며, 블록표면에 있는 모르타르 퇴적물, 때 또는 기타 이물질은 모두 제거하여야 한다.

(2) 블록쌓기의 그라우트가 완료된 후에는 블록과 모르타르 줄눈에 스며든 레이턴스와 때는 물로 씻어 제거하여야 한다.

3.9 시운전

내용 없음

3.10 완성품 관리

3.10.1 구조물의 검수

(1) 완성된 콘크리트 블록공사의 검수에는 이 시방서와 명시된 치수 허용오차, 외관 및 강도에 합치하여야 한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
권지혜	한국시설안전공단	성주현	한국시설안전공단
김용수	한국시설안전공단	이종건	한국시설안전공단
박광순	한국시설안전공단	장범수	한국시설안전공단
박기덕	한국시설안전공단	최병일	한국시설안전공단
배성우	한국시설안전공단	허인영	한국시설안전공단

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김동욱	인천대학교	송병웅	다산컨설턴트
김태훈	대우건설 기술연구원	윤찬영	강릉원주대학교
문준식	경북대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설턴트	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 80 25 : 2016

돌(블록)쌓기옹벽

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.or.kr

작성기관 한국시설안전공단
52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 윤현빌딩 (충무공동 289-3)
Tel : 1588-8788 E-mail : kisteckr@kistec.or.kr
http://www.kistec.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