

EXCS 11 50 10 : 2024

현장타설 콘크리트 말뚝

2024년 12월 11일 개정

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



고속도로공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

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

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

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

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

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
2. 자재	1
2.1 콘크리트재료	1
2.2 철근	1
2.3 케이싱	2
2.4 장비	2
3. 시공	2
3.1 준비	2
3.2 케이싱 및 기계설치	2
3.3 굴착	2
3.4 공벽의 붕괴방지	2
3.5 철근콘크리트공	3
3.5.1 철근의 조립 및 설치	3
3.5.2 콘크리트의 타설	3
3.6 현장타설 콘크리트말뚝 건전도검사	3
3.6.1 일반	3
3.6.2 재료	4
3.6.3 검사용 튜브 설치	4
3.6.4 검사 대상 말뚝수량 및 시기	4
3.6.5 검사방법	4
3.6.6 초음파 검사 결과 보고서	4
3.6.7 건전도 판정	5
3.6.8 결함의 포장	6
3.7 현장타설 콘크리트 말뚝의 재하시험	6

1. 일반사항

1.1 적용 범위

- (1) 현장타설 콘크리트 말뚝의 적용 범위는 교량기초로 사용하는 현장타설 콘크리트말뚝 공사에 관한 시공에 적용한다.

1.2 참고 기준

- EXCS 10 10 05 공사일반
- EXCS 10 10 10 공무행정요건
- EXCS 11 50 15 기성말뚝
- EXCS 11 50 40 말뚝재하시험
- EXCS 14 20 10 일반 콘크리트
- EXCS 14 20 11 철근공사
- EXCS 14 31 00 강구조공사 재료
- EXCS 44 55 20 시멘트 콘크리트
- KCS 11 50 10 현장타설 콘크리트말뚝
- ACI 228.2R Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures
- ACI 336.1 Specification for the Construction of Drilled Piers
- ASTM D 6760 Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing
- KS F 4602 기초용 강관 말뚝

1.3 용어의 정의

내용 없음

1.4 제출물

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

2. 자재

2.1 콘크리트재료

- (1) 재료의 저장, 계량, 배합, 콘크리트 타설 및 양생 등은 EXCS 14 20 10, EXCS 44 55 20 및 EXCS 14 20 43에 따른다.

2.2 철근

- (1) 철근은 EXCS 14 20 11 (2)에 따른다.

2.3 케이싱

- (1) 강관은 KCS 11 50 10 (2.3(1))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 강판재와 용접은 각각 구조용 강재공 및 용접공의 해당사항에 합치하여야 한다. 케이싱의 제작을 위한 용접은 전단면용입 그루브용접(완전 홈용접)이어야 한다.

2.4 장비

- (1) 현장타설 콘크리트말뚝의 굴착장비(RCD, benoto, earth drill 등)는 토사 및 암반의 지반조건과 현장여건을 고려하여 선정되어야 한다.
- (2) 현장타설 콘크리트 말뚝의 케이싱용 강관말뚝을 타입하는 경우 장비는 EXCS 11 50 15 (2.3.1)에 따른다.

3. 시공

3.1 준비

- (1) 시공 준비는 KCS 11 50 10 (3.1.1(4))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 작업장은 기계의 조립, 시공, 기자재 하치장 등에 필요한 면적을 확보하여야 하며, 기계의 이동, 콘크리트 운반차 등의 진입에 지장이 없도록 작업장내 진입로 및 지반을 정비하여야 한다.

3.2 케이싱 및 기계설치

- (1) 케이싱 및 기계설치는 KCS 11 50 10 (3.1.3)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 케이싱 튜브의 연직성은 굴착초기 5 ~ 6 m 삽입할 때 결정되므로 유의하여야 한다.

3.3 굴착

- (1) 굴착시 허용오차 범위내에서 연직도가 유지되도록 수시로 확인하여야 한다.
- (2) 지질에 적합한 속도로 굴착하여야 한다.
- (3) 소정의 깊이까지 확실하게 굴착하여야 한다.
- (4) 인접한 구조물이나 이미 시공이 완료된 말뚝에 나쁜 영향이 미치지 않도록 하여야 한다.
- (5) 굴착지반중 선단부에 대한 지반조건을 확인하여야 한다. 이를 위하여 기초판 1개소당 최소 1개소이상의 말뚝에 대해 굴착 하부에서 시료를 채취하여 시험을 통하여 선단부 암반의 강도를 확인하여야 한다.
- (6) 굴착 중 지하수 역제는 KCS 11 50 10 (3.4.2)를 따른다.

3.4 공벽의 붕괴방지

- (1) 굴착기계의 종류, 지반조건 및 시공내용에 따라 케이싱 또는 굴착안정액 등으로 공벽

의 붕괴를 방지하도록 한다.

3.5 철근콘크리트공

3.5.1 철근의 조립 및 설치

- (1) 철근조립은 설계도서에 따라 시행되어야 하고 띠철근과 주철근의 연결부위는 결속선으로 결속하거나 용접하여야 하며, 보강철근을 설치하여 철근이 수평이나 수직방향으로 변형이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 공내벽과 일정간격을 유지시켜 줄 수 있는 간격재(spacer)를 3 ~ 5 m 간격으로 견고하게 설치하여야 한다.
- (3) 말뚝의 깊이가 설계와 다를 경우 철근길이와 말뚝길이를 일치시킬 수 있도록 도면을 작성하여 공사감독자의 승인을 받은 후 설치하여야 한다.
- (4) 조립된 철근은 공사감독자의 점검을 받은 후 공내 삽입하여야 한다.

3.5.2 콘크리트의 타설

- (1) 말뚝의 근입깊이는 시추조사결과와 굴착장비로부터 배토된 시료를 비교 검토하여 굴착깊이를 확인한 후 결정하여야 한다.
- (2) 공벽이 유지되지 않을 경우, 케이싱을 설치하여야 한다.
- (3) 굴착 후 공기압축기와 펌프 등을 사용하여 말뚝선단의 슬라임을 깨끗이 제거하여야 한다.
- (4) 슬라임 제거작업은 파이프를 통해 맑은 물이 나올 때까지 실시하고, 슬라임 제거 종료시기는 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (5) 콘크리트 타설 직전에 에어리프트 등을 통하여 침전물을 제거하고, 콘크리트를 타설할 때는 콘크리트 운반계획을 수립하여 연속타설이 되도록 하여야 한다.
- (6) 콘크리트를 타설하는 도중 트레미의 삽입깊이가 너무 작으면 콘크리트가 분출하여 분리되므로 콘크리트를 타설하는 도중에는 콘크리트 속의 트레미 삽입깊이는 2 m 이상으로 하여야 한다. 타설완료 직전에 콘크리트 면을 확인하기 쉬운 경우에는 삽입깊이를 2 m 이하로 할 수 있다.
- (7) 케이싱의 과도한 인발로 인한 공벽붕괴에 주의하여야 한다.
- (8) 콘크리트를 타설할 때는 철근망이 떠오르거나, 케이싱 인발시 철근망이 같이 따라 올라오지 않도록 주의하여야 한다.
- (9) 수중콘크리트 타설할 때는 초기의 재료분리 방지를 위하여 트레미와 선단부분에 캡 또는 플렌지 등을 삽입하여야 한다.

3.6 현장타설 콘크리트 말뚝 건전도검사

3.6.1 일반

- (1) 일반은 KCS 11 50 10 (3.9.1(1), (2)①,②)에 따른다.

3.6.2 재료

- (1) 재료는 KCS 11 50 10 (3.9.2)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 검사용 튜브의 내경은 30 ~ 50 mm로 한다.

3.6.3 검사용 튜브 설치

- (1) 검사용 튜브 설치는 KCS 11 50 10 (3.9.3)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다. 검사용 튜브의 수는 표 3.6-1과 같다.

표 3.6-1 원형말뚝의 크기와 검사용 튜브의 수

원형말뚝의 직경 (D) (m)	검사용 튜브의 개수(개)
$D \leq 0.6$	2 이상
$0.6 < D \leq 1.2$	3 이상
$1.2 < D \leq 1.5$	4 이상
$1.5 < D \leq 2.0$	5 이상
$2.0 < D \leq 2.5$	7 이상
$2.5 < D$	8 이상

- (2) 공사감독자가 검사 대상으로 선정한 말뚝에서 검사용 튜브의 막힘 또는 손상이 발생한 경우, 수급인은 검사가 가능하도록 조치하여야 한다.
- (3) 콘크리트 타설이 완료되면, 수급인은 즉시 검사용 튜브에 깨끗한 물을 채운다.

3.6.4 검사 대상 말뚝수량 및 시기

- (1) 초음파 검사를 실시할 현장타설 콘크리트 말뚝의 수량은 KCS 11 50 10 (3.9.4(1))을 따른다. 공사감독자는 설계 및 시공 자료를 검토하여 검사 대상 말뚝을 지정한다.
- (2) 공대공 초음파 검사는 콘크리트를 타설하고 7일 이상 경과한 시점부터 30일 이상 경과하기 이전에 검사를 실시하여야 한다.

3.6.5 검사방법

- (1) 검사용 튜브의 검사 방법은 KCS 11 50 10 (3.9.5)를 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 검사용 튜브의 막힘 여부 및 선단 깊이를 측정하여 경로별로 검층 깊이를 확인한다. 튜브 간 선단 위치의 차이가 심할 경우 선단부에 대하여 별도의 검사를 실시한다.
- (3) 말뚝에 설치된 검사용 튜브의 개수별로 조합가능한 모든 경로에 대하여 측정을 실시하고, 경로별로 발·수신센서의 위치를 세로축으로 초음파 도달 시간을 가로축으로 하여 5 cm 이하의 깊이 간격으로 수신센서가 감지한 초음파 신호를 기록 및 저장한다.

3.6.6 초음파 검사 결과 보고서

- (1) 결과 보고서는 다음을 포함하여야 한다.
- ① 검사 일자 및 콘크리트 타설 일로부터 경과 일수
 - ② 사용 장비의 종류 및 특성, 기타 특이 사항
 - ③ 콘크리트 배합 강도, 지하수 조건, 수중 불분리계 종류 및 량
 - ④ 튜브내 물의 상태, 튜브의 상태 등을 포함한 전반적인 검사조건
 - ⑤ 말뚝별 검사용 튜브의 선단 위치 및 검사 기준 깊이가 표기된 검사용 튜브 단면도
 - ⑥ 수신센서가 감지한 초음파 신호와 이를 통하여 계산된 초음파 최초 도달시간, 에너지 강도 및 초음파 전파 속도에 대한 깊이별 프로파일
 - ⑦ 표 3.6-2에 따른 깊이별, 경로별 등급분류표, 이 때 B, C, D 등급 구간이 존재하는 경우 초음파 신호 기록에 해당 구간 및 등급 표시
 - ⑧ 결함 분석을 통한 검사자의 의견

표 3.6-2 초음파 검사 등급 기준

등 급	판정기준	비 고
A (양호)	<ul style="list-style-type: none"> • 초음파 주시곡선의 신호 왜곡¹⁾이 거의 없음 • 속도저감률 10 % 미만 	$R_d (\%) = (1 - \frac{T_0}{T}) \times 100$ <p> R_d : 결함부 속도저감률 T : 결함부 초음파 최초 도달 시간 T_0 : 결함부와 인접한 무결함부 초음파 최초 도달시간 </p>
B (결함의심)	<ul style="list-style-type: none"> • 초음파 주시곡선의 신호 왜곡이 다소 발견 • 속도저감률 10 % 이상, 20 % 미만 	
C (불량)	<ul style="list-style-type: none"> • 초음파 주시곡선의 신호 왜곡 정도가 심함 • 속도저감률 20 % 이상 	
D (중대결함)	<ul style="list-style-type: none"> • 초음파 신호가 감지되지 않음 • 전파시간이 초음파 전파속도 1,500 m/s에 근접 	

주 1) 초음파 주시곡선의 신호 왜곡이라 함은 도달시간의 감소, 찌그러짐, 불연속 등과 개별 초음파 파형(Waveform)의 비정상적 변화 및 초음파 신호 강도(에너지)의 급감, 소멸 등을 포함.

- (2) 결과 보고서는 말뚝별로 검사가 이루어진 날로부터 업무일 기준 3일 이내에 제출한다.

3.6.7 건전도 판정

- (1) 이 기준 3.6.6의 결과 보고서에서 B, C, D 등급에 해당하는 결과가 없을 경우, 수급인은 결과 보고서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 검사용 튜브에 대하여 내부의 물을 완전히 제거하고, 말뚝 콘크리트의 설계 강도 이상의 무수축 재료로 그라우팅(grouting)을 실시한다.
- (2) 이 기준 3.6.6의 결과 보고서에서 B, C, D 등급이 발생한 경우에 수급인은 결과 보고서와 상세한 시공 기록을 공사감독자에게 제출한다. 공사감독자는 해당 말뚝의 설계를 고려한 기술적 판단에 의하여 (1)의 후속 작업 또는 추가 검토 여부를 결정한다. 이 때, 결함의 규모 파악을 위한 정밀조사, 결함부 확인을 위한 시추조사 및 시추조사 시료에 대한 시험이 필요한 경우에는 수급인이 전액 부담하며, 시추조사할 때는 공사

감독자가 입회하도록 한다.

- (3) 추가 검토는 말뚝의 건전도 검사, 지반공학 및 구조공학 전문가에 의하여 이루어지며, 결함의 보강 여부, 보강방법 및 보강 결과 확인 방법을 결정한다.

3.6.8 결함의 보강

- (1) 수급인은 추가 검토 결과에 따라 보강 및 보강 결과 확인 계획을 수립하여 공사감독자의 승인을 받은 후 보강 공사 및 보강 결과 확인을 위한 시험을 실시한다.
- (2) 수급인은 (1)의 시험결과를 공사감독자에게 보고서로 제출한다.
- (3) 결함의 보강 및 보강 여부의 확인을 위한 제반 비용은 수급인이 부담하며, 추후 시공하는 말뚝에서 동일한 결함 요인이 반복되지 않도록 하여야 한다.

3.7 현장타설 콘크리트 말뚝 압축재하시험

- (1) 현장타설 콘크리트 말뚝에 대한 압축재하시험은 EXCS 11 50 40에 따른다.
- (2) 현장타설 콘크리트 말뚝의 재하시험 방법은 정재하시험을 원칙으로 하고 양방향재하시험 등을 대신 적용할 수 있으며, 한계상태설계법 적용에 따라 지반정수 등을 산정하기 위해 별도의 시험말뚝을 시공하여 재하시험을 실시할 수 있다.
- (3) 재하시험의 빈도는 구조물의 중요성, 지반조건 등을 고려하여 결정하여야 하며, 설계 도서에 명시되지 않은 경우에는 고속도로의 진행방향에 관계없이 표 3.7-1과 같이 실시한다.

표 3.7-1 현장타설말뚝의 재하시험 빈도

재하시험 구분	시험빈도(회)	시험말뚝위치
정재하시험	전체 말뚝 개수 ¹⁾ 의 1% 이상, 구조물 ²⁾ 별 1회 이상의 조건 중 많은 횟수	공사감독자가 지정하는 위치
수평재하시험	교량별 1회 적용 ³⁾	

주 1) 전체 말뚝 개수 : 교량 1개소의 총 말뚝 본수

주 2) 교량기초의 경우 교대, 교각을 별도 구조물로 구분하여 적용

주 3) 교대 변위 최소화를 위해 성토고 20m이상 교대의 경우 교대별 1회 추가 적용

2024년 집필위원

성명	소속	성명	소속
김정학	한국도로공사	신영철	한국도로공사
홍기성	한국도로공사	박혜선	한국도로공사

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
김기현	한국건설기술연구원	김동영	케이에스엠기술(주)
김나은	한국건설기술연구원	김명철	동부엔지니어링
김민관	한국건설기술연구원	노성열	(사)한국블록협회
김재훈	한국건설기술연구원	박종호	평화지오텍(주)
김태송	한국건설기술연구원	손윤기	(주)엔비코컨설팅
김희석	한국건설기술연구원	여규권	(주)삼부토건
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
안준혁	한국건설기술연구원	임광수	(주)이산
원훈일	한국건설기술연구원	장인희	포스코건설
이상규	한국건설기술연구원	정진훈	인하대학교
이소정	한국건설기술연구원	조항신	극동엔지니어링(주)
이승재	한국건설기술연구원	최준성	인덕대학교
이승환	한국건설기술연구원		
이영호	한국건설기술연구원		
이용수	한국건설기술연구원		
이원종	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김선백	대우건설	오세봉	영남대학교
김성호	남광토건(주)	유성준	도로교통공단
박영빈	우성디앤씨	장범수	국토안전관리원
백재욱	(주)동명기술공단		

소관부처

성명	소속	성명	소속
신종욱	국토교통부 도로건설과	송진우	국토교통부 도로건설과

EXCS 11 50 10 : 2024

현장타설 콘크리트 말뚝

2024년 12월 발간

소관부서 국토교통부

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

작성기관 한국도로공사 도로교통연구원
(18489) 경기도 화성시 동탄순환대로 17길 24
☎ 031-8098-6044(품질시험센터)
<http://www.ex.co.kr/research>

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