

EXCS 11 50 10 : 2018

현장타설 콘크리트 말뚝

2018년 6월 19일 제정

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



국토교통부



한국도로공사

고속도로공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

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

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

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

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

전문시방서 제·개정 연혁

- 이 시방기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 고속도로공사 전문시방서와 건설기준(표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 고속도로공사 전문시방서를 중심으로 KCS 11 50 10 등의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

| 전문시방서 | 주요내용 | 제·개정 (년.월) |
|---------------------|---|-----------------|
| 고속도로공사 전문시방서 | • 고속도로공사 전문시방서를 제정 | 제정 (1998.5) |
| 고속도로공사 전문시방서 | • 제정이후 개발된 신기술 및 신공법을 고속도로공사현장에 적용하기 위하여 개정함 | 개정 (2000.11) |
| 고속도로공사 전문시방서 | • 시대적 흐름을 반영하고 건설기술 발전에 이바지함으로써 ‘신뢰받는 국민기업 실현’ 을 달성하기 위하여 개정함 | 개정 (2004.12) |
| 고속도로공사 전문시방서 | • 2차 개정 이후 기술발전과 축적된 건설기술 노하우를 반영하기 위하여 개정함 | 개정 (2009.7) |
| 고속도로공사 전문시방서 | • 도로건설현장에 발전된 기술을 신속히 적용하기 위해 그간의 많은 연구성과와 축적된 건설기술 노하우를 반영하여 개정함 | 개정 (2012.10) |
| EXCS 11 50 10 :2018 | • 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함 | 제정 (2018.6) |

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

목 차

| | |
|--------------------------------|---|
| 1. 일반 | 1 |
| 1.1 적용 범위 | 1 |
| 1.2 참고 기준 | 1 |
| 1.3 용어의 정의 | 1 |
| 1.4 제출물 | 1 |
| 2. 자재 | 2 |
| 2.1 콘크리트재료 | 2 |
| 2.2 철근 | 2 |
| 2.3 케이싱 | 2 |
| 2.4 장비 | 2 |
| 3. 시공 | 2 |
| 3.1 준비 | 2 |
| 3.2 케이싱 및 기계설치 | 2 |
| 3.3 굴착 | 3 |
| 3.4 공벽의 붕괴방지 | 3 |
| 3.5 철근콘크리트공 | 3 |
| 3.6 현장타설 콘크리트말뚝 건전도검사 | 4 |
| 3.7 현장타설 콘크리트말뚝 압축재하시험 | 6 |
| 3.8 현장타설 콘크리트 말뚝의 재하시험 방법 및 빈도 | 6 |

현장타설 콘크리트 말뚝

1. 일반

1.1 적용 범위

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

1.2 참고 기준

- (1) KS F 4602 기초용 강관 말뚝
- (2) ACI 336.1 Reference specification for the construction of drilled piers
- (3) ASTM D 6760 Standard test method for integrity testing of concrete deep foundations by ultrasonic crosshole testing
- (4) ACI 228.2R Nondestructive test methods for evaluation of concrete in structures
- (5) EXCS 10 10 10 공무행정요건
- (6) EXCS 11 50 15 기성말뚝
- (7) EXCS 11 50 40 말뚝채하시험
- (8) EXCS 14 20 10 일반 콘크리트
- (9) EXCS 14 20 11 철근공사
- (10) EXCS 44 55 20 시멘트 콘크리트
- (11) EXCS 14 31 00 강구조공사 재료

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 책임시공계획 및 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. 자재)에 따른다.

2.3 케이싱

- (1) 강관은 KCS 11 50 10 (2.3(1))에 따르되 아래 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 강관재와 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) 굴착은 항상 연직을 유지하여야 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 1개소 당 최소 1개소이상의 말뚝에 대해 굴착 하부에서 시료를 채취하여 시험을 통하여 선단부 압반의 강도를 확인하여야 한다.
- (6) 굴착 중 지하수 억제는 KCS 11 50 10 (3.4.2)를 따른다.

3.4 공벽의 붕괴방지

- (1) 굴착기계의 종류, 지반조건 및 시공내용에 따라 케이싱 또는 굴착안정액 등으로 공벽의 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 심도가 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 비교검토하여 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 플랜지 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 |
|--------------------|------------|
| $D \leq 0.6$ | 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 심도를 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 | $R_d (\%) = (1 - \frac{T_0}{T}) \times 100$ R _d : 결함부 속도저감률 T : 결함부 초음파 최초 도달시간 T ₀ : 결함부와 인접한 무결함부 초음파 최초 도달시간 |
| 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 공사감독자가 임회하도록 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.

3.8 현장타설 콘크리트 말뚝의 재하시험 방법 및 빈도

- (1) 현장타설 콘크리트 말뚝의 재하시험 방법은 정재하시험을 원칙으로 하고 양방향재하시험, 동재하시험 방법을 적용할 수 있으며, 한계상태설계법 적용에 따라 지반정수 산정 등을 구하기 위해 별도의 시험말뚝을 시공하여 재하시험을 실시할 수 있다.
- (2) 재하시험의 빈도는 구조물의 중요성, 지반조건 등을 고려하여 결정하여야 하며, 설계도서에 명시되지 않은 경우에는 고속도로의 행선에 관계없이 표 3.8-1과 같이 실시한다.

표 3.8-1 현장타설말뚝의 정재하시험 또는 양방향재하시험의 빈도

| 구조물별 기초의 수 ¹⁾ | 시험빈도 | 시험말뚝위치 |
|--------------------------|------|----------------|
| 1 ~ 7기 | 1 | 공사감독자가 지정하는 위치 |
| 8 ~ 15기 | 2 | |
| 16 ~ 25기 | 3 | |
| 26기 이상 | 4 | |

주 1) 구조물별 기초의 수는 상·하행 구분 없이 상·하행선 중 기초(footing)수가 많은 행선의 기초(footing)수를 기준으로 함.

| 집필위원 | 분야 | 성명 | 소속 |
|------|----|------------|--------|
| | | 박영호 김수룡 | 한국도로공사 |

| 자문위원 | 분야 | 성명 | 소속 |
|------|------|-----|------------|
| | 토목구조 | 이지훈 | 서영엔지니어링 |
| | 토목구조 | 이원철 | 삼보기술단 |
| | 토목구조 | 엄종욱 | (주)케이에스엠기술 |
| | 토목구조 | 이선호 | 도담 ENG |
| | 토목구조 | 김충언 | 삼현 PF |

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

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

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

고속도로공사 전문시방서
EXCS 11 50 10 : 2018

현장타설 콘크리트 말뚝

2018년 6월 발행

소관부서 국토교통부

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

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

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