

NHCS 11 50 15 : 2024

기성말뚝

2024년 12월 11일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

일반국도공사전문시방서제 · 개정에 따른경과조치

이시방기준은발간시점부터사용하며,이미시행중에있는설계용역이나건설공사는발주기관의장이필요하다고인정하는경우종전에적용하고있는기준을그대로사용할수있습니다.

건설기준 연혁

- 이 시방기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 일반국도공사 전문시방서와 국가 건설기준(KCS) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 일반국도공사 전문시방서 기성말뚝에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
일반국도공사 전문시방서	<ul style="list-style-type: none">일반국도공사 전문시방서 제정	제정 (2015.03)
NHCS 11 50 15 : 2024	<ul style="list-style-type: none">건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2024.12)

제 정 : 2024년 12월 11일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 국토교통부 도로건설과

관련단체 : 한국도로협회

개 정 : 년 월 일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국도로협회

- 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시 일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

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 제출자료	1
1.4.1 시공계획서	1
1.4.2 시공도면	1
1.4.3 공사보고서	1
1.4.4 일일 작업보고서(말뚝 시공작업 기록)	1
1.4.5 말뚝 시공위치도	1
1.4.6 말뚝재하시험 계획서 및 시험결과 보고서	1
1.4.7 말뚝 시공장비의 운용계획서 및 안전확인서	1
1.4.8 파동이론 분석결과	2
1.5 일반요건	2
1.5.1 말뚝	2
1.5.2 용접과 용접공의 자격	2
2. 자재	2
2.1 H형강말뚝	2
2.2 강관말뚝	2
2.2.1 강관	2
2.2.2 철근	2
2.2.3 채움 콘크리트	2
2.3 PS콘크리트말뚝	2
2.3.1 기성 철근콘크리트(RC) 말뚝	2
2.3.2 PSC·PHC 말뚝	3

목 차

2.4 장비	3
2.4.1 해머	3
2.4.2 해머쿠션	3
2.4.3 말뚝쿠션	3
2.4.4 리드(lead)	3
2.4.5 항타보조말뚝	3
2.5 부속재료	3
2.6 품질관리시험	4
2.7 기성말뚝 용접부 품질관리 기준	4
2.7.1 기성말뚝의 용접부 품질관리기준	4
3. 시공	4
3.1 일반사항	4
3.1.1 현장 주변여건 확인	4
3.1.2 현장지반조건 확인	4
3.1.3 말뚝공법선정	4
3.1.4 시공기계 기구의 선정	4
3.1.5 시험시공말뚝	4
3.1.6 운반, 저장 및 검사	5
3.1.7 안전관리	5
3.1.8 계측관리	5
3.2 시공준비	5
3.2.1 사전조사 및 준비작업	5
3.2.2 장비의 점검정비	5
3.2.3 시공 준비	5
3.2.4 말뚝 세우기	5
3.2.5 현장 이음	5
3.2.6 말뚝머리 정리	6

목 차

3.2.7 시공기록	6
3.3 타입말뚝	6
3.3.1 말뚝박기	6
3.3.2 말뚝박기 종료	7
3.4 내부굴착말뚝	8
3.4.1 굴착 및 침설	8
3.4.2 굴착토사의 처리	8
3.4.3 선단처리	8
3.5 선굴착말뚝	8
3.5.1 굴착 및 말뚝 시공	8
3.5.2 굴착토사의 처리	9
3.5.3 최종 경타	9
3.5.4 내부굴착 후 최종향타공법 (DRA(double rod auger), PRD(percussion rotary drill) 공법 등)	9
3.5.5 제트 그라우팅에 의한 선단확공법 (SIG(super injection grouting), RJP(rodin jet pile) 공법 등)	9
3.5.6 시멘트밀크공법 (SIP(soil-cement injected precast pile) 공법)	10
3.6 시공 허용오차	11
3.7 현장품질관리	11
3.8 손상된 말뚝	11
3.9 도장	11

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 기성말뚝의 적용범위는 KCS 11 50 15 (1.1)에 따른다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

(1) 관련 법규는 KCS 11 50 15 (1.2.1)에 따른다.

1.2.2 관련 기준

(1) 관련 기준은 KCS 11 50 15 (1.2.2)에 따른다.

1.3 용어의 정의

(1) 용어의 정의는 KCS 11 50 15 (1.3)에 따른다.

1.4 제출자료

1.4.1 시공계획서

(1) 시공계획서는 KCS 11 50 15 (1.4.1)에 따른다.

(2) 시험 계획에 따라 말뚝 재하 시험보고서를 추가로 제출하여야 한다.

1.4.2 시공도면

(1) 시공도면은 KCS 11 50 15 (1.4.2)에 따른다.

1.4.3 공사보고서

(1) 공사보고서는 KCS 11 50 15 (1.4.3)에 따른다.

1.4.4 일일 작업보고서(말뚝 시공작업 기록)

(1) 일일 작업보고서(말뚝 시공작업 기록)은 KCS 11 50 15 (1.4.4)에 따른다.

1.4.5 말뚝 시공위치도

(1) 말뚝 시공위치도는 KCS 11 50 15 (1.4.5)에 따른다.

1.4.6 말뚝재하시험 계획서 및 시험결과 보고서

(1) 말뚝재하시험 계획서 및 시험결과 보고서는 KCS 11 50 15 (1.4.6)에 따른다.

1.4.7 말뚝 시공장비의 운용계획서 및 안전확인서

(1) 말뚝 시공장비의 운용계획서 및 안전확인서는 KCS 11 50 15 (1.4.7)에 따른다.

1.4.8 파동이론 분석결과

(1) 파동이론 분석결과는 KCS 11 50 15 (1.4.8)에 따른다.

1.5 일반요건

1.5.1 말뚝

(1) 말뚝은 KCS 11 50 15 (1.5.1)에 따른다.

1.5.2 용접과 용접공의 자격

(1) 용접과 용접공의 자격은 KCS 11 50 15 (1.5.2)에 따른다.

2. 자재

2.1 H형강말뚝

(1) H형강말뚝은 KCS 11 50 15 (2.1)에 따른다.

2.2 강관말뚝

2.2.1 강관

(1) 강관은 KCS 11 50 15 (2.2.1)에 따른다.

2.2.2 철근

(1) 철근은 KCS 11 50 15 (2.2.2)에 따른다.

2.2.3 채움 콘크리트

(1) 채움 콘크리트는 KCS 11 50 15 (2.2.3)에 따른다.

2.3 PS콘크리트말뚝

(1) PS콘크리트말뚝은 KCS 11 50 15 (2.3)에 따른다.

2.3.1 기성 철근콘크리트(RC) 말뚝

- (1) 기성 철근콘크리트 말뚝은 중공원형단면을 가진 프리캐스트 말뚝을 사용하여야 하며, 말뚝의 종류 및 규격을 변경하고자 하는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 기성 철근콘크리트 말뚝은 소정의 시설을 갖춘 승인된 제작자에 의하여 원심력 방법에 의하여 제작되어야 하며, 제작자는 말뚝의 콘크리트 강도, 비인장보강에 관한 설명

서 등 상세한 자료를 첨부하여야 한다. 기성 철근콘크리트 말뚝은 KS F 4301의 규격에 적합한 것을 표준으로 한다.

- (3) 기성 철근콘크리트 말뚝의 선단은 타입에 대하여 충분히 안전함과 동시에 지반에 알맞은 구조이어야 한다.
- (4) 기성 철근콘크리트 말뚝의 이음은 이음 철구를 이용한 아크용접 이음을 표준으로 한다.

2.3.2 PSC·PHC 말뚝

- (1) PSC(Pre-tensioned Spun Concrete, PSC) 말뚝은 KS F 4303, PHC(Pre-tensioned spun High strength Concrete, PHC) 말뚝은 KS F 4306의 규정에 적합한 것을 표준으로 한다.
- (2) PSC·PHC 말뚝의 선단은 타입에 대하여 충분히 안전하고 시공법을 고려한 구조임과 동시에 지반에 알맞은 구조라야 한다.

2.4 장비

2.4.1 해머

- (1) 해머는 KCS 11 50 15 (2.4.1)에 따른다.
- (2) 폐쇄식 램(ram)을 가진 디젤해머는 규격용량의 출력을 발휘할 수 있어야 하며, 이를 측정할 수 있는 계기를 부착하여야 한다.
- (3) 디젤해머 중 단동디젤해머에는 말뚝을 타입하는 동안 항상 시공 기술자가 해머 스트로크를 측정할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.
- (4) 복동디젤해머에는 측정값을 쉽게 읽을 수 있도록 지표면 가까운 곳에 반발 해머 압력 게이지를 갖추어야 한다.

2.4.2 해머쿠션

- (1) 해머쿠션은 KCS 11 50 15 (2.4.2)에 따른다.

2.4.3 말뚝쿠션

- (1) 말뚝쿠션은 KCS 11 50 15 (2.4.3)에 따른다.

2.4.4 리드(lead)

- (1) 리드(lead)는 KCS 11 50 15 (2.4.4)에 따른다.

2.4.5 향타보조말뚝

- (1) 향타보조말뚝은 KCS 11 50 15 (2.4.5)에 따른다.

2.5 부속재료

- (1) 부속재료는 KCS 11 50 15 (2.5)에 따른다.

2.6 품질관리시험

- (1) 품질관리시험은 KCS 11 50 15 (2.6)에 따른다.
- (2) PS콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4303, KS F 4306 및 KS F 4307에 따른다.
- (3) 원심력 철근콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4301에 따른다.

2.7 기성말뚝 용접부 품질관리 기준

2.7.1 기성말뚝의 용접부 품질관리기준

- (1) 기성말뚝의 용접부 현장품질관리기준은 표 2.7-1과 같다.

표 2.7-1 기성말뚝 용접부 품질관리기준

검사방법	검사빈도
초음파 탐상시험(U.T., Ultrasonic Test)	5 이음당 1이음(전 주변장) 이상

3. 시공

3.1 일반사항

3.1.1 현장 주변여건 확인

- (1) 현장 주변여건 확인은 KCS 11 50 15 (3.1.1)에 따른다.

3.1.2 현장지반조건 확인

- (1) 현장지반조건 확인은 KCS 11 50 15 (3.1.2)에 따른다.

3.1.3 말뚝공법선정

- (1) 말뚝공법선정은 KCS 11 50 15 (3.1.3)에 따른다.

3.1.4 시공기계 기구의 선정

- (1) 시공기계 기구의 선정은 KCS 11 50 15 (3.1.4)에 따른다.

3.1.5 시험시공말뚝

- (1) 시험시공말뚝은 KCS 11 50 15 (3.1.5)에 따른다.
- (2) 시험말뚝박기를 실시하는 목적은 해머를 포함한 항타장비 전반의 성능확인 및 적합성 판정, 설계내용과 실제 지반조건과의 부합여부, 말뚝재료의 견전도 판정 및 시간경과 효과(set-up)를 고려한 말뚝의 지내력 확인 등이다.
- (3) 시험말뚝의 시공결과 말뚝의 관입깊이가 단단한 점성토나 조밀한 사질토에서는 3.0 m 이상, 그리고 연약한 점성토나 느슨한 사질토에서는 6.0 m 이상일 경우 길이·두께·말

뚝 본수·시공방법 등의 결과서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

3.1.6 운반, 저장 및 검사

(1) 운반, 저장 및 검사는 KCS 11 50 15 (3.1.6)에 따른다.

3.1.7 안전관리

(1) 안전관리는 KCS 11 50 15 (3.1.7)에 따른다.

3.1.8 계측관리

(1) 계측관리는 KCS 11 50 15 (3.1.8)에 따른다.

3.2 시공준비

3.2.1 사전조사 및 준비작업

(1) 사전조사 및 준비작업은 KCS 11 50 15 (3.2.1)에 따른다.

(2) 경사지반에 기초가 시공되는 경우 부등침하 및 기초이동 등이 생기지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.

3.2.2 장비의 점검정비

(1) 장비의 점검정비는 KCS 11 50 15 (3.2.2)에 따른다.

3.2.3 시공 준비

(1) 시공 준비는 KCS 11 50 15 (3.2.3)에 따른다.

3.2.4 말뚝 세우기

(1) 말뚝 세우기는 KCS 11 50 15 (3.2.4)에 따른다.

3.2.5 현장 이음

(1) 현장 이음은 KCS 11 50 15 (3.2.5)에 따른다.

(2) 말뚝박기는 가능한 한 긴 말뚝을 사용하여 한꺼번에 소요깊이까지 박아야 하며, 부득이한 경우에는 설계도서 및 다음 사항을 준수하여 말뚝이음을 하여야 한다.

① 강관말뚝은 콘크리트 타설 전에 이음을 하여야 한다.

② 이음부의 허용오차는 강관말뚝의 경우 KS F 4602, PHC말뚝의 경우 KS F 7001에 따른다.

③ 용접이 완료된 후 공사감독자가 임의로 지정한 이음부에 대해 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험을 실시하여 품질시험 성과표를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

④ 용접이음부의 검사빈도는 2.7.1의 해당 규정을 따르는 것을 원칙으로 하되, 이음부 검사 결과 불합격이 발생된 경우에는 다른 말뚝의 모든 용접이음부에 대해 수급인 부담

으로 검사를 실시하여 결함유무를 확인하여야 한다.

3.2.6 말뚝머리 정리

- (1) 말뚝머리 정리는 KCS 11 50 15 (3.2.6)에 따른다.
- (2) 말뚝은 설계도서에 표시된 높이에서 축방향과 직각으로 절단하여야 하며, 절단할 때에 손상된 부분은 깨끗이 정리하여야 한다.
- (3) 말뚝머리는 설계도서에서 지시한 깊이까지 기초 콘크리트 속에 매입하도록 하여야 한다.
- (4) 말뚝 절단은 말뚝머리에 도입된 긴장력이 손실되지 않는 방법으로 하여야 한다. 긴장력 손실이 발생한 경우 이에 대한 보강방법은 전문가의 확인을 거쳐 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (5) 강관말뚝을 끊어서 가지런하게 할 때는 가능한 한 평활하게 절단하고, 철근이나 강관을 부착할 때는 확실하게 시공하여야 한다.
- (6) 말뚝머리 하중크기에 만족하는 보강철근의 수는 구조계산으로 결정하여야 하고, 보강철근은 대칭으로 배근한다.
- (7) 말뚝머리 내부의 콘크리트 속채움은 시공이음부가 생기지 않도록 확대기초 콘크리트 타설을 할 때 같이 하여야 한다.

3.2.7 시공기록

- (1) 시공기록은 KCS 11 50 15 (3.2.7)에 따른다.
- (2) 말뚝시공 장비의 종류와 등급, 말뚝박기 중에 나타난 이상조건 등의 시공기록을 제출하여야 한다.
- (3) 작업일별 기록 외에 말뚝박기 시공 전체 개개의 상황을 쉽게 이해할 수 있도록 시공기록을 작성한 후 제출하여야 한다.
- (4) 말뚝의 시공기록은 KCS 44 10 00 부록편 별지 제33호 서식에 따라 작성하여야 한다.

3.3 타입말뚝

3.3.1 말뚝박기

- (1) 말뚝박기는 KCS 11 50 15 (3.3.1)에 따른다.
- (2) 수급인은 말뚝 축방향을 설계도서에서 규정한 각도로 세우고, 공사감독자로부터 말뚝 축에 직각방향으로 양방향 검측을 받아야 한다.
- (3) 말뚝머리는 공사감독자의 확인을 받은 말뚝쿠션재료를 써서 해머에 의해 손상되지 않도록 보호하여야 한다.
- (4) 말뚝은 설계도서에 표시된 대로 정확한 간격과 위치가 유지되도록 박아야 한다.
- (5) 말뚝박기로 인하여 기시공된 말뚝들에 과대한 휨응력이나 허용오차를 벗어난 말뚝머리 이동이 발생하지 않아야 한다.
- (6) 말뚝박기 작업 중에 해머와 말뚝이 동일한 중심축을 유지하도록 하여야 한다.
- (7) 박기 도중 저항력이 급격히 감소할 경우에는 항타를 중지하고 말뚝의 파손에 의한 감

소인지 또는 지반상태에 의한 감소인지 조사하여야 한다.

- (8) 1개의 말뚝박기는 도중에 정지함이 없이 연속해서 박아야 한다. 다만, 장비의 고장, 작업시간의 제한, 기타 원인에 의해 연속 타입이 어려울 경우에는 정지 후 재타입을 수행하도록 하여야 한다. 재타입시 추가관입이 불가능하게 되는 경우 인접말뚝의 관입깊이, 해머용량 등을 고려하여 추가 말뚝박기 등의 후속 조치를 결정하여야 한다. 또한 기계설비의 보수를 신속히 행할 수 있도록 미리 부품 등을 준비해 두어야 한다.
- (9) 인접한 말뚝을 박는 동안 또는 기타 이유로 5 mm 이상 솟아오른 말뚝이 발생하면 솟아오름의 원인을 정밀 조사하여 대책을 강구하여야 한다. 말뚝 솟아오름은 지지력 저하와 말뚝재료의 손상을 유발할 수 있다. 말뚝 솟아오름이 발생하면 재항타 동재하시험을 실시하여 지지력 변화 및 말뚝재료 손상여부를 확인하여야 한다.
- (10) 말뚝은 설계도서에 명시된 높이에서 절단하여야 하며, 절단할 때 손상을 입은 말뚝은 대체하거나 보수하여야 한다.
- (11) 내부결함, 정위치에서 벗어난 말뚝 및 설계도서에서 제시한 목표 깊이에 미달되는 말뚝이 발생한 경우에는 말뚝 교체 또는 추가 말뚝박기 등 현장조건에 맞는 방법을 검토한 후 교정하여야 한다.
- (12) 말뚝박기로 인해 지반이 솟아올랐거나 침하된 지반면은 기초 콘크리트 타설 전에 계획에 맞추어 정리하여야 한다.
- (13) 강관말뚝 또는 콘크리트말뚝을 소요깊이까지 박은 후 말뚝 중공부를 비출 수 있는 조명장치로 내부검사를 하여야 한다. 이 때 말뚝 중공부에 지하수가 차오르는 경우에는 지하수를 양수한 후 검사를 실시하여야 한다. 말뚝관입 깊이에 따라 조명장치만으로 내부 검사 실시가 곤란할 경우에는 CCTV, 카메라 등 정밀조사 장비를 사용하도록 한다. 검사결과 강도를 저하시킬만한 손상이 발견되면 이를 보완하여야 한다.
- (14) 손상된 강관말뚝은 제거하고 새로운 것으로 재시공하여야 한다. 손상된 말뚝을 제거할 수 없는 경우에는 대체품을 공급하여 설치하여야 하며, 이때 손상된 강관말뚝은 구조물 아래로 1.0 m 까지 절단한 다음, 강관내부를 승인된 재료로 채우고, 주변구멍은 되메우기를 하여 잘 다져야 한다.
- (15) 철근 콘크리트 및 PSC·PHC 말뚝
 - ① 말뚝머리는 해머의 직접타격으로 균열, 박리 또는 파열 등이 일어나지 않도록 적절한 말뚝쿠션재로 보호하여야 한다.
 - ② 콘크리트 보호층을 둔 경우에는 박기가 완료된 후에 보호층을 제거하고 철근을 노출시켜야 한다.

3.3.2 말뚝박기 종료

- (1) 말뚝박기 종료는 KCS 11 50 15 (3.3.2)에 따른다.
- (2) 말뚝박기에 앞서 항타장비의 성능확인, 장비의 적합성 판정, 지반조건 확인, 말뚝재료의 건전도 판정, 말뚝의 지내력 확인 등을 위해 설계에 따라 재하시험을 실시하여야 하며, 설계에 명시되지 않는 경우 표 3.3-1의 빈도를 참조하여 기성말뚝에 대하여 동재하시험을 실시하여야 한다.

표 3.3-1 기성말뚝의 시공 중 동재하시험 (end of initial driving, EOID 방법) 실시빈도

구 분	시험빈도	시험말뚝위치
구조물별 말뚝 본수 1~80 본까지	2	푸팅 내부의 대각선상이 나 감독자가 지정하는 위치
구조물별 말뚝 본수 81~160 본까지	3	
구조물별 말뚝 본수 161 본 이상	4	

주) EOID방법 : 말뚝타격 초기부터 동재하시험을 동시에 수행하는 방식이며, 시공관리 목적에 이용

- (3) 동재하시험 결과를 토대로 파동방정식 분석을 재수행하여 현장여건에 적합한 말뚝 시공 관리기준을 수립하고, 이를 본말뚝을 향타할 때의 시공관리기준으로 적용하여야 한다.
- (4) 향타공식에 의한 지지력의 계산
 - ① 향타공식에 의한 지지력은 재하시험에 의한 지지력과는 근본적으로 다르므로, 현장여건상 재하시험을 수행하지 못하고 시공관리를 하여야 할 경우에만 적용토록 하며 시공 후 반드시 그 결과를 확인하여야 한다.

3.4 내부굴착말뚝

3.4.1 굴착 및 침설

- (1) 굴착 및 침설은 KCS 11 50 15 (3.4.1)에 따른다.

3.4.2 굴착토사의 처리

- (1) 굴착토사의 처리는 KCS 11 50 15 (3.4.2)에 따른다.

3.4.3 선단처리

- (1) 선단처리는 KCS 11 50 15 (3.4.3)에 따른다.

3.5 선굴착말뚝

3.5.1 굴착 및 말뚝 시공

- (1) 굴착은 KCS 11 50 15 (3.5.1)에 따른다.
- (2) 말뚝을 급하게 침설하거나 낙하시키면 말뚝이 경사질 우려가 있으므로 샤클(shackle)을 이용하여 굴착공 중심에서 연직방향으로 말뚝을 천천히 침설시키고 최종 경타하여야 한다.
- (3) 향타 완료된 말뚝은 3.3의 타입말뚝과 동일한 방법으로 동재하시험을 실시하여 말뚝의 지내력을 파악하여야 한다.
- (4) 말뚝을 박은 후 생기는 말뚝 주변 공간은 말뚝의 수평저항력과 주변마찰력을 확보하

기 위하여 표준일축압축강도 490 kPa 이상의 주면고정액으로 확대기초 저면(설계지반면)까지 충전하여야 한다.

- (5) 주면고정액의 주입량은 일수현상 등의 지반조건을 고려하여 감독자가 시험시공을 통하여 결정하여야 한다. 시험시공이 불가능한 경우에는 말뚝 주면공간의 2~3배 정도로 주입량을 산정하여 확대기초 저면까지 2~3회에 걸쳐 주입한다.
- (6) 주면고정액과 선단근고액의 양생 후 시편 제원은 지름 50 mm, 높이 250 mm~300 mm의 원주형이어야 한다. 이 시편 하단에서 100 mm를 제거한 길이 100 mm의 시편을 이용하여 일축압축강도를 측정하여야 한다.

3.5.2 굴착토사의 처리

- (1) 굴착토사의 처리는 KCS 11 50 15 (3.5.2)에 따른다.

3.5.3 최종 경타

- (1) 최종 경타는 KCS 11 50 15 (3.5.3)에 따른다.

3.5.4 내부굴착 후 최종항타공법 (DRA(double rod auger), PRD(percussion rotary drill) 공법 등)

- (1) 지하수에 의해 굴착공이 함몰되거나, 인접 지역에 주요한 구조물이 있어 지반변형을 억제하고자 할 경우에는 케이싱을 사용하여야 한다.
- (2) (1)의 조건에서 지름 100~150 mm 이내의 자갈이 지반에 존재할 경우에는 오거를 사용하고, 그 이상일 경우에는 퍼쿠션 커트(percussion cut)를 사용하여야 한다.
- (3) 말뚝을 박은 후 발생하는 말뚝 주변 공간의 충전은 3.5.1(4)와 같이 실시한다.
- (4) 말뚝선단처리방법은 항타말뚝과 같이 실시한다.
- (5) 주면고정액의 강도시험은 3.5.1에 준하여 실시하여야 한다.

3.5.5 제트 그라우팅에 의한 선단확근공법 (SIG(super injection grouting), RJP(rodin jet pile) 공법 등)

- (1) 이 공법은 취약지반(석회암 공동, 석탄질층, 연약지반, 자갈층 등)위에 말뚝을 안치할 때 사용한다.
- (2) 본 말뚝은 타입말뚝이나 매입말뚝으로 설계도서에 언급된 길이만큼 설치한다. 이때 매입말뚝은 항타를 하지 않기 때문에 말뚝선단보강밴드를 부착하지 않는다.
- (3) 말뚝내부로 선천공하여 설계도서에 언급된 깊이만큼을 그라우팅하고 말뚝선단을 폐색시키기 위하여 말뚝 안쪽지름의 4배 이상을 그라우팅하여야 한다.
- (4) 설계도서에 언급된 그라우팅 확산 범위는 시추로 확인하고, 회수된 공시체에 대한 시험결과를 설계할 때 제시된 목표 개량강도와 비교하여야 한다.
- (5) 말뚝선단 처리결과는 충분한 양생기간을 가진 말뚝에 대하여 동재하시험 또는 정재하시험을 실시하거나, 시추조사를 통해 일축압축강도를 측정하여 확인하여야 한다. 확인 시추공은 주입액으로 충전하여야 한다.
- (6) 일축압축시험에 사용한 시추 코어는 크기와 형상에 대한 보정을 실시하여 현장품질관리를 하여야 한다.

(7) 주면고정액의 강도시험은 3.5.1에 따라 실시하여야 한다.

3.5.6 시멘트밀크공법 (SIP(soil-cement injected precast pile) 공법)

- (1) 주요장비는 오거천공장비, 시멘트밀크 믹스플랜트, 그라우팅 펌프, 잔토처리용 셔블(Shovel)이나 백호우 등이며, 현장여건에 적합한 용량을 사용하여야 한다.
- (2) 굴착공의 지름은 말뚝지름보다 100 mm 이상이어야 한다.
- (3) 스크류 오거 굴착에 의한 공벽유지가 되지 않을 경우에는 공벽안정액(벤토나이트)을 사용하여야 한다.
- (4) 믹스플랜트는 오거 굴착할 때의 공벽안정액, 주면고정액, 선단근고액을 각각 혼합할 수 있어야 한다.
- (5) 선단근고액은 물-결합재비(W/B)가 70 %, 일축압축강도는 KS F 7001에 따라 20 N/mm²(20,000 kPa) 이상이어야 하며, 주면고정액은 일축압축강도가 490 kPa 이상이어야 한다. 그리고 공사감독자의 승인에 의하여 오거를 굴착할 때 공벽안정액은 주면고정액과 동일하게 사용할 수 있다.
- (6) 지지층의 굴착 깊이는 1.5 m 이상을 표준으로 하고, 지지층 속의 말뚝 근입깊이는 1.0 m 이상이어야 한다.
- (7) 오거헤드의 분사압력은 980 kPa 이상이어야 한다.
- (8) 선단근고액은 공저에서 4 d(d:말뚝안쪽지름)+1 m를 주입하고, 주면고정액은 기초저면까지 주입한다. 그리고 말뚝침설 후 주면고정액의 상면 변화를 관찰하여 액면이 침강하면 유지될 때까지 보충하여야 한다.
- (9) 굴착공 공저의 슬라임의 두께는 500 mm 이내 이어야 한다. 이 이상일 경우에는 재굴착하여 선단근고액을 재주입하여야 한다.
- (10) 말뚝을 급하게 침설하거나 낙하시키면 말뚝이 경사질 뿐만 아니라 심한 수류를 일으켜 공벽손상이나 주입액이 교반되기 때문에 샤클(shackle)을 이용하여 말뚝을 천천히 침설하여야 한다. 이때 말뚝의 관입깊이를 측정하여야 한다.
- (11) 말뚝의 자중만으로 소정의 심도까지 침설할 수 없을 때에는 말뚝침설 보조수단인 압입법과 경타법을 사용한다. 압입법은 오거굴착장비의 자중을 이용하며, 경타는 두께 100 mm 이상의 말뚝쿠션재(합판)를 사용하여야 한다. 그리고 경타는 여러 가지 해머를 이용할 수 있으나, 일반적으로 낙하해머를 사용하여 해머높이 500 mm 이하에서 실시한다.
- (12) 아랫말뚝의 말뚝머리를 지상으로 약 1.5 m 노출시킨 상태에서 윗말뚝을 가설하고, 말뚝이음부를 용접한다.
- (13) 시공할 때에는 말뚝재하시험을 할 수 없기 때문에 양질의 지지층에 말뚝을 안치하는 것이 매우 중요하다. 따라서 시험시공을 할 때 지질주상도, 자동기록용 전류계의 전류값, 배토를 종합적으로 검토하여 오거굴착관리기준 즉, 공벽안정액 사용여부, 오거굴착깊이, 말뚝관입깊이, 지지층의 전류값 등을 마련하여 본 말뚝을 시공하여야 한다.
- (14) 말뚝의 지내력 확인은 적절한 양생기간을 가진 말뚝에 대하여 동재하시험 또는 정재하시험에 의하거나, 시추조사에 의한 일축압축강도로 확인하여야 한다. 확인 시추공

은 선단근고액으로 충전하여야 한다.

(15) 주면고정액의 강도시험은 3.5.1에 따라 실시하여야 한다.

(16) 모든 말뚝에 대하여 스크류 오거의 굴착심도, 슬라임 양, 최종심도, 오거 상하작동 회수와 길이, 경타할 때의 타격수와 해머 낙하높이, 시공 소요시간, 지지층 부근에서 전류계 눈금, 굴착액 주입량, 근고액 주입량 등이 포함된 시공기록지를 작성하여야 한다.

3.6 시공 허용오차

(1) 말뚝의 연직도나 경사도는 1/100 이내이어야 하며, 말뚝타입 후 평면상의 위치가 설계도서의 위치로부터 $D/4$ (D는 말뚝바깥지름)와 100 mm 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.

3.7 현장품질관리

(1) 현장품질관리는 KCS 11 50 15 (3.6)에 따른다.

3.8 손상된 말뚝

(1) 손상된 말뚝은 KCS 11 50 15 (3.7)에 따른다.

3.9 도장

(1) 도장은 KCS 11 50 15 (3.8)에 따른다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
신성운	극동엔지니어링(주)	김보성	한국도로협회
황훈희	한국도로협회	이호정	한국도로협회
윤재용	한국도로협회		

자문위원

성명	소속	성명	소속
김광수	(주)신성엔지니어링	조병하	(주)유신
김유백	진우엔지니어링코리아	조항신	극동엔지니어링(주)
이지훈	(주)케이씨아이	한영규	(주)유신

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김곤목	(주)포스트구조기술
김기현	한국건설기술연구원	김동민	(주)건일
김나은	한국건설기술연구원	김영민	(주)신성엔지니어링
김민관	한국건설기술연구원	김영욱	(주)한솔에스앤디
김재훈	한국건설기술연구원	김운형	(주)다산건설턴트
김태송	한국건설기술연구원	김희욱	(주)제일엔지니어링
김희석	한국건설기술연구원	박규호	(주)동성엔지니어링
류상훈	한국건설기술연구원	송훈	(주)동해종합기술공사
안준혁	한국건설기술연구원	이명재	(주)유신
원훈일	한국건설기술연구원	이선복	동부건설
이상규	한국건설기술연구원	이태욱	수성엔지니어링
이소정	한국건설기술연구원	조경식	(주)디엠엔지니어링
이승재	한국건설기술연구원		
이승환	한국건설기술연구원		
이용수	한국건설기술연구원		
이원종	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
고정식	한국토지주택공사	박현찬	국토안전관리원
김명수	국토연구원	유성준	도로교통공단
김우석	충남대학교	이상돈	한국도로공사
민영욱	(주)특수건설		

소관부처

성명	소속	성명	소속
오수영	국토교통부 도로건설과	송진우	국토교통부 도로건설과
신종욱	국토교통부 도로건설과		

(분야별 가나다순)

NHCS 11 50 15 : 2024 기성말뚝

2024년 12월 11일 제정

소관부서 국토교통부 도로건설과

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층 한국도로협회
Tel : 02-3490-1000 E-mail : off@kroad.or.kr
<http://www.kroad.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>