

SMCS 11 50 15 : 2018

기성말뚝

2018년 05월 03일 개정

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



서울특별시 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

전문시방서 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 서울특별시 전문시방서와 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 서울특별시 전문시방서를 중심으로 KCS 11 50 15 등의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 개정된 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

전문시방서 (분야 및 코드)	주요내용	제·개정 (년.월)
토목분야	• 총칙, 측량 및 지반조사, 지반개량공사, 토공사, 말뚝공사, 콘크리트공사, 상·하수도공사, 강구조물공사, 교량가설 및 부대공, 도로 및 포장공사, 터널공사, 하천공사, 기타공사 등 토목분야 관련 서울특별시 전문시방서 제정	제정 (2000.04)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2002.06)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2004.11)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2006.09)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2009.07)
토목분야	• 부분 개정	개정 (2014.12)
SMCS 11 50 15 : 2018	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	개정 (2018.05)

제 정 : 2000 년 04 월 29 일

개 정 : 2018 년 05 월 03 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 서울특별시 기술심사담당관

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

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
1.5 일반요건	2
2. 자재	2
2.1 H형강 말뚝	2
2.2 강관 말뚝	2
2.3 PS콘크리트 말뚝	3
2.4 철근콘크리트 말뚝	3
2.5 기성콘크리트 말뚝	3
2.6 장비	4
2.7 부속재료	5
2.8 품질관리시험	6
3. 시공	6
3.1 시공 일반사항	6
3.2 시공 준비	6
3.3 시험말뚝	6
3.4 향타말뚝	6
3.5 향타말뚝의 시험시공	6
3.6 내부굴착말뚝	10
3.7 선굴착말뚝	10
3.8 매입말뚝의 시험시공	10
3.9 말뚝박기	12

목 차

3.10 매입말뚝시공	18
3.11 말뚝 머리 마감	20
3.12 현장품질관리	21
3.13 손상된 말뚝	21
3.14 도장	21
3.15 제트공법	21

기성말뚝

1. 일반사항**1.1 적용 범위**

- (1) 기성말뚝의 적용 범위는 KCS 11 50 15 (1.1)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.
- ① KCS 11 50 15 (1.1)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)항을 추가하여 적용한다.
- (2) 이 기준은 말뚝 기초공사를 수행함에 있어 시험말뚝을 포함한 모든 말뚝의 박기, 말뚝의 이음 및 품질관리사항, 운반 및 저장관리, 그리고 이들 사항들을 행하는데 필요한 부속자재와 장비의 공급을 포함한다.

1.2 참고 기준**1.2.1 관련 법규**

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- (1) 기성말뚝의 관련 기준은 KCS 11 50 15 (1.2.2)에 따르며, 추가사항은 다음과 같다.
- KCS 11 50 15 기성말뚝
 - SMCS 10 10 10 공무행정요건
 - SMCS 11 50 40 말뚝재하시험
 - KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝
 - KS F 4307 프리텐션 방식 진동 PC 말뚝
 - KS F 4301 원심력 철근 콘크리트 말뚝
 - KS F 4604 열간 압연강 널말뚝

1.3 용어의 정의

내용 없음

1.4 제출물

- (1) 기성말뚝의 제출물은 KCS 11 50 15 (1.3)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.
- ① KCS 11 50 15 (1.3)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)항을 추가하여 적용한다.

- (2) 제출물은 SMCS 10 10 10 (1.10)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

1.5 일반요건

- (1) 기성말뚝의 일반요건은 KCS 11 50 15 (1.4)에 따른다.

2. 자재

2.1 H형강 말뚝

- (1) 기성말뚝의 H형강 말뚝은 KCS 11 50 15 (2.1)에 따른다.

2.2 강관 말뚝

2.2.1 강관

- (1) 기성말뚝의 강관은 KCS 11 50 15 (2.2.1)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.
 - ① KCS 11 50 15 (2.2.1)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)~(8)항을 추가하여 적용한다.
- (2) 강재말뚝은 말뚝 본체, 선단부로 구분하며, 특별히 규정되어 있는 경우에는 기타 부분으로 구성된다. 그 형태는 설계 도서에 따라야 한다.
- (3) 강관말뚝은 KS F 4602의 규정에 합격한 것을 사용하여야 하며, H형 강말뚝은 KS F 4603의 규정에 합격한 것이어야 하고, 강널말뚝은 KS F 4604의 규정에 합격한 것을 사용하여야 한다.
- (4) 강관말뚝 각 부분의 두께는 강도 계산 상 필요한 두께에다 부식에 의한 감소두께를 더한 것으로 결정되는데 최소 9 mm 이상으로 한다. 시공 시 말뚝에 생기는 응력에 대해서는 전단면을 유효한 것으로 한다.
- (5) 강관말뚝의 부식감소 두께는 말뚝이 흙 또는 물에 접하는 면에 대해서 고려하여야 한다.
- (6) 말뚝머리가 타입에 의해 해로운 손상을 입을 우려가 있는 경우에는 필요시 보강한다.
- (7) 말뚝 선단이 장애물 등에 의해 해로운 손상을 입을 우려가 있는 경우 또는 굳은 지반에 쉽게 타입되도록 할 경우에는 필요시 보강한다.
- (8) 강관말뚝의 현장이음은 이음철구를 이용한 전둘레 전두께 아크용접 이음으로 한다.

2.2.2 철근

- (1) 기성말뚝의 철근은 KCS 11 50 15 (2.2.2)에 따른다.

2.2.3 채움 콘크리트

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

2.3 PS콘크리트 말뚝

- (1) 기성말뚝의 PS콘크리트 말뚝은 KCS 11 50 15 (2.3)에 따른다.

2.4 철근콘크리트 말뚝

- (1) 철근 콘크리트 말뚝은 중공원형단면을 가진 프리캐스트 말뚝을 사용하여야 하며, 말뚝의 종류 및 규정을 변경하고자 하는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 철근 콘크리트 말뚝은 소정의 시설을 갖춘 승인된 제작자에 의하여 원심력 방법에 의하여 제작되어야 하며, 제작자는 말뚝의 콘크리트 강도, 비인장 보강에 관한 설명서, PS의 경우에는 프리스트레싱에 관한 설계서 등 상세한 자료를 첨부하여야 한다.
- (3) 철근 콘크리트 말뚝은 KS F 4301의 규정에 합격한 것이어야 하고, 프리스트레스트 콘크리트 말뚝은 KS F 4303 또는 KS F 4306의 규정에 합격한 것을 사용하여야 한다.
- (4) 철근 콘크리트 말뚝의 선단은 타입에 대해 충분히 안전함과 동시에 지반에 알맞은 구조이어야 한다.
- (5) 철근 콘크리트 말뚝의 머리부는 타격에 대해 충분한 강도를 가져야 한다.
- (6) 철근 콘크리트 말뚝의 이음은 이음 철구를 이용한 아크용접으로 이음 한다.
- (7) 철근 콘크리트 말뚝의 머리부를 절단할 경우에는 필요에 따라 공사착수 전에 말뚝의 머리부에 말뚝 본체 내 보강철근을 배치하여야 한다.

2.5 기성콘크리트 말뚝

- (1) 기성 콘크리트 말뚝은 중공원형단면을 가진 프리캐스트 말뚝을 사용하여야 하며, 말뚝의 종류 및 규격을 변경하고자 하는 경우 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 기성 콘크리트 말뚝은 소정의 시설을 갖춘 승인된 제작자에 의하여 원심력 방법에 의하여 제작되어야 하며, 제작자는 말뚝의 콘크리트 강도, 비인장강도에 관한 설명서, PS의 경우에는 프리스트레싱에 관한 설계서 등 상세한 자료를 첨부하여야 한다.
- (3) 철근 콘크리트 말뚝은 KS F 4301의 규정에 합격한 것이어야 하며, 프리스트레스트 콘크리트 말뚝은 KS F 4303 또는 KS F 4306의 규정에 합격한 것을 사용하여야 한다.
- (4) 기성 콘크리트 말뚝의 선단은 타입에 대해 충분히 안전함과 동시에 지반에 알맞은 구조이어야 한다.
- (5) 기성 콘크리트 말뚝의 머리부는 타격에 대해 충분한 강도를 가져야 한다.
- (6) 기성 콘크리트 말뚝의 이음은 이음 철구를 이용한 아크용접으로 이음 한다.
- (7) 기성 콘크리트 말뚝 박기를 완료하고 말뚝 머리부를 절단할 때 말뚝 본체 내에 필요한 만큼의 보강철근을 배치하여 말뚝 머리부를 보강해야 한다.

2.6 장비

2.6.1 말뚝박기 장비

(1) 기성말뚝의 말뚝박기 장비는 KCS 11 50 15 (2.4.1)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.

① KCS 11 50 15 (2.4.1)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)항을 추가하여 적용한다.

(2) 말뚝박기 장비는 현장지반 조건에서 시험말뚝 박기를 실시한 후 결정하며 이 기준의 3.5.2의 규정에 준한다.

2.6.2 해머

(1) 해머는 증기해머, 공기해머, 유압해머 및 디젤해머 사용을 원칙으로 한다. 다만, 공사감독자의 확인을 받은 경우에는 드롭해머도 사용할 수 있다.

(2) 폐쇄식 램(Ram)을 가진 디젤해머는 규격용량의 출력을 발휘할 수 있어야 하며, 이를 확인할 수 있는 검사 성적서를 제출해야 한다.

(3) 디젤해머 중 단동 디젤해머에는 말뚝 타입 동안 시공기술자가 해머 스트로크를 측정할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

(4) 복동 디젤해머에는 측정치를 쉽게 읽을 수 있도록 지표면 가까운 곳에 반발 해머 압력 게이지가 갖추어야 한다.

(5) 모든 해머의 성능은 항타 시 동재하시험을 실시하여 확인한다.

2.6.3 해머쿠션

(1) 드롭해머를 제외한 모든 타격말뚝 타격장비는 해머나 말뚝의 손상방지와 균일한 타입거동 보장을 위하여 적당한 두께의 해머쿠션을 장착하여야 한다.

(2) 해머쿠션은 타입하는 동안 균일한 성능을 유지할 수 있는 내구성을 가진 재료로 제작되어야 한다. 단, 목재, 와이어 로프, 석면 해머쿠션을 사용해서는 안 된다.

(3) 타격판(Strike plate)은 쿠션재료의 균일한 압축을 보장하기 위하여 해머쿠션 위에 설치하여야 한다.

(4) 해머쿠션은 말뚝 타입을 시작할 때와 말뚝타입이 완료된 후, 매 100시간마다 점검하여야 한다. 또한 해머쿠션은 두께가 25% 이상 감소되기 전에 교체하여야 한다.

(5) 해머쿠션의 적합성은 항타 시 동재하시험을 실시하여 확인한다.

2.6.4 말뚝쿠션

(1) 기성 콘크리트말뚝을 항타할 때는 합판 또는 통나무 재질의 말뚝쿠션을 사용하여야 한다.

(2) 말뚝쿠션의 적절한 두께는 항타 시 동재하시험을 실시하여 결정한다. 만약, 타입하는 동안 말뚝쿠션에 과도한 변형이 발생하거나 타기 시작하면 새로운 말뚝쿠션을 사용하여야 한다.

2.6.5 리드(Lead)

(1) 기성말뚝의 리드는 KCS 11 50 15 (2.4.2)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.

① KCS 11 50 15 (2.4.2)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)항을 추가하여 적용한다.

(2) 리드는 중동장치를 사용하지 않도록 충분한 길이를 가져야 하며, 경사말뚝에서도 사용될 수 있도록 하여야 한다.

2.6.6 향타보조말뚝

(1) 기성말뚝의 향타보조말뚝은 KCS 11 50 15 (2.4.3)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.

① KCS 11 50 15 (2.4.3)에서 (2)항은 다음 (2)항과 같이 적용한다.

(2) 향타보조말뚝을 사용할 때에는 말뚝 10개 중 1개씩은 긴 것을 사용하여 지지력을 결정할 수 있는 시험말뚝으로 직접 박아야 하고, 동재하시험(EOID)에 의한 시공관입성(Driveability analysis)을 검토하여 향타보조말뚝 제원의 적정여부를 검증한 후 사용여부를 판단하도록 한다.

2.6.7 저공해말뚝 공사용 장비

(1) SIP(Soil-cement injected pile)

① 본 공사에 사용되는 주요장비는 Crawler mounted pile driver, Earth auger, Batch plant, 발전기, Silo, 전류계, 고압 Motor pump, Leveler 등이며, 현장조건에 적합한 용량을 사용하여야 한다.

(2) SAIP(Special auger and injected precast-pile)

① 본 공사에 사용되는 주요장비는 Crawler mounted pile driver, Special auger, Batch plant, 발전기, Silo, 전류계, 용접기, 고압 Motor pump, 외부에 나선형 비트가 장착된 폐합 강관케이싱, Leveler 등이며, 현장조건에 적합한 용량을 사용하여야 한다.

(3) PRD(Percussion rotary drill) 말뚝

① 본 공사에 사용되는 주요장비는 말뚝관입기(Pile driver), Doughnut auger, 공기압축기, 선단에 비트가 부착된 강관말뚝, 공기해머, 발전기, Leveler 등이며, 현장조건에 적합한 용량을 사용하여야 한다.

(4) 대부분의 저공해 말뚝공법에서는 기성말뚝을 굴착공 내에 삽입한 후 최종 향타를 실시한다. 최종 향타에 사용되는 장비는 이 기준의 2.6.2의 규정에 준한다.

2.7 부속재료

(1) 기성말뚝의 부속재료는 KCS 11 50 15 (2.5)에 따른다.

2.8 품질관리시험

(1) 기성말뚝의 품질관리시험은 KCS 11 50 15 (2.6)에 따르며, 특기사항은 다음과 같다.

① KCS 11 50 15 (2.6)에서 명시된 항목 외에 다음 (2)~(4)항을 추가하여 적용한다.

(2) 강관에 대한 시험은 KS D 3566에 따른다.

(3) PC콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4303, KS F 4306 및 KS F 4307에 따른다.

(4) 원심력 콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4301에 따른다.

3. 시공

3.1 시공 일반사항

(1) 기성말뚝의 시공 일반사항은 KCS 11 50 15 (3.1)에 따른다.

3.2 시공 준비

(1) 기성말뚝의 시공 준비는 KCS 11 50 15 (3.2)에 따른다.

3.3 시험말뚝

(1) 기성말뚝의 시험말뚝은 KCS 11 50 15 (3.3)에 따른다.

3.4 항타말뚝

(1) 기성말뚝의 항타말뚝은 KCS 11 50 15 (3.4)에 따른다.

3.5 항타말뚝의 시험시공

3.5.1 시험시공 계획서

(1) 시험말뚝 시공에 앞서 수급인은 시공에 관련한 세부 시공계획을 작성하여 제출하여야 하며 시공계획서에는 아래 내용을 포함하여야 한다.

① 해머규격

② 해머쿠션 및 말뚝쿠션 규격

③ 예상말뚝 관입깊이

④ 예상 최종관입량 기준

⑤ 항타 시 동재하시험 계획

⑥ 시간경과 효과를 확인하기 위한 재항타시 동재하시험 계획

- ⑦ 정재하시험 계획
 - ⑧ 용접이음 시공계획(필요시)
 - ⑨ 용접이음부에 대한 비파괴검사 계획
 - ⑩ 말뚝머리정리 계획
 - ⑪ 파동이론분석(Wave equation analysis of pile driving)
 - ⑫ 시간경과 효과를 고려한 말뚝 시공관리 기준 설정 계획
 - ⑬ 재하시험이 실시되지 못하는 말뚝의 품질관리를 위한 항타공식 적용방안
- (2) 수급인은 제출된 시공계획서에 대한 공사감독자의 검토, 승인을 득한 후 시험말뚝 시공을 실시한다.

3.5.2 시험말뚝박기용 장비

- (1) 시험말뚝박기에 사용하는 장비는 말뚝박기 작업에 사용하는 장비와 동일한 기종이어야 한다.
- (2) 시험말뚝을 시공하기에 앞서 사용말뚝 및 항타장비에 대한 자료를 공사감독자에 제출하여야 한다.
- (3) 공사감독자는 관입깊이에 따른 예상 지지력 및 이때의 최종관입량, 항타응력의 크기 등 파동이론분석 결과를 토대로 사용 항타장비에 대한 승인 여부를 판단하여야 한다.
- (4) 파동이론분석 결과 항타응력이 다음의 허용기준치를 초과하는 경우 항타장비의 교체 또는 개조, 시공방법의 변경 등을 제시하여야 한다.

표 3.5-1 항타응력의 허용기준치

구 분	PC 또는 PHC 말뚝	강 관
허용압축응력	$0.6 f_c'$	$0.9 F_y$
허용인장응력	$0.8\sqrt{f_c'+f_{pe}'}$	$0.9 F_y$

F_y : 강관의 항복강도
 f_c' : 콘크리트의 압축강도 (PC : 50 MPa PHC : 80 MPa)
 f_{pe}' : 유효 Prestress

- (5) 시험말뚝을 시공하는 지반은 말뚝 시공 전에 확대기초의 바닥면 표고까지 터파기를 실시한 후 다짐을 하여야 한다.

3.5.3 시험말뚝 박기

- (1) 시험말뚝박기를 실시하는 목적은 해머를 포함한 항타장비 전반의 성능 확인과 적합성 판정, 설계내용과 실제 지반조건의 부합 여부, 말뚝재료의 건전도 판정 및 시간경과 효과를 고려한 말뚝의 지지력 확인 등이다.

- (2) 시험말뚝박기의 말뚝세우기, 시공일반, 말뚝절단 및 말뚝이음 등 시공세부 사항은 이 기준의 3.9의 규정에 준하여 실시한다.
- (3) 시험말뚝 박기를 실시할 때는 항타작업 전반의 적합성 여부를 확인하기 위하여 항타시 동재하시험을 실시한다. 항타 시 동재하시험 실시횟수는 공사현장의 지반조건, 공사규모, 구조물의 성격 등을 고려하여 공사감독자가 결정한다.
- (4) 항타 시 동재하시험의 세부내용은 SMCS 11 50 40의 규정을 적용한다.
- (5) 시간경과에 따른 말뚝지지력 변화 현상을 확인하기 위하여 시험말뚝 박기가 완료된 시점으로부터 일정한 시간이 경과한 후 항타시 동재하시험이 실시된 동일 말뚝들에 대하여 재항타 동재하시험을 실시한다.
- (6) 재항타 동재하시험 시 항타기준은 초기 항타종료 시와 동일한 낙하고로 50타의 타격 또는 말뚝의 추가 관입깊이가 75 mm에 도달할 때까지 중 먼저 발생하는 쪽으로 하되 재항타결과 추가 관입깊이가 10회의 타격을 가할 때까지 3 mm 미만인 경우 즉시 항타를 종료한다.

3.5.4 시험말뚝 박기 종료

- (1) 시험말뚝박기 종료는 항타시 동재하시험 결과와 재항타 동재하시험 결과를 토대로 하여 결정한다.
- (2) 타격횟수의 제한
 - ① 1개의 말뚝을 시공할 때는 표 3.5-2에 표시한 타격횟수 이내가 되도록 관리한다.

표 3.5-2 말뚝 타격횟수 제한

말뚝 종류	RC 말뚝	PC 말뚝	PHC 말뚝	강말뚝
제한타격횟수	1000 이하	2000 이하	3000 이하	3000 이하
최종10 m 부분의 제한타격횟수	500 이하	800 이하	1500 이하	1500 이하

- ② 만약 표 3.5-2에 표시한 타격횟수 이상의 타격횟수가 요구될 경우에는 해머 용량의 변경이나 사전 천공 등으로 공법변경을 검토한다.
- (3) 말뚝박기 종료
 - ① 말뚝박기의 종료기준은 항타시 말뚝지지력과 시간경과에 따른 말뚝지지력 변화를 고려하여 결정하여야 한다.
 - ② 말뚝의 지지력은 항타 후 경과한 시간에 따라 변화한다. 지반조건에 따라서는 시간이 경과함에 따라 지지력이 증가하기도 하며 일부 지반조건에서는 시간경과에 따라 지지력이 감소할 수도 있는바, 말뚝박기 종료기준 설정 시에는 이 효과를 필히 고려하여야 한다.
 - ③ 항타시 말뚝지지력은 원칙적으로 항타시 동재하시험을 실시하여 확인하여야 하며, 결과는 단순히 지지력 확인뿐만 아니라 해머의 적합성, 쿠션의 적합성, 말뚝재료의 건전도, 편타 발생 여부 등을 확인하는 자료로 활용하도록 한다. 또한 CAPWAP 해석 시 극한 지지력에 안전율(Fs)

2.5를 적용하여 산정한다.

- ④ 항타공식에 의한 지지력 산정은 해머효율의 불확실성 및 시간경과에 따른 말뚝지지력 변화를 고려하지 않았기 때문에 실제 말뚝의 지지력과는 큰 차이가 있다. 다만 해머효율을 실측에 의한 값을 적용할 경우 시공관리 목적으로 항타공식을 사용하여도 좋다.
- ⑤ 시험말뚝의 EOID(End of initial driving) 방법으로 아래와 같은 빈도의 동적제하 시험을 실시하여 본 말뚝의 항타관리 기준을 마련한다.

표 3.5-3 동적제하시험 실시빈도

시 험 빈 도	시 험 말 뚝 위 치
전체 말뚝 개수의 1% 이상 (100개 미만인 경우에도 최소 1개)	대각선상이나 공감독자가 지정하는 위치

⑥ 시공관리 목적으로 항타공식을 적용할 때는 Hiley 공식을 사용하여 적용하도록 한다.

가. 해머효율은 항타 시 동재하시험을 실시하여 실측한 값을 적용한다. 동일한 해머에서도 상이한 해머효율이 나타날 수 있는 바, 항타공식 적용을 위한 해머효율 결정을 위해서는 해머별로 2~3개소의 말뚝을 항타한 결과를 평균하여 사용하는 것이 좋다.

나. 동일한 해머에서도 계속 사용하는 도중 해머효율이 변화한다. 이러한 해머효율 변화를 고려하기 위해서는 100시간마다 해머효율 실측을 실시하여 항타공식 계산 시 적용하도록 한다.

다. 항타공식에 의한 허용지지력을 계산할 때는 항타공식 계산결과와 항타 시 동재하시험 결과를 비교하여 적합한 안전율을 도출하여 적용한다.

라. 항타공식 계산결과는 항타시점의 지지력인바, 최종적인 말뚝 지지력은 항타로부터 일정한 시간이 경과한 시점에 실시한 재항타 동재하시험 결과를 고려하여 판단하여야 한다.

- (4) 목표 깊이까지 도달해도 지지층에 기복이 있어 설계지지력이 얻어지지 않거나, 목표 깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우에는 설계조건 및 시공조건을 검토하여 필요한 대책을 강구하여야 한다.

3.5.5 시험말뚝에 대한 정재하시험

- (1) 시험말뚝들 중 동재하시험이 실시된 말뚝들 중 일부에 대하여 정재하시험을 실시한다.
- (2) 정재하시험은 말뚝에 실제하중을 가하여 실제 상부구조물이 건설되었을 때를 재현하므로 여러가지 말뚝지지력 추정방법 중 가장 신뢰도가 높은 방법이다. 정재하시험을 실시한 말뚝(들)에 대해서 정재하시험 실시 48시간 전 또는 정재하시험 완료시점으로부터 48시간이 경과한 상태에서 재항타 동재하시험을 실시하여 정.동재하시험 결과의 부합여부를 검증하여 공사현장 전체에 대한 기준으로 삼아야 한다.
- (3) 정재하시험 실시 개소수는 말뚝 250개당 1회 또는 구조물 별 1회 실시한다.

(4) 정재하시험의 세부 내용은 SMCS 11 50 40의 규정을 적용한다.

3.5.6 시험말뚝 보고서

(1) 시험말뚝 박기가 완료되면 수급인은 시험말뚝 보고서를 제출하며, 공사감독자는 이를 검토하여 승인한 후 말뚝박기 작업을 착수한다.

(2) 시험말뚝 보고서에는 아래의 사항들이 포함되어야 한다.

- ① 해머의 타격에너지와 해머효율
- ② 해머쿠션과 말뚝쿠션의 적합성
- ③ 말뚝관입 전체깊이와 타격횟수
- ④ 말뚝관입 전체깊이에 대한 타격에너지와 항타응력
- ⑤ 편타발생 여부
- ⑥ 항타시 말뚝지지력
- ⑦ 재항타시 말뚝지지력과 시간경과 효과
- ⑧ 말뚝재료의 건전도
- ⑨ 정재하시험 결과
- ⑩ 말뚝박기 종료기준
- ⑪ 기타 특기사항(항타시공관입성, 특이한 지반조건 등)

3.6 내부굴착말뚝

(1) 기성말뚝의 내부굴착말뚝은 KCS 11 50 15 (3.5)에 따른다.

3.7 선굴착말뚝

(1) 기성말뚝의 선굴착말뚝은 KCS 11 50 15 (3.6)에 따른다.

3.8 매입말뚝의 시험시공

3.8.1 시공계획서

(1) 시험말뚝 시공에 앞서 수급인은 시공에 관련한 세부 시공계획을 작성하여 제출하여야 하며, 시공계획서에는 아래 내용을 포함하여야 한다.

- ① 굴착장비 규격
- ② 시멘트풀 배합장비 및 펌핑 장비규격
- ③ 해머규격

- ④ 해머쿠션 및 말뚝쿠션 규격
- ⑤ 예상말뚝 관입깊이
- ⑥ 시멘트풀 배합비 및 주입량
- ⑦ 예상 최종관입량 기준
- ⑧ 최종항타 시 동재하시험 계획
- ⑨ 시간경과 효과를 확인하기 위한 재항타 시 동재하시험 계획
- ⑩ 정재하시험 계획
- ⑪ 용접 이음 시공계획(필요시)
- ⑫ 용접 이음부에 대한 비파괴검사 계획
- ⑬ 말뚝머리정리 계획

(2) 수급인은 시공계획서에 대한 공사감독자의 승인을 득한 후, 시험말뚝의 시공을 실시한다.

3.8.2 말뚝시공장비

- (1) 시험말뚝 시공에 사용하는 장비는 말뚝시공 작업에 사용하는 장비와 동일한 기종이어야 한다.
- (2) 시험말뚝을 시공하는 지반은 말뚝 시공 전에 확대기초의 바닥면 표고까지 터파기를 실시한 후 다짐을 하여야 한다.

3.8.3 시험말뚝시공

- (1) 시험말뚝시공을 실시하는 목적은 굴착장비의 성능 확인, 해머를 포함한 최종항타장비 전반의 성능 확인과 적합성 판정, 설계내용과 실제 지반조건의 부합 여부, 말뚝재료의 건전도 판정 및 시멘트풀 양생에 의한 시간경과 효과를 고려한 말뚝의 지지력 확인 등이다.
- (2) 시험말뚝시공의 말뚝세우기, 시공일반, 말뚝절단 및 말뚝이음 등 시공세부 사항은 이 기준의 3.10의 규정에 준하여 실시한다.
- (3) 시험말뚝 시공을 실시할 때는 최종 항타작업 전반의 적합성 여부를 확인하기 위하여 항타 시 동재하시험을 실시한다. 항타 시 동재하시험 실시횟수는 공사현장의 지반조건, 공사규모, 구조물의 성격 등을 고려하여 공사감독자가 결정한다.
- (4) 항타 시 동재하시험의 세부내용은 SMCS 11 50 40의 규정을 적용한다.
- (5) 시멘트풀 양생에 의한 시간경과에 따른 말뚝지지력 변화 현상을 확인하기 위하여 시험말뚝 시공이 완료된 시점으로부터 일정한 시간이 경과한 시점에 최종 항타시 동재하시험이 실시된 동일말뚝들에 대하여 재항타 동재하시험을 실시한다.
- (6) 재항타 동재하시험의 세부내용은 SMCS 11 50 40의 규정을 적용한다.

3.8.4 최종 항타종료

- (1) 최종 항타종료는 항타 시 동재하시험 결과와 재항타 동재하시험 결과를 토대로 하여 결정한다.
- (2) 최종 항타종료는 이 기준의 3.5.4의 기준에 준하여 시행한다.

3.8.5 시험말뚝에 대한 정재하시험

- (1) 이 기준의 3.5.5의 내용에 준하여 실시한다.

3.8.6 시험말뚝 보고서

- (1) 시험말뚝 시공이 완료되면 수급인은 시험말뚝 보고서를 제출하며 공사감독자는 이를 검토하여 승인한 후 말뚝박기 작업을 착수한다.
- (2) 시험말뚝 보고서에는 아래의 사항들이 포함되어야 한다.
 - ① 해머의 타격에너지와 해머효율
 - ② 해머쿠션과 말뚝쿠션의 적합성
 - ③ 최종항타 시 타격에너지와 항타응력
 - ④ 편타발생 여부
 - ⑤ 최종항타 시 말뚝지지력
 - ⑥ 재항타 시 말뚝지지력과 시멘트풀 양생에 의한 시간경과 효과
 - ⑦ 말뚝재료의 건전도
 - ⑧ 정재하시험 결과
 - ⑨ 최종항타 종료기준
 - ⑩ 기타 특기사항(시멘트풀 유실가능성, 특이한 지반조건 등)

3.9 말뚝박기

3.9.1 사전천공

- (1) 1.5 m 이상의 다져진 흙쌓기부에 말뚝을 박을 때 및 말뚝이 관입되어야 하는 깊이보다 위쪽에 말뚝의 항타관입이 불가능한 조밀한 지층이 있는 조건에서 사전천공을 할 수 있다.
- (2) 사전천공 깊이는 말뚝 설계조건을 만족시키는 위치에서 중단하여야 하나, 현장의 지반조건상 필요한 경우에는 말뚝선단부 깊이까지 선굴착을 실시할 수 있다. 천공의 직경은 말뚝설치공법에 따라서 말뚝지름보다 30 ~ 100 mm 더 크게 하여야 한다.
- (3) 말뚝을 박은 후 생기는 말뚝주변의 공간은 건조한 모래나 콩자갈 또는 승인된 재료로 완전히 메워야 한다.

3.9.2 말뚝 세우기

- (1) 시공기계는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 정확한 위치와 견고한 지반 위에 설치하여야 한다.
- (2) 말뚝 건입 시, 리더와 와이어의 각도는 30°이하로 유지하여야 하며, 건입 중 항타기를 선회해서는 안 된다. 특히, 말뚝을 매단 상태에서 주행은 하지 말아야 한다.
- (3) 수급인은 말뚝 축방향을 설계에 규정된 각도로 세우고, 공사감독자로부터 말뚝 축 직각방향으로 양방향 검측을 받아야 한다.

3.9.3 시공일반

- (1) 말뚝머리는 공사감독자의 확인을 받은 머리보강재를 써서 해머에 의해 손상되지 않도록 보호하여야 한다.
- (2) 말뚝박기 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법과 시공 장비, 주변사항 등을 종합적으로 고려하여 정하여야 한다.
- (3) 말뚝은 설계도서에 표시된 대로 정확한 간격과 위치가 유지되도록 박아야 한다.
- (4) 확대기초의 계획면에서 말뚝박기는 중심부 말뚝을 먼저 박은 후 외각 방향으로 말뚝박기를 진행한다.
- (5) 말뚝박기로 인하여 시공된 말뚝들에 과대한 휨응력이나 허용오차를 벗어난 말뚝머리 이동이 발생하지 않아야 하며, 필요한 경우에는 과대한 휨응력이나 허용오차를 벗어난 말뚝머리 이동을 방지할 수 있도록 개별말뚝에 적절한 횡방향 지지를 해 두어야 한다.
- (6) 말뚝박기 작업 중에 해머와 말뚝이 동심축을 유지하게 하여야 한다.
- (7) 박기도중 저항력이 급격히 감소할 경우에는 말뚝이 파손되었는지 아니면, 지반상태에 의한 것인지 조사하여야 한다.
- (8) 1개의 말뚝박기는 도중에 정지함이 없이 연속해서 박아야 한다. 다만, 장비의 고장, 작업시간의 제한, 기타 원인에 의해 연속타입이 어려울 경우에는 정지 후 재 타입을 수행하도록 한다. 재 타입 시 추가관입이 불가능하게 되는 경우 인접말뚝의 관입깊이, 해머용량 등을 고려하여 추가 말뚝박기 등의 후속조치를 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 항타 시 동재하시험과 인접한 말뚝을 시공하여 솟아오름이 발생한 후의 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 설계도서에 나타난 목표 높이에 미달되는 말뚝이 발생한 경우에는 말뚝을 교체 또는 추가 말뚝박기 등, 현장조건에 맞는 방법을 검토한 후 교정하여야 한다.
- (12) 말뚝박기로 인해 지반이 솟아올랐거나 침하된 지반면은 기초 콘크리트 타설 전에 계획고에 맞추어 정리하여야 한다.
- (13) 강관말뚝 또는 콘크리트말뚝을 소요깊이까지 박은 후 말뚝 중공부를 비출 수 있는 적절한 조명장치로 내부검사를 하여야 한다. 이 때 말뚝 중공부에 지하수가 차오르는 경우에는 지하수를 양수한 후 검사를 실시하여야 한다. 강관말뚝 또는 말뚝관입 깊이에 따라 또는 강관말뚝의 경우 조명장치만으로 내부 검사 실시가 곤란할 경우에는 폐쇄회로 TV 카메라 등 정밀조사 장비를 사용하도록 한다. 검사결과, 강도를 저하시킬만한 손상이 발견되면 수급인의 부담으로 이를 보완하거나 교체하여야 한다.
- (14) 손상된 강관 말뚝 및 콘크리트 말뚝은 제거하고 새로운 것으로 재시공하여야 한다. 손상된 말뚝을 제거할 수 없는 경우에는 대체품을 공급하여 설치해야 하며, 이때 손상된 강관말뚝 및 콘크리트 말뚝은 구조물 아래로 1.0 m 까지 절단하고, 강관 내에는 승인된 재료로 채우고, 주변구멍은 되메우기를 하여 잘 다져야 한다.
- (15) 철근 콘크리트(RC) 및 PC, PHC
 - ① 말뚝머리는 해머의 직접타격으로 균열, 부스러짐 또는 파열 등이 일어나지 않도록 머리 보강재로 보호하여야 한다.
 - ② 콘크리트 보호층을 둔 경우(RC)에는 박기가 완료된 후에 보호층을 제거하고 철근을 노출시켜야 한다.

3.9.4 말뚝 절단

- (1) 말뚝은 설계도서에 표시된 높이에서 축방향과 직각으로 절단하여야 하며 절단 시 손상된 부분은 깨끗이 정리하여야 한다.
- (2) 말뚝머리는 설계도서에서 지시한 깊이까지 기초 콘크리트 속에 매입하도록 하여야 한다.

3.9.5 말뚝 이음

- (1) 말뚝박기는 가능한 긴 말뚝을 사용하여 한꺼번에 소요깊이까지 박아야 하며, 부득이 한 경우에는 설계도서 및 다음 사항을 준수하여 말뚝이음을 하여야 한다.
 - ① 강관 말뚝의 현장이음은 용접한 부위가 1.5 mm 이상 불룩한 곳은 갈아내어야 한다.
 - ② 강관 말뚝은 하부말뚝의 두부손상이 없는 상태에서 이음을 해야 한다.
 - ③ PC, PHC 말뚝의 현장이음은 이음철구를 이용한 전둘레, 전두께 아크용접 이음으로 하여야 한다.
 - ④ 강관말뚝 이음부의 허용오차는 KS F 4602에 따른다.
 - ⑤ 이음은 반자동 용접이상의 방법으로 하고, 용접이 완료된 후 공사감독자가 임의로 지정한 이음부에 대해 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험을 실시하여 품질시험 성과표를

공사감독자에게 제출하여야 한다.

3.9.6 말뚝박기 종료

- (1) 말뚝의 근입깊이는 설계도서에서 명기된 값을 참고하되 이 기준의 3.5.4의 규정을 토대로 하여 시행한다.
- (2) 타격횟수 및 타입종료 관입량
 - ① 1개의 말뚝함에 필요한 타격횟수는 표3.9-1을 기준으로 한다.
 - ② 타입종료 시의 1회 타격당의 관입량은 항타해석과 시간경과 효과까지 감안하여 판단된 결과에 따라야 한다.
 - ③ 지지력이 충분하다고 판단할 경우나 마찰말뚝인 경우에도 관입량은 항타해석과 시간경과 효과까지 감안하여 판단된 결과에 따라야 한다.
- (3) 항타공식에 의한 동적 지지력의 계산
 - ① 지반조건, 항타장비, 기타 가정 조건에 적합한 다음과 같은 항타공식을 이용하여 시험시공 시 시행한 동재하 시험결과와 시간경과 효과를 감안하여 적절하게 수정하여 동적지지력을 계산하여야 한다.
 - ② 동적지지력(공식)은 정재하시험에 의한 정적지지력과는 기본적으로 다르므로 시공관리 목적으로만 사용하여야 한다.

가. Hiley 공식 : 모든해머에 적용가능하며 타입말뚝의 허용지지력은 다음과 같다.

$$R_a = \left(\frac{e \cdot W_h \cdot H}{S + \frac{c}{2}} - \frac{W_h + n^2 W_p}{W_h + W_p} \right) / FS$$

여기서, R_a : 동적허용지지력(tonf)

W_h : 해머중량(tonf)

W_p : 말뚝중량(tonf)

S : 최종관입량(cm)

c : $c_1 + c_2 + c_3$

c_1 : 말뚝의 탄성침하량(cm)

c_2 : 말뚝머리 부착물의 탄성변형량(cm)

c_3 : 지반의 탄성변형량(cm)

n : 반발계수(표 3.9-1)

H : 해머낙하고(cm)

e : 해머효율

단, S 와 c 는 말뚝박기 종료의 최종 10회 평균치를 적용한다.

표 3.9-1 말뚝머리 반발계수(n)

말뚝 종류	말뚝타격 조건	단동식, 낙하식 디젤해머, 유압해머	복동식 해머
콘크리트 말뚝	합성수지나 경목돌리 + 헬멧 + 패킹	0.4	0.5
	보통 나무 돌리 + 헬멧 + 패킹	0.25	0.4
	패드만 사용	-	0.5
강말뚝	합성수지 또는 경목돌리	0.5	0.5
	보통 나무 돌리 + 캡	0.3	0.3
	장치물 없음	-	0.5
나무말뚝	장치물 없음	0.25	0.4

(가) Hiley 공식에 의한 동적허용지지력의 안전율은 3~4를 일반적으로 적용한다.

(나) 정재하 시험을 통하여 결정된 안전율을 적용하여야 한다.

나. 일본 건설성 고시(약칭 : 5S 식) : 유압해머를 사용한 타입말뚝의 동적 허용지지력은 다음과 같다.

$$R_a = \frac{2W_h \cdot H}{5S + 0.1}$$

여기서, R_a : 동적 허용지지력(tonf)

W_h : 해머의 무게(tonf)

H : 해머의 낙하고(m)

S : 최종관입량(m)

다. 파동이론을 이용한 동적공식 : 램에 의한 타격력을 말뚝의 탄성변형량에 의하여 역으로 환산한다.

$$R_a = \frac{1}{3} \left(\frac{A_p \cdot E \cdot K}{E_0 \cdot L_1} + \frac{N \cdot U \cdot L_2}{E_f} \right)$$

여기서, R_a : 동적 허용지지력(tonf)

A_p : 말뚝의 순단면적(m²)

E : 말뚝중량(tonf)

K : 리바운드량(m)

U : 말뚝의 주변장(m)

L_1 : 말뚝의 길이(m)

L_2 : 말뚝의 관입길이(m)

W : 램중량(tonf)

P : 말뚝중량(tonf)

N : 말뚝주변의 평균 N치

E_0, E_f : 보정계수(표 3.9-2)

N : 선단부 4D(파일 지름)를 제외한 부분의 각 층별 길이에 따른 가중 평균값(단, 실트와 점토로만 이루어진 층의 N치는 제외, 원지반에 쌓기 후 향타시 쌓기층의 N치는 제외)

표 3.9-2 보정 계수

파 일 종 류		E_0	E_f
강 관 파 일		$(1.5 \cdot \frac{W}{P})^{1/3}$	2.5
PC 파일	직 타	$(2.0 \cdot \frac{W}{P})^{1/3}$	2.5
	프리보링 후 최종타격 마감	$(2.0 \cdot \frac{W}{P})^{1/3}$	10.0

- (4) 목표 깊이까지 도달해도 지지층에 기록이 있어 설계지지력이 얻어지지 않거나, 목표 깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우에는 설계조건 및 시공조건을 검토하여 필요한 대책을 강구하여야 한다.
- (5) 시험말뚝박기에 사용된 장비 이외의 장비가 사용될 때는 해당 장비에 대하여 시험말뚝박기에 준하는 내용으로 시험을 수행하여 장비의 적합성을 확인하여야 하며 그 결과를 토대로 하여 말뚝박기 종료기준을 정하여야 한다.
- (6) 동일한 말뚝박기용 장비에서도 장비를 계속 사용하면 해머효율이 변화한다. 따라서 말뚝박기용 장비를 100시간 가동한 후에는 동재하시험을 실시하여 해머효율을 재확인하여야 한다.

3.10 매입말뚝시공

3.10.1 사전천공

- (1) 선굴착 장비는 굴착공이 소정의 위치에 정확하게 시공될 수 있도록 정확한 위치와 견고한 지반위에 설치하여야 한다.
- (2) 선굴착 장비의 직경은 설계내용에 따르며 말뚝직경보다 50 ~ 100 mm 큰 것을 사용한다.
- (3) 선굴착 장비의 축방향은 설계에 규정된 각도로 세우고, 공사감독자로부터 말뚝축에 직각방향으로 양방향 검측을 받아야 한다.
- (4) 선굴착 깊이는 설계내용에 따르며 소정의 지지력을 확보할 수 있는 깊이까지 실시하여야 한다.
- (5) 지반조건 특성상 선굴착 공벽이 붕괴되어 말뚝삽입이 곤란하며, 소정의 지지력을 확보할 수 없는 경우에는 강관케이싱을 사용하여야 한다.
- (6) 강관케이싱을 사용하여 선굴착을 시행할 때의 시공 세부사항은 수급인이 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시행하여야 한다.
- (7) 선굴착 시행 장비에는 자동기록용 전류계를 부착하여 굴착 진행 중의 전류변화를 기록한다.

3.10.2 시멘트풀 주입

- (1) 지반조건상 최종 항타만으로 설계하중 조건을 만족시키지 못할 경우에는 선굴착 공 내에 시멘트풀을 주입한다.

- (2) 주입되는 시멘트풀의 시멘트 함량과 주입량은 매입말뚝 시험시공 결과로부터 결정된 내용을 준수하여야 한다.

3.10.3 말뚝 세우기

- (1) 이 기준의 3.9.2의 규정에 준한다.

3.10.4 시공일반

- (1) 말뚝머리는 공사감독자의 확인을 받은 말뚝쿠션재를 써서 최종 향타 시 해머에 의해 손상되지 않도록 보호하여야 한다.
- (2) 말뚝시공 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법과 시공 장비, 주변사항 등을 종합적으로 고려하여 정하여야 한다.
- (3) 말뚝은 설계도서에 표시된 대로 정확한 간격과 위치가 유지되도록 시공하여야 한다.
- (4) 말뚝시공으로 인하여 기 시공 된 말뚝들에 과대한 휨응력이나 허용오차를 벗어난 말뚝머리 이동이 발생하지 않아야 한다.
- (5) 최종 향타 시 해머와 말뚝은 동심축을 유지하도록 하여야 한다.
- (6) 최종 향타 시 저항력이 급격히 감소할 경우에는 말뚝이 파손되었는지 아니면, 지반상태에 의한 것인지 조사하여야 한다.
- (7) 인접한 말뚝을 최종 향타하는 동안 또는 기타 이유로 5 mm 이상 솟아오른 말뚝이 발생하면 솟아오름의 원인을 정밀 조사하여 대책을 강구하여야 한다. 말뚝 솟아오름이 발생하면 향타 시 동재하시험과 인접한 말뚝을 시공하여 솟아오름이 발생한 후의 재향타 동재하시험을 실시하여 지지력 변화 및 말뚝재료 손상여부를 확인하여야 한다.
- (8) 말뚝은 설계도서에 명시된 높이에서 절단하여야 하며, 절단할 때 손상을 입은 말뚝은 대체하거나 보수하여야 한다.
- (9) 내부결함, 정위치에서 벗어난 말뚝 및 설계도서에 나타난 목표 높이에 미달되는 말뚝이 발생한 경우에는 말뚝을 교체 또는 추가 말뚝시공 등, 현장조건에 맞는 방법을 검토한 후 교정하여야 한다.
- (10) 말뚝시공으로 인해 지반이 솟아올랐거나 침하된 지반면은 기초 콘크리트 타설 전에 계획고에 맞추어 정리하여야 한다.
- (11) 강관말뚝 또는 콘크리트말뚝을 소요깊이까지 시공한 후 말뚝 중공부를 비출 수 있는 적절한 조명장치로 내부검사를 하여야 한다. 이 때 말뚝 중공부에 지하수가 차오르는 경우에는 지하수를 양수한 후 검사를 실시하여야 한다. 말뚝관입 깊이에 따라 또는 강관말뚝의 경우 조명장치만으로 내부 검사 실시가 곤란할 경우에는 폐쇄회로 TV 카메라 등 정밀조사 장비를 사용하도록 한다. 검사결과, 강도를 저하시킬만한 손상이 발견되면 수급인의 부담으로 이를 보완하여야 한다.
- (12) 손상된 강관말뚝은 제거하고 새로운 것으로 재시공하여야 한다. 손상된 말뚝을 제거할 수 없는

경우에는 대체품을 공급하여 설치해야 하며, 이때 손상된 강관말뚝은 구조물 아래로 1.0 m 까지 절단한 후, 강관내부를 승인된 재료로 채우고, 주변구멍은 되메우기를 하여 잘 다져야 한다.

(13) 철근 콘크리트(RC) 및 PC.PHC 말뚝

- ① 말뚝머리는 최종 향타 시 해머의 직접타격으로 균열, 박리 또는 파열 등이 일어나지 않도록 머리 보강재로 보호하여야 한다.
- ② 콘크리트 보호층을 둔 경우(RC말뚝)에는 박기가 완료된 후에 보호층을 제거하고 철근을 노출시켜야 한다.

3.10.5 말뚝 절단

- (1) 말뚝 절단은 이 기준의 3.9.4에 준한다.

3.10.6 말뚝 이음

- (1) 말뚝 이음은 이 기준의 3.9.5에 준한다.

3.10.7 최종 향타종료

- (1) 최종 향타종료는 이 기준의 3.5의 종료기준을 토대로 하여 시행한다.
- (2) 시험말뚝시공에 사용된 장비 이외의 장비가 사용될 때는 해당 장비에 대하여 시험말뚝시공에 준하는 내용으로 시험을 수행하여 장비의 적합성을 확인하여야 하며, 그 결과를 토대로 하여 최종 향타종료 기준을 정하여야 한다.
- (3) 동일한 최종 향타용 장비에서도 장비를 계속 사용하면 해머효율이 변화한다. 따라서 최종 향타용 장비를 100시간 가동한 후에는 동재하시험을 실시하여 해머효율을 재확인하여야 한다.
- (4) 목표 깊이까지 도달해도 지지층에 기복이 있어 설계지지력이 얻어지지 않거나, 목표 깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우에는 설계조건 및 시공조건을 검토하여 필요한 대책을 강구하여야 한다.

3.11 말뚝 머리 마감

- (1) 콘크리트 말뚝의 말뚝머리를 소정의 높이로 끊어서 가지런하게 할 경우에는 말뚝본체에 균열이 생기게 하거나 프리스트레스를 감소시키지 않도록 시공하여야 한다.
- (2) 강관말뚝을 끊어서 가지런하게 할 때는 될 수 있는 대로 평활하게 절단하고, 철근이나 강관을 부착할 때에는 확실하게 시공하여야 한다.
- (3) 시공기록
 - ① 시공기록은 말뚝박기 장비의 종류와 등급, 전 길이에 대하여 500 mm당 타격횟수 및 최종 500 mm에 대하여 100 mm 당 타격횟수 그리고 말뚝박기 중에 나타난 이상조건 등을 제출하여야 한다.

② 매입말뚝 시공기록은 말뚝시공 장비의 종류와 등급, 전길이에 대하여 선굴착시 전류 측정값, 시멘트풀의 시멘트 함량 및 주입량, 최종항타 시 최종 100 mm 당 타격횟수 그리고 기타 시공 중 나타난 이상조건 등을 제출하여야 한다.

③ 시공기록은 작업일 마다의 기록 외에 개개의 말뚝박기 시공전체 상황이 전체가 쉽게 이해할 수 있도록 작성하여 제출하여야 한다.

(4) 말뚝의 시공기록은 SMCS 10 10 00의 서식에 따라 작성하여야 한다.

3.12 현장품질관리

(1) 기성말뚝의 현장품질관리는 KCS 11 50 15 (3.7)에 따른다.

3.13 손상된 말뚝

(1) 기성말뚝의 손상된 말뚝은 KCS 11 50 15 (3.8)에 따른다.

3.14 도장

(1) 기성말뚝의 도장은 KCS 11 50 15 (3.9)에 따른다.

3.15 제트공법

(1) 민원 발생 우려가 있는 곳 또는 말뚝박기를 쉽게 하기 위하여 제트공법을 사용할 수 있다. 이때 분사구의 수와 압력은 말뚝주변의 물질을 자유롭게 침식할 수 있어야 한다.

(2) 제트공법은 별도의 지시가 없는 한, 소요 지지층에 도달하기 전에 분사를 중단하여야 하며, 최종 지지층의 깊이까지는 해머를 사용하여 말뚝박기를 완료하여야 한다.

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

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

건설기준위원회	분야	성명	소속
	공통	강철규	경기대학교
	공통	김태진	(주)창민우구조건설탄트
	공통	박이근	(주)지오알앤디
	공통	박일철	(주)성한기술단
	공통	백인열	가천대학교
	공통	이규환	건양대학교
	공통	이은택	중앙대학교
	공통	이재훈	영남대학교
	공통	임대성	삼보 ENG
	공통	최명기	한국가설협회
	공통	최상철	(주)한국건설관리공사
	공통	최용규	경성대학교
	공통	황의승	경희대학교

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

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

서울특별시 전문시방서
SMCS 11 50 15 : 2018

기성말뚝

2018년 05월 03일 발행

소관부서 서울특별시 기술심사담당관

관련단체 서울특별시

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

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

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