

KRCCS 67 56 15 : 2018

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

2018년 04월 24일 제정

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

건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제·개정 연혁

- 이 시방서는 KRCCS 67 56 15 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 시방서는 건설기준 코드체계 전환에 따라 현행 농어촌정비공사 전문시방서의 내용을 그대로 유지하고, 1:1 개편을 통하여 한국농어촌공사 전문시방서 코드로 통합 정비하였다.
- 현행 농어촌정비공사 전문시방서는 총 16장으로 구성되었으나, 기계 및 전기 전문시방서를 추가하였다.
- 이 시방서의 제·개정 주요사항은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제·개정 (년.월)
농어촌정비공사 전문시방서	<ul style="list-style-type: none">• 2000년 농어촌정비공사 전문시방서 제정	제정 (2000. 12)
KRCCS 67 56 15 : 2018	<ul style="list-style-type: none">• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비• 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의. 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 관련 시방절	1
1.5 참조규격	1
1.6 제출물	2
1.7 품질보증	3
1.8 운반, 보관, 취급	3
1.9 안전관리	4
1.10 환경요구사항	4
2. 자재	4
2.1 말뚝	4
2.2 장비	5
2.3 부속재료	7
2.4 품질관리	7
3. 시공	7
3.1 시공조건의 확인	7
3.2 시공기준	7
3.3 말뚝의 종류와 길이	8
3.4 박기말뚝	8
3.5 내부굴착말뚝	11
3.6 말뚝머리 마감	13
3.7 현장이음	13
3.8 시공허용오차	13
3.9 현장품질관리	13

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

1. 일반사항

1.1 적용 범위

이 기준은 농업생산기반시설의 기초에 사용되는 타입식 말뚝기초 공사에 관한 일반적인 요건을 제시한다.

1.2 참고 기준

·내용 없음

1.3 용어의 정의

·내용 없음

1.4 관련 시방절

- KRCCS 67 10 10 관리 및 행정
- KRCCS 67 10 20 품질관리
- KRCCS 67 10 25건설안전.보건관리
- KRCCS 67 15 05 측량
- KRCCS 67 20 05 준비공
- KRCCS 67 25 20시험말뚝박기 및 말뚝채하시험
- KRCCS 67 35 00 콘크리트 공사

1.5 참조규격

1.5.1 한국산업규격

- KS B 0885 수동용접 기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
- KS C 3321 용접용 케이블
- KS C 9602 교류 아크 용접기
- KS C 9607 용접봉 홀더
- KS D 0272 용접부의 방사선 투과시험을 위한 시험 방법 및 판정 기준
- KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
- KS D 3508 피복 아크 용접 심선재
- KS D 7004 연장용 피복 아크 용접봉
- KS F 4301 원심력 철근콘크리트 말뚝(RC 말뚝)

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

- KS F 4303 프리텐션방식 원심력 PC 말뚝(PC 말뚝)
- KS F 4306 프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝(PHC 말뚝)
- KS F 4602 기초용 강관 말뚝
- KS F 4603 H형강 말뚝
- KS F 7001 원심력 콘크리트 말뚝의 시공표준

1.6 제출물

1.6.1 시공상세도면

- (1) 수급자는 “KRCCS 67 10 10 관리 및 행정”에 따라 다음 사항을 추가하여 시공 상세도면을 작성 제출하여야 한다.
 - ① 말뚝 위치도 및 표준도
 - ② 말뚝의 종류별로 다음 사항을 나타내어야 한다.
 - 가. 콘크리트말뚝: 치수, 형태, 콘크리트의 종류, 양생장치, 양생방법, PC강선의 배치, 긴장 방법, 접합부의 상세, 작용응력계산서 등
 - 나. 강관말뚝: 치수, 형태, 질량, 선단가공 및 접합부의 용접, 채움 콘크리트의 종류 및 상세
 - 다. H형강 말뚝: 치수, 질량, 접합, 선단가공 및 접합부의 용접 등 상세
 - ③ 시공순서도
 - 가. 예정된 말뚝박기 순서를 나타낸 배치순서도
 - 나. 배치순서에 따른 각 말뚝의 식별, 박기순서, 종류, 치수, 하중지지력 및 예정선단표고

1.6.2 시공기록

- (1) 말뚝박기 중에는 말뚝시공 기록을 하고 말뚝박기가 완료되면 즉시 공사감독자에게 그 결과를 제출하여야 한다.
- (2) 기록은 박은 말뚝에 대하여 KRCCS 67 25 00 기초공에 명시된 사항과 함께 말뚝박기 장비의 종류와 등급, 총 길이에 대하여 500mm당 타격횟수 및 최종 500mm에 대하여 100mm당 타격 횟수 최종 관입량 기록치 및 말뚝박기 중에 나타난 이상 현상 등을 기록하여야 한다.
- (3) 기록은 작업일마다의 기록과 개개의 말뚝박기 시공 상황을 전체가 이해되기 쉽게 작성하여야 한다.

1.6.3 환경보호대책

하부구조를 시공할 때는 시공지점의 모든 조건을 충분히 고려하여 주변 환경의 변화에 관하여 검토하고 그 대책을 세워야 한다.

1.6.4 장비자료 및 도면

- (1) 말뚝박기에 사용할 장비의 특성을 기재한 장비목록을 공사감독자에게 제출하고 승인을 받아야 하며, 장비와 부대품의 적합성은 수급자의 책임이다.

- (2) 사용할 장비가 명시된 위치에 설계된 말뚝을 박는데 부적합하거나 말뚝에 손상이 나타나거나 작업진도가 유지되지 못하면 장비를 대체하는 등 적합한 종류의 장비를 사용하여야 한다.
- (3) 면에 명시된 각 말뚝의 치수, 형상, 조작 및 박기 요건 등에 적합한 부대품에 대한 시공도면을 작성하여야 한다.
- (4) 말뚝재하시험 방법과 장비를 나타내는 시공도면을 작성하여야 한다.
- (5) 사출수가 허용되는 경우 매설된 사출관의 상세도를 작성하여야 한다.

1.6.5 시험말뚝 또는 재하시험보고서

시험말뚝의 종류와 위치, 재하장치, 재하방법, 구조물의 원지반선, 계획고와의 관계, 하중-변위의 관계, 허용하중 및 그밖에 필요한 사항을 명기하여야 한다.

1.7 품질보증

1.7.1 용접사

- (1) 용접사는 KS B 0885에 의한 시험에 합격한 용접기능사 자격증 소지자이어야 한다.
- (2) 수급자가 용접기능사 자격증이 없는 자를 선정하는 경우, 현장에서 KS B 0885에 의한 시험을 실시하여 적정하다고 판정된 기능사로서 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (3) 작업을 착수하기 전 용접기술자의 경력서, 사진 및 자격증사본 등을 제출하여야 하며, 수급자는 준공시까지 관리하여야 한다.

1.7.2 관리기술자

- (1) 말뚝시공시에 관리기술자는 토목시공관리기사 또는 이와 동등 이상의 말뚝시공을 전문으로 한 지식과 경험이 풍부한 자로서 공사감독자가 승인한 자이어야 한다.
- (2) 관리기술자의 업무는 시공계획서 작성과 수정보완, 시공감독과 지도, 시공기록 작성, 지반조사, 품질시험 실시 등이다.

1.7.3 말뚝제조업자의 자격

KS 표시 공장으로서 재료시험기사 자격을 가진 기술자 또는 이와 동등 이상의 지식과 경험이 있는 기술자가 상주하고 말뚝을 제조하며, 공사감독자가 승인하는 자이어야 한다.

1.8 운반, 보관, 취급

1.8.1 말뚝 임시쌓기

현장에 말뚝을 임시로 쌓아 둘 경우는 적당한 간격으로 베개 통나무를 배치하여 말뚝에 해로운 변형을 주지 않도록 하고 또한 원지반의 지지력이나 주변의 상황을 고려하여 말뚝 쌓는 높이를 결정하여야 한다.

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

1.8.2 운반, 쌓기, 저장

- (1) 말뚝의 운반, 쌓기, 저장 등은 KS F 7001에 따라야 한다.
- (2) 강말뚝의 운반, 쌓기, 저장 등 취급시는 손상방지에 유의하여야 한다.
- (3) 말뚝은 시험말뚝의 재하시험 결과에 따라 말뚝의 종류, 지름, 길이, 수량 및 말뚝의 배치가 결정된 후 현장에 반입을 하여야 한다.
- (4) 말뚝의 현장반입 시는 규격별로 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

1.9 안전관리

- (1) 말뚝시공 시 안전관리는 “KRCCS 67 10 25 건설안전.보건관리”의 해당 요건에 따라야 한다.
- (2) 관련 법규를 준수하여 안전시공에 노력하며, 시공법을 충분히 이해하여 안전을 확보하여야 한다.

1.10 환경요구사항

- (1) 말뚝시공 착수전에 인근 건물 상태를 조사하고 균열 등의 문제점이 발견되면 관계인의 입회 하에 사진촬영을 해두어야 한다.
- (2) 인근의 재산이나 다른 공사에 영향을 주지 않고 말뚝시공을 할 수 있도록 사전에 주변 환경에 대한 충분한 조사를 하여야 한다.

2. 자재

2.1 말뚝

2.1.1 원심력철근콘크리트말뚝(RC 말뚝)

RC 말뚝은 KS F 4301의 해당 요건에 합치하거나 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.2 원심력 PC 말뚝(PC 말뚝)

PC 말뚝은 KS F 4303의 해당 요건에 합치하거나 이와 동등 이상의 제품이어야 한다

2.1.3 원심력 고강도 콘크리트 말뚝(PHC 말뚝)

PHC 말뚝은 KS F 4306의 해당 요건에 합치하거나 이와 동등 이상의 제품이어야 한다

2.1.4 강관말뚝

- (1) 강관말뚝은 KS F 4602의 해당 요건에 합치하거나 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (2) 철근은 KS 3504의 해당 요건에 합치하고 명시된 등급과 치수를 가져야 한다.

2.1.5 H형강말뚝

H형강말뚝은 KS F 4603의 해당 요건에 합치하거나 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.2 장비

2.2.1 말뚝박기기계

- (1) 말뚝박기기계는 말뚝에 손상을 주어서는 안 되며, 작업전 공사감독자의 승인을 받은 후 사용 하여야 한다.
- (2) 육상작업의 경우는 크롤러 3점지지식 타워 또는 크롤러 현수식 타워, 수상작업의 경우는 육상 작업기계의 주행이 가능한 잔교를 설치하거나 크레인을 사용한다.

2.2.2 해머

- (1) 해머는 디젤해머를 사용하며, 작업조건에 따라 공사감독자의 승인을 받아 다른 해머로 변경 할 수 있다. 소음 등 환경에 민감한 현장에서는 유압식 해머도 사용할 수 있다.
- (2) 개단(단동)디젤해머는 말뚝타입 작업동안 시공관계자가 해머 작동거리를 조절할 수 있는 장 치가 있는 것이어야 한다.
- (3) 폐단(복동)디젤해머에는 측정치를 쉽게 읽을 수 있도록 지표면 가까이 반발챔버 압력계가 있 어야 한다.
- (4) 반발챔버 압력과 가해진 해머에너지 상관도표는 공급자가 제공하여야 한다.

2.2.3 해머쿠션

- (1) 중력해머를 제외한 모든 타격말뚝 타입장치에는 해머나 말뚝의 손상방지 및 균일한 타입을 위하여 적당한 두께의 해머쿠션재료를 장착하여야 한다.
- (2) 해머쿠션은 박는 동안 균일한 성능을 유지할 수 있는 내구성을 가진 재료로 제작된 것이어야 한다.
- (3) 타격용 판은 쿠션재료의 균일한 압축을 위하여 해머쿠션 위에 올려놓아야 한다.
- (4) 해머쿠션은 말뚝타입이 시작될 때와 말뚝타입 후 매 100시간마다 점검하여야 하고 해머쿠션 이 본래 두께의 25% 이상 감소될 때마다 교체하여야 한다.

2.2.4 말뚝드라이브 헤드

- (1) 타격해머로 박는 말뚝에는 말뚝머리에 해머의 타격력을 골고루 분포시키기 위해서 적절한 드 라이브 헤드를 설치하여야 한다.
- (2) 드라이브 헤드는 해머, 말뚝과 함께 축으로 정렬되어야 하며, 드라이브 헤드는 리드로 인도되 어 흔들림이 없어야 한다.
- (3) 드라이브 헤드는 해머와 말뚝이 축정렬을 유지하면서 비틀림 힘의 전달을 막을 수 있도록 말 뚝머리 주위를 적당한 방법으로 설치하여야 한다.
- (4) 강말뚝은 말뚝머리를 직각으로 절단하여야 하며, 말뚝길이 방향 축을 해머축과 일직선으로

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

유지할 수 있도록 드라이브 헤드를 준비하여야 한다.

- (5) 기성 콘크리트말뚝의 말뚝머리는 드라이브 헤드로부터의 편심타격방지를 위하여 편편하고 말뚝길이 방향 축에 직각이 되어야 한다.

2.2.5 말뚝쿠션

- (1) 말뚝쿠션의 합판 두께는 100mm 이상이어야 하며, 타입하는 동안 쿠션이 본래 두께의 25% 이상 압축되거나 타기 시작하면 새로운 쿠션으로 교체하여야 한다.
- (2) 말뚝쿠션 치수는 해머타격을 말뚝단면에 골고루 분포시킬 수 있는 충분한 크기이어야 한다.

2.2.6 리드

- (1) 리드는 말뚝타입 작업을 하는 동안 해머를 적절한 위치로 유도할 수 있는 것이어야 하며, 해머와 말뚝의 축 정렬을 유지하면서 해머가 자유롭게 움직일 수 있도록 제작되어야 한다.
- (2) 리드의 길이는 종동(從動)장치를 사용하지 않도록 충분히 길어야 하며, 경사말뚝을 타입할 때도 말뚝과 해머의 축정렬을 유지할 수 있어야 한다.

2.2.7 스파이럴 오거와 그 구동장치

- (1) 스파이럴 오거 구동장치는 스파이럴 오거를 회전시켜 지반을 굴착할 수 있는 동력장치로서 말뚝박기 리드에 장착되어있어야 한다.
- (2) 구동장치는 모터와 감속기로 구성되며, 여기에 스윙벨(swivel)장치가 부착되어 있어야 한다. 오거모터는 30 ~ 60kW의 출력을 가진 것으로서 말뚝지름, 시공깊이, 시공지반에 대응하여 충분한 굴착능력이 있는 구동장치를 선정하여야 한다.
- (3) 말뚝 중공부에 삽입되는 스파이럴 오거는 강성이 크고 지름은 말뚝 안지름보다 30 ~ 60mm 정도 작아야 하며, 선굴착에 사용되는 스파이럴 오거의 지름은 설치할 말뚝 선단면적의 90% 이하 면적에 해당하는 지름이어야 한다.

2.2.8 가이음말뚝

- (1) 가이음말뚝은 말뚝머리부분을 지중 또는 수중까지 박거나 침설할 수 있어야 하며, 캡과 말뚝 사이에 삽입하여 말뚝머리를 소요의 깊이까지 박고 또는 침설한다.
- (2) 가이음말뚝은 길이가 너무 길면 편심타격이 생기기 쉬우므로 4 ~ 5m 정도의 길이로 하여야 하며, 시공능률, 정밀도를 높이기 위하여 말뚝과 동일한 재료, 동일한 단면으로 하여야 한다.
- (3) 타격력에 충분한 내력을 가지며, 동시에 타격력이 균등하게 말뚝머리에 전달될 수 있는 구조이어야 한다.
- (4) 타입시 가이음말뚝과 말뚝의 축을 일치시켜 횡방향진동이나 편심타격에 의해 말뚝머리가 손상되지 않아야 하며, 타격시 말뚝내부에 토사나 물이 상승하거나 내압이 높아질 우려가 있는 경우는 가이음말뚝의 끝이 열린 것으로 하여 토사나 물의 구속으로부터 해방시켜야 한다.

2.3 부속재료

- (1) 피복 아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복 아크 용접봉은 KS D 7004의 해당 요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (2) 용접용 케이블은 KS C 3321, 교류 아크 용접기는 KS C 9602, 용접봉 홀더는 KS C 9607에 합치하여야 한다.

2.4 품질관리

2.4.1 시험

- (1) PC 말뚝, PHC 말뚝 및 강관말뚝의 시험은 “KRCCS 67 10 20 품질관리”에 따른다.
- (2) RC 말뚝에 대한 시험은 KS F 4301에 따라 실시하여야 하며, 시험빈도는 PC 말뚝에 준한다.
- (3) H형강말뚝에 대한 시험은 KS F 4603에 따라 실시하여야 하며, 시험빈도는 강관말뚝에 준한다.
- (4) 용접재료는 KS D 3508에 따라 시험을 실시하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건의 확인

- (1) 공사를 시작하기 전에 수급자는 기준들이 “KRCCS 67 15 05 측량”에 따라 명시된 것과 같이 정확하고 견고하게 설치되었는지 확인하여야 한다.
- (2) 말뚝공사 시행 전에 “KRCCS 67 25 20 시험말뚝박기 및 말뚝재하시험”의 결과를 확인하여야 하며, 시험이 완료되지 않으면 공사를 시행할 수 없다.

3.2 시공기준

- (1) 기초터파기는 “KRCCS 67 20 10 흙깎기”, 다짐은 “KRCCS 67 20 15 흙쌓기“, 되메우기는 “KRCCS 67 20 15 흙쌓기“의 해당 요건에 따른다.
- (2) 콘크리트 타설은 “KRCCS 67 35 00 콘크리트 공사”의 해당 요건에 따른다.
- (3) 흙막이 공사 완료 후 지하구조물 본체 공사 중에 빈번히 발생하는 지하구조물의 떠오름 현상에 대하여 항상 관심을 가지고 가시설 주위에 완벽한 배수시설을 하여 지표수가 흙막이 공사장 안으로 유입되지 않도록 충분한 대책을 세워야 한다.
- (4) 흙막이 공사 주변의 건물에 피해가 예상되면 주변 건물의 기초와 건물 하부의 지질을 조사하여 안전여부를 검토하고, 흙막이 공사로 인한 지반의 이완 및 지하수위의 저하로 지반침하가 우려되면 그라우팅 공법 등 적절한 공법으로 건물의 균열이나 침하가 일어나지 않도록 보장 조치를 취하여야 한다.
- (5) 설계시 주변 현황을 충분히 반영하였어도 굴착시기가 늦어져 굴착작업시 주변 여건이 변경된 경우는 이를 충분히 반영, 재설계를 하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 굴착작업을 하여야 한다.

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

다(굴착설계도서 납품일에서 6개월 이상 경과시 반드시 주변상황을 재검토).

- (6) 흠막이 가시설로 인한 주변의 피해는 대소를 막론하고 수급자가 피해자와 충분히 협의하여 피해 보상 및 복구를 하여야 한다. 또한 수급자는 주변상황을 흠막이 공사 착수 전 상태로 복구하여야 한다.
- (7) 시공안전대책을 수립하여 안전에 최선을 다하여야 하며, 필요한 장소에 안전표지판을 설치하고 교통정리원을 주재시켜야 한다.
- (8) 인근 주민에게 본 공사내용을 주지시키고 협조를 얻은 후에 착공을 하여야 한다.
- (9) 기타 설계도서에 명시되지 않은 경비한 모든 사항은 공사감독자의 지시에 따라야 한다.
- (10) 현장 지반요건이 풍화암 이상의 견고한 암층일 경우나 주위의 인접건물에 피해를 줄 우려가 있을 경우는 직접 강말뚝박기는 피하여야 한다.

3.3 말뚝의 종류와 길이

- (1) 명시된 도면에 따라 말뚝을 반입하고 요구되는 지지력이 얻어질 때까지 말뚝을 박아야 한다.
- (2) 말뚝의 길이는 설계도서에 명시된 지지력을 얻고 도면에 명시된 바와 같이 확대기초에 묻히는데 충분하여야 한다.

3.4 박기말뚝

3.4.1 일반사항

- (1) 말뚝은 지정된 형식으로서 다음 사항을 만족하여야 한다.
 - ① 공사감독자가 결정한 소요의 지지력과 관입길이를 얻기까지 박아야 한다.
 - ② 도면에 명시된 위치까지 말뚝캡 또는 구조물 확대기초 속으로 연장되어야 한다.
 - ③ 공사감독자가 승인한 경우가 아니면 사출수를 사용해서는 안 된다.

3.4.2 사전 천공 구멍

- (1) 사전에 천공을 하고 말뚝을 박을 경우는 천공지름을 사용할 말뚝선단면적의 90%보다 작은 면적에 해당하는 지름으로 하여야 한다.
- (2) 흠쌓기한 지반은 흠쌓기 한 층을 관통하여 원지반에 이르러 소요지지력이 얻어지는 심도까지 박아야 한다.

3.4.3 말뚝 세우기

- (1) 향타기는 보조크레인 등의 부속기계와 함께 말뚝을 소요 위치에 설치할 수 있는 견고한 지반 위에 정확히 설치하여야 한다.
- (2) 말뚝 인입시의 리드와 와이어의 각도는 30°이하로 유지하여야 하고 인입중 향타기를 선회해서는 안되며, 또한 말뚝을 매단채로 주행을 하여도 안 된다.
- (3) 수급자는 말뚝축방향을 설계에 규정된 각도로 세운 후에 말뚝을 직교하는 2방향에서 검측을 하여야 한다.

- (4) 수급자는 다음 사항에 유의하여 말뚝을 정확하고 안전하게 세워야 한다.
- ① 기준틀을 정확히 설치하고 중심선 표시를 쉽게 하여야 한다.
 - ② 말뚝을 세우기 위하여 미리 지반을 굴착하는 경우는 확대기초 바닥면 이하를 굴착해서는 안 된다.
 - ③ 말뚝을 경사진 지반이나 요철이 있는 곳에 세우는 것은 피하여야 한다.

3.4.4 말뚝박기

- (1) 말뚝박기 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법, 시공기계 및 주변상황 등을 종합적으로 고려하여 정하여야 한다.
- (2) 말뚝을 박을 때는 항상 말뚝이 어그러지거나 경사지지 않도록 주의를 하고 말뚝 본체에 손상이 없도록 하여야 한다.
- (3) 말뚝은 종료조건을 충분히 검토하여 박기작업을 끝내야 한다.
- (4) 지반이 연약할 경우는 말뚝의 급속한 관입을 방지하기 위하여 일정 깊이까지 말뚝 자중으로 말뚝 중심이 어긋나지 않도록 침설시켜야 한다.
- (5) 급속히 경사말뚝을 박으면 향타기 중심이 이동되어 사고발생의 우려가 있으므로 충분히 검토를 한 후 신중히 박아야 한다.
- (6) 말뚝의 좌굴이나 말뚝축선의 경사, 드라이브 헤드의 손상 및 시공불량이 생기지 않도록 해머 낙하방향과 캡, 해머 및 말뚝의 축은 항상 동일선상에 있도록 하여야 한다.
- (7) 과격하게 말뚝을 취급하면 콘크리트말뚝은 뭉그러짐과 박리, 강말뚝은 과도한 변형이 생길 우려가 있으므로 시공시에 주의하여야 하며, 적절한 위치에 놓이도록 강제적으로 말뚝을 취급하면 안 된다.
- (8) 내부결함이나 부적합한 박기, 정위치를 벗어난 박기 및 설계도에 나타난 목표 높이에 미달되는 박기 중에 손상이 발생되면 말뚝을 교체 또는 추가박기 등 현장조건에 적합한 방법을 검토한 후 교정하여야 한다.
- (9) 1개 말뚝의 박기는 도중에 정지하지 않고 연속적으로 박아야 한다. 그러나 향타기의 고장, 작업시간의 제한 및 기타 원인에 의해 연속박기가 어려울 경우는 박기 정지 후 재타입이 불가능한 깊이의 조사와 해머의 용량 등을 결정하여야 한다. 또한 향타기의 보수를 신속히 할 수 있도록 미리 부품 등을 준비해 두어야 한다.
- (10) 말뚝의 타입이나 기타 이유로 인하여 기준 높이에서 5mm 이상 밀려 올라간 말뚝은 모두 재타입하여야 한다.
- (11) 재령 7일이 안된 콘크리트가 말뚝 박는 위치에서 6m 안에 있을 경우는 말뚝을 박으면 안 된다.

3.4.5 향타 종료

- (1) 말뚝은 다음과 같은 향타종료 조건을 충분히 검토하여 타입작업을 끝내야 한다.
 - ① 말뚝의 근입깊이는 설계도서에 나타난 값 또는 시험말뚝에 의해 확인된 값으로 하여야 한다.

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

- ② 1개 말뚝 박기에 필요한 타격횟수는 표 3.4-1을 기준으로 하여야 한다.
- ③ 말뚝박기를 종료할 때의 1타격당 관입량은 2~10mm를 목표로 하여야 하며, 1타격당 관입량을 2mm 이하로 계속 타격하면 말뚝과 해머의 손상원인이 되므로 주의하여야 한다. 그러나 지지력이 충분히 얻어진다고 판정될 경우나 마찰말뚝일 경우는 관입량에 구애되지 않아도 좋다.

〈표 3.4-1〉 말뚝의 제한 타격횟수

구 분	말뚝의 종류			
	RC 말뚝	PC 말뚝	PHC 말뚝	강말뚝
제한 총 타격 횟수	1,000 이하	2,000 이하	3,000 이하	3,000 이하
최후 타입 10m 부분의 제한 타격횟수	500 이하	800 이하	1,500 이하	1,500 이하

3.4.6 항타식에 의한 동적 지지력

- (1) 동적지지력은 다음의 항타종료 관리식을 이용하여 구하며, 이 식에 의한 지지력은 정적지지력과는 기본적으로 다르므로 시공관리 목적으로만 사용하여야 한다.

$$R_u = \frac{eW_r H}{S + \frac{R}{2}} \cdot \frac{W_r + n^2 W_p}{W_r + W_p}$$

여기서, R_u : 말뚝의 동적 극한지지력(tf), e : 해머의 효율(표 3.2 참조),
 W_r : 해머의 중량(tf), H : 해머의 낙하고(m),
 S : 말뚝의 관입량(cm), R : 말뚝의 리바운드량(cm),
 n : 반발계수(표 9.3 참조), W_p : 말뚝의 중량(tf)
 단, S, R 은 항타종료 전 10회의 평균치를 적용.

- (2) 동적지지력으로부터 허용지지력을 구하기 위한 안전율은 3 ~ 4가 일반적이며, 정재하시험을 통하여 결정된 안전율을 적용하도록 하여야 한다. 동재하시험에 의해 허용지지력을 판단할 경우는 정재하시험 결과와 비교 확인하여 적용을 하여야 한다.
- (3) 허용지지력 판정을 위한 안전율 확인, 정재하시험과 동재하시험 결과의 비교확인을 위한 정재하시험의 위치와 횟수는 현장 여건에 따라 관련기술자의 판단에 따라야 한다.

〈표 3.4-2〉 해머의 효율

해머의 종류	효율(e)
낙추식 원치작동	0.8
낙추식 방아쇠작동	1.0
단동식 해머	0.9
복동식 해머	1.0
디젤 해머	1.0

<표 3.4-3> 반 발 계 수 (n)

말뚝의 종류	말뚝 타격조건	단동식, 낙추식, 디젤해머	복동식 해머
콘크리트 말뚝	합성수지나 경목돌리1)+헬멧2)+패킹3)	0.40	0.50
	보통나무돌리+헬멧+패킹	0.25	0.40
	패드4)	-	0.50
강 말뚝	합성수지 또는 경목돌리+캡5)	0.50	0.50
	보통나무돌리+캡	0.30	0.30
	장치물 없음	-	0.50
나무말뚝	장치물 없음	0.25	0.40

- 주 1) 돌리(dolly)는 캡블록(cap block)을 말하며, 헬멧이나 캡 위에 놓아서 해머낙하시의 충격으로부터 말뚝머리를 보호한다.
 2) 헬멧(helmet)은 콘크리트 말뚝머리를 보호하기 위하여 씌우는 철두건을 말한다.
 3) 패킹(packing)은 헬멧과 말뚝머리 사이에 넣는 것으로서 말뚝머리와 헬멧의 충격으로 인한 말뚝머리의 손상을 방지한다.
 4) 패드(pad)는 헬멧을 사용하지 않을 때 말뚝머리에 올려놓는 판을 말한다.
 5) 캡(cap)은 강말뚝을 박을 때 해머의 손상을 방지하기 위하여 말뚝 위에 올려 놓는 철제 뚜껑을 말한다.

(4) 지지층에 기복이 있어 목표 깊이까지 도달하여도 정해진 지지력을 얻을 수 없거나 목표 깊이에 도달하기 전에 타입이 곤란할 경우는 설계조건 및 시공조건을 충분히 검토하여 다음과 같이 대처하여야 한다.

- ① 소요의 지지층에 이르는 과정에서 중간층을 뚫지 못하거나 흙의 다짐효과가 커서 타입이 곤란하여 말뚝타입이 중단되는 경우는 큰 해머를 사용하던가, 내부굴착말뚝공법을 병용하던가, 프릭션 커터 (friction cutter)를 말뚝 선단부에 설치하는 등의 대책을 강구하여야 한다.
- ② 지지층이 예상보다 얇은 위치에 있어서 말뚝 타입이 중단될 경우는 다른 원인과의 구분이 어려우므로 보링 개소수를 증가시키던가, 다른 말뚝의 타입종료깊이 등과의 관계로부터 판단하여야 한다.
- ③ 소요의 깊이를 타입해도 타입종료조건에 이르지 않는 경우는 이음말뚝으로 처리하며, 말뚝재료에 따라서 이음말뚝이 불가능할 경우는 설계조건을 고려하여 처리를 하여야 한다.

3.5 내부굴착말뚝

3.5.1 일반사항

- (1) 말뚝을 박을 지반면이 구조물기초 저면 표고보다 낮을 경우는 그 표고까지 흙쌓기를 하고 소요의 다짐을 한 후 말뚝 시공을 하여야 한다.
- (2) 말뚝 중공 내부굴착 및 침설을 할 때는 토질성상의 변화와 말뚝침설 상황을 충분히 관찰하여 말뚝 선단부 및 말뚝 주변의 지반이 교란되지 않도록 하면서 소요의 깊이까지 침설하여야 한다.
- (3) 굴착에 의해 배출된 토사는 적절한 방법으로 처리하여야 한다.

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

- (4) 말뚝 선단이 소요의 깊이에 도달하면 설계도서에 나타난 방법으로 확실하게 선단처리를 하여야 한다.

3.5.2 굴착 및 침설

- (1) 말뚝 중공 내부굴착을 할 때는 다음 사항에 유의하여야 한다.
 - ① 굴착작업 중에는 말뚝 선단에 앞서서 굴착을 진행하면 안 된다. 이를 위해서는 말뚝 선단위치와 스파이럴 오거 선단위치의 관계를 항상 관측하여야 한다.
 - ② 중간층이 비교적 단단하여 관통이 곤란할 경우는 말뚝 선단부에 프릭션 커터를 부착하던가, 말뚝지름 정도를 먼저 굴착하여야 하며, 말뚝 지름 이상으로 확대하여 굴착해서는 안 된다. 이 경우 말뚝지름에 프릭션 커터 두께를 포함시키며, 그 두께는 말뚝 주면의 마찰력을 가급적 저하시키지 않도록 필요 최소두께($t \leq 9\text{cm}$)로 하여야 한다.
 - ③ 압축공기나 물분사(water jet)를 병용하는 경우는 주변 지반이 교란되지 않도록 압력관리에 주의를 하여야 한다.
 - ④ 굴착할 때와 스파이럴 오거를 끌어올릴 때 부압이 생겨 보일링 발생 가능성이 있는 경우는 말뚝 중공 내부의 수위가 저하되지 않도록 주의하면서 굴착을 하여야 한다.
- (2) 작업 중에는 굴착시 배출되는 흙의 성상이나 말뚝의 침설상황을 항상 관찰하여 말뚝 선단부 및 말뚝 주면지반이 교란되지 않도록 시공관리를 충분히 하여야 한다.
- (3) 굴착이나 침설작업이 곤란할 경우는 장기간에 걸친 굴착기의 운전이나 과도한 타격 또는 무리한 압입을 피하고 기계 기구의 변경 등의 대책을 검토하여야 한다.
- (4) 말뚝 선단이 소요의 깊이에 이르렀을 때는 과도한 굴착이나 장기간의 교반 등에 의해 주변지반이 교란되지 않도록 하여야 한다.
- (5) 선단처리방법이 시멘트 밀크 분출교반 방식일 경우는 말뚝 선단이 소요의 깊이 부근까지 침설된 시점에서 지지층을 확인하여야 한다.
- (6) 지지층 확인은 굴착속도를 일정하게 유지하고 스파이럴 오거의 구동전류치의 변화를 전류계로부터 읽고 사전의 지반조사결과와 굴착심도의 관계로부터 확인하여야 하며, 아울러 스파이럴 오거를 끌어 올릴 때 오거 선단부에 부착된 토사를 직접 육안으로 관찰하여 확인하여야 한다.

3.5.3 굴착토사의 처리

- (1) 굴착방법에 따라서 이수(泥水)를 사용하는 경우는 배출토사의 처리가 제3자에게 피해를 주지 않도록 조치를 취하여야 한다.
- (2) 폐기장소 등에 대해서도 미리 검토를 하여 두는 등 굴착에 의한 배출토사는 적절한 방법으로 처리를 하여야 한다.

3.5.4 말뚝 선단의 처리

- (1) 말뚝 선단이 소요의 깊이에 도달하면 설계도서에 나타난 방법으로 확실하게 선단처리를 하여

야 한다.

- (2) 최종타격방식에 의한 경우는 "3.4 박기말뚝"의 규정에 따라 처리를 하며, 해머는 시험말뚝의 결과로부터 정해진 것을 사용하여야 한다.
- (3) 시멘트밀크 분출교반 방식에 의한 경우는 시멘트밀크를 소요의 압력으로 분출시키면서 말뚝 선단 주변의 지반과 충분히 교반하여 균하여야 한다.
- (4) 콘크리트 타설 방식의 경우는 "4-5 현장타설 콘크리트말뚝 기초"의 규정에 따라 관리하여야 한다.

3.6 말뚝머리 마감

- (1) 말뚝머리 마감은 설계도서에 따라서 말뚝 본체를 손상시키지 않도록 하여야 한다.
- (2) 콘크리트 말뚝의 말뚝머리를 소요의 높이로 끊어서 가지런히 할 경우는 말뚝 본체에 균열이 생기거나 프리스트레스를 감소시키지 않도록 절단을 하여야 한다.
- (3) 콘크리트 말뚝 절단시는 강철제 밴드를 말뚝에 감고 밴드 위쪽으로 10 ~ 20cm 위치를 내압방식으로 절단하거나 외압방식 또는 다이아몬드 커터방식 등으로 절단하여야 한다.
- (4) 강관말뚝을 끊어서 가지런하게 할 때는 가급적 평활하게 절단을 하고 철근이나 강판을 부착할 때는 확실하게 시공을 하여야 한다.

3.7 현장이음

- (1) RC, PC 및 PHC 말뚝의 현장이음은 이음철구를 이용한 아크용접 이음으로 하여야 한다.
- (2) 강말뚝의 현장이음은 이음철구를 이용한 전둘레 전두께의 아크용접 이음으로 하여야 한다.
- (3) 말뚝의 현장용접은 KS F 7001에 따라 신중히 하여야 하며, 허용오차는 KS F 4602에 따라야 한다.
- (4) 이음강도는 이음위치에서 설계응력 이상이고 또한 본체 전강도의 75% 이상이어야 한다.
- (5) 이음은 반자동용접을 하고 KS D 0272에 따라 X-Ray시험 결과 3급 이상을 합격으로 한다.

3.8 시공허용오차

말뚝의 연직도나 경사도는 1/100 이내로 하고 말뚝을 박은 후 평면상의 위치가 설계도면의 위치로부터 D/4(D는 말뚝지름)와 10cm 중 큰 값 이상 벗어나지 않아야 한다.

3.9 현장품질관리

3.9.1 보고사항

- (1) 수급자는 공사 중 다음과 같은 경우에 즉시 공사감독자에게 보고하고 그 지시를 받아야 한다.
 - ① 소요의 위치까지 박아지지(또는 매설되지) 않을 때
 - ② 소요의 지지력을 얻을 수 없을 때
 - ③ 시공도중 경사 또는 파손될 때

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

3.9.2 시공기록

(1) 각 말뚝에 대한 시공기록은 표 3.4의 양식에 따른다.

<표 3.9-1> 말뚝의 시공기록 양식

1) 박기말뚝공법

시공 일자	말뚝 번호	말뚝 관입 심도 (m)	해머 중량 W(tf)	해머의 평균 낙하고 H(m)	타격종료전 10 회타격에 대한		말뚝의 편위	말뚝의 파손 상황	동적지지력 공식에 의한 지지력 R(tf)	시공기간		비고
					평균 관입량 S(cm)	평균 리바운드 량, R(cm)				이음 용접	타입	

(주) 말뚝의 총 타격횟수는 10개마다 1개를 기록한다

2) 내부굴착 말뚝공법

가) 최종타격방식

시공 일자	말뚝 번호	말뚝 지름 (mm)	말뚝 길이 (m)	시 공 기 간 (분)										오거 굴착 심도 (m)	말뚝 심도 (m)	지지력 (tf)	
				개시	종료	하부 말뚝 세트	하부 말뚝 침설	상부 말뚝 세트	용접	상부 말뚝 침설	세트	침설	타격				

나) 시멘트밀크 분출교반방식

시공 일자	말뚝 번호	말뚝 지름 (mm)	말뚝 길이 (m)	시 공 기 간 (분)											오거 굴착 심도 (m)	말뚝 심도 (m)	지지력 (tf)
				개시	종료	하부 말뚝 세트	하부 말뚝 침설	상부 말뚝 세트	용접	상부 말뚝 침설	세트	침설	시멘트 밀크주입	말뚝 압입			

다) 콘크리트 타설방식

시공 일자	말뚝 번호	말뚝 지름 (mm)	말뚝 길이 (m)	시 공 기 간 (분)											오거 굴착 심도 (m)	말뚝 심도 (m)	지지력 (tf)
				개시	종료	하부 말뚝 세트	하부 말뚝 침설	상부 말뚝 세트	용접	상부 말뚝 침설	세트	침설	슬라임 처리	타격			

(2) 이음부의 시험은 KSD 0272에 따라야 한다.

(3) 말뚝박기 기록 및 동적 지지력에 의심이 있을 경우는 수급자 부담으로 별도의 말뚝재하시험을 시행하여야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산건설턴트
	농지보전	박중화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

전문시방서
KRCCS 67 56 15 : 2018

농업생산기반시설 타입식 말뚝기초 공사

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사

58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사

☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr

<http://www.ekr.or.kr>

(작성기관) 한국농공학회

06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호

☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net

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

국가건설기준센터

10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr

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

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.