

KCS 11 50 15 : 2021

# 기성말뚝

2021년 5월 12일 개정

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

KC CODE



국토교통부



### 건설기준 제정 또는 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.

## 건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 도로공사 표준시방서, 도로교 표준시방서를 중심으로 토목공사 표준 일반시방서, LH 전문시방서의 기성말뚝에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로공사 표준시방서	• 건설부에서 대한토목학회에 의뢰하여 제정함.	제정 (1967.12)
도로공사 표준시방서	• 사용중에 있는 제 시방서 및 지침서 등의 관련성을 검토하고 이를 발전시켜 도로공사 전반에 대한 시방이 되도록 보완개정함.	개정 (1985.12)
도로공사 표준시방서	• 새로운 이론의 도입과 현재 사용중인 제 시방서 및 지침서 등에 부합되도록 발전시켜 보다 충실한 시방이 되도록 보완 개정함.	개정 (1990.5)
도로공사 표준시방서	• WTO출범에 따른 건설시장 개방에 대응할 수 있도록 체제를 재정비하여 도로공사의 품질향상을 기하고 국제경쟁력 강화에 대비하고자 개정.	개정 (1996.7)
도로공사 표준시방서	• 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용을 반영하고, 국가기준으로서의 체계를 확립하기 위하여 건설기준 정비지침에 따라 재구성 및 그간의 미비점 보완 개정.	개정 (2003.11)
도로공사 표준시방서	• 도로건설 과정에서 나타난 문제점을 개선하고, 한국산업규격 및 콘크리트 표준시방서, 터널 표준시방서 등 타 기준과의 조화, 부실시공 방지, 철저한 품질관리에 의한 견실 시공을 유도하기 위해 개정.	개정 (2009.3)
도로공사 표준시방서	• 표준시방서 및 전문시방서, 설계도면 등 순서변경, 중심위 의견 반영 등 개정	개정 (2015.9)
도로공사 표준시방서	• 일반사항, 수목보호재료, 시공일반 등 부분개정	개정 (2016.5)
도로교 표준시방서	• 도로교표준시방서 제정	제정 (1977.12)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
도로교 표준시방서	• 콘크리트공사 표준시방서 개정 내용 반영	개정 (1983.12)
도로교 표준시방서	• 국내외 여러 시방서 및 기술개발 최신 내용 반영	개정 (1992.11)
도로교 표준시방서	• 시방서의 내용을 설계편과 시공편으로 분리하고 유지관리 내용을 포함	제정 (1996.4)
도로교 표준시방서	• 각 분야간 상충문제 해소를 위한 새로운 체계로 개편	개정 (1999.8)
도로교 표준시방서	• TMC 강제기준 추가 및 용접기준 개선	개정 (2005.2)
도로교 표준시방서	• 교량구조용 압연강재, 고강도콘크리트 등 고성능 재료의 시공을 위한 규정 신설, 원심력 콘크리트 말뚝의 품질관리기술을 추가	개정 (2013.2)
도로교 표준시방서	• 비파괴검사 방법에 방사선투과검사외에 초음파탐상검사도 선택할 수 있도록 추가	부분개정 (2015.6)
KCS 11 50 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 11 50 15 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KCS 11 50 15 : 2021	• 건설기준코드의 통일성을 위해 작성지침과 부합화, 용어통일, 재생말뚝과 이음말뚝 내용 명확화, 항타보조말뚝 및 시험시공말뚝 상세내용을 추가	개정 (2021.5)

제 정 : 2016년 6월 30일  
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회  
 소관부서 : 국토교통부 기술혁신과  
 관련단체 : 한국지반공학회

개 정 : 2021년 5월 12일  
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회  
 작성기관 : 한국지반공학회

---

---

## 목 차

---

---

1. 일반사항 .....	1
1.1 적용범위 .....	1
1.2 참고 기준 .....	1
1.3 용어의 정의 .....	1
1.4 제출자료 .....	2
1.5 일반요건 .....	4
2. 자재 .....	5
2.1 H형강말뚝 .....	5
2.2 강관말뚝 .....	5
2.3 PS콘크리트말뚝 .....	5
2.4 장비 .....	5
2.5 부속재료 .....	7
2.6 품질관리시험 .....	7
3. 시공 .....	7
3.1 일반사항 .....	7
3.2 시공준비 .....	10
3.3 타입말뚝 .....	12
3.4 내부굴착말뚝 .....	13
3.5 선굴착말뚝 .....	13
3.6 현장품질관리 .....	14
3.7 손상된 말뚝 .....	14
3.8 도장 .....	15

## 1. 일반사항

### 1.1 적용범위

(1) 이 기준은 기성말뚝을 사용하는 구조물 기초공사에 적용한다.

### 1.2 참고 기준

#### 1.2.1 관련 법규

내용 없음

#### 1.2.2 관련 기준

- KCS 11 50 40 말뚝재하시험
- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KCS 14 20 11 철근공사
- KCS 14 20 53 프리스트레스트 콘크리트
- KCS 14 31 20 용접
- KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
- KS C IEC 60245-6 정격전압 450/750V 이하 고무절연 케이블 제6부: 아크용접용 케이블
- KS C 9602 교류 아크 용접기
- KS C 9607 용접봉 홀더
- KS D 0213 철강 재료의 자분 탐사 시험 방법 및 자분 모양의 분류
- KS D 3508 피복 아크 용접봉 심선재
- KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
- KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
- KS D 7025 연강 및 고장력강용 마그 용접 솔리드 와이어
- KS D 7104 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크 용접 플럭스 코어선
- KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트말뚝
- KS F 4602 기초용 강관말뚝
- KS F 4603 H형강말뚝

### 1.3 용어의 정의

- 기성말뚝 : 공장에서 제작된 말뚝으로서, PC말뚝(KS F 4303), PHC말뚝(KS F 4306), 강관 말뚝(KS F 4602) 및 H형강말뚝(KS F 4603) 등을 의미함
- 동재하시험 : 말뚝머리 부분에 가속도계와 변형률계를 부착하고 타격력을 가하여 말뚝-지반의 상호작용을 파악하고 말뚝의 지지력 및 건전도를 측정하는 동적 시험법
- 매입말뚝(공법) : 지반에 굴착공을 천공한 후 시멘트풀을 주입하고 기성말뚝을 삽입한

다음 필요에 따라 말뚝에 타격을 가하여 지지층에 말뚝을 안착시키는 공법의 총칭으로서 아래와 같은 대표적 공법 또는 기타 적용목적에 적합한 공법을 의미함

① 선 굴착 후 최종경타공법

선단지지층까지 오거로 굴착 완료 → 선단고정액 주입 → 오거로 선단부 교반 후 오거 회수 → 말뚝삽입 → 최종 경타 실시 → 설계지반면까지 주면고정액 주입

② 선 굴착 후 최종경타공법 (케이싱)

내부 오거와 외부 케이싱을 상호 역회전하며 선단지지층까지 굴착 완료 → 선단 또는 주면고정액 주입 → 오거로 선단부 교반 후 오거 회수 → 말뚝 삽입 → 케이싱 인발 → 최종압입 또는 최종 경타 실시 → 설계지반면까지 주면고정액 주입

③ 선 굴착 후 선단근고공법

선단지지층까지 오거로 굴착 완료 → 선단고정액 주입 → 오거로 선단부 교반 후 오거 회수 → 말뚝삽입 → 최종 압입 실시 (최종 경타 없음) → 설계지반면까지 주면고정액 주입

④ 내부굴착 후 최종경타공법

선단에 굴착 비트가 부착된 강관말뚝의 내부에 암반 천공장비를 설치 → 선단지지층까지 천공장비와 강관말뚝을 회전압입하며 굴착 → 선단지지층에 강관말뚝의 선단이 도달한 후 최종 경타 실시

- 시간경과효과: 말뚝 설치시점으로부터 시간이 경과함에 따라 지지력이 변화하는 현상을 말하며, 지지력증가(set-up)와 지지력감소(relaxation) 효과로 구분됨
- 시험말뚝: 재하시험을 실시하기 위한 말뚝으로서 시험시공말뚝과 사용말뚝 중 재하시험 대상이 되는 말뚝
- 시험시공말뚝: 설계의 적정성, 실제 지반조건, 시공성 등을 파악하기 위하여 사용말뚝(본말뚝) 시공 전 기초부지 인근에 시험적으로 시공하는 별도의 말뚝
- 말뚝 임피던스(pile impedance): 항타 시 속도 변화에 대한 말뚝의 저항
- 파동이론분석: 말뚝조건, 지반조건 및 항타장비 조건을 수치로 입력하고 말뚝타격 시 발생하는 응력파의 전달현상을 파동방정식을 이용하여 모사하는 해석법
- 타입말뚝(공법): 기성말뚝을 해머로 타격하여 지지층까지 관입시키는 말뚝시공방법을 말하며 항타말뚝(공법)으로도 불려짐

## 1.4 제출자료

### 1.4.1 시공계획서

- (1) 시공에 관한 계획서를 공사착공 전에 작성하여야 하며, 시공조건에 변경이 있을 때는 즉시 수정계획서를 작성하여야 한다.
- (2) 시공계획서의 주된 내용은 다음과 같다.
  - ① 인원조직표는 각종 작업에 종사할 주된 인원의 조직표로서 관련법규상 의무화되어 있는 담당자의 명단도 포함되어야 한다.

- ② 공정표에는 기초공에 대한 시공공정 및 임시설비를 포함한 공사 전체의 공정, 또 몇 기의 기초를 시공할 경우에는 착수순서를 기입한 평면도 등을 첨부한다.
- ③ 시공방법에는 임시설비, 본체공과 아울러 기본적인 계획내용을 명기한다.
- ④ 공사용 기계 기구 및 임시설비에는 사용 예정된 기계 기구라든지 임시설비에 관하여 계획내용이나 그 배치를 명기한다.
- ⑤ 품질관리 및 검사방법에는 본체뿐만 아니라 임시설비의 주요 부분까지도 품질관리의 대상부위, 검사방법, 검사 횟수 등을 포함한 계획내용을 작성한다.
- ⑥ 재하능력 확인방법에는 본체 및 임시설비의 주요 부분에 대하여, 설계하중에 대한 재하능력 확보 여부를 확인할 수 있는 직접 또는 간접방법을 수립한다.
- ⑦ 시공기록은 작업일 마다의 기록 외에 개개의 기초 시공상황 전체가 쉽게 이해될 수 있도록 하여야 한다.
- ⑧ 환경 보존대책에는 기초공 시공지점의 제반조건을 충분히 고려하고 기초 시공 중 또는 시공완료 후 발생 가능한 주변환경의 변화에 관하여도 검토하여 그 대책을 세워야 한다.
- ⑨ 안전대책에서는 시공지점의 제조건을 충분히 고려하여 안전을 확보할 수 있는 대책을 세워야 한다.

#### 1.4.2 시공도면

- (1) 시공도면은 말뚝종류별로 다음 사항을 나타내어 제출하여야 한다.
  - ① H형강말뚝의 치수, 무게, 접합, 선단가공 및 접합부의 용접 등 상세
  - ② 강관말뚝의 치수, 형태, 선단가공 및 접합부의 용접, 채움 콘크리트의 종류 등 상세
  - ③ PS콘크리트말뚝의 치수, 형태, PC강봉배치, 콘크리트의 종류, 양생장치, 양생방법 및 긴장방법 등 상세, 작업능력의 계산서 및 접합부의 상세 등
  - ④ 압축재하시험용 반력말뚝의 인발하중에 대한 인장철근 및 접합 상세 등
- (2) 말뚝머리 부분이 주변지반의 장기압밀침하로 공기 중, 수중에 직접 닿는 것이 예상되는 경우에는 말뚝머리가 부식되지 않도록 대책을 확보하여 제출하여야 한다.
- (3) 굴착 전에 지층을 파악하여 피압 지하수의 존재 여부를 확인하여야 하며, 피압 지하수가 존재하는 경우 이에 대한 대책을 수립하여 제출하여야 한다.

#### 1.4.3 공사보고서

- (1) KCS 11 50 10 (1.4.3)의 해당요건에 따른다.

#### 1.4.4 일일 작업보고서(말뚝 시공작업 기록)

- (1) 시험시공말뚝을 포함한 모든 말뚝에 대한 일일보고서를 작성한다.

#### 1.4.5 말뚝 시공위치도

- (1) 말뚝 시공 후 1주일 이내에 시공오차를 확인할 수 있도록 설계된 위치와 실제 시공된 위치를 표시하여 오차가 포함된 말뚝 시공위치도를 작성하여야 한다.

#### 1.4.6 말뚝재하시험 계획서 및 시험결과 보고서

- (1) 시험 1주일 전에 시험시공말뚝 및 본말뚝에 대한 재하시험 계획서를 시험자 및 검토자의 분야 및 자격기준, 독립된 시험기관에 의해 검증된 유압장치, 하중계 및 변위측정기 등의 유효한 검증서가 포함되도록 작성하고 공사감독자에게 제출하여 승인받아야 한다.
- (2) 재하시험이 완료되면 해당분야 전문기술자의 검토를 받아 각 시험된 말뚝에 대한 재하시험결과 보고서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

#### 1.4.7 말뚝 시공장비의 운용계획서 및 안전확인서

- (1) 말뚝 시공이 시작되기 1주일 전에 공사감독자에게 모든 말뚝시공장비(해머와 크레인, 천공장비, 주입장비 등)의 상세와 운용계획서, 안전확인서를 제출하여 승인을 받아야 하며, 사용한 장비가 말뚝을 안전하게 시공하는데 부적합하거나 부대품의 사용으로 말뚝이 손상되거나 작업진도가 유지되지 못하면 장비를 교체하여야 한다.

#### 1.4.8 파동이론 분석결과

- (1) 공사착수 전에 공사에 투입예정인 모든 말뚝 타격장비를 대상으로 하여 파동이론분석(wave equation analysis of pile driving) 결과를 작성하여 사용할 해머의 적정성을 평가한 후 시공계획에 포함하고 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 공사감독자는 관입깊이에 따른 예상지지력, 최종관입량, 항타응력의 크기 등 파동이론 분석결과를 토대로 항타장비에 대한 사용승인 여부를 판단하여야 한다.

### 1.5 일반요건

#### 1.5.1 말뚝

- (1) 현장에 반입된 말뚝 중 균열이 있는 말뚝, 굽은 말뚝, 찌힌 말뚝, 치수가 미달한 말뚝, 시공 중 파손된 말뚝은 사용할 수 없으며, 이러한 말뚝은 현장에서 제거하고, 건전한 말뚝으로 대체하여야 한다.
- (2) 타격 중에 파손된 말뚝은 잘라내고, 공사감독자가 승인하면 그 위치에서 제자리에 두거나 인발하여 현장에서 제거하여야 한다.

#### 1.5.2 용접과 용접공의 자격

- (1) KCS 14 31 20의 해당 요건에 따른다.

## 2. 자재

### 2.1 H형강말뚝

(1) KS F 4603 H형강 말뚝의 요건에 적합하여야 한다.

### 2.2 강관말뚝

#### 2.2.1 강관

(1) KS F 4602 기초용 강관 말뚝 및 KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관의 요건에 적합하고, 설계서에 명시된 지름과 두께를 가진 것이라야 한다.

(2) 강관말뚝은 이음이 없어야 하나 부득이한 경우 다음과 같이 이을 수 있으며, 이음하는 부분의 상세에 대하여는 시공 전 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

① 신규말뚝으로 이음하는 경우 이음부분의 길이가 3.0 m 이상이어야 하며 이은 말뚝은 길이가 긴 부분이 말뚝의 끝단(머리)이 되게 타입하여야 하고, 시공 중 또는 시공 후 말뚝머리에서 이음이 필요한 경우에는 1.0 m 이상의 말뚝으로 이음할 수 있다.

② 타입후 지상에 돌출된 잉여말뚝을 산소로 절단한 재생말뚝(또는 재생 재사용 강관 말뚝)으로 이음하는 경우, 이음길이가 5.0 m 이상이어야 한다.

③ 타입하지 않은 잉여말뚝을 절단하여 긴 말뚝에 용접하는 짧은 말뚝의 이음부분 길이(신규말뚝 또는 잉여 재사용 강관말뚝)는 3.0 m 이상이어야 한다.

④ ②의 경우, 비파괴 용접검사는 초음파 탐상시험(U.T.: Ultrasonic Test)으로 1이음 당 1회(전주변장) 실시하여야 하며, ③의 경우, 3.2.5 (4)에 따른다.

#### 2.2.2 철근

(1) KCS 14 20 11의 해당 요건에 따른다.

#### 2.2.3 채움 콘크리트

(1) KCS 14 20 10의 해당 요건에 따른다.

### 2.3 PS콘크리트말뚝

(1) KS F 4306의 요건에 합치하고, KCS 14 20 53의 해당 요건에 따른다.

## 2.4 장비

### 2.4.1 해머

(1) 해머(말뚝박기 장비)는 말뚝에 손상을 주지 않아야 하며, 작업 실시 전 사용할 말뚝, 지반조사 자료 및 항타장비에 대한 자료와 함께 파동이론 분석결과를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 말뚝타입에 사용되는 해머에는 드롭해머, 단동식 증기 또는 공기해머, 복동식 증기 또

는 공기해머, 디젤해머, 진동해머, 유압해머 등이 있다.

- (3) 사용할 해머를 선정할 때에는 각 해머의 특성, 시공여건, 지반조건 및 해머효율 등을 고려하여야 한다.

#### 2.4.2 해머쿠션

- (1) 모든 타입장비는 해머나 말뚝의 손상방지와 균일한 타입거동 보장을 위하여 소요두께의 해머쿠션 재료를 장착하여야 한다.
- (2) 해머쿠션은 타입하는 동안 균일한 성능을 유지할 수 있는 내구성을 가진 재료로 제작하여야 하며, 목재, 와이어로프, 석면해머쿠션을 사용해서는 안 된다.
- (3) 타격용 판은 쿠션재료의 균일한 압축을 보장하기 위하여 해머쿠션 위에 설치하여야 한다.
- (4) 해머쿠션은 말뚝 타입을 시작할 때와 말뚝타입 중 쿠션성능이 저하될 때 점검하여야 하며, 해머쿠션은 국부손상이 발생하거나 두께가 25 % 이상 감소 시에 교체하여야 한다.

#### 2.4.3 말뚝쿠션

- (1) 콘크리트말뚝을 사용할 경우에는 두께 50 mm 이상 합판 또는 이와 동등한 성능을 갖는 재료로 말뚝쿠션을 사용하여야 하며, 타입하는 동안 쿠션이 본래 두께의 1/2 보다 더 압축되거나 연소되기 시작하면 새로운 말뚝쿠션을 사용하여야 한다.

#### 2.4.4 리드(lead)

- (1) 타입하는 동안 말뚝과 해머를 적절한 위치에 지탱하는 말뚝드라이브 리드를 사용하여야 한다.
- (2) 리드는 각 타격에 대해 집중타격을 보장하기 위해 해머와 말뚝의 정렬을 유지하면서도 해머의 움직임이 자유로울 수 있는 방법으로 제작되어야 한다.
- (3) 리드는 부가적인 장치가 사용되지 않도록 충분한 길이를 가져야 하며, 경사말뚝 시공 중에도 해머와 말뚝의 정렬이 유지될 수 있도록 하여야 한다.

#### 2.4.5 향타보조말뚝

- (1) 보조말뚝은 말뚝머리 부분을 지중 혹은 수중까지 시공하는 경우에 사용하는 것으로써 해머 캡과 말뚝 사이에 사용하여 말뚝머리를 소정의 깊이까지 타설 또는 침설시키는데 사용한다.
- (2) 기성말뚝 공사에는 향타보조말뚝의 사용을 피하여야 하나, 시공계획에 따라 해머가 말뚝머리를 직접 타격할 수 없는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 향타보조말뚝을 사용할 수 있다.
- (3) 보조말뚝을 사용할 때에는 설계서에 명시된 수량만큼 시공기준면에서 보조말뚝을 제외한 조건으로 시험용 말뚝을 시공하여 지지력 및 시공성에 대한 신뢰도를 확보한 후

시공하여야 한다.

- (4) 본말뚝과 보조말뚝은 임피던스(impedance)가 가능한 유사하여야 하며, 최종관입량, 항타응력 및 타격에너지 전달효율 등이 동재하시험으로 검토된 조건에서 보조말뚝을 사용하여야 한다.
- (5) 보조말뚝은 길이가 긴 경우 편심타격이 생기기 쉬우므로 5 m 정도의 길이가 적정하며 5 m 이상 필요시는 편심을 최소화 할 수 있는 방법을 강구하고 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (6) 또한 타격력에 대한 소요의 내력을 가져야 함과 동시에 타격력이 균등하게 말뚝머리에 전달되는 구조의 것을 사용하여야 한다.
- (7) 타입 시 보조말뚝과 본말뚝의 축을 일치시켜 횡방향 진동이나 편심타격에 의하여 말뚝머리가 손상을 입지 않아야 하며 타격 시 말뚝내부에 토사나 물이 상승하거나 내압이 높아질 우려가 있는 경우에는 보조말뚝과 저판을 개단으로 하여 토사나 물의 구속을 해방시켜야 한다.

## 2.5 부속재료

- (1) 피복 아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복 아크 용접봉은 KS D 7004의 해당사항에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (2) 용접용 케이블은 KS C IEC 60245-6, 교류 아크 용접기는 KS C 9602, 용접용 호울더는 KS C 9607에 따른다.
- (3) 플럭스 코어드 아크용접(flux cored arc welding)재료 및 솔리드 와이어 용접(solid wire welding)재료는 각각 KS D 7104와 KS D 7025의 해당사항에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

## 2.6 품질관리시험

- (1) H형강말뚝에 대한 시험은 KS F 4603에 따른다.
- (2) 기초용 강관말뚝에 대한 시험은 KS F 4602에 따른다.
- (3) 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트말뚝에 대한 시험은 KS F 4306에 따른다.
- (4) 용접용 재료는 KS D 3508에 따른다.

## 3. 시공

### 3.1 일반사항

#### 3.1.1 현장 주변여건 확인

- (1) 시공현장의 주변에 말뚝향타로 인한 지반진동이나 소음 등으로 민원이 발생할 가능성을 조사하여야 한다.
- (2) 민원발생 가능성이 있는 주변여건일 경우 진동 및 소음 저감대책을 수립하거나 저진

동 및 저소음 말뚝공법을 적용하여야 한다.

### 3.1.2 현장지반조건 확인

- (1) 시공현장의 주변여건상 타입공법을 적용할 수 있는 경우에는 말뚝이 소정의 지내력을 확보할 수 있는 지지층까지 향타관입될 수 있는지를 검토하여야 한다.
- (2) 시공현장의 지반조건상 중간조밀층 하부에 하중지지에 적합한 지층이 존재하나 타입 공법으로 중간조밀층을 관통하지 못할 것으로 판단되면 매입공법(선굴착 또는 내부굴착 공법)을 검토하여야 한다.
- (3) 시공현장의 지반조건상 기성말뚝을 조밀하게 시공할 경우 말뚝의 휨이나 솟아오름이 예상되면 매입말뚝공법으로 변경하는 것을 검토하여야 한다.

### 3.1.3 말뚝공법선정

- (1) 현장주변여건 및 지반조건상 문제가 없는 경우에는 타입공법을 적용한다.
- (2) 현장 주변여건 및 지반조건상 타입공법을 적용할 수 없을 때는 제반여건을 감안하여 매입말뚝공법 또는 기타 적합한 공법을 선정하여야 한다.
- (3) 매입말뚝공법은 저소음·저진동공법이므로 시공 시 발생하는 소음 및 진동은 생활환경 소음·진동 기준치를 준수하도록 조치를 강구하여야 하며, 주변환경에 따라 필요 시 수중소음 및 진동의 영향도 검토하여야 한다.

### 3.1.4 시공기계 기구의 선정

- (1) 시공기계 기구의 선정 시 말뚝의 제원, 하중조건, 작업지점의 환경, 지반의 상태, 작업의 안전성 등에 대하여 충분히 검토하여야 하며, 설계서에 명시된 허용범위 내의 치수와 기능을 만족하도록 하여야 한다.
- (2) 말뚝박기 장비(해머)는 실 시공에 앞서 시험시공을 실시하고 말뚝향타분석기(pile driving analyser)를 사용하여 말뚝에 걸리는 응력 및 에너지 측정, 지지력 확인 및 검증을 거친 후 최종적으로 공사감독자에게 승인받아야 한다.

### 3.1.5 시험시공말뚝

- (1) 설계의 적정성, 시공방법 및 시공성, 시공시의 소음 및 진동 영향, 말뚝 설치 종료조건 등을 파악하고 설계변경 및 시공관리에 필요한 자료를 얻기 위하여 공사착수 전에 기초부지 인근에 시험시공말뚝을 설치하여야 한다. 다만 시공성을 확인하는 경우 시공지점에서의 말뚝의 시공성이 충분히 파악되었다면 시험시공말뚝을 생략할 수 있다.
- (2) 지정된 말뚝길이와 심도, 지지력, 최종관입량 등이 평가된 후 본말뚝용 말뚝을 주문토록 하여야 하며 계약 문서에 특별히 명시되지 않는 한 모든 말뚝은 승인된 시공장비로 시공해야 하고 동일한 형식 및 용량에 근거하여 본말뚝을 시공하여야 한다.
- (3) 시공장비는 설계서에 명시된 요구 조건에 적합한 것으로 사용하여야 하며 발생 가능한 지반 조건 변화를 파악하기 위하여 추가 시험시공을 수행할 수 있다.

- (4) 시험시공말뚝이 계획 심도까지 시공되었으나 소요의 지지력이 발휘되지 않는 경우 소요의 지지력이 확보되는 심도까지 이음말뚝으로 시공하여야 한다.
- (5) 시험시공말뚝은 공사감독자의 승인을 받은 방법과 절차에 따라 공사감독자의 감독하에 시공하여야 한다.
- (6) 시험시공말뚝은 설계서에 명시된 말뚝규격으로 선정하고 말뚝길이는 소요길이보다 2 m 이상 긴 말뚝으로 시공하여야 한다.
- (7) 항타 해머는 말뚝규격과 낙하고, 타격횟수, 타격에너지를 시험하여 말뚝규격에 맞는 해머를 선정하여야 한다.
- (8) 구조물 기초마다 1개 이상(전체말뚝수의 1% 기준) 본공사와 동일한 조건에서 공사감독자 입회하에 시험시공을 하며 지반상태가 불규칙하여 설계심도와 상이할 경우는 전반적인 지반상태의 파악이 가능하도록 시험시공말뚝 수량을 추가할 수 있다.
- (9) 시험시공말뚝 시공 시 유의사항은 다음과 같다.

① 타입말뚝

- 가. 항타 종료 시 적정한 최종타격당 관입량이 얻어지지 않는 말뚝은 소요지지력이 확보될 때까지 항타를 실시한다.
- 나. 말뚝길이가 부족할 경우는 이음시공으로 소요지지력을 얻을 때까지 항타하여야 한다.
- 다. 타입말뚝의 시험시공 시, 설계심도까지 타격하면서 동재하시험을 실시한다.
- 라. 설계심도까지 말뚝관입 불능으로 인한 지지력 부족 및 타격회수 과다 시 지반조사 결과와 토질조건 등의 제반사항을 충분히 검토한 후 공사감독자와 협의하여 설계심도 조절이나 항타장비 변경 등을 검토한다.
- 마. ‘다’ 항의 항타 시 동재하시험이 완료된 이후에는 일정한 기간이 경과한 후 재항타 동재하시험을 실시하는 것이 바람직하다.

② 매입말뚝

- 가. 기초시공 자료의 설계심도까지 일정한 속도로 천공하면서 회전수(RPM)와 전류치(ampere)의 변화를 관찰하여 기록을 유지하고, 오거 선단의 토사를 지반조사 시료 또는 지반조사 시료사진과 대조하여 지지층을 확인한다.
- 나. 시험시공결과 말뚝의 길이, 지름, 시공방법의 변경이 필요한 경우에는 지반조사 결과와 토질조건 등의 제반사항을 충분히 검토한 후 공사감독자와 협의하여 변경 여부를 결정한다.
- 다. 매입말뚝의 시험시공 시, 설계 천공깊이까지 경타하면서 동재하시험을 실시한다.
- 라. 설계 천공깊이까지 말뚝관입 불능 또는 경타회수 과다 시 지반조사 결과와 토질 조건 등의 제반사항을 충분히 검토한 후 공사감독자와 협의하여 천공깊이 조절, 케이싱 추가 등을 검토한다.
- 마. ‘다’ 항의 경타 시 동재하시험이 완료된 이후에는 일정한 기간이 경과한 후 재항타 동재하시험을 실시하는 것이 바람직하다.

### 3.1.6 운반, 저장 및 검사

- (1) 말뚝의 운반, 쌓기, 저장 등 말뚝의 취급에 있어서는 손상 방지에 유의하여야 한다.
- (2) 말뚝의 현장 반입 시에는 말뚝의 외관, 형상, 치수 등에 대하여 KS F 4306, KS F 4602, KS F 4603에 따라 검사하여야 한다.

### 3.1.7 안전관리

- (1) 안전시공을 위하여는 관련법규를 준수하여야 한다.
- (2) 임시설비의 중요성과 안전성은 본 구조체와 동등하게 하여야 하므로 현장여건의 변화로 임시설비를 변경할 시에는 본 구조체 변경과 같은 절차로 안전검토를 하여야 한다.
- (3) 기초공의 시공은 지하 또는 수면 하에서 행해지는 특수성이 있으므로 시공법을 충분히 이해하여 안전성이 확보되도록 하여야 한다.

### 3.1.8 계측관리

- (1) 시공 중에는 필요에 따라 소음, 진동, 지하수위, 수질, 지반침하, 구조물의 변위 등의 계측 또는 인접구조물의 거동에 관한 관측을 하는 등 주변에 미치는 환경 변화에 관하여 조사하여야 한다.

## 3.2 시공준비

### 3.2.1 사전조사 및 준비작업

- (1) 시공에 장애가 되는 지하매설물 및 지상 장애물을 착공 전에 조사하여야 한다.
- (2) 지반조사를 착공 전에 실시하고, 선정된 말뚝공법이 현장 지반조건에 적합한지를 재확인하여야 한다.
- (3) 작업 중 시공장비가 기울어질 위험이 있는 지점에서는 미리 동바리를 만드는 등 시공장비가 설치될 지면을 사전 정지 및 개량하여야 한다.
- (4) 바지선에서 타입하는 경우에는 바지선이 흔들리지 않도록 정치하여야 한다.
- (5) 말뚝이 설치되는 위치에서는 말뚝 설치를 용이하게 하기 위하여 암성토를 피하여야 한다.
- (6) 지중장애물은 제거하여야 하고, 영향범위에 있는 지하매설물은 보호 또는 이설하여야 한다.

### 3.2.2 장비의 점검정비

말뚝박기장비(항타기), 해머, 보조기계, 기타 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급 설명서에 따라 다음과 같은 정비·점검을 하여야 한다.

- (1) 시공에 사용되는 장비는 안전, 정확, 신속하게 작업을 할 수 있도록 착공 전에 점검정비를 하여야 한다.
- (2) 항타기는 말뚝을 바르게 소정의 방향으로 타입 또는 압입하기 위하여 가이드의 방향

- 을 정확하게 유지하고, 작업 중 해로운 진동, 이동, 기울어짐이 생기지 않도록 설치하여야 한다. 필요시에는 고정용 줄을 설치하여야 한다.
- (3) 낙하해머, 디젤해머, 유압해머 등을 사용할 경우에는 항타기 램의 낙하높이를 멀리 떨어진 곳에서도 정확히 읽을 수 있도록 하여야 한다.
- (4) 오거로 지반을 선굴착하는 경우에는 굴착저항을 기록할 수 있는 자동기록장치(전류, 분당 오거 회전수(RPM) 등)를 장착하여 작동하여야 한다.

### 3.2.3 시공 준비

- (1) 말뚝의 시공에 앞서 설계서 및 시공계획서에 표시된 내용에 따라서 다음 사항의 준비 작업을 하여야 한다.
- ① 작업지반
 

가. 사용되는 말뚝박기 기계의 접지압에 충분히 견딜 수 있도록 미리 원지반을 정비해야 하며, 원지반이 연약하거나, 수상작업일 경우에는 안전성을 위한 특별한 대책이 강구 하여야 한다.
  - ② 말뚝 임시쌓기
 

가. 현장에서 말뚝을 임시로 쌓아 두는 경우에는 말뚝에 유해한 변형을 주지 않도록 하여야 하며, 원지반의 지지력이나 주변의 상황을 고려하여 쌓는 높이를 결정하여야 한다.
  - ③ 측량
 

가. 말뚝의 중심위치와 말뚝머리의 높이를 측정하기 위한 기준틀 설치는 현장상황에 의해 변위가 발생되지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.
  - ④ 기계 기구의 점검, 정비
 

가. 기계 기구 및 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급설명서에 따라서 점검·정비하여 기계가 그 기능을 충분히 발휘할 수 있게 한다.

### 3.2.4 말뚝 세우기

- (1) 말뚝은 설계도서 및 시공계획서에 따라 정확하고 안전하게 세워야 한다.
- ① 시공기계는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 견고한 지반위의 정확한 위치에 설치하여야 한다.
  - ② 말뚝을 정확하고도 안전하게 세우기 위해서는 정확한 기준틀을 설치하고 중심선 표시를 용이하게 하여야 하며, 말뚝을 세운 후 검측은 직교하는 2방향으로부터 하여야 한다.
  - ③ 말뚝의 연직도나 경사도는 1/50 이내로 하고, 말뚝박기 후 평면상의 위치가 설계도면의 위치로부터  $D/4$ (D는 말뚝의 바깥지름)와 100 mm 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.

### 3.2.5 현장 이음

- (1) 말뚝의 현장이음은 수동용접기 또는 반자동 용접기를 사용한 아크용접 이음을 원칙으로 하며, 볼트이음 등 기계식 이음은 공사감독자의 승인을 받아 적용할 수 있다.
- (2) 현장용접을 위해서는 지식과 경험이 있는 용접시공 관리기술자를 상주시켜야 하며, 용접 시공관리기술자는 양호한 용접이 이루어지도록 관리, 지도, 검사하여야 한다.
- (3) 이음부의 허용오차 등은 KS F 4602 기초용 강관 말뚝에 준하여야 하며 상·하 말뚝의 축선은 동일한 직선상에 위치하도록 조합시켜야 한다.
- (4) 용접 완료 후 설계서에 표시된 방법 각각에 대하여 지정된 개소에 대하여 다음과 같이 검사하여야 한다.
  - ① 강관말뚝연결 용접부위 25개소마다 1회 이상 비파괴검사를 KS B 0896의 각 용접부의 초음파 탐상 시험방법에 의해 중급기술자 이상의 자격을 갖춘 자가 시행한다.
  - ② PS콘크리트말뚝 연결 용접부위는 20개소마다 1회 이상 KS D 0213의 철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 자분 모양의 분류에 의해 중급기술자 이상의 자격을 갖춘 자가 시행한다.
  - ③ 강관말뚝과 PS콘크리트말뚝을 조합한 복합말뚝의 용접은 PS콘크리트 기준에 따른다.
- (5) 말뚝의 현장용접 이음 시 용접조건, 용접작업, 검사결과 등을 기록하여야 한다.

### 3.2.6 말뚝머리 정리

- (1) 말뚝박기가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝머리를 정리하여야 한다.
- (2) 말뚝머리 정리 시 말뚝본체를 손상시키지 않도록 하여야 한다.
- (3) 강관말뚝의 경우 절단하여 발생하는 스크랩(scrap)은 깨끗이 절단하여 지정장소에 운반 정리하여야 한다. 이 경우 말뚝 잔여길이가 5 m 이상일 경우에는 이를 가공하여 말뚝이음 시 재사용할 수 있다.

### 3.2.7 시공기록

- (1) 시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 하여야 한다.

## 3.3 타입말뚝

### 3.3.1 말뚝박기

- (1) 선 굴착이 필요한 경우에는 3.5.1에 준하여 시공하여야 한다.
- (2) 시공장비는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 정확한 위치와 견고한 지반 위에 설치하여야 한다.
- (3) 말뚝 인입 시, 리더와 와이어의 각도는 30° 이하로 유지하여야 하며, 인입 중 향타기를 선회하거나 말뚝을 매단 상태에서는 주행하지 않아야 한다.
- (4) 말뚝박기 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법과 시공기계, 주변상황

등을 종합적으로 고려하여 정하여야 한다.

- (5) 경사말뚝의 박기는 말뚝이 어그러지거나 말뚝 본체의 손상이 없도록 하여야 하고, 기계의 중심 이동으로 인한 문제 등에 대해 충분히 검토 후 수행하여야 한다.

### 3.3.2 말뚝박기 종료

- (1) 설계도상의 말뚝관입 깊이는 조사지점의 주상도에 의해 추정된 것으로 실제 말뚝박기에서는 차이가 있을 수 있으므로 시공자료 또는 시험시공말뚝 결과에서 확인된 자료에 따라 재산정하여야 한다.
- (2) 말뚝종류에 따른 제한 총 타격 횟수 및 박기 종료 시의 1타격 당 관입량은 말뚝과 해머의 손상이 없는 범위에서 설정되어야 한다.
- (3) 동적 공식에 의한 축방향 지지력 추정은 공식의 신뢰도를 확인한 후 시공관리용 목적으로만 사용하여야 한다.
- (4) 지지층에 기복이 있어 목표깊이까지 도달해도 정해진 지지력이 얻어지지 않거나 목표 깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우는 설계조건 및 시공조건을 면밀하게 검토하여 대처하여야 한다.

## 3.4 내부굴착말뚝

### 3.4.1 굴착 및 침설

- (1) 말뚝 중공 내부를 굴착하면서 말뚝을 침설할 때에는 토질성상의 변화나 말뚝의 침설 상황을 충분히 관찰하여 말뚝 선단부 및 말뚝 주면의 지반교란을 최소화하여야 하며 소정의 깊이까지 침설하여야 한다.

### 3.4.2 굴착토사의 처리

- (1) 굴착방법에 따라서는 이수를 사용하는 일이 있으므로 배출토사가 환경오염의 원인이 되지 않도록 조치를 하여야 하고, 폐기장소 등에 대해서도 사전에 검토하여 배출토사로 인한 문제가 발생되지 않도록 하여야 한다.

### 3.4.3 선단처리

- (1) 말뚝선단이 소정의 깊이에 도달하면 설계서에 표시된 방법으로 선단처리를 하여야 한다.

## 3.5 선굴착말뚝

### 3.5.1 굴착

- (1) 말뚝삽입용 굴착공의 지름은 말뚝지름보다 100 mm 이상 크게 하고, 연직이 되도록 하여야 하며, 굴착시 공벽의 붕괴 우려가 있거나 붕괴되는 토질에서는 케이싱을 사용한

다. 최종 굴착깊이는 소요지지력을 만족할 수 있도록 결정하되, 이 깊이는 시험시공말뚝 자료를 바탕으로 확인된 것이어야 한다.

### 3.5.2 굴착토사의 처리

- (1) 굴착 후 배토된 흙은 즉시 제거함으로써 공벽에 유입되는 것을 막고 다음 굴착 시 말뚝 위치를 명확히 확인 가능하도록 하며 최종 관입량 측정 시 장애가 되지 않도록 한다.
- (2) 굴착토사의 처리는 3.4.2에 따른다.

### 3.5.3 최종 경타

- (1) 굴착 후 구멍에 안착된 말뚝은 수준기로 수직상태를 확인한 다음 경타용 해머로 두부가 파손되지 않도록 박아서 가능한 한 말뚝선단이 천공깊이 또는 그 이상 도달되도록 한다.
- (2) 지하수 유속이 빠른 경우에는 시멘트풀의 배합을 부배합으로 하거나 급결제를 사용한다.
- (3) 말뚝선단이 소정의 깊이에 도달하면 설계서에 명시된 방법으로 확실하게 선단처리를 하여야 한다.
- (4) 최종 경타 시 발생하는 소음 및 진동은 생활환경 소음·진동 기준치를 만족하도록 관리하여야 한다.

### 3.6 현장품질관리

- (1) 공사 중 다음과 같은 경우 즉시 공사감독자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.
  - ① 소정의 깊이까지 타입(또는 매설)되지 않은 경우
  - ② 소정의 지지력을 얻을 수 없는 경우
  - ③ 시공 도중 경사 또는 파손이 예상되는 경우
- (2) 말뚝 종류에 따라 이음부 시험을 적절한 방법으로 실시하고, 그 결과를 제출하여 확인을 받은 후 후속공정을 추진하여야 한다.
- (3) 설계에 반영된 경우 또는 지층의 변화가 심하여 완성된 말뚝의 지지력을 확인할 필요가 있을 경우 설계도서 및 KCS 11 50 40에 따라 재하시험을 실시하여야 한다.

### 3.7 손상된 말뚝

- (1) 말뚝시공법이 말뚝의 균열, 파손 기타 변형을 일으킬 만큼 과도하고 불필요한 힘이 발휘되지 않도록 한다.
- (2) 말뚝의 위치조정을 위해 과도한 힘을 가한다고 공사감독자가 판단될 때는 즉시 중단하여야 한다.
- (3) 말뚝내부의 결함이나 부적당한 시공방법으로 인해 손상된 말뚝과 설계서에 표시된 위치를 이탈한 말뚝은 공사감독자의 승인을 얻은 후 아래와 같은 방법 등으로 조치하여야 한다.
  - ① 손상된 말뚝 옆에 보강말뚝을 설계위치에 인접하여 추가 설치한다.

② 말뚝중심선 외측으로 벗어난 만큼 기초를 확대시킨다.

### 3.8 도장

- (1) 지표면이나 수면 위로 노출되는 강재말뚝의 표면은 설계서에 명시된 방법으로 방식처리하여 부식을 방지해야 한다.
- (2) 방식처리를 위한 도장범위는 저수위나 지표면의 2m 아래쪽에서부터 노출되는 상부까지로 한다.



**집필위원**

성명	소속	성명	소속
강인규	(주)브니엘컨설턴트	백승철	안동대학교
김성렬	서울대학교	여규권	삼부토건(주)
김홍연	삼부토건(주)	이원제	(주)에스텍컨설팅그룹

**자문위원**

성명	소속	성명	소속
정상원	명성항타(주)	조천환	삼성물산

**국가건설기준센터 및 건설기준위원회**

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김대상	한국철도기술연구원
구재동	한국건설기술연구원	김동민	(주)한국종합기술
김기현	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
김나은	한국건설기술연구원	김운형	(주)다산컨설턴트
김태송	한국건설기술연구원	남문석	한국도로공사
김희석	한국건설기술연구원	박이근	(주)지오알앤디
류상훈	한국건설기술연구원	박종호	평화지오텍(주)
원훈일	한국건설기술연구원	오정호	한국교통대학교
이승환	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
이용수	한국건설기술연구원	정충기	서울대학교
주영경	한국건설기술연구원	최용규	경성대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	최창호	한국건설기술연구원
허원호	한국건설기술연구원	한상재	(주)지구환경전문가그룹

**중앙건설기술심의위원회**

성명	소속	성명	소속
권순철	sk 건설	이양규	대림대학교
김동규	한국수자원공사	이종섭	고려대학교
김사한	LH	이충원	행정안전부
박정권	LH		

**국토교통부**

성명	소속	성명	소속
유병수	기술혁신과	양성모	기술혁신과
백세영	기술혁신과		

(분야별 가나다순)

KCS 11 50 15 : 2021

## 기성말뚝

---

2021년 5월 12일 개정

소관부서 국토교통부 기술혁신과

관련단체 한국지반공학회  
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)  
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmf@hanmail.net  
<http://www.kgshome.org>

작성기관 한국지반공학회  
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)  
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmf@hanmail.net  
<http://www.kgshome.org>

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