

## 1. 일반사항

### 1.1 적용범위

이 시방서는 원심력 고강도 콘크리트말뚝과 강재말뚝 등의 기성말뚝재를 항타기의 타격력을 이용하여 수직방향으로 박는 일반타입(打入)말뚝공사에 대하여 규정한다.

### 1.2 적용기준

다음 기준은 이 시방서에 명시되어 있는 범위 내에서 이 시방서의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

#### 1.2.1 한국산업규격(KS)

KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상시험방법  
KS D 0213 철강재료의 자분 탐상시험방법 및 자분모양의 등급분류  
KS F 2445 축하중에 의한 말뚝 침하시험방법  
KS F 4306 프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝  
KS F 4602 강관말뚝  
KS F 4603 H형강말뚝  
KS F 7001 원심력 콘크리트 말뚝의 시공표준

#### 1.2.2 건설교통부 건축공사 표준시방서(1999)

08000 부칙5 철골정밀도 검사기준

### 1.3 설계변경

하부 지지지반이 급경사, 호박돌, 매립지 등 불규칙한 토층이어서 설계 및 시방서대로 시공할 수 없거나, 시향타 결과 말뚝의 길이, 재질, 직경, 시공방법 등을 변경할 필요가 있는 경우에는 지반조사 결과, 토질조건, 상부구조물 영향, 환경문제, 공사기간, 공사비 등을 검토하여 작성한 구조검토 결과와 도면, 사진 등 관계증빙서류가 포함된 설계변경 승인 요청서를 제출하여 승인을 받아 시공한다. 다만, 시향타 결과에 따라 감독자와 협의하여 현장에 반입할 말뚝의 길이만을 변경하는 경우와 시공 중인 말뚝의 관입길이가 설계와 다른 경우는 설계변경에 대한 사전 승인절차를 요하지 않는다.

### 1.4 제출물

다음 사항은 "10130 제출물"에 따라 제출한다.

#### 1.4.1 시공계획서

다음 사항이 포함되어야 한다.

##### 가. 말뚝시공계획

항타장비의 제원과 수량, 항타일정계획, 말뚝두부 손상방지계획, 두부정리계획, 항타에 대한 환경대책, 관련 전문기술자가 작성한 재하시험방법을 포함한다.

##### 나. 말뚝이음부 비파괴시험계획

말뚝잇기를 하는 경우에 한하며, 관련 전문기술자가 작성하여야 한다.

#### 1.4.2 자재 제품자료

##### 가. 말뚝의 종류별 제조업자의 제품자료

나. 자재 승인 또는 신고제품은 “30110 건축공사 일반사항 2.2”에 따른다.

#### 1.4.3 시공상세도면

##### 가. 말뚝배치도

동별 또는 토목구조물별로 전체말뚝에 대한 일련번호와 시항타 위치를 표시하여야 한다.

##### 나. 최종 관입량 산정근거

#### 1.4.4 시험보고서

##### 가. 공장시험보고서

자재 선정 전에 말뚝제조공장에서 감독자 입회하에 말뚝제작상태를 조사하며, 말뚝 2본을 선정하여 횡강도시험을 하고 그 결과를 제출한다.

##### 1) 콘크리트말뚝

자재선정전에 말뚝제조공장에서 감독자 입회하에 말뚝제작상태를 조사하며, 말뚝 2본을 선정하여 횡강도시험을 하고 그 결과를 제출한다.

##### 2) 강재말뚝(강관말뚝, H형강말뚝 등)

말뚝의 종류, 형상, 치수 및 재질과 모재의 재료분석, 강도시험에 대하여는 말뚝제조업자가 실시한 시험성적서로 가능하고 그 결과를 제출한다.

##### 나. 용접부 비파괴 검사결과

강재말뚝, 고강도 콘크리트 말뚝의 현장이음부분 용접부 비파괴 검사기록을 시험실시 후 2일 이내에 제출한다.

##### 다. 재하시험보고서

재하시험 실시 후 2일 이내에 제출한다.

#### 1.4.5 시항타보고서

시항타말뚝에 대해 다음사항이 포함된 시항타보고서를 작성하여 비치하고 해당 동의 시항타 완료 후 2일 이내에 그 사본을 1부 제출한다.

##### 가. 항타장비의 타격력

##### 나. 항타장비의 타격효율

##### 다. 말뚝의 두부 보호를 위한 쿠션재의 적합성

##### 라. 항타시 말뚝지지력 및 설계하중의 적합성

##### 마. 최종관입량 산정결과 및 관리기준

- 바. 말뚝관입깊이
- 사. 지반조건 확인
- 아. 시향타 사진

#### 1.4.6 향타기록부

시공한 말뚝(보완시공한 말뚝 포함)에 대해 동별 또는 토목구조물별로 아래 사항을 명기한 향타기록부를 "붙임 1. 양식 1"에 따라 작성하여 비치하고, 해당 말뚝공사 완료 후 2일 이내에 그 사본을 1부 제출한다.

- 가. 건물 동번호, 말뚝번호, 시공일, 향타기 제원, 최종 관입량 산정근거
- 나. 말뚝길이 및 직경
- 다. 기초지면에서 말뚝선단까지 측정한 말뚝실제관입길이
- 라. 1회 타격시 관입량, 평균관입량
- 마. 인접말뚝의 최종타격후 솟아오름량

### 1.5 용접공의 자격

- 가. 용접공은 "한국산업훈련관리공단"에서 발행한 용접관련 기능사 이상의 자격증을 취득하고, 자격 취득 후 1년 이상 해당 실무에 계속 종사한 자로서, 현장테스트를 거쳐 기능이 확인된 자이어야 한다.
- 나. 용접공의 자격 및 인적사항을 확인할 수 있는 증빙서류를 제출한다.

### 1.6 운반, 보관 및 취급

#### 1.6.1 콘크리트말뚝

- 가. 말뚝의 운반 및 취급은 KS F 7001에 따르되, 말뚝에 손상을 주지 않도록 한다.
- 나. 현장에 반입된 말뚝중에서 프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝은 KS F 4306에 의한 치수허용차를 벗어나거나 균열이 발생한 제품 등 공사에 부적합한 제품은 장외로 반출한다.
- 다. 말뚝의 저장장소는 가능한 한 말뚝박는 위치에 가깝고 배수가 양호하며 지반이 평탄, 견고한 곳을 택하여 종류별로 나누어 2단 이하로 적치한다.
- 라. 적재시 받침대의 위치는 말뚝길이 12m 이하인 경우 말뚝길이의 1/5지점 양쪽에 설치하고, 13m 이상인 경우에는 말뚝길이의 1/5지점 양쪽 및 중앙부에 설치하되, 2단으로 적재할 때는 반드시 동일 연직선상에 설치하며, 유동을 방지할 수 있도록 뺨기를 박는다.

#### 1.6.2 강재말뚝

- 가. 운반 또는 보관도중에 변형되거나 손상 되지 않아야 하며 특히 말뚝에 흠이 생기지 않아야 한다.
- 나. 말뚝은 지면에 닿지 않게 하고, 60일 이상 저장시 부식방지책을 강구하되, 특히 현장 용접을 하는 부분은 비, 바람을 맞지 않도록 한다.
- 다. 말뚝 반입시 자재 제작사의 품질보증서, 모양 및 치수의 허용차, 겉모양을 확인하고 재성능이 규격에 미달하면 즉시 교체하도록 한다.

## 1.7 용접 환경조건

- 가. 주위의 기온이 0℃ 이하일 경우에는 용접을 해서는 안되며, 부득이한 경우 모재부분의 접합부로부터 100mm 범위 내에서 36℃ 이상으로 예열시킨 후 용접을 실시한다.
- 나. 눈이나 비가 오거나 습도가 높은 경우 또는 초속 10m 이상의 바람이 부는 경우에는 용접을 할 수 없다. 부득이 할 경우, 눈, 비, 바람으로부터 완전히 차단하고 용접부를 충분히 건조시킨 후 용접할 수 있다.

## 2. 자 재

### 2.1 말 독

#### 2.1.1 콘크리트말독

- 가. 기성 콘크리트 파일(이하 “PHC-Pile”이라 칭 함)을 사용하는 파일 지정공사에 있어서 선단 확장형 파일(선단 확장부위가 D=550, 선단면적이 0.2376㎡인 파일을 사용)을 사용하면서 “ 천공 시멘트 페이스트 주입후 경타공법을 사용하는 파일기초로 한정한다.

- 나. 프리텐션 원심력 고강도 콘크리트 말독(PHC 말독)

- 1) KS F 4306에 적합한 것으로 한다.
- 2) 규 격

바깥지름(mm)	두께(mm)	말독길이(m)
350	65	4~15
400	75	4~15

- 다. 프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트 말독 (PHC 말독)

- 1) KS F 4306의 A종에 적합한 것으로 한다.
- 2) 규격

바깥지름(mm)	두께(mm)	말독길이(m)
350	60	5~15
400	65	5~15
450	70	5~15
500	80	5~15
600	90	5~15

#### 2.1.2 강재말독

- 가. 강관말독은 KS F 4602에 적합한 것으로 한다.
- 나. H형강말독은 KS F 4603에 적합한 것으로 한다.

## 2.2 향타장비

- 가. 향타장비는 향타시공 관입성 분석을 통해 말뚝을 손상없이 관입시키고 소요지지력을 얻을 수 있는 것으로 한다.
- 나. 선정된 향타장비는 본시공전에 동재하시험을 통한 시향타로 해머의 에너지 전달을 지지력확인 등을 거친 후 최종 결정되어야 한다. 파동이론해석을 통하여 선정된 향타장비가 시향타결과 소요지지력과 관입성을 만족시키지 못하는 등 장비의 성능이 떨어질 경우 즉시 교체하여야 한다.
- 다. 향타장비는 말뚝과 해머가 수직선상을 유지하도록 구비되어야 한다.
- 라. 콘크리트 말뚝향타장비

말뚝규격별 적정향타기의 용량은 다음 표를 참조하여 시행한다.

말뚝규격		유압 향타기	
		해머용량	시공표준낙하고
PHC	D400	50,70kN	700mm이상
	D450	50,70kN	700mm이상
	D500	70,100kN	700mm이상
	D600	100,130kN	700mm이상

\* 낙하고는 시향타 결과에 따라 조정 가능

- 마. 향타로 인해 말뚝 내 발생된 응력이 허용응력을 초과하지 않는 범위내에서 타격높이 700mm이상으로 함을 원칙으로 한다.

## 3. 시 공

### 3.1 일반조건

- 가. 시향타에 관련된 모든 작업은 감독자의 입회하에 진행하여야 한다.
- 나. 기초 콘크리트를 타설한 중에 인접하여 말뚝향타를 할 경우, 콘크리트가 7일 이상 양생된 후에 말뚝박기를 한다.
- 다. 이 시방서에 언급된 사항 외에는 KS F 7001에 따른다.

### 3.2 준 비

- 가. 말뚝의 시공에 앞서 지하매설물 및 지상의 장애물에 대한 상황을 조사하여 말뚝시공에 차질이 없도록 한다.
- 나. 말뚝기초공사에 앞서 터파기한 지면을 평탄하게 다지고 주위에는 폭 50cm, 깊이 50cm의 배수로를 만든다. 연약한 실트층이 깊게 분포된 지반으로 향타장비 진입이 어려운 경우는 두께 60cm의 혼합골재나 두께 80cm의 사질양질토로 치환하여 다진다. 비가 올 경우에는 배수작업을 하여 지표면의 다짐상태가 훼손되지 않도록 한다.
- 다. 말뚝 위치는 형값과 못 등으로 정확하게 표시하고 건물 또는 구조물의 배치상태와 말뚝위치, 바닥레벨을 점검한다.
- 라. 말뚝은 길이방향으로 10cm마다 눈금을 표시하고 숫자를 말뚝 선단에서부터 100cm 마

다 기입하여 말뚝길이를 식별할 수 있도록 한다.

마. 작업준비가 완료되면 작업준비 상태에 대해 감독자의 확인을 받은 후 항타작업을 시작한다.

### 3.3 세우기

가. 트랜시트나 자동항타검측기를 2개소에 세워 말뚝이 정확한 위치에 수직으로 박히도록 하여야 한다.

나. 세우기를 위한 매단점위치는 말뚝길이가 12m 이하인 경우, 상단에서 2m 지점, 13m 이상인 경우는 상단에서 말뚝길이의 1/4지점과 1/2지점의 2개소로 한다.

### 3.4 시항타

가. 본항타 착수 전에 지반조사보고서와 기초설계자료를 토대로 항타장비의 적합성 및 지반조건의 확인과 본항타용 말뚝길이, 최종관입량 확정 및 소요지내력 확인을 위하여 시항타를 실시한다. 시항타를 할 때는 PDA(Pile Driving Analyzer)를 사용한다.

나. 시험말뚝은 실제말뚝과 같은 무게와 단면을 가진 것으로 하며, 실제 말뚝박기에 적용될 타격에너지로 박는다. 이때 시항타말뚝의 길이는 본말뚝 길이보다 2~3m 긴 것을 사용한다.

다. 시항타는 건물 또는 구조물당 3본 이상, 간격이 15m 이내가 되도록 실시한다. 지반상태가 불규칙하여 설계심도와 상이할 경우는 전반적인 지반상태의 파악이 가능하도록 시항타 말뚝의 본수를 조절한다.

라. 시항타결과는 매번 사진 촬영하여 시공기록을 작성한다.

마. 시항타때 실시하는 동재하시험의 경우 초기 항타 동재하시험은 항타와 병행 또는 항타 종료 직후에 실시하여 항타기 효율, 말뚝건전도, 지지력, 말뚝본체에 작용하는 응력을 측정하여 해머의 타당성등 항타 관입성을 확인하며, 재항타동재하시험은 일정기간 경과 후 실시하여 지반의 시간경과 효과와 지지력을 확인한다.

바. 동재하 및 정재하시험 결과를 활용, 시공관리기준을 설정하여 본항타의 지침으로 삼는다.

사. 시항타 말뚝의 본말뚝으로의 계속사용 여부는 “3.10 재하시험”으로 판단한다.

### 3.5 본항타

가. 항타전에 항타 장비 이동, 항타 순서 등에 대해 검토해야 한다.

나. 말뚝머리가 손상되는 것을 방지하는 보호조치를 하여야 한다.

해머쿠션의 재질은 항타중 균일한 성능이 유지되는 내구성을 가진 재료로 제작되어야 하며 말뚝쿠션은 말뚝타입 시작 또는 종료 후 점검하여야 하며 파손 및 편타 우려시 즉시 교체한다.

나. 소정의 관입깊이와 관입속도로 정확한 위치에 수직으로 타입 한다.

라. 항타는 말뚝의 연직성을 확인하면서 서서히 타입하며, 과대한 타격응력이 발생되지 않도록 주의한다.

마. 항타시 인접한 말뚝의 솟아오름량을 확인하기 위하여 인접한 말뚝에 표식을 한 후 항

타하고, 솟아오름량을 향타기록부에 기록한다. 솟아오름량은 수준측량기 등의 측정장비를 이용하여 정밀하게 측정하되, 측정장비는 향타시 진동의 영향이 미치지 않는 위치에 거치하여야 한다. 또한 솟아오른 말뚝은 타격력을 증가시켜 원지점 이하까지 다시 박는다.

- 바. 향타 결과 관입깊이가 설계길이 및 인접말뚝 관입깊이에 비하여 현저히 차이가 발생하는 경우에는 인접위치에 확인 향타를 시행하여 관입깊이를 재확인 하여야 한다.
- 사. 말뚝은 기초설계와 시향타결과를 참조하여 안전지지력이 나올 수 있는 소요 최종관입량이 확보되는 길이까지 관입시키며, 그 이상 무리하게 박지 않는다.
- 아. 자동향타검측기를 사용하여 최종관입량을 관리할 때 관입량이 급격히 줄어들면서 멈춤 신호가 울릴 경우는 전석, 암반 등으로 인한 말뚝의 중파위험이 있으므로 즉시 향타 작업을 멈추고 충분한 기술적 검토를 거쳐 향타의 계속여부를 결정하여야 한다.
- 자. 기존시설, 구조물 또는 도로에 인접하여 말뚝 박기를 할 경우에는 인접구조물에 가까운 쪽에서부터 박아야 한다.

### 3.6 최종 관입량

가. 말뚝의 최종 관입량은 자립식의 측정대 또는 자동 향타 검측기 등을 사용하여 정밀하게 측정하여야 하며, 최종관입량의 산정은 특기가 없는 한 토질의 종류별로 아래의 기준타격횟수의 평균값으로 한다.

- 1) 일반 풍화토 지반 : 10회
- 2) 사질지반 : 15회
- 3) 점성토지반 : 20회

나. 향타 관리용 최종관입량은 시향타 및 재하시험을 통해 실제 지지력과 동적지지력공식에 의한 지지력을 검토하여 말뚝 재질 및 규격, 말뚝관입길이, 향타기의 타격능력 및 효율, 지반조건 등 현장 제조건에 맞도록 선정, 관리한다.

다. 말뚝의 향타 종료 판정은 말뚝기초설계자료, 지반조사보고서, 시향타 및 재하시험 결과에서 판단된 말뚝관입심도, 향타 종료시의 1회 타격당 관입량, 동적지지력공식에서 추정된 말뚝지지력 등을 종합적으로 검토한 후 판단하여 실시한다.

라. 말뚝재료에 따른 타격횟수 및 최종관입량은 아래표의 값에 적합하여야하나, 최종관입량은 시향타시 실시하는 말뚝재하시험으로부터 제시되어야 한다. 이때, 말뚝을 이음시공 할 경우의 타격횟수는 상부 및 하부말뚝의 타격횟수 합계로 한다.

구 분	PHC 말뚝	강재말뚝
총 타격횟수	3,000회 이내	3,000회 이내
최종 1m의 타격횟수	200회 이내	500회 이내
최종 관입량	5mm 이상	2mm 이상

### 3.7 말뚝잇기

프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트말뚝과 강관말뚝은 관입깊이가 15m를 초과하는 경우에 한하여 현장에서 말뚝을 이어 사용할 수 있다. 연결부는 용접이음으로 하며, 그 방법과 검사는 다음과 같이 한다.

### 3.7.1 현장 용접이음

#### 가. 프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트말뚝

- 1) 이음시공에 있어서 상 하말뚝의 축선은 동일 직선상에 있도록 해야 한다.
- 2) 이음부의 편심량은 이음부 전반에 대하여 2mm 이하가 되도록 하여야 한다.
- 3) 현장이음은 전둘레 아크용접으로 하며, 이음부는 "붙임 2. 그림 1"과 같이 설치한다.
- 4) 하부말뚝은 두부손상이 없는 상태에서 이음시공 한다.
- 5) 위에 언급되지 않은 사항은 KS F 7001에 따르며, 용접부 목두께의 치수는 7mm 이상으로 한다.

#### 나. 강재말뚝

- 1) 용접부 단면 상태는 단면부 요철이 2mm 이하이어야 한다.
- 2) 현장이음은 이음철구를 이용한 전둘레, 전두께 아크용접으로 하며, 이음부는 "붙임 2. 그림 2"와 같이 설치한다.
- 3) 하부말뚝은 두부손상이 없는 상태에서 이음시공 한다.
- 4) 가조임 도구 때문에 용접이 불가능한 부분은 남겨두고 긴 구간을 충분히 용접한 후, 가조임 도구를 제거한 다음 나머지 부분을 용접한다.
- 5) 덧살 붙임은 3mm 이하로 하고 지나친 덧살 붙임은 하지 아니한다.
- 6) 위에 언급되지 않은 사항은 KSF 4602 (강관말뚝) 및 KSF 4603 (H형강말뚝)에 따른다.

### 3.7.2 현장용접 이음부 검사

#### 가. 외관검사

- 1) 전체 이음부에 대하여 다음 사항을 검사하도록 한다.

구 분	검 사 내 용
용접부형상	비드표면요철, 비드폭, 용접치수, 보강살, 용접길이
용접결함	균열, 언더컷, 오버랩, 피트
마무리 정도	슬래그, Spatter의 제거, 그라인더 마감상태, 용접누락

- 2) 외관검사의 합격여부는 "건설교통부 건축공사 표준시방서 제8장 부칙5"에 명시된 "철골정밀도 검사기준"에 따른다.

#### 나. 비파괴 검사

- 1) 용접 이음부는 비파괴검사를 시행한다. 검사는 해당분야의 자격증을 소유한 건설기술관리법에 의한 중급 기술자 이상의 전문기술자가 행하며, 검사결과 합격여부를 포함한 시험기록은 해당분야 기술사의 확인을 받아 항타 기록부에 첨부하여 관리한다.
- 2) 고강도 콘크리트말뚝의 이음부 검사는 이음부위 20개소마다 1회 이상 KS D 0213에 따라 자분탐상 시험을 시행하며, 검사결과 합격판정 기준은 다음과 같다.

균열에 의한 자분모양인 경우	_____ 불합격
선상 및 원형상 결함자분 모양의 길이	_____ 4mm 이하 합격
분산 결함자분 모양의 길이	_____ 8mm 이하 합격



- 3) 강관말뚝의 이음부검사는 이음부위 10개소당 1회 이상 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험을 시행하며, 검사 결과 KS B 0896에 명시된 결함등급분류의 M검출레벨 3급 이상의 등급(18mm 이하)이어야 한다.

다. 샘플용 절편시험

강재말뚝은 시항타 후 동당 또는 토목구조물별로 1개소 이상 샘플용 절편시험을 의뢰하여, 강도를 확인한 후 시공한다. 현장용접부위의 강도는 말뚝의 모체강도 이상이어야 한다.

### 3.7.3 용접보수 및 재검사

가. 외관검사 및 비파괴검사 결과 불합격 판정을 받은 용접 결함부는 감독자에게 통보하여 그 보수 방법에 대하여 승인을 얻어야 한다.

나. 승인을 받은 보수방법에 따라 보수를 실시하도록 하고, 재검사를 하여 합격판정기준에 따라 조치한다.

다. 용접결함이 많이 발생한 경우에는 보수 전에 결함 발생 원인을 규명하여 재발 방지대책을 세우도록 한다.

## 3.8 말뚝박기 허용오차 및 보강

말뚝의 시공 상태가 잘못된 경우 다음과 같이 보강조치를 해야 하며, 이에 따른 비용은 수급인의 부담으로 한다.

가. 설계위치에서 벗어난 경우

설계위치에서 벗어난 거리가 150mm를 초과한 경우에는 구조검토를 하여 추가 항타 및 기초를 보강하고, 독립기초, 줄기초, 매트기초의 외곽말뚝이 외측으로 75 ~ 150mm 벗어난 경우에는 말뚝중심선에서 벗어난 만큼 기초를 확대하고 철근을 1.5배 보강하여 배근하며, 내측으로 벗어난 경우에는 철근만 1.5배 보강하여 배근한다. 이때 철근보강은 "붙임 2. 그림 7"과 같은 방법으로 한다.

나. 수직으로 시공되지 않은 경우

항타 완료 후 각도가 등으로 계측하여 수직에 대한 기울기가 말뚝길이의 1/50 이상일 경우에는 보강말뚝을 시공한다.

다. 항타 중 말뚝이 중파될 경우

항타 완료 후 거울로 비춰보거나 다림추 등으로 중파여부를 확인하여 중파시 보강말뚝을 설계위치에 인접하여 추가 항타하고 말뚝중심선 외측으로 벗어난 만큼 기초를 확대하고 철근을 1.5배 보강하여 배근하며, 내측으로 벗어난 경우에는 철근만 1.5배 보강하여 배근한다. 이때 철근보강은 "붙임 2. 그림 7"과 같은 방법으로 한다.

## 3.9 두부정리

### 3.9.1 콘크리트말뚝

가. 건축공사

말뚝머리 절단은 말뚝에 유해한 충격 및 손상을 주지않는 장비를 사용하여 시공하고, 세로 균열이 생기지 않도록 한다. 말뚝두부와 기초의 연결은 "붙임 2. 그림 3"과 같이 한다.

나. 토목공사

- 1) 말뚝이 콘크리트에 접하는 부분은 진흙, 먼지, 기름기 등을 미리 제거해야 한다.
- 2) 말뚝머리 절단은 말뚝에 유해한 충격 및 손상을 주지않는 장비를 사용하여 시공 세로 균열이 생기지 않도록 한다.
- 3) 말뚝에서 항두 절단시 유효 프리스트레스가 감소되는 구간은 말뚝에 사용되는 강재직경의 50배까지로 보고, 이 구간에 대해서는 도면에 의거, 별도 보강을 하거나 그 이상을 기초에 매립하여야 한다.
- 4) 말뚝과 확대기초와의 결합은 설계도서에 특별히 명시되어 있지 않는 한 말뚝머리를 확대기초에 강결시키는 것을 원칙으로 한다.
- 5) 말뚝머리 보강시 별도설계에 의하지 않을 경우 "붙임 2. 그림 4"와 같이 한다.

3.9.2 강재말뚝

가. 건축공사

말뚝머리를 말뚝몸체에 손상을 주지 않도록 절단하고 말뚝두부와 기초를 "붙임 2. 그림 5"와 같이 연결한다.

나. 토목공사

- 1) 강관말뚝의 박기를 완료한 후에는 감독관의 입회하에 소정의 높이로 평활하게 절단하여야 한다.
- 2) 강관말뚝의 중공(中空)부분에는 자갈이나 빈배합의 콘크리트로 채운다.
- 3) 강관말뚝과 기초와의 결합은 별도 설계도면에 의하지 않을 경우 "붙임 2. 그림 6"과 같이 한다.

3.10 재하시험

가. 건축공사의 말뚝기초는 다음 시험방법으로 말뚝재하시험을 실시하여 말뚝의 지지력을 확인한다.

나. 수급인은 말뚝재하시험의 원활한 시행을 위하여 항타 장비, 철근 등을 제공하여야 한다.

다. 수급인은 말뚝재하시험을 위한 말뚝의 항두 절단시 강선에 손상이 가지 않도록 유의하여야 하며, 강선손상으로 인한 시험 중단시 이로 인한 시험비용 등은 수급인 책임으로 한다.

라. 말뚝재하시험을 “11300 품질관리” “1.3.1 품질시험기준” “아”에 의한 건설기술용역으로 시행할 경우 말뚝재하시험 특별시방서에 따른다.

3.10.1 시험종류 및 횟수

가. 아파트, 주차장

KS F 2445에 따라 시항타 말뚝에 동당 초기항타 동재하시험 2회, 재항타동재하시험 2회, 2개동당 정재하시험 1회 실시하며, 본 항타 말뚝에 동당 재항타동재하시험 1회 시행한다. 다만, 호박돌이나 전석층이 분포하는 지반에서는 본항타 말뚝의 경우 필요시 전문가의 자문을 거쳐 재항타시험을 시행하고 필요시 정재하시험을 추가로 시행한다.

나. 상가, 복지관 등

KS F 2445에 따라 시향타 말뚝에 동당 초기향타 동재하시험 1회, 재향타동재하시험 1회 시행한다.

다. 아파트는 1개동 기준으로 하고, 나머지 건물들은 매동 기준으로 하되 250본 초과 시는 250본을 한 개동으로 간주하여 시행한다.

라. 통합주차장인 경우 인접 1개스팬 보강구간을 아파트 1개동으로 간주하여 시행한다.

### 3.10.2 시험시행

가. 동재하시험은 당해 동에서 제일 불리한 조건의 말뚝에 시행한다.

나. 시향타 말뚝의 정재하시험은 동재하시험결과 지지력이 작은 말뚝에 시행한다.

본향타 말뚝의 동재하시험 및 정재하시험은 감독자 또는 감리자가 이미 향타된 말뚝 중에서 임의로 지정하여 시행한다.

다. 시향타 말뚝의 동재하시험(초기향타 및 재향타)과 정재하시험은 동일말뚝에 시행한다.

양식 1.

( )동 향타 기록부

항타장비(낙하고 및 램중량) :

[illegible]

## 붙임 2.

그림 1. 콘크리트말뚝 이음부

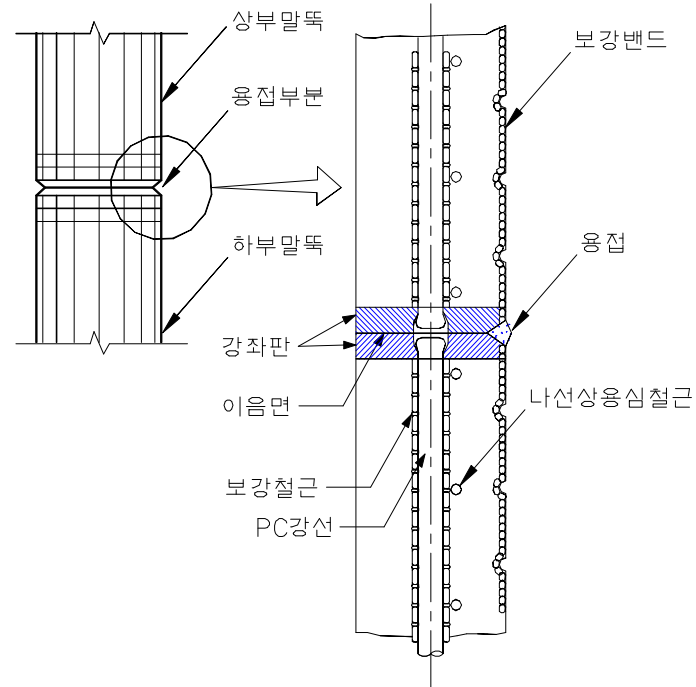
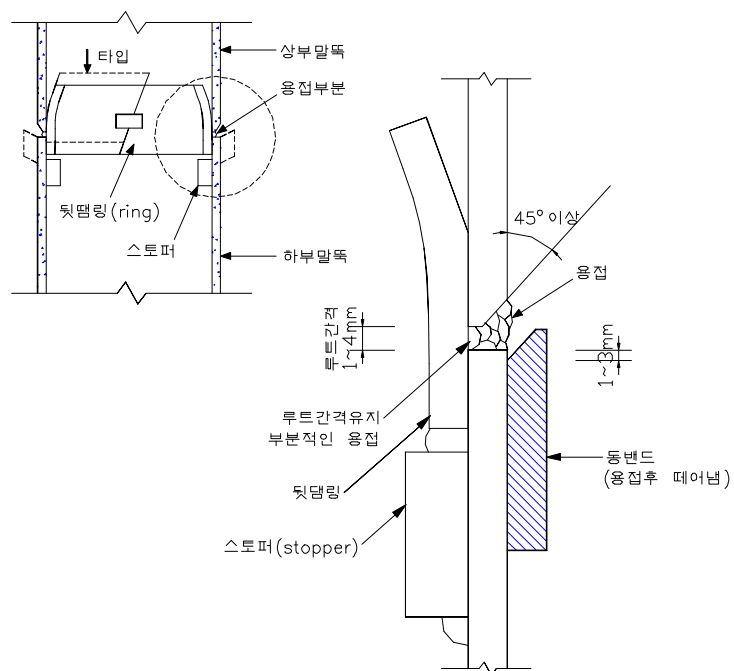


그림 2. 강재말뚝 이음부  
(강재말뚝, H형강말뚝)



평택서재지구 공동주택 건설공사



30530 말뚝기초

PHC -PILE 두부보강상세도  
S=NONE

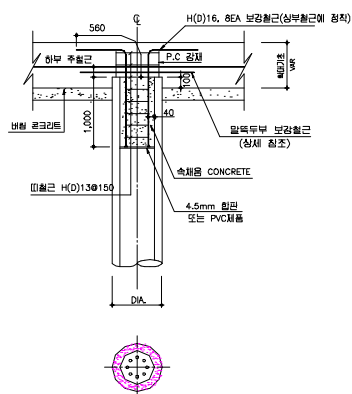
Side view details:  
 - Top reinforcement: H(D)16, 8EA 보강철근(상부철근에 정착)  
 - P.C 강재 (P.C Reinforcement)  
 - 말뚝두부 보강철근 (상세 참조) (Pile head reinforcement (see details))  
 - 축방향 CONCRETE (Axial CONCRETE)  
 - 4.5mm 합판 또는 PVC배튼 (4.5mm Ply or PVC Batten)  
 - Dimensions: 560, 1,000, 40, 400, 100, 150, DIA.

Top view details:  
 - 말뚝두부 보강철근 상세도 (Pile head reinforcement detail)  
 - Dimensions: 1,000, 150, DIA.

PHC -PILE 말뚝두부 보강상세도  
S=NONE

Plan view details:  
 - H(D)13 C.T.C 100  
 - L = 800, 7EA  
 - H(D)13 C.T.C 100  
 - L = 800, 7EA

S=NONE



S=NONE

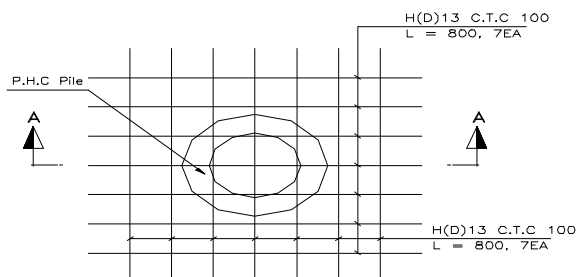


그림 5. 건축공사 강재말뚝의 두부정리 및 기초연결(강재말뚝, H형강말뚝)

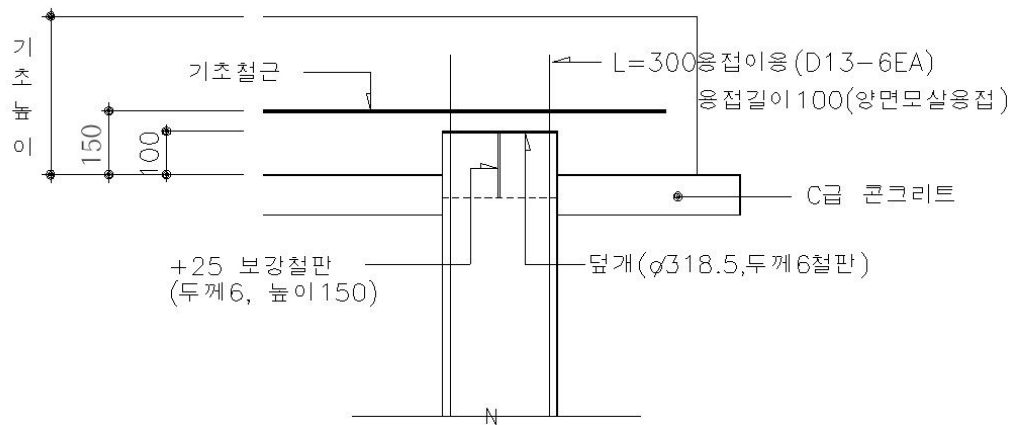
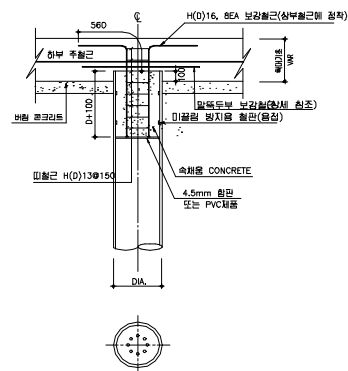


그림 6. 토목공사 강관말뚝의 두부보강

#### 강관말뚝 두부보강상세도

S=NONE



#### 말뚝두부 보강철근 상세도

S=NONE

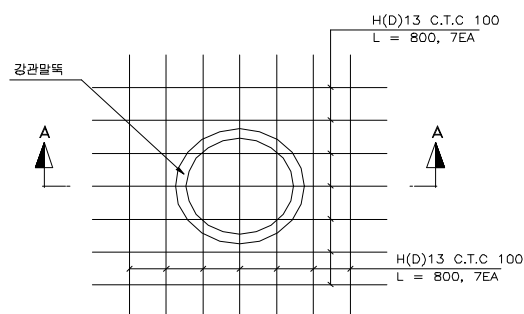
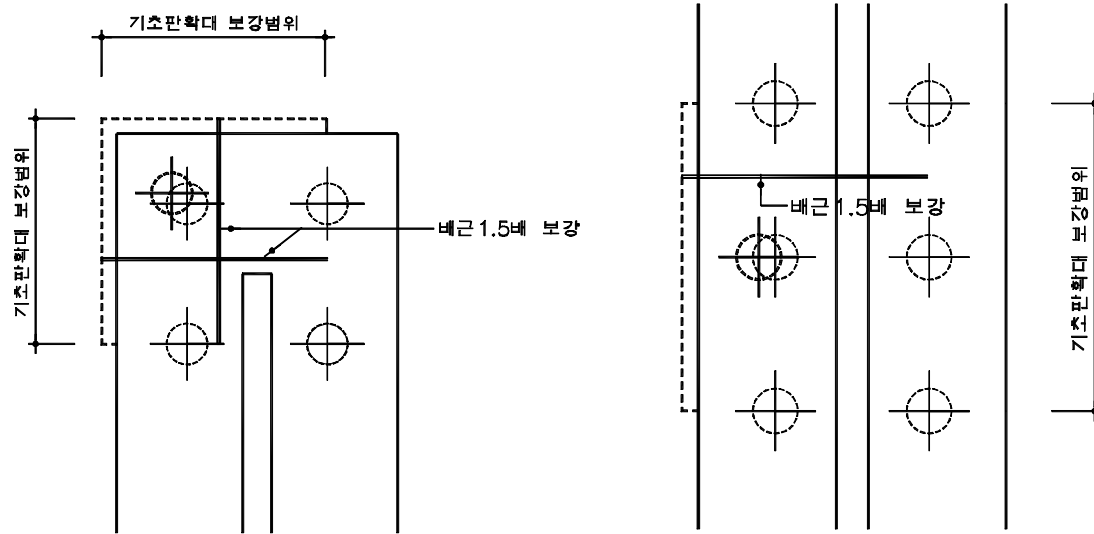


그림 7. 말뚝박기 철근보강 배근 “예”





## 1. 일반사항

### 1.1 적용범위

이 시방서는 지반을 천공한 후 기성말뚝을 타입하는 선굴착 말뚝기초공법에 대하여 규정하며, 천공 및 말뚝타입방법에 따라 천공 후 직항타 공법, 천공·시멘트 페이스트 주입 후 최종 항타 공법 및 천공·시멘트 페이스트 주입 후 경타 공법으로 분류하여 적용한다.

### 1.2 관련시방

이 공사와 관련이 있는 사항 중 이 시방서에서 언급된 것 이외의 사항은 다음 시방서의 해당 사항에 따른다.

20210 콘크리트

30530 말뚝기초

### 1.3 적용기준

다음 기준은 이 시방서에 명시되어 있는 범위 내에서 이 시방서의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

#### 1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 2445 축하중에 의한 말뚝 침하시험방법

KS L 5201 포틀랜드 시멘트

### 1.4 제출물

다음 사항은 "10130 제출물"에 따라 제출한다.

#### 1.4.1 시공계획서

다음 사항이 포함되어야 한다.

가. 말뚝시공계획

말뚝 시공 장비의 제원과 수량, 항타 일정계획, 시험시공계획, 두부정리계획, 관련 전문 기술자가 작성한 재하시험방법을 포함한다.

나. 말뚝이음부 비파괴시험계획

말뚝 잇기를 하는 경우에 한하며, 관련 전문기술자가 작성하여야 한다.

다. 동절기 말뚝(S.I.P.)공사 시공계획

동절기 말뚝(S.I.P.)공사시 가열보온양생방법, 지표면 동해방지 등에 대한 시공계획서를 제출 감독 승인을 득하여야 한다.

#### 1.4.2 자재 제품자료

가. 다음 품목에 대한 제조업자의 제품자료

- 1) 기성말뚝
- 2) 시멘트

나. 자재 승인 또는 신고제품은 “30110 건축공사 일반사항 2.2”에 따른다.

#### 1.4.3 시공상세도면

가. 말뚝배치도

동별 또는 토목구조물별로 전체말뚝에 대한 일련번호와 시험말뚝과 재하시험 위치를 표시하여야 한다.

#### 1.4.4 시험보고서

가. 공장시험보고서

말뚝제조공장에서 감독자 임회하에 말뚝제작 상태를 조사하며, 말뚝 2본을 선정하여 휨강도시험을 하고 그 결과를 제출한다.

나. 용접부 비파괴검사결과

강관말뚝, 고강도 콘크리트 말뚝의 현장이음부분 용접부 비파괴 검사기록을 시험 실시 후 2일 이내에 제출한다.

다. 재하시험보고서

재하시험 실시 후 2일 이내에 제출한다.

#### 1.4.5 시험시공 결과보고서

시험시공말뚝에 대하여 해당 동의 시험시공 완료 후 2일 이내에 시공과정 및 결과에 대한 사진을 첨부하여 향타 기록부 양식에 작성한 시험시공 결과보고서를 제출한다.

#### 1.4.6 향타 기록부

시공한 말뚝에 대해 동별 또는 토목 구조물별로 공법에 따라 아래에 명시된 양식의 향타 기록부를 작성하여 비치하고, 해당 말뚝공사 완료 후 2일 이내에 그 사본을 1부 제출한다.

- 1) 천공 후 직향타 공법 : "붙임. 양식 1"
- 2) 천공·시멘트 페이스트 주입 후 향타 공법 : "붙임. 양식 2"
- 3) 천공·시멘트 페이스트 주입 후 경타 공법 : "붙임. 양식 3"

### 1.5 용접공의 자격

용접공의 자격은 "30530 말뚝기초"에 따른다.

### 1.6 운반, 보관 및 취급

#### 1.6.1 콘크리트말뚝

콘크리트말뚝의 운반, 보관 및 취급은 "30530 말뚝기초"에 따른다.

#### 1.6.2 강관말뚝

강관말뚝의 운반, 보관 및 취급은 "30530 말뚝기초"에 따른다.

#### 1.6.3 시멘트

시멘트의 운반, 보관 및 취급은 "20210 콘크리트"에 따른다.

### 1.7 환경조건

#### 1.7.1 용접 환경조건

용접 환경조건은 "30530 말뚝기초"에 따른다.

#### 1.7.2 시멘트 페이스트 주입환경

일 평균기온이 4℃ 이하가 예상될 경우, 주입하는 시멘트 페이스트는 부어넣을때의 온도가 10℃ 이상 20℃ 미만이 되도록 하고, 양생중에 중에 동해를 입지 않도록 해야 한다.

## 2. 자 재

### 2.1 말 뚝

#### 2.1.1 콘크리트말뚝

프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트말뚝(PHC말뚝)은 “30530 말뚝기초”에 따른다.

#### 2.1.2 강관말뚝

강관말뚝은 "30530 말뚝기초"에 따른다.

### 2.2 시멘트 페이스트

#### 2.2.1 재 료

가. 시멘트

KS L 5201의 보통 포틀랜드 시멘트에 적합한 것으로 한다.

나. 물

물은 청정하고 유해함유량의 염분, 철분, 이온 및 유기물 등이 포함되지 않은 것이어야 한다.

다. 배합

특기가 없는 경우 시멘트와 물은 물시멘트비 83%로 배합한다. 표준배합비는 1㎥당 시멘트 880kg, 물 730ℓ의 비율로 한다.

## 2.3 장 비

### 2.3.1 천공장비

- 가. 말뚝 지지층까지의 토층구성이 실트층, 점토층, 풍화토층으로 되어 있고 지지선단 부층이 풍화암인 경우 일반오거를 사용한다.
- 나. 지지층 선단부가 연암 등의 암반일 경우로서 일반오거로 굴착이 불가능한 경우 T<sub>4</sub> 등의 특수 굴착장비를 사용한다.
- 다. 천공 및 천공 후 장비를 인발할 때 공벽이 붕괴될 우려가 있는 경우, 케이싱 부착 천공기를 사용한다.
- 라. 천공장비의 선정은 해당지구의 토층구성, 말뚝규격, 장비의 제원 및 성능을 고려하여 감독자와 사전협의 후 결정하되, 선정된 장비의 성능이 떨어질 경우 즉시 교체하여야 한다.

### 2.3.2 드롭해머(drop hammer)

- 가. 드롭해머의 성능은 “30530 말뚝기초”에 따르며, 말뚝 규격별 적정 용량은 다음 표를 참조하여 시행한다.

말뚝규격		드롭 해머	
		해머용량	시공표준낙하고
PHC	D400	30kN 이상	1.5m 이상
	D450	30kN 이상	1.5m 이상
	D500	30kN 이상	1.5m 이상
	D600	40kN 이상	1.5m 이상

\*낙하고는 시험타 결과에 따라 조정 가능

- 나. 향타로 인해 말뚝 내 발생된 응력이 허용응력을 초과하지 않는 범위내에서 타격높이 1.5m 이상으로 함을 원칙으로 한다.

### 2.3.3 시멘트 페이스트 공급 장치

- 배합재료가 자동 계량되는 구조 이어야 한다.

## 3. 시 공

### 3.1 준 비

- 가. 말뚝의 시공에 앞서 지하매설물 및 지상의 장애물에 대한 상황을 조사하여 말뚝 시공에 차질이 없도록 한다.
- 나. 지면은 평탄하게 다지고 배수에 지장이 없도록 한다.
- 다. 말뚝 위치는 형값과 못 등으로 정확하게 표시하고 건물 또는 구조물의 배치상태와 말뚝위치, 바닥레벨을 점검한다.
- 라. 천공장비는 10cm마다 눈금을 표시하고 매 100cm마다 숫자를 표시하여 천공 깊이를 용이하게 식별할 수 있도록 한다.
- 마. 말뚝은 수평선으로 10cm마다 눈금을 표시하고 숫자를 말뚝선단에서부터 100cm마다 기입하여 말뚝길이를 식별할 수 있도록 한다.
- 바. 작업준비가 완료되면 작업준비상태에 대해 감독자의 확인을 받은 후 항타 작업을 시작한다.

### 3.2 시험시공

- 가. 동당 3본 이상 본 공사와 동일한 조건에서 감독자 입회하에 시험시공을 하며, 지반상태가 불규칙하여 설계심도와 상이할 경우는 전반적인 지반상태의 파악이 가능하도록 시험시공 말뚝본수를 추가할 수 있다.
- 나. 기초시공 자료의 설계심도까지 일정한 속도로 천공하면서 RPM치와 전류치(A)의 변화를 관찰하여 기록을 유지하고, 오거선단의 토사를 지반조사시료 또는 지반조사 시료 사진과 대조하여 지지층을 확인한다.
- 다. 시험시공결과 말뚝의 길이, 직경, 시공방법의 변경이 필요한 경우에는 지반조사결과와 토질조건 등의 제반사항을 충분히 검토한 후 설계자 및 감독자와 협의하여 변경여부를 결정한다.
- 라. 천공·시멘트 주입후 경타공법은 예상 천공선 깊이로 천공후 말뚝 선단은 천공선에서 말뚝선단 거리가 2D 이내로 관리하며, 민원발생이 없는 한도에서 천공선까지 경타하면서 동재하시험을 실시한다. 다만, 천공선까지 말뚝관입 불능으로 인한 지지력 부족 및 경타횟수 과다시 설계부서와 협의하여 천공선 조정, 케이싱 추가 등의 검토를 한다.

### 3.3 말뚝시공

#### 3.3.1 천공 후 직항타공법

##### 가. 천공

- 1) 지반조건상 지층 중간에 자갈층, 매립층 등의 조밀층이 있고 그 하부에 상당한 깊이로 연약층이 분포한 토질로서 직항타로 중간 조밀층 관입이 불가능한 경우에 적용한다.
- 2) 천공은 수직이 되도록 하여야 하며, 천공시 공벽의 붕괴우려가 있거나 붕괴되는 토질에서는 케이싱을 삽입하여 사용한다.
- 3) 천공직경은 말뚝직경과 동일한 크기로 한다.
- 4) 천공심도는 말뚝관입 깊이의 2/3 미만으로 한다.
- 5) 천공시 발생하는 배출토는 소형 로다 등의 장비로 제거하고 항타시 말뚝의 관입량 측정에 지장이 없도록 하여야 하며, 배출토가 천공 공내에 유입되지 않도록 주의 시공 하여야 한다. 또한 배출토를 기초저면의 성토용으로 유용할 경우 배출토 포

설 후 탬퍼 등의 장비로 다져야 한다.

나. 말뚝삽입

말뚝은 Wire Rope 2점 지지방식으로 세우되, 세우기를 할 때 1m 정도 먼저 삽입하여 수직상태를 확인한 후 서서히 낙하 시킨다. 말뚝의 낙하시 천공면 토층에 충격이 가해지지 않도록 서서히 관입시켜 slime 발생이 최소화되도록 하여야 한다.

다. 향타

천공 후의 말뚝 향타는 "30530 말뚝기초"에 따르되, 말뚝선단은 지지층에 말뚝직경의 3배 이상 관입되도록 한다. 다만, 말뚝직경의 3배 이상 관입이 불가능할 경우에는 감독자와 협의하여 공법을 변경한다.

### 3.3.2 천공·시멘트 페이스트 주입 후 최종 향타 공법

가. 천공

- 1) 천공은 수직이 되도록 하여야 하며, 천공시 공벽의 붕괴 우려가 있거나 붕괴되는 토질에서는 케이싱을 삽입하여 사용한다.
- 2) 천공위치 및 천공순서는 말뚝간격 등을 고려하여 천공 상호간에 영향이 없도록 한다.
- 3) 천공직경은 말뚝 직경보다 10cm 크게 하며, 천공 깊이는 설계천공 깊이로 한다.
- 4) 천공시 발생하는 배출토는 소형 로다 등의 장비로 제거하고 향타시 말뚝의 관입량 측정에 지장이 없도록 하여야 한다. 또한 배출토를 기초저면의 성토용으로 유용할 경우 배출토 포설 후 탬퍼 등의 장비로 다져야 한다.

나. 선단부 교반

- 1) 천공이 완료되면 굴진심도를 측정한 후 시멘트 페이스트를 주입하면서 천공 하단 부로부터 말뚝직경의 3배 이상 높이까지 오거를 상하 왕복하여 시멘트 페이스트와 하부잔토가 충분히 교반되도록 한 다음 시멘트 페이스트를 주입하면서 오거를 인발한다.
- 2) T<sub>4</sub> 등 장비특성상 천공 후 로드를 인발하면서 시멘트 페이스트 주입을 할 수 없는 경우 교반절차 없이 로드 인발 후 시멘트 페이스트를 주입한다.

다. 말뚝삽입 및 교반

말뚝은 Wire Rope 2점 지지방식으로 세우되, 세우기를 할 때 1m 정도 먼저 삽입하여 수직상태를 확인한 후 서서히 낙하시킨다. 말뚝의 낙하시 천공면 토층에 충격이 가해지지 않도록 서서히 관입시켜 slime 발생이 최소화 되도록 하여야 한다.

라. 향타

- 1) 안착된 말뚝은 수준기로 수직상태를 확인한 다음 향타하여 말뚝선단이 지지층에서 말뚝직경의 3배 이상 관입되도록 한다. 다만, 말뚝직경의 3배 이상 관입이 불가능할 경우에는 감독자와 협의하여 공법을 변경한다.
- 2) 향타시에는 두부가 파손되지 않도록 한다.
- 3) 말뚝시공을 완료한 후 24시간이 경과한 다음 시멘트 페이스트 충전상태를 확인해야 하며, 부족할 경우 밀실하게 재충전한다.

### 3.3.3 천공·시멘트 페이스트 주입 후 경타방법

가. 천공

- 1) 천공은 수직이 되도록 하여야 하며, 천공시 공벽의 붕괴 우려가 있거나 붕괴되는 토질에서는 케이싱을 삽입하여 사용한다.

- 2) 천공위치 및 천공순서는 말뚝간격 등을 고려하여 천공 상호간에 영향이 없도록 한다.
- 3) 천공직경은 말뚝직경보다 10㎝ 크게 한다.
- 4) 천공깊이는 지지층에 말뚝직경의 3배 이상 관입된 깊이로 한다. 지지층은 시험시공자료를 바탕으로 확인하고 기초공사자료의 지지층과 오차여부를 확인해야 한다.
- 5) 천공시 발생하는 배출토는 소형 로다 등의 장비로 제거하고 항타시 말뚝의 관입량 측정에 지장이 없도록 하여야 하며, 배출토가 천공 공내에 유입되지 않도록 주의 시공 하여야 한다. 또한 배출토를 기초저면의 성토용으로 유용할 경우 배출토 포설 후 탬퍼 등의 장비로 다져야 한다.

나. 선단부 교반

- 1) 천공이 완료되면 굴진심도를 측정한 후 시멘트 페이스트를 주입하면서 천공 하단부로 부터 말뚝직경의 3배 이상 높이까지 오거를 2~3회 상하 왕복하여 시멘트 페이스트와 하부잔토를 1차 교반시킨 다음 시멘트 페이스트를 주입하면서 오거를 인발한다.
- 2) T<sub>4</sub> 등 장비특성상 천공 후 로드를 인발하면서 시멘트 페이스트 주입을 할 수 없는 경우 교반절차 없이 로드 인발 후 시멘트 페이스트를 주입한다.

다. 말뚝삽입 및 교반

- 1) 말뚝은 Wire Rope 2점 지지방식으로 세우되 세우기를 할 때 1m 정도 먼저 삽입하여 수직상태를 확인한 후 서서히 낙하시킨다.
- 2) 자유낙하 시킨 말뚝을 1~2m정도 들어올린 다음 다시 2~3회 정도 자유낙하 시켜 공의 하부에 쌓인 흙과 시멘트 페이스트를 2차 교반시킨다.
- 3) 오거로 시멘트 페이스트 주입시 로드를 천공선 바닥면에서부터 서서히 주입하면서 로드 회전을 통해 슬라임이 시멘트 페이스트와 충분히 교반되도록 하고, T<sub>4</sub> 등 장비특성상 시멘트 페이스트를 외부에서 주입시 주입전 내부 슬라임을 최소화 시키고 주입구를 천공선 바닥면까지 삽입하여 바닥면 슬라임이 시멘트 페이스트와 충분히 교반되도록 한다.

라. 경타

- 1) 안착된 말뚝은 수준기로 수직상태를 확인한 다음 오거에 부착된 드롭해머로 경타하여 말뚝선단이 천공깊이 하단에서 2D 이내로 도달되도록 한다. 천공깊이와 말뚝 선단부의 고저차가 허용범위를 초과할 경우는 말뚝을 인발한 후 재굴진하여 허용 범위 내에 시공되도록 한다.
- 2) 경타시에는 두부가 파손되지 않도록 한다.
- 3) 말뚝시공을 완료한 후 24시간이 경과 할 때 까지 시멘트페이스트의 충전상태를 확인하여야 하며, 부족할 경우 3~4시간 간격으로 밀실하게 재충전하여야 한다. 다만, 지반조건이 사질토나 자갈층, 지하수위가 높거나 지하수 흐름 등으로 시멘트페이스트의 유실로 재충전이 곤란한 경우 시험시공을 통하여 시멘트페이스트의 배합비 변경이나 급결제사용 등의 방법을 적용할 수 있다.

### 3.4 말뚝잇기

기성말뚝을 이어 사용할 필요가 있는 경우 "30530 말뚝기초"에 따른다.

### 3.5 시공 허용오차 및 보강

말뚝시공 허용오차 및 보강은 "30530 말뚝기초"에 명시된 "말뚝박기 허용오차 및 보강"에 따른다.

### 3.6 두부정리

말뚝을 시공한 후 7일 이상 경과한 뒤에 "30530 말뚝기초"에 명시된 "두부정리"에 따라 말뚝 두부정리를 한다. 다만, 천공 후 직항타 공법은 7일 이상 경과를 요하지 않는다.

### 3.7 재하시험

재하시험은 "30530 말뚝기초"에 명시된 "3.10 재하시험"에 따른다.

### 3.8 동절기 말뚝공사 보양, 양생계획

- 가. 시멘트페이스트를 사용하는 파일동절기공사 시행시 천막지+부직포(5mm이상)를 1겹 이상 설치하고 열원을 설치하여 24시간 이상 가열보온양생하여 시멘트페이스트가 얼지 않도록 관리하여야 한다.
- 나. 동절기 말뚝공사 시공전 파일 및 지표면이 얼지 않도록 부직포 등으로 보양 하여야 한다.
- 다. 동절기 말뚝(S.I.P.)공사 가열보온양생기간은 골조공사 동절기 가열보온양생기간을 따른다.





( )동 향타 기록부

말뚝규격 및 재질 :

항타장비(장비, 낙하고 및 램중량) :

전류치(시험시공시) :

최종관입량 :

[illegible]

감 독

양식 3.

( )동 항타 기록부

시공일시 :

말뚝규격 및 재질 :

Cement Paste 배합비(W/C비) :

항타장비(장비, 낙하고 및 램중량) :

천공 장비 및 용량 :

전류치(시험시공시)(지지층/천공선) :

[illegible]

현장대리인		감 독	
-------	--	-----	--