

LHCS 11 50 15 05 : 2020

기성말뚝기초 (타입공법)

2020년 12월 9일 제정
<http://www.kosc.re.kr>



LH 전문시방서 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

「LH 전문시방서(LHCS ; LH Construction Specification)」는 국가건설기준(KCS ; Korea Construction Specification)을 기본으로 작성한 종합적인 시방기준으로서, 단위공사 설계 시 해당 공사의 특성과 여건 등에 맞게 공사시방서를 작성하는데 활용하기 위한 전문시방서이므로 관계법상 구속력과 계약도서로서의 효력이 없습니다.

이 시방기준 발간 시점에 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있으며, 이 시방 기준으로 공사시방서 작성 시 반드시 최신 시방기준 등을 확인 후 작성하시기 바랍니다.

전문시방서 제·개정 연혁

- 이 시방기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 LH 전문시방서와 국가건설기준(표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 LH 전문시방서를 중심으로 KCS 내용 및 체계에 맞게 통합 정비하여 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

전문시방서	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
LH 전문시방서	• LH 전문시방서 제정	제정 (2012.6)
LHCS 11 50 15 05 : 2020	• 국가건설기준 코드체계화에 따른 통합 정비 제정	제정 (2020.12)

제 정 : 2020년 12월 9일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 국토교통부 토지정책과
관련단체 : 한국토지주택공사

개 정 :
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
작성기관 : 한국토지주택공사

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
1.5 품질보증	3
1.6 운반, 보관, 취급	3
1.7 용접 현장여건	4
1.8 환경요구사항	4
2. 자재	4
2.1 말뚝	4
2.2 장비	4
2.3 부속재료	7
2.4 자재 품질관리	7
3. 시공	9
3.1 현장여건 확인	9
3.2 작업준비	9
3.3 시험말뚝	10
3.4 항타말뚝(타격공법)	10
3.5 천공 후 직항타 공법(프리보링 병용 타격 공법)	16
3.6 시공 허용오차	17
3.7 현장 품질관리	18
3.8 손상된 말뚝	19
3.9 도장	20
부록	21

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 요약

(1) 이 기준은 한국토지주택공사(이하 LH라 한다)에서 발주하는 공사로서, 건축물 및 구조물 기초로 사용되는 기성 말뚝기초의 타입말뚝 시공에 관하여 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

(1) 관련 기준은 KCS 11 50 15(1.2.2)를 따르며, 추가사항은 다음과 같다.

- LHCS 10 10 05 01 공사일반
- LHCS 10 10 10 05 제출물 관리
- LHCS 10 30 05 시공측량 및 규준틀
- LHCS 41 85 01 해체공사 및 자원 재활용 일반사항(총칙)
- LHCS 11 50 40 말뚝제하시험
- LHCS 14 20 10 05 콘크리트
- LHCS 14 20 11 05 철근
- 건설공사 품질관리 업무지침(국토교통부)
- KS B 0885 수동용접 기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS F 2445 말뚝의 압축 정재하 시험방법
- KS F 4301 원심력 철근 콘크리트 말뚝
- KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝
- KS F 4307 프리텐션 방식 진동 PC 말뚝
- KS F 7001 원심력 콘크리트 말뚝의 시공표준

1.3 용어의 정의

- 시험말뚝: 해머를 포함한 항타장비 전반의 성능 확인과 적합성 판정, 설계내용과 실제 지반 조건의 부합 여부, 말뚝재료의 건전도 판정 및 시간경과 효과를 고려한 말뚝의 지내력 확인 등을 목적으로 시공하는 것

1.4 제출물

(1) 다음 사항은 LHCS 10 10 10 05에 따라 제출한다.

1.4.1 착공 전 제출물(SD-1)

- (1) 시공계획서

1.4.2 제품자료(SD-2)

- (1) 제조업자
 - ① 생산가능 말뚝의 종류와 규격, 일일생산량 등 제반사항과 공인기관의 시험 성적서
- (2) 말뚝

1.4.3 시공상세도면(SD-3)

- (1) KCS 11 50 15(1.3.2)를 따른다.
- (2) 말뚝배치도
 - ① 건축물 또는 구조물별로 전체 말뚝에 대한 일련번호와 시험말뚝 위치를 표시
- (3) 최종 관입량 산정 근거

1.4.4 시험 보고서(SD-6)

- (1) 공장시험보고서
 - ① 자재 선정 전에 말뚝제조공장에서 공사감독자(건설사업관리자) 입회하에 말뚝제작상태를 조사
 - ② 콘크리트 및 강재 말뚝 관련 KS표준에 규정된 시험실시
 - ③ 휨강도 측정
 - 가. 콘크리트 말뚝은 말뚝 2본을 선정하여 휨강도시험을 하고 그 결과를 제출
 - 나. 강재말뚝은 품질검사전문기관에서 발급한 시험성적표 제출
- (2) 용접부 비파괴 검사 결과
 - ① 말뚝의 현장이음부분 용접부 비파괴 검사기록을 시험실시 후 2일 이내에 제출
- (3) 파동이론 분석 결과
 - ① 공사 착수 전에 공사에 투입 예정인 모든 말뚝 박기 장비를 대상으로 하여 파동이론 분석 결과를 작성

1.4.5 준공 제출물(SD-10)

- (1) 말뚝 시공기록
 - ① 말뚝박기 중에는 시공기록을 비치하고, 말뚝박기 공사 완료 후 2일 이내에 공사감독자(건설사업관리자)에게 시공기록 사본 1부를 제출
 - ② 말뚝의 시공기록은 적용 공법에 따라 이 기준 부록 1, 부록 2에 정확하게 기록되어야 하며, 다음 사항의 내용과 함께 보존
 - 가. 공사장소 위치도
 - 나. 말뚝배치도(말뚝 시공 순서도 표시)
 - 다. 토층 주상도(표준 관입 시험값 표시)
 - 라. 말뚝구조도(단면치수, 배근, 이음이 있는 경우에는 그 위치 및 구조도)
 - ③ 시공기록은 말뚝 시공장비의 종류와 등급, 전 길이에 대하여 500 mm 당 타격횟수 및

최종 500 mm에 대하여 100 mm 당 타격횟수 그리고 말뚝박기 중에 나타난 이상조건 등을 제출

- ④ 시공기록은 작업일마다의 기록 외에 개개의 말뚝박기 시공전체 상황을 쉽게 이해할 수 있도록 작성한 후 제출

1.5 품질보증

1.5.1 용접기술자 자격

- (1) KCS 14 31 20(1.5.1)을 따른다.

1.5.2 공사 전 협의

- (1) 수급인은 말뚝 박기로 인한 진동으로 손상을 입을 수 있는 구조물 설치 작업 등과 서로 지장이 되지 않도록 LHCS 10 10 05 01에 따라 공사 착수 전에 조정하여야 한다.

1.6 운반, 보관, 취급

1.6.1 콘크리트말뚝

- (1) 말뚝의 운반, 보관 및 취급은 KS F 7001에 따르되, 말뚝에 손상을 주지 않도록 한다.
- (2) 말뚝의 저장장소는 가능한 한 말뚝 시공 위치에 가깝고 배수가 양호하며 지반이 평탄, 견고한 곳을 택하여 종류별로 나누어 1단으로 적치하여야 한다. 부득이하게 2단으로 적치하는 경우에는 가능한 같은 말뚝 길이의 것을 쌓아야 한다.
- (3) 일시 보관의 목적으로 2단으로 쌓는 경우에는 그림1.6-1과 같이 각 단의 받침대는 반드시 동일 연직선상에 설치하며, 이동을 방지할 수 있도록 췌기를 박는다. 또한, 적재시 받침대의 위치는 말뚝길이 12 m 이하인 경우 말뚝길이의 1/5지점 양쪽에 설치하고, 13 m 이상인 경우에는 말뚝길이의 1/5지점 양쪽 및 중앙부에 설치한다.

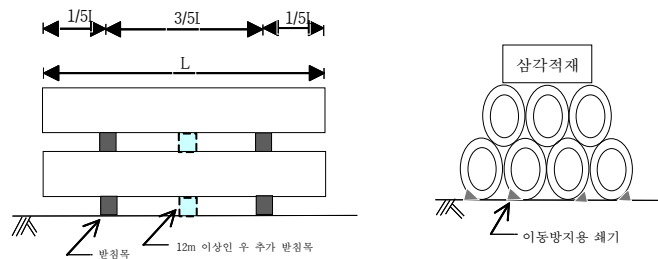


그림 1.6-1 말뚝의 보관 및 적재방법

1.6.2 강재말뚝

- (1) 운반 또는 보관도중에 변형되거나 손상 되지 않아야 하며 특히 말뚝에 휨이 생기지 않아야 한다.
- (2) 말뚝은 지면에 닿지 않게 하고, 60일 이상 저장 시 부식방지책을 강구하되, 특히 현장용접을 하는 부분은 비, 바람을 맞지 않도록 한다.
- (3) 말뚝 반입 시 자재 제작사의 품질보증서, 모양 및 치수의 허용차, 겉모양을 확인하고 재성능이 규격에 미달하면 즉시 교체하도록 한다.

1.6.3 말뚝의 현장반입

- (1) 시험말뚝 재하시험 결과에 의해 말뚝의 종류, 직경, 길이, 말뚝 수 및 말뚝의 배치가 결정된 후에 행하여야 한다.
- (2) 말뚝의 현장 반입 시에는 규격별로 공사감독자(건설사업관리자)의 확인을 받아야 한다.

1.7 용접 현장여건

1.7.1 용접 현장여건 일반사항

- (1) 주위의 기온이 0℃ 이하일 경우에는 용접을 해서는 안 되며, 부득이한 경우 모재부분의 접합부로부터 100 mm 범위 내에서 36℃ 이상으로 예열 시킨 후 용접을 실시한다.
- (2) 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.

1.8 환경요구사항

1.8.1 환경요구 일반사항

- (1) 말뚝박기공사 착수 전에 인근의 건물 상태를 조사하고 불규칙한 상태가 발견되면 관계인의 입회하에 사진 및 동영상 촬영을 해두어야 한다.
- (2) 인근의 재산이나 다른 공사에 손상을 주지 않고 말뚝공사를 할 수 있도록 사전에 충분한 조사를 실시하여야 한다.

2. 자재

2.1 말뚝

2.1.1 콘크리트 말뚝

- (1) 원심력 철근 콘크리트는 KS F 4303에 적합한 제품이어야 한다.
- (2) PSC말뚝은 KS F 4303에 적합한 제품이어야 한다.
- (3) PHC말뚝은 KS F 4306에 적합한 제품이어야 한다.
- (4) 프리텐션 방식 진동 PC 말뚝은 KS F 4307에 적합한 제품이어야 한다.

2.1.2 강재말뚝

- (1) H형강 말뚝은 KS F 4603에 적합한 제품이어야 한다.
- (2) 강관말뚝은 KS F 4602에 적합한 제품이어야 한다.

2.2 장비

2.2.1 천공장비

- (1) 말뚝 지지층까지의 토층구성이 실트층, 점토층, 풍화토층으로 되어 있고 지지선단부층이 풍화암인 경우 일반오거를 사용한다.
- (2) 지지층 선단부가 연암 등의 암반일 경우로서 일반오거로 굴착이 불가능한 경우 T-4(에어해머드릴) 등의 특수 굴착장비를 사용한다.
- (3) 천공 및 천공 후 장비를 인발할 때 공벽이 붕괴될 우려가 있는 경우, 케이싱 부착 천공기를 사용한다.
- (4) 천공장비의 선정은 해당지구의 토층구성, 말뚝규격, 장비의 제원 및 성능을 고려하여 공사감독자(건설사업관리자)와 사전협의 후 결정하되, 선정된 장비의 성능이 떨어질 경우 즉시 교체하여야 한다.
- (5) 10m 이상의 천공기 또는 향타 및 향발기 사용 시, 안전관리계획을 수립하여야 한다.

2.2.2 말뚝박기 장비

- (1) KCS 11 50 15(2.4.1)을 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 파동이론 분석결과 향타응력이 다음 표 2.2-1에서 제시하는 허용응력을 초과하는 경우 향타장비의 교체 또는 개조, 시공방법의 변경방안 등을 검토하여야 한다.

표 2.2-1 말뚝의 허용응력

구분	PSC 또는 PHC 말뚝	강재 말뚝
허용압축응력	$0.6f_c'$	$0.9f_y$
허용인장응력	$0.8\sqrt{f_c'+f_{pe}}$	$0.9f_y$

여기서 f_y : 강재말뚝의 항복응력(MPa)
 f_c' : 콘크리트의 압축강도(MPa)
 f_{pe} : 유효 프리스트레스(effective prestress)(MPa)

2.2.3 해머

- (1) 해머는 증기해머, 공기해머, 유압해머 및 디젤해머를 사용을 원칙으로 하며, 작업조건에 따라 공사감독자(건설사업관리자)의 확인을 받은 경우에는 낙하식 해머로 변경할 수 있다. 특히, 소음 등 환경에 대해 민감한 현장에서는 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 얻어 변경할 수 있다.
- (2) 폐쇄식 램(ram)을 가진 디젤해머는 규격용량의 출력을 발휘할 수 있어야 하며, 이를 측정할 수 있는 계기를 부착하여야 한다.
- (3) 디젤해머 중 단동 디젤해머에는 말뚝타입 동안 항상 시공 기술자가 해머 스트로크를 측정할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.
- (4) 복동 디젤해머에는 측정값을 쉽게 읽을 수 있도록 지표면 가까운 곳에 반발 해머 압력 게이지를 갖추어야 한다.
- (5) 적절한 재하시험결과 도출 및 말뚝의 선단이 지지층에 충분히 안착하기 위하여 표 2.2-2에

제시된 해머를 사용하여야 한다.(주택)

표 2.2-2 말뚝의 사용조건

공 법	말뚝직경	15m이하	15m초과(불리조건)	표준낙하고
직향타공법	D450PHC	5톤	7톤(10톤)	0.7m 이상
	D500PHC	7톤	7톤(13톤)	0.7m 이상
	D600PHC	10톤	10톤(16톤)	0.7m 이상
매입공법	D450PHC	4톤	5톤(6톤)	1.5m 이상
	D500PHC	5톤	5톤(6톤)	1.5m 이상
	D600PHC	6톤	6톤(7톤)	1.5m 이상

주 1) 불리조건이란 지반조건이 불량한 경우(퀘이크가 큰 지반), 해머효율이 나쁜 경우 등으로 타격에너지가 부족하여 동재하시험시 소요지지력을 확인할 수 없는 경우를 말함

2.2.4 해머쿠션

- (1) 중력해머를 제외한 모든 타격말뚝 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 제작되어야 한다. 단, 목재, 와이어로프, 석면 해머쿠션을 사용해서는 안 된다.
- (3) 타격용 판은 쿠션재료의 균일한 압축을 보장하기 위하여 해머쿠션 위에 설치하여야 한다.
- (4) 해머쿠션은 말뚝 타입을 시작할 때와 타입이 완료된 후 매 100시간마다 점검하여야 한다. 또한 해머쿠션은 두께가 25 % 이상 감소되기 전에 교체하여야 한다.

2.2.5 말뚝 드라이브 헤드

- (1) 타격해머로 타입된 말뚝에는 말뚝머리에 해머타격을 고루 분포시키기 위하여 적절한 드라이브 헤드를 설비한다.
- (2) 드라이브 헤드는 해머, 말뚝과 함께 측정될되어야 한다. 드라이브 헤드는 리드로 인도되어야 하며 흔들림이 없어야 한다.
- (3) 드라이브 헤드는 해머와 말뚝이 정렬을 유지하면서도 비틀림 힘의 전달을 막을 수 있도록 말뚝머리 주위를 적당한 방법으로 설비한다.
- (4) 강재말뚝에 대해서는 말뚝 두부를 직각으로 절단하여야 하며 말뚝길이 방향축을 해머축과 일직선으로 유지할 수 있도록 드라이브 헤드를 준비한다.
- (5) 기성콘크리트 말뚝과 PSC콘크리트 말뚝에 대해서는 말뚝머리는 드라이브 헤드로 부터의 편심타격 방지를 위하여 편편하고 말뚝길이 방향 축에 직각이 되어야 한다.

2.2.6 말뚝쿠션

- (1) 합판 최소 두께는 LHCS 11 50 40에 따라 결정하며, 합판의 최소 두께는 100 mm 이상이어야 한다. 만약 타입하는 동안 쿠션이 본래 두께의 1/2보다 더 압축되거나 타기 시작한다면 새로운 말뚝쿠션을 제공하여야 한다.

2.2.7 리드(lead)

- (1) KCS 11 50 15(2.4.2)를 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 리드는 종동장치를 사용하지 않도록 충분한 길이를 가져야 하며, 경사말뚝에서도 정렬될 수 있도록 하여야 한다.

2.2.8 스파이럴 오거 구동장치, 스파이럴 오거

- (1) 스파이럴 오거 구동장치는 스파이럴 오거를 회전시켜 굴착시키기 위한 동력장치로, 말뚝박기 리드에 정착시켜 사용한다.
- (2) 구동장치는 모터와 감속기로 구속되며, 이것에 스위벨 장치가 부착되어 있다. 말뚝지름, 시공 깊이, 시공 지반에 대응하여 충분한 굴착능력이 있는 구동장치가 선정되어야 한다.
- (3) 스파이럴 오거는 연속 오거부와 선단부의 오거 헤드로 구성된다.
- (4) 말뚝 중공부에 삽입하는 스파이럴 오거는 강성이 큰 것이어야 하며, 말뚝내경보다 30~60 mm 정도 작은 오거 직경을 가져야 하며, 선굴착에 사용되는 스파이럴 오거는 해당 공정에 합당한 정도의 직경을 갖는 것이어야 한다.

2.2.9 향타보조 말뚝

- (1) KCS 11 50 15(2.4.3(1))을 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 지내력 확인이 가능하도록 최종관입량을 확인 하여야 한다.
- (3) 시공능률, 정밀도를 높이기 위하여 말뚝과 동일한 직경의 향타보조말뚝을 사용한다. 또한 타격력에 의해 충분한 내력을 가져야 하며, 동시에 타격력이 균등하게 말뚝머리에 전달되는 구조이어야 한다.
- (4) 타입시 향타보조말뚝과 말뚝의 축을 일치시켜 횡방향 진동이나 편심 타격에 의해 말뚝머리가 손상을 입지 않아야 하며, 타격시 말뚝내부에 토사나 물이 상승하거나, 내압이 높아질 염려가 있는 경우에는 향타보조말뚝과 저판을 개단으로 하여 토사나 물의 구속을 해방시켜야 한다.

2.3 부속재료

- (1) KCS 11 50 15(2.5)를 따른다.

2.4 자재 품질관리

2.4.1 시험

- (1) 말뚝의 품질관리 시험은 표 2.4-1 및 표 2.4-2를 따른다.

표 2.4-1 말뚝의 품질관리 시험(단지)

종 별	시험종목	시험방법	시험빈도	비고
원심력 철근 콘크리트 말뚝	건설공사 품질관리 업무지침(제8조①)에 따름			품질시험전문기관에 의뢰한 시험성적표 제출 확인으로 같음
프리텐션 방식 원심력PC 말뚝		(상동)		
프리텐션방식 원심력고강도 콘크리트말뚝		(상동)		
프리텐션 방식 진동PC말뚝		(상동)		
강관말뚝		(상동)		
H형강 말뚝		(상동)		

표 2.4-2 말뚝의 품질관리 시험(주택)

품목	시험종목	시험방법	시험빈도	시료량	비고
프리텐션방식 원심력 PC말뚝	건설공사 품질관리 업무지침(제8조①)에 따름			2 분	
프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트말뚝		(상동)			
강관말뚝		(상동)			

3. 시공

3.1 현장여건 확인

- (1) 시공현장의 주변에 말뚝 박기로 인한 지반진동이나 소음 등으로 민원 발생 가능성을 조사하여야 한다.
- (2) 민원발생 가능성이 있는 주변 여건일 경우 진동 및 소음저감대책을 수립하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 보고하여야 한다.
- (3) 지하매설물의 유무 및 지상의 장애가 되는 시설물을 착공 전에 조사하여야 한다.
- (4) 지반조사를 착공 전에 실시하고, 선정된 말뚝공법이 현장 지반조건에 적합성 여부를 재확인하여야 한다.

3.2 작업준비

3.2.1 시공계획서

- (1) 수급인은 작업 착수 15일 전에 다음 사항의 사항을 포함하는 시공계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다.
 - ① LHCS 10 10 05 01(1.20)에 명시된 내용
 - ② 항타장비의 제원과 수량
 - ③ 항타일정계획
 - ④ 말뚝두부 손상방지계획
 - ⑤ 두부정리계획
 - ⑥ 항타에 대한 환경계획
 - ⑦ 관련 전문기술자가 작성한 재하시험방법
 - ⑧ 관련 전문가가 작성한 말뚝이음부 비파괴시험계획

3.2.2 기존 지중시설물 처리

- (1) LHCS 41 85 01을 따른다.

3.2.3 기계 기구의 점검준비

- (1) KCS 11 50 15(3.2.2)를 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 말뚝기초공사에 앞서 터파기한 지면을 평탄하게 다지고 주위에는 폭 0.5 m, 깊이 0.5 m 의 배수로를 만든다. 연약한 실트층이 깊게 분포된 지반으로 항타장비 진입이 어려운 경우는 두께 0.6 m 의 혼합골재나 두께 0.8 m 의 사질양질토로 치환하여 다진다. 비가 올 경우에는 배수작업을 하여 지표면의 다짐상태가 훼손되지 않도록 한다.
- (3) 말뚝 위치는 형검과 못 등으로 정확하게 표시하고 건물 또는 구조물의 배치상태와 말뚝위치, 바닥레벨을 점검한다.
- (4) 작업준비가 완료되면 작업준비 상태에 대해 공사감독자(건설사업관리자)의 확인을 받은 후 항타작업을 시작한다.

3.2.4 눈금 표시

- (1) 굴착장비는 100 mm 마다 눈금을 표시하고 매 1.0 m 마다 숫자를 표시하여 굴착 깊이를 용이하게 식별할 수 있도록 한다.
- (2) 말뚝은 길이 방향으로 100 mm 마다 눈금을 표시하고 숫자를 말뚝 선단부에서 1.0 m 마다 기입하여 말뚝 길이를 식별할 수 있도록 한다.

3.2.5 기타사항

- (1) KCS 11 50 15(3.2.1(4),(5))를 따른다.

3.3 시험말뚝

- (1) KCS 11 50 15(3.3(2),(5))를 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 시험말뚝 박기와 관련된 모든 작업은 공사감독자(건설사업관리자)의 입회하에 진행하여야 한다.
- (3) 항타 시 동재하 시험의 세부내용은 LHCS 11 50 40을 따른다.
- (4) 시험말뚝은 제말뚝과 같은 무게와 단면을 가진 것으로 하며, 실제 말뚝박기에 적용될 타격 에너지로 박는다.
- (5) 시험말뚝은 기초마다 적절한 위치를 선정하여 설계상의 말뚝길이보다 [1.0~2.0 m], [2.0~3.0 m] 긴 것을 사용하여야 한다.
- (6) 시험말뚝 박기는 건물 또는 구조물 당 3본 이상, 간격이 15 m 이내가 되도록 실시한다. 지반상태가 불규칙하여 설계심도와 상이할 경우는 지지층을 확인하기 위하여 시험말뚝의 본수를 조절하여야 한다.
- (7) 시험말뚝 박기 결과는 매번 사진 촬영하여야 하며, 시험말뚝 보고서에 수록하여야 한다.
- (8) 시험말뚝을 본말뚝으로 계속사용 여부는 LHCS 11 50 40에 따라 판단한다.

3.4 항타말뚝(타격공법)

3.4.1 말뚝 세우기

- (1) KCS 11 50 15(3.2.4(1))를 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 세우기를 위한 매단점 위치는 말뚝길이가 12 m 이하인 경우, 상단에서 2 m 지점, 13 m 이상인 경우는 상단에서 말뚝길이의 1/4 지점과 1/2 지점의 2개소로 한다.
- (3) 수급인은 말뚝 축방향을 설계도서에서 규정한 각도로 세우고, 공사감독자(건설사업관리자)로부터 말뚝 축에 직각방향으로 양방향 검측을 받아야 한다.

3.4.2 말뚝박기

- (1) KCS 11 50 15(3.4.1(2),(3),(4))를 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 말뚝머리는 공사감독자(건설사업관리자)의 확인을 받은 말뚝쿠션재료를 써서 해머에 의해 손상되지 않도록 보호하여야 한다.
- (3) 기존 시설, 구조물 또는 도로에 인접하여 말뚝 박기를 할 경우에는 인접구조물에 가까운 쪽에서부터 박아야 한다.

- (4) 타설한 지 7일이 넘지 않은 콘크리트 구조물 인근 6 m 이내에서는 말뚝박기를 해서는 안 된다.
- (5) 말뚝은 설계도서에 표시된 대로 정확한 간격과 위치가 유지되도록 박아야 한다.
- (6) 말뚝박기로 인하여 기 시공된 말뚝들에 과대한 휨응력이나 허용오차를 벗어난 말뚝머리 이동이 발생하지 않아야 한다.
- (7) 말뚝박기 작업 중에 해머와 말뚝이 동일 중심축을 유지하도록 하여야 한다.
- (8) 박기 도중 저항력이 급격히 감소할 경우에는 말뚝이 파손되었는지 아니면, 지반상태에 의한 것인지 조사하여야 한다.
- (9) 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. 재타입 시 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.
- (10) 항타시 인접한 말뚝의 솟아오름량을 확인하기 위하여 인접한 말뚝에 표식을 한 후 항타하고, 솟아오름량을 항타기록부에 기록한다. 솟아오름량은 수준측량기 등의 측정장비를 이용하여 정밀하게 측정하되, 측정장비는 항타시 진동의 영향이 미치지 않는 위치에 거치하여야 한다. 또한 솟아오른 말뚝은 타격력을 증가시켜 원지점 이하까지 다시 박는다.
- (11) 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.
- (12) 항타 결과 관입깊이가 설계길이 및 인접말뚝 관입깊이에 비하여 현저히 차이가 발생하는 경우에는 인접위치에 확인 항타를 시행하여 관입깊이를 재확인하여야 한다.
- (13) 말뚝은 기초설계와 시항타결과를 참조하여 충분한 지지력이 나올 수 있는 소요 최종관입량이 확보되는 길이까지 관입시키며, 그 이상 무리하게 박지 않는다.
- (14) 자동항타검측기를 사용하여 최종관입량을 관리할 때 관입량이 급격히 줄어들면서 멈춤 신호가 울릴 경우는 전석, 암반 등으로 인한 말뚝의 중파위험이 있으므로 즉시 항타 작업을 멈추고 충분한 기술적 검토를 거쳐 항타의 계속여부를 결정하여야 한다.
- (15) 목표 깊이까지 도달해도 지지층에 기복이 있어 말뚝의 설계지내력이 얻어지지 않거나, 목표 깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우에는 설계조건 및 시공조건을 검토하여 필요한 대책을 강구하여야 한다.
- (16) 말뚝은 설계도서에 명시된 높이에서 절단하여야 하며, 절단할 때 손상을 입은 말뚝은 대체하거나 보수하여야 한다.
- (17) 내부결함, 정위치에서 벗어난 말뚝 및 설계도서에 나타난 목표 깊이에 미달되는 말뚝이 발생한 경우에는 말뚝을 교체 또는 추가 말뚝박기 등, 현장조건에 맞는 방법을 검토한 후 교정하여야 한다.
- (18) 말뚝박기로 인해 지반이 솟아올랐거나 침하된 지반면은 기초 콘크리트 타설 전에 계획고

에 맞추어 정리하여야 한다.

- (19) 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 폐쇄회로, TV, 카메라 등 정밀조사 장비를 사용하도록 한다. 검사결과, 강도를 저하시킬 만한 손상이 발견되면 수급인의 부담으로 이를 보완하여야 한다.
- (20) 손상된 강관말뚝은 제거하고 새로운 것으로 재시공하여야 한다. 손상된 말뚝을 제거할 수 없는 경우에는 대체품을 공급하여 설치하여야 하며, 이 때 손상된 강관말뚝은 구조물 아래로 1.0m 까지 절단한 다음, 강관내부를 승인된 재료로 채우고, 주변구멍은 되메우기를 하여 잘 다져야 한다.
- (21) 철근 콘크리트 및 PC·PHC 말뚝
 - ① 말뚝머리는 해머의 직접타격으로 균열, 박리 또는 파열 등이 일어나지 않도록 적절한 말뚝 쿠션재로 보호하여야 한다.
 - ② 콘크리트 보호층을 둔 경우에는 박기가 완료된 후에 보호층을 제거하고 철근을 노출시켜야 한다.

3.4.3 말뚝 이음

- (1) PC·PHC 말뚝과 강재말뚝은 관입깊이가 15 m를 초과하는 경우에 한하여 현장에서 말뚝을 이어 사용할 수 있다. 연결부는 용접이음으로 하며, 그 방법과 검사는 다음과 같이 한다.

3.4.3.1 PC · PHC 말뚝

- (1) KCS 11 50 15(3.2.5(1))을 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 이음시공에 있어서 상부와 하부 말뚝의 축선은 동일 직선상에 있도록 해야 한다.
- (3) 이음부의 편심량은 이음부 전반에 대하여 2 mm 이하가 되도록 하여야 한다.
- (4) 현장이음은 전 둘레 아크용접으로 하며, 이음부는 그림 3.4-1과 같이 설치한다.

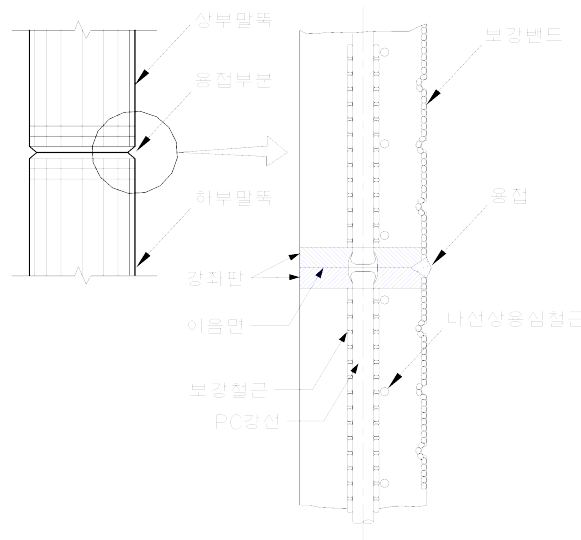


그림 3.4-1 콘크리트말뚝 이음부

- (5) 하부말뚝은 두부손상이 없는 상태에서 이음시공한다.
- (6) 위에 언급되지 않은 사항은 KS F 7001에 따르며, 용접부 목두께의 치수는 7 mm 이상으로 한다.

3.4.3.2 강제말뚝

- (1) 용접부 단면 상태는 단면부 요철이 2 mm 이하이어야 한다.
- (2) 현장이음은 이음철구를 이용한 전 둘레, 전 두께 아크용접으로 하며, 이음부는 그림 3.4-2와 같이 설치한다.

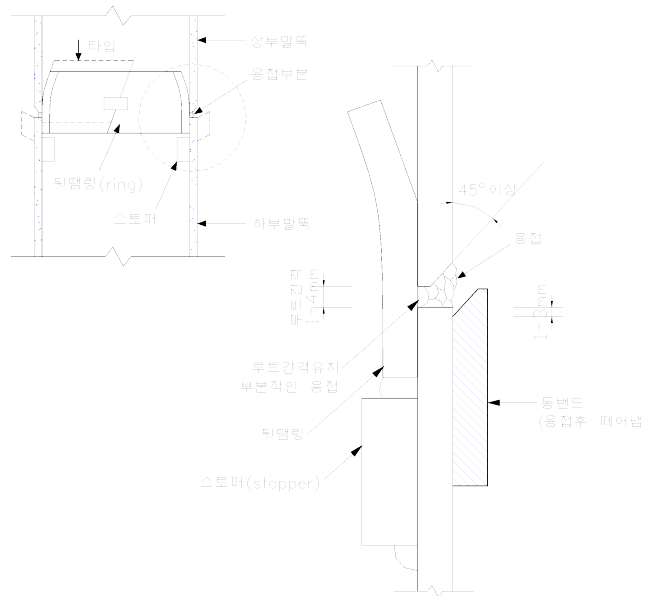


그림 3.4-2 강제말뚝 이음부(강제말뚝, H형강말뚝)

- (3) 하부말뚝은 두부손상이 없는 상태에서 이음시공한다.
- (4) 가조임 도구 때문에 용접이 불가능한 부분은 남겨두고 긴 구간을 충분히 용접한 후, 가조임 도구를 제거한 다음 나머지 부분을 용접한다.
- (5) 덧살 붙임은 3 mm 이하로 하고 지나친 덧살 붙임은 하지 아니한다.
- (6) 위에 언급되지 않은 사항은 KS F 4602 및 KS F 4603을 따른다.

3.4.4 두부정리

3.4.4.1 콘크리트말뚝

- (1) 건축공사
 - ① 말뚝머리 절단은 말뚝에 유해한 충격 및 손상을 주지 않는 장비를 사용하여 시공하고, 세로 균열이 생기지 않도록 한다. 말뚝두부와 기초의 연결은 그림 3.4-3, 그림 3.4-4, 또는 그림 3.4-5와 같이 하고, 인발 저항력이 필요한 말뚝은 그림 3.4-6과 같이 말뚝내부는 콘크리트로 속채움 한다.

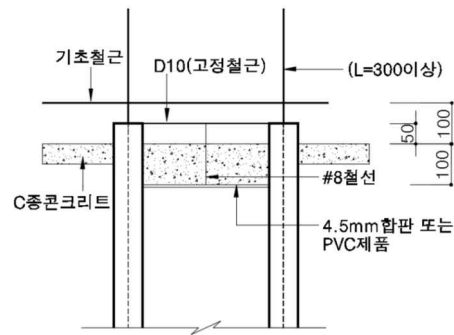


그림 3.4-3 PHC 말뚝의 두부정리 및 기초연결(강선남김방식)

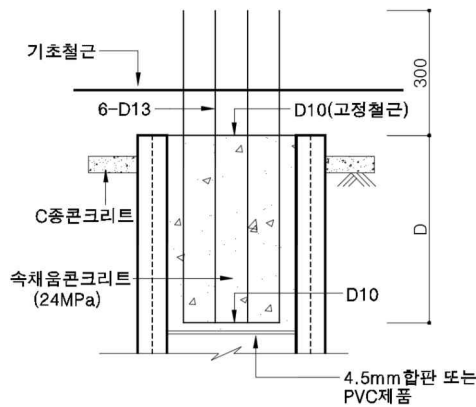


그림 3.4-4 PHC 말뚝의 두부정리 및 기초연결(강선절단 철근보강방식)

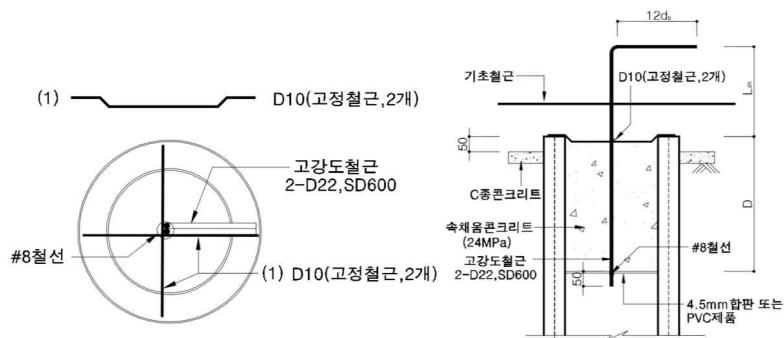


그림 3.4-5 PHC 말뚝의 두부정리 및 기초연결(강선절단 심철근보강방식)

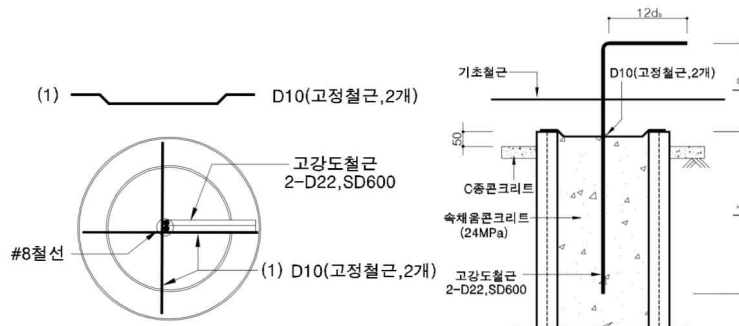


그림 3.4-6 PHC 말뚝의 두부정리 및 기초연결(인발말뚝)

(2) 토목공사

- ① 말뚝이 콘크리트에 접하는 부분은 진흙, 먼지, 기름기 등을 미리 제거해야 한다.
- ② 말뚝머리 절단은 말뚝에 유해한 충격 및 손상을 주지 않는 장비를 사용하여 시공하고 세로 균열이 생기지 않도록 한다.
- ③ 말뚝에서 말뚝머리 절단 시 유효 프리스트레스가 감소되는 구간은 말뚝에 사용되는 강재 직경의 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 보강은 당해공사 실시설계도를 따른다.

3.4.4.2 강재말뚝

(1) 건축공사

- ① 말뚝머리를 말뚝몸체에 손상을 주지 않도록 절단하고 말뚝두부와 기초를 그림 3.4-7과 같이 연결한다.

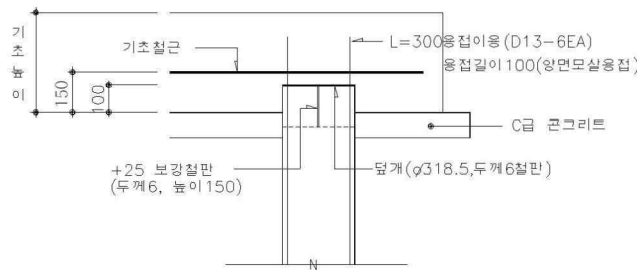


그림 3.4-7 강재말뚝의 두부정리 및 기초연결

(2) 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 당해공사 실시설계도를 따른다.

3.4.5 말뚝박기 종료

- (1) 말뚝의 최종 관입량은 자립식의 측정대 또는 자동 향타 검측기 등을 사용하여 정밀하게 측정하여야 하며, 최종관입량의 산정은 특기가 없는 한 토질의 종류별로 아래의 기준 타격 횟수의 평균 값으로 한다.

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

- (2) 향타 관리용 최종 관입량은 시향타 및 재하시험을 통해 실제 지지력과 동적 지지력 공식에 의한 지지력을 검토하여 말뚝 재질 및 규격, 말뚝관입길이, 향타기의 타격능력 및 효율, 지반조건 등 현장 제 조건에 맞도록 선정, 관리한다.

- (3) 말뚝의 향타 종료 판정은 말뚝기초 설계자료, 지반조사보고서, 시험말뚝 및 말뚝재하시험 결과에서 판단된 말뚝 관입심도, 향타 종료 시의 1회 타격당 관입량, 동적 지지력공식에서 추정된 말뚝지지력 등을 종합적으로 검토한 후 판단하여 실시한다.
- (4) 말뚝재료에 따른 타격횟수 및 최종 관입량은 표 3.4-3의 값에 적합하여야 하나, 최종 관입량은 시험타시 실시하는 말뚝재하시험으로부터 제시되어야 한다. 이때, 말뚝을 이음시공 할 경우의 타격 횟수는 상부 및 하부말뚝의 타격 횟수 합계로 한다.

표 3.4-3 타격 횟수 및 최종관입량

구분	PC, PHC 말뚝	강재 말뚝
제한 총 타격 횟수	3,000회 이내	3,000회 이내
최종 1m의 타격 횟수	200회 이내	500회 이내
최종 관입량	5 mm 이상	2 mm 이상

3.5 천공 후 직향타 공법(프리보링 병용 타격 공법)

3.5.1 천공

- (1) 지반조건상 지층 중간에 자갈층, 매립층 등의 조밀층이 있고 그 하부에 상당한 깊이로 연약층이 분포한 토질로서 직향타로 중간 조밀층 관입이 불가능한 경우에 적용한다.
- (2) 천공은 수직이 되도록 하여야 하며, 천공 시 공벽의 붕괴우려가 있거나 붕괴되는 토질에서는 케이싱을 삽입하여 사용한다.
- (3) 어스오거의 지름은 말뚝 지름보다 작은 것을 사용하여야 한다.
- (4) 천공심도는 말뚝관입 깊이의 2/3 미만으로 하며, 천공심도의 관리는 어스 오거의 검척이나 향타기의 리더에 표시 등으로 실시한다.
- (5) 천공 속도는 육안으로 확인하고 어스오거에 무리가 없는 속도로 하며, 토질 상황에 따른 굴착 속도의 기준은 표 3.5-1에 따른다.

표 3.5-1 토질 상황에 따른 굴착 속도의 기준

지질	굴착속도(m/min)
실트, 점토, 느슨한 모래	2~6
딱딱한 점토, 중간밀도 모래	1~4
조밀한 모래, 모래 자갈	1~3

- (6) 천공 길이가 긴 경우나 붕괴성이 뚜렷한 지반의 경우에는 벤토나이트 등을 사용한 굴착액을 사용하여 구멍벽의 붕괴를 방지하여야 한다.
- (7) 어스 오거의 들어올리기 속도가 빠르면 부압이 생겨서 구멍벽의 붕괴의 원인이 되므로 주의하여야 한다.

- (8) 천공 시 발생하는 배출토는 소형 로더 등의 장비로 제거하고 항타 시 말뚝의 관입량 측정에 지장이 없도록 하여야 하며, 배출토가 천공 공 내에 유입되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다. 또한 배출토를 기초저면의 성토용으로 유용할 경우 배출토 포설 후 탬퍼 등의 장비로 다져야 한다.
- (9) 말뚝은 와이어 로프(wire rope) 2점 지지방식으로 세우되 세우기를 할 때 1m 정도 먼저 삽입하여 수직상태를 확인한 후 서서히 낙하시킨다. 말뚝의 낙하 시 천공면 토층에 충격이 가해지지 않도록 서서히 관입시켜 슬라임(slime) 발생이 최소화되도록 하여야 한다.

3.5.2 항타

- (1) 천공 구멍에 말뚝을 삽입한 타격이 되기 때문에 이 단계에서 해머의 낙하 높이가 크면 1타당 관입량이 커져서 말뚝이 기울어지는 수가 있고, 이에 따라 말뚝 축선이 불안정하게 되어 말뚝에 균열이 생기는 수가 있으므로 주의하여야 한다.
- (2) 천공 후의 말뚝 항타는 이 기준 3.4 항타말뚝에 따르되, 말뚝선단은 지지층에 말뚝직경의 3배 이상 관입되도록 한다. 다만, 말뚝직경의 3배 이상 관입이 불가능할 경우에는 공사감독자(건설사업관리자)와 협의하여야 한다.

3.6 시공 허용오차

- (1) 말뚝의 연직도나 경사도는 1/100 이내로 하고, 말뚝타입 후 평면상의 위치가 설계도서의 위치로부터 $D/4$ (D 는 말뚝 바깥지름)와 100 mm 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.
- (2) 말뚝박기 허용오차 및 보강(주책)
- 말뚝의 시공 상태가 잘못된 경우 다음과 같이 보강조치를 해야 하며, 이에 따른 비용은 수급인의 부담으로 한다.

① 설계위치에서 벗어난 경우

설계위치에서 벗어난 거리가 150 mm 를 초과한 경우에는 구조검토를 하여 추가 항타 및 기초를 보강하고, 독립기초, 줄기초, 매트기초의 외곽말뚝이 외측으로 75 ~ 150 mm 벗어난 경우에는 말뚝중심선에서 벗어난 만큼 기초를 확대하고 철근을 1.5배 보강하여 배근하며, 내측으로 벗어난 경우에는 철근만 1.5배 보강하여 배근한다. 이때 철근 보강은 그림 3.6-1과 같은 방법으로 보강한다.

② 수직으로 시공되지 않은 경우

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

③ 항타 중 말뚝이 중파될 경우

항타 완료 후 거울로 비춰보거나 다림추 등으로 중파여부를 확인하여 중파 시 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 그림 3.6-1과 같은 방법으로 한다.

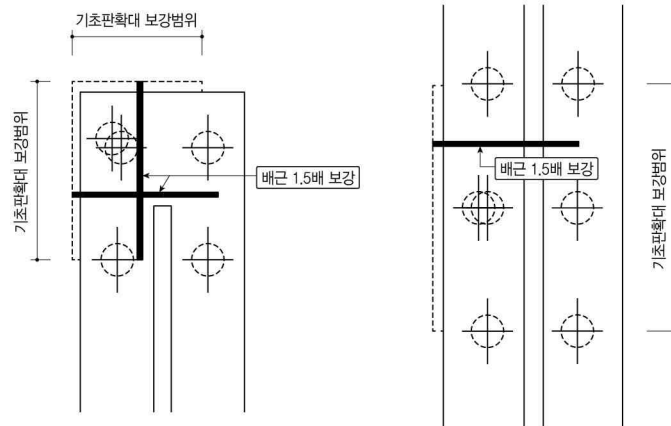


그림 3.6-1 말뚝박기 철근보강 배근 “예”

3.7 현장 품질관리

3.7.1 현장 품질관리 일반사항

(1) 수급인은 공사 중 다음과 같은 경우 즉시 공사감독자(건설사업관리자)에게 보고하고 그 지시를 받아야 한다.

- ① 소정의 위치까지 타입(또는 매설)되지 않을 때
- ② 소정의 지내력을 얻을 수 없을 때
- ③ 시공 도중 경사 또는 파손이 예상되는 경우

3.7.2 재하시험

(1) LHCS 11 50 40 해당사항을 따른다.

3.7.3 현장용접 이음부 검사

3.7.3.1 외관검사

(1) 전체 이음부에 대하여 다음 표 3.7-1의 사항을 검사하여야 한다.

표 3.7-1 전체 이음부 검사

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

(2) 외관검사의 합격여부는 KCS 14 31 20 및 KCS 14 31 10을 따른다.

3.7.3.2 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 향타 기록부에 첨부하여 관리한다.

(2) 고강도 콘크리트말뚝의 이음부 검사는 이음부위 20개소마다 1회 이상 KS D 0213에 따라 자분탐상 시험을 시행하며, 검사결과 합격판정 기준은 표 3.7-2와 같다.

표 3.7-2 PHC말뚝 이음부검사 합격판정기준

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

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

3.7.3.3 샘플용 절편시험

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

3.7.4 허용오차

(1) 강관말뚝 이음부의 허용오차는 KS F 4602를 따른다.

3.7.5 이음부 검사

(1) 불합격이 발생된 경우에는 다른 말뚝의 모든 용접이음부에 대해 계약상대자 부담으로 검사를 실시하여 결함유무를 확인하여야 한다.

3.7.6 용접보수 및 재검사

- (1) 외관검사 및 비파괴검사 결과 불합격 판정을 받은 용접 결함부는 공사감독자(건설사업관리자)에게 통보하여 그 보수 방법에 대하여 승인을 얻어야 한다.
- (2) 승인을 받은 보수방법에 따라 보수를 실시하도록 하고, 재검사를 하여 합격판정기준에 따라 조치한다.
- (3) 용접결함이 많이 발생한 경우에는 보수 전에 결함 발생 원인을 규명하여 재발 방지대책을 세우도록 한다.

3.7.7 재하시험

(1) 설계에 반영된 경우 또는 지층의 변화가 심하여 완성된 말뚝의 지내력을 확인할 필요가 있을 경우 LHCS 11 50 40에 따라 재하시험을 실시하여야 한다.

3.8 손상된 말뚝

- (1) KCS 11 50 15(3.8(1),(2))를 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.
- (2) 말뚝내부의 결함이나 부적당한 박기 방법으로 인해 손상된 말뚝과 설계도서에 표시된 위치를 이탈한 말뚝은 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 얻은 후 수급인의 부담으로 다음 사항과 같은 방법 등으로 수정하여야 한다.
 - ① 이미 시공한 말뚝은 뽑아내고, 새것을 다시 시공한다.

- ② 손상된 말뚝 옆에 제2의 말뚝을 시공한다.
- ③ 말뚝을 이어내거나 기초를 확대시킨다.

3.9 도장

- (1) KCS 11 50 15(3.9)를 따른다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
이한성	한국토지주택공사	박준호	(주)경호엔지니어링종합건축사사무소
김정화	한국토지주택공사	홍승호	(주)경호엔지니어링종합건축사사무소

자문위원

성명	소속	성명	소속
이택훈	한국토지주택공사	김기식	한국토지주택공사
백기태	한국토지주택공사		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	정충기	서울대학교
구재동	한국건설기술연구원	김기석	(주)희송지오텍
김기현	한국건설기술연구원	김동민	(주)한국종합기술
김나은	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
김태송	한국건설기술연구원	박성원	(주)유신
김희석	한국건설기술연구원	박종호	평화지오텍(주)
류상훈	한국건설기술연구원	여규권	(주)삼부토건
소병진	한국건설기술연구원	오정호	한국교통대학교
원훈일	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
이승환	한국건설기술연구원	이선복	(주)동부건설
이용수	한국건설기술연구원	최용규	경성대학교
이용준	한국건설기술연구원	최재희	(주)이산
주영경	한국건설기술연구원	하익수	경남대학교
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
곽기석	한국건설기술연구원	윤석덕	한국도로공사
권석현	(주)디엠씨엠	이수빈	고려개발(주)
김동규	한국수자원공사	황인준	한국도로공사
문준식	경북대학교		

소관부처

성명	소속	성명	소속
정우진	국토교통부 토지정책과	문영훈	국토교통부 토지정책과

(분야별 가나다순)

LHCS 11 50 15 05 : 2020
기성말뚝기초(타입공법)

2020년 12월 9일 발행

소관부서 국토교통부 토지정책과

관련단체 한국토지주택공사
(52852) 경상남도 진주시 충의로 19(충무공동)
☎ 1600-1004(대표)
<https://www.lh.or.kr/>

작성기관 한국토지주택공사
(52852) 경상남도 진주시 충의로 19(충무공동)
☎ 1600-1004(대표)
<https://www.lh.or.kr/>

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