

KCS 11 50 20 : 2016

널말뚝

2016년 6월 30일 제정

<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 건설 공사는 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 가설공사 표준시방서, 항만 및 어항공사 표준시방서의 낱말뚝에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
가설공사 표준시방서	• 각종 시방서에 산재해 있던 가설관련 규정을 정리하고 거푸집, 동바리, 비계, 안전시설 및 가설 흙막이공 등의 분야에 걸쳐 국내 실정에 맞도록 새로이 정립.	제정 (2002.05)
가설공사 표준시방서	• 건설공법 및 건설환경의 변화에 따라 새로이 부각되고 있는 가설공사에 대한 시공기준 정립. 특히, 지하철, 항만, 터널 및 교량 등의 건설공사에서의 가설공사 시공기준을 체계적으로 정립.	개정 (2006.12)
가설공사 표준시방서	• 시공기준 위주로 되어 있는 시방서를 설계편과 시공편으로 구분하여 재정비함.	개정 (2014.8)
가설공사 표준시방서	• 공사장 부지경계선과 주변건물의 이격거리, 교통 안전장애 등에 관한 가설울타리 설치기준 등 부분개정	제정 (2016.6)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1976.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 항만공사를 위한 각종 설계조건을 망라하였으며, 수역시설, 외곽시설, 기타 항만공사에 관계되는 시설에 관한 설계의 일반방침과 기준을 수록함.	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 연안정비시설물을 적용대상에 포함하고, 항만시설장비의 안전성 제고를 위한 설계풍속 및 하중 계수 상향, 재추산한 심해파의 적용근거 마련 등 대폭 보완.	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 변화된 항만건설여건을 반영하고 지구 온난화 등 기후변화에도 선제적으로 대비할 수 있도록 전면 개정.	개정 (2005.11)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
항만 및 어항공사 표준시방서	상위기술기준 및 타 분야 기준의 변경내용 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트 등의 관련 시방과 필터매트, 함선, 안벽 기타부속시설의 관련 시방 보완, 마리나시설에 대한 시방 추가 등 대폭 개정.	개정 (2012.12)
KCS 11 50 20 : 2016	건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함.	제정 (2016.6)
KCS 11 50 20 : 2016	한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)



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

개 정 : 년 월 일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
 작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.2.1 관련 법규	1
1.2.2 관련 기준	1
1.3 제출자료	1
1.3.1 시공계획서	1
1.3.2 시공도면	2
1.3.3 공사보고서	2
1.3.4 일일 작업보고서(널말뚝 시공작업 기록)	2
1.3.5 널말뚝위치도	2
1.4 일반요건	3
1.4.1 설치허용오차	3
1.4.2 말뚝 및 충전	3
2. 재료	3
2.1 강널말뚝	3
2.1.1 말뚝의 재질	3
2.1.2 중고 강재의 사용	3
2.1.3 제작	3
2.2 강관 널말뚝	4
2.2.1 말뚝의 재질	4
2.2.2 제작	4
2.3 셀형식 강널말뚝	4
2.3.1 말뚝의 재질	4
2.3.2 제작	4
2.4 콘크리트 널말뚝	5
2.4.1 말뚝의 재질	5
2.4.2 제작	5

3. 시공	5
3.1 일반사항	5
3.1.1 운반 및 보관	5
3.1.2 시공장비	6
3.2 시공준비	6
3.2.1 시험항타	6
3.2.2 법선	6
3.2.3 안내보	6
3.2.4 가이드링	7
3.3 시험시공	7
3.4 강널말뚝	7
3.4.1 세우기	7
3.4.2 강널말뚝 항타	8
3.4.3 용접 및 절단	10
3.5 강관 널말뚝(벽강관 말뚝)	10
3.5.1 말뚝 작업	10
3.5.2 현장용접 이음	11
3.5.3 속채움 콘크리트 및 계수부의 처리	11
3.5.4 강관 널말뚝 우물통 시공	11
3.6 셀형식 강널말뚝	11
3.6.1 운반과 보관	11
3.6.2 공사준비와 가이드링	12
3.6.3 강널말뚝 세우기	12
3.6.4 강널말뚝의 항타	12
3.6.5 속채움	12
3.6.6 프리패브 셀형식 강널말뚝	12
3.7 콘크리트 널말뚝	13
3.7.1 운반 및 보관	13
3.7.2 말뚝 항타	13
3.7.3 검사 및 허용오차	13

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 가설공사, 교량공사, 도로 및 철도공사, 항만공사, 하천공사, 접안시설, 호안, 방파제, 가물막이 등에 사용되는 널말뚝(강널말뚝, 강관 널말뚝, 프리패브 셀형식 강널말뚝, 콘크리트 널말뚝)의 시공에 관한 사항을 규정한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

- KCS 11 50 15 기성말뚝
- KS F 4602 기초용 강관 말뚝
- KS F 4605 강관 시트파일
- KS D 3003 항만 및 해양구조용 내식성 강재
- KS D 3300 항만 및 해양구조용 내식성 강관
- KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- KS D 3515 용접 구조용 압연 강재
- KS D 3858 냉간 성형 강널 말뚝
- KS F 4604 열간압연강 널말뚝
- KS F 4208 콘크리트 널말뚝
- KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝
- KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝

1.3 제출자료

1.3.1 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 공정표를 작성하고 각 단계의 시공공정 및 임시설비를 포함한 공사 전체의 공정, 착수순서, 시공방법 등을 기입한 평면도 등을 첨부한다.
 - ③ 시공의 상세한 위치, 법선 및 기준점, 안내보 설치계획, 사용기계 및 공정, 지장물

처리방법, 시공기록 할 사항 등이 포함되어야 한다.

- ④ 사용할 장비의 종류 및 제원, 천공방법, 해머능력 및 항타 계획, 시공가능깊이, 말뚝 매기 및 세우기 등을 포함한 장비운용계획을 수립하여야 한다.
- ⑤ 토질조건, 흙막이구조, 굴착규모, 굴착방법, 지하매설물의 유무, 본 구조의 시공법, 인접 구조물 등과의 관련을 고려하여 공정의 각 단계에서 충분한 안정성이 확보될 수 있는 시공계획을 수립하여야 한다.
- ⑥ 시공기록은 작업일 마다의 기록 외에 개개의 말뚝 시공상황 전체가 쉽게 이해될 수 있도록 하여야 한다.
- ⑦ 환경의 보존대책에는 널말뚝 시공지점의 제조건을 충분히 고려하고 주변환경의 변화에 관하여도 검토하여 그 대책을 세워 두어야 한다.
- ⑧ 안전대책에서는 시공지점의 제조건을 충분히 고려하여 안전을 확보할 수 있는 대책, 계측계획 및 결과분석방법을 제시하여야 한다.
- ⑨ 설계도면과 현장조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리대책으로서 전문기술자가 작성하고, 서명 날인한 수정도면, 계산서, 검토서, 시방서 등을 포함하는 설계검토 보고서를 제출하여야 한다.
- ⑩ 공사구간의 교통 처리계획, 교통안전요원의 운영계획 및 관련기관과 협의된 사항 등이 포함된 교통 처리계획을 제시하여야 한다.
- ⑪ 공사감독자가 필요하다고 인정하여 요구하는 기타 사항

1.3.2 시공도면

(1) 시공도면은 다음 사항을 나타내어 제출하여야 한다.

- ① 널말뚝의 치수, 무게, 접합, 선단가공 및 접합부의 연결, 말뚝 간 경계부 처리 등 상세
- ② 시공의 상세한 위치, 법선 및 기준점, 안내보 설치계획
- ③ 널말뚝의 운반 및 적치 보관방법, 제작방법 등에 관한 사항

1.3.3 공사보고서

(1) 공사계획 및 진도, 현장작업원 목록, 자재반입, 지시사항 협의 및 조정내용, 널말뚝 시공장비 투입현황 등을 기재한 공사보고서를 작성한다.

1.3.4 일일 작업보고서(널말뚝 시공작업 기록)

(1) 시험널말뚝을 포함한 모든 시공 널말뚝에 대한 일일보고서를 작성한다.

1.3.5 널말뚝위치도

(1) 널말뚝이 시공된 1주일 내에 널말뚝설치 위치도를 작성한다. 도면은 설계된 위치와 실제 시공된 위치가 표시되어 두 위치의 오차도 포함되어야 한다.

1.4 일반요건

1.4.1 설치허용오차

- (1) 수직도는 말뚝길이의 1/100 ~ 1/200 이내가 되도록 한다.
- (2) 말뚝이음은 이음위치가 동일 높이에서 시공되지 않도록 하여야 한다.

1.4.2 말뚝 및 충전

- (1) 구강재를 사용하는 널말뚝의 경우, 손상이 심한 것, 굽은 것, 찌른 것, 균열이 있는 것, 치수가 미달하는 것 등 구조적 결함이 예상되는 것은 현장에 반입하여서는 안 된다.
- (2) 매입하여 널말뚝을 설치하는 경우, 널말뚝 주위를 양질의 재료(모래, 쇄석, 소일시멘트 등)로 빈틈 없이 충전시키는 것을 원칙으로 하되, 주변 여건을 고려하여 충전 여부 및 충전재료를 공사감독자와 협의 검토하여야 한다.

2. 재료

2.1 강널말뚝

2.1.1 말뚝의 재질

- (1) 강널말뚝의 재질은 KS D 3003, KS D 3503, KS D 3515, KS D 3858, KS F 4602의 표준에 적합하여야 한다.
- (2) 강널말뚝의 형상에 따라 U형, Z형, 직선형, 조합형 등이 있으며 재질, 형상 및 치수는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.
- (3) 강널말뚝 형상의 제작오차, 재료의 성분분석, 강도시험에 대하여는 강널말뚝 생산자가 행한 시험성적서를 제출하여야 한다.

2.1.2 중고 강재의 사용

- (1) 신재가 아닌 중고 강재의 사용 시 강널말뚝 두께는 신재를 기준하여 90% 이상의 두께를 확보한 제품을 사용하여야 하며, 중고 강재의 두께가 신재기준 90% 이하일 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.
- (2) 국부적인 부식에 의하여 두께가 현저히 감소된 제품의 경우에는 공사감독자와 상의하여 적절한 보강조치를 하거나 안전을 위하여 사용을 배제 하여야 한다.

2.1.3 제작

- (1) 강널말뚝의 본체는 공장에서 제작함을 원칙으로 하나, 길이의 연결이나 이형 강널말뚝의 제작은 현장에서 가공 제작할 수 있다. 강널말뚝을 현장에서 가공 및 제작 할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 제작하여야 한다.
- (2) 현장에서 강널말뚝을 제작할 때 추가되는 강재 재질은 강널말뚝의 재질과 동일한 것

을 사용함을 원칙으로 하며 다른 재질을 사용할 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2 강관 널말뚝

2.2.1 말뚝의 재질

- (1) 강관 널말뚝은 강관 시트파일 또는 벽강관 말뚝이라 불리기도 하나 여기서는 강관 널말뚝이라고 칭한다.
- (2) 강관 널말뚝은 강관에 용접으로 이음금속을 접합하여 구성된 계수부를 연결하여 널말뚝 벽체를 구성함으로써 강널말뚝의 특징을 갖고 있을 뿐만 아니라 강널말뚝에 비해 단면계수가 커서 수평저항력이 크고, 강관말뚝의 특징인 연직지지력도 확보할 수 있다.
- (3) 강관 널말뚝의 재질은 KS F 4602, KS F 4605, KS D 3003, KS D 3300, KS D 3503, KS D 3515의 표준에 적합하여야 한다.
- (4) 강관 널말뚝의 종류, 재질, 형상 및 치수는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

2.2.2 제작

- (1) 강관 널말뚝의 제작은 공장이나 현장 제작장에서 가공 제작하는 것으로 한다. 부득이 현장에서만 제작할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 제작하여야 한다.
- (2) 제작하는 강관 널말뚝의 형상, 치수와 사용하는 강재의 재질은 설계도서에 제시된 바에 따른다.
- (3) 강관 널말뚝 계수부는 도면에서 명시된 대로 시공하고, 계수부의 위치와 내용은 공사감독자의 협의, 조정 및 승인을 받아야 한다.

2.3 셀형식 강널말뚝

2.3.1 말뚝의 재질

- (1) 강널말뚝은 KS F 4604, KS D 3003, KS D 3300, KS D 3503, KS D 3515의 표준에 적합하여야 한다.
- (2) 강널말뚝의 종류, 재질, 형상 및 치수는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

2.3.2 제작

- (1) 강널말뚝의 안내말뚝, 이항말뚝의 제작은 공장이나 현장의 제작장에서 하는 것으로 한다. 부득이 현장 제작장에서 제작할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 제작하여야 한다.
- (2) 현장에서의 강널말뚝 이음은 도면에서 명시한 대로 시공하고, 이음부의 위치와 내용은 공사감독자와 협의, 조정 및 승인을 받아야 한다.

2.4 콘크리트 널말뚝

2.4.1 말뚝의 재질

- (1) 콘크리트 널말뚝은 KS F 4208, KS F 4303, KS F 4306의 표준에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 콘크리트 널말뚝의 종류, 재질, 형상 및 치수는 도면이나 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

2.4.2 제작

- (1) 제작하는 콘크리트 널말뚝의 형상, 치수와 사용하는 강재의 재질은 설계도서에서 제시된 바에 따라야 한다.
- (2) 콘크리트 널말뚝의 현장 이음은 도면에 명시된 대로 실시하여야 하며, 이음부의 위치와 내용은 공사감독자의 협의, 조정 및 승인을 받아야 한다.

3. 시공

3.1 일반사항

3.1.1 운반 및 보관

- (1) 널말뚝을 싣고 내릴 때에는 크레인을 사용하여 충격 및 변형이 생기지 않게 취급하여야 한다. 매달기는 운반 도중 낙하하지 않도록 강널말뚝의 2지점을 로프로 묶어서 취급하여야 하고, 묶는 지점은 말뚝 양단에서 $l/5$ 되는 점을 택하는 것이 좋다.
- (2) 강널말뚝의 적치는 지반 지지력이 충분하고 표면이 평탄한 장소가 적당하며, 침하가 예상되는 곳은 지반을 개량하여 침하 현상을 방지한 후 적치하여야 한다. 적치 높이는 2 m 이하로 하되 1층의 단수는 5매 이하로 하여 받침목으로 피어야 한다. 이 때 받침목은 100 mm 각목으로 하며, 각목의 간격은 4 m 이내로 한다.
- (3) 강관 널말뚝의 운반과정에서 도장면, 이음부와 하단부(선단부분)에 손상을 입지 않도록 하고, 단면특성을 살리기 위하여 크게 비틀림이나 변형이 생기지 않도록 주의를 기울여야 한다. 하며, 보관에 있어서는 지형이 평탄하며 배수가 잘되게 정지하고 받침목을 깔아 포개어 쌓아 보관하여야 한다.
- (4) 셀형식 강널말뚝의 운반 과정에서 도장면, 이음부와 하단부(박히는 끝부분)에 손상을 입지 않도록 하고, 단면특성을 살리기 위하여 크게 비틀림이나 변형이 생기지 않도록 주의를 기울여야 하며, 보관에서는 지형이 평탄하며 배수가 잘되게 정지하고 받침목을 깔아 포개어 쌓아 보관하여야 한다.
- (5) 콘크리트 널말뚝은 철근 배근에 따라 인장측과 압축측이 있는 경우가 있으므로 이를 잘 확인하여 취급 과정에서 과대한 응력 발생으로 균열이나 손상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

3.1.2 시공장비

- (1) 시공기계는 강널말뚝의 종류, 모양, 치수, 중량, 근입깊이, 토질, 타설개수, 주위 환경을 고려하여 안전하고 경제적인 장비를 선정한다.
- (2) 널말뚝 시공장비는 KCS 11 50 15에 따른다.
- (3) 말뚝 박기용 장비는 설계서에 표시된 말뚝보다 최소한 3 m 더 긴 것을 박을 수 있는 것이어야 한다. 일반적인 말뚝 박기는 낙하식 해머 또는 바이브로 해머로 한다. 바이브로 해머 용량의 선정에는 항타기의 진폭, 진동수(회전수), 진동가속도, 기진력, 자중 등 기계의 특성을 고려하여야 한다.
- (4) 해머 선정 시 항타 중에 강관 널말뚝의 이동이나 회전에 따라 계수부의 간섭에 의하여 이웃한 강관 널말뚝 상호간의 항타 저항이 커지는 것을 고려하여야 한다.
- (5) 암반을 통과하여 근입하여야 하는 경우에는 천공장비를 준비하여야 하며 암반항타 공법에 적합한 병용장비를 사용한다.
- (6) 말뚝박기를 쉽게 하기 위하여 물분사 공법과 병행할 경우에는 분사구의 갯수와 압력은 말뚝 주변의 물질을 충분히 침식시킬 수 있어야 한다. 분사구가 막히거나 작동이 안 될 경우에는 즉시 보수 또는 보강하여야 한다.

3.2 시공준비

3.2.1 시험항타

- (1) 널말뚝의 타입 가부는 N값에 의해 판정되나 지반 조건에 따라서는 N값에 의해서 적중되지 않는 경우가 많기 때문에 시험항타를 선행하여 제반 조건을 결정하는 것이 좋다.
- (2) 시험항타를 행하여 널말뚝의 사양, 타입공법 및 장비규격 등을 최종 확인하여야 하며, 설계도서와 상이할 경우에는 공사감독자의 승인을 받은 후 설계변경을 하여야 한다.

3.2.2 법선

- (1) 널말뚝을 정확히 시공하기 위해서는 법선을 확정된 후 다음 작업을 진행하여야 한다.
- (2) 법선은 설계도서를 기준으로 정확한 위치를 측정하여 기준점을 설치하고, 항타 진행과 병행, 수시로 검측하여 시공위치를 보정하여야 한다.

3.2.3 안내보

- (1) 안내보는 정확한 타입과 시공 시의 안정을 확보하기 위하여 타입 법선에 평행하게 H형강의 보조버팀대 및 보조말뚝을 설치하여 강널말뚝의 세우기 및 타입을 용이하게 하는 데 그 목적이 있다.
- (2) 시공법선에 따라 보조말뚝을 2열로 박고 (10 m 간격) 보조말뚝 내측에 보조버팀대를 설치한다. 이 때 보조 버팀대의 내측 간격은 강널말뚝을 꽉 물린 상태보다 20 ~ 50 mm의 여유를 주도록 한다.
- (3) 안내보의 설치 높이는 강널말뚝의 타입을 완료했을 때 해머가 안내보에 닿지 않도록

강널말뚝의 타입 목포 높이보다 300 mm ~ 500 mm 정도 낮게 설치하여야 한다.

- (4) 강널말뚝 타입 시에는 타격력이 강널말뚝의 타입저항보다 커야 한다. 그러나 타격력이 강널말뚝의 두부를 훼손하거나 장주좌굴 허용하중을 초과하게 되면 곤란함으로 시공 전에 타입 가능깊이가 검토되어야 한다.

3.2.4 가이드링

- (1) 셀형식에 있어서 계획법선에 대한 수시점검과 가이드링 설치위치 확정을 위한 관측대를 설치하고, 널말뚝의 눈금표시, 세우기 작업용 구멍뚫기 등 공사 준비를 하여야 한다.
- (2) 셀을 계획된 위치에 정확히 설치하기 위하여 가이드링 설치용 지지주 박기와 가이드빔 시설을 우물정자 형상으로 시설하고, 그 위에 가이드링을 얹어 놓고 강널말뚝을 세워나가면서 차례로 향타하여 셀을 형성하며, 법선에 대한 관측과 지지대 설치 및 가이드링 설치 시에는 공사감독자의 사전 협의와 승인이 있어야 한다.

3.3 시험시공

- (1) 강관 널말뚝의 시공에 있어서는 지지층의 확인, 말뚝향타 마감위치의 근입량, 시공기계의 적부나 시공정도 등 시공관리상 필요한 자료를 얻기 위하여 시험향타를 하는 것을 원칙으로 하며, 설계도서와 상이할 경우에는 공사감독자의 승인을 받은 후 설계변경을 하여야 한다.
- (2) 시험향타는 기초마다 최초에 지지층에 이르는 강관 널말뚝으로 실시하는 것으로 하나, 지지층의 상황에 따라서 3분 이상의 시험시공을 하는 것이 좋다. 다만 시공지점에 있어서의 강관 널말뚝의 시공성이 충분히 파악되어 있는 경우는 시험향타를 생략할 수 있다.

3.4 강널말뚝

3.4.1 세우기

- (1) 세우기는 먼저 타입한 강널말뚝에 다음 강널말뚝의 이음부를 맞추고 자립될 수 있는 깊이까지 내려주는 작업을 말한다. 이 때 자중만으로 소정의 깊이까지 관입되지 않으면 해머로 가볍게 타격하여 시행한다.
- (2) 말뚝 세우기에 앞서 말뚝 매기를 완전히 행하고 상향 속도를 10 m/min 정도로 권양하여야 하며, 세우기가 완료된 때의 말뚝의 수직에 대한 허용오차는 1/100 ~ 1/200 이내가 되어야 한다.
- (3) 강널말뚝의 세우기 작업에서는 절대로 비껴 당기거나 이음부가 비뚤어지지 않도록 주의하여야 한다. 따라서, 최초에 타입한 강널말뚝은 이후의 향타기준이 되므로 법선 방향과 직각 방향의 2방향으로 위치와 경사를 정확히 유지하도록 세우기를 시행한다.
- (4) 강널말뚝과 보조 버팀대와의 사이에 틈에 생기면 간격재(spacer)를 끼워 강널말뚝의 타입방향에 어긋나지 않도록 조정하여야 한다.

- (5) 강널말뚝의 매기 및 세우기부터 타입 시까지는 제반 안전 사항을 고려하여 취급을 신중히 하여야 하며, 특히 충돌 및 흔들림이 없도록 하여야 한다.

3.4.2 강널말뚝 항타

- (1) 세우기를 마친 강널말뚝은 해머능력과 현장작업여건, 공사기간 등을 고려하여 1매씩 또는 2매씩 항타한다. 강널말뚝을 항타하면 진행방향으로 경사가 생기므로 강널말뚝 1매 폭 이상으로 벌어지지 않게 시공하지만, 1매 폭 정도 경사가 발생하게 되면 공사감독자의 승인을 받아 이형 널말뚝을 항타하여 경사를 수정하여야 한다. 단 이형 널말뚝은 연속하여 사용하여서는 안 된다.
- (2) 지층의 변화와 장애물 등으로 소정의 깊이까지 근입 되지 않는 경우에는 구조적인 문제점이 예상되므로 사전에 공사감독자와 협의하여 대책을 세워야 하며 토질조건이 연약하여 근입깊이가 깊어질 때에도 근입깊이에 대하여 공사감독자와 협의를 하여야 한다.
- (3) 강널말뚝 항타 중에 경사, 맞물림 관입, 회전, 두부파괴 및 계수부 이탈 등의 현상이 발생하면 타입을 중지하고 그 원인을 규명하여 적절한 대책을 수립하여야 한다.
- (4) 항타 중인 강널말뚝이 경사지게 되면 계수부는 마찰 저항이 크게 되므로 다음 말뚝의 타입에 큰 지장을 초래하게 된다. 따라서 다음과 같은 방법으로 경사를 즉시 수정하여야 한다.
 - ① 강널말뚝의 두부를 와이어로프를 이용하여 경사반대 방향으로 당겨 준다.
 - ② 강널말뚝을 사전에 계수부측이 짧아지게 하단부를 경사지게 절단하여 연결부의 지반관입 저항을 적게 하여 경사를 수정한다.
 - ③ 단독타입의 경우를 병행타입(병풍항타)으로 바꾸어 시공한다.
 - ④ 강널말뚝의 두부를 경사지게 타격하면서 시공한다.
 - ⑤ 연결부에서의 마찰 저항률을 감소시키기 위해 연결부에 윤활유를 바르고 틈새에 토사가 끼이지 않도록 선단부 내에 슈를 장착한다.
 - ⑥ 이형 강널말뚝을 제작하여 사용하여야 한다.
- (5) 연약지반에 강널말뚝을 항타할 때 또는 선단부의 지지력이 적거나 경사가 지면서 항타된 인접 강널말뚝이 같이 근입 되면서 내려가는 맞물림 관입이 발생하면 다음과 같은 방법으로 맞물림 관입을 방지하여야 한다.
 - ① 강널말뚝이 경사진 경우에는 경사보정을 하여 이음부의 마찰저항을 감소시킨다.
 - ② 지반이 연약한 경우에는 강널말뚝을 계획고보다 약간 높은 위치에서 타격을 중지하여 맞물림 관입량 만큼의 여유를 둔 다음, 마지막에 전체적으로 재타격하여 위치를 맞춘다.
 - ③ 맞물림 관입이 일어날 강널말뚝을 인접 강널말뚝에 용접이나 볼트로 고정한다.
 - ④ 크레인의 로프를 맞물림 관입이 일어나는 강널말뚝에 걸고 타입한다.
 - ⑤ 계수부에 윤활유 등을 발라 마찰력을 감소시킨다.
 - ⑥ 이상과 같은 방법으로 맞물림 관입을 방지하더라도 실제로 맞물림 관입 현상이 발생되면 진동해머로 인발한 후 재시공하여야 한다.
- (6) 강널말뚝의 회전을 방지하기 위한 대책으로는 안내보와 강널말뚝 사이의 간격을 적당

히 유지하여야 하고 간격재를 삽입하는 것이 육상 타격 시에 유리하다. 그러나 해상 타격 시에는 해저면보다 높은 안내보 지지말뚝의 길이와 해저면 이하의 연약층 심도까지의 길이만큼 안내보의 억제력이 저하되므로 안내보에 따라서는 회전을 방지하기 곤란한 경우가 있다. 그러므로 세워 내릴 때 법선 방향과 법선 직각방향의 2방향에서 정확하게 관측하여 회전을 일으키지 않도록 작업을 관리하여야 한다. 또한 시공 후에 단계적으로 회전이 생기는 경우에는 즉시 인발하고 재시공하여야 한다.

(7) 시공연장의 늘어짐과 줄어짐

계수부에는 소정의 유격이 있기 때문에 세우기 및 타입 상황에 따라 시공연장이 늘어나거나 줄어든다. 이 때는 법선 방향으로 인장상태, 중립상태, 압축상태를 조정하되 20~30매 마다 늘어짐 및 줄어짐량을 검토하면서 시공하여야 한다.

(8) 강널말뚝을 향타할 때 이탈된 강널말뚝은 뽑고 다시 향타하여야 하며, 다시 향타하기가 불가능할 경우에는 공사감독자와 협의하여 적절한 보강조치를 취하여야 한다.

(9) 강널말뚝을 향타할 때 지반이 단단한 모래, 풍화토, 풍화암 지역에서는 바이브로 해머와 선단부에 워터젯 시설을 병행하여 소요 심도까지 향타 하거나 암천공 병용장비를 사용하여 향타하여야 한다. 경질지반 향타장비의 선정이 있어서는 공사감독자와의 충분한 협의를 거쳐 시행하여야 한다.

(10) 워터젯트를 사용한 강널말뚝의 시공에서 최종 관입은 관입부 지반이 약화되지 않도록 워터젯트 분사를 제한, 조정하여 관입시켜 지반교란을 방지하여야 한다.

(11) 지하수 유출로 인근건물이나 시설물에 피해가 우려되어 차수성을 증가시켜야 할 경우에는 계수부에 지수재를 사용하여 누수를 방지하여야 한다.

(12) 지수재를 도포할 강널말뚝의 계수부의 토사 및 녹은 깨끗이 제거 하여야 하며 지수재 도포 전 충분히 건조한 상태를 유지하여야 한다.

(13) 지수제는 충분한 팽창성을 지닌 것이어야 하며, 지수제의 도포량은 계수부 일면에 200 g/m (3 ~ 4 mm 두께)를 도포하고, 도포 후 하절기 12 ~ 24시간, 동절기 24 ~ 48시간 경화시켜 사용한다.

(14) 지수제는 지하수의 유출 예상정도에 따라 공사감독자와 상의하여 단면도포 또는 양면도포를 실시하며, 우천 시에는 물이 닿지 않도록 보호하여야 한다.

(15) 강널말뚝의 연결과 절단에 대하여는 공사감독자와의 협의하여야 한다.

(16) 강널말뚝의 향타 기록을 작성 보관하여야 하며 시공에 있어서는 각 강널말뚝에 대해서 각 작업단계마다 일정양식에 따라 기록을 하여야 한다.

(17) 말뚝이 소정의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선 등에 대하여 설계도면에서 규정하고 있는 대로 시공되었는지를 확인하여야 한다. 허용오차는 다음과 같다.

① 벽체 길이: (+) 널말뚝 1매 폭, (-) 없음

② 법선에 대한 굴곡: (±) 100 mm

③ 법선에 대한 기울기(횡방향): 1/75 이하

④ 법선 방향의 기울기(종방향): (시공 중) 아래 위의 차가 널말뚝 1매 폭 이하, (완료 후) 1/75 이하

3.4.3 용접 및 절단

- (1) 용접은 아크용접으로 하고, 용접순서는 시공 전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 용접은 정확하게 하고, 용접에 의한 잔류응력, 변형 등은 되도록 적게 하여야 한다.
- (3) 용접봉은 피복재의 벗겨짐, 벌어짐, 오염, 습기 등 용접에 유해로운 결함이 있는 것을 사용하여서는 안 된다.
- (4) 용접기, 전선 등에 의한 감전사고에 유의하여야 하며, 용접 시 적절한 보호장비를 착용하여야 한다.
- (5) 용접하는 재편의 표면은 용접하기 전에 깨끗이 하여야 한다. 특히 용접면 및 그 인접 부분은 물, 녹, 도료, 슬래그 및 먼지 등이 균열의 원인이 되므로 잘 제거하여야 한다.
- (6) 맞이음 용접은 재편 단부의 밀 간격을 정확하게 유지하도록 주의하고, 현저한 오차가 없도록 하여야 한다.
- (7) 겹이음 용접은 재편의 밀착에 주의하고, 심한 틈이 생기지 않도록 하여야 한다.
- (8) 조립 도구를 부재에 용접할 때에는 용접부분을 뒤흔들 수 있는 대로 적게 하고, 제거 시에는 이것을 떼어 낸 뒤 평활하게 하여야 한다.
- (9) 용접은 하향용접을 원칙으로 한다. 하향용접 이외의 자세로 할 때에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

3.5 강관 널말뚝(벽강관 말뚝)

3.5.1 말뚝 작업

- (1) 세우기는 기준틀에 따라 계획법선에 맞추어 강관 널말뚝을 세워 나가야 하며 시공방법, 순서는 사전에 공사감독자와 협의하여야 한다.
- (2) 강관 널말뚝의 세우기에는 진동해머 사용을 원칙으로 하고, 세우기에 있어서는 유도 거푸집의 표시위치에 강관 널말뚝을 설치하고 직교하는 2방향으로부터 연직성을 확인하면서 세워 넣고, 수직에 대한 오차는 1/100 ~ 1/200 이내로 한다. 강관 널말뚝을 세워 넣는 위치가 어긋나거나 경사지는 경우에는 강관 널말뚝을 인발하여 재차 세워 넣어야 한다.
- (3) 강관 널말뚝은 설계도서 혹은 시험시공의 결과 확인된 근입 깊이에서 향타 마감을 하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 강관 널말뚝의 매기 및 세우기부터 타입 시까지는 제반 안전사항을 고려하여 취급을 신중히 하여야 하며, 특히 충돌 및 흔들림이 없도록 하여야 한다.
- (5) 지층의 변화와 장애물 등으로 소정의 깊이까지 향타되지 않는 경우에는 구조적인 문제점이 예상되므로 사전에 공사감독자와 협의하여 대책을 세워야 하며 토질조건이 연약하여 근입깊이가 깊어질 때에도 근입깊이에 대하여 공사감독자와 협의를 하여야 한다.
- (6) 강관 널말뚝을 향타할 때 이탈된 강관 널말뚝은 인발하여 다시 박아야 하며, 재향타가 불가능할 경우에는 공사감독자와 협의하여 적절한 보강조치를 취하여야 한다.
- (7) 강관 널말뚝은 향타 시공 중 특히 회전이나 경사가 일어나지 않는 방법을 강구하여 향타 하여야 한다.

- (8) 항타 시공 시 일정양식에 따라 강관 널말뚝의 항타 기록을 작성 보관하여야 한다.
- (9) 항타 완료 후 말뚝이 소정의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선 등에 대하여 설계도면에서 규정하고 있는 대로 시공되었는지를 확인하여야 한다.
 - ① 벽체 길이: (+) 널말뚝 1매 폭, (-) 없음
 - ② 법선에 대한 굴곡: ($\pm$) 100 mm
 - ③ 법선에 대한 기울기(횡방향): 1/75 이하 또는 공사시방서 준용
 - ④ 법선 방향의 기울기(종방향): (시공 중) 아래 위의 차가 널말뚝 1매 폭 이하, (완료 후) 1/75 이하 또는 공사시방서 준용

3.5.2 현장용접 이음

- (1) 강관 널말뚝은 계수부와 방향성을 가지고 있어 상하의 강관 널말뚝의 수직도가 불량할 경우 수정이 어려우므로 현장 용접에 있어서도 각 시공단계에 있어서 충분한 시공관리가 필요하다.

3.5.3 속채움 콘크리트 및 계수부의 처리

- (1) 가물막이 겸용방식의 경우 상부 슬래브 결합부 부근의 강관 널말뚝 본체를 보강하기 위하여 속채움 콘크리트를 타설하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 강관 널말뚝 우물통부의 강성을 확보하기 위해서 계수부 내부의 토사를 워터젯트 등을 이용하여 배제한 후 계수부 전장에 걸쳐서 모르타르를 채우는 것을 원칙으로 한다.

3.5.4 강관 널말뚝 우물통 시공

- (1) 가물막이 겸용방식에서 가물막이 부분의 시공은 설계도서 및 시공계획서에 표시된 시공방법 및 시공순서 대로 가물막이 내부의 굴착, 동바리의 설치 및 밑바닥 콘크리트 타설을 하여야 한다.
- (2) 상부슬래브와 강관 널말뚝과의 결합부 및 상부슬래브는 상부슬래브에 작용하는 하중이 강관 널말뚝에 확실하게 전달되도록 시공하여야 한다.
- (3) 가물막이 겸용방식의 경우 상부 슬래브, 구체 완성 후 동바리 및 가물막이 부분의 강관 널말뚝을 설계도서 및 시공계획서에 표시된 시공방법, 시공순서에 따라 철거하여야 한다.

3.6 셀형식 강널말뚝

3.6.1 운반과 보관

- (1) 셀형식 강널말뚝의 운반 과정에서 도장면, 이음부와 하단부(박히는 끝부분)에 손상을 입지 않도록 하고, 단면특성을 살리기 위하여 크게 비틀림이나 변형이 생기지 않도록 주위를 기울여야 하며, 보관에서는 지형이 평탄하며 배수가 잘되게 정지하고 받침목을 깔아 포개어 쌓아 보관하여야 한다.

- (2) 셀형식 강널말뚝을 수평으로 달아 올리거나 운반하는 경우 반드시 2점 달기를 하여야 한다.

3.6.2 공사준비와 가이드링

- (1) 계획법선에 대한 수시점검과 가이드링 설치위치 확정을 위한 관측대를 설치하고, 널말뚝의 눈금표시, 세우기 작업용 구멍뚫기 등 공사 준비를 하여야 한다.
- (2) 셀을 계획된 위치에 정확히 설치하기 위하여 가이드링 설치용 지지주 박기와 가이드빔 시설을 우물정자 형상으로 시설하고, 그 위에 가이드링을 얹어 놓고 강널말뚝을 세워나가면서 차례로 향타하여 셀을 형성하며, 법선에 대한 관측과 지지대 설치 및 가이드링 설치 시에는 공사감독자의 사전 협의와 승인이 있어야 한다.

3.6.3 강널말뚝 세우기

- (1) 강널말뚝 세우기는 가이드링에 따라 아크부의 T형 강널말뚝을 먼저 세우고, 다음에 안내 강널말뚝을 세운 후 안내말뚝을 중심으로 좌우에 강널말뚝을 세워나가며 간격이 균등하게 세워지도록 하여야 한다.
- (2) 균등하게 세우기가 완료되면 최종으로 안내말뚝을 뽑아내고 시공하여야 할 강널말뚝을 세워야 한다.
- (3) 강널말뚝 세우기에 앞서 기상, 해상조건 등을 고려하여 사전에 세우기의 공정에 대하여 공사감독자와 협의하여야 한다.

3.6.4 강널말뚝의 향타

- (1) T형 강널말뚝을 먼저 향타한 다음 T형 좌우 강널말뚝을 2~3매씩 단위로 향타하여 T형 강널말뚝을 고정하여야 하고, 나머지 말뚝을 향타하는 순서로 시공하여야 한다.
- (2) 향타 순서와 방법에 대하여는 사전에 공사감독자와 협의하여야 한다.

3.6.5 속채움

- (1) 양질의 모래나 자갈로 속채움을 하여야 한다. 속채움 재료를 선정할 때 필요한 사항은 공사시방서의 규정하는 바에 따른다.
- (2) 속채움 할 때 셀에 편심이 가하여지지 않도록 셀 중앙부에서 외측으로 속채움을 시행하여야 하며, 셀이나 아크부의 변형, 경사 등의 상태를 주의깊게 관측하여야 한다.
- (3) 속채움 할 때 속채움을 반쯤 시행하여 가이드링과 지지시설 등을 철거하고 셀변형 방지용 속채움 링을 설치한 후 연속적으로 속채움을 완료하여야 한다.
- (4) 속채움 작업이 완료될 때까지의 작업 공정에 대하여 공사감독자와 협의하고 만일의 기상, 해상 변화에 대비하여야 한다.

3.6.6 프리패브 셀형식 강널말뚝

- (1) 적용범위, 재료, 제작, 운반과 보관 등 공사 준비는 셀형식 강널말뚝의 관련 사항에 따른다.

- (2) 조립기지에서 가이드링 외부에 셀용 강널말뚝을 세우는 방법은 이 기준 3.4와 3.5의 해당 사항에 따른다.
- (3) 조립된 강널말뚝은 소요 매수로 묶어, 바이브로 해머를 장착한 후 들고리틀에 연결하고, 들고리틀을 해상 기중기로 들고 해상운반 하는 공법이므로 케이슨 진수방법과 유사한 공정은 케이슨 운반 관련 시방서를 따른다.
- (4) 아크부의 조립, 해상운반도 프리패브(prefab) 셀형식의 시공방법에 따른다.
- (5) 소정의 위치에 거치된 조립된 셀의 박기 순서 등은 공사감독자와 협의하여 시행하여야 한다.
- (6) 조립 기지의 시설, 공사의 작업 순서, 바이브로 해머의 선정, 해상 기중기선의 선정 등 현장작업에 관련된 사항은 공사감독자와 협의하여 시행하여야 한다.

3.7 콘크리트 널말뚝

3.7.1 운반 및 보관

- (1) 콘크리트 널말뚝은 철근 배근에 따라 인장측과 압축측이 있는 경우가 있으므로 이를 잘 확인하여 취급 과정에서 과대한 응력 발생으로 균열이나 손상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

3.7.2 말뚝 향타

- (1) 콘크리트 널말뚝은 길이가 모자라거나 손상된 말뚝은 제거하고 규격에 맞는 새 것으로 교체하여 다시 향타하여야 한다.
- (2) 콘크리트 널말뚝은 인장측과 압축측을 확인하고 휨응력의 발생 상황에 따라 말뚝의 방향을 맞추어 향타하여야 한다.

3.7.3 검사 및 허용오차

- (1) 말뚝이 소정의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선 등에 대하여 설계도면에서 규정하고 있는 대로 시공되었는지를 확인하여야 한다
- (2) 허용오차는 다음과 같다.
 - ① 벽체 길이: (+) 널말뚝 1매 폭, (-) 없음
 - ② 법선에 대한 굴곡: ($\pm$) 100 mm
 - ③ 법선에 대한 기울기(횡방향): 1/75 이하
 - ④ 법선 방향의 기울기(종방향): (시공 중) 아래 위의 차가 널말뚝 1매 폭 이하, (완료 후) 1/50 이하
 - ⑤ 널말뚝 마루높이: ($\pm$) 50 mm

집필위원

성명	소속	성명	소속
하익수	경남대학교	한진태	한국건설기술연구원
이종구	포스코		

자문위원

성명	소속	성명	소속
남문석	한국도로공사	박이근	(주)지오알앤디
여규권	삼부토건(주)	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설팅	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
구자흡	삼영엠텍(주)	이근하	(주)포스코엔지니어링
김현길	(주)정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	(주)다음기술단

국토교통부

성명	소속	성명	소속
정선우	국토교통부 기술기준과	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

표준시방서
KCS 11 50 20 : 2016

널말뚝

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

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

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

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