KOSHA GUIDE
C - 76 - 2013

흙막이공사(강널말뚝, Sheet Pile)의 안전보건작업지침 제정

2013. 7.

한국산업안전보건공단

흙막이공사 (강널말뚝 공법, Sheet Pile) 안전보건 작업지침

1. 목　　적

이 지침은「산업안전보건기준에 관한 규칙」(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제4장 제2절 굴착작업 등의 위험방지 규정에 따라, 강널말뚝 흙막이공사 작업 과정에서의 안전보건작업 지침을 정함을 목적으로 한다.

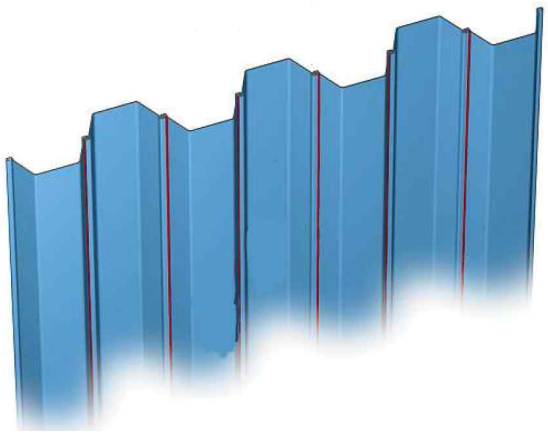
2. 적용범위

이 지침은 건설공사 현장의 강널말뚝 흙막이공사 작업에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “강널말뚝”이란 물막이·흙막이 등을 위해 박는 강판으로 된 말뚝으로 단면의 형태는 양단이 구멍형 또는 요철(凹凸)로 되어 있어서 서로 끼워 맞출 수 있게 되어 있다. 주로 가설 흙막이, 물막이 연속벽체 등으로 사용한다.



<그림 1> 강널말뚝의 시공단면도

(나) “흙막이 벽”이란 지반굴착 시 붕괴 및 인접지반의 침하 등을 방지하기 위하여 설치하는 구조물을 말한다.

(다) “가이드 파일(Guide Pile)”이란 말뚝 타입시 항타작업에 앞서 양측에 설치하는 H 형강 말뚝으로서, 정확한 정밀도로 말뚝의 위치 결정을 위해 가이드 빔이 설치되며 이 때 가이드 빔을 지지하기 위하여 타입한 가설 말뚝을 가이드 파일이라 한다. 가이드 파일에 걸리는 하중은 작기 때문에 밑둥 묻힘 깊이도 적고 대개가 마찰 말뚝이다. 가이드 빔이 이동되지 않도록, 와이어 로프나 앵글재로 가이드 파일 사이에 브레이싱이 주로 이용된다.

(라) “지수재”란 말뚝의 지수를 목적으로 하는 수팽창성 지수재로서 말뚝의 플랜지 부위에 도장되며 말뚝 설치후 물과 접촉하여 24시간이후에 약 10-20배정도로 팽창하여 플랜지 부위의 공극을 충진시켜 지수효과를 발휘한다.

(2) 그 밖의 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고시에서 정하는 바에 따른다.

4. 강널말뚝 흙막이공사 시공전 안전조치 사항

(1) 지반조사결과에 의거하여 기준틀 설치, 강널말뚝 항타방법, 항타장비의 선정, 지반보강 등 상세시공방법을 사전에 결정한다.

(2) 산업안전보건 규칙 「제 38조 사전조사 및 작업계획서의 작성」 및 「제 39조 작업지휘자의 조정」에 따라 근로자의 위험을 방지하기 위해 사업주는 사전조사 및 작업계획서를 작성하고 근로감독자(작업지휘자)를 지정하여야 한다.

(3) 작업계획서를 활용하여 안전에 만전을 기해야 하며, 필요 장소에 안전표지판, 경고등, 차단막 등 안전사고방지를 위한 안전시설물을 설치하여야 한다.

<그림 2> 흙막이 공사를 위한 안전 시설물

(4) 근로자의 안전을 위하여 보호구의 착용상태 감시, 악천후 시에는 작업의 중지, 관계근로자 이외의 자의 출입통제 등이 이루어져야 하며, 붕괴의 위험이 있다고 판단된 경우에는 즉시 근로자를 안전한 장소로 대피시켜야 한다.

(5) 공사 착수 전에 본 공사 시행으로 인한 인접 제반 시설물의 피해가 없도록 안전대책을 수립함은 물론 이에 대한 현황을 면밀히 조사, 기록, 표시하여야 하며, 인접 제반 시설물의 소유주에게 확인, 주지시켜야 한다.

(6) 인접 구조물 또는 건물의 벽, 지붕, 바닥, 담 등의 강성, 안정성, 균열상태, 노후 정도 등을 상세히 조사하여 기록한다. 인접구조물의 균열부위는 위치를 표시하고, 균열폭 및 길이를 판독할 수 있도록 사진촬영 및 기록을 하여야 한다.

(7) 강널말뚝 근입 위치에 상하수도관, 통신케이블, 가스관, 고압케이블 등 지하매설물이 설치되어 있는지의 여부를 관계기관의 지하매설물 현황도를 확인하고 줄파기를 통하여 매설물을 노출시켜야하며, 필요시 이설 또는 보호조치를 하여야 한다.

(8) 현장 여건과 진행 공종별 장비 수급계획을 수립하여 현장의 각종 장비의 뒤집힘, 깔림, 끼임 등의 재해를 방지하고 장비의 통로는 배수가 잘 되도록 조치하고 지반의 침하나 변형을 수시로 확인하여 필요시 지반을 보강하여야 한다.(필요시 철판이나 콘크리트를 포설하여야 한다.)

(9) 크레인, 항타장비 등 장비를 현장에 반입할 경우에는 해당 장비이력카드를 확인하여 관련 법령에 의한 정기검사 등 이력을 확인하고, 작업 시작 전에 권과방지장치, 브레이크·클러치 및 운전장치의 기능 등을 점검하여야 한다.

(10) 그 밖의 가설작업에 관한 안전조치 사항은 KOSHA GUIDE C-8-2011(작업발판 설치 및 사용 안전지침)에 따른다.

5. 강널말뚝 흙막이공사 안전조치 사항

시공 순서	준수사항
줄파기(지장물 확인)	5.2 강널말뚝 사전작업 5.2.1 준비 및 줄파기 작업
↓	
강널말뚝의 운반 및 보관	5.2.2 강널말뚝의 운반 및 보관
↓	
강널말뚝 기준틀 설치	5.3 강널말뚝박기 5.3.1 강널말뚝박기 준비 5.3.2 기준틀의 매기
↓	
강널말뚝 근입	5.3.3 강널말뚝 세우기
강널말뚝 항타	5.3.4 강널말뚝 박기
↓	
강널말뚝 인발	5.4 작업완료 및 주변 원상복구
↓	
작업완료	5.4 작업완료 및 주변 원상복구

5.1 일반안전사항

(1) 시공에 앞서 설계도서 및 현장의 각종 상황(매설물, 가공물, 도로구조물, 지반, 노면교통 등)을 고려한 작업계획서를 수립하여야 한다.

(2) 작업계획서에는 다음 사항을 포함하여야 한다.

(가) 흙막이공사를 위한 상세한 위치, 사용기계 및 공정, 매설물 처리방법 등

(나) 토질조건, 흙막이구조, 지하매설물의 유무, 강널말뚝의 시공순서와 시공시간 간격에 관한 계획 등을 고려한 본 구조물의 시공법, 인접구조물 등과의 관련을 고려하여 공정의 각 단계에서 충분한 안정성이 확보될 수 있는 흙막이 구조물 시공계획

(다) 강널말뚝의 재질, 배치, 치수, 설치시기, 시공순서, 시공방법, 장비계획, 매설물 철거 및 보호공 계획, 임시배수로 및 안전시설 설치계획 등

(라) 설계도면과 현장조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리대책으로서 전문기술자가 작성한 수정도면, 계산서, 검토서, 시방서 등을 포함하는 설계검토 보고서에 의한 관리감독자가 승인한 설계도면

(마) 흙막이공사에 의한 공사구간의 교통 처리계획, 교통안전요원의 운영계획 및 관련 기관과 협의된 사항 등이 포함된 교통 처리계획

(바) 그 밖에 관리감독자가 필요하다고 인정하는 사항

(3) 흙막이 작업 시 불가피하게 설계도면과 다르게 시공하여야 할 경우에는 공사를 중단하고 대체 방안을 강구한 이후에 시공하여야 한다.

(4) 강우에 의한 지하수위변화, 지하수 유출, 지반의 이완 및 침하, 각종 부재의 변형 등을 수시로 점검하고, 이상이 있을 경우 즉시 보강하며, 그에 따른 안정성을 추가로 검토 하여야 한다.

(5) 해상 또는 하상에 강널말뚝을 시공 시 해일이나 폭우로 인하여 발생할 수

있는 수해에 대한 방지대책을 철저히 검토하여야 한다.

(6) 흙막이 벽 배면에 설계하중 이상의 상재하중이 적재되지 않도록 하여야 한다.

(7) 흙막이공사 진행 중 주변 구조물에 피해가 예상되면 주변 구조물의 기초와 구조물 하부 지반을 조사하고, 균열·변위·변형의 진행 여부와 하중의 증감 상황을 확인할 수 있도록 계측장비를 설치하여 관찰, 기록하여야 한다.

5.2 강널말뚝 사전 작업

5.2.1 준비 및 줄파기 작업

(1) 작업계획서에 따라 공사가 안전하게 진행될 수 있도록 장비, 기계·기구, 자재 및 가설재를 준비하여야 한다.

(2) 작업계획서에 확인된 위험요소에 안전표지판, 차단기, 조명 및 경고신호 등을 설치하여야 한다.

(3) 주요 시설물에 대해서는 관계 법령에 따라 시설물 관리자에게 사전 통보하여 굴착 작업 시에 입회할 수 있도록 하여야 한다. 주요시설이 훼손되거나 부분적인 누수가 발생할 경우에는 즉각 응급조치를 하고 관리감독자에게 통보하여 적절한 조치를 강구하여야 한다.

(4) 지하매설관의 절곡부, 분기부, 단관부, 기타 특수부분 및 관리 감독자가 특별히 지시한 직관부의 이음부분은 이동 또는 탈락방지 등의 보강대책을 세워야 하며, 기타 특별한 사항에 대해서는 관리감독자의 지시를 받아야 한다.

(5) 흙막이와 인접하여 작동되는 천공장비 등 건설기계에 대한 안정성을 검토하여야 하며, 필요시에는 흙막이를 보강하거나 지반을 보강 또는 개량하여야 한다.

(6) 지반굴착을 위한 천공 또는 항타 전에 천공위치에 따라 지하매설물 심도 이상 줄파기를 하여 지하 매설물의 유무 및 위치를 확인하여야 한다.

<그림 3> 줄파기로 인한 지장물 노출

(7) 가능한 적은 범위 내에서 줄파기를 하고, 보행자의 안전을 위해 보도경계선에 가설울타리를 설치하여야 한다.

(8) 줄파기 작업 시에는 부근의 노면건조물, 매설물 등에 피해가 없도록 하고, 지반이 이완되지 않도록 주의하여야 하며, 필요시에는 가복공 또는 가포장하여야 한다.

(9) 시험굴착 및 줄파기는 강널말뚝박기 진행을 고려하여 소정의 범위 밖에서 시행하여야 하며, 작업완료 후 조속히 표준도에 따라 복구하여 교통소통에 지장이 없도록 하고 복구 후 노면을 유지 보수하여야 한다.

5.2.2 강널말뚝의 운반 및 보관

(1) 강널말뚝의 적재 운반과정에서 도장면(塗裝面), 이음부와 하단부에 손상을 입지 않도록 하고 단면 특성을 살리기 위하여 비틀림이나 변형이 발생하지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.

<그림 4> 강널말뚝의 운반과정

(2) 도로 운행시 도로교통법 등 제반법규를 준수하고, 돌출부에는 빨간 깃발을 다는 등 위험표시를 하여 다른 차량의 교통에 지장을 주지 말아야 한다.

(3) 운반차량에 적재할 때는 적당한 간격으로 받침목 및 받침대를 배열하고 와이어 로프 등으로 견고하게 묶어서 운반도중 충격이나 요동에 의해 강널말뚝에 손상 또는 변형이 생기지 않도록 하여야 한다.

(4) 반입되는 장비 및 자재의 하역작업은 중량 및 적재상태 등을 고려하여 적절한 하역방법을 선정하여야 한다.

(5) 하역작업 시에는 신호수를 배치하여 정해진 신호에 따라야 하며 신호는 장비운전원이 잘볼 수 있는 곳에서 하여야 한다.

(6) 지게차에 강널말뚝을 실을 때에는 허용하중을 초과하여 적재하여서는 안되며, 무게중심을 확보하여 전도의 위험을 방지하여야 한다.

(7) 지게차로 강널말뚝 운반시 전방 시야가 나쁘므로 전후좌우를 충분히 관찰하여야 하며 사각지대의 안전을 확보한 뒤에 이동하여야 한다.

(8) 강널말뚝의 보관 장소는 평탄한 곳으로서 강널말뚝의 조작, 출하, 소운반, 보수 등 작업하기에 충분한 넓이를 확보할 수 있고, 배수가 잘 되고, 강널말뚝의 자중에 의해 침하가 발생하지 않는 장소라야 한다.

(9) 강널말뚝을 쌓아 놓을 때 받침목의 배열간격은 4미터 이내로 하고 적치높

이는 2미터이하로, 포개 쌓는 매수는 5장 이하로 하여야 한다. 또 강널말뚝과 강널말뚝 사이는 조작하기 편리하게 30~50센티미터 정도 띄워 놓아야 한다.

<그림 5> 강널말뚝의 보관

(10) 강널말뚝은 유형별, 종류별, 규격별로 구분하여 반출 순서에 맞추어 쌓아 놓아야 한다. 장기간 적치할 경우에는 방수포 등을 덮어 눈이나 비로부터 보호해야 한다.

5.3 강널말뚝박기

5.3.1 강널말뚝박기 준비

(1) 강널말뚝박기 구역에 대한 지하수위를 지속적으로 확인하고 항타지점에 지장물이 있으면 사전에 제거하여야 하며 공사구역을 표시하는 등 안전한 작업환경을 조성하여야 한다.

(2) 강널말뚝 박을 위치를 용이하게 확인할 수 있는 기준점과 관측대를 설치하여야 한다.

(3) 강널말뚝에 형식, 길이 번호를 표시하고 백색 페인트로 50센티미터 간격으로 눈금을 표시하여 항타기록 등 강널말뚝박기 공사관리의 편리를 도모하여야 한다.

(4) 항타 전 강널말뚝의 연결부 부위를 건조한 상태로 유지하며 강널말뚝의 연

결부 부위를 깨끗이 정리 후 지수재를 도포하여야 한다.

(5) 벤토나이트 계열 지수재는 유해물질이나 중금속류 성분이 없으므로 작업시 물과의 접촉으로 인한 부피팽창을 막는 것이 외에는 특별한 유의사항은 없다 .

5.3.2 기준틀의 매기

(1) 강널말뚝을 박기 위해서는 타입 법선의 휘어짐을 방지하고 강널말뚝 개개의 회전을 방지하기 위해서는 정확하고 견고한 기준틀을 매어야 한다.

(2) 기준틀의 위치가 구조물의 법선을 결정하게 되므로 기준틀의 위치는 계획법선에 맞추어 정확한 위치를 잡아야 한다. 위치를 정할 때는 관리감독자의 검측을 받아야 한다.

<그림 6> 기준틀 시공전경

(3) 기준틀은 버팀공이 될 때까지 강널말뚝의 수평외력을 받쳐주는 역할을 하므로 지지말뚝은 상당한 깊이까지 견고하게 박아야 한다.

5.3.3 강널말뚝 세우기

(1) 강널말뚝 세우기 작업시 크레인의 수평도를 확인하고, 아웃트리거를 설치할 위치의 지반 상태를 점검하여야 한다.

<그림 7> 강널말뚝 세우기

(2) 작업 시작 전에 권과방지장치나 그밖의 방호장치의 기능, 브레이크, 클러치 및 조정장치의 기능, 와이어로프가 통하고 있는 곳의 상태 등을 점검하여야 한다.

(3) 크레인의 인양 반경에 따른 크레인 인양 능력을 사전에 검토하여야 한다.

(4) 크레인 인양 작업시 신호수를 배치하여야 하며, 운전원과 신호수의 신호방법을 확인할 수 있는 장소에서 신호할 수 있도록 하여야 한다.

<그림 8> 크레인 인양작업시 신호수 배치

(5) 크레인의 회전반경내에 안전 휀스, 출입금지 표지판 설치 등 관계자외 출입을 금지하는 조치 여부를 점검하여야 한다.

(6) 세우기는 기준틀을 이용하고, 직각 2방향에서 트랜싯으로 시준하여 강널말

뚝의 위치와 연직성을 수정하면서 세워나가야 한다.

(7) 세우기 작업시 해머의 타격은 최초에는 가급적 가볍게 치고 강널말뚝이 연직으로 세워진 것을 확인한 뒤에 소정의 타격력으로 타입 한다.

(8) 세운 강널말뚝과 가이드 빔에 간격이 있을 경우에는 쐐기를 삽입하여 말뚝의 흔들림을 방지하여야 한다.

5.3.4 강널말뚝박기

<그림 9> 강널말뚝 박기

(1) 강널말뚝항타 장비의 운전원은 자격을 갖춘 자로 하여야 한며, 크레인 및 항타기의 운전은 신호에 의하여 작동하여야 한다.

(2) 강널말뚝항타 장비를 이동할 경우에는 장비의 뒤집힘 및 쓰러짐을 방지하기 위하여 이동통로의 안전성을 확보하여야 하며, 근로자의 부딪힘 및 끼임 등의 재해를 방지하기 위하여 이동경로에는 출입통제를 하여야 한다.

(3) 항타장비를 이동할 때는 반드시 해머와 리더를 내리고 이동하며, 항타작업을 할 때에는 붐을 60° 이하로 세우는 것 금지한다.

(4) 지반이 단단하거나 또는 지지층의 기복이 심한 경우에는 세우기와 동시에 항타작업을 한다. 이 경우 강널말뚝의 뒤틀림, 경사, 법선에 대한 굴곡 및 옆 강널말뚝을 몰고 내려가는 등의 현상이 발생하기 쉬우므로 세심한 주의를 요한다.

(5) 강널말뚝항타 작업 중 경사의 경향이 보이면 즉시 수정하여야 한다. 수정이 불가능하면 쐐기형의 이형 강널말뚝을 제작하여 박아 경사를 수정한다. 쐐기형 이형 강널말뚝은 연속하여 또는 단부, 우각부, 접속부 및 그 부근에서 사용해서는 안 된다.

(6) 강널말뚝항타 도중에 이음부의 이탈이나 손상이 확인되면 즉시 이탈된 강널말뚝을 빼내고 다시 박아야 한다. 다시 박기가 불가능 할 경우는 보강대책을 수립하여 관리감독자와 협의하여야 한다.

(7) 항타 중에는 비산 먼지 및 소음이 심하므로 근로자에게는 방진마스크 및 귀마개를 착용하도록 하고, 항타 작업장에는 비산먼지를 최소화 할 수 있도록 집진장치 또는 분진 방지책을 설치하여야 한다.

5.3.5 이어박기 및 용접

(1) 강널말뚝의 이음은 외부 작업장에서 용접 하는 것이 원칙이나 부득이한 사유로 박기작업 도중 이음작업을 하여야 할 경우에는 설계도면에 맞게 정밀하게 용접하여야 한다. 이음작업은 상부 강널말뚝과 하부 강널말뚝의 이음부가 일치하여야 하며 중심축이 일직선이 되게 하여야 한다.

<그림 10> 강널말뚝 이음에서의 용접과정

(2) 용접 작업시 용접기, 전선 등에 의한 감전 사고를 방지하도록 주의하며, 용접기는 소요 규격에 적합한 전격 방지 장치를 설치하여야 한다.

(3) 작업 및 주변 근로자에게 절연용 보호구(전기용 고무장갑, 전기용 안전모, 전기용 고무소매 등)를 착용시키고 특히 감전의 위험이 발생할 우려가 있는 곳에 절연용 방호구를 설치할 것

(4) 용접작업은 인화성, 가연성 물질의 격리 후 이루어져야 하며, 도장 작업 장소에는 동시작업을 하지 않도록 하여야 한다.

(5) 유해광선이나 비산되는 물질로부터 눈이나 얼굴을 보호하기 위한 용접면을 착용 및 용접용 가죽장갑, 긴소매의 옷, 다리보호대, 가죽소재 등의 보호구를 사용해야 한다.

5.4 작업완료 및 주변원상 복구

(1) 강널말뚝 시공 완료 전에 보일링(Boiling)과 히빙(Heaving)에 대한 안정성 검토를 실시하여 이로 인해 발생할 수 있는 흙막이 변형, 붕괴, 주변 지반 함몰, 등의 대형 안전사고가 일어나지 않도록 하여야 한다.

(2) 규격에 대한 검사는 강널말뚝의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선에 대한 굴곡 을 확인하여야 한다.

(3) 수급인은 관리감독자에 의해 불합격 판정을 받은 부분은 즉시 재시공 또는 보완조치를 하고 재검사를 요청하여 승인을 받아야 한다.

<그림 11> 강널말뚝의 설치완료

(4) 강널말뚝의 매립여부를 사전에 결정하고 인발할 경우에는 인접 구조물의 조사, 부지 상황 및 인근 주변 환경의 조사 등 충분한 사전 조사를 실시하여야 한다.

(5) 강널말뚝 인발 작업은 편압이 걸리지 않은 상태에서 실시하여야 하며, 인발 장비(바이브로 해머, 유압식 압입 인발기 등)는 타입의 양부, 타입 후의 시간경과 정도, 클립의 상태 등을 감안하여 사전에 정하여야 한다.

(6) 인발작업시 각 인발장비에 따른 소음, 진동, 분진, 인발재의 떨어짐· 맞음 등에 대한 문제점을 최소로 줄일 수 있도록 세심한 계획을 세워야 한다.

<그림 12> 강널말뚝의 인발작업

(7) 인발 작업시 진동이 심하여 인접 구조물에 영향을 끼칠 우려가 있을 경우는 감독관에게 보고하고 감독관의 지시에 따라 작업을 중지하고 적합한 대책을 수립해야 한다.

(8) 인발된 강널말뚝의 적재 위치는 차량 통행에 지장이 없는 장소로 사전에 정하고 적재방법은 안전한 방법으로 하여야 한다.

(9) 강널말뚝 작업완료 후 되메우기는 양질의 토사를 사용하여 주변지반 및 구조물에 영향을 미치지 않도록 충분히 다짐을 실시하여 원상 복구하여야 한다.

6. 기타 안전조치 사항

기타 흙막이 공사에 관한 안전작업은 KOSHA GUIDE C-39-2011 굴착공사 안전작업 지침 및 KOSHA GUIDE C-4-2012 흙막이 공사(엄지말뚝) 및 C-63-2012 흙막이 공사(C.I.P 공법) 안전보건작업지침의 규정에 따른다.