KOSHA GUIDE

C - 95 - 2014

흙막이공사(띠장 긴장 공법, Prestressed Wale Method)의 안전보건 작업지침

2014. 11.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 한국안전학회 오태근

○ 제정 경과

- 2014년 8월 건설안전분야 제정위원회 심의(제정)

○ 관련규격 및 자료

- 건축공사 표준일반시방서(2013, 국토교통부)
- 가설공사 표준시방서 시공편(2014, 국토교통부)
- 한국산업표준규격 (2011, 산업통상자원부)
- KOSHA GUIDE C-39-2011(굴착공사 안전작업 지침)

○ 관련법규・규칙・고시 등

-「산업안전보건기준에 관한 규칙」제2편 제4장 제2절 굴착작업 등의 위험방지
- 운반하역 표준안전작업지침
- 크레인작업 표준신호지침

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2014년 11월 24일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

KOSHA GUIDE
C - 95 - 2014

흙막이공사(띠장 긴장 공법, Prestressed Wale Method) 안전보건 작업지침

1. 목 적

이 지침은「산업안전보건기준에 관한 규칙」(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제4장 제2절 굴착작업 등의 위험방지 규정에 따라, 띠장 긴장 공법(Prestressed Wale Method) 흙막이공사 작업과정에서의 안전보건작업 지침을 정함을 목적으로 한다.

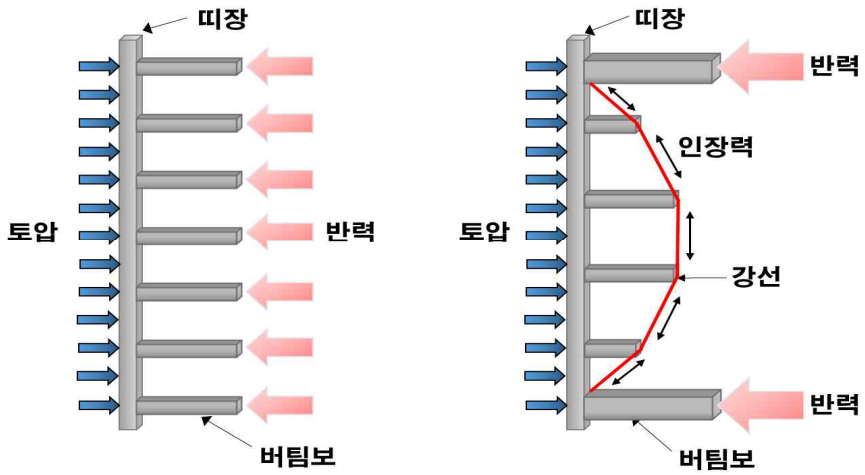
2. 적용범위

이 지침은 현장 긴장방식의 띠장 긴장 공법(Prestressed Wale Method)으로 시공하는 건설공사에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “띠장 긴장 공법(Prestressed Wale Method)”이란 띠장에 PS 강선, 짧은 받침대 등을 사용하여 프리스트레스트를 도입, 기존의 버팀보들을 대체하는 흙막이 가시설 공법을 의미하며, 현장 긴장방식과, 공장 긴장방식으로 구분된다. 현장 긴장방식의 띠장 긴장 공법 개념도는 <그림 1>의 (b)와 같으며 프리스트레스 적용방법에 따라 반력으로 작용시키는 방법과 모멘트를 경감시키는 방법으로 구분할 수 있다. 띠장 긴장 공법은 작업공간의 확보를 통해 건설장비의 진출입이 용이하여 공사기간이 단축되는 장점을 가지고 있으나 PS 강선의 손상이나 긴장력 손실 시 흙막이 구조물의 붕괴를 유발할 수 있어 긴장작업 및 긴장 후 계측관리에 특히 유의하여야 한다.



(a) 버팀보 공법 (b) 현장 긴장방식의 띠장 긴장공법

<그림 1> 버팀보 공법과 현장 긴장방식의 띠장 긴장공법의 개념도

(나) “PS 강선 (Prestressed wire)”이란 프리스트레스를 가하기 위한 고강도 강선을 말한다.

(다) “엄지말뚝”이란 작용토압에 저항하는 흙막이벽체의 주부재로서 벽체에 수직으로 설치되는 수직부재를 말한다.

(라) “버팀보(Strut)”란 흙막이 벽에 작용하는 수평력을 지지하기 위하여 띠장에 수평으로 설치되는 수평버팀부재를 말한다.

(마) “띠장(Wale)”이란 흙막이 벽에 작용하는 토압에 의한 휨모멘트와 전단력에 저항하도록 설치하는 부재로써 흙막이벽에 가해지는 토압을 버팀보 등에 전달하기 위하여 흙막이벽에 접하여 횡방향으로 설치되는 부재를 말한다.

(바) “긴장(Stressing)”이란 띠장에 설치된 PS 강선에 인장력을 주는 것을 말한다.

(사) “앵커부”란 띠장에 적용된 PS 강선의 인장력을 지지하여 구속해주는 부분을 말한다.

(아) “선행가압(Prejacking)"이란 흙막이벽에 버팀보를 설치하고 흙막이의 변형을 감소시키기 위하여 버팀보에 미리 압축력을 가하는 것을 말한다.

(자) “사업주”란 근로자를 사용하여 사업을 행하는 자를 말한다.

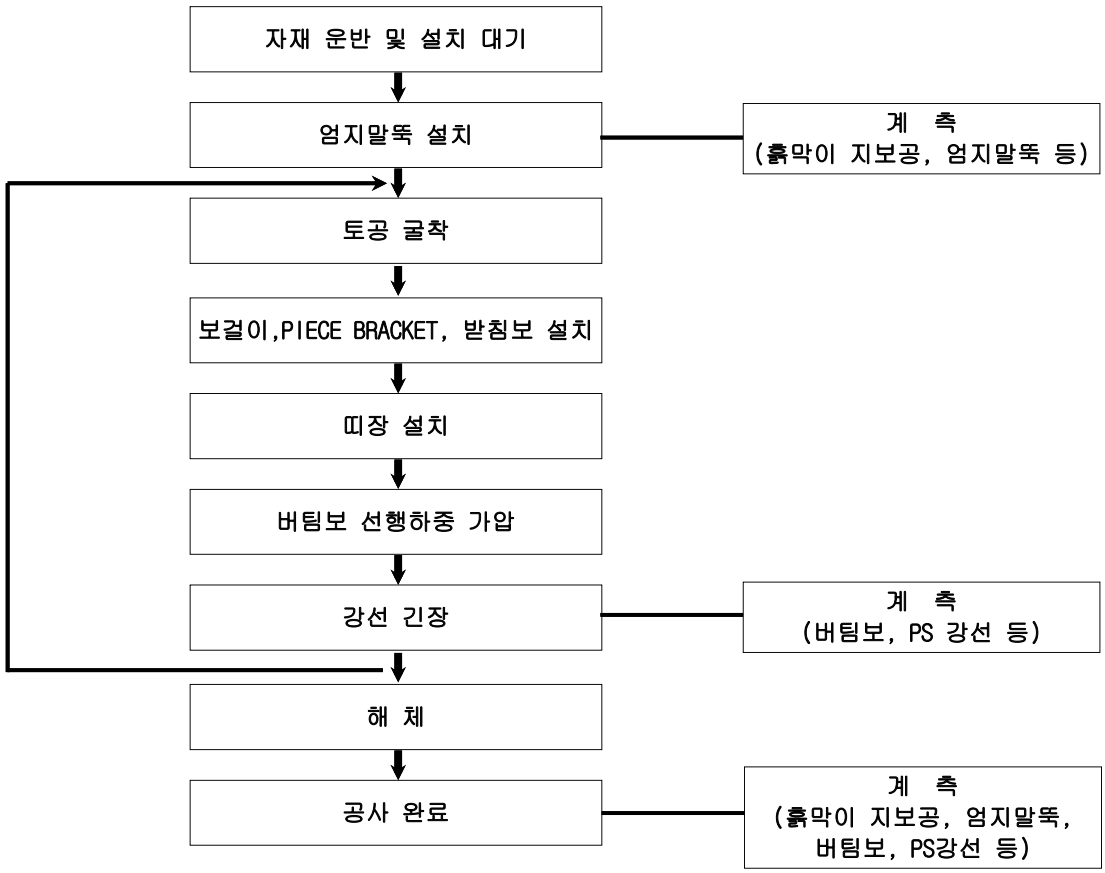
(차) “과굴착”이란 설계도 및 시공계획서에 제시된 굴착 깊이보다 과하게 지반을 파내는 것을 말한다.

(카) “홈메우기”란 흙막이 가설구조물의 시공 시 발생하는 틈이나 홈, 구멍 따위를 메우는 작업을 말한다.

(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. 띠장 긴장 공법의 시공흐름도

띠장 긴장 공법의 시공흐름도는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 띠장 긴장 공법의 시공순서

5. 띠장 긴장 공법의 일반 안전조치 사항

(1) 근로자의 위험을 방지하기 위하여 사업주는 사전에 다음의 내용에 관련한 작업계획서의 작성을 하여야 하며 이에 따라 작업을 하도록 하여야 한다.

(가) 띠장의 설치 위치, 시공순서 등에 대한 띠장 긴장 공법의 제반사항
(나) 차량계 하역운반기계 작업, 차량계 건설기계 작업, 양중기 사용작업 등
(다) 굴착면의 높이가 2미터 이상 지반의 굴착작업
(라) 중량물의 취급작업
(마) PS 강선의 계측, 유지관리 및 철거에 대한 제반사항

(2) 작업시 발생할 수 있는 유해·위험요인에 대한 실태를 파악하고 이를 평가·관리·개선하기 위한 위험성평가를 수행하여야 하며, 그 결과를 고려하여 안전대책을 수립하여야 한다.

(3) 시공계획서 및 작업계획서를 검토하여 떨어짐, 맞음, 끼임, 넘어짐 등의 재해위험이 있는 장소에는 경고표지판, 낙하물방지망, 추락방지망 등 안전시설물을 설치하여야 한다.

(4) 작업자의 작업통로 및 작업공간 확보를 위해 필요한 개소에 작업발판, 안전난간 등을 설치하여야 한다.

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

(6) 띠장 긴장 공법의 적용은 현장 상황에 맞게 작성된 설계도에 따라 시공해야 하며 시공 중 발생하는 제반 설계변경 요인에 대해서는 검토서를 제출하여 책임기술자 및 관리감독자의 승인을 받아야 한다.

(7) 띠장 긴장 공법 흙막이 공사 시 PS 강선 설치 및 긴장과 관련하여 다음의 안전작업절차를 준수하여 관련재해가 발생하지 않도록 하여야 한다.

(가) 긴장 작업 전 긴장장치 후방에는 인장력의 최대반력에 견딜 수 있는 방호철판을 설치하여야 한다.

(나) 긴장 작업 전 프리스트레스 도입에 따른 띠장의 갑작스런 한쪽으로 치우침, 비틀림, 넘어짐 등에 대하여 누름 브라켓(Bracket)의 적용, 홈메우기 등의 안전대책을 수립하여야 한다.

(다) 긴장 작업 전 관리감독자를 지정하여야 한다.

(라) 긴장 작업 중에는 긴장장치 배면에서의 작업을 중지하고 관계자 이외의 접근을 금지시켜야 한다.

(8) 띠장 긴장 공법의 흙막이 공사 시 줄파기 작업과 관련하여 사전에 다음의 안전작업절차를 준수하여 관련재해가 발생하지 않도록 하여야 한다.

(가) 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.

(나) 흙막이 시공 위치에 상하수도관, 통신케이블, 가스관, 고압케이블 등 지하매설물이 설치되어 있는지의 여부를 관계기관의 지하매설물 현황도에서 검토하고 일치하지 않을 경우 지하매설물 탐사장비(GPR, 탄성파 등)를 이용하여 확인조사를 실시한다. 또한 줄파기를 통하여 매설물을 노출시켜야하며, 필요 시 이설 또는 보호조치를 하여야 한다.

(9) 띠장 긴장 공법 흙막이 공사 시 장비와 관련하여 다음의 안전작업절차를 준수하여 관련재해가 발생하지 않도록 하여야 한다.

(가) 현장 여건과 진행 공종별 장비 수급계획을 수립하여 현장에서 각종 장비의 뒤집힘, 깔림, 끼임 등의 재해를 방지하고 장비의 통로는 배수가 잘 되도록 조치하고 지반의 침하나 변형을 수시로 확인하여 필요 시 지반을 보강하여야 하며 보강은 양질의 토사치환 및 철판 깔기나 콘크리트 등을 포설한다.

(나) 크레인, 굴착장비 등 장비를 현장에 반입할 경우에는 해당 장비이력카드를 확인하여 관련 법령에 의한 정기검사 등 이력을 확인하고, 작업 시작

전에 ① 권과방지장치, 그 밖의 경보장치의 기능, ② 브레이크, 클러치 및 조정장치의 기능 등을 점검하여야 한다.

(다) 지게차를 사용하여 자재를 실을 때에는 허용하중을 초과하여 적재하여서는 안 되며, 무게중심을 확보하여 깔림의 위험을 방지하여야 한다.

(라) 장비의 하역작업을 하는 때에는 평탄한 장소에서 수행하여야 하며 인양장비의 전도 등을 방지하기 위하여 견고한 지반조건을 갖추어야 한다. 지반침하가 우려되는 때에는 양질의 토사로 치환하거나 콘크리트를 타설하는 등 지반침하방지를 위한 안전조치를 하여야 한다. 장비를 반출하는 경우에도 동일하게 적용된다.

(마) 현장 내 장비의 이동경로 또는 인근에 고압전선로 등의 장애물이 있는 경우에는 이를 이설하거나 방호시설을 설치한 후 작업하여야 한다.

(10) 띠장 긴장 공법 흙막이 공사 시 시공 안전성 확보와 관련하여 다음의 안전작업절차를 준수하여 관련재해가 발생하지 않도록 하여야 한다.

(가) 흙막이 설계 및 공사 시에 보일링(Boiling) 및 파이핑(Piping)과 히빙(Heaving)에 대한 안정성 검토를 실시하여 이로 인해 발생할 수 있는 흙막이 변형, 무너짐, 주변 지반 함몰 등의 대형 안전사고가 발생하지 않도록 하여야 한다.

(나) 강우나 침투되는 지하수 등을 수시로 점검하고 배수 및 차수계획을 수립하고 이에 따른 토압의 변화에 대하여 안전대책을 마련하여야 한다.

(11) 띠장 긴장 공법의 주요 부재가 되는 H-형강, 철판, PC 강선 및 정착부에 사용되는 재료 등은 변형, 균열이 없는 구조용 재료를 사용해야 하며 K.S 또는 그와 동등 이상의 규격 제품이어야 한다. 또한 구강재를 사용할 경우 강재의 허용응력을 감소시켜 적용한다.

(12) 공사의 안전성 및 합리적 관리를 위한 체계적인 계측계획이 사전에 수립되어야 하고 인접 주요구조물 등의 중점 검토해야 하는 장소에 계측장비를 설치하여야 한다. 주요구조물 및 건물과 인접한 구조물에 띠장 긴장 공법을

적용할 경우 실시간 자동화 계측을 기본으로 한다.

(13) PS 강선의 긴장력 손실, 편심 등으로 일어날 수 있는 흙막이 지보공의 무너짐에 대비하여 비상시 연락체계, 피난계획, 응급조치계획 등을 사전에 수립하고 이를 당해 근로자에게 반드시 교육시켜야 한다.

6. 띠장 긴장 공법의 각 공정별 안전조치 사항

6.1 줄파기 작업

(1) 줄파기 작업 전 지하매설물의 유무확인을 위해 관계기관과 사전협의하여 매설 위치확인 및 노출방법에 대하여 협의하고 지하매설물 표식과 보호조치를 하여야 한다.

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

(3) 주요 시설물에 대해서는 관계 법령에 따라 시설물 관리자에게 사전 통보하여 천공 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) 가능한 적은 범위 내에서 줄파기를 하고, 보행자의 안전을 위해 보도경계선에 가설울타리를 설치하여야 한다.

(6) 줄파기 작업 시에는 부근의 노면건조물, 지하매설물 등에 피해가 없도록 하고, 지반이 이완되지 않도록 주의하여야 하며, 필요 시에는 가복공 또는 가포장하여야 한다.

(7) 시험천공 및 줄파기는 말뚝박기 진행을 고려하여 소정의 범위 밖에서 시행하여야 하며, 작업완료 후 조속히 표준도에 따라 복구하여 교통소통에 지장이 없도록 하고 복구 후 노면을 유지 보수하여야 한다

6.2 엄지말뚝 시공

(1) 엄지말뚝의 운반·인양은 비틀림이나 변형이 발생하지 않도록 크레인 등을 이용하여 항타기 작업범위까지 운반하여야 한다.

(2) 엄지말뚝 인양용 와이어 로프, 샤클 등 보조기구는 작업 전에 체결상태를 확인하여 불시에 떨어짐 재해를 예방하여야 한다.

(3) 엄지말뚝의 인양 중 떨어짐 재해를 방지하기 위해 모든 접합부분은 결속하고, 인양용 고리부분은 자중을 고려하여 용접 등의 방법으로 보강하여야 한다.

(4) 엄지말뚝의 인양 시 보조로프를 사용하여 흔들림에 의한 부딪힘을 예방하여야 한다.

(5) 천공에 의한 엄지말뚝의 삽입은 천공된 공벽에 손상을 주지 않도록 하고 주변 지반보강 이후에 하여야 한다.

(6) 흙막이 벽체와 관련된 엄지말뚝은 연직도 및 직진성을 확보하여야 하며, C.I.P 및 S.C.W의 경우 공극이 없고 구근강도 등의 품질이 시방기준 이상을 확보하여야 한다.

(7) 케이싱을 사용하였을 경우 인발은 인발속도를 최대한 천천히 하여 파일 강재의 뒤틀림 등 변형을 방지하여야 한다.

(8) 인발한 케이싱에 의한 깔림 방지를 위해 하단에 보조로프를 설치하여 이동 후 적재하여야 한다.

6.3 굴착 작업

(1) 지반의 무너짐, 매설물의 손괴 등으로부터 근로자를 보호하기 위하여 지질,

매설물, 지하수위 등의 상태를 조사하고 굴착시기, 작업순서, 작업방법 등을 정하여야 한다.

(2) 굴착작업 중 근로자가 지상에서 굴착저면까지 안전하게 통행할 수 있는 가설계단 형식의 안전통로를 확보하고 가설계단 끝에는 안전난간, 가설계단 하부에는 낙하물방지망을 설치하는 등 떨어짐 및 맞음 방지를 위한 필요한 조치를 하여야 한다.

(3) 굴착저면과 지상에 장비 및 덤프트럭의 작업구간과 분리하여 근로자의 안전통로를 확보하여야 한다.

(4) 흙막이 벽에서 토사와 함께 물이 유출될 우려가 있는 경우에는 그 원인을 분석하여 유도배수 또는 별도의 차수대책을 수립하여야 한다.

(5) 우수 등 지표수 유입에 의한 이상 수압 등으로 흙막이 무너짐 사고가 발생치 않도록 흙막이 상부 지표면에 콘크리트 타설, 비닐 등의 설치와 배수로를 확보하여야 한다.

(6) 굴착토사 및 버력은 버킷(Bucket)의 높이 이하로 담아서 양중·운반하고 버팀보와 띠장 위에 있는 버력과 작업부산물 등은 수시로 제거하는 등 떨어짐 및 맞음 재해 발생 방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

(7) 굴착토사·버력의 반출과 재료의 반입·반출시 굴착저면과 지상에 각각의 신호수를 배치하고 양중, 상차, 하차 등의 작업이 신호수의 신호에 의하여 실시되도록 하는 등 부딪힘, 끼임, 떨어짐 등의 재해방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

(8) 특히, 띠장 설치 및 PS 긴장 후 다음 단계 굴착 작업 중 굴착토사·버력을 반출할 때에 버킷, 굴삭기 장비 등과 PS 강선과의 부딪힘을 방지하기 위하여 강선보호장치 등의 안전대책을 수립하고 장비가 강선에 부딪히지 않도록 주의하여 작업하여야 한다.

(9) 띠장 긴장 공법은 과굴착, 편굴착 등에 의한 과다토압 또는 편토압 작용으로 흙막이 지보공의 무너짐이 발생할 소지가 높기 때문에 단계별 굴착에 따른 지반안정성 검토 및 이에 대한 안전대책이 수립되어야 한다.

6.4 띠장 및 버팀보 설치

<그림 3> 띠장 및 중앙· 코너부 버팀보 설치

(1) 띠장 및 버팀보는 설계도에 따라 정위치에 설치하여야 하며, 하부 굴착은 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장이 완료된 후 시행하여야 한다.

(2) 띠장 및 버팀보는 시공에 앞서 재질, 단면손상 여부, 재료의 구부러짐, 단면치수 등을 점검하여 시공계획서에 적합한가를 확인하고 하중에 의하여 좌굴되지 않도록 충분한 단면과 강성을 가져야 하며, 각 단계별 굴착에 따라 흙막이 벽과 주변지반의 변형이 생기지 않도록 시공하여야 한다.

(3) 띠장은 지층경계면, 이질층을 횡단하는 위치에 설치하지 않는 것을 원칙으로 하며, 부득이하게 설치하는 경우 집중계측을 실시하여 띠장 변형 등을 주의하여 관리하여야 한다.

(4) 띠장, 버팀보 등의 설치를 위한 자재 양중작업을 할 때에는 신호수를 배치

하여야 하며 자재가 이동하는 경로 및 하부에는 근로자의 출입을 통제 하여야 한다.

(5) 작업시작 전에 작업통로, 안전방망, 안전난간 등 안전시설의 설치상태와 이상유무를 확인하여야 한다.

(6) 흙막이 지보공과 측면에 밀착되는 띠장과의 연결은 원칙적으로 볼트를 사용하여 체결하여야 한다. 다만, 부득이 한 경우에는 책임기술자 및 관리감독자의 사전승인을 받아 설계도서 이상의 강성을 확보할 수 있는 방법으로 정밀 시공하여야 한다.

(7) 띠장의 하단에 보걸이 또는 띠장 받침대를 선 시공하고, 띠장을 거치후 볼트를 체결한다.

(8) 띠장 받침대는 전 구간에 걸쳐 수직 수평 모두 직선을 이루도록 시공해야 하며, 받침대의 지지력은 띠장의 자중과 상재하중 내하력을 견디도록 견고히 시공해야 한다.

<그림 4> 띠장 홈메우기

(9) 다음단계의 PS 강선 긴장작업 시 발생할 수 있는 띠장의 편심, 변형 등을 방지하기 위하여 띠장 배면에 강재, 시멘트 그라우팅 등을 이용한 홈메우기 등을 사전에 시공하여야 한다. 강재, 시멘트 그라우팅 등을 공사시방서에서 요구하는 품질이상을 확보하여야 그 기능을 발휘할 수 있다.

(10) 또한 PS 강선 긴장작업 중 띠장의 뒤틀림, 넘어짐 등을 방지하기 위하여 누름 브라켓(Braket) 등의 안전대책을 수립하여야 한다.

(11) 띠장은 처짐이 발생하지 않도록 설치하여야 하며, 처짐발생 우려시 Wire 등을 이용하여 보강하여야 한다.

(12) 띠장의 거치 및 연결 시에 흙막이 구조의 변형 등을 상시 육안으로 확인하고 띠장의 떨어짐 등의 위험이 발생되지 않도록 인양장비에 걸어두는 등의 안전조치를 선행하여야 한다.

(13) 버팀보는 설계도 및 시공계획서에 따라 소정의 깊이까지 굴착 후 신속히 설치하며 지장물의 유·무, 구조물 타설계획, 재료 및 장비 투입 공간확보 관계를 고려하여 설치간격을 결정하여야 한다.

(14) 버팀보는 중간파일 및 띠장과 적절한 연결장치로 상호 연결되어 프레임 구조를 이루도록 하며, 띠장 전장에 작용하는 토압으로 인한 좌굴파괴에 저항하여야 한다.

(15) 버팀보 위에 장비나 자재 등을 적재하지 않아야 하며 설계도서에 표시되지 않은 지장물 등을 지지하는 경우에는 해당분야 전문기술자의 검토를 받아야 한다.

(16) 버팀보 위에는 원칙적으로 작업자가 통행할 수 없는 것으로 하고 부득이하게 통행이 필요한 경우에는 안정성 검토 후 버팀보 위에 작업발판과 수평구명줄을 설치하고 수평구명줄에 안전대 고리를 연결한 후 통행한다.

6.5 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장작업

(1) 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장작업은 사전에 관리감독자가 승인한 시공 계획서에 의거하여 수행하여야 하며 가압 및 긴장작업은 책임기술자와 관리감독자 입회하에 실시하여야 한다.

(2) 사전에 띠장 긴장 공법에 대한 기술과 안전교육을 받은 자만이 긴장작업을 하여야 하고 작업시에는 안전모, 안전화, 안전장갑 등 작업에 적합한 보호구를 착용하여야 한다.

(3) 작업에 필요한 PS 강선, 유압잭 등의 자재들은 작업 장소 인근에 작업 순서별로 정리하고 견고한 방법으로 적재하여야한다.

(4) 협소한 장소에서 작업이 수행됨에 따라 떨어짐, 끼임, 부딪힘 등의 재해가 발생할 수 있으므로 작업반경 등을 고려하여 작업구획을 설정하고 관리감독자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하여야 한다.

(5) 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장작업 시 심각한 구조변형 등의 이상현상 및 위험한 요인을 발견한 때에는 작업을 중지하고 관리감독자에게 즉시 통보하여, 적절한 안전조치를 취하여야 한다.

(6) PS 강선 배치 완료 후 다음의 순서로 버팀보 가압 및 PS 강선 긴장을 실시한다.

(가) 가시설 설치 상태 및 볼트 체결 상태, 홈메우기·보걸이 상태 확인
(나) 중앙버팀보 가압 (중앙버팀보가 있는 현장)
(다) 코너버팀보· 정착연결보 가압
(라) PS 강선 긴장

<그림 5> 버팀보 가압

<그림 6> 버팀보(지지점)위치의 띠장 PS 강선 긴장

(7) 버팀보 가압은 설계도서 (도면 또는 구조계산서)상 명시된 가압력을 가압하는 것을 원칙으로 한다.

(8) 잭(Jack)을 사용하여 버팀보에 선행하중을 재하 시 잭의 좌굴 및 휨변형을 방지하기 위해 일반적인 스트로크 한계의 70%이상 넘지 않도록 권장한다.

(9) 잭(Jack)을 사용하여 버팀보에 선행하중을 재하 시 다음의 사항에 유의한다.

(가) 온도변화에 따른 신축을 고려한다.
(나) 잭의 가압은 소정의 압력으로 단계적으로 시행하되, 가압중에는 부재의 변형유무를 확인하여야 한다.
(다) 중앙 및 코너버팀보는 정확한 위치에 설치하여 뒤틀려지거나 이탈되지 않도록 하여야 한다.
(라) 소정의 부재를 설치한 후에는 다음 공정에서 발생할 수 있는 부재의 풀림 및 변형을 검사하여 그 안전여부를 판단하여야 한다.

(10) PS 강선은 좌우대칭으로 배치하고 긴장은 양쪽에 각각 긴장한다. 긴장작업 순서는 가능한 구조물에 대칭이 되도록 실시하여 구조물에 편심에 의한 프리스트레스가 가해지지 않도록 주의하여야 한다.

(11) PS 강선 긴장 시, 앵커정착 헤드면과 PS 강선은 수직을 유지하여 편심응력에 의한 강선파단이 없도록 주의해야 한다.

(12) PS 강선 긴장 시는 다음 사항을 사전에 설정하여 관리감독자의 승인을 얻은 후 시행하여야 한다.

(가) PS 강선의 긴장 순서
(나) 긴장력
(다) 신장량의 계산에 의한 예측

(13) PS 강선을 긴장할 경우에는 강선의 신장량, 긴장력, 강선긴장기의 사양, 특기사항 등이 기록, 보관되어야 한다.

(14) 가압 및 긴장에 있어서 가능한 부분적 작업은 지양하고 전체적으로 이루어지도록 한다.

(15) 긴장작업시 PS 강선의 파단으로 인한 근로자들의 부상방지를 위해 인장잭 배면에 보호강판을 설치하고 정착부 뒤편에는 관계자외의 근로자의 출입을 금지시켜야 한다.

(16) 현장 여건상 부분 작업이 이루어져야 할 경우에는 긴장부와 정착부에 대하여 홈메우기 용접, 연결부 볼트조립 등을 확인 후 시행한다.

(17) 돌출된 PS 강선 단부에는 근로자들이 찔리지 않도록 캡 등을 씌워야 한다.

<그림 7> 띠장의 PS 강선 긴장작업 완료

(18) 버팀보 선행가압 및 PS 강선 긴장 후 다음 단계 굴착시 과굴착에 의한 흙막이 지보공의 무너짐에 대비하여 사전에 구조 안전성검토를 반드시 실시하고 작업시 책임기술자 및 관리감독자의 사전승인을 얻어야 한다.

6.6 PS 강선 계측 및 관리

(1) 계측장소는 설계도면 또는 시공계획서를 표준으로 하되 현장여건과 상황에 따라 감독원의 승인 하에 조정될 수 있다.

(2) 계측빈도는 굴착중 주 2회 이상, 굴착완료 후 주 1회 이상을 원칙으로 하고

계측의 중요성, 목적, 공사의 진척정도, 계측 방법 여부 등에 따라 조절될 수 있다. 또한 이상토압의 발견 또는 불안전한 변위 등이 발견된 때에는 그 주기를 단축하고 위험여부를 확인하여야 한다.

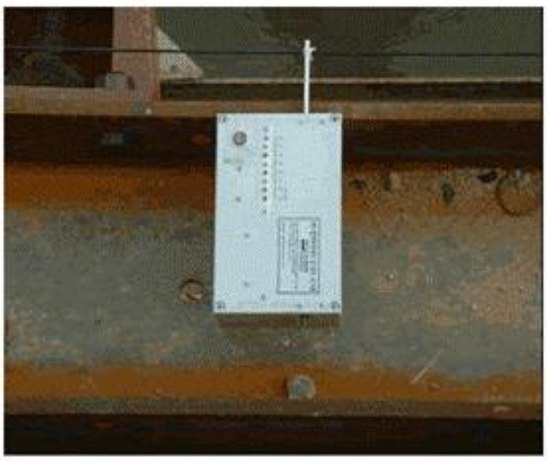
(3) 계측항목별 판단기준을 정하고 위험수위별 대처방안을 사전에 수립하여야 한다.

(4) 띠장 긴장 공법에서의 계측은 원칙적으로 PS 강선의 변위 계측과 기존 계측 시스템을 병용하여 띠장의 휨 거동을 관리하여야 한다.

(5) 버팀보 설치 직후, 띠장 설치 직후에 계측기를 설치하여 초기치를 설정하며 설치 후 선행가압 및 PS 강선 긴장 완료시, 굴착시 등 단계별로 계측치의 변화 데이터를 확보하여야 한다.

(6) 매회의 계측시마다 전회의 데이터를 지참하여 이상치가 아닌가를 현장에서 파악한다.

(7) 측정이 종료되면 계측 데이터를 정리하여 측정치의 경향을 파악하여 이상이 있으면 재측정을 실시한다.



<그림 8> 띠장의 지반변형에 의한 휨변위 측정

(8) 데이터의 정리는 굴착상태 및 지보시기를 명시하여야 한다.

(9) 각종 계측결과는 일상의 시공관리를 이용하여 장래공사 계획에 반영할 수 있도록 고려하여 정리하고 그 기록은 보존하여야 한다.

(10) 계측결과는 정기적으로 보고하여야 하며 현저히 큰 변위 및 응력이 발생할 경우는 즉각 감독관 또는 감리자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

(11) 계측결과 분석은 토질 및 기초기술사 등의 전문기술자에 의해 종합적으로 분석 평가 되어야 한다.

(12) 띠장은 언제나 직선으로 장착되어 있어야 하며, 띠장의 직선성 관리를 별도로 하여야 한다. 단, 띠장이 굴착측 또는 배면측으로 단일곡선으로 휘어져 있는 상태는 바람직한 상태이나, 적절한 허용한계 (띠장 길이(L)×0.25%)를 넘어서는 안된다.

(13) 띠장의 과다변위, 허용긴장력 초과로 인한 띠장 손상 등의 문제가 발생하여 기존 띠장만으로 대응이 어려운 경우 응급되메우기, 추가 띠장 및 버팀보 설치 등의 대책수립을 마련하여야 한다.

(14) 띠장의 길이와 변형량을 고려하여 추가 긴장력을 결정한 후 추가 긴장을 하여야 하며, 추가 긴장력을 포함한 총 긴장력은 설계 긴장력의 1.3배를 넘어서는 안된다.

(15) 띠장이 단일곡선으로 휘어진 경우에는 정착장치에 추가 긴장력을 도입하고, S곡선으로 휘어진 경우에는 편심보의 유압잭을 조정하여 띠장의 직선성을 유지 시킨다. 띠장이 직선이 되도록 조정한 뒤, 강선의 긴장 여부를 결정한다.

6.7 해체 및 공사완료

(1) 해체 및 철거는 지반침하와 본 공사에 지장이 없고 주변의 구조물 및 설비시설 등에 손상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(2) 해체 및 철거는 사전에 수립된 해체순서를 준수하며, 구조체 전체의 안정성을 확보할 수 있는 방법으로 하며, 시공하기에 앞서 시공순서, 방법, 사용기계, 공정 등에 대하여 책임기술자와 관리감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 띠장의 해체 및 철거는 설치 작업의 역순으로 진행되는데, 구조물공 또는

되메우기공의 진행에 따라 순차적으로 필요 개소부터 시행하여야 한다. 해체는 구조물 벽체 슬래브가 충분히 양생한 이후로 구체 또는 되메우기 토사와 버팀목 등에 의하여 흙막이 벽에 작용하는 하중을 받쳐준 후 시행한다.

(4) 띠장이 전체적으로 연결되어 있을 때, 강선의 긴장력 제거는 반드시 책임기술자의 지휘 아래 순차적으로 진행되어야 한다.

(5) 해체 및 철거 전후에는 계측을 통하여 변위발생 상태를 확인하여야 한다.

<그림 9> 띠장 긴장 공법 흙막이 공사 전경

7. 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) 안전보건작업 지침의 규정에 따른다.