

KOSHA GUIDE

C - 12 - 2012

흙막이공사(Earth Anchor 공법)
안전보건작업 지침

2012. 8.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국안전학회 이명구

- 제·개정 경과
 - 2011년 6월 건설안전분야 제정위원회 심의(제정)
 - 2012년 7월 건설안전분야 제정위원회 심의(개정)

- 관련규격 및 자료
 - 건축공사 표준시방서(국토해양부)
 - KOSHA GUIDE C-39-2011 굴착공사 안전작업 지침
 - KOSHA GUIDE C-63-2012 흙막이공사(C.I.P.공법) 안전보건작업 지침
 - KOSHA GUIDE C-4-2012 흙막이공사(엄지말뚝 공법) 안전보건작업 지침
 - 산업안전보건용어사전(한국산업안전보건공단, 2006년)
 - 흙막이공사 작업안전기술자료(한국산업안전보건공단, 2006년)

- 관련법규·규칙·고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제1편(총칙) 제6장(추락 또는 붕괴에 의한 위험방지) 제2절(붕괴 등에 의한 위험방지) 및 제2편(안전기준) 제4장(건설작업 등에 의한 위험방지) 제2절(굴착작업 등의 위험방지)

- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 8월 27일

제정자 : 한국산업안전보건공단 이사장

흙막이공사(Earth Anchor 공법) 안전보건작업 지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제1편(총칙) 제6장(추락 또는 붕괴에 의한 위험방지) 제2절(붕괴 등에 의한 위험방지) 및 제2편(안전기준) 제4장(건설작업 등에 의한 위험방지) 제2절(굴착작업 등의 위험방지) 규정에 따라 흙막이공사 중 어스앵커공법을 시행함에 있어 산업재해 예방을 위해 준수하여야 할 안전지침을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

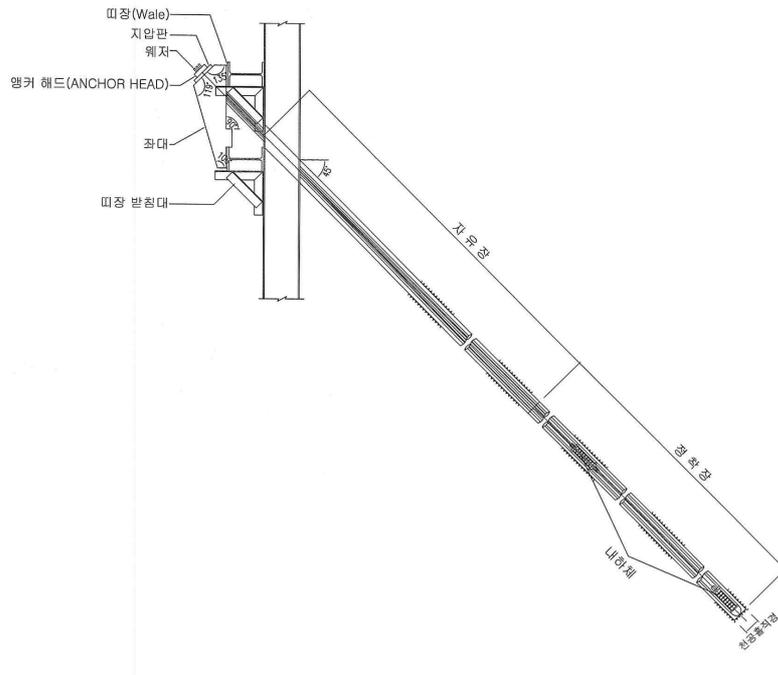
이 지침은 어스앵커공법으로 흙막이공사를 시행하는 공사에 적용한다.

3. 용어의 정의

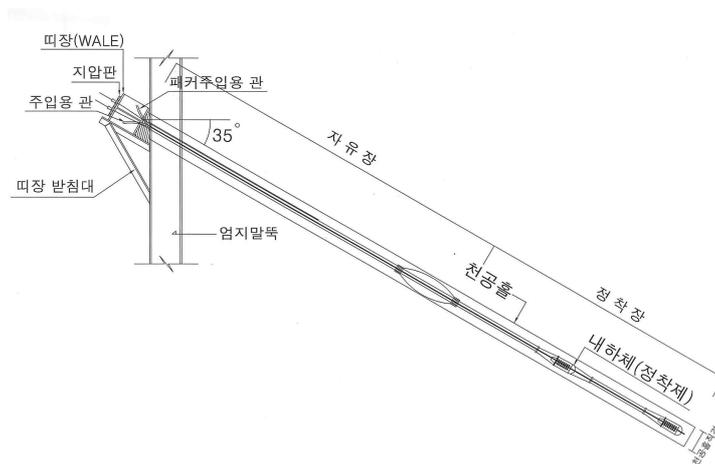
- (1) 정착장 : 지반의 붕괴예상선 안쪽의 원지반에 형성하여 천공 홀에 주입하는 주입재와 주변지반과의 마찰저항이 굴착면의 주동토압에 반하는 힘을 발생하도록 하는 부위를 말한다.
- (2) 자유장 : 정착장 끝에서 흙막이벽 외면의 지압판까지의 길이를 확보하여 주는 부위를 말하며, 이는 하중의 작용에 따라 길이변화가 자유롭게 이루어져야만 한다.
- (3) 띠 장 : 수평토압을 어스앵커의 정착부위로 전달하는 역할을 담당하는 부재를 말하며, 띠장을 이을 때에는 모재의 강도 이상을 확보할 수 있는 이음으로 하여야 한다.
- (4) 좌 대 : 이중 띠장인 경우에 지압판을 설치하기 위한 틀을 말하며, 이는 어스앵커 강선과 지압판이 직각이 되도록 경사지게 제작되어야 한다.

(5) 지압판 : 정착재(콘과 웨지)의 힘을 넓은 면으로 분산시켜주는 강판을 말한다.

(6) 주입용 관 : 주입재를 주입하기 위한 관을 말하며 천공 홀 바닥에서부터 주입될 수 있도록 설치한다.



(a) 이중 띠장



(b) 외줄 띠장

<그림 1> 어스앵커의 표준단면도

4. 건설주체별 의무

4.1 설계자의 의무

- (1) 대상 지반에 대한 지질조사, 가스관·통신선로·상수관·하수관·인근 구조물의 기초 등 지하매설물 조사, 인근 구조물·고압전선로 등 지상 장애물 조사, 장비의 운행경로 등 현황조사를 실시하여야 한다.
- (2) 정착부의 지반에 대한 토질정수를 결정하기 위한 지질조사·토질시험 등을 실시하고 그 결과를 이용한 설계를 하여야 한다.
- (3) 정착부는 지하구조물 또는 지표면의 역방향 경사 등으로 인하여 마찰저항이 부족한지의 여부를 판단하고 충분한 설계 정착력이 확보될 수 있도록 설계하여야 한다.
- (4) 대상 현장에 대한 현황조사, 구조해석결과, 구조도면, 특기시방 등의 설계도서를 공사관계자가 판독하기 용이하게 제작하여야 한다.
- (5) 구조해석 결과에는 지하수위, 토층의 두께, 토질의 단위중량, 흙의 내부마찰각, 지반의 전단강도 등 토압계산에 반영된 제반 토질정수를 기록하여야 한다.
- (6) 구조도면에는 재료의 종류 및 치수, 배치간격, 시공순서, 시공방법 등을 기록하여야 한다.
- (7) 어스앵커를 설치하기 위하여 노출되어 있는 굴착면의 높이와 시공성을 고려하여 굴착 단계별 토압으로 인한 붕괴의 위험성 유무를 검토하여야 한다. 이때, 제거식 앵커인 경우에는 본 구조물의 시공 단계별 제거순서를 명기하여 시공자가 판단의 오류로 산업재해를 유발하지 않도록 하여야 한다.
- (8) 굴착작업 중 지하수위의 변화, 지반의 변위, 이상토압의 증가 등으로 인한 재해를 예방하기 위하여 필요한 계측항목을 정하여야 한다.

- (9) 시공자가 특별히 주의하여 시공할 필요가 있는 사항에 대해서는 특기시방서를 작성하거나 설계도면에 별도로 명기하여 시공자가 안전한 시공을 수행할 수 있도록 하여야 한다.

4.2 감독자 및 감리자의 의무

- (1) 설계도서의 내용이 대상 현장의 지형, 지상 및 지하 장애물 등을 반영하였는지 여부에 대하여 판단하여야 하며, 이상여부가 발견된 때에는 설계자에게 질의하여 이를 조정하여야 한다.
- (2) 시공자로부터 시공계획서를 제출 받아 이를 검토하고 필요한 경우에는 보완 요청 및 시정지시를 하여야 하며, 지반의 붕괴 또는 토석의 낙하 등으로부터 안전한 시공계획서일 경우 이를 승인하여야 한다.
- (3) 시공 중에는 설계도서와 일치여부를 확인·감독하여야 하며, 현장조건이 설계도서와 상이하여 설계내용을 변경하여야 할 경우에는 책임 있는 기술자의 의견을 들어 안전한 방법을 선정하고 이를 지시하여야 한다.
- (4) 설계도서에서 정한 계측의 결과를 검토하여 이상이 발견된 때에는 조치방안을 강구하고 이를 지시한 후 이행여부를 확인하여야 한다.
- (5) 자재를 반입할 경우에는 설계도서와의 부합여부를 검수하여야 하며, 검수 도중 불량 자재 및 부적격 자재는 즉시 현장 밖으로 반출하도록 지시하여야 한다.
- (6) 근로자의 안전을 위하여 작업장의 안전시설의 설치, 근로자의 보호구 착용 상태 등을 점검하고 불안정한 상태를 제거하도록 노력하여야 한다.

4.3 시공자의 의무

- (1) 작업 시작 전 현장조건이 설계도서와 일치하는지의 여부를 확인하고 상이하다고 판단된 때에는 감독 및 감리자에게 이를 보고하고 대처방안을 상호 협의하여야 한다.

- (2) 시공계획서를 작성하여 감독 및 감리자에게 제출하고 그의 승인을 얻은 후 작업을 시행하여야 하며, 시공계획서에는 다음과 같은 사항을 반드시 포함하여 작성하여야 한다.
- (가) 앵커체, 강선, 지압판, 웨지 등 사용되는 자재의 종류, 성능(강도), 치수, 제작사
 - (나) 천공장비 등 사용장비의 종류, 성능, 운행경로
 - (다) 인장에 사용되는 실린더, 유압장치 등의 종류 및 치수
 - (라) 어스앵커 위치별 설계인장력에 따른 유압장치의 유압력
 - (마) 지반의 변위, 정착력의 변화, 지하수위의 변화 등을 확인할 수 있는 측정의 방법 (종류, 위치, 수량, 측정주기, 평가방법 등)
 - (바) 지압판 설치부위 띠장의 국부좌굴을 방지하기 위한 보강재(stiffener)의 설치방법
 - (사) 인장시험, 인발시험, 확인시험 등 시험의 종류, 횟수 및 방법
 - (아) 모르타르 등 주입재의 배합설계, 양생기간 및 인장시기 등
 - (자) 기타 안전성 확보를 위하여 필요한 주요사항
- (3) 작업 시작 전 근로자에게 안전한 작업방법을 교육하고 이를 지휘하여야 한다.
- (4) 설계도서와 시공계획서에 준하여 시공하여야 하며, 공사 도중 지반조건이 설계도서와 상이하거나 지하수 유출이 지반의 안전 상에 심대한 영향을 미칠 우려가 있는 때에는 이를 감독 및 감리자에게 보고하고 이에 대한 대처방안을 협의하여야 한다.
- (5) 자재를 반입할 경우에는 사전에 설계도서에서 정한 성능 이상의 자재로서 그의 종류, 규격, 수량, 제작사 등을 명기한 자재승인요청서를 감독 및 감리자에게 제출하여 이를 승인 받은 후 반입하고 반입된 자재는 자체적으로 검수하고 감독 및 감리자의 검수를 받아야 한다. 이때 부적격한 자재는 즉시 현장 밖으로 반출하여야 한다.
- (6) 자재는 가능한 한 즉시 사용이 가능하도록 필요한 양 만큼 순차적으로 반입하되 일정기간 동안 보관하여야 할 경우에는 양호한 상태로 보관하여야 하며, 부식, 마모, 변형 등이 발생되지 않도록 하여야 한다.

- (7) 근로자의 안전을 위하여 작업장의 안전시설의 설치, 보호구의 착용상태 감시, 약천후 시에는 작업의 중지, 관계근로자 이외의 자의 출입통제 등의 업무를 수행하여야 하며, 붕괴의 위험이 있다고 판단된 경우에는 즉시 근로자를 안전한 장소로 대피시켜야 한다.
- (8) 감독 및 감리자가 없는 현장인 경우에는 현장조건이 설계도서와 상이한 경우 책임 있는 외부 전문기술자의 의견을 청취한 후 시행하여야 하며, 작업 계획서는 자체적으로 수립하고 이를 보존하여 두어야 한다.

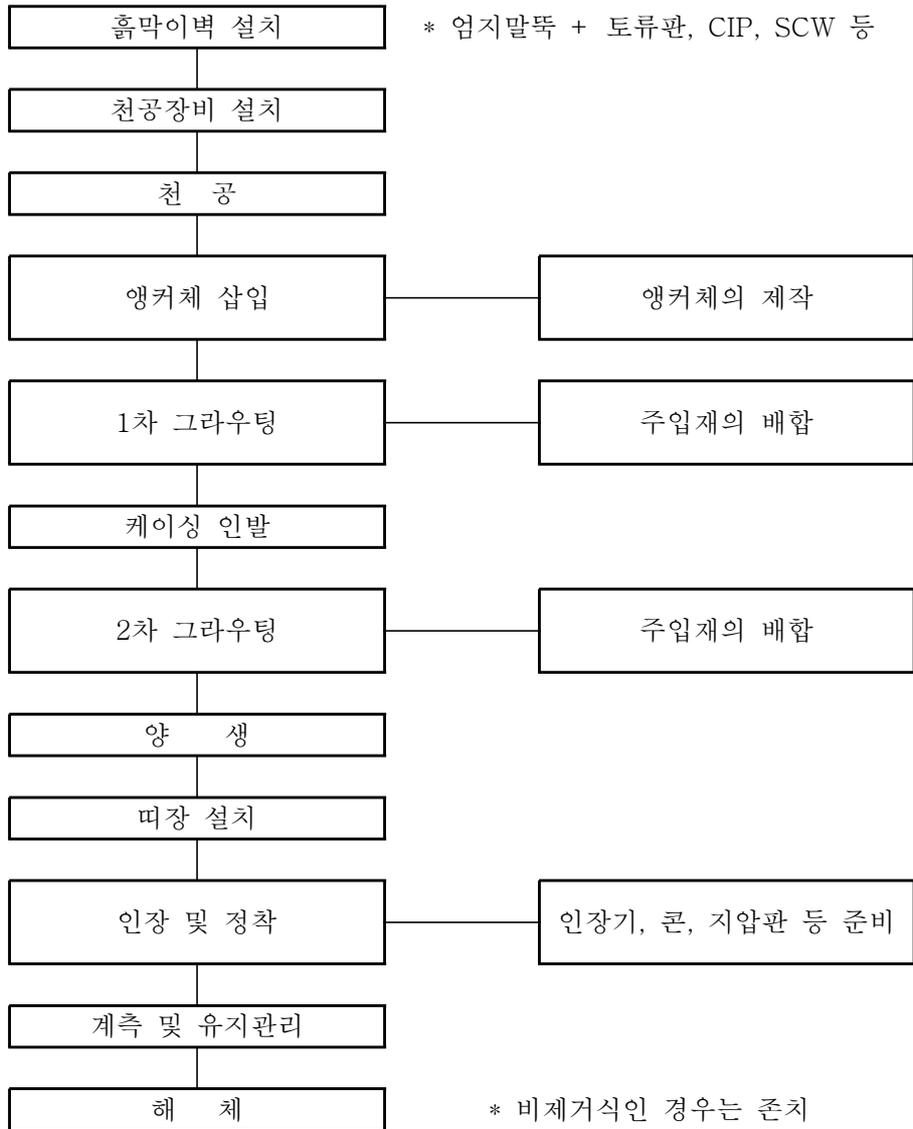
4.4 근로자의 의무

- (1) 관리감독자가 지휘하는 안전한 작업방법을 준수하여야 한다.
- (2) 작업 도중 불안정한 행위를 하여서는 아니 된다.
- (3) 작업 중에는 반드시 필요한 보호구를 착용하여야 하며, 작업 후에는 보호구를 양호하게 관리하여야 한다.
- (4) 작업 중 이상 현상 또는 위험한 요인을 발견한 때에는 즉시 관리감독자에게 이를 알려야 하며, 그의 지시를 받아서 작업하여야 한다.

5. 안전작업절차

5.1 작업내용 및 순서

이 지침은 흙막이공사 중 어스앵커공법으로 시공하는 경우에 대한 지침이므로 어스앵커공사 만으로 범위를 정하였으며, 어스앵커공사의 시공순서는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 어스앵커 공사의 작업내용 및 순서



띠장의 설치(외줄띠장)



인장기의 설치



앵커의 인장 및 정착



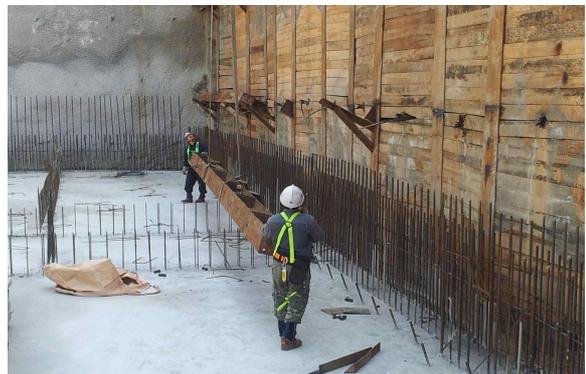
앵커의 시험(인장 및 확인)



앵커의 제거



띠장의 제거



5.2 천공작업

- (1) 천공장비의 조정원은 건설기계관리법에 규정된 공기압축기 면허를 갖춘 자로 하여야 한다.
- (2) 천공장비를 이동할 경우에는 장비의 전도·전락을 방지하기 위하여 이동통로의 안전성을 확보하여야 하며, 근로자의 협착 및 충돌 재해를 방지하기 위하여 이동경로에는 출입통제를 하여야 한다.
- (3) 천공의 지점은 설계도서에 준하여 미리 측량하여 표식하여 두어야 한다. 이때 수직높이의 오차가 최소가 되도록 주의하여야 하며, 천공작업 전에는 가스관, 상하수도관, 인근 구조물의 기초 등 지하매설물의 유무를 반드시 확인하여야 한다.
- (4) 수직으로 굴착하여 천공지점이 노출된 후 장기간 방치하여 흠막이구조에 과대응력이 발생되지 않도록 후속 공정을 조속히 진행하여야 한다.
- (5) 천공장비는 천공작업 중 흔들림, 이동 등이 없도록 설치 지반을 정지하여야 한다.
- (6) 설계된 천공각도 및 천공깊이를 확인하고 장비를 설치하여야 하며, 천공 도중에는 설계각도를 유지하고 이를 확인할 수 있도록 하여야 하고, 천공이 완료된 때에는 천공깊이를 확인하여야 한다.
- (7) 주입재와 주변지반과의 마찰력이 충분히 발휘될 수 있도록 천공의 직경은 설계에서 정한 치수 이상을 확보하여야 한다.
- (8) 천공 지점은 수평열이 일직선이 되도록 천공지점 높이의 오차를 최소화 하여야 한다. 이는 띠장의 위치에서 강선이 절곡될 우려가 있기 때문이며 그러한 경우에는 긴장력의 손실을 초래할 수 있다. 이중 띠장인 경우에는 하부 띠장을 미리 설치한 후 천공함으로써 수평열의 일직선을 유지할 필요가 있다.
- (9) 천공 중에는 공벽의 붕괴를 방지하기 위하여 케이싱을 설치한다. 공벽 붕괴

의 우려가 없는 경우에는 예외로 한다.

- (10) 동절기에 천공하는 경우에는 이수의 동결을 방지하기 위하여 온수를 사용하여야 한다.
- (11) 천공 중에는 비산 먼지 및 소음이 심하므로 근로자에게는 방진마스크 및 귀마개를 착용하도록 하고, 천공 입구에는 비산먼지를 최소화할 수 있도록 집진장치 또는 분진 방지책을 설치하여야 한다.
- (12) 천공 홀 바닥의 굴착토사를 완전히 제거하여야 하며 설계심도까지의 천공 여부를 확인하여야 한다.

5.3 앵커체의 제작 및 삽입

- (1) 강선의 절단은 기계적 방식에 의하여 절단하며 절단으로 인한 재료의 국부적 성질의 변화가 없도록 하여야 한다.
- (2) 설계도서에서 정한 정착장과 자유장이 확보되도록 제작되어야 하며, 자유장은 인장할 수 있도록 여유길이를 두어야 한다.
- (3) 제작된 앵커체를 검수할 때에는 다음과 같은 항목을 중점적으로 확인하여야 한다.
 - (가) 정착장과 자유장의 소요길이
 - (나) 스페이서(Spacer)의 설치상태 및 이물질 부착유무
 - (다) 정착장과 자유장의 구분을 위한 패커(Packer)의 설치상태
 - (라) 자유장은 피복제 및 방청제의 도포 상태
 - (마) 주입재의 주입을 위한 2개의 내외부 주입용 관 설치 상태
 - 삽입 후 외부에서 구별할 수 있는 표시 필요
 - (바) 공벽의 붕괴 등으로 삽입길이의 부족여부를 삽입 후 판단 가능하도록 길이의 표시
- (4) 앵커체를 삽입하기 전에는 앵커체에 부착된 먼지, 기름 등 이물질을 제거하여야 하며, 자유장에는 부식방지를 위한 조치를 하여야 한다.

- (5) 앵커체를 삽입할 때에는 앵커체에 손상이 발생되지 않도록 조심하여 서서히 삽입하고 자유장의 방청체가 손상되지 않도록 한다.

5.4 주입재의 배합 및 주입

- (1) 시멘트는 보통포틀랜드시멘트 또는 조강포틀랜드시멘트를 사용한다.
- (2) 배합강도는 주변토질과 인장재가 부착하여 소요강도를 발현할 수 있도록 배합되어야 하며, 주입 후 공시체를 제작하여 현장 및 실내 양생하여 인발 전 발현강도를 확인 하여야 한다.
- (3) 공벽의 붕괴 등을 방지하기 위하여 천공 후 장기간 방치하지 않으며, 앵커체 삽입 후 즉시 주입하여야 한다.
- (4) 주입은 천공 홀 바닥에서 공내부의 물과 공기를 밀어내면서 주입되도록 하고 주입재 내부에 공극이 발생되지 않도록 하여야 한다.
- (5) 주입재의 주입은 천공 홀 선단부에 슬라임이 완전 배출될 때 까지 1차 주입하고 케이싱을 제거한 후 공벽을 완전히 채우도록 2차 주입을 수행한다.
- (6) 교반기는 감전재해를 방지하기 위하여 KOSHA GUIDE E-106-2011(건설현장의 전기설비설치 및 관리에 관한 기술지침)을 준용하여야 한다.

5.5 양생 및 띠장의 설치

- (1) 주입재는 인발에 필요한 강도를 발현할 때 까지 양생하여야 한다.
- (2) 띠장의 설치는 설계자의 의도에 따라 이중 띠장과 외줄 띠장으로 구분되며 어느 경우에도 인장력(Jacking Force)에 의한 소요강도를 갖는 부재의 치수를 확보하여야 한다.
- (3) 띠장은 일직선으로 설치하고 띠장의 이음부위는 모재의 강도 성능 이상의 능력을 발휘할 수 있는 이음으로 제작되어야 한다.

- (4) 강선과 지압판은 서로 직각이 되도록 설치하여야 하며, 이중 띠장인 경우에는 띠장과 지압판 사이에 경사면을 갖는 좌대를 설치하고 외줄 띠장인 경우에는 띠장을 경사지게 설치하여 강선과 지압판이 서로 직각을 유지할 수 있도록 설치하여야 한다.
- (5) 외줄 띠장인 경우에는 띠장에 강선이 관통할 수 있는 구멍을 드릴링하되 재료의 성능이 변할 수 있는 산소 절단기 등을 이용하여서는 아니 된다.
- (6) 지압판이 설치되는 위치에는 인장력에 의한 국부적인 좌굴을 방지하기 위하여 띠장의 상하면에 각각 2개소 이상의 보강재(Stiffener)를 설치하여야 한다.
- (7) 띠장과 엄지말뚝 사이에는 토압의 전달이 원활하도록 췌기를 설치하는 등 밀실하게 설치하여야 한다.
- (8) 띠장은 단면의 손실, 변형, 부식된 것을 사용하여서는 아니 된다.
- (9) 띠장을 설치하기 위하여 양중작업을 할 때에는 신호수를 배치하여야 하며, 띠장이 이동하는 경로 및 하부에는 근로자의 출입통제를 하여야 한다.
- (10) 띠장은 강선이 정착장에서 자유장, 띠장, 지압판 까지 일직선을 유지할 수 있도록 적합한 위치에 설치되어야 한다.

5.6 인장 및 정착

- (1) 주입재를 주입할 때 제작한 공시체에 대하여 압축강도시험을 실시하고 소요강도 이상의 강도발현을 확인한 후 강선을 인장하여야 한다.
- (2) 인장을 할 때에는 사용하는 인장기의 실린더 단면적과 설계 인장력을 근거로 계산된 유압력을 미리 계산하고 이에 따라 인장하여야 한다.

$$p = F/A$$

여기서, p 는 유압력, F 는 설계인장력, A 는 실린더 단면적

- (3) 인장기의 유압계이지는 검교정한 것을 사용하여야 한다.
- (4) 인장을 할 때에는 시공계획서 또는 특기시방서에서 정한 인장시험, 인발시험, 확인시험을 실시하여야 하며, 하중단계별 강선의 늘음량을 측정하고 이를 기록하여야 한다.
- (5) 강성 판단 등 불의의 사고를 방지하기 위하여 인장되는 후면에는 근로자가 접근하지 않도록 하여야 한다.

5.7 계측

- (1) 설계도서 또는 시공계획서에서 정한 각 계측기를 설치하고 초기 측정값을 기록 보존하여야 하며, 계측센서의 유실을 방지하기 위한 보호조치를 하여야 한다.
- (2) 계측은 최소한 하중계, 경사계, 지하수위계를 1개조로 하여 설치하되 그 개수 및 항목은 현장 여건에 따라 적합하게 설치하여야 한다.
- (3) 계측의 주기는 현장의 여건에 따라 정하되 1주일 이내를 원칙으로 하며, 이상토압의 발견 또는 불안정한 변위 등이 발견된 때에는 그 주기를 단축하고 위험여부를 확인하여야 한다.
- (4) 계측항목별 판단기준을 정하고 위험수위별 대처방안을 수립하여 두어야 한다.
- (5) 계측결과는 계측 즉시 감독 및 감리자에게 구두 또는 간략 보고하여야 하며, 보고서 작성 시간으로 인하여 위험단계의 대응시기를 놓치지 않아야 한다.
- (6) 흠막이 구조의 변형 등을 상시 육안 조사하고 해빙기 또는 장마기에는 특별점검을 실시하여야 한다.
- (7) 굴착 선단부에는 낙하의 위험이 있는 토사는 제거하여야 한다.
- (8) 굴착 선단부에는 중량물을 적재하는 등 상재하중을 가하지 않는 것을 원칙으

로 하며, 현장 여건 상 필요한 경우에는 구조적 안전성을 확인하여야 한다.

5.8 해체

- (1) 제거식 앵커인 경우에는 해체계획을 수립하고 이에 따라 작업을 수행하여야 한다. 해체계획에는 기시공된 구조물의 변형 등을 고려하여 구조물공사와 연계된 안전한 작업순서가 반영되어야 한다.
- (2) 강선을 절단할 경우에는 높은 인장력이 도입된 상태에서 갑자기 절단되는 것이기 때문에 부품들이 비래될 우려가 있으므로 주의하여야 한다.
- (3) 띠장과 엄지말뚝 사이에 연결된 부위를 절단할 때에는 띠장의 낙하로 인한 위험이 발생되지 않도록 인양장비에 걸어두는 등 안전조치를 선행하여야 한다.
- (4) 지중에 매립된 강선을 제거할 때에는 급격한 인발로 인한 위험이 발생되지 않도록 서서히 인발 하여야 한다.

6. 그 밖의 안전조치사항

그 밖의 흙막이공사에 관한 안전작업은 KOSHA GUIDE C-39-2011 굴착공사 안전작업 지침 및 KOSHA GUIDE C-4-2012 흙막이공사(엄지말뚝) 안전작업지침의 규정에 따른다.