
시립 한남직업전문학교 증축공사

가시설 흙막이 시방서

2007. 11.



(주) 정 토 이 엔 씨
Jung-To Engineering & Consulting Co., Ltd.
TEL: 401-6465(대) FAX : 420-6776

< 차 례 >

1. 일반시방서	1
2. 토 공 사	8
3. 가시설 흙막이 공사	12
4. 계측관리	17

1. 일반시방서

1. 적용범위

- 1) 본 시방서는 지하굴토 공사 및 그에 부대하는 공사에 적용한다.
- 2) 본 굴토공사의 시행에 있어 법령 또는 별도로 정한 규정에 의하는 것 이외는 특별 시방서에 따른다.
- 3) 법령 또는 별도로 정한 규정 중 주요한 것은 다음과 같다.
 - 가) 도로법 (도로 점용 규칙)
 - 나) 건설업법
 - 다) 노동 기준법(근로 안전 관리 규칙, 근로 보건 관리 규칙)
 - 라) 총포화약류 단속법
 - 마) 작업 안전법
 - 바) 환경 보전법
 - 사) 도로 교통법
 - 아) 토목공사 일반 시방서(건설부 제정)
 - 자) 콘크리트 표준 시방서(”)
 - 차) 도로교 표준 시방서(”)
 - 카) 토목공사 표준시방서(주택공사 제정)
- 4) 상기 규정에 명시되지 않은 사항에 대하여는 발주자 및 감독의 해석에 따라 시행토록 한다.

2. 일반사항

- 1) 본 설계시 적용된 지질조사는 설계를 위한 최소한의 자료에 불과하므로 시공자는 공사 착공 전에 현장주변을 고려하여 설계도서를 충분히 검토한 후 공사에 임해야 하며 굴토 공사 중 지층조건이 설계도서와 상이하다고 판단될 시는 감독과 협의하여야 한다.
- 2) 본 공사에 사용되는 모든 구입 자재는 도면에 명시된 자재로 KS규격품 또는 동등 이상의 자재를 사용해야 한다.
- 3) 시공 안전대책을 수립하여 안전에 만전을 기하여야 하며 필요한 장소에 안전 표지판을 설치하고 교통정리원을 주재시킨다.

- 4) 본 공사 착공시, 공사진행 중, 준공시 관할관청에 제출하여야 하는 소정의 구비서류(착공계, 공정보고, 준공계)를 제출하고 공사를 시행토록한다.
- 5) 본 공사의 기록에 필요한 제반서류를 구비하여 작성하고 그 공정마다의 공사시행 현황 사진을 촬영하여 감독에게 제출한다.
- 6) 감독의 지시에 따라 정기적으로 공사의 진도공사 예정 공정표 동원인원 및 장비사용 계획표, 자재 사용 계획표를 제출하여 승인을 받는다.
- 7) 본 설계도서 내용과 상이한 공법으로 본 공사를 시행코자 할 경우는 감독과 충분한 협의를 한 후 서면 승인을 얻어 시행하고 공법의 상세한 제반 사항을 제출하여야 한다.
- 8) 부득이한 사유로 공사를 중지하게 되는 경우는 중단상태에서 안전 여부를 검토하여 감독의 승인을 득 하여야 한다.
- 9) 공사 착수 전에 본 공사 시행으로 인한 인접지반 시설물의 피해가 없도록 안전 대책을 수립함은 물론 이에 대한 현황을 면밀히 조사, 기록표시 하며 인접지반 시설물의 해당 소유주에게 확인 주지 시켜야 한다.
- 10) 굴착 전에 주위건물과 지상 위에 설치된 시설물에 대해 철저히 조사하여 균열상태, 균열의 크기, 시설물의 형태, 시설물의 안전도 등을 감안, 어떤 시설물이든 굴착전의 상태를 정확히 기록 촬영하여, 굴착 후 변동상황을 비교할 수 있도록 기록 보존되어야한다.
- 11) 지하수 유출로 인하여 인근 건물이나 시설물에 대해 피해가 예상될 경우는 지하수위가 저하되지 않도록 완전한 차수대책을 하고 그에 따른 안전을 추가 검토해야 한다.
- 12) 흙막이공사 완료 후 지하구조물 본체 공사 중 많이 발생하는 지하구조물 부력현상에 대해 항시 관심을 두고 가시설 주위의 완벽한 배수 시설을 갖춰 지표수가 흙막이 공사장 내로 유입되지 않도록 충분한 대책을 세워야 한다.
- 13) 흙막이 공사 주변의 건물에 피해가 예상되면 주변 건물의 기초와 건물 밑의 지질을 조사하여 안전 여부를 검토하고 흙막이 공사로 인한 지반의 이완이 우려되고 지하수의 저하로 지반의 침하가 우려되면, 그라우팅 공법이나 또는 적절한 공법으로 건물의 균열이나 침하가 일어나지 않도록 보강조치를 해야하고, 보강이 여의치 않을 경우는 건물주와 충분한 보상협의 후 건물주의 동의를 얻은 후 굴착작업에 임해야 한다.
- 14) 설계시 주변현황을 충분히 반영했을 지라도 굴착시기가 현저히 늦어져 굴착 작업시 주변 여건이 변경된 경우는 이를 충분히 반영하여 재설계를 하고 감독의 승인을 득하고 관련 관공서에 재설계 도서를 제출하여 허가를 얻은 후 굴착작업에 임해야 한다.
- 15) 흙막이 공사 시작으로부터 건물 지하층 공사가 끝날 때까지 흙막이 가시설로 인한 주변의 피해 사항은 대소를 막론하고 시공자가 피해자와 충분한 협의하에 피해보상 및 복구를 해준다. 시공자는 주변상황을 흙막이 공사 착수전 상태로 복구해줘야 한다.

- 16) 인근 주민에게 본 공사 내용을 주지시키고 협조를 얻은 후에 착공에 임하도록 한다.
- 17) 본 굴착 및 토류벽 설치공사에서 시공자가 감독에게 연락을 취하지 않고 임의로 행한 공사상의 제반 문제점에 대한 모든 책임은 시공자에게 있다.
- 18) 기타 설계도서에 명기하지 않은 경미한 제반사항에 대하여는 시공자의 판단 하에 처리할 수 있으며 처리 후 감독에게 이를 통보해 주어야 한다.
- 19) 시방서는 내용이 변경될 수 있으므로 작성 후 공기의 연장, 주변환경의 변화, 설계변경 등이 발생 시 현장에 부합되도록 재검토되어야 한다.
- 20) 본 시방서의 내용 중 해석이 애매한 단어, 문장, 오타자 등으로 그 낱말들의 뜻을 해석하기가 곤란하여 분쟁의 소지가 있는 경우 보편적인 사회 통념에 따라 해석되어야 하며, 감독의 지시를 따라야 한다.

3. 현장대리인 및 시공기술자

- 1) 현장 대리인이라 함은 건설공사 도급계약조건 제7조 및 건설업법 제2조 기타 관계법에 의거하여 사업자가 지정하는 책임 시공기술자로서 그 현장의 공사관리 및 기술관리 기타 공사업무를 시행하는 현장원을 말한다.
- 2) 현장 대리인 또는 시공기사는 공사 계약서 및 설계도서 등에 의거하여 공사를 충실히 수행하며 감독의 검사, 승인을 받고 그 지시에 따라 시행한다.

4. 공정 및 시공계획

- 1) 수급인은 착공전에 PERT/CPM 공정표, Gantt Chart(Bar Chart) 및 가설공사에 필요한 제반 사항에 대하여 시공계획서를 작성하여 감독의 승인을 받는다.
- 2) 수급인은 도면을 공사 전에 충분히 검토하여야 하며 만약 도면에 잘못이 있을 때에는 감독의 지시에 따라서 한다.
- 3) 수급인은 공사 시공상 필요한 공작도 및 도면의 변경이 필요한 경우 감독의 지시에 따라 시공도를 작성하여 감독에게 제출하여 승인을 득한 후 제작 및 시공을 하여야 한다.

5. 특별준수사항

1) 사전조사

수급인은 공사 착수 전에 현장여건 및 토질조건등 본 공사와 관련된 제반사항을 철저히 조사하여 시공 과정에서 발생될 것으로 예상되는 문제점에 대하여 완벽한 대책을 강구하여야하며 이에 소요되는 비용은 수급인의 부담으로 시행하여야 한다.

2) 조사항목

- 가) 지층조건 및 주변현황조사
- 나) 측량점 확인 및 지적경계 확인
- 다) 인접건물 등 주변의 위해요소 확인 및 노후도 확인
(건물대장작성, 착공 전 상황 관찰조사 및 사진촬영)
- 라) 각종 지하매설물 현황조사 및 유관기관 연락(착공시)
- 마) 교통현황 조사 분석
- 바) 사토장, 토취장현황 및 운반로 조사
- 사) 기타 시공 여건에 관련되는 사항조사

3) 이의신청

- 가) 시공자는 공사 착수 전 설계도서를 검토한 후 설계도서에 이의가 있을 때에는 공사 착수 전에 감독 및 발주처에 이의를 신청할 수 있다.
- 나) 시공자가 공사를 시행함에 앞서 품질향상 및 공기단축을 위하여 그보다 우수한 공법을 적용하고자 할 경우 감독에게 실정보고를 통하여 승인을 득할 수 있다.

6. 설계변경 사유

- 1) 건축계획의 변경이 있을 때
- 2) 시공 심도가 당초 설계심도와 1.0m이상 상이하거나 이로 인한 구조적인 문제가 야기 될 때
- 3) 토질 조건이 당초 조사내용과 상당히 상이할 때
- 4) 건축 본공사의 공정 지연 등으로 시설자재 등을 철거할 수 없을 때
- 5) 기타 계측data 분석에 따라 당초 설계와 큰 차이가 있을 때
- 6) 현지 여건이 실시 내용과 현저한 차이가 있을 때
- 7) 공법이 현장여건에 부합하지 않을 때
- 8) 본 공사를 시행함에 있어 품질을 향상시키고, 공기를 단축할 수 있는 우수한 공법을 적용하고자 할 때
- 7) 기타 감독 및 발주처에서 타당하다고 인정하거나, 요구시.

7. 소음, 진동 및 비산방지

- 1) 시공자는 공사 시행에 있어서 관계 법령을 준수하고 상시 시공에 의한 소음, 진동 및 비산방지를 위하여 대책을 수립하고 시공으로 인한 주변민원 등이 발생하지 않도록 최선을 다하여야 한다.
- 2) 특히 굴착 중에 발생하는 굴착장비, 향타기 등 대형장비의 소음, 진동 및 비산 발생원의 기계류의 사용에 대하여는 그의 성능을 검토하여 적절한 조치를 취하여야 한다.

8. 안전관리

- 1) 공사현장 주위의 안전에 관하여 특히 유의하여야 하며 착공과 동시에 관계법에서 정하는 자격이 있는 자로서 감독이 지시하는 일정 인원 이상을 현장에 상주하여 안전 관리만을 담당하도록 한다.
- 2) 시공에 따른 공종별 안전관리 계획서를 작성하여 감독에게 서면 보고한다.
- 3) 현장 안전 관리에 이상이 발생시는 즉시 대책을 강구하고 감독에게 보고한다.
- 4) 안전 관리 담당자는 수시로 현장을 순회하여 안전사고 예방에 만전을 기하도록 한다.
- 5) 공사 시공에 앞서 근로안전 위생규칙 등에 관한 규칙에 충실해야 하며 안전 관리자 및 안전관리 조직 계획서를 작성 감독에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- 6) 공사 현장에서 가시설물, 지하매설물, 교통, 공정 및 기타에 영향을 주지 말아야 하며, 또한 그의 안전 확보에 필요한 조치를 취하여야 한다.
- 7) 공사 구역내에 출입하는 공사용 차량은 일반 교통에 방해가 되지 않도록 운행의 지휘 유도를 전담하는 보안 요원을 배치하여 사고 방지에 노력해야 한다.
- 8) 공사 구역내에 안전 관리자 및 순시원을 두고 주야 상시 순회하며 주변의 구조물, 복공, 흠막이공, 매설물 등의 이상 유무를 조사할 것이며 이상이 발견되었을 때에는 즉시 그의 대책을 강구함과 동시에 감리자와 관계자에게 통보하여 그의 지시에 따라 처리해야 한다.
- 9) 현장 관리자는 공사 구역내의 노면, 가설 구조물 등을 정기적으로 점검하여 안전의 확보를 기울여야 한다.
- 10) 공사 착수 전에 본 공사 시행으로 인한 인접 제반 시설물의 피해가 없도록 안전 대책을 수립함은 물론 이에 대한 현황을 면밀히 조사, 기록, 표시하여야 하며 인접 제반 시설물의 소유주에게 확인, 주지시켜야 한다. 이에 대한 근거로 천연색 사진을 촬영하여 보관하여 유사시에 대비하도록 한다.
- 11) 시공 안전 대책을 수립하여 관할 관청에 이를 통보하여 안전 시공에 만전을 기하여야 한다.

- 12) 정기적으로 본 공사에 임하는 모든 작업원들에 대하여 안전 교육 및 안전의식을 고취시켜 안전사고를 미연에 방지토록 하여야 한다.
- 13) 노면을 점유하는 공사의 시공시간 및 시공 구간은 관리자 및 경찰서의 허가 조건에 따를 것이며 구획 범위를 한정시켜 시공해야 한다.
- 14) 작업중 공중에 지장을 줄 수 있는 곳에서 작업구역 주위에 이동책 및 보안책을 설치해야 한다.
- 15) 화기 사용시에는 특별히 화기 단속에 유의하여야 한다.
- 16) 시공중의 구역 및 시공완성 부분 등에 작업원이 상시 안전하게通行할 수 있도록 통로 및 계단을 정비하고 충분한 조명시설을 설치해야 한다.
- 17) 공사용 가설 전기 설비에 사용하는 전선, 기구류는 K.S 규격품을 사용할 것이며 전담 전기 기술자는 설비를 점검하며 누전 기타의 위험을 사전에 방지해야 한다.
- 18) 공사용 재료는 노상에 방치하지 못한다. 단, 부득이 노상에 적치할 때에는 사전에 도로관계자 관할 경찰서 및 감독의 승인을 받아야 하며, 또한 교통에 지장이 없도록 정리정돈해야 한다.
- 19) 공사 중 발생하는 풍수해 및 돌발사고 등의 응급조치에 필요한 기계, 기구, 재료는 상시 일정한 장소에 상당수 비치해야 하며 그의 소재를 작업원에게 주지 시켜야 한다.
- 20) 공사 시공중 사고가 발생하였을 때에는 적절한 응급 조치를 해야하며 동시에 감독 또는 관계자에 통보해야 한다.

9. 지하매설물의 보호

1) 지장물 조사

공사착수 전에 공사구역 내에 매설되어 있는 각종 관로(가스관, 전력, 전선관, 급수관, 하수관 등)의 종류, 규격, 위치, 매설심도, 구조 및 노후 정도 등을 조사하여야 한다. 이때 조사방법은 당해 시설물 관리자로부터 시공도면을 입수하거나 인근주민들의 설명을 듣고, 필요하다면 해당관리자의 입회 하에 시굴(인력출파기)을 실시하는 등의 방법으로 정확한 내용을 조사하여야 한다.

2) 관계기관 협의

지장물 조사결과, 이설, 방호, 철거의 필요가 있는 지장물은 그 관리자 또는 소유자와 공법, 보안대책, 긴급시의 연락처 및 필요한 절차와 시공방법 등에 대하여 협의한 후 공사에 임해야 하며, 가스·수도관 등에 접촉할 위험이 있을 경우에는 만일에 대비하여 적당한 장소에 비상용 역지밸브를 설치하는 등의 안전대책을 세워야 한다.

3) 시설물 보호

- (1) 수급인은 지장물의 이설, 방호, 철거시 기존의 다른 작업에 해를 끼치는 일이 없도록 필요한 모든 예방조치를 취해야 하며, 만약 수급인의 부주의한 작업으로 보호되어야 할 시설물의 손상을 입었을 경우에는 수급인의 부담으로 보수하고 재 설치하여야 한다.
- (2) 철거되어야 할 시설물 중에서 대체시설이 필요한 지장물은 대체시설이 완료될 때까지 철거해서는 안되며, 이러한 목적을 달성하기 위하여 수급인에 의해 수행되는 모든 임시작업은 수급인의 비용으로 처리되어야 한다.
- (3) 지중시설물의 보호 및 복구는 수급인의 책임 하에 시공할 것이며, 필요에 따라 시설물관리자의 임회를 받아야 한다.
- (4) 지하 매설물은 굴착에 선행하여 인력으로 조심스럽게 발굴하여야 하며, 각종 구조물은 하중이 균등하게 걸리도록 조치해야 한다.
- (5) 가스관, 수도관 등의 절곡부, 분기부, 단관부, 기타 특수부분 및 관리자가 특별히 지시한 직관부의 이음부분은 이동 또는 탈락방지공 등의 보강대책을 세워야 하며, 기타 특별한 사항에 대해서는 공사감독자의 지시를 받아야 한다.
- (6) 하수도관 및 맨홀의 누수가 우려되는 부분은 굴착에 선행하여 보강 조치해야한다.
- (7) 현장에는 전담요원을 두고 관리자의 지시사항을 준수할 것이며 항상 점검·보수를 해야 한다. 특히 관류의 이음, 곡관, 분기관, 단관부, 개폐부 및 맨홀의 부속품, 밸브 등의 약점개소는 중점적으로 점검하고 보호공의 보수, 보강에 유의하여야 한다.
- (8) 만일 지중매설물에 이상이 발생하였을 때에는 즉시 관리자에게 연락하고 조속히 보수하거나 관리자가 시공하는 수리에 적극 협조하여야 한다.
- (9) 특히 가스관, 수도관, 하수도관 등의 사고에서 2차 재해의 우려가 있을 때는 시공자는 조속히 교통의 차단, 통행자, 인근 주거자의 대피에 필요한 조치를 취함과 동시에 감독, 관리자, 경찰서 및 소방서 등의 관계기관에 연락하여 적당한 절차를 밟도록 한다.

2. 토 공 사

1. 출파기

- 1) 도로측에 접한 구간은 항타를 하기 전 천공위치를 따라 인력으로 폭 1.0m, 깊이 1.5m의 출파기를 하여 지하 매설물의 유무를 확인한다(필요시).
- 2) 지하 매설물이 있을 때에는 관계기관과 협의 후 그 시설과 기능에 손상이 없도록 보호공을 설치한다.

2. 천 공(H-PILE 삽입용)

- 1) 현장 지반조건이 풍화암 이상의 암층인 경우나 주위의 인접건물에 피해를 줄 우려가 있을 경우는 저소음, 저진동 장비(Three Cone Bit 등)를 사용하여야 한다.
- 2) 천공 장비는 현장조건 및 지반조건에 부합되는 장비를 선정하여 사용한다.
- 3) 천공시 상대측 건물 경계선, 특히 담장 등 지장물이 있는 곳에서는 건물 경계선에서 충분한 작업공간을 확보해야한다.
- 4) 천공은 강말뚝을 관입시킬 수 있도록 천공하여야 하며 천공깊이, 직경 및 간격 등은 도면에 명시된 대로 시행하고, H-Pile근입깊이를 확인 할 수 있다.
- 5) 천공은 작업중 철저한 확인으로 수직을 유지하도록 하여야 한다.
- 6) 만약 천공면 상단부에 붕괴우려가 있으면 케이싱을 설치하여 천공면을 보호해야 한다.

3. 굴토 및 사토

- 1) 본 설계도서에 명기한 내용에 관계없이 시공 전 인접지역의 각종 지하 매설물을 조사하여 확인 굴착을 선행하고 피해 대책을 수립 후 착공하도록 한다.
- 2) 지하수의 유출로 인한 굴착면의 붕괴가 없도록 유의하여야 하며 인접제반 시설물의 피해가 없도록 항시 조사 및 규제하여야 한다.
- 3) 굴착을 진행함에 있어서 특히 인접건물측 및 도로측의 굴착은 흙막이 공사를 선행, 안전한 단계굴착 높이를 정하여 시행하되 지나친 굴토로 인한 도로측의 붕괴가 없도록 유의하여야 한다.
- 4) 굴토과정에서 지하수 유출 등으로 설계도에 의거, 시공하는 것이 부적당하다고 판단 될 경우에는 즉시, 지하수위가 저하되지 않도록 완전한 차수대책(지반보강, 널말뚝 설치 및 그라우팅 공법 등)을 강구하고, 그에 따른 안정성을 추가로 검토하여야하며 모든 공정을 성실히 수행하여 사고발생을 미연에 방지하여야 한다.

- 5) 굴토시, 장비조작 미숙 등으로 흙막이 부재에 손상을 주지 않도록 특히 주의하고, 피해가 발생한 경우는 즉시 원상 복구하여야 한다.
- 6) 굴토된 토사는 흙막이 가장자리로부터 적어도 터파기 깊이의 2배 이상 떨어진 장소로 반출하여 과도한 토압이나 편압이 발생치 않도록 해야 한다.
- 7) 암반 굴토시에는 충격, 진동이 없는 파쇄공법을 선정하여 흙막이 부재에 손상을 주지 않도록 해야 한다.
- 8) 건축물 기초설치를 위한 암반굴착은 굴착면의 요철이 $\pm 10\text{cm}$ 이내로 정지되도록 하고 그 이상이 되는 여굴부위는 빈 배합콘크리트 또는 mass콘크리트로 처치토록 한다.
- 9) 최종굴착면이 암반층인 경우 굴착면의 이물질이나 부석(뜯돌)을 모두 제거하여 기초와 암반층과의 부착을 양호하도록 해야한다.
- 10) 사토처리를 위한 장비의 운행 및 작업시 철저한 안전관리가 필요하며 사토장은 적절한 위치를 선정하고 공사에 차질이 없도록 하여야 한다.
- 11) 굴착토 또는 잔토 운반중 낙토, 낙석으로 인한 도로상의 피해가 없도록 조치하고 도시 교통의 피해를 극소화하도록 제반조치를 강구하도록 한다.
- 12) 굴착토의 운반로를 현장조건에 맞추어 계획하되 잔토 운반차량의 하중이나 진동에 직접 영향을 받는 구조물이나 지하 매설물의 유무를 확인하고 이를 보호조치 하여야 한다.

4. 암반굴착

- 1) 암반굴착은 학교 및 인접건물과 이격된 지점에서는 대형브레커 사용을 원칙으로 하나 민원 발생이나 인접건축물의 과다한 진동 등 영향이 미칠 것으로 판단되는 곳은 반드시 저소음, 저진동공법 또는 무소음, 무진동을 적용하여 굴착하여야 한다.
- 2) 굴착시 발파암 확인구간에서는 유용암으로 사용할 수 있는 표준기준(마모량, 안정시험, 흡수량 등)을 확인 후 유용암 사용여부를 결정하여야 하며, 품질기준을 만족할 경우 유용암 사용에 따른 비용을 공사비에서 공제하여야 한다. 시험의뢰 등은 감독과 협의하여 결정한다.
- 3) 저소음, 저진동 및 무소음, 무진동공법은 현장여건에 맞는 시공방법을 채택하고 전문 시공자의 의견을 청취하여 시공하거나 전문업자로 하여금 책임 시공하도록하고 감독의 승인을 득한다.
- 4) 암반굴착시 소음 및 진동은 기준치 이내로 유지하여야 하고 민원발생시 원점에서부터 이격된 지점에서 소음, 진동치를 측정하여 이에 따른 대책을 강구하고 민원발생을 최소화하도록 한다.

5. 되메우기

- 1) 되메우기 재료는 감독의 승인을 얻어 모래질흙 또는 터파기한 흙 가운데 양질토를 사용한다.
- 2) 구조물 공사 완료후 되메우기 시행시 토사다짐을 철저히 하되 층다짐의 두께는30cm미만으로 충분히 다진 후 다음 층으로 진행하도록 한다.
- 3) 다짐은 주위 공간이 협소하더라도 가능한 램머로 다지고 부득이한 경우는 붕다짐을 시행토록 한다.
- 4) 만약 다지기가 곤란하면 모래로 채우고 물다짐을 해줘야 한다.
- 5) 되메우기는 지하구조물에 피해를 주지 않도록 콘크리트 강도를 고려하여 시행시기를 결정해야 한다.
- 6) 되메우기는 동결지반에 시행해서는 안되고 동결된 재료를 되메우기 재료로 사용해서는 안된다.
- 7) 되메우기할 부분위에 구조물을 설치할 경우 장래 침하의 위험이 있으며 되메우기시에 빈배합 콘크리트를 치거나 그라우팅, 시멘트 안정처리 등을 시행하여 침하를 최소화해야한다.
- 8) 되메우기용 재료

되메우기공에 사용할 흙은 구조물공 터파기에서 발생되는 흙중에서 사용승인을 받은 재료이거나 승인된 토취장에서 반입된 재료이어야 하며 나무토막, 나무뿌리, 식물 및 기타 유해물이 포함되어 있어서는 안된다.

6. 성토다짐

- 1) 성토재료는 토취장과 시민사토로 총당하며 성토에 사용된 재료는 일반적으로 흙깎기 또는 승인된 토취장에서 사용되나 시민사토로 성토하는 경우 통나무 뿌리, 식물 또는 기타 유해물질이 함유되어 있지 않은 것이어야 한다. 단, 불가피한 경우 감독원의 승인을 얻어 최대입경 150m/m, 직경이 40m/m 이상인 입자의 흡입율이 40% 이하인 흙을 반입할 수 있으나 이 경우에도 마무리 면에서 깊이 30cm이내에 50mm이상의 입자가 섞이지 않아야 한다.
- 2) 암괴나 흙덩어리는 재료를 다짐할 때 지장이 없는 크기로 분쇄하여야 한다.
- 3) 암석을 성토구간에서 사용하는 경우 최대 30cm를 초과해서는 안된다.
- 4) 구조물에 인접한 부분을 성토할 때에는 구조물에 손상을 주지않고 편압을 주지 않도록 충분히 다져가며 성토해야 한다.
- 5) 부지내 유용토를 성토재로 사용하는 경우는 다음과 같다.

- ① 마무리면에서 깊이 30cm 이내에는 입경 50m/m이상의 입자가 섞이지 않도록하고 입경 40m/m 이상인 입자의 혼입율은 50%이하로 한다.
 - ② 마무리면에서 깊이 1.0m이내인 경우는 최대입경을 150m/m로 하되 입경 40m/m이상인 입자의 혼입율은 50%이하로 한다.
 - ③ 마무리면에서 깊이 1.0m이상으로서 구조물의 기초와 지하매설물에 나쁜 영향을 미치지 않는 경우는 최대입경을 300mm까지 할 수 있다.
- 6) 성토비탈면에서 두께 1.0m범위의 성토본체는 지름 150m/m이상인 암석 또는 버력을 사용해서는 안된다. 다만, 비탈면에 돌깎기를 할 경우에는 그러하지 아니한다.
- 7) 떼붙이기를 하는 비탈면 부근에 사용하는 흙은 떼붙이기에 적합한 양질의 재료를 사용해야하며 사전에 승인을 받은 것이어야 한다.
- 8) 혼합성토재료
- ① 성토재료로서의 암버력을 사용하는 경우에는 충분히 안정한 성토가 되도록 토사와 혼합하여 시공하여야하며 시공법, 총두께에 대해서는 감독의 지시에 따라야 한다.
 - ② 상부 비다짐 완성면 30cm이내에서는 직경 15cm이상의 암버력을 사용할 수 없다.
 - ③ 매일 작업종료시 또는 어떤 사정으로 작업을 중단하는 경우에는 표면을 평탄하게 마무리하고 배수가 잘 되도록 한다.
 - ④ 비가 맞은 즉시 작업을 개시할 필요성이 있는 작업장에서는 비닐로 작업부분을 덮어 우수 침입을 막아야 한다.

7. 기초공사

1) 잡석기타

기초보강용 잡석은 견고하고 내구성이 있어야 하고 크기는 설계서에 의한다.

2) 연약지반

기초지반에 연약한 부분이 노출될 시는 필요한 시험을 행하여야 하며, 지반의 지내력 및 지지력이 연약하여 원설계대로 시공할 수 없다고 인정될 경우는 대안을 제시하여 감리자의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

3) 용수지역은 배수처리를 하여 수위를 낮춘 다음 시공하여야 한다.

4) 시공시 터파기 작업이 완료되면 기초를 설치하기 전에 기초지반의 지내력 확인을 위한 평판재하시험(P.B.T) 등의 현장시험을 실시하여야 하고, 건축물의 소요지내력 확보 여부를 반드시 점검하여야한다.

3. 가시설 흙막이 공사

1. 일반사항

- 1) 흙막이공은 인근시설물의 변위 및 파손을 극소화하는 공법을 적용해야 한다.
- 2) 흙막이공을 시행하기 전에 흙막이공 위치의 지반을 1.5m이상 미리 인력굴착하여 지하 매설물을 확인하여야 한다.
- 3) 흙막이공을 시행할 경우에는 흙막이공 시행전에 인근 시설물의 상태를 파악해야 하며 시공중 수시로 이들 시설물의 변위를 측정하여 심한 변위에 대처하여야 한다.

2. H-PILE 천공

- 1) 천공할 때는 수직조정에 유의하며 소정의 깊이까지 정확하게 천공하여야 한다.
- 2) 천공토사는 비산되지 않도록 방호 설비를 하여 조속히 반출해야 한다.
- 3) 천공은 설계도서에 명기된 소정의 깊이까지 실시하며 천공시 공벽의 붕괴를 방지하기 위하여 토사층구간에서는 케이싱을 설치하여야 한다.
- 4) H-Pile설치 시 인접지반 시설물에 피해가 발생되지 않도록 적절한 장비로 천공 후 H-Pile을 설치하도록 한다.
- 5) 천공시 수직도는 1/100~1/200이상의 정밀도를 유지한다.
- 6) 천공장비는 오거 또는 T-4등의 장비를 사용하되 현장여건에 부합되는 장비를 사용하여야 하고 소음 및 진동에 따른 민원발생이 야기될 시는 저소음, 저진동 장비(트리콘비트 등)를 사용하여 천공하여야 한다.
- 7) 천공간격 및 천공심도는 설계도면에 의거하여 시공하여야 한다.

3. H-PILE 설치 및 해체

- 1) 말뚝과 구조물 측벽과의 거리는 계획된 설계도서에 의하여 구조물선상을 침범하지 않도록하고 말뚝의 간격을 정확히 유지하도록 하여야 한다.
- 2) 시공에 있어 지반상태, 매설물 혹은 기타의 장애물 등으로 말뚝의 위치 및 길이가 크게 변경 될 때에는 감독자의 지시를 받아야 한다.
- 3) 설계도서상의 말뚝간격과 근입 깊이는 필히 준수하고 일직선으로 설치되도록 하고 말뚝이 수직으로 유지되어야 한다.
- 4) H-PILE을 이음하여 사용할 때는 이음의 위치가 동일 높이에서 시공되지 않도록 하며

이음 방법은 설계도면의 이음방법을 기준한다.

- 5) 천공 후 말뚝을 타입 할 때는 최종적으로 타격에 의해 견고한 지층까지 관입되도록 해야 한다.
- 6) H-PILE인발시 구조물에 손상을 주지않도록 수직인발하여야 하고 보조크레인을 사용하여 안전관리에 만전을 기하여야 한다.

4. 흠막이판 설치

- 1) 흠막이판은 단계별 굴착에 따라 가능한 여굴이 적게하고 배면의 뒤채움을 충실히 하여 흠막이 벽체 배면의 침하를 최소화하여야 한다.
- 2) 흠막이판 배면의 토사유출, 침하 등을 방지하지 위하여 시멘트 몰탈을 주입하여 뒤채움을 실시하면 효과적이다.
- 3) 토류판 설치시 H-PILE의 FLANGE에 흠막이판 두께 이상 또는 4cm이상이 흠막이 판과 접촉하도록 한다.
- 4) 흠막이판은 상하주재가 이탈되지 않도록 못과 철선을 이용하여 고정하여야 한다.
- 5) 흠막이판으로 사용되는 목재는 특별히 지시하지 않는 한 용도에 따라 소요강도가 있는 생송재로서 휘어지거나 갈라진 것, 용이가 위치한 것 등은 사용하여서는 안되며 흠막이판의 두께 및 소요강도는 설계도서에 명시된 것 이상이라야 한다.
- 6) 규격 및 재질

흠막이판의 종류 (단위 : kg/cm²)

허용응력도 종류	목재의 종류	침엽수 (kg/cm ²)	활엽수 (kg/cm ²)
인장응력도	섬유에 평행	120	165
휨응력도	"	135	180
지압응력도	"	120	165
	섬유에 직각	30	52
전단응력도	섬유에 평행	12	18
	섬유에 직각	18	27
축 방향 압축응력도	섬유에 평행	$\ell / r \leq 100$ 105 - 0.72 (ℓ / r)	$\ell / r \leq 100$ 120 - 0.87 (ℓ / r)
	섬유에 평행	$\ell / r > 100$ 330,000 (ℓ / r) ²	$\ell / r > 100$ 330,000 (ℓ / r) ²

(주) 위의 표에서 규정한 재료의 허용응력도는 신규재료의 단기하중에 대한 값으로서 실제 시공 시에는 반복 재사용과 장기사용 등을 고려하여 0.85~0.90의 보정계수를 적용한다.

5. 버팀보공(STRUT, WALE)

- 1) 버팀보의 규격은 H-300×300×10×15 KS 또는 SWS40 (JIS SS41, ASTM A36)을 사용하며, 설계도서에 명기된 규격 이상을 허용하여야 한다.
- 2) 버팀보는 띠장으로부터 하중을 균등하게 지지하도록 시공하여야 한다.
- 3) 버팀보 설치시에는 썸기 등을 적절히 사용하여 버팀보가 띠장 또는 Piece와 직각을 유지하도록 하여야 한다.
- 4) 버팀보에 사용하는 Screw Jack은 100ton급 사용을 기본으로 한다.
- 5) 버팀보의 길이가 장시간인 경우는 유압 Jack을 사용하여 선행하중(Pre-Load)을 충분히 가하여 벽체의 변위를 최소화하여야 한다.
- 6) 버팀보의 수평 설치간격은 설계도서의 설치간격 이내로 하며, 지장물과의 존재관계 또는 구조물 타설계획, 재료 및 장비투입 공간확보 관계로 부득이 설계도서의 설치간격을 초과할 경우 별도의 보강 대책을 수립하여야 하고 감독의 지시를 받는다.
- 7) 버팀보의 설치 각도는 토류벽에 정확히 직교되고 재축이 정확히 일치되도록 설치하여야 한다.
- 8) 모서리 보강이나 수평버팀대(Strut)를 설치할 경우에 Screw Jack를 사용한 경우는 정확한 위치에 설치하여 수평버팀대가 뒤틀러지거나 튕겨져 나오는 사고가 없도록 하여야 한다.
- 9) 구조물타설 진행에 따른 버팀보의 해체작업은 해체순서 및 방법을 수립하여 감독의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.
- 10) 강재해체 작업시 안전에 문제가 되는 부재는 구조물 완성 후 절단 처리하여야 한다.
- 11) 버팀보는 터파기가 예정깊이에 도달하면 신속히 설치하여 탄성 변형 및 지반 변형을 최소화 해야하며 해체시 순서 및 방법을 수정하여 승인을 받은 후 시행해야 한다.
- 12) 버팀보 단부에는 Rip Plate로 보강하고 띠장 및 중간 파일에 용접이나 볼팅으로 확실하게 연결시키고, 설계 규정에 따르는 용량의 잭(jack)으로 조여서 버팀대가 느슨하지 않도록 하여야 한다.
- 13) 경사 버팀보의 잭이 없는 부재에서는 기계장치를 이용하여 밀착시킨 후 볼팅이나 용접으로 연결하여야 하며 2개 묶어서 사용할 경우에는 U-bolt 등으로 확실하게 결속시켜야한다.
- 14) 버팀보를 이어서 사용할 경우에는 도면에 의하여 확실하게 이음하여 사용한다.
- 15) 버팀보의 부재는 휘어지거나 변형된 부재를 사용해서는 안된다.
- 16) 버팀보의 설치위치 및 간격은 설계도면을 기준으로 한다.

- 17) 현장 용접은 안전에 특히 유의하여 시행하고, 용접 전에 균열을 발생시킬 우려가 있는 유해한 녹, 도료, 기름 등을 완전히 제거한 후 용접부위를 충분히 건조시킨 후 시행하여야 한다.
- 18) 별도 명기하지 않은 용접두께는 용접 모재 최소 두께보다 큰 것을 원칙으로 한다.
- 19) 띠장은 앵커 설치시 수평, 연직의 이동이 없도록 H-PILE에 확실하게 고정시켜야하며, 이음부의 연결을 PILE과의 간격이 있을 경우에는 간격재로서 간격을 채워 띠장의 하중이 각 PILE에 정확하게 분배, 전달 되도록 시공하여야 한다.
- 20) H-Beam을 이음하여 사용할 때에는 이음의 위치가 동일 높이에서 시공되지 않도록 하며, 이음은 Full Strength Butt Welding으로 하여, 말뚝 본래의 강도가 확보되도록 한다.

6. 강재의 용접(엄지말뚝 포함)

- 1) 부재의 이음은 이어지는 면을 다듬어 수평지지가 되도록 하여야 하며, 이음부에서 결함이 발생하는 일이 없도록 유의하여야 한다.
- 2) 현장용접은 안전에 특히 유의하여 시행하고, 용접전에 균열을 발생시킬 염려가 있는 유해한 흙, 녹, 도료, 기름 등은 완전 제거한 후에 용접부위를 충분히 건조시킨 후 시행하여야 한다.
- 3) 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006에 적합한 것으로 E 430 알루미늄아이트계, E 4316 저수조계를 사용하여야 한다.
- 4) 별도 명기하지 않은 용접두께는 용접모재의 최소 두께보다 큰 것을 원칙으로 하며, V 용접, K용접, X용접, 필렛(Fillet) 용접 등의 적절한 용접법을 적용시켜야 한다.
- 5) 용접공은 KS B 0885에 정해진 시험종류 중 그 작업에 해당하는 시험에 합격하고, 1년 이상 실무에 계속 종사한 자로 한다.

7. 볼트, 너트 접합

띠장, 버팀보 등을 볼트, 너트 접합으로 연결할 경우에는 다음의 규정을 따라야 한다.

- 1) 볼트 구멍은 원통형이며, 그 축은 설계도에 표시한 것 외에는 부재의 표면에 직각으로 하고, 기울기의 허용한도는 1/20보다 작아야 한다.
- 2) 볼트의 구멍치수는 도면에 특별히 언급된 것을 제외하고 다음에 따른다.

볼트의 호칭지름	M 24	M 22	M 20	M 16	M 12
구멍치수(mm)	25.8	23.5	21.5	17	13

- 3) 볼트의 길이는 볼트를 완전히 조인 후에 나삿니가 최소 3개 정도는 너트 밖으로 나올 만큼의 길이를 가져야 한다.
- 4) 볼트 조임은 재편 접촉면과 표면을 사전에 깨끗이 청소한 후 실시하되, 와셔를 사용하여 진동 등에 의해 이완되지 않도록 충분히 조여야 한다.

8. 버팀대 · 띠장의 이설 및 철거

- 1) 버팀대 · 띠장의 이설 및 철거는 흙막이벽이나 구조체에 지장을 미치지 않도록 충분히 안전율을 고려하여 실시하여야 한다.
- 2) 되메움시에는 주변지반의 침하로 인하여 지하매설물에 악영향을 미치지 않도록 양질의 재료를 사용하고 적절한 공법을 선택하여 충분한 다짐을 실시하도록 하여야 한다.
- 3) 중간말뚝의 인발에 있어서는, 구조체에 지장을 주지 않도록 적절한 처리를 행하여야 한다. 또한 중간말뚝의 인발이 구조체에 좋지 않을 경우나 인발이 곤란할 경우에는 구조체에 지장이 없는 위치에서 절단한다.

4. 계측관리

1. 계측의 목적

본 계측의 목적은 굴토공사 중 토류벽 및 인접지반의 거동을 측정하여 현재 상태의 안정성을 판단하고 토류벽의 향후 거동을 미리 예측하여 다음 단계의 시공에 반영할 수 있는 정보를 신속하게 제공하며, 안전하고 경제적인 공사수행이 가능하도록 하는데 있다. 즉, 토류벽이 적절한 DATA와 SOFTWARE로 설계되어 있어도 몇 개의 지점에서 파악된 토질 조건이 현장 지반 전체를 대표하지 않을 확률이 있으며 지반-토류벽 INTERACTION은 공사 방법, 공사기간, 순서 등 시공조건에 따라 크게 다르다.

이러한 불확실성에 대비하여 지하수위의 변화, 토류벽의 변위, 지점반력, 토압 및 수압의 변화, 인접대지의 침하 등의 지하부 시공중 계속적으로 추적되도록 하여 설계치와 비교, 검토 되도록 하는 것이다. 따라서, 토류벽 지반의 전반적인 거동 경향을 알 수 있으며 이것으로 안전도를 사전에 진단 할 수 있게 된다.

2. 계측항목 및 설치현황

지반굴착으로 발생할 수 있는 지반공학적 문제는 현장여건이나 설계요건에 따라 다양하나 계측을 실시함으로써 해소될 수 있는 문제점들을 항목별로 분류하면 대체로 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 굴착지반의 변형으로 인한 주변 건물이나 시설물에 미치는 피해

이와 같은 피해들은 흙막이벽의 구조적 기능, 굴착지반 변위의 크기 및 분포에 의하여 좌우되며 지반침하와 수평 지반변위의 측정으로 사전에 제어할 수 있다.

2) 주변 취약 구조물의 손상범위 확산

굴착지반 주변의 구조물이 오래되거나 혹은 손상을 입은 상태에서 구조적 평형상태에 도달되어 있는 경우 굴착전에 건물의 손상 상태를 정확하게 조사하여 지반굴착에 따른 손상범위의 확산에 대한 계측결과를 계속하여 비교할 수 있어야 한다.

3) 굴착깊이가 지나치게 큰 경우나 혹은 높은 지하수위로 인하여 발생하는 굴착바닥면의 용기현상 시간경과에 따른 지반용기 측정자료를 지반공학적 이론과 연관시켜 굴착바닥면의 안정성여부를 검토한다.

4) 지반의 토압이나 수압을 잘못 예측하여 버팀부재에 가해진 지나친 하중 버팀부재에 작용하는 힘은 용이하게 측정이 되어 사전에 흙막이벽의 불안정성을 감지할 수 있다.

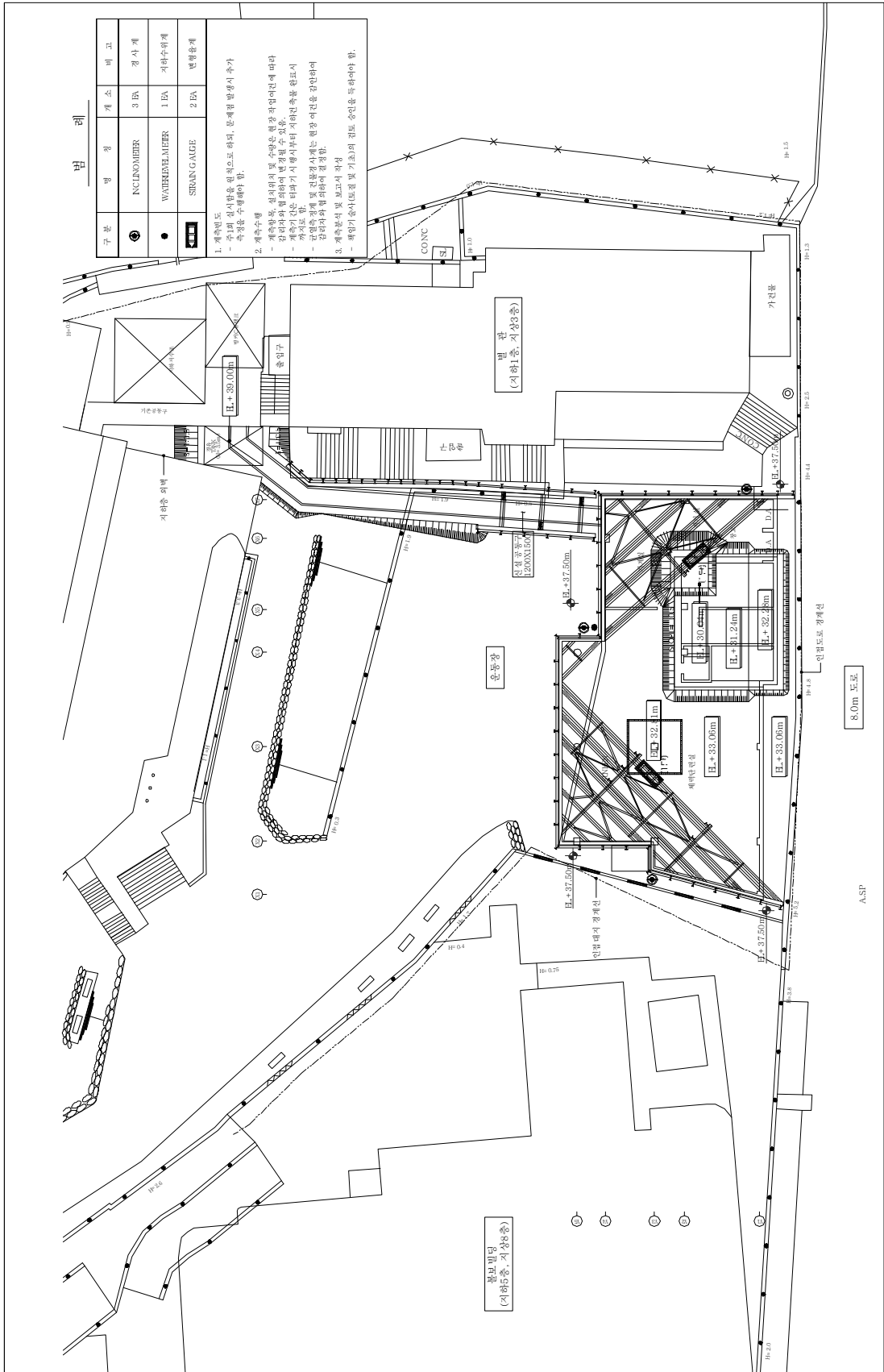
5) 벽체에 작용하는 과중한 하중분포

벽체에 과중한 하중이 작용하면 과다 하중은 버팀부재에 전달되어 흙막이벽의 파괴를 초래할 수 있다. 각 버팀부재에 작용하는 하중과 벽체에 작용하는 토압을 측정하여 이와 같은 상황을 사전에 감지할 수 있다.

이와 같은 계측항목들을 세분화하여 항목별 계측기와 계측목적 및 설치수량을 요약하면 다음의 [표 4.1]과 같다.

[표 4.1] 계측항목 및 계측목적

계 측 항 목	계 기 명	계 측 목 적	설치 수량
수평변위	지중경사계	지반굴착시 일정간격으로 수평변위량을 측정하여 흙막이 벽체의 연속적인 횡방향 변위와 변화속도를 측정하여 현재의 안전판단 및 향후 지반거동을 사전에 예측할 목적으로 실시함.	3 개소
지하수위	지하수위계	굴착에 따른 배면지반의 수위변동을 측정하여 설계시 적용된 수위와 비교 검토함으로써 하중증가요인 및 인접지반에 미치는 영향 상태를 검토함.	1 개소
변형율	변형률계	버팀보, 띠장 및 임시말뚝등과 같은 강재구조물의 변형정도를 측정하여 굴착 및 온도변화에 따른 강재구조물의 안전도를 검토하기 위하여 실시함.	2 개소
구조물기울기측정	건물경사계	지하흙막이 공사시 인접해서 기존 건물이 있는 경우 구조물의 경사 변화를 측정하기 위하여 실시함.	-
구조물균열측정	균열측정계	지하흙막이 공사시 인접해서 기존 건물이 있는 경우 구조물의 균열정도를 측정하기 위하여 실시함.	-
E/A응력	하중계	Anchor에 작용하는 인장력 및 압축력을 측정하여 공사진행 또는 공사완료후의 지반이나 구조물의 변형을 예측하여 안전관리 자료로 활용함.	-
지표침하	지표침하계	굴착으로 인해 발생된 인접지반의 지표침하를 측정하여 변위 영역을 추정하고 인접지반의 안전도를 검토하여 지하매설물 및 인접건물에 미치는 영향을 검토함.	-



[그림 4.1] 계측기 설치 평면도

3. 계측관리 기준설정

시공관리나 안전관리를 위한 데이터 관리방법으로는 절대치관리와 예측관리로 나눌 수 있다. 절대치관리란 시공전에 설정된 관리기준치와 실측치를 비교 검토하여 그 시점에서 공사의 안정성을 확인하는 방법이다. 또 예측관리는 다음 단계 이후의 예측치와 관리기준치를 비교 검토하고 사전에 공사의 안정성을 확인하거나 시공방법을 검토하는 것으로 여기서 예측치란 현단계까지의 굴착상태를 실험실 물성시험자료에 기초해서 모델링한 결과 얻어진 토질정수에 의해서 다음 굴착단계 이후 토류구조물의 거동을 추정한 값을 말한다.

절대치관리는 그 작업이 비교적 단순하고 계측결과에 대해서 즉각적으로 대처할 수 있다는 점에서 그 장점이 있다 하겠다. 반면에 예측관리는 조기에 토류구조물의 거동을 추정할 수 있고, 이에 따라 대응책을 검토할 시간적 여유도 충분하다는 장점이 있다. 시공관리나 안전관리를 목적으로 예측관리기법이 채택된 경우에는 절대치 관리를 병용하게 되는 것이 일반적이다.

1) 절대치관리

절대치관리기법을 채택한 경우에 가장 문제가 되는 것은 설계치에 대한 관리기준치의 결정방법과 계측결과치가 관리기준치를 초과했을 때의 대처방안이다. 그러나 굴착공사에서 관리기준치를 결정하는 것은 매우 어려운 사항이다. [표 4.2]는 관리기준치의 한 일본의 예로 이 표에 기초한 관리기준치와 계측결과치를 비교하여 시공관리와 안전관리를 할 수 있다.

[표 4.2] 계측데이터 관리기준 예(일본)

구 분	대상물	기준의 범위
토류구조물	토류벽의 응력 토류벽의 변형 Strut 축력 Strut의 평면도 Wale	(장 + 단) / 2 ~ 단 1/200 또한 설계여유 이하 (장 + 단) / 2 ~ 단 1/100 (장 + 단) / 2 ~ 단
주 변	주변지반의 침하 주변매설물 GAS 상수 하수 지하철 주변건물	경사 : 1/500 ~ 1/200 ┌ 관리담당자와 협의 └ 경사 : 1/1000 ~ 1/300

■ 장 : 장기허용응력도,

단 : 단기허용응력도

토류공사에서 이 기법을 이용하여 계측항목별 구체적 관리기준치를 설정한 예를 [표 4.3]에 나타내었다. 관리기준치는 1차와 2차로 나누어 생각하고, 1차 관리기준치는 부재 허용응력의 80%, 2차 관리기준치는 100%를 1차 관리기준치로 했다. 측정치와 관리기준치의

비교결과 각 상화에 따른 대응방법의 기본적 개념은 다음과 같다.

- 측정치 ≤ 1차 관리기준치

이 경우 토류구조물에 대해서는 문제가 없다.

- 1차 관리기준치 < 측정치 ≤ 2차 관리기준치

허용응력을 2차 관리기준치로 정하고 있으므로 측정치가 이 범위에 있을 때는 특별한 문제는 없지만 다음 굴착단계에서 2차 관리기준치를 초과하지 않는가의 여부를 검토할 필요가 있다.

- 2차 관리기준치 < 측정치

이러한 결과가 나타나면 공사를 일시 중단하고, 토류구조물 전체에 대해서 재검토하고 굴착깊이의 변경이나 새로운 지보공의 검토등 적절한 대책을 강구한다.

[표 4.3] 관리기준치의 일례

계측항목	비교의 대상	관리기준치	
		제 1차값	제 2차값
측압, 수압	설계측압분포 (지표면~각단계 굴착깊이)	100%	-
벽체응력	철근의 허용인장응력도 허용 휨모멘트 콘크리트 허용압축응력도	80% 80% 80%	100%
벽체변형	계획시의 계산치	100%	-

또 하나의 절대치관리방법은 안전율의 개념을 도입한 것으로, 사전에 각 항목별로 안전율을 설정하고 설계시에 사용한 추정치 및 계측결과치의 비와 안전율을 비교하여 공사의 안정성을 예측하는 방법이다. 다음의 [표 4.4]는 안전율을 이용한 절대치관리방법의 일례를 나타낸 것이다.

[표 4.4] 토류공사의 안전시공관리를 행한 기준의 일례

측정 항목	안전, 위험의 판정 기준치	판정 방법			
		지표(관리기준)	위험	주의	안전
측압 (토압과수압)	설계시에 이용한 토압 분포(지표면에서 각단계근입깊이)	$F1 = \frac{\text{설계시 이용한 토압}}{\text{실측에 의한 측압(예측)}}$	$F1 < 0.8$	$0.8 < F1 < 1.2$	$F > 1.2$
벽체 변형	설계시의 추정치	$F2 = \frac{\text{설계시의 추정치}}{\text{실측의 변형량(예측)}}$	$F2 < 0.8$	$0.8 < F2 < 1.2$	$F2 > 1.2$
토류벽의 응력	철근의 허용 인장 응력	$F3 = \frac{\text{철근의 허용인장응력}}{\text{실측의 인장응력(예측)}}$	$F3 < 0.8$	$0.8 < F4 < 1.2$	$F3 > 1.2$
	토류벽의 허용 휨 모멘트	$F4 = \frac{\text{허용 휨 모멘트}}{\text{실측의 휨모멘트}}$	$F4 < 0.8$	$0.8 < F4 < 1.2$	$F4 > 1.2$
STRUT 축력	부재의 허용 축력	$F5 = \frac{\text{부재의 허용 축력}}{\text{실측(예측)의 축력}}$	$F5 < 0.7$	$0.7 < F5 < 1.2$	$F5 > 1.2$
굴착 저면의 Heaving양	T.W.Lamb에 의한 Heaving 량		실측결과가 위험영역에 PLOT 되는 경우	실측결과가 주의영역에 PLOT 되는 경우	실측결과가 안정영역에 PLOT 되는 경우
침하량	각 현장마다 허용치를 결정	각 현장 상황에 맞는 허용 침하량을 지정하고, 그 허용 침하량을 넘으면, 위험 또는 주의 신호로 판단한다.			
부등 침하량	건물의 허용 부등 침하량	기둥 간격에 대한 부등침하량의 비	1/300 이상	1/300 ~ 1/500 이상	1/500 이하

2) 예측관리

예측관리기법이라는 것은 선행굴착에 대한 측정결과에서 토질정수, 벽체 및 지보공의 특성치를 구해 그 값을 이용하여 다음 단계 굴착 이후의 벽체와 지보공의 거동을 수치 해석 기법을 이용하여 예측하고, 안전하다고 판단되면 굴착공사를 진행하고 문제가 있으면 대책을 강구하며 그 대책에 대해서 다시 수치예측을 행해 안전을 확인해서 공사를 진행하는 방법이다. 이와 같이 계측자료와 예측자료를 비교하는 과정에서 계측자료와 충분히 허용 범위 내에 유지되어야 하지만 그렇지 못한 경우에는 설계된 단면을 재 가정하여 안전측에 도달되도록 반복설계를 실시하여야 한다. 이와 같은 반복설계의 절차는 다음과 같이 요약 된다.

가) 벽체의 횡방향 변위, 지표침하, 지보재 작용하중 등의 설계허용치 지정

나) 충분한 안전성과 경제성을 감안한 수치예측자료 계산

다) 계측치와 수치예측치와의 비교

라) 계측치와 예측치가 차이가 있을 경우, 오차의 가능성을 확인한 후 필요에 따라 물성치 등의 입력자료를 현장조건에 맞도록 재결정하여 역해석을 실시한다.

마) 계측치가 허용범위 내에 들지 못하면 설계조건을 재 가정하여 허용범위를 만족할 때까지 위의 세 단계를 반복한다. 여기에서 설계조건을 재 가정에서는 벽체의 강성변화, 지보공의 설치간격 변경, 시공법의 변경, 굴착깊이의 감소, 인접구조물과의 벽체 거리 변경 등의 대안을 고려할 수 있다.

바) 이상과 같은 방법을 통하여도 개선의 여지가 없을 경우에는 주변 구조물에 새로운 보강공법을 적용하는 방법이 있다.

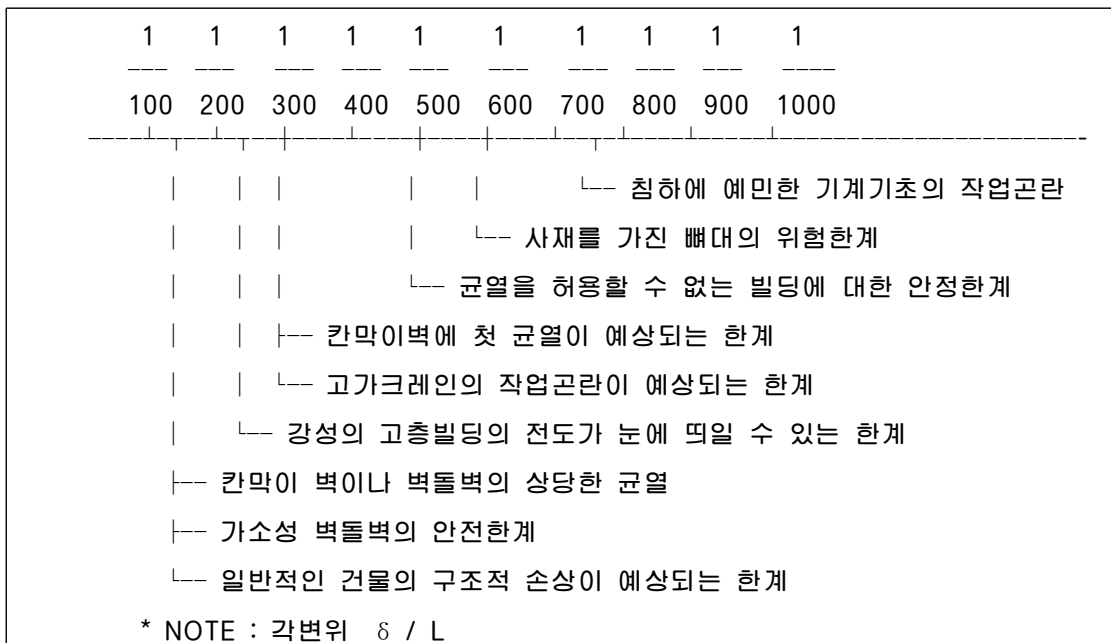
일반적으로 설계단계에서는 충분한 사전조사, 공법검토 및 전산해석을 통하여 구조적인 문제를 해결하여 안정성에는 문제가 없으며, 시공상의 문제가 대부분이다.

3) 기타 참고문헌을 통한 구조물의 안정한계

[표 4.5] Building code에서의 빌딩 구조물의 손상 한계

기 준		독 립 기 초	확 대 기 초
각 변 위 δ/L		1/300	
최 대 부 등 침 하	점 토	44mm	
	사 질 토	32mm	
총 침하 량	점 토	76mm	76mm ~ 127mm
	사 질 토	51mm	51mm ~ 76mm

[표 4.6] Bjerum(1963)이 제안한 구조물의 각변위의 한계



[표 4.7] 구조물에 대한 각변위 한계

구조물 손상의 종류	각변위 $\eta = \delta / \ell$
침하에 예민한 기계	1/750
경사부재를 가진 골조(frame with diagonal)	1/600
균열을 허용할 수 없는 건물	1/500
패널벽(panel wall)에 균열이 처음 생기는 한계	1/300
고가크레인의 작업이 곤란한 한계	1/300
고층 강성건물의 전도가 육안으로 식별되는 한계	1/250
패널벽이나 벽돌벽의 상당한 균열	1/150
연성 벽돌벽의 안전 한계	1/150
일반건물의 구조적 손상	1/150

[표 4.8] Sowers(1962)의 여러구조물에 대한 최대 허용 침하량

침하 형태	구조물의 종류	최대 침하량
전체 침하	배수시설	15.0 ~ 30.0 cm
	출입구	30.0 ~ 60.0 cm
	부등침하의 가능성	
	석적 및 벽돌구조	2.5 ~ 5.0 cm
	뿔대구조	5.0 ~ 10.0 cm
전도	굴뚝, 사이로, 매트	7.5 ~ 30.0 cm
	탑, 굴뚝	0.004 S
	물품적재	0.01 S
부등침하	크레인 레일	0.003 S
	빌딩의 벽돌벽체	0.0005 ~ 0.002 S
	철근콘크리트 뿔대구조	0.003 S
	강 뿔대구조 (연속)	0.002 S
	강 뿔대구조 (단순)	0.005 S

4. 계측기기의 선택 및 위치 선정

1) 계측기기의 선택

계측자료의 정확성, 이용성, 경제성 등을 고려하여 다음과 같은 점들을 고려하여 기기를 선택하는 것이 일반적이다.

가) 계측기기의 정도, 반복, 정밀도, 강도, 계측범위 및 신뢰도가 계측목적에 적합할 것.

나) 구조가 간단하고 설치가 용이할 것

다) 온도, 습도에 대해 영향을 적게 받고 보정이 간단할 것

라) 계측기기로 인해 공사에 지장을 초래하지 않을 것

마) 예상변위나 응력보다 계측기의 측정 기능범위가 클 것

바) 계기 오차 등을 유발할 수 있는 계측기의 고장 발견이 용이할 것

사) 가격이 경제적일 것

2) 계측위치 선정

현장 계측은 허락되는 한 다양한 거동을 발휘 수 있도록 많은 위치를 선정하는 것이 최선이겠지만, 대부분의 흙막이 구조물공사가 본체 구조물을 축조하기 위한 가시설 구조물이므로, 합리적이며 경제적인 측면에서 흙막이 구조물 및 배면지반의 거동을 대표할 수 있는 최소한의 측정점을 선정하는 것이 효과적이다.

다음은 계측지점을 선택할 때 고려해야 할 사항이다.

가) 원위치 시험 등에 의해서 지반조건이 충분히 파악되고 있는 곳.

나) 흙막이 구조물을 대표할 수 있는 곳.

다) 중요구조물이 인접하여 있는 곳.

라) 흙막이 구조물이나 지반에 특수한 조건이 있어 그것이 공사에 영향을 미칠 것으로 예상되는 장소

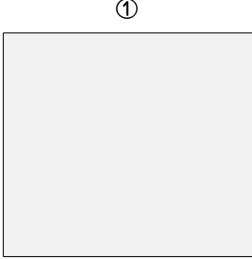
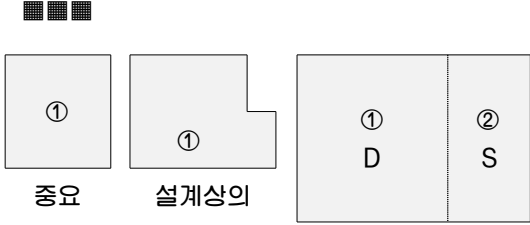
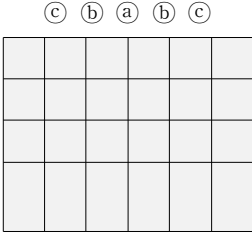
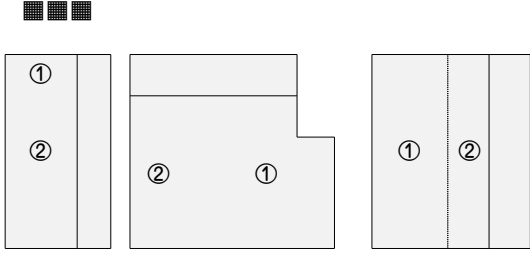
마) 교통량이 많은 곳.

바) 하천 주위 등 지하수의 분포가 다량이고 수위의 상승, 하강이 빈번한 곳.

사) 가능하면 공사에 의한 계측기기의 훼손이 적은 곳.

위와 같은 관점에서 계측지점을 선정 후, 가능한 각종 계측기기가 동일 단면에 설치되게 배치하는 것이 중요하다. 이는 수평변위, 반력, 주변지반의 침하, 지하수위의 변화 등이 서로 연관성을 유지하면서 나타나기 때문에 이를 종합적으로 분석함으로써 계측의 신뢰성을 높일 수 있기 때문이다.

참고적으로 계측기설치의 우선 순위를 평면상으로 도식하면 다음의 [그림 4.2]와 같다.

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">벽 체</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">일 반 부</p>	 <p style="text-align: center;">①</p> <p style="text-align: center;">②</p> <p style="text-align: center;">①</p> <p style="text-align: center;">- 우선순위 : ① → ②</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">특 수 부</p>	 <p style="text-align: center;">- 우선순위 : ① → ②</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">지 보 공</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">일 반 부</p>	 <p style="text-align: center;">변은 벽체의 순위에 준하여 결정된다.</p> <p style="text-align: center;">- 우선순위 : ① → ② → ③</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">특 수 부</p>	 <p style="text-align: center;">- 우선순위 : ① → ②</p>

[그림 4.2] 계측기 평면적 배치의 우선 순위

5. 계측빈도

계측빈도는 현장 여건에 따라 공사의 종류, 공사의 규모, 구조물의 중요도, 주변현황 등에 의해 다소 차이가 있으며 또한 현장의 감리원 또는 발주처의 요구에 의해 조정될 수 있는 사항이 있으나 일반적인 계측빈도는 [표 4.9]와 같고, 본 현장의 계측빈도는 [표 4.10]과 같다.

[표 4.9] 일반적인 계측빈도

항 목		설 치 시	굴착개시전	초기치설정전	굴 착 중	지하구체 완료 후
벽 력	외력 (매설계기) 토 압 수 압 철근응력	콘크리트 타 설 전 : 수 회 타 설 중 : 1회/0.5h ~ 후5h 타 설 후 : 1회/2h 5h ~ 24h	타설후 10일간 : 1회/일 이후 : 1회/주 1회/h의 일변화를 본다.	굴착개시직전 수일간은 : 1회~2회/일 1회~2회/일	1회~2회/일	1회/주
	응력 콘크리트 응력		설치수 10일간 : 2회/주 이후 : 1회/주 4회/일의 일변화를 본다.	굴삭개시전 수일간은 : 2회/주	1~2회/주	1회/주
	변 위					
지 보	응력 매설계기 취부계기	벽체매설계기에 준하여 실시한다.			1회~2회/일 1회~2회/일	
인 접 구 조 물	균 열	토류벽 설치를 위한 터파기전	작업개시전 수일 간 1회~2회/일		1회/일	1회/주
	변 위 침 하	“	설치시 1회, 균열 에 이상 있을 경 우 1회 ~ 2회/일		1~2회/주	1회/주

[표 4.10] 본 현장의 계측빈도

측정항목	측정시기	측정기기	측정주기	본현장 적용
수평변위측정	굴착개시 전부터	Inclinometer	굴도중 1회 / 1주 굴도완료후 1회 / 1주	◎
지하수위 측정	굴착개시 전부터	Water Level	굴도중 1회 / 1주 굴도완료후 1회 / 1주	◎
부재의 응력측정	설치시 부터	Strain Gauge	굴도중 1회 / 1주 굴도완료후 1회 / 1주	◎
인접건물 변위측정	설치시 부터	Tiltmeter	굴도중 1회 / 1주 굴도완료후 1회 / 1주	-
인접구조물 균열측정	설치시 부터	Crack Gauge	굴도중 1회 / 1주 굴도완료후 1회 / 1주	-
지표면 침하측정	굴착개시 전부터	Level	굴도중 1회 / 1주 굴도완료후 1회 / 1주	-

6. 계측기기 사양 및 설치방법

1) 경사계 (Inclinometer)

가) 설치방법

- ① 굴착공의 지름을 100mm 이상으로 하여 토류벽 배면에 설치계획 심도까지 천공한다.
- ② 굴착하는 동안 한쪽 끝을 보호 캡으로 씌우고 리벳건(RIVER GUN)을 사용하여 리벳팅한다.
- ③ 케이싱은 커플링을 사용하여 리벳팅해서 조립하고 테이프로 밀폐시킨다.
- ④ 굴착공으로 조립된 케이싱을 내리고 주방향 흠이 예상되는 변위 방향과 일치되도록 조정한다.
- ⑤ 케이싱의 하단부는 지지층에 2~3m 정도 관입시킨 후 시멘트 그라우팅을 실시하고 토질에 따라 시멘트와 벤토나이트를 적정 비율로 혼합하여 그라우팅한다.
- ⑥ 케이싱과 굴착공과의 여공은 흠방향을 유지하면서 그라우팅을 실시한다.
- ⑦ 그라우팅의 완료후 케이싱 상단에 보호 캡을 씌우고 커버로 보호 장치를 하여 중장비 이동에 의한 훼손을 방지한다.

나) 측정방법

- ① 경사계의 보호마개를 열고 Casing의 상부에 Pulley assembly를 설치한다.
- ② 감지기와 케이블 그리고 Indicator를 연결한 후 Indicator의 전원을 켜다.
- ③ Casing안에 감지기를 삽입한다. A+방향이 되도록이면 수평변형을 최대한 일으키는 방향으로 항상 같은 방위 방향의 경로를 탈수 있도록 감지기 바퀴의 방향을 맞춘다.
- ④ 감지기를 Casing 바닥까지 내린다. 이때 충격이 가해지지 않도록 주의한다.
- ⑤ 감지기를 0.5m씩 올리면서 Indicator에 값을 저장한다.
- ⑥ 최상부까지 계측이 완료되면 감지기를 Casing 안에서 꺼내 180°회전시킨 뒤 다시 2) ~ 6)의 순서대로 계측을 행한다.
- ⑦ 계측이 완료되면 모든 구성품을 분리하고 감지기를 꺼낸다.

2) 지하수위계(Water Level Meter)

가) 설치방법

- ① 굴착공의 지름을 100mm 이상으로 하여 토류벽 배면에 설치계획 심도까지 천공한다
- ② Boring 후 Casagrade type Pizometer Tip과 PVC Stand Pipe를 Couling으로 연결한다.
- ③ 굴착후 Tip과 PVC PIPE 를 커플링으로 연결한 후 굴착공 내에 차례로 설치한다.
- ④ 모래를 이용하여 스탠드 파이프와 굴착공 사이의 공간에 투수층을 형성한다.
- ⑤ 상단에 보호 캡을 씌우고 커버로 보호 장치를 하여 중장비 이동에 의한 훼손을 방지한다.

나) 측정방법

- 1) Probe를 Stand Pipe 안으로 삽입하여 내린다.
 - 2) Probe가 Stand Pipe내의 수면에 닿을 때 빨간불이 켜지고 부저가 울리는데 이때 깊이를 측정한다.
- * 주의 : 측정시 지하수위관의 상부를 기준으로 설정하여 초기계측 이후에도 항상 동일한 기준점 에서 계측을 실시하여야 한다.



[그림 4.3] 경사계



[그림 4.4] 지하수위계

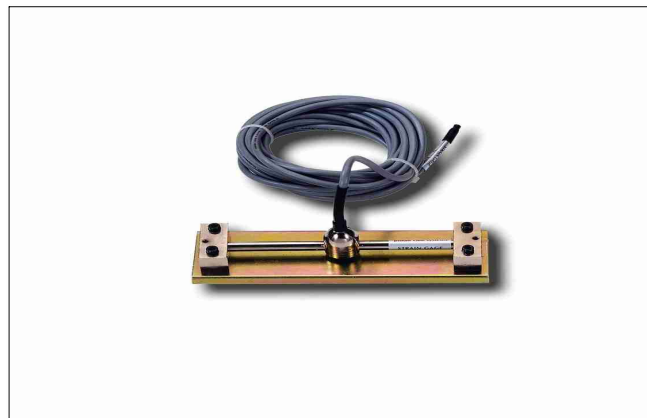
3) 변형율계(Strain Gauge)

가) 적용범위

- ① 흙막이 현장의 Strut, 띠장, Soil Nail 등에 부착하여 변형 및 응력측정
- ② 터널 라이닝이나 지지대에 부착하여 변형 측정을 위하여
- ③ Pipeline 내부의 응력집중현상을 측정하기 위하여
- ④ 프리텐션 지지구조물이나 벽면 지지앵커의 하중변형을 측정하기 위하여
- ⑤ 빌딩이나 교량 등에 대하여 건설기간 또는 건설후의 지속적인 계측을 위하여

나) 설치 및 측정방법

- ① 설치하고자 하는 버팀단의 계획지점을 사포와 기타 도구를 이용하여 표면의 습기와 먼지 등을 제거하고 표면을 최대한 깨끗하게 청소하여 부착이 용이하도록 한다.
- ② 전기용접기를 이용하여 센서를 부착할 때에는 Gauge가 정확히 부착될 수 있도록 주의한다.
- ③ Gauge 부착이 완료된 뒤 Sensor의 작동상태를 확인한 후 측정도선을 계측위치로 손상되지 않게끔 조심스럽게 배선한다.
- ④ 작업장비 또는 작업자에 의하여 훼손되지 않도록 보호덮개를 씌워 보호한다.
- ⑤ 측정위치에서 지시계의 Read Cable에 연결하여 초기값을 결정한다.



[그림 4.5] 변형율계