

서울 제3영어마을 신축공사

흙막이공사 시방서

2008년 7월



유 경 기 술 단

YOO KYUNG ENGINEERING & CONSULTANT Co., Ltd.

제 출 문

(주)에이그룹 인터내셔널 건축사사무소 귀중

귀사와 폐사 간에 계약 체결한 "서울 제3영어마을 신축공사 지하굴토 설계용역" 건에 대한 기술용역 과업을 수행 완료하여 굴토공사에 따른 관련 지방서를 작성 제출합니다.

2008년 07월

(주) 유 경 기 술 단

서울시 송파구 송파동 141-10 대종B/D 4F

토질맞기초 기술사 김 대 황

1. 흙막이공사 일반시방서

1.	특기사항		
1.1	용어의 정의	.....	02
1.2	임무	.....	03
2.	일반사항		
2.1	적용범위	.....	04
2.2	설계서,시방서,도면에 명시되지 않은 사항	.....	04
2.3	지시사항	.....	04
2.4	지시사항의 업무	.....	04
2.5	직원명단 제출	.....	05
2.6	직원의 적격	.....	05
2.7	예정공정표 및 예정수량표	.....	05
2.8	월보 및 일보	.....	05
2.9	주변대책	.....	05
2.10	소음방지	.....	06
2.11	작업시간	.....	06
2.12	시공에 관한 대외교섭	.....	06
2.13	특허권 등의 사용	.....	06
2.14	교통과 보완	.....	06
2.15	공사장 가건물 및 전화	.....	07
2.16	가설구조물 등의 정기점검	.....	07
2.17	전력설비	.....	07
2.18	수도시설	.....	08
2.19	재료의 반입	.....	08
2.20	시공의 확인 및 검토	.....	08
3.	비용부담에 관한 세칙		
3.1	공사	.....	09
3.2	측량	.....	09
3.3	흙막이말뚝 등의 박기 불안정	.....	09
3.4	각종 설계도에 따른 공사의 보강	.....	09
3.5	공사 관계사항	.....	09
4.	재료		
4.1	적용	.....	10
4.2	시멘트	.....	10
4.3	콘크리트 및 몰탈 혼화재료	.....	10
4.4	콘크리트 및 몰탈 잔골재	.....	10
4.5	콘크리트 골재	.....	11
4.6	강재	.....	11
4.7	볼트 및 너트	.....	13
4.8	달기철물 및 와이어로프	.....	13
4.9	목재	.....	13

1. 특기사항

- (1) 본 시방은 일반적인 신축 건물의 굴토 공사용으로 본 시방에 기재되지 않은 사항은 건교부 발행 "토목공사 표준시방서"와 "건축공사 시방서"에 의한다.
- (2) 본 시방에 의해 시행되는 공사는 책임시공으로 실시되며, 감리 책임자는 토목구조 기술사, 또는 토질 및 기초기술사로 하며, 시공시는 감리 책임 기술사의 위해 방지시설 보완지시를 수급자가 선 시행 후, 기술검사의 실시결과에 따른 판정결과를 발주자에게 보고한다.
- (3) 공사를 시행함에 있어 수급자는 안전관리에 만전을 기하며, 공사 중 발생하는 제반 사고에 대하여 수급자가 책임을 지고, 수급자 부담으로 복구 및 보상하여야 한다.
- (4) 수급자가 불안정한 시공을 하거나, 기타 사정으로 인하여 공사의 계획공기 지연, 또는 시공을 소홀히 한다고 감독원이 판단할 때에는 공사의 전부, 또는 일부를 중단시킬 수 있다.
- (5) 공사현장 형편에 의하여 필요하다고 인정될 때에는 공사내용을 변경 또는 타절 준공할 수 있다.
- (6) 수급자는 공사수행에 있어 작업의 시행순서, 작업방법, 공정표, 투입장비 등을 감독원의 사전 승인을 받아 매일의 작업상황을 지정하는 공사 일보의 양식에 따라 제출하고, 공정별 공사사항을 착공시에서 준공시까지 촬영(칼라3x4)하여 제출한다.
- (7) 공사 중 필요한 안전조치 관계법규 및 안전을 준수하고, 제반의 안전시설을 설치하여 감독원의 검사를 받는다.
- (8) 본 공사의 시행에 따른 측량 및 시공표시 등은 감독원 지시에 따라 시행하며, 표시의 이동이나 훼손이 없도록 보호하고, 준공검사 혹은 향후 기준이 되도록 하여야 한다.
- (9) 본 공사로 인하여 인근 구조물이나 지하 배수물, 기타 시설물 등에 피해발생시는 수급자의 책임 하에 완전 복구 또는 보상하여야 한다.
- (10) 수급자는 감독에게 다음 보고서를 제출하여야 한다.
 - 1) 노사의 출역 사항
 - 2) 공사시 기구의 투입사항
 - 3) 안전규칙 시행에 관한 사항
 - 4) 공사진척에 관한 사항 기타
- (11) 기계, 기구는 예정표에 나타나는 작업보다 여유 있는 용량이 있어야 하며, 수급자는 기계, 기구의 종류 및 수량과 배치계획을 감독원에게 제출하여 승인을 받은 후 장비를 투입하여야 한다. 감독원이 부적당하다고 인정한 기계, 기구는 사용할 수 없다.
- (12) 재료 검사

- 1) 재료의 품질 및 규격치는 설계도면 및 시방서가 지정한 것과 같아야 한다.
 - 2) 재료시험은 국립 건설 연구소 제정 시험기준에 의한다.
 - 3) 사전에 승인을 받은 재료라도 변질, 오염 및 기타 검사 당일의 상태와 상이할 때는 그 재료는 사용할 수 없다.
 - 4) 불합격한 재료는 공사장 밖으로 지정시일까지 반출하여야 한다.
 - 5) 제반 사항에 소요되는 비용은 수급자 부담으로 한다.
 - 6) 당 공사 지급 자재는 수급자 책임 하에 관리하고, 분실 파손할 때에는 배상 보증한다.
- (13) 각 공정별 시공 시행된 공정은 감독원의 검사를 받아 승인을 득한 후 공사에 임하되, 검사가 곤란하거나 불가능한 부위는 필히 감독원 입회하에 시공한다.
- (14) 수급자는 공사 진행 중 제반 법규를 준수하며, 위법 행위로 인한 제반사항은 수급자가 부담처리하고, 공사 시행상 필요한 대관청 수속은 당 발주자의 협조를 받아 수급자가 대행처리한다.
- (15) 기타 본 시방서에 명기되지 않는 사항이라도 관련 법규의 준수는 물론 감리 책임 기술사의 해석 및 감독원의 지시에 따라야 한다.
- (16) 당 공사사정(대관청 사항 포함)에 따른 공사 지연 및 중지나 기후조건에 따른 천재지변과 우기로 인한 공사중지는 절대 공기에서 제외한다.
- (17) 현장의 안전 관리상 일반인 및 현장 종사원의 출입을 통제하여, 보안 및 안전에 최대한 유의할 것이며, 현장주위 및 도로를 항상 청결하게 하여 통행인에 불편이 없도록 하고, 특히 착공과 동시에 안전 관리 세부 실천계획서(현장안전조직표, 현장안전장구 비치)를 감독원에게 제출하여 승인을 받고, 시행공사 중 발생한 모든 사고에 대해서는 일체의 책임(민·형사상 및 변상 등)을 전적으로 공사 수급자가 진다. 또한 감독부서의 안전회의, 점검 교육 지시에 따라 이를 철저히 이행한다.
- (18) 공사의 목적상 보안장치는 감독원의 지시에 따라 이설하여 계속 사용에 지장이 없도록 하여야 한다.

1.1. 용어의 정의

- (1) 감독원 : 감독원이라 함은 발주자 또는 발주자로부터 공사의 전부 또는 일부에 대한 권한을 위임받은 자로서 부당하거나 공사의 중지, 안전대책 시정명령, 설계변경, 공정 및 기성고 조정, 시정조치에 불응할 경우의 공사대금 지불 보류등 일체의 권한을 가진자로서 현장에 상주하는 자를 의미하며 이하“감”이라 칭한다.
- (2) 감리 책임 기술사 : 과학기술처 기술 용역 대가의 업무 범위에 명시된 감리업무(시공 계획 및 공정표 검사, 시공자가 작성한 시공도 검사, 시공자가 제시하는 시험 성과표 검사,

공정 검토, 준공도 작성)중 일부 또는 전부에 대하여 시공자의 서면 요청이 있을 때 현장에 출두하거나 자문에 응하는 자를 의미한다.

- (3) 도 급 자 : 건축주로부터 공사 전반에 관한 사항을 위임받아 수행하는 자를 말하며 이하 "을"이라 한다.
- (4) 현장 대리인 : 도급자가 지정하는 책임 시공 기술자로서 그 현장의 공사관리 및 기술관리, 기타 공사업무를 시행하는 자를 말한다.

1.2. 임 무

- (1) 현장 대리인의 임무 : 현장 대리인은 현장에 상주하여 실제공사를 수행하고 안전대책, 피해예상 및 복구, 기술적인 사항에 대한 감리책임기술사의 자문요청, 설계변경 및 안전대책에 필요한 예산 책정 및 집행에 관한 사항에 대하여 감독(발주자)에게 건의, 감리책임기술사의 자문전달 등 현장에서의 공사가 안전하고 경제적으로 수행될 수 있도록 적극적으로 업무에 응해야 한다.
- (2) 감리 책임 기술사의 임무 : 감리 책임 기술사는 공사 수행중의 안전대책, 설계변경, 피해예상 및 복구 등에 관한 자문 요청이 있을 경우 이에 대한 자문에 응하여야 하며 자문결과에 따라 적절한 조치 및 해결책을 시공자에게 지시한다.

2. 일반사항

2.1. 적용범위

- (1) 토목 및 이에 관련되는 공사의 시행에 있어 법령 또는 별도로 정한 규정에 의하는 것 이외에는 본 시방에 따른다.
- (2) 법령 또는 별도로 정한 규정 중 중요한 것은 다음과 같다.
 - 1) 도로법 (도로 점용 규칙)
 - 2) 건설업법
 - 3) 근로기준법 (근로안전관리규칙, 근로보건관리규칙)
 - 4) 총포 화약류 단속법
 - 5) 직업안전법
 - 6) 공해방지법
 - 7) 도로교통법
 - 8) 지하철 설계기준
 - 9) 토목공사 일반시방서 (대한토목학회 제정)
 - 10) CONCRETE 표준시방서 (대한토목학회 제정)

2.2. 설계서, 시방서, 도면에 명시되지 않는 사항

설계도, 시방서, 도면에 명시되지 않는 사항이라도 공사 시공상 필요한 사항에 대하여는 감독원 및 감리 책임 기술사의 지시를 받아야 한다. 시공상 필요하거나 감독원이 요구하는 자재 모양, 공작도, 시공도 등은 지체없이 제출하여 감독원의 승인을 받아야 시공한다.

2.3. 지시사항

공사 시행에 있어 1.2항의 제사항 및 체관공서의 명령, 승인 사항과 감독원 및 감리책임기술사의 지시사항을 준수하여야 한다.

2.4. 지시 사항의 엄수

감리 책임기술사 및 "갑" 의 공사 시공상 필요한 지시사항은 "을" 의 현장 대리인에게 지시하며, 이때 현장 대리인은 그 지시사항을 종사하는 전원에게 지시해야 한다.

2.5. 직원 명단 제출

현장 대리인은 계약직후 당 공사에 종사할 직원의 조직표 명부를 제출해야 하고, 그 공사기간 중 직원의 이동이 있을 때에는 사전에 "갑" 의 승인을 받아야 한다.

2.6. 직원의 적격

"갑"은 "을"이 고용하는 공사 종사자의 부적당한 행위가 있을 때에는 즉시 그의 교체 또는 퇴장을 요구할 수 있다.

2.7. 예정 공정표 및 예정 수량표

현장 대리인은 공사 착공 전에 전공사에 대한 시공의 순서, 방법을 기입한 예정공정표 및 지급품, 대여품, 월별 기성 예정표등을 "갑"에게 제출해야 한다.

2.8. 월보 및 일보

- (1) 익월의 상세 예정공정표, 월별 지급품, 대여품, 사용 예정 수량표를 매월 25일까지 제출해야 한다.
- (2) 전항의 예정 공정표에 대한 실시표를 작업 종사자의 직종별 작업일보 및 월보를 익월 5일까지 제출해야 한다.
- (3) 별도로 정하는 작업공정표, 작업일보는 매일 제출하여야 한다.

2.9. 주변대책

- (1) 공사시공에 있어 주변, 통행인의 생명, 신체 및 재산에 대한 불편이 없도록 극력 주의하여 시공해야 한다.
- (2) 부근 상주자에게 공사의 내용(시공방법)을 사전에 주지시킨다.
- (3) 공사 시공중 주변 건축물, 기타 변형이 예상될 때 공사 착수전에 그의 상황을 파악할 수 있는 자료 (도면, 스케치, 사진)를 "갑"에게 제출하여 그의 보안대책을 세워 시행하여야 한다.

다. 공사 시공중 변형이 생길 때는 그의 변형 사항을 확인할 수 있는 자료(사진, 변형측정도 등)를 즉시 "갑"에게 제출해야 한다.

- (4) 주변 건축물 기타 제 3자에게 피해가 있을 때에는 즉시 응급조치를 취함과 동시에 "을"의 부담으로 원상 복구한다.

2.10. 소음 방지

현장 대리인은 공사 시행에 있어서 관계 법령을 준수하고 상시 시공에 의한 소음으로 공중에 없도록 하며, 극력 소음 진동의 방지에 유의해야 한다. 특히 향타기, 윈치, 콤푸레셔 등의 진동 및 소음 발생 원인의 기계류의 사용에 대하여는 그의 성능을 검사하여 적절한 조치를 해야 한다.

2.11. 작업시간

공사는 "갑"의 지시 사항에 위반되지 않는 한도내에서 특별한 이유가 없는 한 주간으로 시행한다. 단, 공정에 따라 주간 작업을 할 수 없을 때는 연도 및 일반교통에 지장이 없도록 작업시간은 조절해야 한다.

2.12. 시공에 관한 대외 교섭

공사 시공에 있어 대외적으로 교섭 처리할 사항은 원칙적으로 "을" 이 행해야 한다.

2.13. 특허권 등의 사용

공사 시행에 있어 특허권, 기타 제 3 자의 권리의 대상으로 되어 있는 시공방법 및 재료 등을 사용할 때에는 "을"은 그의 사용에 관한 일체의 책임을 지며, 관련서류를 준비하여 사전에 "갑" 의 승인을 득한다.

2.14. 교통과 보완

- (1) 공사 현장에서는 가시설물, 지하매설물, 교통 체증 및 기타에 영향을 주지말아야 하며, 그의 안전확보에 필요한 조치를 취하여야 한다.
- (2) 노면을 점용하는 공사의 시공기간 및 시공구간은 관리자 및 경찰서의 허가를 허가조건을 따를 것이며, 계획범위를 한정시켜 시공하여야 한다.
- (3) 공사 구역 내 출입하는 공사용 차량은 일반교통에 방해되지 않도록 운행의 지휘, 유도를

전담하는 요원을 배치하여 사고방지에 노력하여야 한다.

- (4) 공사 구역 내에 순시원을 두어 주야 상시 순회하여 주변의 건조물, 노면 흙막이공, 매설물 등의 이상을 조사할 것이며, 이상을 발견하였을 때에는 즉시 그의 대책을 청구함과 동시에 감독원 및 감리책임기술사와 관계자에게 통보하여 그의 지시에 따라 처리해야 한다.
- (5) 토지 외에서의 공사 장소, 장기 사용하는 토사 권장기 지상설비 등으로 인하여 통행자에게 위험을 주는 일이 있을 때에는 "설계도"에 의하여 가설 울타리, 철망, 보안등의 보안설비를 설치하여야 한다. 또한 작업중 공중에 지장을 줄 수 있는 곳에는 작업 구역주위에 보안 설비를 설치하여야 한다.
- (6) 현장 내에서 시공상 필요한 곳 외에 화기를 사용해서는 안된다.
- (7) 현장 내에서 시공중 구역 및 설비에 사용하는 전선 기구류는 KS 규격품을 사용할 것이며, 전담 전기 기술자(전기기사 2급 이상)가 선임설비를 점검하며, 누전 기타 등의 위험을 사전에 방지하여야 한다.
- (8) 공사 중 재료는 노상에 방치하지 못한다.
- (9) 공사 중에 발생하는 풍·수해 및 공사 중의 폭발 사고 등의 응급조치에 필요한 기계 기구 재료는 항상 일정한 장소에 상당수 비치해야 하며, 그의 소재를 종업원에게 항상 주지시켜야 한다.
- (10) 공사 시공중 사고가 발생하였을 때에는 적절한 응급조치를 해야 하며, 동시에 "갑" 또는 관계자에게 신속히 통보하여야 한다. 또한 사고의 원인, 경과, 피해의 내용에 대해서는 "갑"에게 보고하여 그의 지시를 받아야 한다.

2.15. 공사장 가건물 및 전화

공사에 필요한 수급인 사무소, 재료창고, 기계기구 설치장소 등에 대하여서는 "갑"과 협의하여야 한다. 또한, 현장 사무소에서는 반드시 전화를 설치하여야 한다.

2.16. 가설 구조물 등의 정기 점검

현장 대리인은 "갑"의 입회하에 공사구역내의 노면, 가설 구조물의 정기적으로 점검하여 안전의 확보에 노력하여야 한다.

2.17. 전력 설비

본 공사에 필요한 전력은 한국 전력 회사로부터 공급하며, 분전반 이후의 사용전기 설비도 제 기준에 의하여 시행하고, 정전, 누전사고가 생기지 않도록 충분히 관리 보수해야 한다.

2.18. 수도 시설

노면수, 되메우기, 기타 사용하기 위하여 공구내 구역에 수도시설을 설치하여 관리하여야 한다.

2.19. 재료의 반입

재료의 적하 또는 반입은 하역기계를 사용해야 하며, 직접 투하해서는 안된다.

2.20. 시공의 확인 및 검토

특별히 지시 받은 작업에 대해서는 시공의 확인과 검사를 필하지 않으면 다음 작업을 시작할 수 없다.

3. 비용 부담에 관한 세칙

3.1. 공사

계약자는 설계서에 명시되지 아니한 것이라도 공사의 사소한 변경이나, 구조상 필요한 경미한 공사는 도급자 부담으로 하는 것을 원칙으로 한다.

3.2. 측량

계약자는 설계서에 앞서, "을" 은 수준점을 설치하여, 시공에 필요한 측점 및 시공으로 인하여 이설되는 수준점도 설치하여야 한다.

3.3. 흙막이 말뚝 등의 박기 불안정

강말뚝, 강널말뚝 등의 박기의 불안정으로 생기는 굴발 기타의 공사 수량의 증가되는 것은 인정하지 않는다.

3.4. 각종 설계도에 따른 공사의 보강

"설계도" 에 따라 시공되는 공사에 있어 현장의 사정에 따라 "갑" 이 지시하는 보강공 또는 필요한 시설 중 국부적인 부분에 대하여 "을" 의 부담으로 한다.

3.5. 공사 관계 사항

공사 시행에 있어 다음 각 항에 필요한 비용은 "을" 의 부담으로 한다.

(1) 도급 금액내역서, 공사 시방서, 도면 등에 명기되지 않은 사항이라도 공사의 성질상 필요한 사항 단, 시공 방법을 "갑" 의 요청에 의하여 부득이 변경하였을 때에는 정산함을 원칙으로 한다.

(2) 기성 부분 및 준공 부분 등의 검사에 필요한 협력

4. 재료

4.1. 적용

- (1) 공사에 사용되는 재료는 특별히 지정하지 않는 한 "한국산업표준규격" 및 CONCRETE 표준 시방서에 의한다. 단, 품질 또는 등급 등이 명확하지 않은 재료로 대하여는 중급 이상의 재료를 사용하되 "갑"의 승인을 받아야 한다.
- (2) "갑"이 지정한 자료는 시험성과서, 기타 당 재료의 품질을 증명할 수 있는 자료를 "갑"에게 제출해야 한다.
- (3) (1)항 및 (2)항의 품질 및 규격 이외에 재료를 사용할 때에는 "갑"의 승인을 받아야 한다.

4.2. CEMENT

CEMENT 및 조강CEMENT는 KSL 5201에 규정된 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용해야 한다.

4.3. CONCRETE 및 MORTAR 혼화 재료

- (1) 혼화 재료를 사용할 때에는 "갑"의 승인을 받아야 한다. 또는, 그의 품질과 사용 방법에 대하여도 "갑"의 지시를 받아야 한다.
- (2) 혼화 재료 사용되는 플라이에슈는 KSL 5405에 적합한 것으로 균등한 품질이어야 한다. 그 외의 혼합재는 충분한 조사 시험을 하여 그의 적당한 여부에 대하여 "갑"의 승인을 받아야 한다. AE제 및 함수제 이외에 혼화재는 충분한 조사, 시험을 한 후 그의 사용 여부에 대하여 감리책임기술사의 승인을 받아야 한다.

4.4. CONCRETE 및 MORTAR 잔골재

- (1) 잔골재는 깨끗하고, 강경하고, 내구적이고, 적당한 입도를 가지며 먼지, 흙, 유기물 등의 유해물을 함유해서는 안된다.
- (2) 잔골재는 대소의 알이 적당히 혼합되어 있는 것으로서 그의 입도는 다음표의 범위를 표준으로 한다.

< 잔골재의 입도표준 >

체 번 호	체를 통과한 것의 증량백분율
10 mm	100
No. 4	95 ~ 100
No. 8	80 ~ 100
No. 16	50 ~ 85
No. 30	25 ~ 60
No. 50	10 ~ 30
No. 100	2 ~ 10

※ 체가름 시험은 KSF 2502에 의한다.

4.5. CONCRETE 골재

- (1) 굵은 골재는 깨끗하고, 강경하고, 내구적이고 그리고 적당한 입도를 가지며 얇은 석면, 가느다란 석영, 유기물 등의 유해물질을 함유해서는 안된다.
- (2) 굵은 골재는 원칙적으로 강자갈을 사용해야 한다.
- (3) 굵은 골재는 대소의 알이 적당히 혼합되어 있는 것으로서 그의 입도는 다음 페이지의 굵은골재의 입도표준표의 범위를 표준으로 한다.
- (4) 굵은 골재의 최대치수

1) 무근 CONCRETE용

50 mm이하를 표준으로 하며, 부재의 최소 치수의 1/4을 초과해서는 안 된다. 단, 다음의 CONCRETE에 대하여는 하기의 표준에 의한다.

밑 창	CONCRETE	50 M/M이하
상 부	보호 CONCRETE	40 M/M이하

2) 철근 CONCRETE용

굵은 골재의 최대 치수는 부재 최소 치수의 1/5 또는, 철근의 최소 순간격의 3/4을 넘어서는 안된다. 일반적인 경우는 25M/M, 단면이 큰 경우는 40M/M 이하를 표준으로 한다.

4.6. 강 재

강재는 다음표의 규격품을 사용해야 한다.

명 칭	규 격	기 호
일반구조물 압연강재	KSD 3503	SS 41, SS 50
용접구조용 압연강재	KSD 3515	SWS 41, SCW 50
철 근	KSD 3552	MSW - 4, MSW G-3
P.S 동 선	KS 규격품	

< 굵은골재의 입도표준 >

골재번호	체호칭 골재크기	각 체를 통과하는 것의 중량백분율												
		100	90	80	65	50	40	25	19	13	10	No.4	No.8	No.16
1	90~40	100	90 ~ 100		25 ~ 60		0 ~ 15		0 ~ 5					
2	66~40			100	90 ~ 100	35 ~ 70	0 ~ 15		0 ~ 5					
3	50~25				100	90 ~ 100	35 ~ 70	0 ~ 15		0 ~ 5				
357	50~No.4				100	95 ~ 100		35 ~ 70		10 ~ 30		0 ~ 5		
4	40~19					100	90 ~ 100	20 ~ 55	0 ~ 15		0 ~ 5			
467	40~No.4					100	95 ~ 100		35 ~ 70		10 ~ 30	0 ~ 5		
5	25~13						100	90 ~ 100	20 ~ 55	0 ~ 10	0 ~ 5			
56	25~10						100	90 ~ 100	40 ~ 75	15 ~ 35	0 ~ 15	0 ~ 5		
57	25~No.4						100	95 ~ 100		25 ~ 60		0 ~ 10	0 ~ 5	
6	19~10							100	90 ~ 100	20 ~ 55	0 ~ 15	0 ~ 5		
67	19~No.4							100	90 ~ 100		20 ~ 55	0 ~ 10	0 ~ 5	
7	13~No.4								100	90 ~ 100	40 ~ 70	0 ~ 15	0 ~ 5	
8	10~No.8									100	85 ~ 100	0 ~ 30	0 ~ 10	0 ~ 5

※ 체가름 시험은 KSF 2502에 의한다.

4.7. BOLT & NUT

BOLT & NUT는 다음표의 규격품을 사용해야 한다.

명 칭	규 격	제품 정도	나사정밀도	기계적 성질 (인장력)
BOUT		보 통	3 급	4
NUT		보 통	3 급	4

※ 노면 복공용 및 이설물 달아매기용 BOLT에는 SPRING NUT를 사용해야 한다.

4.8. 달기 철물 및 WIRE ROPE

(1) 이설물용 달기 철물은 "달기 철물 표준도"에 의한 구조로 하고, 그것의 강도는 BOLT직경 18 mm 일 때는 5ton이하, 직경 24mm일 때는 10ton이하의 인장력을 받을 수 있어야 한다.

(2) WIRE ROPE는 특별히 지시하지 않는 한 다음표의 규격품으로 한다.

로프직경(mm)	호 별	절단하중(ton)	중 량(kg)
6.3	3호	2.01	0.144
10	4호	4.64	0.332
14	4호	9.09	0.651
16	4호	10.90	0.850

(3) WIRE ROPE 크립은 사용하는 WIRE ROPE에 상응하는 강도가 있어야 한다.

4.9. 목재

목재는 특별히 지시하지 않은 한 용도에 따라 소요 강도가 있는 생송재로서 휘어진 것은 안되며, 비뚤어져도 안되고, 또한 금이 가거나 혹은 웅이 등의 결점이 없는 양질의 것이라야 하며 휨강도 540kg/cm² 이상이어야 한다.

2. 흙막이 구조물 공사 시방서

1.	천공말뚝 박기		
1.1	시공계	.....	01
1.2	말뚝의 위치 및 박기	.....	01
1.3	사용기계	.....	01
1.4	줄파기	.....	01
1.5	천공 강말뚝 박기	.....	02
1.6	말뚝의 이음위치	.....	02
1.7	관리자의 입회 이설물	.....	02
1.8	관련사항	.....	02
1.9	말뚝의 중복 용합	.....	02
2.	주입		
2.1	시공계획	.....	03
2.2	시공	.....	03
2.3	사용재료	.....	03
2.4	보고서	.....	04
3.	굴착		
3.1	시공계획	.....	05
3.2	흙막이공	.....	05
3.3	구내배수	.....	06
3.4	잉여토의 운반	.....	06
3.5	각종 강제 설치공	.....	06
3.6	해체물 처리	.....	07
4.	매설물 보호 및 복구		
4.1	일반사항	.....	08
4.2	매설물 보호	.....	08
4.3	매설물 복구	.....	09
4.4	복구후 관로검사	.....	09
4.5	관련사항	.....	09
5.	되메우기		
5.1	일반사항	.....	10
5.2	시공	.....	10

1. 천공말뚝 박기

1.1. 시공계

현장 대리인은 시공하기에 앞서 "설계서", "표준도" 및 현장의 각종 상황(이설물, 가공물, 도로 구조물, 연도 구조물, 지반, 노면교통 등)을 고려한 시공 계획서를 작성하여 감리 책임 기술사 승인을 받아야 한다.

1.2. 말뚝의 위치 및 박기

- (1) 말뚝과 구조물 측면간의 거리는 "설계도"에 의한다.
- (2) 시공에 있어 지반, 이설물 혹은 기지의 장애물 등으로 말뚝의 위치 및 길이가 변경될 때에는 감리 책임 기술사의 승인을 받아야 한다.
- (3) 말뚝박기는 "설계도"에 의할 것이나, 지내력이 충분하지 않을 때에는 감리책임 기술사 지시를 받아 박기를 더 길게 해야 한다.
- (4) 지반이 대단히 견고할 때에는 감리 책임 기술사에 지시를 받아 0.5M 한도 내에서 짧게 박히게 할 수 있다.

1.3. 사용기계

공사에 사용되는 천공기, 항타기, 벤토나이트, MORTAR 주입기 등은 작업 종료후 조속히 대피시킬 수 있도록 기동성 있게 할 것이며, 소음, 진동 등이 적은 것이어야 한다.

1.4. 줄파기

줄파기 시공에 있어서는 다음 각항에 의해서 한다.

- (1) 도로내에 천공 또는 항타할 때에는 시공전에 그의 위치에 줄파기를 하여 이설물의 유무를 확인하여 그것이 손상되지 않도록 보호공을 해야 한다.
- (2) 줄파기 할 때에는 부근의 지반이 완화되지 않도록 흙막이공을 하고 또한 가복공을 해야 한다.
- (3) 줄파기는 말뚝박기 진행을 소범위내에서 해야 하며 교통에 지장이 없도록 해야 한다.
- (4) 말뚝은 소정의 위치에 정확하게 박아야 한다.

1.5. 천공 강말뚝 박기

천공 말뚝박기 시공에 있어서는 다음 각항에 의해서 한다.

- (1) 천공할 때에는 천공기의 수직 조정을 잘해야 한다.
- (2) 천공은 소정의 깊이까지 하며, 천공기 선단부로 부터 공벽의 토사가 붕괴되지 않도록 천공기를 서서히 빼어 올린다.

1.6. 말뚝의 이음 위치

말뚝은 이음하여 연속 사용할 때에는 그 이음의 위치가 같은 높이에서 시공되지 않도록 해야 한다.

1.7. 관리자의 입회 이설물

매설물, 가공물 등에 인접하여 시공할 때에는 "갑"에게 신고하여 관리자의 입회하에 해야 한다.

1.8. 관련 사항

상기 각항 이외에 다음 사항에 필요한 비용은 "을"의 부담으로 해야 한다.

- (1) 출파기중 경미한 인접 매설물 및 가공물의 보호
- (2) 경미한 인접 매설물 및 가공물의 보호

1.9. 말뚝의 중복 용합

시공 설계도에 의한 특허 사용에 대하여 관계 서류 준비하여 "갑"의 승인을 득한 후 실시한다.

2. 주 입

2.1. 시공계획

- (1) 현장 대리인은 시공하기에 앞서 주입의 목적 각 조사자료 (시추, 주입시험 등) 및 현장의 각종 상황(대상이 되는 지반, 이설물, 건조물 등)을 고려하여 시공 계획서를 작성 제출하여 "갑" 의 승인을 받아야 한다.
- (2) 시공 계획서에는 주입방법 (주입공의 배압, 주입순서, 주입력등) 주입범위, 주입위치, 사용재료, 배합, 기계 기구, 공정 등을 기재해야 한다.
- (3) 주입자는 경험이 풍부하며 우수한 기술을 가진 자로서 선정한다.

2.2. 시 공

- (1) 시공에 있어서는 전문 지식과 실무경험이 풍부한 기술자를 현장에 상주시켜, 시공의 관리를 전담한다.
- (2) 주입공의 배치, 주입 순서는 주입 효과가 있도록 정해야 한다.
- (3) 주입은 지반의 용기가 생기지 않도록 하고, 또한 부근의 건물, 시설물에 피해가 없도록 시공해야 한다.
- (4) 시공중 누수, 주입재료가 비산되지 않도록 방호조치를 해야 한다.
- (5) "갑" 이 지시할 때에는 주입의 목적에 따라 시험주입을 하며 그 효과를 확인해야 한다.
- (6) 약액의 주입량 및 주입압은 원칙으로 자기 기록계에 의할 것이며, 매공마다 측정 기록해야 한다.
- (7) 시공에 있어 지점 및 지장물 등으로 시공방법, 주입량, 사용재료 등에 대하여 크게 변경할 때에는 감리 기술사의 지시를 받아야 한다.
- (8) 주입압력, 주입량을 추리, 주입효과 등으로 판단해서 주입 완료가 적절하다고 인정되었을 때는 그 자료를 감리 책임 기술사에게 제출, 동의를 얻어 주입을 종료해야 한다.
- (9) 주입 종료후 일지라도 주입 목적에 달하지 않았다고 판단되었을 때에는 재주입해야 한다.

2.3. 사용 재료

- (1) 주입용 CEMENT의 표준 배합은 다음표와 같다.

< 주입용 CEMENT 1m³당량 kg >

CEMENT	BENTONITE (250 멧쉬)	물
420	70	840

※ 만약에 상기 표준 배합을 변경해야 할 때에는 감리 책임 기술사의 승인을 받아야 한다.

(2) 주입용 약액은 감리 책임 기술사의 승인을 받아야 한다.

2.4. 보고서

다음 관련 사항에 필요한 비용도 "을" 의 부담으로 한다.

(1) 건조물, 매설물 등에 피해를 주었을 때의 보수

(2) 주입 공정의 보수

3. 굴 착

3.1. 시공 계획

- (1) 현장 대리인은 시공에 앞서 "설계도", "표준도" 구조물의 시공방법 및 현장의 각종 상황(흙막이 말뚝, 저반, 노면 교통, 매설물, 연도 건물 등)을 고려하여 계획도를 작성, 감리 책임 기술사의 승인을 받아야 한다.
- (2) 시공 계획서에는 굴착 방법, 지층의 변동 위치, 용수 처리 방법, 사용기계(굴착용 기계, 토취용바켓 등의 기구, 수량등) 비계, 동바리의 배치, 우각부의 보강, 공정, 대여품 예정 사용 수량등을 기재해야 한다.
- (3) 시공에 있어 지반 매설물, 연도 건조물, 기타의 사유로 흙막이공, 비계, 동바리공 등에 대하여 많은 변경이 필요한 때에는 감리 책임기술사의 지시를 받아야 한다.
- (4) 현장 대리인은 시공에 앞서 철거해야 할 도로 구조물 (보도블럭 경계석, 도로 경계석, 암거, 우수맨홀 등) 및 도로 부품 (도로용 조명 시설 가-드레일, 로수 보호용 석재, 도로 표식 등)의 정확한 평면도를 작성하여 "갑"에게 제출해야 한다.
- (5) 현장 대리인은 매설물 및 가공물을 확인하여 그의 방호 시설, 맨홀 두부의 처리등의 계획을 세워 감리 책임 기술사의 지시를 받아야 한다.
- (6) 차도 굴착은 굴착 후 도면에 공사중 침수의 원인이 되지 않도록 재래 도면에 맞추어 시공하며 맨홀을 유지 보수해야 한다.

3.2. 흙막이공

흙막이공의 시공은 "굴착공법 표준" 및 다음의 각호에 의해야 한다.

- (1) 흙막이 판에는 생송재를 써야 한다.
- (2) 흙막이 판에는 굴착의 진행에 따라 즉시 배후의 흙과 밀착이 되도록 끼워야 한다.
- (3) 토류판과 강말뚝의 FLANGE간에는 전면에 폭이 넓은 나무 썬기를 견고히 끼워야 한다. 만약에 굴착면의 간극이 많을 때에는 썬기를 두텁게 하거나 흙막이 판을 중복해서 끼워야 한다.
- (4) 흙막이 판의 양단에는 강말뚝 FLANGE에 닿은 부분에 보호 널판을 붙여야 한다.
- (5) 말뚝 간격의 확대등으로 흙막이 판의 보강이 필요할 때에는 감리 책임기술사의 승인을 받아야 한다.
- (6) 토사 유출의 염려가 있는 장소는 적절한 보호 조치를 해야 한다.

- (7) 용수가 심하여 흙막이 판공이 위험할 때에는 타공법을 감리 책임 기술사의 승임을 받아 행여야 한다.

3.3. 구내 배수

- (1) 구내는 상시 배수해야 한다.
- (2) 굴착 중 구내로 배출되는 토사와 물이 동시에 유출되지 않도록 침사조를 통과하여 하수관에 방류해야 한다.
- (3) 굴착이 완료될 무렵에는 필요에 따라 토관을 개설 그 주위에 깨워진 돌, 자갈 등으로 메우고 하류에 집수정을 설치하여 배수한다.
- (4) 집수정을 폐기할 때에는 쇠석 CONCRETE 등으로 메우며 지하수의 유동을 방지해야 한다.

3.4. 잉여토의 운반

- (1) 잔토 운반중 낙토, 낙석으로 인한 공도상의 피해가 없도록 조치하고, 도시 교통의 피해를 극소화 하도록 제반 조치를 강구하도록 한다.
- (2) 잔토 운반로를 현장 조건에 맞추어 계획하되, 잔토 운반 차량의 하중이나 진동에 직접 영향을 받는 지하매설물의 유.무를 확인하고 이를 보호 조치하여야 한다.
- (3) 굴착에 운반 차량의 진동, 소음 공해를 극소화하도록 조치하고, 인근주민의 협조 동의를 득하도록 한다.

3.5. 각종 강재 설치공 (버팀대, 삼각대 등)

- (1) 각종 강재는 설계 도서에 명시한 규격과 재질로 하여야 하며, 부득이 한 경우는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.
- (2) 가공은 말끔히 하여야 하며, 절단과 모서리는 신중하고 정확하게 가공하여야 한다.
- (3) 가공 마무리된 부재는 비틀림이나 구부림이 없어야 하고, 모든 연결부는 틈이 없도록 조치하여야 한다.
- (4) 부재의 이음은 이어지는 면을 다듬어 수평지지가 되도록 하여야 하며, 이음부에서 결함이 발생하는 일이 없도록 조치하여야 한다.
- (5) 현장 용접은 안전에 특히 유의하여 시행하고, 용접전에 균열을 발생시킬 염려가 있는 유

해한 흑피, 녹, 도료, 기름 등을 완전히 제거한후에 용접부위를 충분히 건조시킨 후 시행하여야 한다.

- (6) 별도 기록하지 않은 용접 두께는 용접 모재의 최소 두께보다 큰것을 원칙으로 하며 V용접, K용접, FIHET용접 등의 작성 용접법을 적용시켜야 한다.
- (7) 용접공은 KSB 0885 (용접 기술 검정 시험 방법, 판정 기준)에 정하여진 시험 종류 중 그 작업에 해당하는 시험, 또는 이와 동등 이상의 검정 시험에 합격한 자라야만 한다.
- (8) 설치 부재의 운반이나 설치중에는 부재의 변형이 없도록 조치 하여야 한다. 만약 변형이 허용치는 건설부 판정 도로교 시방서의 해당 조항의 규정치 이내라야 한다.
- (9) 모서리 보강이나 수평, 버팀대를 설치할 경우에 가압용 작기를 사용한 경우는 정확한 위치에 설치하여 수평 버팀대가 뒤틀려 지거나 뒹겨져 나오는 사고가 없도록 하여야 한다.
- (10) 작기의 가압은 소정의 압력으로 시행하되, 정하여진 압력의 0.2배마다에 반복 하중을 더하여 단계적으로 가압하도록 하고, 가압중 부재의 변형 유무를 검사 하려면 시행하도록 한다.
- (11) 소정의 부재를 설치 후 다음 공정의 공사를 시행중에는 부재가 느슨한 상태로 풀어져 있는가를 수시로 점검하되, 매 공정마다 이미 시행한 부재의 변형유무를 검토하여 그 안전 여부를 판단하고, 그 검사 성과를 공사완료시까지 보관하여야 한다.
- (12) 기타 도면에 명시되지 않은 경미한 상황은 건설부 제정 도로교 시방서의 해당 조항에 따르고, 감독원의 승인을 얻어 시행하도록 한다.

3.6. 해체물 처리

- (1) 굴착으로 발생하는 맨홀 부속물, 도로 구조물, 도로 부속물등이 해체물은 관리자의 선별 검사를 받아 보관 또는 지정된 장소에 모아서 정리한다.
- (2) 발생 배설물은 그 관리자와 "갑"의 지시를 받아 처리해야 한다.

4. 매설물 보호 및 복구

4.1. 일반 사항

- (1) 매설물 보호 및 복구는 "갑" 이 지시한 "설계도"에 의하여 시공할 것이며, 필요에 따라 "갑" 또는 관리자의 입회를 받아야 한다. 매설물 처리에 대한 공정 및 수량은 "매설물 처리수량 조서"에 의한다.
- (2) 현장에는 전담직원을 두고 "갑" 또는 관리자의 지시사항을 수행할 것이며, 항상 점검, 보수를 해야 한다.
- (3) 만일 매설물에 이상이 발생되었을 때에는 즉시 "갑" 또는 관리자에게 연락하고, 조속히 보수하거나 관리자가 시행하는 수리에 적극 협력해야 한다.
- (4) 특히, 가스관, 상·하수도관의 사고에서 2차 재해의 우려가 있을 때에는 현장 대리인은 조속히 교통의 차단 통행자, 연도 거주자의 유도, 부근의 화기금지등 필요한 조치를 강구함과 동시에 "갑" 과 관리자, 경찰서, 소방서 등의 관련자에게 연락해야 한다.

4.2. 매설물 보호

4.2.1. 시공 일반

- (1) 매설물 보호는 굴착에 선행해야 한다.
- (2) 각 적하재는 균등히 하중이 걸리도록 설치해야 한다.

4.2.2. 수도관

관의 굴곡부, 분지부, 단관부 기타부분 및 "갑" 이 지정한 직관부의 이음은 이동 또는 탈락방지 공 등으로 보강하며 시공해야 하며 특별한 것에 대하여는 감리 책임 기술사의 지시를 받아야 한다.

4.2.3. 하수관

관로 및 맨홀의 누수부분 또는 누수될 우려가 있는 부분에 선행하여 사전에 보강 조치하여야 한다.

4.2.4. 전력선의 관로

- (1) CONCRETE 관로는 파손이 생기지 않도록 하며, 손상이 있을 때는 관리자의 지시를 받아

수리해야 한다.

- (2) 맨홀의 처리는 관리자의 지시를 받을 것이며, 맨홀 및 배관구는 케이블을 보호해야 하며, 케이블에 손상을 주지 않도록 시공해야 한다.

4.3. 매설물 복구

- (1) 되메우기전에 "갑" 및 관리자의 입회로 매설물 보호공에 대한 검사를 받아야 한다.
- (2) 매달기 철물 등 매설물 저부까지 되메우기가 완료한 다음 "갑" 및 관리자의 입회를 받아 매설물 및 지지공의 안전을 확인한 다음 철거해야 한다.
- (3) 전신 전화의 관로전화 관로 맨홀의 복구는 현장 대리인이 시행해야 한다.
- (4) 전력선의 관로 및 기타 전력선, 교통 신호, CCTV 등의 지중선의 지지공은 관리자의 지시를 받아 "을"이 복구해야 한다.

4.4. 복구 후의 관로 검사

노면 복구후 상수도, 하수도, 전신, 전력등의 검사는 관리자 및 "갑"에게 연락하여, 관리자의 지시에 따라 도통 시험을 하여 그의 검사를 받아야 한다.

4.5. 관련사항

다음 관련 사항에 필요한 비용도 "을"의 부담으로 한다.

- (1) 매설물 처리가 긴급히 요청하는 경미한 처리
- (2) 매설물의 수시 점검 수리에 필요한 노면 복구판의 철거, 복구 및 점검용 발판의 설치
- (3) 직경 50M/M이하의 수도관의 굴곡부, 분지부의 보강

5. 되메우기

5.1. 일반사항

- (1) 도로의 되메우기 시공은 필요에 따라 "갑" 및 도로 관리자의 입회하에 시공해야 하며, "도로 복구에 관한 제시협"의 성과서를 "갑"에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (2) 구축 외면과 흙막이 판간의 간격이 30cm 이하인 때에는 그 측부에는 MORTAR를 충전하되, 30cm 이상일 때에는 모래 또는 양질의 토사로 되메우기를 해야 한다.

5.2. 시 공

- (1) 구축 측부의 되메우기는 방수층은 손상하지 않도록 해야 한다. 양질의 토사로 되메우기 해야 하며, 층상마다 다지도록 하며, 만약 다지기가 곤란할 때에는 모래를 충전하고 물다지기를 해야 한다.
- (2) 구축 상부의 되메우기는 측부의 되메우기가 완료하고, "갑"의 검사를 받은 다음 균등하게 펴서 고르게 전압기로 다져야 한다.
- (3) 구축 상부의 비계, 동바리의 해체는 주위의 흙이 이동되지 않도록 하며 되메우기, 전압, 해체 등의 시간 방법에 대하여는 사전에 "갑"의 동의를 받아야 한다.
- (4) 매설물, 비계, 동바리 부근의 그것에 편압, 충격 등을 주지 않도록 토사를 반입하며 시공해야 한다.
- (5) 매설물 상부의 되메우기는 매설물에 손상을 주지 않도록 운반차로부터 직접 투입해서는 안된다.

3. 비제거식 GROUND ANCHOR 공사 시방서

1.	일반사항		
1.1	적용범위	.....	01
1.2	대상지반	.....	01
1.3	구성	.....	01
1.4	프리스트레스	.....	01
1.5	용어기호	.....	01
1.6	인장재 정착길이, 자유길이	.....	02
1.7	인장재 지름	.....	02
1.8	앵커각	.....	02
1.9	앵커간격	.....	02
1.10	천공길이	.....	02
1.11	천공지름	.....	02
1.12	확공지름	.....	03
1.13	주입 및 가압	.....	03
1.14	재료	.....	03
2.	시공		
2.1	시공계획	.....	05
2.2	시공 및 시공관리	.....	05
2.3	재료의 보관	.....	05
2.4	천공	.....	05
2.5	그라우트	.....	05
3.	시험		
3.1	시험일반	.....	07
3.2	시험의 안전관리	.....	07
3.3	시험장치	.....	07
3.4	인발시험 및 인장시험	.....	08
3.5	확인시험	.....	09
3.6	시험앵커의 개소	.....	09
4.	일반 GROUND ANCHOR		

1. 일반사항

1.1. 적용범위

본 기준은 기본적인 구조로 하고 가설구조물에 사용되는 GROUND ANCHOR의 시공, 시험에 이용된다.

1.2. 대상지반

GROUND ANCHOR는 토층 중 또는 풍화가 진보된 연암 속에서 시공되는 것이다.

1.3. 구성

GROUND ANCHOR는 CEMENT GROUTING에 의해서 구성되는 ANCHOR체, 인장부 및 ANCHOR 두부로 구성된다.

1.4. PRE-STRESS

GROUND ANCHOR는 PRE-STRESS를 주는 것을 원칙으로 한다.

1.5. 용어기호

1.5.1. GROUND ANCHOR

GROUND ANCHOR(이하 단순히 ANCHOR라고 한다.)란 구조물에서의 인장력을 지반에 전달하고 이것을 정착시키기 위하여 설치되는 것으로 ANCHOR체, 인장부, ANCHOR 두부에 의해서 구성되는 구조체의 총칭이다.

ANCHOR 체란 인장부에서의 인장력을 지반과의 마찰저항 또는 지압저항에 의해 지반에 전달시키기 위하여 설치되는 저항부분이다,

ANCHOR 두부란 구조물에서의 힘을 인장력으로 인장부에 무리없이 전달시키기 위한 부분이다.

1.5.2. ANCHOR 길이

ANCHOR 길이란 ANCHOR 전체의 길이를 말하며, ANCHOR 정착길이 L_b (BOND LENGTH)

와 ANCHOR 자유길이 L_f (FREE LENGTH)로 구성되어 있다.

ANCHOR체 정착길이란 ANCHOR체의 길이를 말하며 ANCHOR 자유길이란 ANCHOR체와 ANCHOR 두부와의 간격을 말한다.

1.5.3. ANCHOR체 지름 (D_a)

ANCHOR 지름이란 ANCHOR체의 유효한 직경을 말한다.

1.6. 인장재 정착길이(L_{sb}), 인장재 자유길이(L_{sf})

인장재 정착길이란 인장력을 ANCHOR체에 전달시키는 부분의 인장재 길이를 말한다. 인장재 자유길이란 ANCHOR 두부에 가해지는 인장력을 그대로의 크기로 ANCHOR체 까지 전달시키는 부분의 인장재의 길이를 말한다.

1.7. 인장재의 지름(D)

인장재 지름이란 인장재의 공칭지름을 말한다.

1.8. ANCHOR 각

ANCHOR각이란 어떤 기준면에 대한 ANCHOR 설치각도를 말한다. ANCHOR각에는 ANCHOR 경사각 a 와 ANCHOR 수평각 s 가 있다.

1.9. ANCHOR 간격

ANCHOR 체의 최소중심거리를 ANCHOR체 간격 a , ANCHOR 두부의 중심거리를 ANCHOR 두부간격 b 라고 한다.

1.10. 천공길이

천공길이란 ANCHOR 설치를 위하여 실제로 천공하는 모든 길이를 말한다.

1.11. 천공지름 D_s (100mm 이상)

천공지름이란 천공피트의 공칭경을 말한다.

1.12. 확공지름(Ds)

확공지름이란 천공지름을 부분적으로 확대하려고 할 경우 그 공칭 확공치수를 말한다.

1.13. 주입 및 가압

주입이란 지반 내에 GROUT(주입재)를 넣는 것을 말하며, ANCHOR체를 조성하기 위하여 실시하는 것을 1차 주입이라 한다.

가압이란 주입 때는 PACKER 등을 이용하여 GROUT에 압력을 가하는 것을 말한다.

1.14. 재료

1.14.1. 재료의 범위

본 장은 ANCHOR의 기본이 되는 ANCHOR체 용의 GROUT, 인장재 및 ANCHOR 두부에 사용하는 재료를 말한다.

1.14.2. 재료의 선정

재료의 설계상 필요한 기능을 충분히 발휘할 수 있는 것을 선정하고 필요에 따라서 검사한다.

1.14.3. 시멘트

CEMENT는 원칙적으로 KS 5201에 규정된 보통 포틀랜드 CEMENT 및 조강 포틀랜드 CEMENT를 사용한다.

1.14.4. 물

GROUT에 사용되는 물은 기름, 산, 염류, 유기물등 GROUT의 품질에 영향을 미치는 물질이 규정량 이상을 포함해서는 안된다.

1.14.5. 골재

GROUT에 골재를 사용할 경우 그 골재는 청정, 강경, 내구적이며 적당한 입도를 가지고 먼지, 흙탕, 유기물 등이 규정량 이상을 포함해서는 안된다.

1.14.6. 혼화재

GROUT 혼화재는 충분히 조사, 시험을 한 뒤에 사용한다.

1.14.7. GROUT의 배합

GROUT의 배합은 GROUT의 품질을 충분히 만족시키고 또 시공상 무리가 생기지 않는 성질로 한다.

1.14.8. GROUT의 품질

GROUT의 품질은 긴장시 또는 설계하중 작용시에 소정의 강도를 가진 것이 아니면 안된다.

1.14.9. 인장재의 종류

인장재는 다음의 2종류로 하고 Ks 규격품 또는 동등품으로 한다.

P.C WIRE	강 선	Ks G 3536
P.C STRAND	연 선	Ks G 3536

공칭직경 : 12.7mm, 공칭단면적 : 98.71mm², 공칭중량 : 0.774kg/m,
 최소파괴하중 : 18.7ton 영구신율에 대해서 15.9ton, 릴렉세이션 : 0.8,
 초기하중에서 10시간 후 최대 3

1.14.10. 가공후 인장재의 품질

가공후 인장재는 시험에 의해서 그 품질이 보증된 것으로 한다.

1.14.11. ANCHOR 두부재료

ANCHOR 두부에 사용되는 대좌, 지압판 및 조임철구는 소정의 기능과 충분한 강도가 있고 유해한 변형을 일으키지 않는 것으로 한다.

2. 시 공

2.1. 시공계획

ANCHOR 공사에 있어서는 지반조건, 환경 등을 충분히 검토하고 공사의 안전, 공해대책 등도 배려해서 시공계획서를 작성한다.

단, 흙막이 벽체 시공시 확인된 지층 분포에 따라 ANCHOR 길이, JACKING FORCE 등을 변경해야 할 경우 감리 책임기술사의 승인을 득한 후 변경 조치하여야 한다.

2.2. 시공 및 시공관리

(1) ANCHOR의 시공 및 시험은 시공계획서에 따라서 경험과 지식을 충분히 가진 책임기술자의 관리아래 신중하고 지체없이 실시한다.

(2) 당초 예상한 조건과 다른 사태가 생겼을 경우에는 신속하게 처리한다.

2.3. 재료의 보관

재료는 그 기능이 손상되는 일이 없도록 보관한다.

2.4. 천공

ANCHOR의 천공에 있어서는 설계도서에 표시된 위치, 천공지름, 길이, 방향을 만족시키고, 또는 주위의 지반을 흐트러 뜨리는 일이 없도록 충분히 주의한다. 인장재는 상처를 내거나 부식 방지재를 손상하는 일이 없도록 주의하여 ANCHOR체의 GROUT와 부착하는 부분에서 유해한 녹, 흙탕, 기름 등을 제거하고 사용한다. 또한, 소요천공 길이 보다 약 50CM 더 천공하여 천공면으로부터 교란된 이물질이 낙하되어도 소요천공 길이에는 지장이 없도록 하여야 한다. 인장재의 삽입부분은 유지 보존해야 한다.

2.5. 그라우트

(1) 당 현장에서 ANCHOR 주입은 다음과 같이 4 STAGE로 주입하고 GROUT는 W/C가 45~55% 정도가 되도록 하고 무수축 혼화제를 사용한다.

- 굴진완료후 롯데를 통하여 시멘트 그라우트를 공내에 충분히 채우고 케이싱 및 롯데를 인발한다.

- 자유장 피복제(SMOOTH SHEATH) 상단부분(약 50CM)에 PVC PIPE를 넣고 기존 스리브와 자유장 피복제 사이에 O-RING으로서 팩킹처리하여 지하수 유출을 막는다.
 - PACKER에 GROUT를 주입하여 팽창고결되게 한다.
(이때 패커 주입관의 주입구에는 밸브를 부착 압력 강하를 막는다)
 - TENDON 정착장에 주입한다 (PRESSURE INJECTION)
 - Anchor 인장후 자유장 구간의 Strand 부식방지를 위하여 Smooth Sheath 관내에 Grout한다.
- (2) 그라우팅은 공의 끝부분부터 시작하여 공내의 공기의 지하수가 바깥으로 배출되도록 한다.
 - (3) 그라우팅시 정착부로부터 양카 PLATE까지 직접적으로 압력전달이 생기지 않도록 주의한다.
 - (4) 주입압력은 원지반이 파괴되지 않도록 주입압을 제한하여야 한다.
 - (5) 그라우팅 완료후 케이블은 충분한 강도가 나오기까지는 교란해서는 안된다.
 - (6) 그라우팅 작업시 책임기술사가 그라우팅제의 혼합, 수량, 그라우팅 압력 등을 기록하여 보존해야 한다.

3. 시 험

3.1. 시험일반

Anchor의 설계 및 시공에 관한 자료를 얻기 위하여 하중-변위량 관계를 구하는 시험을 실시한다.

Anchor에 대한 시험은 80개소마다 1개씩 시험함을 원칙으로 하되 감독원의 지시에 의거 그 숫자를 증감할 수 있다.

3.1.1. 인발시험

인발시험은 지반에 대한 ANCHOR의 극한 인발력을 판정하기 위하여 실시된다. 인발시험에 사용하는 ANCHOR의 타설방법 및 ANCHOR 제원은 가급적 실제로 사용되는 상태에 가까운 것으로 한다.

3.1.2. 인장시험

인장시험은 원칙적으로 실제로 사용되는 ANCHOR에 있어서 설계 ANCHOR력의 1.2~1.3배의 하중을 계획하여 최대 시험 하중으로 하고 그 0.2배 마다에 반복하중을 더하고 하중-변위량 특성에 따라서 설계에 대한 ANCHOR의 안전성을 확인하기 위하여 실시한다.

3.1.3. 확인시험

확인시험은 실제로 사용하는 ANCHOR가 설계 ANCHOR력에 대해서 안전하다는 것을 확인하기 위하여 실시한다.

3.1.4. 특수시험

특수시험은 특수한 사용목적 또는 특수한 목적으로 ANCHOR가 사용될 경우에 설계에 앞서서 예상되는 상태나 또는 거기에 가까운 상태에 있어서의 거동을 파악하기 위하여 실시된다.

3.2. 시험의 안전관리

시험은 책임기술자의 관리아래 안전에 충분히 유의하여 실시하고 인장재의 항복강도의 0.9배 이상의 하중을 가해서는 안된다.

3.3. 시험장치

시험 사용장치는 아래에서 정하는 조건에 적합한 것으로 한다.

3.3.1. 가압장치

계획 최대 하중의 1.2배 이상의 용량으로 소정의 시간, 하중을 일정하게 유지할 수 있고 설계 하중 단계에 따라서 하중의 증감이 가중하며 소정의 속도로 하중이 경감이 되는 것

3.3.2. 계측장치

하중계, 변위계 및 시계는 소정의 정밀도를 확인한 것

3.3.3. 반력장치

반력장치는 계획 최대 시험 하중에 대해서 충분한 강도가 있으며 시험의 실시에 있어서 지장을 초래하지 않는 것

3.4. 인발시험 및 인장시험

인발시험 및 인장시험의 실시와 관리는 이하에 정해진 바와 같다.

3.4.1. 측정항목

측정에는 다음의 항목이 포함된다.

- 재하하중
- ANCHOR 두부 변위량
- 반력 장치의 변위량
- 시간

3.4.2. 하중단계

- 계획 최대 시험하중의 0.2배 하중을 원점으로 하고 아래표에 따라서 하중재하를 반복한다.

< 재 하 방 법 >

하 중 단 계 수	4 단 계 하 중	
하 중 속 도	중 하 시	계획 최대 시험하중 (10~20t/min)
	감 하 시	계획 최대 시험하중 (5~10t/min)
각 하중에서의 하중보 특시간	초 기 하 중	10분 이상의 일정시간
	재 하 중	5분 이상의 일정시간
	이력내 하중	2분 이상의 일정시간

- 시험 결과의 정리
시험이 결과는 전체의 경향을 알 수 있도록 표시하고 목적에 따른 판정을 한다.
- 시험 결과의 표시
- 결과의 판정

3.5. 확인시험

확인시험은 원칙적으로 설계 ANCHOR의 1.0~1.2배의 하중을 ANCHOR에 가하고 그 때의 두 부 변위량을 측정한다.

3.6. 시험 ANCHOR의 개수

시험 ANCHOR의 개수는 아래 표시하는 것을 표준으로 한다.

- (1) 인발시험 : 1~2개
- (2) 인장시험 : 전체 개수의 2단, 3개 이상
- (3) 확인시험 : 전체 개수

단, 인장 시험한 것은 제외

4. 일반 GROUND ANCHOR

- (1) 사용 P.C 강재는 ANCHOR력 ($P_u \times 0.6$)이 되어야 한다.
- (2) 정착구의 항복점 강도까지 인장하여도 정착구에 변형이 없어야 하며, 정착구의 슬리브양은 3mm이내라야 하고 영구적으로 변형이 없어야 한다.
- (3) GROUTING은 고압 GROUTING으로 하며 GROUTING과 구멍주변 흙과의 마찰력이 소정의 강도를 갖도록 실시해야 한다.
- (4) GROUTING MILK의 주입시에는 압력이 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상이어야 하고, 특히 주입 후 수축이 조금이라도 있어서는 안되며, 수축방지를 위한 팽창재를 사용하여야 한다.
- (5) GROUT의 배합비는 8항의 표와 같으며, 부득이한 경우 배합비를 변경하고자 할 때는 당 공사감독원과 합의하여 결정하거나 또는 결정 후 감독원에게 통보하여야 한다.
- (6) 매공마다 인장 작업시 P.C 강선의 늘음량을 점검하여 인장력을 검토한다.
- (7) GROUTING의 m^3 당 재료는 아래표와 같이 한다.

CEMENT (KG)	물	무수축재	W/C
1,303	575	10kg	45~55%

※ 만약 상기 배합비를 변경하고자 할 때는 감리 책임기술사의 승인을 받은 후 시행한다.

- (8) ANCHOR는 훼손, 뜯눅, P.C CABLE의 GLEAZE나 유해물질을 제거한 다음에 숙달된 작업원에 의해 제작 가공되어야 한다.
- (9) ANCHOR GROUT 작업시 움직이지 못하게 소정의 위치에 확실히 고정시켜야 한다.
- (10) GROUT에는 배출로가 관통하고 있는지의 여부를 확인하기 위해 물이나 압축공기로 확인해야한다.
- (11) GROUT에는 P.C강재의 부식을 가져오는 어떤 물질도 함유해서는 안 된다.
- (12) 인장기구
 - 1) JACK : 사용강에 따라 제원에 맞는 JACK을 사용
 - 2) PUMP : PRESS-GAUGE가 부설된 PUMP를 사용
 - 3) GAUGE : 도량형기 공인기관의 공인된 GAUGE로 로 국산은 KS 표시품 이라야 하며, 인력 확인용 GAUGE를 병설해야 한다.
- (13) 인장 작업시기

ANCHOR체의 GROUT가 충분한 강도에 이르러야 하는데, 일반적으로 건조한 지질 상태에서는 약7일간을 요하고, 습한 상태에 따라 시일의 차이가 있다.

(14) 계측

JACK으로 설계하중 만큼 인장하는데 하중 7.5 TON 단위로 변위량을 측정 기입한다.

(15) 가정에 의한 CABLE의 신장량은 흙막이 벽의 변위를 고려하여서 보정해야 한다.

(16) 인장후의 하중의 변화는 하중계를 설치해 놓고 측정하든지 또는 JACK을 사용해서 재인장함으로써 하중 변동을 해야 한다.

(17) 1차 GROUTING이 충분한 강도에 도달하려면 ANCHOR 인장력에 대한 확인시험을 한다.

(18) ANCHOR의 GROUT의 압축강도가 180kg/cm^2 이상이어야 한다.

(19) ANCHOR 보링은 GROUT의 압축강도가 150kg/cm^2 정도에 도달했을 때 인장할 수 있다.
보통시멘트 사용시 7~8 일간 조강시멘트 사용의 경우 3~4 일간 이상 필요

4. 제거식 GROUND ANCHOR 공사 시방서

• I • N • D • E • X •.....

1.	일반사항		
2.	앵커자재		
2.1	강선	.....	01
2.2	그라우트 호스	.....	01
2.3	앵커헤드	.....	01
2.4	그라우트	.....	02
3.	앵커장비		
3.1	인장잭	.....	02
3.2	그라우트 믹서	.....	02
3.3	앵커체 설치	.....	02
4.	인장작업		
4.1	인장준비	.....	04
4.2	잭설치	.....	04
4.3	인장	.....	04
5.	현장실험		
6.	앵커해체		

1. 일반사항

제거형 앵커는 인장재 해체를 실현함과 아울러, 토류벽 구조물의 내구성을 확보할 수 있어야 한다. 따라서 규정된 절차에 따라 시공함으로써 정확한 인장력을 확보, 유지하여야 하며, 이를 위해서는 앵커설치 및 인발, 앵커 보호 등의 측면에서 철저한 기술적인 검토와 현장 품질 관리를 실시하여야 한다.

2. 앵커자재

본 공법의 공사에는 KS 규격 또는 동등 이상의 품질을 가지는 자재를 사용하여야 하며, 시공 전에 품질보증서를 제출하여 담당자의 승인을 받아야 한다.

2.1. 강선(STRAND)

본 공법의 공사에는, 냉간인발되어 잔류응력이 제거되고 또한 피복이 된 7본 꼬임의 와이어 스트랜드(WIRE STRAND)를 사용하여야 하며, KSD7002 SWPC 7B의 기준에 적합한 것이어야 한다.

- (1) 공칭 직경 : 12.7(mm)
- (2) 공칭 단면적 : 98.7(mm²)
- (3) 공칭 중량 : 0.744(kgf/m)
- (4) 최소 파괴하중 : 18,700(kgf)
- (5) 최소 항복하중 : 0.2(%) 영구 신율에 대하여 15,900(kgf)

2.2. 그라우트 호스(GROUT HOSE)

본 공법의 공사는, 그라우트 주입압력에 견딜 수 있는 P.E 호스는 그라우트재를 원활히 이송할 수 있는 구경을 가져야 한다.

2.3. 앵커헤드(ANCHOR HEAD)

본 공법의 공사에 사용되는 앵커헤드는 표준 정착구 또는 이에 준하는 정착구를 사용하여, 헤드 소재는 품질 시험에 합격한 공인된 제품이어야 한다.

2.4. 그라우트(GROUT)

그라우트는 보통 포틀랜드 시멘트, 물, 혼화재로 구성된다. 그라우트의 경화시 시멘트의 건조 수축으로 인하여 체적이 수축되지 않고 팽창될 수 있는 정도 (시멘트 중량의 약 1%)의 팽창제를 첨가한다.

- (1) 블리딩 : 3 시간후 최대 2(%), 24 시간후 최대 4(%)
- (2) 압축강도 : 7 일 후 최소 180(kgf/cm²) , 28일 강도 250(kgf/cm²)
- (3) 배합시간 : 최소 2분(MINUTES)
- (4) 물, 시멘트 혼합비 : 45 ~ 55%

3. 앵커장비

3.1. 인장잭(JACK)

인장잭은 센터홀(CENTER HOLE)타입이 복동식으로 내부마찰이 적고 가벼우며, 작동이 간편한 것이어야 한다. 잭에는 자동물림장치(SELF GRIPPING ASSEMBLY)와 잭체어(JACK CHAIR)가 부착되어 있어야 한다.

3.2. 그라우트 믹서(GROUT MIXER)

그라우트 믹서는 혼합조, 주입조, 저장조 및 수조로 구성되어 있으며 배합설계에 따른 정확한 배합여부를 확인할 수 있어야 한다. 그라우트 믹서는 혼합과 주입을 동시에 실시 할 수 있어야 하며, 그라우팅이 끝날 때까지 연속주입 작업이 가능하여야 한다.

3.3. 앵커체 설치

천공에서 그라우크 양생까지 앵커체 설치작업 공정의 요구조건을 기술하면 아래와 같다.

3.3.1. 천 공

- ① 직경 100mm 이상으로 천공하여야 한다.

- ② 천공 후 지하수가 용출될 시에는 고압력으로 프리그라우팅(PRE-GROUTING)을 실시 한 후에 재천공하여 지하수의 용출을 방지한다.
- ③ 천공보고서(DRILLING REPORT)를 매 공마다 작성하여 설계주상도와 비교함으로써 정착장 및 인장력의 신뢰도를 확인한다.
- ④ 앵커체 삽입 및 그라우팅 실시 때까지 공벽이 교란되는 것을 방지하기 위하여 케이싱 설치 등이 필요한 조치를 취하여야 한다.
- ⑤ 공 내부의 슬라임(SLIME)을 완전히 제거해야 한다.
- ⑥ 천공 장비는 토질에 따라 협의 하에 반입·시공하며, 천공부 HOLE을 이완시켜서는 안된다.
- ⑦ 천공각도 및 천공길이(자유장+정착장+굴착 여분길이)를 준수하여야 한다.

3.3.2. 앵커체 공장 조립

- ① 스트랜트는 적절한 기계를 사용하여 손상이 가지 않도록 절단한다.
- ② 앵커체에 이물질이 유입되는 것을 방지하고 또한 압축부의 정확한 품질을 확보하기 위하여 앵커체는 공장조립을 원칙으로 하며, 이에 준하는 시설이 갖추어 지면 현장 조립도 가능하다.
- ③ 앵커체에는 일정한 간격으로 스페이서를 설치하여 조립된 앵커체의 굴곡을 방지하여야 한다.
- ④ 조립된 앵커체의 운반, 삽입시 앵커체에 손상이 가지 않도록 하기 위하여, 앵커체를 충분한 절곡반경(앵커체 유효 직경의 5배 이상)을 유지한 상태로 조립, 운반하여야 한다.
- ⑤ 선단부 해체용 헤드는, 시멘트 페스트 등이 유입되지 않도록 하기 위하여 방수 처리를 실시하여 조립하여야 한다.
- ⑥ 앵커 해체용 강선은 앵커 긴장용 강선과 구분되는 색상의 것을 사용하거나 혹은 표식을 실시하여 제거시 식별이 가능하도록 해야 한다.

3.3.3. 앵커체 삽입

- ① 앵커체 삽입시 앵커체가 천공경의 중앙에 위치하도록 한다.
- ② 앵커체 삽입시 강선이 꼬이지 않고, 외부에서 이물질이 침투하지 않도록 하여야 한다.
- ③ 앵커체를 소요 길이까지 삽입한 후에는 지지대를 설치하여 삽입된 앵커체를 공내에 고정시켜야 한다.

3.3.4. 그라우트 주입

- ① 규정된 배합비를 유지하도록 관리한다.
- ② 그라우트 주입시 공 내부의 슬라임(SLIME) 용수를 완전히 제거해야 한다.
- ③ 혼합된 그라우트는 혼합 후 30분 이내에 시공할 수 있도록 한다.
- ④ 2차 주입을 실시할 경우에는, 1차 주입시 공내의 슬라임이 시멘트 페스트와 함께 충분히 외부로 배출된 것을 확인한 후에 실시하도록 한다.

3.3.5. 양생

4. 인장작업

4.1. 인장 준비

스트랜드를 정착에 필요한 길이로 절단하고 정착머리와 썰기를 설치한다.

4.2. 잭 설치

자동 물림 장치가 설치된 잭을 사용한다.

4.3. 인장

설계하중을 확인한 후 유압잭을 이용하여 인장, 정착한다.

5. 현장실험

시공과 설계의 신뢰성을 확인하기 위하여 현장 인발시험 및 크리프시험을 경우에 따라 실시할 필요가 있다.

6. 앵커해체

구조물 완료후 토류벽 해체 시점에서, 앵커 해체용 인장재를 소형 유압인 장기를 이용하여 적절한 인장력(5~9 ton)으로 인장 제거한다. 앵커 해체용 인장재는 앵커 긴장용 인장재와 구분 되도록 피복의 색(적색)을 달리 하여야 한다.

이때 앵커 해체용 인장재가 제거용 앵커헤드로부터 해체되면 앵커 긴장용 인장재들은 자동적으로 결속콘(WEDGE CONE)으로부터 결속이 해제되어 앵커 긴장용 인장재를 작은 힘으로도 제거, 발출할 수 있게 하여야 한다.

그러므로 앵커 해체용 인장재가 해체된 것을 확인한 후 앵커 긴장용 인장재들을 제거, 발출, 정리함으로써 앵커 해체를 완료하게 된다.

5. 계측 관리 시방서

1.	계측의 목적		
2.	계측계획		
2.1	일반사항	.....	04
2.2	계측계획 검토사항	.....	04
2.3	계측기배치 검토사항	.....	05
2.4	계측위치선정 검토사항	.....	05
2.5	계측계획 순서도	.....	08
3.	계측항목		
3.1	고려사항	.....	09
3.2	측정항목	.....	09
3.3	계측기 종류 및 용도	.....	10
3.4	계측빈도	.....	11
4.	계측기별 설치 및 측정방법		
4.1	경사계	.....	12
4.2	지하수위계	.....	14
4.3	응력계	.....	15
4.4	하중계	.....	16
4.5	간극수압계	.....	18
4.6	건물 기울기 측정계	.....	19
4.7	건물 균열 측정계	.....	21
4.8	지표 침하계	.....	22
4.9	진동 및 소음 측정기	.....	23

1. 계측의 목적

굴토공사의 토류구조물 설계는 현장에서의 대표적인 지점에 대한 원위치 시험성과를 토대 이루어지고 있으며, 이때 시방에 규정된 충분한 안전율을 고려한다고 하나 실제 설계, 시공상의 오차를 측정하여 그 오차를 보정하기 위하여 필요하고 이를 상술하면 다음과 같다.

- (1) 계획시 지반조건에 관한 지식의 부족에 기인한 설계상의 결점을 시공기간 중에 발견하여 제거하기 위한 수단
- (2) 굴착공사가 지반에 미치는 영향과 그에 따른 지반의 변화가 구조물에 미치는 영향에 대해서 정보를 제공하기 위한 수단.
- (3) 계측자료를 분석하여 설계의 과다, 과소 여부를 판단하여 경제적인 설계를 위한 보강 및 수정을 할 수 있다.
- (4) 얻어진 자료를 역해석(Feedback Analysis)하여 설계시 가정된 토질정수와 비교하여 현장에 맞는 적절한 토질조건을 규정할 수 있다.
- (5) 축적된 자료를 통해 차후 설계에 적용하여 합리적인 설계가 되도록 한다.

1.1. 긴급한 위험의 징후발견을 위한 계측

과대한 토압이나 수압이 작용하는 경우나, Boiling, Heaving 등 징후의 사전 확인 및 안전관리를 위한 계측

1.2. 시공중에 중요한 정보를 얻기위한 계측

설치된 계측기를 통해 토류구조물, 배면지반 및 인접구조물의 거동을 관찰하여 위험요소를 조기에 발견하여 공사진행 속도를 조절하고 신속한 보강대책을 강구토록 한다.

1.3. 시공법을 개선하기 위한 계측

선행된 단계의 계측data는 다음 단계의 설계정수를 재평가하고, 시공법이나 구조형식의 개선에 이용

1.4. 법적소송에 대비하여 도움이 되는 계측

공사가 진행됨에 따라 발생하는 주변의 피해 (지반침하, 인접 구조물의 침하, 경사, 소음, 진동, 수질오염 등) 에 대해 근거가 되는 자료수집

1.5. 공사지역의 특수한 경향을 파악하기 위한 계측

1.6. 이론을 검증하기 위한 계측

이상에서 살펴본 바와 같이 현장계측은 여러 가지 목적을 위해 실시되는 경우가 많다. 따라서 계측을 성공적으로 실시하기 위해서는 각 목적 항목마다의 충분한 사전검토가 매우 중요하다. 일반적으로 계측의 목적은 현장에서 발생할 수 있는 설계와 시공사이의 기술적인 격차를 최소화하여 안전성, 경제성, 합리성을 극대화 하는데 있다고 볼 수 있다.

2. 계측 계획

합리적이고 안전한 시공이 되기 위한 자료를 정확하고 신속하게 수집하기 위해서는 체계적인 계측계획이 사전에 수립되어야 하며, 계획단계에서 검토되어야 할 사항들은 다음과 같다.

- (1) 계측계획수립을 위한 일반사항
- (2) 계측계획에 대한 검토사항
- (3) 계측기기 배치에 대한 검토사항
- (4) 계측위치 선정방법 검토사항

2.1. 계측계획 수립의 일반사항

항 목	내 용
인접구조물 특성	<ul style="list-style-type: none"> · 주변도로망과악 · 인접 건물의 배치 및 노후상태과악 · 인접 건물의 토질 특성과악
구조물 특성	<ul style="list-style-type: none"> · 본 구조물 및 인접주요구조물의 특성과악 · 지반지지주체의 특성 · 자연적, 인위적 현상의 상호관계
지질 및 토질 특성	<ul style="list-style-type: none"> · 광역적 지형, 지질의 특성 · 해당 지역의 지지 기반층 생성과 발달과정과악 · 지질 및 토질의 공학적 특성
설계 특성	<ul style="list-style-type: none"> · 하중분포 및 하중전달 역학관계의 이해 · 지반공학적 상수의 평가 · 재료역학적 모델의 이해 · 수치해석 모델의 이해 · 수치해석 결과의 평가 · Safety Factor (안전율)의 적용
지지부재 및 시공 특성	<ul style="list-style-type: none"> · 가설구조 및 기타부재의 거동특성 · 시공순서 및 시공단계별 시간계념 · 지층변화 및 지하수 유동예측 · 시공상 취약요소의 과악
계측기기 특성	<ul style="list-style-type: none"> · 작동원리 및 설치기법 · 측정범위 및 측정오차 · 측정방법 및 경제성 · 내구성 및 계기간의 상호 호환성 · 목적에 부합되는 적용 방법

2.2. 계측 계획에 대한 검토 사항

항 목	내 용
계 측 빈 도	계측 항목별로 시공 진행도 및 변화 속도 등을 검토 후 결정
계 측 방 법	수동, 반자동, 자동 등의 방법 검토
처리 SYSTEM	측정기, Computer종류, 용량, 통신방법 등 환경정비 상태검토
계 측 체 제	전임자, 담당자 선정, System구축, 조직에 대한 장기적인 체제 확립

2.3. 계측기기 배치에 대한 검토사항

항 목	내 용
계측 목적과의 부합성	· 계측목적 및 해석상 합치한 장소선정과 배치간격, 수량 및 심도검토
시 공 사 항	· 선행부분, 가장 취약하다고 판단되는 부분검토 · 시공 과정에 대한 합리성 검토 · 자연조건 및 주변 여건 고려
전체관리 및 집중관리	· 한 계기가 부담할 수 있는 영역검토 · 주 계측단면, 보조계측 단면의 선정
계 기 보 수	· 가설물, 중기 등에 대한 장해 · 장기간 계측하는 경우의 설비

2.4. 계측위치 선정시 검토사항

계측위치 선정에 있어서, 지보공이나 토류벽 등에 대하여 여건이 허락하면 안전상, 현장관리상 또는 연구목적상 부합되는 모든 위치에 행하는 것이 좋겠지만 실제로는 그렇지 못하므로 계측 위치는 토류공사 전체에서 판단하여 계측효율이 가장 좋고 큰 변형이 예측되는 대표단면을 선정하여야 하며 이를 위해 계기의 배치를 결정할 때에는 다음의 사항을 유의할 필요가 있다.

- (1) 주변 구조물의 존재에 의해 결정되는 계측항목에 대해서는 그 구조물의 위치를 중심으로 토류구조물을 대표하는 장소에 계기를 배치한다.
- (2) 설계의 불확실성에 의해 결정되는 계측항목에 대해서는 그 요인에 따라 배치한다.
- (3) 조기에 시공되는 위치에 우선적으로 배치하며 계측 결과는 Feed back Analysis할 수 있는 장소로 한다.
- (4) 계측결과 해석상 상호 관련된 계측항목에 대응 하는 계기는 가능한 한 근접시켜 배치한다.
- (5) 계기고장의 가능성을 염두에 두어 적절한 배치를 한다.
- (6) 계기의 설치 및 배선이 확실히 행해질수 있는 의치로 한다.
- (7) 보링 등으로 지반조건이 충분히 파악되고 있는 장소로 한다.
- (8) 인접해서 중요 구조물이 있는 장소
- (9) 교통량이 많아 이로 인한 하중의 증감이 있는 장소

- (10) 토류구조물이나 지반에 특수한 조건이 있어 그것이 공사의 영향을 미친다고 생각 하는 장소 토류벽에 작용하는 토압, 수압, 벽체의 응력, 축력, 주변지반의 침하, 굴착지반의 변위, 지하수위등과 밀접한 관계가 있고 이들의 연교성을 잘 파악 할 수 있는 곳에 중점 배치하여야 한다.

그림 2.1. 계측기기의 평면적 배치 예

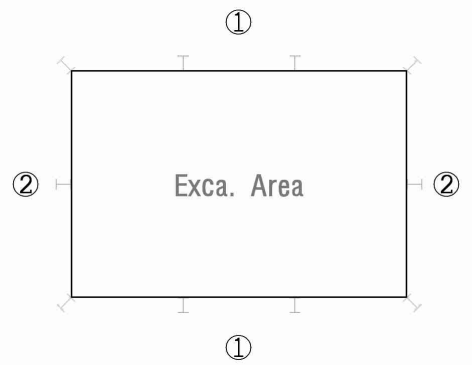
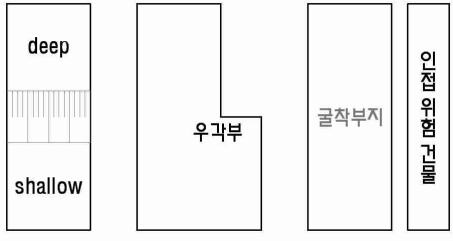
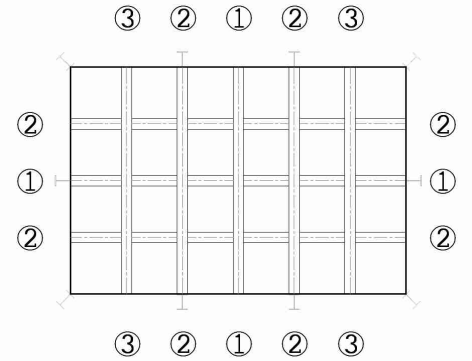
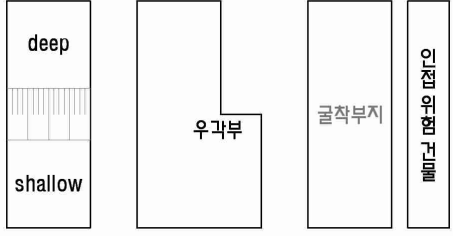
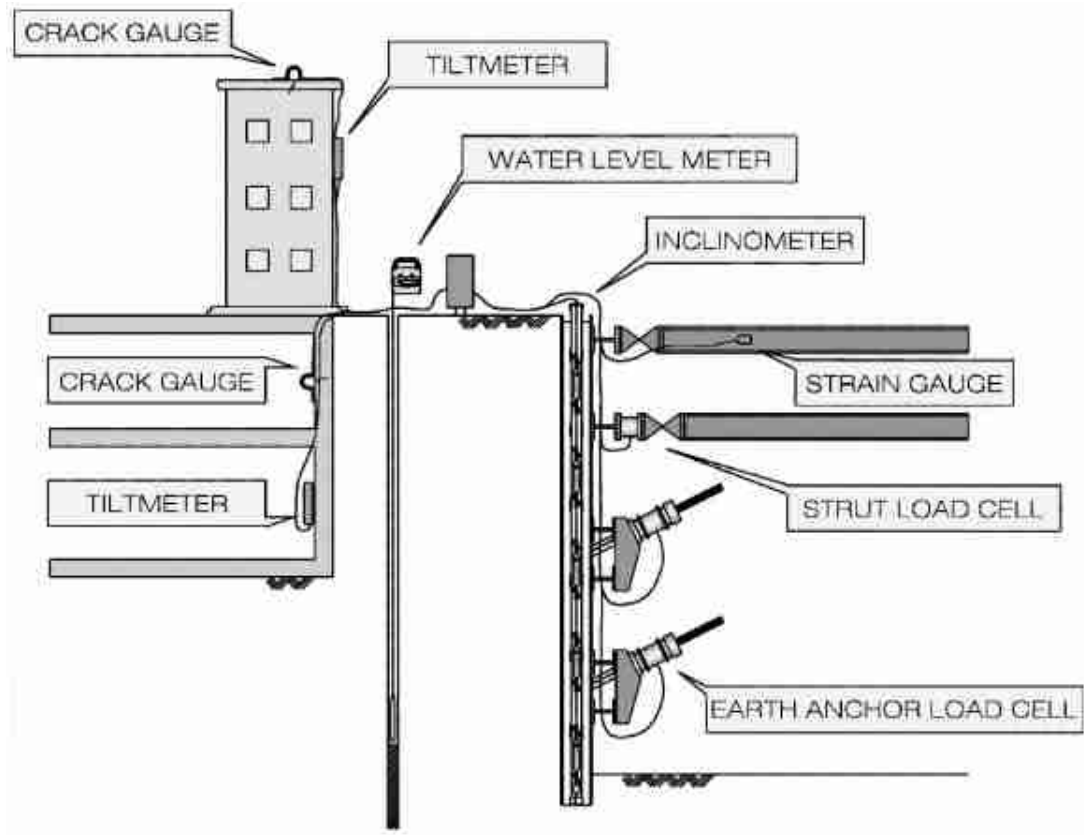
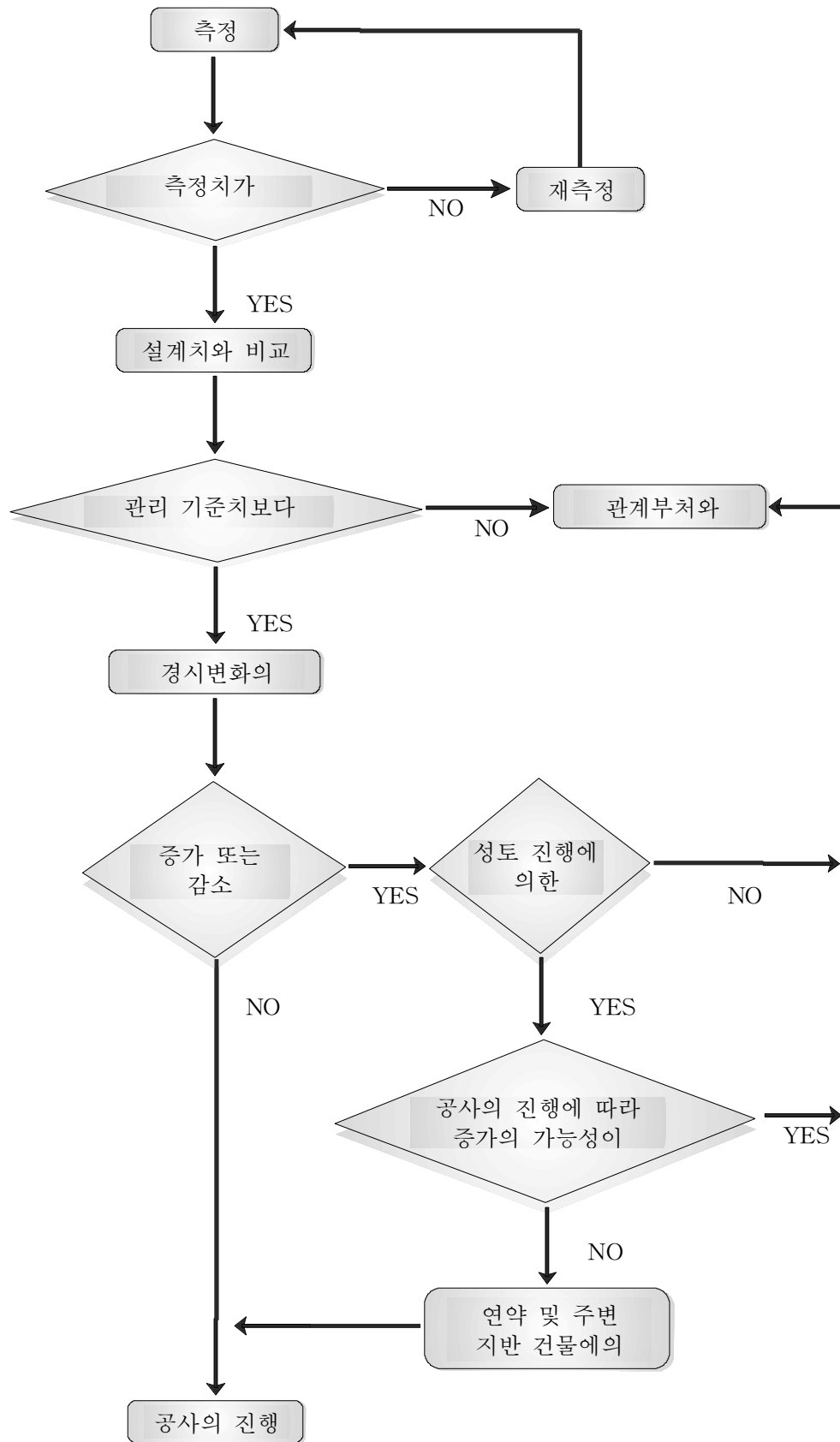
굴 착 배 면 부	
일 반 적 인 경 우	문 제 발 생 가 능 지 역
 <p style="text-align: center;">우선 계측순위 : ①→②</p>	 <p style="text-align: center;"> Case-1 Case-2 Case-3 </p> <p style="text-align: center;"> (1) 깊은쪽 벽체 우선 (2) 우각부 우선 (3) 위험구조물 근접지역 우선 </p>
STRUT 및 ANCHOR	
일 반 적 인 경 우	문 제 발 생 가 능 지 역
 <p style="text-align: center;">우선 계측순위 : ①→②→③</p>	 <p style="text-align: center;"> Case-1 Case-2 Case-3 </p> <p style="text-align: center;"> (1) 깊은쪽 벽체 우선 (2) 장지간 우선 (3) 인접구조물 근접지역 우선 </p>

그림 2.2. 계측기기 설치 예



- ① 지중수평변위측정기 (Inclinometer)
- ② 간극수압계 또는 지하수위계 (Piezometer or Water level meter)
- ③ 지표침하계 (Measuring settlement of surface)
- ④ 변형률계 (Strain gauge)
- ⑤ 하중계 (Load cell)
- ⑥ 인접건물기울기측정기 (Clinometer or Tiltmeter)
- ⑦ 균열측정기 (Crack gauge)
- ⑧ 진동, 소음측정기 (Vibration monitor)

2.5. 계측계획 FLOW CHART



3. 계측항목

3.1. 계측항목 선정시 고려되는 요인

- (1) 굴착의 영향범위내의 구조물 유무와 인접 구조물의 기초 및 건물의 상태
- (2) 설계시의 불확실성의 해명
 - ① 설계계산에 있어서 외력조건이 되는 측압 및 수압 등 측정치의 오차가 클 것으로 예상되는 경우
 - ② 근접위치에서의 공사실시 등으로 외력조건이 대폭적인 변형이 예상되는 경우
 - ③ 설계 계산치와 허용치를 비교하여 안전율이 적은 경우

3.2. 일상적인 측정 항목

측 정 항 목	계 측 기 기
지중 수평변위 측정	INCLINOMETER
지하수위 및 간극수압 측정	WATER LEVEL METER, PIEZOMETER
지표 수직 및 수평변위 측정	SETTLEMENT PIN (PLATE)
ANCHOR 축력 측정	LOAD CELL
STRUT 변형률 측정	STRAIN GAUGE
인접구조물의 기울기 측정	CLINOMETER
인접구조물의 CRACK 측정	CRACK GAUGE
진동 및 소음 측정	발파진동, 소음 측정기

3.3. 계측기별 종류 및 용도

종 류	용 도	설치위치	설치방법
지중수평변위	굴토진행시 인접지반 수평변위량과 위치, 방향 및 크기를 실측하여 토류구조물 각 지점 응력상태 판단	토류벽 또는 배면지반	굴착심도이상, 부동층까지
지하수위계	지하수위 변화를 실측하여 각종계측자료에 이용, 지하수위의변화원인 분석 및 관련대책수립	토류벽 배면, 연 약 지 반	굴착심도이상, 부동층까지
간극수압계	굴착에 따른 과잉간극수압의 변화를 측정	배면 연약지반	연약층 깊이별
지표침하계	지표면의 침하량 절대치의 변화를 측정, 침하량의 속도판단 등으로 허용치와 비교 및 안정성 예측	토류벽 배면 및 인접구조물 주변	동결심도 이상
하중계	STRUT, E/ANCHOR 등의 축하중 변화상태를 측정하여 이들 부재의 안정상태 파악 및 분석자료에 이용	STRUT 또는 ANCHOR	각 단계별 굴착시
변형률계	토류구조물의 각 부재와 인근 구조물의 각 지점 및 타설콘크리트 등의 응력변화를 측정하여 이상변형파악 및 대책 수립에 이용	H-PILE 및 STRUT WALE, 각종 강재 또는 CONCRETE	용접, 접착, BOLTING
기울기측정기	인근 주요 구조물에 설치하여 구조물의 경사각 및 변형상태를 계측, 분석자료에 이용	인접구조물의 골조 및 바닥	접착 또는 BOLTING
균열측정기	주변 구조물, 지반 등에 균열발생시 균열크기와 변화를 정밀측정하여 균열발생속도 등을 파악, 다른 계측결과분석에 자료제공	균열부위	균열부 양단
진동소음측정기	굴착, 발파 및 장비이동에 따른 진동과 소음을 측정하여 구조물 위험예방과 민원 예방에 활용	인접구조물 및 필요시	필요시 측정

3.4. 계측 빈도

굴토지반의 거동은 일일 굴토량과 작업기계, 기상(우천) 등에 영향을 받으므로 data의 변화속도의 안정성 여부의 관련성을 충분히 고려하여 적절한 측정빈도를 설정해야 한다.

Data의 변화속도가 빠른 계측항목의 측정빈도는 높이고, 반대로 장기간에 걸쳐 변화량이 미세한 계측항목은 빈도를 낮추는게 좋으며 안전과의 관련성이 깊은 계측항목은 높일 필요가 있다. 계기별 계측빈도에 대한 기본방향을 정리하면 다음과 같다.

계 측 항 목	계 측 빈 도			
	굴착진행시	굴착완료후 1개월까지	퇴메움까지	이상발생시
지중 수평 변위계	1주 / 1~2회	1,2주 / 1회	1,2주 / 1회	수시
지하 수위계	1주 / 1~2회	1,2주 / 1회	1,2주 / 1회	수시
하중계	1주 / 1~2회	1,2주 / 1회	1,2주 / 1회	수시
변형률계	1주 / 1~2회	1,2주 / 1회	1,2주 / 1회	수시
간극수압계	1주 / 1~2회	1,2주 / 1회	1,2주 / 1회	수시
건물 기울기 측정기	1주 / 1~2회	1,2주 / 1회	1,2주 / 1회	수시
균열 측정기	1주 / 1~2회	1,2주 / 1회	1,2주 / 1회	수시

※ 상기 계측빈도는 현장여건에 따라 조정할 수 있다.

4. 계측기별 설치 및 측정방법

4.1. 경사계 (INCLINOMETER)

4.1.1. 사용목적

지하 구조물 설치를 위한 지반 굴착을 실시하면 굴토 방향으로 배면 지반의 수평변위가 발생하게 된다.

이 수평 변위는 굴착 가설구조물, 인접 구조물의 안전에 영향을 줄 수 있다. 이러한 수평 변위의 발생 방향, 크기, 속도 등을 파악하여 배면 지반의 안전성 검토 및 가설구조물의 안정성을 파악할 목적으로 설치한다.

4.1.2. 적용범위

- (1) RETAINING WALL 이나 DIAPHRAGM WALL, 교량의 교각이나 교대 등의 수평 변위를 측정.
- (2) 터널, SHEET, 지중작업의 안정성, CUT SLOPE 의 안정성을 측정
- (3) 댐이나 성토지반에 수평 변위 측정
- (4) 사면의 안정성 검토

4.1.3. 측정결과 검토

측정된 결과치를 이용하여 토류벽의 안전 및 주변 지반의 침하 등을 검토한다.

- (1) 토류벽의 변위 검토 : 가시설 구조계산 결과와 예상 변위량을 비교, 검토하여 실시공에 따른 불가피하게 발생하는 변위 등을 검토하여 추후 변위에 대한예측
- (2) 침하검토 : 측정된 계측 결과치를 이용하여 토류벽 배면의 침하량을 산정하여 피해정도를 검토한다.

4.1.4. 구성

READOUT, PROBE, CABLE, ACCESS TUBE, COUPLING 등으로 구성

4.1.5. 설치방법

현장의 특성과 주어진 상황에 따라 보링, CASING 의 처리, GROUTING 방법은 각 현장마다 차이가 있을 수 있으나 일반적인 경우 아래와 같은 방법으로 설치를 한다.

- (1) 굴착심도에 1~2m 를 더하여 보링을 한다. HOLE 의 지름은 80~150mm 정도이되 100mm 정도로 하는 것이 설치에 편리하다.
- (2) 케이싱의 한쪽 끝을 END CAP 으로 씌우고 RIVET을 사용하여 조립하고 GROUTING 유입을 방지하기 위하여 SEALING 을 한다.
- (3) CASING과 CASING의 연결은 COUPLING을 이용하여 RIVET로 조합시켜 놓고 SEALING 처리를 하여 준비 한다.
- (4) 측정방향을 굴토면과 수직되게 CASING 을 삽입한다.
- (5) 조립된 CASING 을 차례로 HOLE 내에 측정방향과 KEYWAY 의 방향을 맞추어 설치한다.
- (6) STEEL CASING을 제거하여 GROUTING을 하면 GROUTING재의 저하 후 재 주입한다.
- (7) GROUT재로 완전히 채운 후 ABS 케이싱의 끝부분을 PROTECTIVE-COVER 로 덮어 잘 보호되도록 한다.

4.1.6. 측정방법

경사계의 측정은 수동계측으로 이루어지며 다음의 방법을 따른다. 경사계관의 PROTECTIVE 를 열고 PULLY ASSEMBLE 을 설치한다. PROVE 의 WHEEL 을 측정방향에 맞추어 경사계관 내부의 KEYWAY 를 따라 밀어 넣는다. 계획 심도에 맞추어 PROVE를 내린 후 지시계의 스위치를 켜다. 50cm 씩 표시된 케이블을 ASSEMBLY 에 맞추어 올리며 계측을 하고 값은 자동적으로 지시계에 수록하며 필요한 자료를 원하는 때에 즉시 뽑아내어 사용한다.

< 허용 수평 변위의 관리기준 (DM-7 미공병대) >

SOIL TYPE AND CONDITION	Rotation Y/H	
	Active	Passive
Dense Cohesionless	0.0005	0.002
Loose Cohesionless	0.002	0.005
Stiff Cohesive	0.01	0.02
Soft Cohesive	0.02	0.04

Y = Horizontal Displacement

H = Height of the wall

4.2. 지하수위 측정계 (WATER LEVEL)

4.2.1. 사용목적

굴착으로 인한 배면 지반의 지하수위 증감 상태를 측정하기 위하여 사용하며 측정자료는 지반 침하 등의 해석시 참고 자료로 사용하여 인접구조물 또는 가설 구조물의 안정상태를 확인시 적용할 수 있다.

4.2.2. 적용범위

- (1) 터파기 배면에 지하수위 측정
- (2) 성토 및 연약 지반에 지하수위 측정

4.2.3. 측정결과 검토

측정된 지하수위를 근거로 초기 수위선과 비교 증감에 따른 지반침하 및 현장의 안정성 검토.

4.2.4. 구성

- (1) WATER LEVEL METER
- (2) CASAGRANDE TIP
- (3) STAND PIPE TUBE & COUPLING

4.2.5. 설치방법

- (1) 측정하고자 하는 위치에 계획심도보다 1~2m 를 더하여 굴착
- (2) CASAGRANDE TIP 과 PVC STAND PILE 를 연결하여 계측 심도에 맞추어 설치한다.
- (3) 모래를 이용하여 투수층 형성
- (4) 지표수의 유입을 방지하기 위해 벤토나이트 차수층 형성
- (5) 보호 COVER 를 만들어 설치된 관을 보호

4.2.6. 측정방법

수동계측을 시행하며 다음의 방법을 따른다.

Prove를 Pile 내로 삽입하여 Prove가 물과 만나서 Buzzer가 울리는 위치 측정.

4.3. 응력계 (STRAIN GAUGE)

4.3.1. 사용목적

가시설 강재 구조물(STRUT 혹은 띠장)에 설치하여 굴토작업 진행시 변형으로 인하여 가시설구조물에 발생하는 응력을 측정 한다.

4.3.2. 적용범위

- (1) 터파기 시공 중 STRUT, WALE, 임시말뚝에 부착하여 변형측정
- (2) 터널 라이닝이나 지지대에 부착하여 변형측정
- (3) 프리텐션 지지구조물이나 벽면 지지앵커의 하중변형을 측정
- (4) CONCRETE 속에 매설하여 변형측정

4.3.3. 측정결과 검토

실측된 강재의 응력으로 배면부의 토압 증가량을 산정하여 지중수평변위 및 강재의 허용응력과 비교 안정성을 검토한다.

4.3.4. 구성

- (1) VIBRATING WIRE TYPE 지시계
- (2) VIBRATING WIRE TYPE STRAIN GAUGE
- (3) CABLE
- (4) PROTECTIVE COVER
- (5) INSTALLATION TOOLS

4.3.5. 설치 및 측정

- (1) 측정하고자 하는 위치에 Sport 용접 또는 접착제를 사용하여 Strain Gauge를 부착시킨다.
- (2) 설치된 Strain Cover를 측정위치에 맞추어 Cable을 연결한다.

- (3) Protective Cover를 씌워 Strain Gauge를 습기와 충격으로부터 보호한다.
- (4) Gauge의 Cable을 Data Logger에 연결하여 주기적인 자동계측을 시행.

< 관리기준치 >

측정 항목	안전/위험의 판정 기준치	판 정 법			
		지표(관리기준)	위 험	주 의	안 전
STRUT 축력	부재의 허용축력	$F_s = \frac{\text{부재의 허용축력}}{\text{실측의 축력}}$	F1<0.8	0.8<F1<1.2	F1>1.2

σ_{sa} = 부재의 허용축력

L = 부재의 길이

R = 단면 2차 반경

$\sigma_{sa} = 1.5 \times 12,000,000 / \{ 6700 + (L/R)^2 \}$ (L/R ≥ 93 일 경우)

$\sigma_{sa} = 1.5 \times \{ 1400 - 8.4 (L/R - 20) \}$ (20 < L/R < 93 일 경우)

4.4. 하중계 (LOAD CELL)

4.4.1. 사용목적

STRUT 혹은 EARTH ANCHOR 에 부착하여 굴착진행으로 인한 하중 및 인장력과 증감량, 변화속도 등을 측정하여 공사시 지반상황을 예측하여 안전관리 자료로 활용.

4.4.2. 적용범위

- (1) PILE 및 저장 탱크 하중측정
- (2) ROCK BOLT 의 하중측정
- (3) EARTH ANCHOR OR ROCK ANCHOR 의 인장력 및 굴착시의 하중측정

4.4.3. 측정결과 검토

측정결과치의 하중 증감에 따른 E/ANCHOR 의 안정 검토 및 지중수평면위와 비교 안정성 검토

4.4.4. 구성

- (1) VIBRATION WIRE TYPE READ OUT
- (2) VIBRATING WIRE TYPE LOAD CELL
- (3) LOAD DISTRIBUTION PLATE
- (4) CABLE WITH ACCESSORIES

4.4.5. 설치방법

- (1) Load Cell에 Cable을 연결한 후의 영점값을 읽고 Readout sheet에 기록한다.
- (2) Earth Anchor Strand를 Center Hole 내부로 접어 넣어 Lower Plate를 거치시킨다.
- (3) LOAD CELL를 거치시킨다.
- (4) Upper Plate를 거치시킨 후 지압판을 거치하고 유압잭을 이용하여 Earth Anchor를 인장시킨다.
- (5) EARTH ANCHOR를 인장시킨 후 지시계를 이용하여 초기치를 읽는다.

4.4.6. Jacking Force 에 대한 관리기준치

반력 측정계는 어스앵커의 인장시 작용하는 Jacking Force를 반력으로 감지하게 되는데, 작용된 Jacking Force에 비해 실제 측정되는 반력은 상당량이 감소되는 경향을 보인다. 그러므로 설치된 최대인장 상태를 6분이상 지속한 후 체결하게 되는데 잔류된 반력크기는 지층에 따라 관리기준을 아래와 같이 정한다.

지 층	Jacking Force 반력
실트,점토층에 설치된 경우	$R > 0.45 J_f$
실트질 모래층에 설치된 경우	$R > 0.50 J_f$
모래층에 설치된 경우	$R > 0.60 J_f$
자갈층	$R > 0.65 J_f$
풍화암	$R > 0.65 J_f$
연암층	$R > 0.70 J_f$
경암층	$R > 0.08 J_f$

4.4.7. 초기반력의 증감에 대한 관리기준치

Jacking Force 에 대한 반력은 처음 일주일간은 다소 지속적인 감소현상을 나타내다가 다시 증가하게 되는데, 이것은 자유장 부위에서 PC 강재와 그라우트재의 추가 분리 현상 또는 정착부 주변지반의 이완 및 압축 등이 그 원인이다. 그러므로 초기 이 반력감소는 어스앵커의 시공상태를 평가하는 기준이 될 수 있으며 초기감소에 대해서는 다음의 기준을 추천한다.

초기 반력의 증감	관 리 기 준
5 ton 이내 감소	안 전
5 ~ 10 ton 감소	Earth Anchor 관리 요망
10 ~ 15 ton 감소	Earth Anchor 관리 요망
15 ~ 20 ton 감소	Earth Anchor 재설치 요망

4.4.8. 주기적 반력의 증감에 대한 관리기준치

어스앵커가 설치된 일주일 이후에는 어스앵커 반력측정판의 반력이 주기적으로 증감을 반복하게 되는데 증감량의 진폭에 대한 기준은 다음의 값을 추천한다.

주기적 반력의 증감	관 리 기 준
5 ton 이내 증감	안 전
5 ~ 10 ton 증감	주의 요망
10 ~ 15 ton 증감	특별관리 요망
15 ~ 20 ton 증감	위험상태이므로 보강 요망

4.5. 간극 수압계 (PIEZOMETER)

4.5.1. 사용목적

굴토공사 및 기타 공사시 간극 수압의 증감에 따른 영향을 예측하기 위함이다.

4.5.2. 적용범위

- (1) 연약지반의 탈수 및 배수의 영향 검토
- (2) 성토시 지반의 압밀 및 안전성 검토

4.5.3. 구성

- (1) PIEZOMETER TIP (POROUS ELEMENT 와 압력변환부로 구성)

(2) CABLE

4.5.4. 설치 방법

(1) 설치위치 선정 방법

PIEZOMETER의 매설위치는 연약층의 깊이가 5m 이하일 때는 1/2지점, 5~10m 사이에는 1/3과 2/3지점, 10m이상에서는 1/3, 2/3, 3/3 지점에 각각 1개소씩 설치하는 것을 기준으로 한다.

(2) 설치방법

- ① 연약층의 저면까지 BORING을 실시한 후 PIEZOMETER TIP을 원하는 심도에 위치시키고 PIEZOMETER TIP 주위를 상부 1~2m까지 모래로 채워 투수층을 형성한다.
- ② 투수층을 형성한 뒤 BENTONITE 로 채워 불투수층을 형성한다.
- ③ 상부 지점의 PIEZOMETER 설치는 상기와 동일 방법으로 반복 설치 작업한다.

4.5.5. 측정방법

- (1) POROUS FILTER 부로부터 전달된 수압이 STEEL WIRE 의 장력을 줄여서 공명 빈도를 줄이게 된다.
- (2) 공명빈도는 READOUT에 의해 측정되며 측정치를 계산에 의해 수압으로 환산 한다.

4.6. 건물 기울기 측정기(CLINOMETER)

4.6.1. 사용목적

토목공사 및 기타공사시 인접건물의 기울기 변위를 측정하여 건물의 안전성을 판단하기 위하여 설치한다.

4.6.2. 적용범위

- (1) 도심지 굴토공사시 인접건물의 기울기변위 측정
- (2) 굴토공사시 토류벽의 기울기 측정
- (3) 터널공사시 침하에 따른 건물 기울기 측정
- (4) 옹벽 및 교량축조시 침하에 따른 교각의 기울기 측정

4.6.3. 측정결과 검토

기울기 변위를 측정하여 구조물의 허용변위량과 비교 검토한다.

4.6.4. 구성

- (1) INCLINOMETER 장비 1식
- (2) INCLINOMETER PLATE

4.6.5. 설치 및 측정

- (1) 설치위치의 표면을 사포 등을 이용 정리하고 습기를 제거한다.
- (2) 에폭시 본드 또는 ANCHOR BOLT를 이용하여 PLATE를 고정 시킨다.
- (3) 설치가 완료되면 CLINOMETER 장비를 이용하여 PLATE의 기울기를 측정하여 구조체의 기울기 변위를 산정한다.

잠재적인 위험의 범위	η
침하에 예민한 기계기초의 작업곤란	1/750
사재를 가진 프레임에 대한 위험	1/600
균열을 허용할 수 없는 빌딩에 대한 안정 한계	1/500
칸막이 벽에 첫 균열	1/300
고가크레인의 작업곤란	1/300
고강성 빌딩의 눈에 띄는 전도	1/250
칸막이 벽이나 돌벽의 상당한 균열	1/150
일반적인 건물의 구조적 손상에 대한 위험	1/150
연성 돌벽에 대한 안정 한계, $L/H > 4b$	1/150

^a After Wahls (1981)

^b Safe limits include a factor of safety. H = height of building

4.7. 균열 측정기 (CRACK GAUGE)

4.7.1. 사용목적

토목공사시 지반의 변형 및 지하수위의 하강으로 인한 지반의 움직임으로 인해 인접 구조물의 균열이 발생시 측정하기 위함이다.

4.7.2. 적용범위

- (1) 도심지 공사시 인접 구조물의 균열 측정
- (2) 터널굴착시 지상부의 균열 및 지상 구조물의 균열측정

4.7.3. 측정결과 검토

CRACK 진행을 측정하여 구조물의 허용변위량과 비교 검토한다.

4.7.4. 구성

- (1) DEMCE MECHANICAL GAUGE
- (2) REFERENCE BAR AND POINT

4.7.5. 설치 방법

- (1) 측정하고자 하는 부위의 표면을 정리
- (2) REFERENCE BAR에 의해 POINT를 접착제로 부착하고 초기치를 측정한다.
- (3) 변형량을 주기적으로 측정하여 기록한다.

< 허용 균열폭 규정 >

국 명	제 안 처	조 건	허용균열폭(mm)
미 국	ACI 건축기준	옥외부재	0.38
		옥내부재	0.25

4.8. 지표 침하 측정기(SURVEYING POINT)

4.8.1. 사용목적

지하굴토공사 및 기타 공사현장의 시공중 및 시공후 간극수 및 지중수평변위에 의한 지표침하량을 측정하여 침하에 따른 가시설 및 인접구조물의 안전을 파악하기 위함이다.

4.8.2. 적용범위

- (1) 지하굴토공사시 주변지반의 침하량 측정
- (2) 성토지반의 침하량 측정
- (3) 연약지반의 압밀침하 측정
- (4) 옹벽 및 교량축조시 지반의 침하측정

4.8.3. 측정결과 검토

침하량을 측정하여 지중수평변위량에 따른 침하량과 비교검토하고 지표침하량에 따른 인접구조물의 안전도 판단.

4.8.4. 구성

- (1) LEVEL
- (2) 지표침하 측정 PIN

4.8.5. 설치 및 측정

- (1) 설치위치의 지표면을 30~50cm 굴토하여 지표침하 Pin의 하부를 위치시키고 Con'c 타설
- (2) Con'c 타설시 침하핀이 지상으로 5cm~10cm정도 노출시킨다.
- (3) Con'c 가 완전히 양생된 후 현장주변의 부동점을 선택하여 LEVEL을 이용 초기치를 측정한 후 굴토공정에 따라 주기적으로 측정관리한다.

< 여러 가지 구조물의 최대 허용 침하량 (SOWER, 1962) >

침하 형태	구조물의 종류	최대침하량(cm)
전체 침하	배수 시설	15.0 ~ 30.0cm
	출입구	30.0 ~ 60.0cm
	부등 침하의 가능성	
	석적 및 조적구조	2.5 ~ 5.0cm
	뼈대 구조	5.0 ~ 10.0cm
	굴뚝, 사이로, 매트	7.5 ~ 30.0cm
진도	탑, 굴뚝	0.004s
	물품 적재	0.01s
	크레인 레일	0.003s
	빌딩의 조적벽체	0.0005s ~ 0.002s
부등 침하	철근 콘크리트 뼈대구조	0.005s
	강 뼈대구조 (연속)	0.002s
	강 뼈대구조 (단순)	0.005s

※ S : 기둥 사이의 간격 또는 임의 두점 사이의 거리

4.9. 진동 및 소음측정기

4.9.1. 사용목적

흙막이공사나 지하철공사의 H-Pile의 항타나 인발, 발파, 중장비 등의 진동 및 소음이 발생하여 물적, 인적피해를 유발시킬 수 있으므로 이를 적절히 조치하여 안전하고 경제적인 시공을 하는데 그 목적이 있다.

4.9.2. 적용범위

- (1) 터널 굴착시 발파에 대한 진동 및 소음측정
- (2) 흙막이 공사시 발파로 인한 진동 및 소음측정
- (3) 장비이동 및 시공으로 인한 진동 및 소음측정

4.9.3. 진동영향

도심에서 실시하는 지하굴착 작업시 발생하는 진동은 인접구조물의 예기치 못한 피해나 인근 주민들에게 불쾌감을 주게 된다.

실험결과에 의하면 발파로 인하여 발생하는 총에너지 중에서 0.5~20%가 탄성파로 변환되어 발파진동으로 소비되는 것으로 밝혀졌다. 이러한 탄성파가 지반에 전달됨으로써 지면에서는 진폭과 주기를 갖는 진동으로 나타난다.

이와 같은 지반운동은 일반적으로 변위(displacement), 입자속도(particle velocity), 가속도(acceleration)의 3성분과 주파수(frequency) 로 표시된다. 이러한 지반진동을 단순진동(simple harmonic motion)으로 볼 경우, 최대진폭에서의 변위, 속도, 가속도 사이에는 다음 식이 성립한다. (Duval & Fogelson)

$$D = \frac{V}{2\pi f}, \quad V = 2\pi fD \quad (\text{식 4.1})$$

$$V = \frac{A}{2\pi f}, \quad A = 2\pi fV \quad (\text{식 4.2})$$

$$f = \frac{1}{T}, \quad W = 2\pi f \quad (\text{식 4.3})$$

윗 식에서, f : 진동주파수, T : 주기, W : 각속도 (angular velocity) 이다.

따라서 지반진동이 각각 변위, 속도, 가속도 등으로 표시되었을 때 이들 상호간의 관계는 식 (4.1), (4.2) 에 의하여 변환시킬 수 있으며, 진동의 표시단위는 아래 표와 같다.

< 진동의 표시단위 >

요 소	표 시 단 위
변 위(D)	mm, μ, inch
속 도(V)	cm/sec, kine, in/sec
가속도(A)	G (1G = 1,000gal), cm/sec ² , *gal(1gal = 1cm/sec ²)

* 진동주파수(f) : cycle/se (c.p.s), Hz

1962년 Duvall & Fogelson은 미광무국(USBM)의 지원아래 지상구조물의 피해에 대하여 연구를 하였는데, 진동속도가 구조물의 피해정도와 가장 깊은 상관관계를 갖는다고 결론지었다. 또한 유럽, 캐나다 등 여러나라의 연구결과도 주파수가 10~100Hz의 진동에서 구조물의 피해정도는 발파진동속도에 비례한다고 보고 있어 발파진동의 규제기준을 진동 속도로 하는 것이 적당하다고 보는 견해가 일반적이다.

서울, 부산지하철의 적용기준과 Dupon사와 미광무국 (USBM) 이 제안한 허용발파진동치는 다음과 같다.

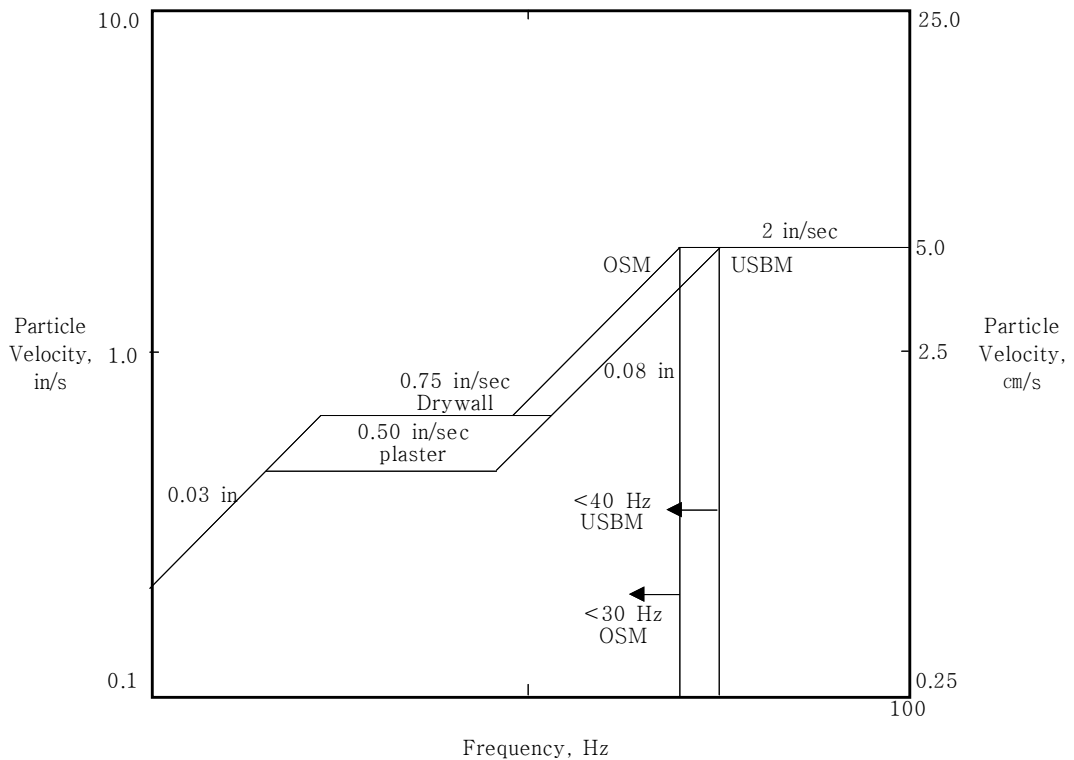
< 서울, 부산지하철 적용기준 (서독 VORNORM DIN 4150 TEIL 3 기준) >

구 분	I	II	III	IV
건 물 구 분	문화제	주택, 아파트 (실금이 나타나 있는 상태)	상가 (금이 없는 상태)	철근 콘크리트 빌딩 및 공장
건물기초에서의 허 용 치	0.2cm/s	0.5cm/s	1.0cm/s	1~4.0cm/s

< 최대입자속도와 피해수준 (by, Dupon) >

최대입자속도(cm/sec)	피 해 정 도
30.5	터널암반의 낙석 유발
19.3	회벽에 커다란 피해
13.7	회벽이 갈라지기 시작
7.6	밀폐지역 발과의 규제치
5.0	미광무국이 추천하는 안전한계

< USBM과 OSM에서 제안한 발파진동 안전수준 >



4.9.4. 인체에 미치는 영향

동일 진동치라 하더라도 주파수가 높을수록, 인체의 고유진동수(4~8Hz)에 가까운 주파수의 진동에 대해서는 훨씬 민감한 반응을 보이게 된다. Dieckmann 은 인체감각을 표9-4와 같이 K치로 수식화하고, 이 K치에 따른 인체의 감응정도를 DIN 4025 에서는 다음과 같이 분류하고 있다.

< Dieckmann식 >

상 하 진 동		수 평 진 동	
진동수, f (cm/sec)	K 치	진동수, f (cm/sec)	K 치
5 이하	9.8 Af ²	~ 2	9.8 Af ²
5 ~ 40	49.2 Af	2 ~ 25	49.2 Af
40 이상	1,968.5 A	25 ~	1,968.5 A

< K치의 분류 (서독 VORNORM DIN 4025 기준) >

K 치	분 류	일에 대한 영향
0.1 이하	느낌한계	영향없음
0.1~0.3	겨우느낌, 불쾌하지 않음	영향없음
0.3~1.0	쉽게 느낌, 1시간 이상 지속시 불쾌	영향없음
0.1~3.0	강하게 느낌, 1시간이상	영향있음, 작업은 가능
3.0~10.0	불쾌, 1시간 이하이면 참을 수 있으나 그이상은 불쾌	매우크게 영향있음, 작업가능
10.0~13.0	매우 불쾌, 10분 이상 참을수 없음	겨우가능
30.0~100.0	극도로 불쾌, 1분이상 참을수 없음	불가능
100.0 이상	참을 수 없음	불가능

4.9.5. 소음영향

우리 주변에는 각종 소음 및 일상적인 소리에 둘러 싸여 있으며 이들에 대한 종류와 크기는 다음 표와 같다.

< 소음과 크기에따른 대상의 크기 >

소 음(dB)	크 기
30	스튜디오
40	라디오가 없는 주택(평균), 시내심야
50	라디오가 있는 주택(평균), 조용한 사무실
60	시끄러운 사무실
70	백화점
80	공 장 (평균치)
90	지하철 역구내
100	전차통과중 가드레일 아래
110	-
120	-
130	젯트엔진열 (고막이 터짐)

< 관리기준치 >

측정 항목	안전/위험의 판정 기준치	판 정 법			
		지표(관리기준)	위험	주의	안 전
측압 (토압, 측압)	설계시에 이용한 토압 (지표면에서 단계근입깊이)	$F_1 = \frac{\text{설계시 이용한 토압}}{\text{실측(예측)에 의한 토압}}$	$F_1 < 0.8$	$0.8 < F_1 < 1.2$	$F_1 > 1.2$
벽체 변형	설계시의 추정치	$F_2 = \frac{\text{설계시의 추정치}}{\text{실측(예측)의 변형량}}$	$F_2 < 0.8$	$0.8 < F_2 < 1.2$	$F_2 > 1.2$
토류벽 내응력	철근의 허용인장응력	$F_3 = \frac{\text{철근의 허용인장응력}}{\text{실측(예측)의 인장응력}}$	$F_3 < 0.8$	$0.8 < F_3 < 1.2$	$F_3 > 1.2$
	토류벽의 허용휨모멘트	$F_4 = \frac{\text{허용 휨모멘트}}{\text{실측(예측)에 의한 휨모멘트}}$	$F_4 < 0.8$	$0.8 < F_4 < 1.2$	$F_4 > 1.2$
STRUT 축력	부재의 허용축력	$F_5 = \frac{\text{설계시 이용한 토압}}{\text{실측(예측)에 의한 측압}}$	$F_5 < 0.8$	$0.8 < F_5 < 1.2$	$F_5 > 1.2$
굴착 저면 heaving	T.W.Lambe에 의한 허용 heaving량		실측결과가 위험영역에 plot될 때	실측결과가 주위 영역에 plot되는 경우	실측결과가 안전영역에 plot될 때
침하량	각 현장마다 허용치를결정	각 현장상황에 맞는 허용 침하량을 지정하고, 그 허용침하량을 넘으면 위험 또는 주의 신호로 지정한다.			
부등 침하량	건물의 허용 부등 침하량	기둥 간격에 따른 부등침하량의 비	1/300이상	1/300 ~1/500	1/500이하