

표준과업내용서 관리지침
(연약지반 침하안정관리 용역)

2023. 07. 31

| 운용부서 | 담당자 | 전화번호 |
|------------|--------|--------------|
| LH품질시험인정센터 | 차장 김영민 | 042-866-8725 |

표준과업내용서 관리지침 (연약지반 침하안정관리 용역) 개정(안)


1. 개정이유

「지침의 존속기한 설정에 관한 기준」 제5조에 따라 동 지침의 재검토 기한을 연장하고자 함

2. 주요골자

가. 지침담당부서 변경(단지기술처→LH품질시험인정센터)

나. 재검토기한 연장(2022.05.31. → 2026.07.31.)

| | | | |
|---|---|------|-------------|
|  | 표준과업내용서 관리지침 (연약지반 침하안정관리 용역) | 지침번호 | 제3008호 |
| | | 시행일 | 2023.07.31. |
| | | 담당부서 | LH품질시험인정센터 |
| | | 담당자 | 차장 김영민 |

| 개정연번 | 개정일자 | 지침번호 | 주요내용 및 개정사유 |
|-------|------------|--------|---|
| 제정 | 2013.12.27 | 제972호 | 연약지반 침하안정관리 용역의 표준과업내용서를 제정하여 발주업무의 효율성을 제고하고, 용역 운영 및 관리의 체계화 도모 |
| 1차 개정 | 2016.05.31 | 제1443호 | 지침운용부서명, 관리자 변경 및 재검토기한 연장 |
| 2차 개정 | 2016.12.12 | 제1524호 | 합리적인 계측빈도 수립 등 |
| 3차 개정 | 2017.09.27 | 제1672호 | 지침명 변경 |
| 4차 개정 | 2019.04.17 | 제2019호 | 재검토기한 연장 |
| 5차 개정 | 2023.07.26 | 제3008호 | 재검토기한 연장 |

- 목 차 -

제1조 목 적

제2조 적용범위

제3조 적용방법

제4조 보 칙

부 칙

표준과업내용서 관리지침

(연약지반 침하안정관리 용역)

1. 목 적

이 표준과업내용서 관리지침(이하 “지침”이라 한다)은 한국토지주택공사(“이하 LH”라 한다)에서 시행하는 연약지반 침하안정관리 용역에 대한 표준과업내용을 정하여 발주 업무의 효율성을 제고하고, 용역의 체계적인 운영 및 관리를 목적으로 한다.

2. 적용범위

- 1) 이 지침은 LH에서 시행하는 연약지반 침하안정관리 용역의 과업수행범위 및 성과물 제출 등과 관련하여 적용한다.
- 2) 모든 과업은 이 지침에 따라 수행하고, 이에 정하지 아니한 사항은 관계 법령에 따라 LH와 계약상대자가 협의하여 수행한다.

3. 적용방법

- 1) 지침은 연약지반 침하안정관리 용역의 일반적인 과업에 기준한 것이며, 지구별 특성에 적합하게 추가·수정·편집하여 적용하여야 한다.
- 2) 지침 적용에 있어 관련법규의 개정 및 기타 기준변경 등의 사유로 지침의 변경사항이 있는 경우에는 개정 또는 변경된 기준에 의한다.

4. 보 칙

1) 재검토기한

「지침의 존속기한 설정에 관한 기준」에 따라 이 지침 시행 후의 법령이나 사규, 현실 여건의 변화 등을 검토하여 이 지침의 폐지, 개정 등의 조치를 취하여야 하는 기한은 2026년 7월 31일까지로 한다.

2) 첨부물

(별첨) 표준과업내용서

부 칙(2013.12.27 제정)

1. 시행일

이 내용서는 2013년 12월 27일부터 시행한다.

2. 경과규정

이 내용서 시행일 이전 계약체결 한 용역은 종전 계약내용을 적용한다. 단, 기존 시행된

용역의 원활한 수행을 위하여 필요한 경우 이 내용서를 적용하여 과업수행 할 수 있다.

부 칙(2016.05.31 개정)

1. 시행일

이 내용서는 2016년 5월 31일부터 시행한다.

부 칙(2016.12.12 개정)

1. 시행일

이 내용서는 2016년 12월 12일부터 시행한다.

2. 경과규정

이 내용서 시행일 이전 계약체결 한 용역은 종전 계약내용을 적용한다. 단, 기존 시행된 용역의 원활한 수행을 위하여 필요한 경우 이 내용서를 적용하여 과업수행 할 수 있다.

부 칙(2017.9.27 개정)

1. 시행일

이 지침은 2017년 9월 27일부터 시행한다.

2. 경과규정

이 내용서 시행일 이전 계약체결 한 용역은 종전 계약내용을 적용한다. 단, 기존 시행된 용역의 원활한 수행을 위하여 필요한 경우 이 내용서를 적용하여 과업수행 할 수 있다.

부 칙(2019.04.17 개정)

1. 시행일

이 지침은 2019년 4월 17일부터 시행한다.

부 칙(2023.7.26 개정)

1. 시행일

이 지침은 2023년 7월 31일부터 시행한다.

2. 경과규정

이 내용서 시행일 이전 계약체결 한 용역은 종전 계약내용을 적용한다. 단, 기존 시행된 용역의 원활한 수행을 위하여 필요한 경우 이 내용서를 적용하여 과업수행 할 수 있다.

[별첨] 표준과업내용서

○○지구○○사업 연약지반 침하안정관리 용역

과업내용서

20 년 월

목 차

| | |
|---------------------|----|
| I. 과업개요 | 1 |
| 1. 용역명 | 2 |
| 2. 위치 | 2 |
| 3. 규모 | 2 |
| 4. 과업목적 | 2 |
| 5. 과업수행기간 | 2 |
| 6. 과업내용 | 2 |
| II. 일반사항 | 5 |
| 1. 용어의 정의 | 6 |
| 2. 과업의 수행범위 | 6 |
| 3. 과업의 착수 | 7 |
| 4. 과업수행자의 구성 및 자격기준 | 7 |
| 5. 과업수행자의 근무지침 | 8 |
| 6. 과업수행자의 책임과 의무 | 8 |
| 7. 보고사항 | 9 |
| 8. 과업내용의 변경 | 11 |
| 9. 보안사항 | 11 |
| 10. 기타사항 | 11 |
| III. 세부과업내용 | 12 |
| 1. 적용범위 | 13 |
| 2. 과업의 수행 순서 | 13 |
| 3. 침하판 설치 및 토질조사 위치 | 13 |
| 4. 토질조사 | 14 |
| 5. 계측기 선정 및 설치기준 | 18 |
| 6. 계측기 배치기준 | 23 |
| 7. 계측기 측정기준 | 24 |
| 8. 계측빈도 | 26 |
| 9. 계측데이터 분석 | 27 |
| 10. 성토시공 관리 | 30 |

별지서식-1 보안각서(수급인용)

별지서식-2 보안각서(용역참여자용)

I . 과 업 개 요

I. 과업개요

1. 용역명 : ○○지구○○사업 연약지반 침하안정관리 용역

2. 위 치 :

3. 규 모 : 면적 천m² (연약지반 천m²)

4. 과업목적

가. 대규모 연약지반상 도로 및 단지 조성사업의 공사시 지반 처리공에 대한 침하
계측, 분석 및 환류를 통하여 계획공기내에 설계상 허용잔류침하량 이내로
침하가 완료될 수 있도록 관리하고, 아울러 공사준공 후 잔류침하량에 대한
안전성 보장

나. 도로 및 단지 조성사업내 성토에 의한 주변지역의 측방유동 방지와 단계성토시의
지반파괴 방지 및 지하매설물 터파기시 활동파괴 방지 등을 위한 기술적 안정관리

다. 기타 연약지반상 도로 및 단지 조성사업에 따른 제반 문제점에 대한 대책수립

5. 과업수행 기간 : 착수일로부터 ○○개월

6. 과업내용

가. 계측기 설치

- 1) 계측기 매설 보링 : 공
 점토 : m, 모래 : m, 자갈 : m, 연암 : m
- 2) 지표면 침하관 : 개소
- 3) 지하수위계 : 개소
- 4) 층별침하계 : 개소
- 5) 간극수압계 : 개소
- 6) 경 사 계 : 개소
- 7) 지구외 지하수위계 : 개소
- 8) 계측기 보호휀스 : 개소

나. 계측기 관측 및 측정

- 1) 지표면 침하관 : 회
- 2) 지하수위계 : 회
- 3) 층별침하계 : 회
- 4) 간극수압계 : 회
- 5) 경 사 계 : 회
- 6) 지구의 지하수위계 : 회

다. 계측기 정리 및 분석

- 1) 지표면 침하관 : 회
- 2) 지하수위계 : 회
- 3) 층별침하계 : 회
- 4) 간극수압계 : 회
- 5) 경 사 계 : 회
- 6) 지구의 지하수위계 : 회

라. 재해석 수량 : 단면

마. 보고서 작성

- 1) 월간보고서 : 회
- 2) 완료단계 보고서 : 회
- 3) 최종 보고서 : 회
- 4) 기타 착수보고서, 수시보고서 등

바. 상주일수(연약지반업무 수행지침에 따라 작성)

- 1) 사업책임기술자 : 일
- 2) 분석 및 전산처리 책임기술자 : 일
- 3) 전산처리담당 참여기술자 : 일
- 4) 측량 및 계측담당 참여기술자 : 일

사. 토질조사

- 1) 보링조사(NX 규격) : 공
점토 : m, 모래 : m, 자갈 : m
- 2) 피에조콘관입시험 : 공, 심도 m
- 3) 자연시료 채취 : 개
- 4) 표준관입시험 : 회
- 5) 기준점 측량 : 점
- 6) 실내시험
 - 가) 물리시험 : 회
 - 나) 압밀시험 : 회
 - 다) 일축압축시험 : 회
 - 라) 삼축압축시험(UU) : 회

아. 가설사무소(도급자 사무소) 및 가설창고 1식

Ⅱ. 일반 사항

※ 일반사항에 포함할 사항

- 과업의 수행범위 및 추진계획 등에 관한 사항
- 과업수행자의 구성, 자격기준 등에 관한 사항
- 과업수행자의 근무지침, 책임 및 의무 등에 관한 사항
- 과업수행에 따른 각종 보고 및 성과품에 관한 사항
- 과업수행과 관련한 감독자 지시, 통보 등의 절차 및 방법에 관한 사항
- 기타 업무수행 관련 사항(설계변경, 보안 등)

II. 일반사항

1. 용어의 정의

가. 발주자

“발주자”란 해당용역의 시행주체인 LH를 나타내며 수급인에 대한 계약당사자를 의미하고, 『건설기술관리법』 제2조 제5호의 “발주청”의 지위를 갖는다.

나. 수급인

“수급인”이란 LH 『용역계약일반조건』 제3조 제1호의 “계약상대자”를 말한다.

다. 감독자

“감독자”란 수급인이 과업수행을 원활히 진행할 수 있도록 지휘·감독할 수 있는 자로서 LH가 임명·통보한 직원을 말한다.

라. 과업수행자

“과업수행자”란 토질 및 기초분야에 관한 전문지식을 가지고 본 용역을 수행하는 자로서 과업의 착수시 선임된 자를 말한다.

2. 과업의 수행범위

가. 본 침하안정관리 용역의 적정수행을 위하여 도로 및 단지 조성사업 공사의 연약지반 처리 설계 및 공정계획의 적정성 검토

나. 도로 및 단지 조성사업 공사의 공정계획을 고려한 세부시행계획 작성

다. 계측기 설치 및 측정

라. 침하안정 계측결과에 대한 분석 및 환류로 도로 및 단지 조성사업 공사의 설계기준에 부합되는 침하 및 안정관리

마. 프리로딩의 제거시기 결정

바. 계측결과 지반의 이상징후 발생시 원인분석 및 대책수립

사. 연약지반 관련 공사비절감, 공법개선 및 공사의 질적향상을 위한 사항 검토

아. 연약지반 관련 설계변경 요인 발생시 설계변경 검토 및 대안제시

자. 계측 및 분석에 관한 제반 보고서 작성

차. 본 과업내용서에 명시되지 않은 사항이라도 과업목적의 성실한 달성을 위하여 필요한 사항(감독자와 협의·조정)

3. 과업의 착수

- 가. 수급인은 연약지반처리공사의 착공과 동시에 과업을 착수하여야 하고, 착수보고서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 단, 현장여건에 따라 조정이 필요한 경우 발주자의 승인을 득하여 용역기간을 조정할 수 있다.
- 나. 착수보고서에는 과업수행자의 인력 및 구성, 과업수행자의 상주여부, 계측 및 분석계획, 공정계획 등 본 과업 전반의 세부추진 계획이 포함되어야 한다.

4. 과업수행자의 구성 및 자격기준

- 가. 본용역의 과업수행자는 사업수행능력 평가시 제출된 참여기술자에 따라 다음과 같이 구성되어야 한다.



- 나. 사업책임기술자는 토질 및 기초분야 기술자로서 연약지반에 관한 조사, 시험, 설계 및 침하안정관리 분야에서 고급 지식과 경험을 가진 특급기술자 이상의 자격 소지자여야 한다.
- 다. 분석 및 전산처리 책임기술자는 토질 및 기초분야 기술자로서 연약지반의 조사, 시험, 설계, 침하안정관리 분야, 계측데이터 전산처리 및 계측 분야에 풍부한 지식과 경험을 가진 고급기술자 이상의 자격 소지자여야 한다.
- 라. 전산처리담당 참여기술자는 토질 및 기초분야 기술자로서 계측데이터 전산처리 및 계측 분야에 풍부한 지식과 경험을 가진 중급기술자 이상의 자격 소지자여야 한다.
- 마. 측량 및 계측담당 참여기술자는 토질 및 기초분야 기술자로서 측량 계측장비의 사용에 풍부한 지식과 경험을 가진 초급기술자 이상의 자격 소지자여야 한다.

5. 과업수행자의 근무지침

- 가. 사업책임기술자(상주/비상주)는 과업을 총괄하여 수행하여야 한다.
- 나. 수급인은 분석 및 전산처리 책임기술자(1명, 상주/비상주), 전산처리담당 참여 기술자(1명, 상주), 측량 및 계측담당 참여기술자(1명, 상주)에 대하여는 제4항 자격기준에 명시된 기술자로 선임 및 상주시켜야 하며, 감독자의 승인 없이 현장을 이탈 할 수 없다.
- 다. 수급인은 지반조사 표준품셈에 의거해 산정된 상주일수 범위 내에서 상주 기술자 배치계획에 대한 감독자 승인 후 상주기술자를 배치하여야 하며, 상주일수 기산 시점은 실제 각 기술자의 계측업무 시작시점의 감독자 승인 후 부터로, 현장에 출근부를 비치하여 매일 출근여부를 기록하여 상주인원 인건비를 정산 하여야 한다.(단, 상주기술자 배치계획은 과업기간내에서 계약된 상주일수 및 현장여건 등을 고려하여 감독자의 승인 후 조정 가능)
- 라. 수급인은 착수보고시 제출된 과업수행 인력을 교체하고자 할 때에는 동등 또는 그 이상의 능력을 가진 자를 감독자의 사전 승인을 얻어 배치하여야 하며, 선·후임을 15일 이상 중복 근무토록하여 과업수행에 지장이 없도록 하여야 한다.
- 마. “가”, “나”항 이외의 보조기술자는 본 용역 및 조성공사의 진행에 따른 업무량에 따라 본 용역을 원활하게 수행하는데 지장이 없도록 필요한 인력을 감독자와 협의하여 현장에 투입시켜야 한다.

6. 과업수행자의 책임과 의무

- 가. 과업수행자는 연약지반 처리 및 재하성토에 따른 지반 거동을 계측 분석하여 시공에 환류함으로써 계획된 공기내에 가장 안정적이고 경제적으로 조성공사 설계 기준에 부합되는 지반처리가 되도록 관리할 책임과 의무가 있으며, 수급인의 고의 또는 업무 과실로 인하여 공사중 또는 준공후 연약지반 처리와 관련된 문제점이 발생할 경우 그에 상응하는 책임을 져야 한다.
- 나. 과업수행자는 본 용역의 과업내용서, 세부추진계획서, 공사시방서 및 설계도서, 용역 및 공사의 예정공정, 감독자의 지시사항 등 제반사항의 숙지 및 제시방 및 규정대로 시공과 계측 및 분석이 시행되는가를 철저히 확인하여 엄격한 품질관리가 이루어지도록 하여야 하며, 제시방 규정 및 설계내용대로 시공되지 않아 당초 설계와 상이한 연약지반처리가 예상될 경우 이에 대한 문제점과 대책을 사전에 감독자에게 제시하여야 한다.

다. 과업수행자의 기술적인 검토소홀, 불성실한 과업수행, 고의, 중대한 과실 등으로 인하여 그 제시내용이 잘못되어 공사시행 중 또는 공사준공 후 중대한 차질을 초래하였을 때는 수급인이 그 책임을 진다. 이때 우리공사는 과업수행자 및 수급인에 대한 제재를 관계부처에 요청할 수 있다.

라. 과업수행자는 감독자가 요구하는 기술적 사항에 대하여 검토 후 의견을 제시하고, 지시된 사항의 이행현황 및 실적을 보고하여야 한다.

마. 과업수행자는 조성공사시 발생하는 문제점, 분쟁 등의 해결에 적극 협조하여야 한다.

7. 보고사항

가. 과업수행자가 감독자에게 제출하여야 할 사항

1) 착수보고서 : 부

- 가) 과업수행 인원의 배치계획
- 나) 근무일정계획
- 다) 침하안정관리용역 세부추진 계획서
- 라) 계측 데이터 분석 프로그램 등

2) 업무일지

- 가) 기술자문 및 분석내용
- 나) 과업수행내용
- 다) 공사상 문제점 및 대책검토내용 등

3) 월간보고서 : 부

- 가) 개별작업의 설명을 포함한 공정현황
- 나) 월간 업무의 주요사항
- 다) 매월 측정자료를 검토 분석한 내용 및 전산화된 누계 계측데이터
- 라) 성토에 따른 문제점 발생 여부 및 검토사항
- 마) 각 단위관리지역별 완료단계 해석 및 재해석 결과 등

4) 수시보고서 : 부

- 가) 발주자로부터 별도 보고의 지시가 있는 경우
- 나) 천재지변 등의 사고로 용역이 중단된 경우

- 다) 예정된 용역일정에 비해 현저히 부진하게 진행되고 있는 경우
- 라) 실시공정에 이상현상이 발생할 경우
- 마) 지반거동에 이상현상이 발생할 경우
- 바) 기타 시공과 관련하여 중요하다고 인정되는 경우

5) 완료단계 보고서, 최종 종합보고서 : 각 부

- 가) 월간 및 연말 보고 내용
- 나) 현장조사 및 실내시험 결과 분석
- 다) 연약지반처리 추진내용 분석
- 라) 계측결과 분석내용 및 재해석 결과
- 마) 향후 예상되는 문제점(건축하중 및 교통하중에 의한 추가침하 등)
- 바) 피에조콘관입시험 해석 결과
- 사) 설계 및 계측의 문제점 도출
- 아) 기타 필요한 사항

6) 사진첩 : 부

7) 용역수행 동영상 저장장치 : 1식

8) 수정안된 계측 데이터와 수정된 계측데이터가 수록된 CD 및 출력자료 : 부

나. 과업수행자가 기록, 유지해야 할 사항

- 1) 업무일지
- 2) 공정표
- 3) 지시부
- 4) 각종 토질조사 및 시험성과에 대한 내용
- 5) 시공계획의 검토내용
- 6) 공법검토 등 기술적 검토사항
- 7) 계측에 따른 자문 의견서
- 8) 상주기술자 출근부
- 9) 기타 계측과 관련된 서류 및 기록

다. 보고절차

제반 보고서류 및 공사(도로 및 단지 조성사업) 시공자와의 협의사항은 반드시 감독자를 경유하여야 한다.

8. 과업내용의 변경

- 가. 과업량, 과업내용, 과업수행기간 등 과업범위가 변경된 경우
- 나. 토질조사 및 계측기 매설 보링 결과에 따른 보링수량 및 계측자재 수량 정산
- 다. 계측물량 및 분석물량의 증감에 따른 정산이 필요한 경우
- 라. 현장 상주기술자의 상주일수 증감에 따른 정산이 필요한 경우
- 마. 물가변동에 따른 계약금액 조정이 필요한 경우
- 바. 발주자의 승인 하에 중요(현장발생)사항에 대한 추가적인 해석 및 보고서 집필이 필요한 경우(제반 토질조사 및 계측 등의 자료를 참고한 견해를 보고서로 작성하는 것으로 고도의 전문기술이 필요한 사항)
- 사. 기타 감독자가 필요하다고 인정한 경우

9. 보안사항

- 가. 수급인 대표자는 별지서식1 양식에 의거 보안각서를 제출하고, 과업수행자에 대한 보안각서는 별지서식2 양식에 의거 수급인 대표자의 책임하에 징구 제출하여야 한다.
- 나. 월간 및 최종보고서 등 용역 성과물은 감독자와 협의하여 내용의 중요도에 따라 필요할 경우 비밀 또는 대외비로 분류 관리하여야 한다.
- 다. 모든 성과품은 수급인이 소유 또는 임의로 복사하거나 외부로 유출할 수 없다.
- 라. 수급인은 기타 보안상 결함이 없도록 하여야 하며, 보안사항 불이행으로 발생되는 모든 책임은 수급인이 져야 한다.

10. 기타사항

- 가. 수급인은 감독자와 협의하여 현장사무실(면적 50㎡) 및 가설창고(면적 40㎡)을 건축하여야 한다.
- 나. 현장사업소의 상황판, 안내시설물, 유도간판 등은 감독자 지시에 따라 설치하여야 하며 이에 소요된 비용은 정산 처리 한다.
- 다. 수급인은 감독자와 협의하여 계측기록을 영구보관 하도록 관리하고, 지자체에 시설물 인계시, 민원인의 자료 요구시 및 준공 후 문제점 발생시 근거자료로 활용할 수 있도록 조치하여야 한다.
- 라. 본 과업지시 이외의 사항은 관계 법령, 우리공사의 관련규정 및 국토교통부 제정 각종 지방서에 의거 감독자와 협의하여 수행하여야 한다.

Ⅲ. 세부과업내용

※ 세부과업내용에 포함할 사항

- 당해 사업지구의 과업수행순서에 관한 세부사항
- 토질조사에 관한 세부사항
- 계측기 선정 및 설치 관련 세부사항
- 계측수행 관련 세부사항
- 계측데이터의 분석(침하 및 안정관리) 관련 세부사항
- 기타 감독자 협의사항

Ⅲ. 세부과업내용

1. 적용범위

가. 본 과업내용서는 ○○지구○○사업 연약지반 침하안정관리 용역의 계측기기 설치 및 계측, 시험, 분석 등과 관련한 제반조건 및 특별한 사항 등의 세부 내용을 규정한다.

나. 본 용역과 관련된 우리공사의 제 규정은 본 과업내용서의 일부로 간주한다.

다. 본 과업내용서 및 설계도서에 명시되지 않은 사항은 국토교통부 제정 관련 지방서를 적용한다.

2. 과업의 수행 순서

가. 표토제거(도로 및 단지 조성사업 공사)

나. PP MAT, SAND MAT 및 PET MAT 포설(도로 및 단지 조성사업 공사)

다. 연직배수재 타설(도로 및 단지 조성사업 공사)

라. 계측기 매설지점 및 완료단계 토질조사 지점에 대한 위치 측량

마. 계측기 매설 및 초기치 측정

바. 재하성토(도로 및 단지 조성사업 공사)

사. 계측 및 분석

아. 완료단계 재해석에 의한 시공 환류

3. 침하판 설치 및 토질조사 위치

가. 재하성토에 의한 지반 침하량을 측정하기 위하여 침하판은 SAND MAT와 연직배수재 타설 직후에 매설하여야 하며, 매설직후 위치에 대한 좌표 및 초기치를 측정하여야 한다.

나. 재하성토 후 완료단계 토질조사를 위하여 조사위치를 먼저 결정한 후, 그 위치에 대한 측량을 실시하고 좌표로서 산출한 후 이 측량 성과를 이용하여 완료단계 토질조사를 기 계획(설계도면 참조)된 동일 위치에서 실시할 수 있도록 조치하여야 한다.

4. 토질조사

가. 토질조사의 목적

1) 계측기 매설시 토질조사

조사설계 보링, 계측기 매설보링 및 실내시험 결과를 종합분석하여 침하안정관리 지역별로 토층을 구분하고 각 토층에 대한 토질정수를 결정하여 계측분석의 기초자료로 활용하기 위한 것으로, 본 용역에서는 단지개발사업 조사설계용역시 시행한 토질조사(사전단계) 결과를 활용한다(필요시 토질조사 추가 시행).

- 가) 계측기 설치심도 및 수량 결정
- 나) 연약지반처리 설계의 적정성 검토
- 다) 원지반의 강도특성을 분석하여 1회 포설두께와 성토속도 및 한계성토고 결정

2) 확인단계 토질조사(단계별 성토시)

단계별 성토에 따른 강도증가를 확인하여 다음단계 성토를 위한 기초자료로 활용하기 위한 것으로, 단계 성토 후 시행한다.

3) 완료단계 토질조사

침하안정관리지역에 대해서 최종성토가 완료된 후 계측분석 결과 잔류침하량이 허용잔류침하량에 도달할 때 시행한다.

- 가) 토질조사 및 실내시험 결과에 의한 압밀 완료 여부를 확인하고 침하 계측분석 결과와 비교 검토
- 나) 압밀 완료후 지반의 강도 증가 확인
- 다) 재해석에 의한 최종 장래침하량 및 잔류침하량 추정, 추가성토 필요 유무, 재하성토 제거시기, 지하매설물 착수시기, 토지이용 가능시기 등을 결정

나. 토질조사의 단계 및 내용

| 항 목 | 단위 | 단 계 별 수 량 | | | 계 |
|----------|----|-----------|------|------|---|
| | | 계측기 매설시 | 확인단계 | 완료단계 | |
| 토질조사 | 공 | | | | |
| 피에조콘관입시험 | 공 | | | | |
| 표준관입시험 | 회 | | | | |
| 자연시료채취 | 개 | | | | |

다. 토질조사의 시기

- 1) 계측기매설 보링 : 지구의 지하수위계, 경사계, 층별침하계 계측기 매설시에 실시
- 2) 확인단계 토질조사 : 단계별 성토 후
- 3) 완료단계 토질조사 : 최종성토 완료 후 잔류침하량이 허용잔류침하량 도달시 실시
- 4) 토질조사 시기의 변경이 필요한 경우에는 감독자의 사전승인을 받아 변경할 수 있다.

라. 토질조사의 기준

- 1) 토질조사의 위치 : 설계도면상에 표시한 위치에서 실시하여야 한다.

| 보링조사 인접위치 | 좌 표 | |
|-----------|-----|---|
| | X | Y |
| BP-1 | | |
| . | | |
| . | | |
| . | | |
| . | | |
| . | | |

2) 보링조사

가) 토질조사 장비

시추장비는 케이싱이 1°이내의 수직도를 유지할 수 있는 장비를 사용하여야 하며, 장비의 성능에 대하여 감독자의 사전승인을 받은 후 조사를 실시하여야 한다.

나) 보링기준

- ① 보링 굴진시 받드시 전 심도에 케이싱을 설치하여야 하며 보링 규격은 NX이상이어야 한다.
- ② 케이싱은 감독자의 지시가 있을 때까지 빼어서는 아니되며, 지하수위는 72시간 경과 후 측정하여야 한다.

다) 표준관입시험

- ① 표준관입시험은 KS F 2307에 규정한 시험방법에 따라 실시하고, 자연시료 채취시에는 시료의 교란을 방지하기 위하여 자연시료 채취심도 상부 3m에서는 표준관입시험을 실시하지 않고 자연시료 채취가 끝난후 바로 하부에서 표준관입시험을 실시한다.
- ② 케이싱은 시료를 채취할 깊이보다 더 깊이 압입하여서는 아니되며, 채취된 흐트러진 시료는 함수비의 변화가 없도록 전량 밀폐된 용기속에 보관하여 함수량을 측정할 수 있도록 한다.
- ③ 도급자는 채취된 흐트러진 시료를 투명한 용기에 보관하고 보링번호, 일자, 채취심도, 타격회수(예비타 포함) 및 토질분류 등을 기재한다.

라) 자연시료채취

- ① 자연시료의 채취용 Thin Wall Tube의 규격은 D=75mm 이상이어야 한다.
- ② 자연시료 채취빈도는 설계서에서 제시된 공수 만큼이며 채취심도는 조사 설계용역(토질조사)과 동일지점 이어야 한다. 채취빈도 및 심도의 변경은 감독자의 승인을 받아야 한다.
- ③ 시료채취전에는 반드시 보링구멍내를 맑은 물로 세척하여 슬라임이 없도록 하여야 한다.
- ④ 자연시료 채취시 보링 케이싱이 시료 채취심도보다 깊게 설치되어서는 안된다.
- ⑤ 자연시료 채취방법 및 Thin Wall Tube는 KS F 2317 규정에 따른다.
- ⑥ 자연시료 채취기는 Piston Sampler를 사용하여야 하며 변경시는 감독자의 승인을 받아야 한다.
- ⑦ 자연시료는 채취 즉시 양끝을 밀봉하여 함수량의 변화를 방지하여야 하며, 양측을 파라핀으로 밀봉할 때를 제외 하고는 수평을 유지하도록 취급, 보관하여야 한다.
- ⑧ 채취된 시료는 동결 또는 태양의 직사광선을 받지 않는 시원한 곳에 보관하여야 하며, 자연시료의 운반 및 보관시에는 충격과 진동을 주어서는 안되며, 채취와 운반 및 보관중에 시료가 교란되었다고 감독자가 판단할 경우에는 수급자 부담으로 즉시 다시 자연시료를 채취하여야 한다.

3) 피에조콘 관입시험

- 가) 관입심도는 N치 30이상 하부 모래, 자갈층 또는 풍화암층까지이며 중간모래층이 존재할 경우 필히 관입하여 연약 점성토층 전체에 대한 조사가 이루어져야 한다.
- 나) 간극수압 소산시험은 자연시료 채취심도 및 채취빈도와 동일하게 실시하여야 하며, 간극수압 소산시간은 정수압 대비 50%이상 소산이 이루어질 때까지 실시한다.
- 다) 조사장비 및 측정방법은 ASTM D 3441 규정에 따른다.
- 라) 관입전 피에조콘은 완전히 포화되어야 하며 필터는 조사공 1개소당 1개를 사용하여야 하며 재사용할 수 없다.
- 마) 피에조콘조사 결과를 분석하여 지반의 압밀완료여부, 침하계측분석 결과와의 비교검토 내용 및 지반의 강도증가량 등을 파악한 후 감독자에게 보고하여야 한다.

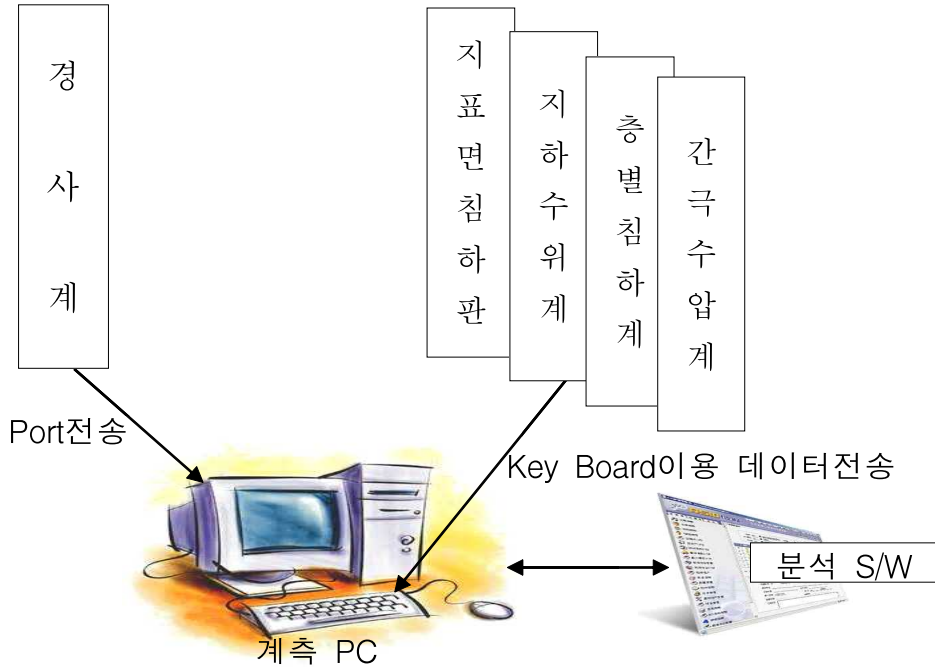
마. 실내시험

- 1) 채취된 표준관입시험시료, 자연시료는 감독자의 승인을 받아 함수비 변화 및 시료 교란을 방지하기 위하여 밀폐보관 및 진동이 없는 상태로 시험실시장소로 운반하여야 하며, 채취 및 운반 과정에 하자가 있는 경우에는 즉시 시료를 재채취 한다.
- 2) 채취된 시료를 시험장소로 운반할 때 해당 보링공의 주상도를 감독자 확인 후 시험장소로 제출하여야 한다.
- 3) 시험성과를 수령한 후 물리적, 역학적 성질을 세밀히 분석하여 그 결과를 감독자에게 제출하고 단계별 토질조사 보고서에 수록하여야 한다.
- 4) 실내시험의 종목과 수량은 다음과 같으며, 채취된 시료는 품질시험전문기관 또는 국제공인시험기관에서 시험을 실시하며, 채취 및 운반 등 제반규정에 대해서는 1), 2), 3)을 따른다.

| 구 분 | 물리시험 (입도, 함수비, 비중, 액성, 소성 시험 등) | 역학시험 | | | 비고 |
|------|------------------------------------|------|------|-----------|----|
| | | 압밀 | 일축압축 | 삼축압축 (UU) | |
| 시험회수 | | | | | |

5. 계측기의 선정 및 설치기준

가. 계측 시스템 개요



나. 계측기의 선정

- 1) 침하 및 안정 관리를 효과적이며 능률적으로 수행하기 위해서 계측기는 KS규격 또는 동등 이상의 제품을 사용하여야 한다.
- 2) 계측기는 설치되기 전에 반드시 성능 및 내구성, 교정검사를 해야 한다.
- 3) 계측기는 현장에서 수리 및 복구가 용이하며 고장발생시 원인규명이 신속하고 명확한 기기를 사용해야 한다.
- 4) 계측기는 설치, 측정 및 유지관리가 용이하고 측정기간 동안의 내구성이 유지되어야 한다.
- 5) 계측기는 계측목적에 적합한 정확도를 가져야 하며 최대 예상변화량 이상의 측정범위를 가져야 한다.
- 6) 계측시스템은 측정의 편리성, 측정빈도, 측정방법, 기기의 호환성 및 경제성 등을 고려하여 구성하여야 한다.
- 7) 계측 및 설치방법 등을 확인하고 계측 시스템의 경제성 등을 검토하여 계측 기기의 형식·치수·용량·정밀도를 최종적으로 결정한다.
- 8) 계측에 관련된 각종 센서 및 제반기기는 필히 사전에 자재 공급원 승인을 받은 후에 구입, 설치하여야 한다.

다. 계측기 설치기준

1) 공통기준

- 가) 계측기 설치를 위한 보링은 케이싱을 전부 설치하여야 한다.
- 나) 보링장비는 지반에 평행하게 설치할 수 있도록 X, Y, Z축으로 1°이내로 조정가능 하여야 하고 보링작업 동안 수직도를 1°이내로 유지하여야 하며, 장비의 성능에 대하여 감독자의 사전 승인을 받아야 한다.
- 다) 계측기 매설위치는 천공전에 3차원 측량을 실시하고 도면에 토질조사 위치, 계측기 설치 위치 등의 측량성과와 위치를 표시하여 감독자의 승인을 받은 후 계측기를 설치하여야 하며, 이 도면과 측량 성과는 훼손되지 않도록 보관, 관리하여야 한다.
- 라) 피에조미터와 지하수위계 설치 공내에 충전하는 모래는 0.08mm체 통과량이 5%이하인 모래를 사용하여야 한다.
- 마) 피에조미터 팁을 싸는 필터의 간극크기 규격은 80 μ m 이하이어야 한다.
- 바) 피에조미터 팁을 싸는 필터에 넣는 모래의 입경은 75 μ m 이상이어야 한다.
- 사) 모래가 필터재로서 공내에 투입되는 계측기기의 상단 1m는 그라우팅시 벤토나이트 시멘트 믹스가 모래로 혼입되는 것을 방지하기 위해 벤토나이트 펠렛으로 충전하여야 하며, 벤토나이트 시멘트의 혼합비율은 주변지반의 강도와 변형계수가 일치되도록 감독자 입회하에 시험배합하여 결정하고 시험배합 결과를 제출하여야 한다.
- 아) 그라우팅 장비는 그라우팅 배출압력이 25kgf/cm²이상인 장비를 사용하여야 하며 장비의 성능에 대하여 감독자의 사전 확인을 받아야 한다.
- 자) 조사설계용역의 토질조사 지질주상도 결과를 참조하여 계측기 설치심도 및 수량을 검토하여 감독자에게 보고하여야 하며, 감독자의 지시에 따라 계측기의 반입과 설치를 하여야 한다. 또한 이에 따라 변경된 수량은 정산 처리 한다.
- 차) 수급인은 실 사용량을 증명하기 위해 자재구매계약서, 실제사용 내역 등 근거서류를 발주자에 제출하여야 한다.
- 카) 각 계측기의 위치, 심도 및 종류별로 일련번호를 부여하고 명찰을 각 계측기에 부착하여 관리하여야 한다.

2) 계측기별 설치기준

가) 지표면 침하판

- ① 현장에 반입된 지표면 침하판은 설치하기 전에 반드시 감독자의 검사를 받은 후 설치하여야 한다.
- ② 침하판은 반드시 성토착수전에 설치하여야 하며 원지반에 소량의 모래 또는 양질의 토사를 원지반에 부설하여 침하판이 수평으로 설치되도록 평평하게 골라주어야 한다.
- ③ 외부보호관과 내부침하봉이 접촉될시에는 파이프의 마찰로 인하여 측정 오차가 발생할 수 있으므로 외부보호관 설치시 내부 침하봉에 간격유지를 위한 스페이서를 설치하여야 하며, 성토가 계획고까지 도달할 때까지 파이프를 동일한 방법으로 계속 연결하여 설치한다.
- ④ 침하봉과 외부보호관은 최종성토 완료시 성토상단 위로 적당히 노출시켜 측정에 지장이 없도록 해야 한다.
- ⑤ 침하판이 설치되면 바로 수준측량에 의해 침하전의 초기치를 측정한 후 반드시 감독자의 확인을 받아 초기치로 사용하여야 한다.
- ⑥ 성토시 침하판이 이동하거나 경사지는 것을 방지하기 위해 침하판 주위에 직경 2m, 높이 1m정도로 조심스럽게 성토하여야 한다.
- ⑦ 침하판마다 일련번호를 표시한 명찰을 반드시 부착하여 침하판 일련번호 혼동으로 인한 측정오류를 방지하여야 한다.

나) 지하수위계

- ① Sand Mat 포설후 지표면 침하판 보호관에 붙여서 철사 또는 청테이프 등으로 고정시켜 설치하며, Sand Mat층에 설치한다.
- ② 피에조미터 팁에 모래주머니를 고정시키고 케이싱을 커플링으로 연결한다.
- ③ 팁이 Pet Mat에 닿도록 삽입시키고 팁 상단에 두께 50cm이상의 모래를 부설하고, 설치가 완료되면 케이싱 상부에 보호마개를 설치한다.
- ④ 설치되는 케이싱의 상단에 케이싱의 총 연결 길이를 기입하여 설치하고 관리하여야 한다.
- ⑤ 지구외에 설치되는 지하수위계는 단지내 성토에 따른 지중응력의 영향이 없는 지역으로 통행에 지장이 없는 곳에 설계 깊이로 보링을 하여 설치하여 모래로 그라우팅을 한다.

다) 층별침하계

- ① 케이싱을 설치하면서 지지층까지 굴진한다.
- ② 천공후 맑은 물로 깨끗하게 세척하여 슬라임을 완전하게 제거하여야 한다.
- ③ 줄자에 원형추를 연결하여 천공심도를 확인한다.
- ④ 최초에 삽입되는 케이싱 단부는 선단캡을 써서 이물질이 케이싱내부에 들어가지 않도록 한다.
- ⑤ 현장 사무실에서 미리 수평변형량과 수직변형량을 고려하여 케이싱과 커플링을 조합하여 천공심도에 맞게 배열한다. 또한 몇 개의 케이싱과 커플링을 Riveting하고 고무테이프로 감아 봉인 처리한후 각각에 대한 번호를 연결된 케이싱에 기입하고 Magnetic 감지소자를 설치계획심도에 부착하여 감독자의 검측을 받은 후, 현장에 반입하여 연결된 케이싱을 번호별로 설치공내에 조립된 케이싱을 그라우팅 호스와 함께 천공홀안에 삽입하여야 하며 연결부에 Riveting과 봉인 처리를 하면서 지지층(기반암)까지 케이싱을 설치를 한다.
- ⑥ Datum Magnet은 하단에, Spider Magnet은 계측지점마다 부착시켜 신축성 있는 줄을 이용하여 상부까지 연결하고 지표면에는 Plate Magnet을 부착한다. 단, Spider Magnetic은 그 지층에서 발생할 수 있는 침하량을 감안하여 Telescopic 커플링 바로 하부에 Spider Magnetic이 설치될 수 있도록 하여야 한다.
- ⑦ 층별침하계 센서 설치 지점까지 케이싱을 제거하고 Spider Magnet에 연결된 줄을 제거시켜 천공홀에 정착되도록 한다.
- ⑧ 케이싱을 제거하면서 그라우팅 호스를 이용, 시멘트 벤토나이트 그라우팅을 하여 지표면(Sand Mat층)까지 불투수층을 형성한다. 이때 벤토나이트와 시멘트의 혼합비율은 주변지반의 강도와 변형계수가 일치 되도록 시험배합을 하여 결정한다. 그라우팅이 양생된 후 침하된 부위에 다시 그라우팅재를 채운다.
- ⑨ 위의⑦,⑧항의 작업을 반복하여 각 지점에 Magnetic 설치 및 그라우팅을 완료한 후 호스를 제거한다.
- ⑩ 초기치를 측정한다.

라) 간극수압계

- ① 간극수압계 Tip을 케이블에 연결한 후 24시간 동안 물에 포화시킨다.
- ② 24시간이 지난 후 초기값을 읽고 기록한다.
- ③ 정해진 설치 위치에 천공을 실시한다.

- ④ 천공한 흠을 세척한다.
- ⑤ 깨끗한 모래를 설치공 내에 깔아준다,
- ⑥ 물속에 담가져있는 간극수압계 팁을 물에 잠겨있는 채로 현장에 운반하여 설치 Package나 Filterbag을 이용하여 설치한다.
- ⑦ 모래로 투수층을 형성시킨다.
- ⑧ 벤토나이트로 차수층을 형성시킨다,
- ⑨ 상부까지 시멘트로 그라우팅을 한다.
- ⑩ 초기치를 측정한다.

마) 경사계

- ① 안정관리 목적에 부합되는 측정방향을 설정하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
- ② 회전수세식으로 보링 내경 116mm이상의 설치공을 지지층까지 천공한다.
- ③ 줄자에 원형추를 연결하여 천공심도를 확인한다.
- ④ 천공 후 맑은 물로 깨끗하게 세척하여 슬라임을 제거하여야 한다.
- ⑤ 최초에 삽입되는 케이싱 단부는 선단캡을 써서 이물질이 케이싱 내부에 들어가지 않도록 한다.
- ⑥ 최초에 사무실에서 미리 수평변형량과 수직변형량을 고려하여 케이싱과 커플링을 조합하여 천공심도에 맞게 배열한다. 또한 몇 개의 케이싱과 커플링을 Riveting하고 고무테이프로 감아 봉인처리한 후 각각에 대하여 번호를 연결된 케이싱에 기입하고 감독자의 검측을 받은 후, 현장에 반입하여 연결된 케이싱을 번호별로 설치공내에 케이싱의 홈의 방향을 맞추어 삽입하여야 하며 연결부에 Riveting과 봉인처리를 하면서 지지층까지 케이싱을 설치한다.
- ⑦ 되메움 재료는 측정관 주위의 토질에 따라 채택한다.
 - 점토층 : 시멘트 벤토나이트용액
 - 실트 섞인 모래층 및 자갈층 : 모래
 - 풍화암층 : 시멘트 그라우팅
- ⑧ 상단부에 마개를 씌우고 계측기 보호웬스를 설치하여 파손을 방지하여야 한다.
- ⑨ 그라우팅재가 양생된 후 침하된 부위에 다시 그라우팅재를 채운다.
- ⑩ 되메움 양생이 완료되면 측정공 주위에 상단면 0.4 × 0.4m, 하단면 1.0 × 1.0m, 깊이 0.3m로 터파기하고 보호용 콘크리트) 타설후에 보호 박스를 깊이 20cm를 콘크리트 속에 삽입시킨 후 양생시켜 계측기 보호박스를 설치한다.
- ⑪ 초기치를 측정한다.

바) 계측기 보호웬스

- ① 계측기의 손상을 방지하기 위해 계측기 설치 완료즉시 보호웬스를 설치한다.
- ② 보호웬스 설치시 계측기를 중심으로 사각형으로 배치하고 각각의 보호웬스는 굵은 철사 등을 이용하여 이동이 되지 않도록 고정하여야 한다.
- ③ 계측기 및 보호웬스의 유지관리책임자는 분석 및 전산처리 책임기술자로 하고, 유지관리 책임자의 소속, 성명, 연락처 등을 명기하여 웬스에 부착 관리한다.

라. 계측기 성능 유지 및 보호의무

- 1) 수급인은 본 과업내용서에 규정된 대로 계측기를 설치한 후 모든 계측기에는 계측기명, 일련번호 등을 표시한 명찰을 반듯이 부착하여 관리함으로써 계측기의 고장, 오동작 등이 없도록 하여야 하며, 불량 계측기가 발생시는 수급인의 부담으로 지체없이 교체하여야 한다.
- 2) 수급인은 계측기기가 차량 및 장비로부터 보호되도록 계측기 주변에 계측기 보호웬스를 설치 유지관리하고, 현장작업자들에게 주지시켜야 하며 계측기 주변 성토시는 담당기술자가 현장에 위치하여 인력 부설하도록 감독하여야 한다. 만약, 수급인의 부주의로 인한 계측기 손상이 발생 할 경우 수급인 부담으로 지체없이 복구하여야 한다.

6. 계측기 배치기준

가. 개요

본 과업의 계측기는 다음기준에 의거 배치하고, 토질조사 결과 추정된 지하지반의 변동 등으로 계측기 설치 지점의 변경이 필요한 경우 감독자의 사전승인을 받아 위치를 변경할 수 있다.

나. 침하 안정관리지역의 결정

- 1) 토지이용계획에 따른 동일 허용잔류침하량 기준과 지반처리 공법의 동일성, 유사성을 기준으로 구분
- 2) 단위관리지역
 - 가) 단독주택 및 근린생활시설 용지 : 허용잔류침하량 5cm
 - 나) 도로(지중관로 및 구조물설치부위 녹지 포함) 및 기타용지 : 허용잔류침하량 10cm
 - 다) 녹지 : 허용잔류침하량 30cm

다. 계측기 설치 간격

- 1) 침하관리지역 : 연약지반처리 세부 Zone별
- 2) 안정관리지역 : 측방변위 및 구조물변위 발생예상지점

라. 계측기 설치 지점별 계측기 종류

- 1) 침하관리지점
 - 가) 집중침하관리지점 : 층별침하계, 지표면침하판, 간극수압계, 지하수위계
 - 나) 침하관리지점 : 지표면침하판, 지하수위계
- 2) 안정관리지점 : 경사계

마. 계측기 설치지점 선정기준

- 1) 지반처리공법의 구분되는 경계지역은 제외
- 2) 공사 시공중, 시공후에도 장기계측을 위하여 계측기 보존이 용이한 지점
- 3) 단위관리지역별 토질 특성을 대표할 수 있는 지점으로 연약층 심도가 깊은곳, 침하량이 크게 예상되는 지점, 토질 정수가 낮은 지점 등 가장 취약한 지점
- 4) 도로부 침하관리지역의 계측기는 지하매설물 위치를 고려하여 장기계측이 용이한 지점

7. 계측기 측정기준

가. 공통기준

- 1) 모든 계측기의 초기치는 감독자의 입회하에 계측을 실시한 후 즉시 정리하여 감독자에게 제출하여야 하며 감독자는 이를 반드시 확인하여야 한다.
- 2) 수준측량은 GPS, 광파기 또는 Level측량기를 이용한 직접수준측량으로 수행하여야 한다. 또한 본 과업수행에 사용할 측량기의 성능에 대하여 감독자의 사전승인을 받아야 한다.
- 3) 설치되는 지표면 침하판, 지하수위계의 설치심도, 초기치 및 단계별 계측치는 측정할 때마다 수준측량을 실시하여야 하며, 모든 계측치는 EL(elevation)으로 표기하여 관리하여야 한다.
- 4) 수급인은 모든 계측데이터를 기록으로 유지 관리하여야 한다.
- 5) 계측치는 감독자에게 제출하여야 하며 그 성과를 인정받은 계측치에 대해서만 계측 결과를 인정하고 그 대가를 지불한다.

나. 지표면 침하판

1) 초기치 및 계측치를 측정하여 감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

2) 수준측량

가) 수급인은 본 과업 착수 즉시 계측기 배치도면을 참고하여 본 사업지구 외곽의 고정지반에 견고하게 부동의 TBM을 설치하고 OO시(OO군)에 소재한 1등 수준점으로부터 1등 수준측량 기준에 맞도록 수준측량을 실시하여 TBM의 표고를 계산하여 본과업의 수준측량 기준점으로 사용하여야 한다.

나) 설치된 TBM을 기준으로 해당 TBM을 이용할 침하판 관리구역을 설정한다.

다) 측정은 TBM과 침하판에 연결된 로드상단 사이의 고저차를 수준측량한다.

라) 침하량은 초기 EL.과 측정 EL.의 차이를 침하량으로 한다.

마) 침하판에 대한 매회의 수준측량은 관리구역 단위로 실시하고 해당 TBM에 폐합시켜 측량의 정밀도를 검정한 후 오차를 보정하여야 하며 계측성과는 측량야장과 침하판관리대장을 정리하여 확인을 받아야 한다.

바) 매회의 측정완료후 시간-침하량관계 그래프에 측정된 침하량을 기입하여 측정이상 유무를 확인하여야 하며, 이상이 발견된 경우에는 즉시 재측정하여 부실측정이 되지 않도록 해야한다.

사) 침하판에 대한 매회 수준측량시 성토상단도 동시에 측량하여 계측데이터의 분석 및 역해석시 활용이 되도록 하여야 한다.

다. 지하수위계

1) 재하성토전 원지반의 초기 지하수위는 지구외 지하수위계 측정결과 또는 매설단계에서 측정한 지하수위를 사용한다.

2) 초기치 및 계측치를 측정하여 감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

3) 지표면 침하판의 침하봉의 Level과 지하수위계의 케이싱 길이를 이용하여 측정치를 EL로 계산하여야 한다.

4) 지구외에 설치된 지하수위계는 케이싱 상단에 대한 수준측량을 일정기간마다 실시하여 케이싱의 침하여부를 확인하여야 한다.

라. 층별침하계

- 1) 측정방법은 Datum Magnetic으로부터 Spider Magnetic, Plate Magnetic 순서로 상대적인 변위를 측정한다.
- 2) 측정단위는 mm단위로 하여야 한다.
- 3) 초기치 및 계측치를 측정하여 감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

마. 간극수압계

- 1) 측정시 간극수압계 설치지역의 연약층 심도의 2배 반경 이내에서 성토중이거나 중장비가 있는 경우에는 측정을 실시하여서는 안 된다.
- 2) 초기치 및 계측치를 측정하여 감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.
- 3) 계측치는 지하수위 변동에 따른 지하수위 보정을 하여야 한다.
- 4) 침하에 따른 간극수압계 계측기기의 매설심도변경을 층별침하계 소자의 계측 결과를 토대로 계산하여 계측치를 보정하여야 한다

바. 경사계

- 1) 측정방향을 명찰에 표기하여 일정하게 유지하여야 하며 케이싱 하부에서 상부방향으로 0.5m 마다 측정한다.
- 2) 초기치 및 계측치를 측정하여 감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

8. 계측빈도

가. 성토단계 및 방치기간별 계측기의 계측빈도는 다음과 같으며, 수급인은 설계서상 계측빈도로 정확하게 계측을 실시하여 그 결과를 제출하여야 한다.

나. 계측빈도

| 계측기기 | 기 간 | 계측빈도 | |
|-------|---------|------------|------------|
| | | 3m(평균심도)이상 | 3m(평균심도)미만 |
| 지표침하계 | 쌓기중~1개월 | 2회/주 | 1회/주 |
| 간극수압계 | 1~3개월 | 1회/주 | |
| 층별침하계 | 3~6개월 | 1회/2주 | |
| 지중경사계 | 6개월이후 | 1회/2주 | |
| 지하수위계 | 지반개량완료후 | 여건에 따라 반영 | |

※ 평균심도 : 연약지반이 분포하는 위치의 가중면적평균 높이

※ 지중경사계 경우 인접지역에 중요시설물, 가옥 등 안전 및 민원이 우려되는 곳은 계측빈도를 상향 적용할 수 있다.

다. “나”항의 계측빈도로 실시하되 현장여건에 따른 변경이 필요한 경우 감독자의 승인 후 변경실시하고, 변경된 계측수량은 정산처리 하여야 한다.

9. 계측데이터 분석

가. 분석 프로그램

- 1) 수급인은 과업착수시까지 다음 기준에 부합되는 연약지반 침하 및 안정 계측 데이터분석용 S/W를 필히 구비 하여야 하며 착수 보고서 본 과업에 사용할 S/W와 상세한 사용설명서를 제출하여야 한다.
- 2) 분석 S/W는 계측 데이터를 다음 방법 이상으로 분석할 수 있는 기능이 있어야 한다.

가) 침하관리 데이터 분석

- ① 쌍곡선법
- ② Asaoka법
- ③ Hoshino법
- ④ Terzaghi 압밀이론에 의한 실측침하곡선 fitting 방법(Simulation방법)
: 무처리구간 사용
- ⑤ Hansbo 또는 Barron 압밀이론에 의한 실측침하곡선 fitting 방법(Simulation방법)
: 수직 드레인 처리구간 사용
- ⑥ 과잉간극수압 소산에 따른 압밀도 산정

나) 안정관리 데이터분석

- ① Kurihara방법
 - ② Tominaga-hashimoto방법
 - ③ Matsuo-kawamura방법
- 3) 분석S/W는 실측자료와 상관도가 높아야 하며, 특히 침하관리 프로그램은 실측자료와 분석자료의 상관도가 0.95이상이어야 한다. 상기 상관도는 과업수행전 객관적 자료로서 증명하여야 한다.
 - 4) 분석S/W는 계측자료의 측정시기가 일치하지 않은 경우에는 Virtual 데이터 Generation기능으로 분석할 수 있어야 한다.
 - 5) 분석 S/W는 Raw 데이터에 대한 Format 변경없이 각각의 분석 프로그램들이 서로 연결되어 자동으로 분석되어져 반드시 Real Time 분석이 이루어져야 한다.
 - 6) 감독자가 분석S/W의 성능을 검토한 결과 과업수행에 부적합한 경우 수급인은 시방기준에 맞도록 분석S/W를 즉시 보완하거나 교체하여야 한다.

나. 계측 데이터 분석기준

1) 계측데이터 분석빈도

계측기별 분석빈도는 다음과 같으며, 수급인은 설계서상 계측 분석빈도로 정확하게 분석을 실시하여 그 결과를 제출하여야 한다.

| 계측기명 | 분석빈도 | 비고 |
|-----------------------------------|------------------------|----|
| 지표면 침하관, 지하수위계, 간극수압계, 층별침하계, 경사계 | 성토중 및 침하대기기간 (1회/월) | |

2) 재하성토 제거시기 결정 및 지반의 이상증후 발생이 예상되어 계측기별 분석 빈도의 변경이 필요한 경우 감독자와 협의하여 결정하여야 하며, 변경된 계측 분석수량은 정산처리 하여야 한다.

3) 토질조사 결과의 분석 및 활용

가) 수급인은 사전단계 토질조사 결과와 본 용역의 완료단계의 토질조사 결과를 종합하여 지하지반의 지층을 재구성하고 지층별 토질정수를 재산정하여야 한다. 이 때 연약 점성토층은 통계분석 등의 방법으로 역학적 성질이 비슷한 수개의 층으로 구분되어야 한다.

나) 가)항에 의해 재분석된 지층 및 토질정수와 조성공사의 성토계획에 의거 모든 침하관리 지점에 대하여 예측 시간-침하량 그래프를 작성하여 감독자에게 보고하여야 하며, 실측된 침하량을 같이 표시하여 압밀의 진행추이를 파악하여야 한다.

다) 조성공사 성토계획 변경 또는 단계 성토별 분석 결과에 따라 성토계획이 변경될 경우에는 예측 시간-침하량 그래프를 변경하여 관리하여야 한다.

4) 실측 침하량 분석 기준

가) 수급인은 다음의 방법을 사용하여 각 단계 성토하중에 대한 장래 침하량(Sf) 및 압밀도를 산정하여야 한다.

- ① 쌍곡선법
- ② Asaoka법
- ③ Hoshino법
- ④ Terzaghi 압밀이론 및 Hansbo 또는 Barron 압밀이론에 의한 실측침하곡선 fitting 방법(Simulation방법) 등

나) 집중침하관리지점의 측정데이터 분석

층별침하계는 침하소자별로 분석을 실시하여 각층의 최종침하량(Sf)을 분석한 후 각층의 최종침하량(Sf) 와 지표면 침하판의 최종침하량(Sf)을 종합적으로 비교 검토하여 가장 신뢰성 있는 분석 결과를 산출하여야 한다.

다) 침하관리지점의 측정 데이터 분석

인근 집중침하관리지점의 분석 결과를 토대로 분석을 실시하여 분석 결과의 신뢰도를 제고하여야 한다.

라) 성토에 의한 유효상재하중은 현장밀도시험 결과 및 지하수위를 고려하여 가장 합리적인 결과를 적용하여야 하며 지하수위 상승시 성토하중의 변화를 필히 고려하여야 한다.

마) 위항에 제시된 방법으로 신뢰도가 높은 결과가 도출되지 않으면 1차 압밀침하시 발생하는 2차 압밀침하량과 전단 변형량 및 탄성침하량 등을 감안 분석하여 신뢰도가 높은 결과를 도출하여야 한다.

바) 계측된 데이터는 측정 즉시 기록하여 지반거동을 항시 파악할 수 있도록 하여야 한다.

5) 지하수위 측정 결과는 다음과 같이 기록 관리되어야 한다.

가) 재하성토(ΔP) - 지하수위 관계도

나) Sand Mat 저항으로 지하수위가 성토체 내로 상승하여 압밀지연을 초래하거나, 설계조건과 상이한 상황이 발생할 경우에는 즉시 원인을 분석하고 처리대책을 수립하여 감독자에게 보고 하여야 한다.

6) 분석 결과의 환류

가) 수급인은 토질조사 결과와 실측 데이터를 기초로 하여 각 단위관리지역별 시간계수, 압밀계수, 압축지수, 지반강도변화 등을 산출하여 성토 단계별 성토시기, 성토량, 성토속도 및 침하기간 등을 조성공사 설계상 계획과 비교, 재해석을 실시하여 재하성토계획의 변경, 방치기간의 변경 등 대책을 수립하여 시공에 환류시켜야 한다.

나) 지반처리 및 재하성토후 예상한 압밀 촉진 효과가 얻어지는지 여부를 검토하고 실측결과가 그에 반하는 경우에는(예, $C_v > C_h$, 계측시 $C_c >$ 설계시 C_c) 그 원인을 조사 분석하고 대책을 수립하여 감독자에게 보고하여야 한다.

7) 장기 침하측정 및 분석

- 가) 수급인은 선행하중 제거 및 지하 매설물 공사 착수 후에도 가능한 많은 계측기가 보존될 수 있도록 조치하여야 한다.
- 나) 수급인은 선행하중 제거 및 구조물공사 착수 후에도 과업내용서에 지시된 빈도로 계측 및 분석을 실시하여 1차 잔류침하량, 2차 침하량을 산출하고 공사 준공 후 예상되는 2차 침하량을 시기별로 예측하여 최종보고서에 수록하여야 한다.
- 다) 연약지반의 심도가 급변하는 구역은 잔류침하량의 차이로 인한 부등침하량을 산출하고 건축물과 지하매설물에 미치는 영향을 분석하여 최종보고서에 수록하여야 한다.

8) 안정관리

- 가) 조사설계시 토질조사 결과와 계측기매설시 토질조사 결과를 종합 분석하여 한계성토고, 성토속도, 성토방법을 검토하여 감독자에게 보고하여야 한다.
- 나) 안정관리 지점은 성토중 및 성토 완료후 7일까지 기초지반의 변형량과 변형속도, 침하량과 침하속도를 상세하게 매일 계측 분석하여 안정된 상태에서 시공되도록 관리하여야 한다.
- 다) 안정분석은 아래의 분석 방법으로 계측 즉시 검토 분석하여 성토의 안정 여부를 판단하고 그 결과를 감독자에게 보고하여야 하며, 이상 징후 발견시에는 성토속도 조절, 성토 일시 중단, 성토 일부 제거 등 응급 대책을 수립하여 즉시 감독자에게 보고한 후 사후 대책을 수립하여 감독자에게 보고하여야 한다.

- ① Kurihara방법
- ② Tominaga - hashimoto방법
- ③ Matsuo - Kawamura방법 등

- 라) 완료단계 토질조사 결과와 조사설계 및 계측기매설시 토질조사를 종합 검토하여 압밀 진행 정도에 따른 지반강도 증진 여부를 확인하여 추가 성토고, 성토속도 및 성토 계획을 수립하여 감독자에게 보고하여야 한다.

10. 성토시공 관리

가. 조성공사 성토계획의 검토 및 조정

- 1) 수급인은 본용역의 감독자, 조성공사의 감독자, 시공사와 협의하여 계측지점의

계측결과가 해당 침하관리 구역을 대표할 수 있도록 성토계획을 검토, 협의 조정하여야 한다.

- 2) 성토계획은 침하안정관리 구역별로 포설두께, 성토속도 및 성토 방법을 수립하고, 계측기 주변 1일 성토 포설면적은 계측치가 계측기 관리구역을 대표할 수 있는 범위가 되도록 하여야 한다.
- 3) 2)항에 의해 수립된 성토계획을 종합하여 계측 및 분석 인력 배치, 지시계 소요수량 등 상세한 용역수행계획을 수립하여야 한다.
- 4) 공사장 내의 토공 운반로는 계측기기에 영향을 미치지 않는 위치를 미리 지정하여 깃발 등으로 표식을 설치하고 해당 운반로만을 이용토록 관리하여야 한다.
- 5) 계측기 보호를 위하여 계측기 부분은 양질의 토사로 높이 0.5~1.0m를 인력으로 먼저 성토한후 계측기 보호 웬스를 설치하여 성토 장비로 인한 계측기 파손을 방지하여야 한다.
- 6) 매일의 성토공사 관련기록을 체계적으로 관리 유지하여 분석시 활용하여야 한다.

나. 감독자의 조치사항

- 1) 본 용역의 수급인, 조성공사 감독자 및 시공사간의 회의를 정기, 수시로 개최하여 성토계획대로 성토되도록 조치하여야 하며, 특히 안정관리 구역에 대한 계획된 성토속도 준수 여부를 확인하여야 한다.
- 2) 조성공사의 시공사가 매일의 작업 결과 및 명일 작업계획을 수급인에게 제출토록 제도화하고, 이행 여부를 관리 감독하여야 한다.
- 3) 계측기기 파손시 책임한계 규정 및 즉시 재매설토록 조치한다.
- 4) 계측 데이터, 분석 결과, 각종 보고서를 영구 보존토록 조치한다.
- 5) 최종성토가 완료된 후 완료단계 지반조사를 발주 시행한다.

[별지 제2호 서식]

보안각서

(용역참여자용)

본인은 년 월 일 귀 공사와 계약 체결한 용역을 시행함에 있어
다음사항을 준수할 것을 자의 각서로 제출합니다.

1. 본인은 본 용역을 시행함에 있어 계약서 및 과업내용서 상의 제반 보안사항을 철저히 이행할 것임.
2. 보안사항을 외부에 누설시켜 문제점을 야기 시켰을 경우에는 보안관계 제 범규에 의거 처벌받음은 물론 어떠한 제재조치를 취하여도 이의를 제기하지 않을 것임.

년 월 일

| 소 속 | 직 위 | 성 명 | 서 명 |
|-----|-----|-----|-----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

한국토지주택공사 사장 귀하