

EXCS 11 10 15 : 2024

# 시공 중 지반계측

2024년 12월 11일 개정

<http://www.ex.co.kr/research>



## 고속도로공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

「고속도로공사 전문시방서(EXCS ; Expressway Construction Specification)」는 국가건설기준(KCS ; Korea Construction Specification)를 기본으로 하여 고속도로 시공에 관련된 공종을 대상으로 작성한 종합적인 시방기준으로서, 단위공사 설계시 해당 공사의 특성과 여건 등에 맞게 「공사시방서」를 작성하는데 활용하기 위한 「전문시방서」(Guide Specification)이므로 관계법상 구속력과 계약도서로서의 효력이 없습니다.

이 시방기준 발간 시점에 이미 시행 중인 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있으며, 이 시방기준으로 공사시방서 작성 시 도로교통연구원 홈페이지 및 국가건설기준센터 홈페이지에 등재된 최신 시방기준을 반드시 확인 후 작성하시기 바랍니다.

※ 도로교통연구원 홈페이지 : <http://www.ex.co.kr/research/>

국가건설기준센터 홈페이지 : <http://www.kcsc.re.kr/>



---

---

## 목 차

---

---

1. 일반사항 .....	1
1.1 적용 범위 .....	1
1.2 참고 기준 .....	1
1.3 용어의 정의 .....	1
1.4 제출물 .....	1
2. 자재 .....	1
3. 시공 .....	1
3.1 지반개량계측 .....	2
3.1.1 계측 .....	2
3.1.2 침하관리 .....	4
3.1.3 안정관리 .....	4
3.2 비탈면 계측관리 .....	4
3.2.1 계측관리 .....	5
3.2.2 계측항목 및 계측기기 .....	5
3.2.3 계측관리 범위 .....	5
3.2.4 계측기기 배치 .....	5
3.2.5 계측관리 .....	5
3.2.6 계측기기의 유지관리 .....	6

## 1. 일반사항

### 1.1 적용 범위

- (1) 시공 중 지반계측의 적용 범위는 연약지반 및 취약비탈면 공사에서 흙쌓기 제체와 구조물의 안정성 등에 관한 계측 및 계측결과의 관리에 적용하며, 준공 후 연약지반의 장기 거동과 구조물의 유지관리에 대한 계측기기 사용 및 계측시스템 구축에 대해 적용한다.

### 1.2 참고 기준

- EXCS 10 10 05 공사일반
- EXCS 10 10 10 공무행정요건
- KCS 11 10 15 시공 중 지반계측

### 1.3 용어의 정의

내용 없음

### 1.4 제출물

- (1) EXCS 10 10 05 (1.7(12)) 및 EXCS 10 10 10 (1.8)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.
- (2) 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.
- ① 침하관리 계획서
  - ② 안정관리 계획서
  - ③ 계측 계획서
  - ④ 계측기록 결과 및 종합적 분석 자료

## 2. 자재

내용 없음

## 3. 시공

### 3.1 지반개량계측

#### 3.1.1 계측

##### 3.1.1.1 계측일반

- (1) 계측은 시공의 안전성을 확인하고 조기에 자료를 수집하여 설계 및 시공에 반영함으로써 경제적이고 안전한 시공이 될 수 있도록 실시하여야 한다.
- ① 수급인은 설계도서 및 EXCS에 표기된 계측기기를 구비하고, 공사감독자의 입회하에 토질·지질분야 전문 기술자에 의해 지정된 위치에 계측기기를 설치하여야 한다.
  - ② 수급인은 계측기기를 유지관리하여 계측자료 수집에 차질이 없도록 하여야 하며, 계측에 대한 기록결과의 성과분석 등은 지반공학분야의 전문자격을 갖춘 전문기술자에 의뢰하여 실시하여야 한다.
  - ③ 설계 내용과 계측성과의 분석 결과가 상이하여 설계변경이 필요한 경우에는 이를 공사감독자에게 보고하고 승인을 받아야 한다.
  - ④ 필요구간에 대해서는 사전협의를 통하여 공사가 완료된 후에도 측정이 가능하도록 유지관리계측이 가능한 계측시스템을 구축하여, 준공 후 관리주체에서 위험 및 급격한 변화시에 신속하게 대처할 수 있도록 해당 관리 자료의 문자전송, 실시간 모니터링이 가능하도록 하고, 전문 관리자가 아니라도 현재의 상황을 인지 가능하도록 하여야 한다.
  - ⑤ 공사가 완료된 후에도 측정이 가능한 계측기기는 보존하여 유지관리 시 활용할 수 있도록 하여야 한다. 계측기기는 횡단면상의 중앙분리대, 갓길 등 차량 주행이 빈번하지 않은 곳 중에서 노선을 대표할 수 있는 지점에 위치한 것을 선정하도록 하여야 한다.
  - ⑥ 수급인은 시공 중 계측뿐만 아니라 공사기간 중 모든 계측기록 결과와 성과분석자료 등을 종합 정리하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

##### 3.1.1.2 계측항목

- (1) 지표 및 지중침하 측정
- (2) 지하수위 측정
- (3) 간극수압 측정
- (4) 토압측정
- (5) 지중 수평변위 측정
- (6) 인접구조물 경사 및 균열측정(필요시)

##### 3.1.1.3 계측빈도

- (1) 계측빈도는 KCS 11 10 15 (1.3.8)에 따른다.

##### 3.1.1.4 계측작업

- (1) 계측기기는 계측의 목적과 정도, 측정기간, 예상변화량 등을 고려하여 현장조건에 가

장 적절한 것을 선택하여야 한다.

① 지표침하판

가. 지표침하판은 흙쌓기의 속도관리, 상재하중의 제거시기 등의 결정에 이용하며 대상이 되는 지점의 전 침하량을 측정한다.

② 층별침하계

가. 층별침하계는 지표침하판과 같이 흙쌓기의 속도관리, 상재하중의 제거시기 등의 결정에 이용하며 흙쌓기층이나 포장층에 서로 다른 층이 있을 경우 각각의 침하량을 측정할 수 있다. 특히, 연약층이 두꺼운 경우에는 심부 각 층의 침하량을 측정하여 심부의 지반거동을 파악한다.

③ 지중경사계

가. 지중경사계는 흙쌓기의 속도관리, 지중의 측방이동량을 확인하고, 흙쌓기 비탈면 하부지반의 수평변위를 측정한다. 과업의 중요도가 크지 않을 경우 공사감독자의 승인을 받아서 변위말뚝을 이용하여 지표에서의 수평변위만을 관측할 수도 있다.

④ 토압계

가. 토압계는 흙쌓기 하중에 의한 연직방향의 토압을 측정한다. EPS 블록 공법인 경우에는 EPS 블록의 슬래브에 작용하는 연직토압과 구조물 뒷면에 작용하는 수평토압의 크기를 검토하여 안전성을 점검한다.

⑤ 간극수압계

가. 간극수압계는 흙쌓기의 하중에 의한 간극수압의 증감을 측정한다. 간극수압의 증감의 측정결과로 연약지반의 처리효과와 침하상태 등을 확인한다.

⑥ 지하수위계

가. 지하수위계는 흙쌓기의 하중과 연직배수공에 의한 지하수위의 변화를 측정하며, 관측정이나 스탠드 파이프 내 지하수위의 변동사항을 측정하는 데 이용한다.

⑦ 구조물경사계

가. 구조물 경사계는 공사 시 주변 구조물이나 옹벽 등에 설치하여 측정지점의 기울기를 측정하여 건물이나 기타 기 설치된 구조물의 안정을 검토하여 적절한 조치를 취하기 위하여 설치한다.

⑧ 균열측정계

가. 균열측정계는 굴착의 영향을 받는 인접구조물의 균열 진행상태를 측정한다.

**3.1.1.5 계측기기의 취급**

① 계측기기를 설치하거나 운반할 때에는 파손이 생기지 않도록 신중히 취급하여야 하며, 계측기기가 손상되었을 경우에는 공사감독자와 협의하여 원래 계측 목적을 달성할 수 있도록 재설치 등 필요한 조치를 취하여야 하며, 손상의 원인이 기기의 불량, 설치 오류, 관리소홀에 있을 때에는 수급인이 제반 비용을 부담하여야 한다.

② 계측기기는 그 목적을 달성할 수 있는 시기와 공정에 맞추어 설치하여야 한다. 침하, 간극수압, 지중수평변위를 측정하는 기기들은 특별한 사유가 없는 한 노체 흙쌓기 개시 이전에 설치되어야 한다.

- ③ 수급인은 계측기 설치 직후 추가하중이 작용하지 않은 상태에서 기기별 특성과 절차에 따라 안정된 값의 초기측정값을 획득하여, 이를 공사감독자에게 보고하고, 이후 분석에 활용하여야 한다. 초기값이 정상적인 범위에 있지 않는 기기는 재설치하여야 한다.

**3.1.1.6 계측관리**

(1) 계측결과의 적용

- ① 수급인은 시공 중 체계적으로 계측관리를 수행하여야 하며, 지반공학분야 특급기술자 이상의 자격을 갖춘 사람의 분석결과에 따라 단계별 흠뿔기 높이를 조정하는 등 계측 결과를 시공에 반영하여야 한다.

(2) 계측결과의 정리

- ① 계측결과의 정리는 KCS 11 10 15 (1.3.10)에 따른다.

**3.1.1.7 계측결과의 보고**

- (1) 계측결과의 보고는 KCS 11 10 15 (1.3.12)에 따른다.

**3.1.2 침하관리**

- (1) 수급인은 흠뿔기부 및 구조물의 하중에 의해 발생하는 연약지반 각 층의 압밀진행 상황을 조사하여야 하며, 세심한 주의를 기울여 침하관리를 하여야 한다.
- (2) 수급인은 공사시방서에 따라 지표침하판, 층별침하계, 지중경사계, 변위말뚝, 간극수압계, 지하수위계, 토압계 등을 매설한 후에 KCS 11 10 15 (표 1.3-1)의 빈도에 따라 측정하고 성과를 분석하여야 한다.
- (3) 수급인은 포장공의 시공, 선행재하 후 구조물 터파기, 단계별 흠뿔기의 압밀 후 작업 개시 등 주요 작업시기를 정하고자 할 경우에는 공사감독자에게 계측결과를 제출하여 승인을 받아야 한다.

**3.1.3 안정관리**

- (1) 수급인은 설계도서에 따라 지중경사계, 변위말뚝 등을 매설하여 계측 및 분석을 하고 침하관리용 계측성과를 종합하여 안정분석을 실시하여야 한다. 흠뿔기의 단계별 존치 기간 종료 여부는 계측성과와 확인지반조사 및 시험 성과에 따라 판단한다.
- (2) 수급인은 계측성과 분석 이외에도 흠뿔기 주변의 측구, 연약지반의 표면, 흠뿔기면과 비탈면 등에서의 균열 또는 변형, 수평변위 발생 여부에 대한 육안관찰을 정기 및 수시로 실시하여 연약지반의 활동과괴를 사전에 예방하여야 한다.
- (3) 계측성과 분석 또는 육안관찰 결과, 연약지반의 활동과괴 가능성이 예측될 경우에는 이를 공사감독자에게 보고하고 신속하게 응급대책을 강구하여야 한다.
- (4) 교대의 측방유동과 관련하여 설치된 계측기는 완공 후에도 보존하여 교량의 유지관리에 활용할 수 있도록 하여야 한다.

**3.2 비탈면 계측관리**

**3.2.1 계측계획**

- (1) 비탈면 계측계획은 계측관리 목적을 명확히 설정하여 그 목적에 맞는 계측장비의 선정이나 배치, 방법 및 관리기준치 등을 검토하여 실시계획을 작성하여야 한다.

**3.2.2 계측항목 및 계측기기**

- (1) 계측항목은 계측관리의 목적, 변동상황, 붕괴형태, 현장조건 등을 충분히 검토하여 결정하여야 한다.
- (2) 계측기기는 정밀도, 기기특성, 현장조건을 고려하여 계측항목에 적절한 것을 선정하여야 한다.

**3.2.3 계측관리 범위**

- (1) 변형발생 또는 예상되는 범위
- (2) 예상과괴 도달거리(비탈면 붕괴로 피해가 예상되는 범위)
- (3) 2차적인 붕괴의 파급이 예상되는 범위
- (4) 대책공법 등의 시공범위

**3.2.4 계측기기 배치**

- (1) 비탈면 붕괴나 활동 등의 블록 분포상황, 위험상황, 계측기기의 특성 및 현지조건 등을 고려하여 효율적으로 파악할 수 있는 위치에 적절히 배치하여야 한다.
- (2) 계측대상 비탈면의 조건을 고려하여 자동 계측관리를 실시하는 것이 바람직하다.
- (3) 지중에 매설되는 계측기기는 지반의 교란을 최소화할 수 있는 천공장비를 사용하여 설치하여야 한다.
- (4) 천공을 하여 설치하는 계측기기의 기준점은 예상되는 활동면 아래의 변위 발생이 없는 지점의 암반까지 천공하여 설치하여야 한다. 비탈면의 변위를 계측하는 경우 기준점은 비탈면에 변형 발생 시 영향을 받지 않는 곳에 설치하여야 한다.
- (5) 사전 조사 결과 공사 중 변위가 발생할 것으로 예상되는 곳은 공사에 선행하여 설치하여야 하며, 계측기 특성상 비탈면 시공이 완료되지 않은 상태에서 설치가 어려운 것은 해당 비탈면의 시공이 완료된 직후 48~72시간 이내에 설치한다.

**3.2.5 계측관리**

**3.2.5.1 계측기간**

- (1) 계측기간은 비탈면의 변상규모와 그 영향도, 보전대상 구조물의 중요도, 대책공의 유무, 비탈면 시설 등에 따라 결정하여야 한다.

**3.2.5.2 계측빈도**

- (1) 계측빈도는 KCS 11 10 15 (2.3.8)에 따른다.

**3.2.5.3 계측관리 기준**

(1) 계측관리 기준은 계측치에 대해 안전한 수준을 의미하는 것으로서 비탈면 특성, 현장 상황, 피해발생 시 규모 등을 고려하여 각 계측기기의 변위량을 제시하여 계측관리기준치를 설정하여야 한다.

① 계측관리 기준

가. 통상수준 : 통상의 시공 및 공용 중 관리 체계

나. 주의수준 : 관찰계측의 강화, 계측빈도의 증가, 주변조사, 대체공의 검토, 관리기준치의 제고

다. 경계수준 : 시공 및 사용 중단, 관찰 계측의 강화, 계측빈도의 증가, 주변조사, 응급대책, 대책공의 제고 시공

라. 대피수준 : 시공 및 공용 중지, 대피, 통행 정지, 엄중 경계

**3.2.6 계측기기의 유지관리**

(1) 계측기기는 일반적으로 심한 자연조건 하에 노출되는 경우가 많으므로 정상적인 기능을 장기간에 걸쳐서 유지하기 위해서는 각 계측기기의 특성에 맞는 정기 점검 및 정비를 수행하여야 한다.

2024년 집필위원

성명	소속	성명	소속
김정학	한국도로공사	신영철	한국도로공사
홍기성	한국도로공사	박혜선	한국도로공사

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
김기현	한국건설기술연구원	김동영	케이에스엠기술(주)
김나은	한국건설기술연구원	김명철	동부엔지니어링
김민관	한국건설기술연구원	노성열	(사)한국블록협회
김재훈	한국건설기술연구원	박종호	평화지오텍(주)
김태송	한국건설기술연구원	손윤기	(주)엔비코컨설팅
김희석	한국건설기술연구원	여규권	(주)삼부토건
류상훈	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
안준혁	한국건설기술연구원	임광수	(주)이산
원훈일	한국건설기술연구원	장인희	포스코건설
이상규	한국건설기술연구원	정진훈	인하대학교
이소정	한국건설기술연구원	조항신	극동엔지니어링(주)
이승재	한국건설기술연구원	최준성	인덕대학교
이승환	한국건설기술연구원		
이영호	한국건설기술연구원		
이용수	한국건설기술연구원		
이원종	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김선백	대우건설	오세봉	영남대학교
김성호	남광토건(주)	유성준	도로교통공단
박영빈	우성디앤씨	장범수	국토안전관리원
백재욱	(주)동명기술공단		

소관부처

성명	소속	성명	소속
신종욱	국토교통부 도로건설과	송진우	국토교통부 도로건설과

EXCS 11 10 15 : 2024

## 시공 중 지반계측

---

2024년 12월 발간

소관부서 국토교통부

관련단체 한국도로공사  
(39660) 경상북도 김천시 혁신8로 77 한국도로공사  
☎ 1588-2504(대표)  
<http://www.ex.co.kr>

작성기관 한국도로공사 도로교통연구원  
(18489) 경기도 화성시 동탄순환대로 17길 24  
☎ 031-8098-6044(품질시험센터)  
<http://www.ex.co.kr/research>

국가건설기준센터  
(10223) 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)  
☎ 031-910-0444  
<http://www.kcsc.re.kr>