

KDS 11 10 10 : 2016

지반조사

2016년 6월 30일 제정

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

KC CODE



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설 공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 구조물기초 설계기준, 건축구조기준, 건설공사 비탈면 설계기준을 중심으로 공동구 설계기준, 도로교설계기준(한계상태설계법), 댐 설계기준, 터널 설계기준, 철도 설계기준(노반편), 항만 및 어항 설계기준, 조경 설계기준 등의 지반조사에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
구조물기초 설계기준	• 합리적인 설계를 위하여 본구조물 기초설계기준을 기초지반의 성질 및 상부구조의 조건을 고려하여 경제적이고 통일성 있는 체계가 이뤄지도록 기준 제정	제정 (1971.12)
구조물기초 설계기준	• 외국자료의 분석과 기 개정된 각종 시방서 시설기준 및 제규정 등과의 상호 연관성을 검토하고, 미비점을 충분히 반영하여 개정.	개정 (1986.11)
구조물기초 설계기준	• 그간의 지반공학 분야의 기술발전을 반영하고, 관련기준의 개정에 따른 내용 조정 등 수정하고 국제표준단위인 미터법과 SI단위로 통일 개정.	개정 (2002.12)
구조물기초 설계기준	• 구조물기초 설계기준 개정	개정 (2008.11)
구조물기초 설계기준	• 토목, 건축공사 등의 건설구조물 기초 설계를 국가의 설계기준형식에 부합시키고, 신기술, 신공법 등의 시대적 변화를 적용시키며 설계자의 창의적 설계를 유도할 수 있도록 개정.	개정 (2014.2)
구조물기초 설계기준	• 도심지 지반침하 현상의 지속적 발생으로 국민불안이 증대하고 있으나, 다소 미흡한 지반침하와 관련된 조사 및 설계관련 하여 공동 및 싱크홀을 조사하도록 철도설계기준 개정사항(2015)을 반영하여 개정.	부분개정 (2016.5)
건축구조 설계기준	• 건축구조 설계기준 제정	제정 (2005.4.5.)
건축구조 설계기준	• 재검토기한 신설 등 개정	개정 (2009.8.27.)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
건축구조기준	• 부분 개정	개정 (2009.12)
건축구조기준	• 재검토기한의 연도 수정 등 개정	개정 (2013.12)
건축구조기준	• 특정한 지형조건의 기본지상적설하중 등 개정	개정 (2015.10)
건축구조기준	• 성능설계법 도입 및 돌발상황에 의한 하중 추가 등 기준 전반에 대한 최근 연구결과 및 개선된 공법 반영	개정 (2016.5)
건설공사 비탈면 설계기준	• 지금까지의 명확하지 않고 산재, 상호중복 또는 상충되는 비탈면 관련 기준들을 유기적으로 통합함.	제정 (2006.5)
건설공사 비탈면 설계기준	• 깎기비탈면 안정해석시 혼선을 방지하고 합리적·경제적인 설계가 가능하도록 안전율 기준에 대한 내용 보완	개정 (2009.12)
건설공사 비탈면 설계기준	• 정부의 저탄소 녹색성장의 기초 아래 다양한 현장여건과 최신기술 등을 반영할 수 있도록 개정.	개정 (2011.12)
KDS 11 10 10 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 11 10 10 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 국토교통부 기술기준과

관련단체 : 한국지반공학회

개 정 : 년 월 일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국지반공학회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 시행지침	1
1.3 계획수립	1
1.4 내용 및 결과	1
1.5 단계별 지반조사 내용	1
1.6 구조물 중요도 등급에 따른 지반조사 방법	2
2. 조사 및 계획	2
2.1 단계별 상세 지반조사	2
2.1.1 예비조사	2
2.1.2 본조사	3
2.1.3 추가조사	11
2.1.4 지반조사 후 폐공	11
2.2 지반의 분류기준	11
2.3 지반특성 평가	12
2.4 보고서 작성	13

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 도로, 철도, 댐, 하천, 교량, 터널, 방파제, 호안, 원자력 등 토목구조물, 농업생산기반시설, 건축구조물 및 공작물 등과 그 기능을 보조하는 부대시설(단지, 상하수도, 조경 등) 등의 설계 및 시공에 필요한 지반정보 획득에 적용된다.

1.2 시행지침

- (1) 지반조사와 현장 및 실내 토질시험은 원칙적으로 한국산업표준(KS)에 제시된 시험방법에 따라 실시한다.
- (2) 단, 동 규격에 명시되지 않은 시험은 국제적으로 인정되는 시험방법에 따라서 실시한다.
- (3) 시험 시 사용하는 장비와 기구는 시험을 시행하는 데 적합하여야 하며, 정기적으로 교정 및 검증을 시행하여야 한다.
- (4) 조사와 시험에 참여하는 기술자는 시험의 목적과 과정을 충분히 숙지하고 소요되는 품질을 얻을 수 있는 자격을 갖추어야 한다.
- (5) 표준적인 방법에서 벗어난 사항이나 특수여건, 추가되는 시험조건이 발생할 경우, 이를 발주처에 보고하고 승인을 받아야 한다.

1.3 계획수립

- (1) 지반조사 계획은 조사목적 및 현장조건에 부합되고 각 설계에 필요한 지반정보를 얻을 수 있도록 합리적이고 경제적으로 수립한다.
- (2) 지반조사 위치는 설계자료를 바탕으로 내업 및 현장답사를 통하여 현지 지질 및 지반 특성을 잘 나타내는 지점을 대상으로 선택한다.
- (3) 지반조사 각 단계에 대응한 조사·시험의 계획은 구조물의 특징이나 공사 내용을 충분히 이해하고 계획을 수립한다.

1.4 내용 및 결과

- (1) 지반조사로부터 설계, 시공의 대상이 되는 현장과 그 주변의 지반 및 지하수 상태와 관련된 모든 자료를 얻을 수 있어야 한다.
- (2) 시료 채취, 운반 그리고 보관은 국내 표준을 우선적용하고 국내 표준이 없는 경우 국제적인 공인 절차에 따라 수행하며, 그 내용을 반드시 지반조사 결과보고서에 기록한다. 실내 및 현장시험에서 구체적인 품질관리계획을 수립하고 조사 및 평가단계에서 품질 보증이 이루어질 수 있도록 한다.

1.5 단계별 지반조사 내용

- (1) 지반조사는 예비조사, 본조사, 추가조사를 구분하여 시행한다. 소규모 과업의 경우 예비조사와 본조사를 구분하지 않고 실시한다.

- (2) 각 단계에 대응한 조사·시험의 계획은 구조물의 특징이나 공사내용을 충분히 이해하고 각 단계에서 필요로 하는 정보를 획득할 수 있도록 수립한다.
- (3) 시공 중 조사는 설계단계에서 민원 등의 사유로 조사가 시행되지 못한 경우 또는 시공 중 급격한 지층변화로 인해 조사가 필요할 경우 실시한다.

1.6 구조물 중요도 등급에 따른 지반조사 방법

- (1) 구조물 중요도에 따라 하부지반 영향범위, 하중조건 등을 고려하여 설계에 필요한 정성·정량적 지반정보를 제공할 수 있도록 조사계획을 수립한다.

2. 조사 및 계획

2.1 단계별 상세 지반조사

2.1.1 예비조사

(1) 예비조사 목적

- ① 구조물 입지로서의 적합성 평가
- ② 대안 부지가 있는 경우, 대안 부지의 적합성 비교 검토
- ③ 구조물 시공으로 발생될 변화 예측
- ④ 구조물의 거동에 중요한 영향을 미치는 지반의 구성 및 특성 파악
- ⑤ 상기 조사를 근거로 한 본조사 계획
- ⑥ 필요시 공사에 필요한 골재원(레미콘, 아스콘, 세골재, 조골재) 및 토취장 확인

(2) 예비조사 항목 및 방법

① 기존 자료조사

- 가. 지형도, 지질도 및 고지형도
- 나. 지진이력
- 다. 인공위성 및 항공사진
- 라. 현장 부근의 기존 조사자료 및 시공 경험
- 마. 지구물리탐사에 의한 지반의 개략특성 파악
- 바. 수문조사, 특히 개략적인 지하수위 조사
- 사. 인접 구조물 및 굴착현장 조사
- 아. 지장물 현황조사

② 현장답사

- 가. 현장답사는 야외조사를 통하여 지형이나 지질 및 지반상태를 확인하거나 지역 주민들의 청문을 통하여 과거의 지형변화 등에 대한 정보를 입수하여 조사 자료에서 나타난 사항을 확인하고 도상계획에 참고할 수 있도록 하며, 조사시행에 영향을 줄 수 있는 제반 현장여건을 확인하여 원활한 본조사 계획을 수립한다.

나. 현장답사의 결과는 정리하여 계획 및 설계에 반영할 수 있도록 하며, 이미 계획된 사항에 대해서는 문제점을 파악하여 변경하거나 보완한다.

2.1.2 본조사

(1) 본조사 목적

- ① 본조사는 설계 및 시공에 적합하고, 안전하면서도 경제적인 가설 또는 본공사 설계를 위한 지반공학적 및 지질학적 정보를 제공한다.
- ② 시공방법 계획수립에 필요한 정보를 제공한다.
- ③ 시공 중 예상되는 문제점을 확인한다.
- ④ 본조사 시 다음 사항을 검토한다.
 - 가. 지반 성층 상태
 - 나. 지반의 강도 특성
 - 다. 지반의 변형 특성
 - 라. 지하수위 및 각 지층의 간극수압 분포
 - 마. 투수 조건
 - 바. 지반의 잠재적 불안정성
 - 사. 지반의 다짐 특성
 - 아. 지반개량 가능성
 - 자. 동결 가능성

(2) 본조사 항목 및 방법

- ① 지질학적 특성 조사는 지표지질조사, 선구조분석, 암석박편시험 등을 실시하여 다음 사항을 검토한다.
 - 가. 자연적 또는 인공적인 공동
 - 나. 암, 흙 또는 매립 재료의 풍화와 연화
 - 다. 수문지질학적 영향
 - 라. 단층, 절리 등 불연속면
 - 마. 팽창성 또는 붕괴성 지반
- ② 지반공학적 특성 조사는 시추, 물리탐사, 현장원위치 시험, 실내시험을 포함하며 물리탐사 등 간접적인 방법들이 사용될 경우, 시험 대상 지반을 확인하기 위하여 시추조사 등을 실시하여 다음 사항을 검토한다.
 - 가. 지층분포특성
 - 나. 지질이상대 분포특성
 - 다. 지층별 수리특성
 - 라. 지층별 강도 및 변형특성
 - 마. 토질 및 암석의 물리역학적 특성
 - 바. 토체와 암반의 크리프
 - 사. 지반의 지진동 특성

- 아. 폐기물 또는 인공재료의 존재
 자. 시공 시 용출수 및 지하수위 측정 등을 통하여 주변 지하수 변동 조사
 차. 근접구조물 및 매설물(상하수도관, 송유관, 통신 및 전력 케이블, 도시가스관, 기타 지중구조물 등)에 대하여 각 시설의 관리 주체 및 관리대장, 노후도, 장래확장 계획 여부를 조사하고 누수 등으로 인하여 지반함몰이 예상되는 경우에는 조사를 시행하여 설계 시 기초자료로 활용

(3) 시추조사

- ① 시추는 NX규격 이중 코아배럴이나 NX에 상응하는 규격을 사용하여 연직으로 시행하며, 풍화대나 파쇄대 등에서는 삼중 코아배럴 등을 사용하여 코아의 회수율을 높인다.
- ② 지층구성 파악을 위한 시추간격 및 심도는 구조물의 종류 및 범위, 요구되는 지반조사 자료의 정밀도에 따라 지반분야 책임기술자 판단에 의거 결정한다.
- ③ 시추는 수직시추뿐만 아니라 단층 순폭 평가를 위한 경우 수평 및 경사시추를 실시한다.
- ④ 단층이나 파쇄대와 같이 공사에 장애가 되는 구간이나, 지층이 불규칙한 경우에는 시추간격을 축소 조정한다.
- ⑤ 시추공의 지하수위 측정은 시추종료 후 24, 48, 72시간 경과 시마다 지하수위를 측정한다.
- ⑥ 터널 입출구부 및 저토피 구간에서는 탄성파탐사를 수행하여 지층변화를 상세히 파악한 후 시추위치를 선정한다.

표 2.1-1 기본설계 적용기준

구분		시추 간격	시추심도
건축		구조물 규모에 따라 50~100 m 간격	기반암 3 m 이상
교량 ¹⁾		연장 100 m 이상 교량 3공 이상 연장 100 m 미만 교량 최소 각 교대	기반암 3 m 이상
박스		개소당 1공	풍화대 50/30 이하 3회 연속 확인
터널	산악 (NATM, TBM)	3공 이상(입출구부 포함) 계곡부/저토피 구간 1공 이상	터널 바닥고 하 0.5~1.0 D ; D:터널 최대 직경 (기반암이 확인 안 된 경우 터널 바닥고 하 1.0 ~ 2.0 D)
	도심지 (개착)	200~500 m 간격, 주요 구조물(수직구, 정거장, 집수정, 환기구 등)은 개소당 1공	• 계획고하 3 m 이상 (기반암이 확인 안 된 경우 계획고하 0.5 B, B:굴착 계획폭) • 주요 구조물에는 기반암 3 m 이상

구분		시추 간격	시추심도
깎기비탈면		개소당 1공 이상 (연장 200 m 이상 시 1공 추가) 깎기높이 20 m 이상 일 경우 2공 이상 (시험굴조사: 1~2개소)	계획고하 2 m(단, 1개소에서 2공 이상 계획 시 비탈면 중간부에서는 계획고 위에서 경암 출현하는 경우 경암 2m 이상 확인) (시험굴조사: 1~3 m)
쌓기 비탈면	일반	500 m 간격 (핸드오거 300 m 간격)	풍화토 N=30 이상 3회 연속 또는 풍 화암 확인(핸드오거는 가능심도까지)
	연약	100 ~ 200 m 간격 (핸드오거 200 m 간격)	연약지반 통과 후 견고한 지층 3~5 m 확인 (핸드오거는 가능심도까지)
댐		20 ~ 30 m 격자	• 댐 높이 고려
제방		200 m 간격	• 제방높이 3배, 최소 10 m 이상
공항		상기 구분 별 간격	• 상기 구분 별 심도
원자로 시설		안전관련 구조물당 1공 이상	• 최대상재하중 10% 미만의 하중영 향이 예상되는 깊이까지 • 단층 및 파쇄대 분포 시 범위를 파 악할 수 있는 깊이까지

- 주 1) 교량구간 시추심도는 철도(고속철도 포함)의 경우 연암 3m 또는 경암 1 m, 기반암이 출현하지 않을 때는 풍화암 10 m까지 적용한다.
- 2) 토취장 조사는 개소 당 시추는 2개소 이상, 심도는 경암 5 m까지 수행하며, 시험굴은 5개소 이상 실시한다.
- 3) 지하철의 경우 각 해당 구조물 구분을 따른다.
- 4) 단선병렬 터널의 경우, 두 터널 중심 간의 거리가 5 D(터널 폭) 이상 이격되었을 경우, 각각의 터널로 지반조사를 수행한다.
- 5) 위 기준은 최소 권장사항이며, 사업규모 및 특성에 따라 수량 및 심도를 증가하여 정밀조사를 실시한다.

표 2.1-2 실시설계 적용기준

구분		시추 간격	시추 심도
건축		구조물 규모에 따라 30 ~ 50 m 간격	기반암 3 m 이상
교량 ¹⁾		교대 및 교각마다 1개소	기반암 3 m 이상
박스		개소당 1공	풍화대 50/30 이하 3회 연속 확인
터널 ²⁾	산악 (NATM, TBM)	50~200 m 간격(입출구부 포함) 계곡부/저토피 1공 이상 (200 m마다 1개소 추가)	터널 바닥고 하 0.5~1.0 D ; D:터널 최대직경 (기반암이 확인 안 된 경우 터널 바닥고 하 1.0~2.0 D)
	도심지(개착)	100 m 간격, 주요 구조물 (수직구, 정거장, 집수정, 환기구 등) 은 개소당 1공	• 계획고하 3 m 이상 (기반암이 확인 안 된 경우 계획 고 하 0.5 B, B:굴착 계획폭) • 주요 구조물에는 기반암 3 m 이상

구분		시추 간격	시추 심도
깎기비탈면		개소당 1공 이상 (연장 200 m 이상 시 1공 추가) 깎기 높이 20 m 이상일 경우 2공 이상(시 험굴조사 : 1 ~ 2개소)	계획고하 2 m(단, 1개소에서 2공 이상 계획 시 비탈면 중간부에서는 계획고 위에서 경암 출현하는 경우 경암 2 m 이상 확인) (시험굴조사 : 1~3 m)
쌓기 비탈 면	일반	500m 간격 (핸드오거 300 m 간격)	풍화토 N=30 이상 3회 연속 또는 풍화암 확인 (핸드오거는 가능심도까지)
	연약	50~100 m 간격 (핸드오거 200 m 간격)	연약지반 통과 후 견고한 지층 3~5 m 확인 (핸드오거는 가능심도까지)
댐		20~30 m 격자 간격	댐 높이 고려
제방		100 m 간격	제방높이 3배, 최소 10 m 이상
공항		상기 구분 별 간격	상기 구분 별 심도
원자로 시설		안전관련 구조물당 1공 이상	- 최대상재하중 10% 미만의 하중 영향이 예상되는 깊이까지 - 단층 및 파쇄대 분포 시 범위를 파악할 수 있는 깊이까지

- 주 1) 교량구간 시추심도는 철도(고속철도 포함)의 경우 연암 3 m 또는 경암 1 m, 기반암이 출현하지 않을 때는 풍화암 10 m까지 적용하고, 도로(고속국도 포함)는 연암 3 m 또는 경암 1 m, 기반암이 출현하지 않을 때는 풍화암 7 m까지 적용한다.
- 2) 철도 산악터널의 경우, 시추조사 간격은 50~100 m로 적용한다.
- 3) 토취장 조사는 개소 당 시추는 2개소 이상, 심도는 경암 5 m까지 수행하며, 시험굴은 5개소 이상 실시한다.
- 4) 단선병렬 터널의 경우, 두 터널 중심 간의 거리가 5D(터널 폭) 이상 이격되었을 경우, 각각의 터널로 지반조사를 수행한다.
- 5) 지하철의 경우 각 해당 구조물 구분을 따른다.
- 6) 위 기준은 최소 권장사항이며, 사업규모 및 특성에 따라 수량 및 심도를 증가하여 정밀조사를 실시한다.

(4) 현장시험

- ① 현장시험은 현장에서 흙과 암의 특성을 확인하거나, 시험결과를 직접적으로 설계에 적용하기 위하여 실시한다.
- ② 시험방법은 한국산업표준(KS)을 기준으로 실시하고, 필요시 미국재료시험학회(ASTM), 한국암반공학회(KSRM) 및 국제암반공학회(ISRM) 등의 국제적으로 규정된 기준에 의거 실시한다.
- ③ 현장시험 항목으로는 일반적으로 표준관입시험, 베인시험, 콘관입시험, 간극수압소산시험, 시추공전단시험, 공내재하시험, 투수 및 수압시험 등이 있으며, 예로 연약지반 쌓기구간, 깎기구간, 교량구간, 터널구간에서 요구되는 현장시험 항목은 다음과 같다.

표 2.1-3 연약지반 쌓기구간

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
자연시료채취	공당 1개소 / 공당 2개소	· 필요깊이 (공별 5 m 간격 채취)
베인시험	800 m / 200 m 간격	· 연약층 전심도 (5 m 간격)
콘관입시험	200 m / 100 m 간격	· 연약층 전심도
간극수압 소산시험	400 m / 200 m 간격	· 연약층이 얇은 경우: 연약층 중앙부 · 연약층이 두꺼운 경우: 연약층 중앙부 또는 층두께의 1/3 지점

표 2.1-4 깎기구간

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
시추공전단시험	- / -	풍화암층이 두꺼운 경우 필요시 수행
공내재하시험	- / 깎기높이 20 m 이상 1공	지층별 각 1회
투수 및 수압시험	- / -	투수계수 산정 필요시 수행

표 2.1-5 교량구간

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
공내재하시험	- / 1공	지층별 각 1회

표 2.1-6 터널구간

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
시추공전단시험	- / -	풍화암층이 두꺼운 경우 필요시 수행
공내재하시험	- / 입출구부, 본선 각 1공	지층별 각 1회
암반수압시험	- / -	투수계수 산정 필요시 수행

(5) 물리탐사

- ① 물리탐사는 공사계획, 지반조건, 환경조건 등에 따라 측정 대상 물성을 다르게 적용할 수 있으며, 대상지반의 조사를 시행하는 보조적·광역적 방법으로 활용한다.
- ② 물리탐사 종류에는 탄성파탐사, 전기비저항탐사, 전자탐사, 레이더탐사(GPR탐사), 중력탐사, MASW(SASW)탐사 등이 있으며, 설계목적에 적합한 탐사 방법을 선택한다.
- ③ 산악지역의 경우 전기비저항탐사의 가탐심도를 고려하여, 전자탐사를 실시한다.
- ④ 물리탐사 항목으로는 일반적으로 전기비저항탐사, 굴절법탄성파탐사 등이 있으며, 예로 깎기부, 터널부, 교량부에서 요구되는 물리탐사 항목은 다음과 같다.

표 2.1-7 깎기부

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
굴절법탄성파탐사	- / 깎기높이 20 m 이상	· 미시추구간 · 시추조사와 병행

표 2.1-8 터널부

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
굴절법탄성파탐사	입출구부 및 저토피구간	가탐심도 50 m 내외
전기비저항탐사	터널 전체길이	가탐심도 200 m 내외

표 2.1-9 교량부

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
굴절법탄성파탐사	직접기초에 풍화암 심도 급변구간	직접기초 예상심도까지

(6) 물리검층

- ① 지구물리검층 시에는 지질학적, 수문지질학적, 지반공학적 특성과 연계하여 구성암석, 균열상태, 지하수 유용과 물리·화학적 성질을 비롯한 제반 지반정보를 얻을 수 있도록 한다.
- ② 지구물리검층 수행 시 해석을 용이하게 할 수 있도록 조밀하게 측정한다.
- ③ 내진특성 평가를 위해 필요시 밀도검층, 다운홀, SPS검층 등을 수행한다.
- ④ 물리검층 항목으로는 대표적으로 시추공영상촬영이 있으며, 예로 깎기부, 터널부, 교량부에서 요구되는 물리검층 항목은 다음과 같다.

표 2.1-10 깎기부

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
시추공영상촬영	- / 깎기높이 10 m 이상 1공	암반구간

표 2.1-11 터널부

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
시추공영상촬영	- / 입출구부 각 1회	암반구간

표 2.1-12 교량부 및 터널 입출구부

조사 항목	빈도(기본/실시)	조사 심도
시추공토모그래피탐사	- / 상부구조물에 영향을 미치는 공동 발견 시	· 필요깊이까지

(7) 실내시험은 현장에서 채취한 교란, 불교란시료에 대하여 지반의 물리·역학적 특성을 파악하기 위하여 실시한다.

① 실내토질시험

가. 실내토질시험은 한국산업표준(KS)에 제시된 시험방법에 따라서 시행한다. 다만, KS에 명시되지 않은 시험은 국제적으로 인정되는 시험방법 등을 준용한다.

나. 실내토질시험 항목으로는 함수량, 비중, 체가름, 입도, 액·소성시험, 일축압축시험, 직접전단시험, 압밀시험, 삼축압축시험, 다짐시험, 실내CBR시험 등이 있다.

② 실내암석시험

가. 실내암석시험은 채취된 암석시료의 공학적 특성과 설계정수를 결정하기 위하여 시행하며, 시료의 제작 및 시험방법은 한국산업표준(KS)을 따르며, 필요시 한국암반공학회(KSRM), 국제암반공학회(ISRM) 및 미국재료시험협회(ASTM) 등 국제적으로 공인된 방법을 적용할 수 있다.

나. 실내암석시험 항목으로는 비중, 흡수율, 단위중량, 포아송비, 일축압축, 삼축압축시험, 인장시험, 점하중시험, 탄성파속도, 마모시험, 체가름, 풍화내구성지수 시험, 팽윤시험, 절리면전단시험 등이 있다.

(8) 지반동적특성 조사

① 내진 설계에 필요한 지반의 대표적 동적 물성치는 전단파속도, 전단탄성계수, 감쇠비 등이 있다.

② 대상부지의 지진응답특성 평가를 위해 시추조사, 물리탐사, 검층 및 실내시험을 시행하여 지층별 동적물성을 정량화한다.

③ 현장조사 및 현장시험, 실내시험 등이 여의치 않은 경우에 한하여 기존자료를 이용한다.

(9) 특수 지반 및 구조물에서의 추가적인 조사

① 폐기물 및 오염물질 분포 지역에서의 조사

가. 기초 하부에 폐기물이나 오염물이 예상되는 지역에서는 현장시험이나 실내시험 등을 통하여 오염물질의 특성을 평가한다.

나. 현장시험은 전기비저항, pH, 온도, 산화환원전위 등이며, 실내시험은 토양오염, 수질분석, 콘크리트 부식 성분 조사 등이다.

② 지하수 및 간극수압 특성 조사

가. 간극수압 분포 조사는 수위, 시간에 따른 변화, 수문학적 정보를 포함한다.

나. 만약 피압수나 용출수가 있다면 보고서에 기록하여야 하고, 피압수두의 측정이 가능하다면 그 크기를 측정한다.

다. 현장 근처에 지하수 양수정이 있으면 그 위치 및 용량을 확인한다.

③ 시험터널조사

가. 특수한 지반상태를 직접 확인할 필요가 있거나 특정한 원위치시험을 시행할 필요가 있을 때에는 시험터널을 굴착하여 조사할 수 있다.

나. 시험터널 내에서 각종 원위치시험이나 계측을 시행할 경우 및 시료를 채취할 경우에는 원지반의 교란을 최소화한다.

다. 시험터널 조사는 지표지질조사, 시추조사 등과 연계 분석하여 터널의 지질도를 작성한다.

④ 저수지 주변조사

가. 저수지 주변의 조사는 만수 시의 누수 또는 수위변동에 의한 산사태, 댐의 기능 및 안전성에 지장을 줄 가능성의 유무를 판단하기 위하여 정밀하게 시행한다.

나. 댐 주변 및 제체 기초부에 발달한 단층, 절리, 층리 등 불연속면에 대해서 정밀하게 조사하며, 필요시 평사투영법과 같은 분석을 시행하여 산사태 및 제체 기초부의 안정성을 평가하는 기초자료로 사용한다.

다. 댐의 저수가 취약 지반을 통하여 유역 외로 유출될 우려가 예상되는 지역은 지하수 거동을 확인할 수 있는 조사를 시행한다.

⑤ 제체 재료조사

가. 댐 지점 주변에 있는 암석, 사력, 흙 등 필댐 축조 재료의 조사는 기술적으로 사용이 가능하다고 생각되는 모든 재료에 대하여 분포지역, 수량, 통일분류, 공학적인 성질 등을 파악한다.

나. 재료조사는 댐 지점에 가까운 곳부터 시작하여 총량이 제체 체적의 2~3배에 달하는 범위까지 점차 확대한다.

다. 조사구역은 축조 계획수량을 고려하여 댐 계획 지점을 중심으로 최초 0.5 km 또는 1 km 지역에 대해서 조사하고, 수량이 미달할 경우에는 그 이상의 지역으로 점차 확대한다.

라. 조사방법은 지형 및 상황에 따라 시추조사, 트렌치조사, 시험굴조사 등의 방법을 혼용한다.

마. 토질시험은 채취한 시료 중에서 대표적인 시료를 선정하여 필수 시험항목인 함수량, 비중, 입도, 단위중량, 다짐시험 등과 함께 기타 필요한 시험을 시행한다.

⑥ 불안정 요인을 갖는 비탈면 조사

가. 불안정 지형·지질 요인을 갖는 비탈면에서는 각각의 불안정 요인에 따라 적절하게 조사방법과 조사범위를 설정하여 안정성 확보를 위한 상세한 설계를 실시한다.

나. 비탈면 파괴 또는 산사태 지역에 대한 조사에는 예비조사 및 본조사에서 시행하는 조사방법을 바탕으로 비탈면의 활동요인 및 파괴토체의 기하학적 특성을 규명하고 파괴토체의 활동으로 인해 예상되는 위험도를 평가하기 위한 조사가 포함된다.

다. 낙석에 대한 조사는 급경사의 깎기비탈면 상부에 낙석이 발생 가능하고, 낙석 발생 시 비탈면 하부의 시설물 및 인명에 위험성이 있는 경우에 시행한다.

라. 토석류 발생가능 구간에 대한 조사는 과거에 토석류가 발생하였거나 계곡부의 유역면적이 매우 넓고 경사가 급한 경우에 실시한다.

⑦ 기설제방 조사

가. 기설제방의 토질조사는 제방 취약 예상지점 파악조사, 제체누수조사, 기초지반 누수조사, 연약지반조사 등을 필요에 따라 실시한다.

나. 기설제방의 제체에서 누수가 발생할 경우에는 제체 토질 및 피해에 관한 자료 조사와 탐문조사, 시료채취 및 실내토질시험, 시추조사, 원위치시험, 물리탐사 등을 필요에 따라 실시한다.

다. 기설제방에서 과대한 침하나 활동에 의한 파괴 등의 피해가 실제로 발생할 경우와 제방의 보축, 지진 등에 의해 침하나 활동이 문제가 될 것이 예상되는 연약지반에서는 제방의 기초지반 토질에 관한 조사 및 제방침하에 관한 자료조사, 시료채취, 실내토질시험, 원위치시험 등에 대한 조사를 실시한다.

⑧ 석회암동굴, 용암동굴 등 지하공동이 분포할 것으로 예상되는 지역의 경우에는 필요시 토모그래피 탐사나 중력탐사 등을 시행할 수 있으며, 도심지 터널의 지하정거장과 같이 사람이 일정시간 머무는 구간에 대하여서는 라돈가스에 대한 영향분석을 실시한다.

2.1.3 추가조사

(1) 예비조사 및 본조사 후에도 구조물 설계를 위한 추가의 자료가 필요할 경우에는 구조물이 위치하는 지역에 대한 흙과 암의 지반공학적 성질과 지하수위에 대해서 추가조사를 실시한다.

(2) 추가조사의 범위와 방법은 본조사의 결과와 현장 상황 등을 고려하여 결정한다.

2.1.4 지반조사 후 폐공

(1) 시추가 완료된 시추공은 관련법령에 따라 시멘트 모르타르 등으로 적합하게 폐쇄하여 지하수 유동으로 인한 오염의 확산을 방지한다.

2.2 지반의 분류기준

(1) 지반분류는 조사와 시험으로부터 수집된 제반정보를 토대로 수행한다. 흙과 암반의 경계구분은 시추조사 결과와 흙 및 암에 대한 특성 및 기본적인 성분조사 결과를 이용하여 판정한다.

(2) 토층은 지질학적 생성기원에 따라 구분하고, 흙의 분류방법은 공학적 분류기준인 흙의 통일분류법을 이용한다.

(3) 암반의 분류방법은 분류 목적 및 특성에 따라 다양한 방법이 있으며, 목적에 따라 적합한 분류방법을 선택하여 사용한다.

① 지질학적 암석명에 의한 분류

② 공학적 특성을 이용한 점수배점을 이용한 분류(RMR, SMR 등)

③ 강도 및 풍화도를 이용한 분류

④ 불연속면의 상태에 따른 분류

⑤ 탄성과속도 및 시공성에 따른 분류방법 등

2.3 지반특성 평가

- (1) 지반의 물리적 특성은 흙의 경우 입도분포, 간극률, 상대밀도, 단위중량, 자연함수비, 유기질함량 등이며, 암석의 경우 구성광물, 단위중량, 함수비, 간극률, 흡수율, 슬레이크 내구성 등이 있으며, 이러한 특성들은 지반을 분류하고 물리적 상태 변화 및 발생 가능한 상태를 이해하는 데 사용된다.
- (2) 물리적 특성 중 흙과 암석의 단위중량은 충분한 정확도로 결정되어야 하며, 채취된 불교란시료로부터 구한다. 불교란 시료를 채취할 수 없을 때는 현장시험을 통해 구한다.
- (3) 흙의 역학적 특성은 강도특성, 변형특성, 투수특성 등이 있으며, 설계에서 적용하는 값은 현장조사, 원위치시험, 토질시험 결과뿐만 아니라 과거문헌조사, 기존 시험 자료 조사 등을 종합적으로 참고하여 판단한다.
- (4) 흙의 강도는 일축압축강도, 삼축압축강도, 마찰면에 대한 전단강도 정수로 구분하며 현장시험과 실내시험 결과로부터 구한다.
- (5) 흙의 변형특성은 비선형 특성을 나타내며, 변형계수는 사용하고자 하는 변형량의 정도에 따라서 접선탄성계수 또는 할선탄성계수로 표현한다. 흙의 변형특성은 흙의 종류와 상태에 따라서 많은 차이를 나타내므로 시험 및 상관 관계식 등을 통해 신중하게 값을 선정한다.
- (6) 침투수 해석을 수행하기 위해서는 지하수와 함께 불포화 또는 포화된 흙의 투수특성과 지표면 침투특성이 필요하다. 이러한 특성은 포화투수계수, 불포화함수 특성곡선, 지표침투특성 등을 측정하는 시험을 통해 구한다. 암반의 경우에는 현장수압시험을 수행하여 투수 특성을 정량화한다.
- (7) 암의 역학적 특성은 암석의 강도특성, 변형특성, 투수특성 및 암석 불연속면의 전단특성 등이 있으며, 설계에서 적용하는 값은 현장조사, 원위치시험, 토질시험결과뿐만 아니라 과거 문헌조사, 기존 시험자료 등을 종합적으로 참고하여 판단한다.
- (8) 암석의 강도는 일축압축강도, 삼축압축강도, 절리면 전단강도 등이 있으며 현장시험과 실내시험 결과로부터 구한다.
- (9) 암의 변형특성은 크게 무결암의 변형특성과 암반의 변형특성으로 구분하며, 암석종류, 풍화상태, 불연속면의 발달 상태에 따라서 많은 차이를 나타내므로 시험과 과거의 경험을 토대로 신중하게 산정한다. 암반의 변형특성은 실제규모의 시험을 실시하거나, 공내재하시험 또는 암반분류 방법에서 구한 값과의 상관관계를 이용하여 산정한다.
- (10) 암반비탈면 안정해석에서 불연속면의 전단강도는 매우 중요한 부분이며, 절리면 전단시험을 실시하여 산정하는 것을 원칙으로 하며, 현장에서 조사한 절리면 거칠기와 절리면 벽면강도를 고려한 전단강도 공식을 이용하여 산정할 수 있다.

2.4 보고서 작성

- (1) 지반조사 보고서에는 지반의 지질학적 특성 및 모든 지반의 정보, 지반공학적 평가, 시험결과 해석시 사용된 가정들을 포함한다.
- (2) 지반조사 보고서에는 시험에 사용된 방법들과 과정, 단계별조사, 시추, 지하수 측정, 실내 및 현장시험에서 얻은 결과들을 기록하여야 한다.
- (3) 지표지질조사는 조사한 내용을 정리하여 단층을 포함한 현장의 지질구조를 응용지질도에 정리한다.
- (4) 시추조사 결과는 일정 양식의 시추주상도로 정리한다.
- (5) 현장시험 결과는 각각 목적에 적합한 정보가 자세히 나타날 수 있도록 일정한 양식에 정리하고, 시험결과가 도표로 나타나는 경우는 그 결과를 제시한다.
- (6) 실내시험 결과는 각각 목적에 적합한 정보가 자세히 나타날 수 있도록 일정한 양식에 정리하고, 시험결과가 도표로 나타나는 경우는 그 결과를 제시한다.
- (7) 지표하부에 분포하는 지층은 불규칙하게 발달하고, 현장조사에서 얻은 결과는 제한적임에 따라 설계 및 시공 시 이를 고려한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
김기석	(주)희송지오텍	성상열	(주)고려기초연구소
김종훈	(주)희송지오텍	이정학	(주)건창이엔텍

자문위원

성명	소속	성명	소속
김태형	한국해양대학교	이재국	경동기술공사
박이근	(주)지오알앤디	유남재	한국건설생활환경시험연구원

건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
구찬모	한국토지주택공사	배병훈	한국도로공사
김운형	다산컨설팅	임대성	삼보ENG
김유봉	서영엔지니어링	정상섬	연세대학교
김홍문	평화엔지니어링	정충기	서울대학교
박성원	유신	최용규	경성대학교
박종호	평화지오텍		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
구자흡	삼영엠텍(주)	이근하	(주)포스코엔지니어링
김현길	(주)정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	(주)다음기술단

국토교통부

성명	소속	성명	소속
정선우	국토교통부 기술기준과	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

설계기준
KDS 11 10 10 : 2016

지반조사

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
<http://www.kgshome.org>

작성기관 한국지반공학회
05836 서울특별시 송파구 법원로9길 26, C동 701호(문정동,에이치비즈니스파크)
Tel : 02-3474-4428 E-mail : kgssmfe@hanmail.net
<http://www.kgshome.org>

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