KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

굴착면 안전기울기 기준에 관한 기술지원규정
D-C-5-2025

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 작성자 : 한국안전학회 송창근

○ 개정자 :
- 안전보건공단 건설안전실 박주호
- 안전보건공단 건설안전실

○ 제・개정경과
- 2014년 11월 건설안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2023년 7월 건설안전분야 표준제정위원회 심의(개정)
- 2024년 11월 건설안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2025년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 지반 설계기준 KDS 11 70 05(쌓기깍기), 지반공사 표준시방서 KCS 11 20 10(땅깍기), KCS 11 20 15(터파기)
- 건설공사 표준품셈(국토교통부)
- 도로설계기준 토공편(한국도로공사)
- 암판정기준(한국전력공사)
- 지반조사 표준품셈(한국엔지니어링 진흥협회)
- 지반조사편람(서울특별시)
- 지반설계기준・지반공사 표준시방서(국토교통부)

○ 관련 법규・규칙・고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제4장 제2절(굴착작업 등의 위험방지)
- 고용노동부 고시 제2023-35호(굴착공사 표준안전 작업지침)

○ 기술지원규정의 적용 및 문의

- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2025년 3월 26일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 1

4. 굴착면 기울기 관련 법적 필수사항 ····· 3

4.1 굴착면의 붕괴 등에 의한 위험방지 ····· 3

5. 굴착비탈면 안전 사항 ····· 5

5.1 사전 검토 사항 ····· 5

5.2 일반 검토 사항 ····· 6

5.3 지반종류별 준수사항 ····· 6

5.4 비탈면 안정해석 실시 ····· 7

6. 굴착면 안전기울기 ····· 8

6.1 안전기울기 기준 ····· 8

6.2 안전기울기 준수를 위한 유의사항 ····· 9

<부록 1> 지반 설계기준(KDS 11 00 00) ····· 10

<부록 2> KS F 2324(흙의 공학적 분류방법) ····· 11

<부록 3> 기관별 토질 및 지반 분류기준 ····· 12

굴착면 안전기울기 기준에 관한 기술지원규정(안) 제안개요

Ⅰ. 제정이유

건설공사 현장에서 굴착면의 붕괴 등에 의한 위험방지에 필요한 굴착면 안전기술기준에 대한 규정을 제시하여 사업장에서 이를 활용토록 하여 근로자의 안전을 도모하기 위함.

Ⅱ. 제정(안)의 주요내용

1. 산업안전보건기준에 관한 규칙 제339조 제1항 개정에 따른 현행화
2. 굴착면 기울기 관련 법적 필수사항 항목 신설
3. 토질별 굴착면 기울기 기준 개정 내용 반영
4. 건설기술진흥법 제44조(설계 및 시공기준)에 대한 사항 등 관련 법령 추가
5. 국토교통부 고시 제2021-1348호, 지반설계기준 내용을 부록에 추가

Ⅲ. 관련 법규 및 규격

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제339조(굴착면의 붕괴 등에 의한 위험방지)
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 지반 설계기준(KDS 11 00 00)
- KS F 2324(흙의 공학적 분류방법)

Ⅳ. 산업안전·보건표준제정위원회 심의개요

○ 건설안전분야 전문위원회 심의
- 제 안 자 : 안전보건공단 건설안전실
- 심 의 일 : 2024년 11월 15일
- 심의위원 : 재적위원 18명 중 10명 참석
- 주요 수정내용 : 법령 개정에 따른 현행화 및 기타 자구 수정 등

○ 산업안전·보건표준제정위원회 본위원회 심의
- 제 안 자 : 안전보건공단 건설안전실
- 심 의 일 : 2025년 1월 10일
- 심의위원 : 재적위원 24명 중 20명 참석
- 주요 수정내용 : 법령 개정에 따른 현행화 및 기타 자구 수정 등

굴착면 안전기울기 기준에 관한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하“안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제4장 제2절(굴착작업 등의 위험방지)의 규정에 의거 건설공사 굴착면의 안전기울기 기준에 관한 기술지침을 제시함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 규정은 건설공사 현장의 굴착비탈면에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다

(가) “굴착”이라 함은 인력이나 장비를 동원하여 지반을 파는 작업으로 땅깍기(절토)와 구조물을 설치하기 위한 터파기를 포함한 유사한 행위를 말한다.

(나) “안전기울기”라 함은 굴착비탈면의 전단파괴나 무너짐(붕괴)의 위험이 없는 상황하에서 비탈면이 형성하는 연직방향에 대한 수평방향 길이의 비를 말한다.

(다) “비탈면 안정해석”이라 함은 자중 및 외력에 의해 발생되는 비탈면 내부의 전단응력이 비탈면 토질이 갖고 있는 전단강도보다 크게 되면 비탈면 파괴가 생기게 되는데 전단응력과 전단강도에 따른 비탈면 파괴에 대한 안정성을 이론・실험・수치해석 등의 방법으로 검토하는 것을 말한다.

(라) “TCR”이라 함은 샘플링된 코아 중 암석부분의 총 길이를 시추공의 총길이로 나누어 백분율로 표기한 값을 말한다.

(마) “RQD”라 함은 암반 시추 후 10 cm 이상 되는 코아 채취 길이의 합계를 총 시추길이로 나눈 백분율로 암반의 상태를 나타내는 암질지수를 말한다.

(바) “N치”라 함은 63.5 kgf의 해머를 76 cm의 높이에서 자유낙하 시켜 로드 선단 샘

플러를 지반에 30 cm 관입하는데 필요한 타격 횟수를 말한다.

(사) “탄성파속도”라 함은 지반의 특정 지점에서 인위적으로 충격을 발생시켜, 주변에 설치된 감진기로 지반을 전파하는 탄성파의 빠르기를 수치로 표현한 값을 말하며, 지반이 단단할수록 전달속도가 빠르게 나타나므로 이 값을 통해 지질의 종류를 판별할 수 있다.

(아) “토사”라 함은 불도저가 유효하게 사용될 수 있는 정도의 흙, 모래, 자갈 및 호박돌이 섞인 지층을 말한다.

(자) “리핑암”이라 함은 불도저에 장착한 유압식 리퍼가 유효하게 사용될 수 있고, 풍화암 정도로 풍화가 상당히 진행된 지층을 말한다.

(차) “풍화암”이라 함은 풍화가 많이 진행되어 절리나 균열 등의 불연속면의 발생빈도가 매우 높고 풍화가 암석내부까지 진행된 암으로 암석자체의 색조가 변색되어 있으며 망치 타격으로 쉽게 부수어지는 암을 말한다.

(카) “발파암”이라 함은 발파를 사용하는 것이 가장 유효한 지층을 말한다.

(타) “연암”이라 함은 풍화가 약간 진행되어 절리나 균열 등의 불연속면의 발생빈도가 낮으며 암석내부는 부분적으로 약한 풍화가 진행중이며 절리면 주변이 일부 변색되어 있으며 망치로 타격시 둔탁한 소리가 나면서 파괴되는 암을 말한다.

(파) “경암”이라 함은 풍화가 거의 발생하지 않아 절리나 균열 등의 불연속면이 관찰되지 않는 거의 신선한 암으로 망치로 타격시 맑은 소리가 나면서 파괴되는 암을 말한다.

(하) “슈미트값”이라 함은 반발 망치를 소정의 위치에 올려놓고, 암석 정면에 직각을 유지하면서 힘을 가했을 때 반발중추가 튀어 오른 거리에 대한 백분율을 말하며, 암석의 종류와 성질에 따라 다양한 범위의 값을 가진다.

(거) “노두조사”라 함은 지표에 드러난 지각 구성 암석, 즉 표토 아래에 있는 기반암의 일부가 지표로 나와 있는 부분을 조사하는 것으로 삽과 곡괭이를 통한 일차적인 관찰을 말한다.

(너) “일축압축강도”라 함은 수평방향 구속압이 없는 재료에 축방향으로 하중을 가하여 파괴가 이루어질 때의 응력을 말하는 것으로 단위 면적에 작용하는 하중을 의미한다.

(더) “점하중강도”라 함은 암석의 일축압축강도를 추정하기 위해 시료에 점하중을 가하여 시료 내에 압축력을 유발시켜 파괴하도록 하는 실내 암석시험방법으로, 보정된 압축강도를 도출하여 지반의 강도분포를 산정할 수 있다.

(러) “메탈크라운 비트”라 함은 지반 시추용 절삭날의 한 종류로 연암일 경우 절삭속도가 빠르며 경제적이나 단단한 암석의 경우 절삭이 불가능하며 마모가 빠른 단점이 있다.

(머) “다이아몬드 비트”라 함은 메탈크라운 비트로는 굴착이 어려운 규암이나 각종 화성암의 굴착에 이용되는 암반절삭 날로 암석시료 채취율이 다른 시추법에 비해 우수한 장점이 있다.

(2) 그 밖에 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건 규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 굴착면 기울기 관련 법적 필수사항

다음은 산업안전보건법령에 관한 사항으로써 반드시 준수하여야 한다.

4.1 굴착면의 붕괴 등에 의한 위험방지

안전보건규칙 제339조(굴착면의 붕괴 등에 의한 위험방지)에 따라 사업주는 지반 등을 굴착하는 경우 굴착면의 기울기를 별표 11의 기준에 맞도록 하거나 흙막이 등 기울기 면의 붕괴 방지를 위하여 적절한 조치를 하여야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등)

① 사업주는 다음 각 호의 작업을 하는 경우 근로자의 위험을 방지하기 위하여 별표 4에 따라 해당 작업, 작업장의 지형·지반 및 지층 상태 등에 대한 사전조사를 하고 그 결과를 기록·보존해야 하며, 조사결과를 고려하여 별표 4의 구분에 따른 사항을 포함한 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 하도록 해야 한다.

6. 굴착면의 높이가 2미터 이상이 되는 지반의 굴착작업

② 사업주는 제1항에 따라 작성한 작업계획서의 내용을 해당 근로자에게 알려야 한다.

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 4] <개정 2023. 11. 14.>

사전조사 및 작업계획서 내용(제38조제1항관련)

작업명	사전조사 내용	작업계획서 내용
6. 굴착작업	가. 형상·지질 및 지층의 상태 나. 균열·함수(含水)·용수 및 동결의 유무 또는 상태 다. 매설물 등의 유무 또는 상태 라. 지반의 지하수위 상태	가. 굴착방법 및 순서, 토사등 반출 방법 나. 필요한 인원 및 장비 사용계획 다. 매설물 등에 대한 이설·보호대책 라. 사업장 내 연락방법 및 신호방법 마. 흙막이 지보공 설치방법 및 계측계획 바. 작업지휘자의 배치계획 사. 그 밖에 안전·보건에 관련된 사항

산업안전보건기준에 관한 규칙 제50조(토사등에 의한 위험 방지)

사업주는 토사등 또는 구축물의 붕괴 또는 낙하 등에 의하여 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 그 위험을 방지하기 위하여 다음 각 호의 조치를 해야 한다.

1. 지반은 안전한 경사로 하고 낙하의 위험이 있는 토석을 제거하거나 옹벽, 흙막이 지보공 등을 설치할 것

산업안전보건기준에 관한 규칙 제339조(굴착면의 붕괴 등에 의한 위험방지)

① 사업주는 지반 등을 굴착하는 경우 굴착면의 기울기를 별표 11의 기준에 맞도록 해야 한다. 다만, 「건설기술 진흥법」 제44조제1항에 따른 건설기준에 맞게 작성한 설계도서상의 굴착면의 기울기를 준수하거나 흙막이 등 기울기면의 붕괴 방지를 위하여 적절한 조치를 한 경우에는 그렇지 않다.

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 11] <개정 2023. 11. 14.>

굴착면의 기울기 기준(제339조제1항 관련)

지반의 종류	굴착면의 기울기
모래	1 : 1.8
연암 및 풍화암	1 : 1.0
경암	1 : 0.5
그 밖의 흙	1 : 1.2

비고

1. 굴착면의 기울기는 굴착면의 높이에 대한 수평거리의 비율을 말한다.
2. 굴착면의 경사가 달라서 기울기를 계산하기가 곤란한 경우에는 해당 굴착면에 대하여 지반의 종류별 굴착면의 기울기에 따라 붕괴의 위험이 증가하지 않도록 위 표의 지반의 종류별 굴착면의 기울기에 맞게 해당 각 부분의 경사를 유지해야 한다.

건설기술진흥법 제44조(설계 및 시공 기준)

① 국토교통부장관이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 자는 건설공사의 기술성, 환경성 향상 및 품질확보와 적정한 공사 관리를 위하여 다음 각 호에 관한 기준(이하“건설기준”이라 한다)을 정할 수 있다.

1. 건설공사 설계기준
2. 건설공사 시공기준 및 표준시방서 등

5. 굴착비탈면 안전 사항

5.1 사전 검토사항

(1) 굴착공사 전에 설계도면과 비탈면 안정해석 등의 내용을 검토하여 굴착비탈면의 위치, 지반의 종류 및 특성, 함수량 정도 등의 설계조건과 현장조건을 비교 검토하여 굴착면의 안전기울기의 적정성 여부를 파악한다.

(2) 굴착비탈면의 안전기울기 사전검토 시 안전보건규칙 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등)에 따라 굴착장소 및 그 주변지반에 대하여 다음 각 목을 사전 조사하여 평가한다.

(가) 지반 형상·지질 및 지층의 상태

(나) 균열·함수·용수 및 동결의 유무 또는 상태

(다) 지하매설물 도면 확인 및 매설물 등의 유무 또는 상태

(라) 지반의 지하수위 상태

(마) 비탈면 보호공의 설치계획

(3) 굴착시 굴착비탈면의 무너짐에 의한 재해를 방지하기 위하여 다음 각 목을 작업 전, 작업 중, 작업 이후, 우기 이후에 개별적으로 실시하여 점검하여야 한다.

(가) 비탈면 상부의 지표면 변화 확인

(나) 비탈면의 지층 변화부 상황 확인

(다) 부석의 상황 변화 확인

(라) 결빙과 해빙에 대한 상황의 확인

(마) 각종 비탈면 보호공의 변위 및 탈락 유무

5.2 일반 검토사항

(1) 굴착작업 시 주변지반이 침하하는 것에 주의하고 관계자의 입회하에 굴착비탈면의 안전에 필요한 조치를 취하여야 한다.

(2) 굴착공사 진행 중 사전 조사된 결과와 상이한 상태가 발생한 경우 굴착면의 안전기울기 보완을 위한 정밀조사를 실시하여야 하며, 그 결과에 따라 안전기울기를 변경해야 할 필요가 있을 때에는 안전기울기 기준이 결정될 때까지 해당 위험작업을 중지하여야 한다.

(3) 굴착작업 시 지반의 지질 상태에 따라 굴착면의 기울기를 안전하게 유지하여 무너짐 위험에 대비하여야 한다.

5.3 지반종류별 준수사항

(1) 지반의 종류별로 '6.1 안전기울기 기준'에 따라 굴착면의 안전기울기를 준수하여야 하며, 필요시 충분한 보강을 실시해야 한다.

(2) 자연지반은 매우 복잡하고 불균질하며, 굴착비탈면은 굴착후 시간이 경과함에 따라 점차 불안정해지며, 강우 등의 주변 환경 변화에 따라 비탈면 안정성이 저하되므로 이들을 고려한 안정성 검토 및 보호·보강대책이 이루어져야 한다.

(3) 리핑암의 경우 비탈면 높이가 10 m 이상일 경우에는 매 5.0 m 마다 폭 1 m의 소단을 설치하도록 한다. 또한 비탈면 높이에 관계없이 흙과 암과의 경계나 투수층과 불투수층과의 경계에는 필요에 따라 소단을 설치하고, 용수발생 시 소단에 유도 배수로를 설치하여야 한다.

(4) 발파암은 굴착난이도 및 암반 강도에 따라 비탈면 기울기와 소단을 적절하게 적용하여야 하며, 연암 및 보통암인 경우 비탈면 높이 10 m 마다 1~2 m 폭의 소단을 설치하고, 경암질인 경우에는 비탈면 높이 20 m마다 폭 1~2 m의 소단을 설치하며, 리핑암과 발파암의 경계와 암반의 특성이 급격히 변화하는 곳에도 폭 1~2 m의 소단을 추가 설치한다.

(5) 풍화가 빠른 암반, 균열이 많은 암반; 및 바둑판 모양의 균열이 있는 암반 등 붕괴위험이 있는 암반 굴착비탈면의 경우에는 반드시 이를 고려하여 안전성을 검토하여 안전기울기를 결정해야 한다.

5.4 비탈면 안정해석 실시

(1) 지반조건이 불명확하거나, 급격하게 변화하는 경우 굴착면의 안전기울기는 별도의 비탈면 안정해석을 통해 여유 있게 결정해야 한다.

(2) 굴착면 기울기는 지반을 구성하는 지층의 종류, 상태 및 굴착 깊이 등에 따라 설계기준*에 제시된 값을 표준으로 하나, 붕괴 요인을 가진 굴착부는 별도로 검토하여 종합적으로 판단하여야 한다.

* <부록 1> 지반 설계기준(KDS 11 00 00)

(3) 암반 굴착의 경우 지표지질조사 및 시추조사에 의하여 파악된 절리의 방향성과 발달상태에 따라 안정해석을 실시하여 안전기울기를 결정하여야 한다.

(4) 굴착면의 기울기가 표준기울기와 다른 경우 별도의 안정해석을 통해 안전기울기를 결정하여야 한다.

(5) 굴착비탈면이 다음과 같은 조건일 경우에는 지질 및 토질조건, 절리 발달상태, 비탈면 내의 지하수 유출조건 등에 대하여 지표지질조사 및 정밀조사를 실시하고 그 결과에 따라 비탈면 안정해석을 실시하여 비탈면 안전기울기를 결정하며, 필요시 안정대책을 검토하여 시공하여야 한다.

(가) 퇴적층이 두껍게 형성되어 불안정한 상태를 나타내는 구간

(나) 붕괴 이력이 있고 산사태 발생 가능성이 있는 구간

(다) 지하수위가 높고 용수가 많은 구간

(라) 연약지반이 분포하여 침하 등의 우려가 있는 경우

(마) 시설물이 인접하여 붕괴 시 복구에 상당기간이 소요되거나 막대한 손상을 초래하는 경우

(바) 기타 불안정한 요인이 있는 것으로 판단되는 구간

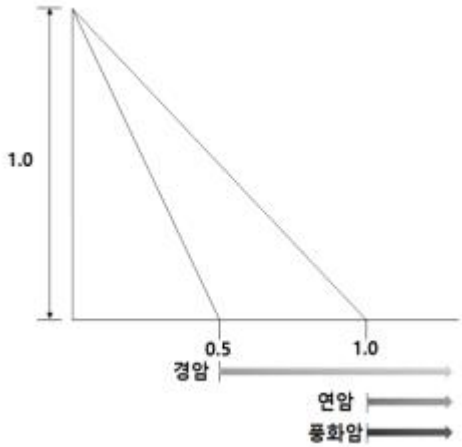
(6) 안정해석 결과 불안정한 것으로 판단되는 비탈면에 대하여는 비탈면 기울기 완화 등 적정한 보강공법을 설계에 반영하여야 한다.

6. 굴착면 안전기울기

6.1 안전기울기 기준

(1) 안전보건규칙 제339조(굴착면의 붕괴 등에 의한 위험방지) 제1항에 따라 사업주는 지반 등을 굴착하는 경우 굴착면의 기울기를 <표 1>의 기준 이상으로 완만한 기울기를 유지하여야 한다.

<표 1> 굴착면의 기울기 기준(제339조제1항 관련)

지반의 종류	굴착면의 기울기	굴착면의 기울기 모식도
모래	1 : 1.8	
연암 및 풍화암	1 : 1.0	
경암	1 : 0.5	
그 밖의 흙	1 : 1.2	

비고

1. 굴착면의 기울기는 굴착면의 높이에 대한 수평거리의 비율을 말한다.
2. 굴착면의 경사가 달라서 기울기를 계산하기가 곤란한 경우에는 해당 굴착면에 대하여 지반의 종류별 굴착면의 기울기에 따라 붕괴의 위험이 증가하지 않도록 위 표의 지반의 종류별 굴착면의 기울기에 맞게 해당 각 부분의 경사를 유지해야 한다.

(2) 굴착깊이, 굴착난이도 및 암반 강도 등에 따라 비탈면 기울기와 소단을 다르게 적용하며, 용수발생 시 소단에 유도 배수로를 설치하여야 한다.

(3) 굴착면의 기울기가 달라서 기울기를 계산하기가 곤란한 경우에는 해당 굴착면에 대하여 붕괴의 위험이 증가하지 않도록 해당 각 부분의 기울기를 유지하여야 한다.

(4) 상기 (1)항의 준수가 어려운 경우에는 건설진흥법 제44조에 따른 건설기준에 맞게 작성한 설계도서상의 굴착면의 기울기에 따를 수 있다.

6.2 안전기울기 준수를 위한 유의사항

(1) 준설 비탈면은 토질조건, 준설방법 등에 따라 준설공사 후 비탈면이 안정적으로 유지하기 위하여 준설 시 안전기울기를 규정할 필요가 있으며, 대단위 비탈면 형성구역에 대해서는 원호활동 검토 등을 수행하여 안전기울기를 결정하여야 한다.

(2) 연암 이상 암반 굴착면의 기울기는 암반 내에 발달하는 단층 및 주요 불연속면의 기울기 및 방향을 고려하여 발생 가능한 파괴형태에 대한 안정해석을 실시하여 비탈면의 안전기울기를 결정하여야 한다. 다만, 해당 구간 불연속면 등의 암반특성을 정확히 파악할 수 없을 경우 시추조사에 의해 파악된 암반특성을 고려하여 암반 굴착면의 안전기울기를 결정할 수 있으나 반드시 시공 중 조사 및 이를 반영한 안정해석을 통해 안정성을 확인하여야 한다.

(3) 각기 다른 토질이 분포하여 상이한 소단 및 기울기로 접속되는 구간에는 연결을 위한 완화구간을 둔다. 이 경우 해당 공사현장의 설계도서에 따른 설치를 원칙으로 하되, 설계도서에 별도 제시하지 않은 경우에는 접합부 중심 기준 좌우 약 5m의 완화구간을 설치한다.

(4) 비탈면 보호를 위한 배수시설 및 비탈면 보호시설 등은 별도 검토하여 반영해야 하며 시설물의 설치 여건에 따라 비탈면의 기울기를 조정할 수 있다.

<부록 1> 지반 설계기준(KDS 11 70 05)

지반 설계기준, KDS 11 70 05(쌓기깍기) 4.1.1 쌓기비탈면

① 쌓기비탈면의 경사는 별도의 비탈면 안정해석을 통해 결정하는 것이 원칙이나, 높이 10 m 미만일 경우에는 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 표 4.1-1의 표준경사를 적용할 수 있다.

표 4.1-1 쌓기비탈면의 표준경사

쌓기재료	비탈면 높이 (m)	비탈면 상하부에 고정 시설물이 없는 경우 (도로, 등)	비탈면 상하부에 고정 시설물이 있는 경우 (주택, 건물 등)
입도분포가 좋은 양질의 모래, 모래자갈 암괴, 암버력	0 ~ 5	1 : 1.5	1 : 1.5
	5 ~10	1 : 1.8	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0
	10 초과	별도 검토	별도 검토
입도분포가 나쁜 모래, 점토질 사질토, 점성토	0 ~ 5	1 : 1.8	1 : 1.8
	5 ~ 10	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	1 : 2.0
	10 초과	별도 검토	별도 검토

*1) 상기표는 기초지반의 지지력이 충분한 경우에 적용함.

2) 비탈면높이는 비탈어깨에서 비탈끝까지 수직높이임.

지반 설계기준, KDS 11 70 05(쌓기깍기) 4.1.2 깍기비탈면

① 깎기비탈면의 경사는 별도의 안정해석을 수행하여 결정하는 것이 원칙이나 풍화암 이하의 강도를 갖는 비탈면의 경우, 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 표 4.1-3과 같이 표준경사를 적용할 수 있다.

표 4.1-3 토사원지반 깎기비탈면 표준경사

토질조건		비탈면 높이(m)	경사	비고
모래			1:1.5 이상	SW, SP
사질토	밀실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
		5 ~ 10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않고 입도분포가 나쁨	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
		5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 암괴 섞인 사질토	밀실하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
		10 ~ 15	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않거나 입도분포가 나쁨	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
		10 ~ 15	1:1.2 ~ 1:1.5	
점성토		0 ~ 10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
암괴 또는 호박돌 섞인 점성토		5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC
		5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5	
풍화암		-	1:1.0 ~ 1:1.2	시편이 형성되지 않는 암

주 1) 실트는 점성토로 간주. 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.

2) 위 표의 경사는 소단을 포함하지 않는 단일비탈면의 경사이다.

※ 표 4.1-3 비고란에 흙의 공학적 분류기호는 KS F 2324(흙의 공학적 분류방법, 2022)에 따른다.

<부록 2> 한국산업표준 KS F 2324(흙의 공학적 분류방법)

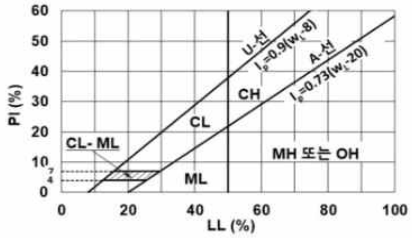
한국산업표준 KS F 2324(흙의 공학적 분류방법, 2022) 9. 분류기호

분류는 문자의 조합으로 나타내며 기호의 의미는 다음과 같다.

제1문자	흙의 종류	제2문자	흙의 상태
G	자갈(Gravel)	— 조립토	
S	모래(Sand)	W	입도 양호(Well Graded)
M	실트(스웨덴어의 Mo)	P	입도 불량(Poorly Graded)
C	점토(Clay)	M	비소성 또는 저소성 세립분
O	유기질의 점토 및 실트(Oganic)	C	소성의 세립분
Pt	압축성이 큰 유기질 흙(Peat)	— 세립토	
		L	압축성이 작음(LL < 50)
		H	압축성이 큼(LL ≥ 50)

부표-1 흙의 공학적 분류 방법

부표 1 — 흙의 공학적 분류 방법

주요 구분			분류기호	대표명	분류 방법		
조립토 75 μm 체 통과 50 % 미만	자갈 4.75 mm 체에 남는 조립분이 50 % 이상	깨끗한 자갈	GW	입도 분포 양호한 자갈 또는 자갈 모래 혼합토	입도 곡선으로 모래와 자갈의 비율을 정한다. 세립분(75 μm 체 이하)의 백분율에 따라 다음과 같이 나눈다. 5 % 미만 GW, GP, SW, SP 12 % 초과 GM, GC, SM, SC 5~12 % 경계선에서는 이중기호	$Cu=\frac{D_{60}}{D_{10}}$: 4 이상 $Cc=\frac{(D_{30})^2}{D_{10}\times D_{60}}$: 1~3 모두 만족해야 됨.	
			GP	입도 분포 불량한 자갈 또는 자갈 모래 혼합토		*Cu*, *Cc* 중에서 하나라도 만족하지 못할 경우	
		세립분을 함유한 자갈	GM	실트질 자갈, 자갈 모래 실트 혼합토		소성도에서 A선 아래 또는 PI 1 < 4	소성도에서 사선을 한 부분에서는 이중 기호로 분류한다.
			GC	점토질 자갈, 자갈 모래 점토 혼합토		소성도에서 A선 또는 A선 위이거나 PI 1 > 7	
	모래 4.75 mm 체 통과한 조립분이 50 % 이상	깨끗한 모래	SW	입도 분포 양호한 모래 또는 자갈 섞인 모래		$Cu=\frac{D_{60}}{D_{10}}$: 6 이상 $Cc=\frac{(D_{30})^2}{D_{10}\times D_{60}}$: 1~3 모두 만족해야 됨.	
			SP	입도 분포 불량한 모래 또는 자갈 섞인 모래		*Cu*, *Cc* 중에서 하나라도 만족하지 못할 경우	
		세립분을 함유한 모래	SM	실트질 모래, 실트 섞인 모래		소성도에서 A선 아래 또는 PI < 4	소성도에서 사선을 한 부분에서는 이중 기호로 분류한다.
			SC	점토질 모래, 점토 섞인 모래		소성도에서 A선 또는 A선 위이거나 PI > 7	
세립토 75 μm 체 통과 50 % 이상	실트 및 점토 LL < 50		ML	무기질 점토, 극세사, 암분, 실트 및 점토질 세사		
			CL	저·중소성의 무기질 점토, 자갈 섞인 점토, 모래 섞인 점토, 실트 섞인 점토, 점성이 낮은 점토			
			OL	저소성 유기질 실트, 유기질 실트 점토			
	실트 및 점토 LL ≥ 50		MH	무기질 실트, 운모질 또는 규조질 세사 또는 실트, 탄성이 있는 실트			
			CH	고소성 무기질 점토, 점질 많은 점토			
			OH	중 또는 고소성 유기질 점토			
유기질토			Pt	이탄토 등 기타 고유기질토	—		

KATS-1004
이 문서는 저작권 규정에 따라 상업적 활용 금지

<부록 3> 발주기관별 토질 및 지반 분류 기준

토질 및 지반 분류에 대한 기준은 발주기관에 따라 상이하므로 다음의 자료를 참고 할 수 있으며, 혼동이 발생하는 경우 암판정위원회의 결정에 따르는 것을 원칙으로 한다.

1. 국토교통부 건설공사 표준품셈(2024) 1-2-3 토질

<표 1> 토질 및 암의 분류

구분	특징
보통토사	보통 상태의 실트 및 점토 모래질 흙 및 이들의 혼합물로서 삽이나 괭이를 사용할 정도의 토질(삽작업을 하기 위하여 상체를 약간 구부릴 정도)
경질토사	견고한 모래질 흙이나 점토로서 괭이나 곡괭이를 사용할 정도의 토질(체중을 이용하여 2~3회 동작을 요할 정도)
고사 점토 및 자갈섞인 토사	자갈질 흙 또는 견고한 실트, 점토 및 이들의 혼합물로서 곡괭이를 사용하여 파낼 수 있는 단단한 토질
호박돌 섞인 토사	호박돌 크기의 돌이 섞이고 굴착에 약간의 화약을 사용해야 할 정도로 단단한 토질
풍화암	일부는 곡괭이를 사용할 수 있으나 암질(岩質)이 부식되고 균열간격이 1~10 ㎝ 로서 굴착 또는 절취에는 약간의 화약을 사용해야 할 암질
연암	혈암, 사암 등으로서 균열이 10~30 ㎝ 정도로서 굴착 또는 절취에는 화약을 사용해야 하나 석축용으로는 부적합한 암질
보통암	풍화상태는 엿볼 수 없으나 굴착 또는 절취에는 화약을 사용해야 하며 균열이 30~50 ㎝ 정도의 암질
경암	화강암, 안산암 등으로서 굴착 또는 절취에 화약을 사용해야 하며 균열간격이 1 m 이내로서 석축용으로 쓸 수 있는 암질
극경암	암질이 아주 밀착된 단단한 암질

2. 한국도로공사 도로설계기준 토공편(2009)

(1) 노두조사, 시추조사(코아회수율, RQD, 표준관입시험) 및 시공성을 충분히 검토한 후에 분류한다.

(2) 토사와 리핑암은 N치 50타/100 mm를 경계로 구분한다.

(3) 리핑암과 발파암은 암반의 굴착 특성을 결정하는 불연속면의 발달 빈도(TCR, RQD)와 탄성파 속도를 기준으로 구분한다.

<표 2> 토사, 리핑암, 발파암의 분류

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">구 분</td><td colspan="3">토 공 작 업</td></tr>
<tr><td>토 사(도저)</td><td>리 핑 암</td><td>발 파 암</td></tr>
<tr><td colspan="2">N치 (회/mm)</td><td>50/10 미만</td><td>50/10 이상</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">불연속면
발달빈도</td><td>BX
규격</td><td>-</td><td>TCR 5% 이하이고,
RQD 0% 정도</td><td>TCR 5~10%
이상이고, RQD 5%
이상</td></tr>
<tr><td>NX
규격</td><td>-</td><td>TCR 25% 이하이고,
RQD 0% 정도</td><td>TCR 25% 이상이고,
RQD = 10% 이상</td></tr>
<tr><td colspan="5">BX규격: 내경 62.71mm, 외경 73.03 mm의 공동 구경으로 시추하며, 구경장비 자체가 작고 힘이 약하기 때문에 통상 암반의 상부 지지층 확인용도로 사용됨
NX규격: 내경 77.79mm, 외경 88.90 mm의 공동 구경으로 시추하며, 유압식의 장비를 사용하여 암반 지층의 특성(대부분의 암석 core 시료가 회수되므로 암질상태, 균열상태, 파쇄구간의 분포, 암석의 강도정수를 구할 수 있는 암석시험 시료의 확보 등)을 상세하게 파악하는데 사용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">탄성파
속도</td><td>A그룹</td><td>0.7 km/s 미만</td><td>0.7~1.2 km/s</td><td>1.2 km/s 이상</td></tr>
<tr><td>B그룹</td><td>1.0 km/s 미만</td><td>1.0~1.8 km/s</td><td>1.8 km/s 이상</td></tr>
<tr><td colspan="5">A그룹 암종 : 편마암, 사질편암, 녹색편암, 석회암, 안산암, 현무암, 유문암, 감람암, 화강암
B그룹 암종 : 흑색편암, 휘록응회암, 셰일, 이암, 응회암, 집괴암</td></tr>
</table>

3. 한국전력공사 암판정기준(2010)

(1) 암반분류가 비교적 명확히 판단될 경우에는 육안 및 현장시험에 의한 암판정 기준을 적용한다.

(2) 간편기준에 의한 암판정은 육안식별, 지질해머 타격, 슈미트 해머의 반발치를 확인하여 전반적인 경향에 따라 암을 분류한다.

(3) 간편기준에 의한 암판정을 적용하기 어려운 개소나 상세한 기준을 적용하기 위한 개소는 현장에 적합한 상세기준을 정하고 암반분류를 수행한다.

(4) 상세기준을 적용할 경우에는 국가공인 시험기관(전력연구원 포함)의 시험결과(탄성파속도, 점하중강도, 일축압축강도시험)를 분석하여 암판정을 시행한다.

<표 3> 지반 분류 방법

구분	육안식별	해머 타격	슈미트값 (MPa)
풍화암	- 균열은 많으나 점토화의 진행으로 거의 밀착상태 - 암내부까지 풍화진행, 암의 구조 및 조직이 남아 있음	- 손으로 부서짐	50이하
연암	- 균열이 많이 발달 - 균열간격은 100 mm이내	- 해머로 치면 가볍게 부서짐	50~250
경암	- 균열의 발달이 적으며, 균열간격은 100 mm이상 - 대체로 밀착상태이나, 일부open됨 - 대체로 신선, 균열을 따라 약간 풍화됨, 암내부는 신선함	- 해머로 치면 금속성 소리를 냄 - 잘 부서지지 않으며 튀는 경향을 보임	250이상

4. 한국엔지니어링 진흥협회 지반조사 표준품셈(2017)

본 암반분류 기준은 시추 난이도에 중점을 둔 것으로, 공학적 연·경암 분류 기준과는 다소 다를 수 있다.

(1) 암종에 따른 분류 : 풍화되지 않은 신선한 암반 기준

(2) 풍화변질도에 따른 분류 : 암종에 따른 분류 우선

(3) 일축압축강도 : 판정구간 전체를 대표할 수 있는 시험편의 일축압축강도 기준.

(4) 탄성파속도 : 현장암반 P파속도와 시험편의 실내시험 P파속도로 구분

<표 4-1> 암반 분류

암반 분류	시추상황 (비트기준)	암석일축 압축강도 (MPa)	시험편 P파속도 (㎞/sec)	현장암반 P파속도 (㎞/sec)
풍화암	Metal crown bit(메칼크라운 비트)로 굴삭, 무수보링 가능	5이하	1.8이하	1.2이하
연 암	Metal crown bit(메칼크라운 비트)로 굴삭 가능, 코어 회수율 낮음	30이하	3.3이하	2.5이하
보통암	Diamond bit(다이아몬드 비트)로 굴삭, Metal crown bit로 굴삭시 비효율	30~80	3.0~4.8	2.0~3.5
경 암	Diamond bit(다이아몬드 비트)로만 굴삭	80~150	4.3~5.7	3.1~4.8
극경암	Diamond bit(다이아몬든 비트)의 마모율이 높음	150이상	5.2이상	4.5이상

<표 4-2> 암반 분류시 참고사항

※참고사항 : 아래 지수는 암반분류의 참고 사항이며 절대 기준은 아님.

암반 분류	암질지수 (RQD)	코어회수율 (TCR)	절리간격	햄머타격
풍화암	20이하	-	<5cm	-
연 암	10~50	40이상	<10cm	둔탁음, 타격시쉽게파괴
보통암	30~75	70이상	10~20cm	탁음, 2~3회 타격시 파괴
경 암	50~100	90이상	>20cm	금속음, 수회 타격에도 잘 부서지지 않고 햄머가 튕김
극경암	90이상	100	>20cm	

5. 서울특별시 지반조사편람(2006)

<표 5> 노두조사법 및 지반 특징

구분	노두조사법 및 지반 특징	개략 현장 탄성파 속도(km/s)
퇴적토층	원지반에서 분리·이동되어 다른 곳에 퇴적된 층으로 대체로 원지반보다 연약하며 입자의 크기나 구성에 따라 세분	-
풍화토층	조암광물이 대부분 완전풍화되어 암석으로서의 결합력을 상실한 풍화잔류토로서 절리의 대부분은 풍화산물인 점토 등 2차 광물로 충진되어 흔적만 보이고 함수포화시에 전단강도가 현저히 저하되기도 하며, 손으로 쉽게 부수어지는 지반	<1.2
풍화암층	심한 풍화로 암석자체의 색조가 변색되었으며 충진물이 채워지거나 열린 절 리가 많고, 가벼운 망치 타격에 쉽게 부수어 지며 칼로 흠집을 낼수 있음. 절리간격은 좁음 이하이며 시추시 암편만 회수되는 지반	1.0~2.5
연암층	절리면 주변의 조암광물은 중간풍화되어 변색되었으나 암석내부는 부분적으로 약한 풍화가 진행 중이며 망치 타격에 둔탁한 소리가 나면서 파괴되고, 일부 열린 절 리가 있으며 절리간격은 중간 정도인 지반	2.0~3.2
보통암층	절리면에서 약한 풍화가 진행되어 일부 변색되었으나 암석은 강한 망치 타격에 다소 맑은 소리가 나면서 깨어지고, 절리면의 대부분이 밀착되어 있고 절리간격이 넓음	3.0~4.2
경암층	조암광물의 대부분이 거의 신선하며 암석은 강한 망치 타격에 맑은 소리를 내며 깨어지고, 절리면은 잘 밀착되어 있고 절리간격이 매우 넓음	4.0~5.0
극경암층	거의 완전하게 신선한 암으로서 절리면은 잘 밀착되어 있고 강한 망치 타격에 맑은 소리가 나며 잘 깨어지지 않으며 절리간격이 극히 넓음	>4.5

기술지원규정 제·개정 이력

□ 개정일 : 2025. 2. 3.

○ 개정자 : 안전보건공단 건설안전실

○ 개정사유 : 법령 개정에 따른 현행화

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제339조 제1항 개정 내용 반영

○ 주요 개정내용

- “4. 굴착면 기울기 관련 법적 필수사항” 항목 신설
- 토질별 굴착면 기울기 기준 개정 내용 반영
- 건설기술진흥법 제44조(설계 및 시공기준)에 대한 사항을 관련 법령에 추가
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 지반설계기준 내용을 부록에 수록
- <부록 1> 지반 설계기준(KDS 11 00 00) 추가 수록
- <부록 2> KS F 2324(흙의 공학적 분류방법) 추가 수록
- <부록 3> 표준품셈 개정사항 현행화 및 자구 수정

□ 재공표 : 2025. 3. 26.

○ 기술지원규정 영문 명칭 복원(KSH-GUIDANCE→KOSHA GUIDE)으로 재공표

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : D-C-5-2025
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2025. 3. 26.