

발 간 등 록 번 호

AN01145-000145-12

도 로 설 계 요 령

제2권 토공 및 배수

2020

 한국도로공사

제2권

...

토공 및 배수

제5편 토공
제6편 배수시설
제7편 암거

제5편 토 공





10. 산사태 및 급경사지 관리대책

10.1 설계 기본사항

산사태 및 급경사지 붕괴 우려가 있는 지역은 노선 선정 시 지리적 여건, 붕괴위험요인 및 피해예상 규모, 재해발생 이력등을 조사 분석하고, 정량, 정성적으로 재해의 위험도를 평가하여 적절한 대책을 강구해야 한다.

- (1) 산사태 대책으로는 산사태 위치를 피하거나 사전에 방지공을 계획하는 사전대책과 발생된 산사태에 대하여 실시하는 복구대책이 있다.
산사태 대책의 시공에서는 지형과 지질 특성, 산사태의 특징, 규모, 도로 및 도로 주변의 조건 등을 충분히 고려하여 적절한 대책을 강구하도록 해야 한다.
- (2) 산사태의 발생이나 운동학적 구조는 매우 복잡하고, 각각의 특징을 갖고 있기 때문에 산사태의 상황(형태, 원인, 성질 등)을 충분히 검토하여 그 특징에 맞는 조사·대책을 계획하여 설계할 필요가 있다.
- (3) 산사태의 일반적인 특징은 표 10.1, 산사태의 원인은 표 10.2에 수록하였다.

〈표 10.1〉 산사태의 특징(1)

구 분	일 반 적 인 특 징
1) 지 질	특정의 지질 또는 지질 구조에서 많이 발생한다.
2) 토 질	주로 점성토를 활동면으로 하고 있다.
3) 지 형	5 ~ 20°의 완경사면에 많이 발생하며, 특히 상부가 사다리꼴 지형을 갖는 경우가 많다.
4) 활동상황	계속성이 있고 재발하는 경우가 많다.
5) 이동속도	0.01 ~ 10 mm/일의 것이 많고, 일반적으로 속도는 느리다.
6) 토 괴	토괴는 교란되지 않고 원형을 유지하면서 움직일 때가 많다.
7) 원 인	지하수에 의한 영향이 크다.
8) 두께, 규모	두께는 수십 m 정도, 규모는 수만 m ² 를 넘는다.
9) 징 후	발생 전에 균열의 발생 · 함몰 · 융기 · 지하수 변동 등이 생긴다.

〈표 10.1〉 산사태의 특징(2)

구 분	암반 산사태	풍화암 산사태	붕적토 산사태	점질토 산사태
1)평면형	말굽형, 각형	말굽형, 각형	말굽형, 각형, 척형, 볼트넥형	척형, 볼트넥형
2)미지형	블록상 산등성	블록상 대지형 단구상 블록상 대지형	단구상 오목상 대지형	오목상 완지형
3)사태면형	의자형, 선형	의자형, 선형	계단상, 층상	계단상, 층상
4)주요 흠덩어리의 성질(두부)	암반 또는 약풍화암	풍화암(균열이 많다)	자갈 혼합 토사	큰 자갈 또는 자갈 혼합 토사
5)주요 흠덩어리의 성질(말단부)	풍화암	큰 자갈 혼합 토사	자갈 혼합 토사, 일부 점토화	점토 또는 자갈 혼합 토사
6)운동속도	20 mm/day 이상	1 ~ 20 mm/day 정도	5 ~ 10 mm/day	5 ~ 10 mm/day 이하
7)운동의 계속성	단시기, 돌발적	어느 정도 단속적 (수십 ~ 수백 년에 한번)	단속적(5 ~ 20년에 1회 정도)	단속적(1 ~ 5년에 1회 정도)
8)사태면의 형상	평면 사태(의자형)	평면사태(두부와 말단이 다소 원호상)	원호와 직선상 말단이 유동화	두부와 원호상이 대부분 유동화
9)블록화	대략 1블록	말단, 측면에 2차적 산사태	두부가 몇 가지로 분류되어 2 ~ 3 블록화	전체가 많은 블록으로 나누어지고 상호관련된 운동
10)예지의 난이도	대단히 곤란. 면밀한 답사와 조사 필요	1/3,000 ~ 1/5,000 지형도로 예측 가능, 항공사진으로도 예측 가능	1/5,000 ~ 1/10,000 지형도로 확인 가능, 지방의 소문에 의해서 확인	지방의 소문에 의해서 쉽게 확인 가능
11)일반적인 경사면	일반적으로 대지부가 있지만 불명확, 블록형 경사면에 많고 단부로부터 발생	명확하게 결정, 띠모양의 함몰지와 대지를 갖는다. 크게 보면 오목형이나 주요부는 블록형	활낙 벼랑 형성, 그 밑에 늪, 습지 등의 요지로 두부에 몇 개의 잔구, 오목형 경사면 많다.	두부에 불명료한 대지를 남김. 대부분은 일정한 경사면, 평면의 경사면임.
12)평균적인 안전율	대개의 경우 $F_s > 1.10$, 일시적으로 어느정도 땅꺼짐, 흠살기 가능	$F_s = 1.05 \sim 1.10$, 일반적으로 5 % 정도의 안전율 저하가 가능	$F_s = 1.03 \sim 1.10$, 일반적으로 3 % 정도의 안전율 저하가 가능	땅꺼짐, 흠살기 불가. 소량의 토공변화에도 산사태 재발
13)주요한 대책공	심층지하수 배제, 흠덩어리 제거, 억제공	심층지하수 배제, 흠덩어리 제거, 지표수 배제, 억제공	두부에서 심층지하수 배제, 지표수 배제, 계류공	두부에서 집수정공, 말단의 천층 지하수, 지표수 배제, 계류공
14)대책공의 효과	즉시 완전 안정화 가능	즉시 안정화되나, 불리한 조건 발생 시 재발 가능성 큼.	대책공 시공 후 1 ~ 3년을 요함. 말단부의 안정화 곤란	지효성으로 대책공 시공 후 수년을 요하고 안전히 안정화는 곤란.
15)주요 원인	대규모의 토공, 경사면 일부의 수물, 지진, 강우	집중 호우, 응설, 하안 결이, 지진, 중규모 토공	응설, 태풍, 집중 호우, 토공	호우, 응설, 하천 침식, 적설, 소규모 토공
16)주요 지질구조	단층, 파쇄대	결정편암지대, 제3기층, 단층, 파쇄대	결정편암지대, 중 · 고생층, 제3기층	제3기층, 파쇄대, 구조선

〈표 10.2〉 산사태의 원인

구 분	내 용
전단강도 증가 요인	• 외력의 증가 • 함수비 증가에 의한 단위체적중량 증가 • 굴착에 의한 지지층의 제거 • 침식 등에 의한 지하공동현상 발생과 같은 응력해방현상 • 균열발생 등으로 인한 인장응력 및 수압 상승
전단강도 감소 요인	• 흡입력에 의한 점토층의 부피 팽창 • 간극수압의 증가 • 느슨한 사질토에서 다짐 효과 미발현 • 느슨한 지반의 진행성 변형 발생 • 동결, 융해에 의한 지반의 지지력 약화

10.2 산사태 발생 우려지역 지정 및 관리

「산사태 발생 우려지역 조사 및 취약지역 지정 관리 지침(산림청)」을 근거로 시행하며 지역 산사태 예방기관의 장이 필요하다고 판단되는 경우 추가 지정될 수 있다. 노선계획시 산사태 발생 우려지역은 우회하는 것을 원칙으로 하며 부득이 통과할 경우에는 산사태 발생 우려지역의 위치, 규모, 지형 지질학적 특성을 파악하여 산사태 대책을 별도로 강구하고 관련기관과 협의를 통해 결정한다.

10.2.1 산사태 발생 우려지역 조사

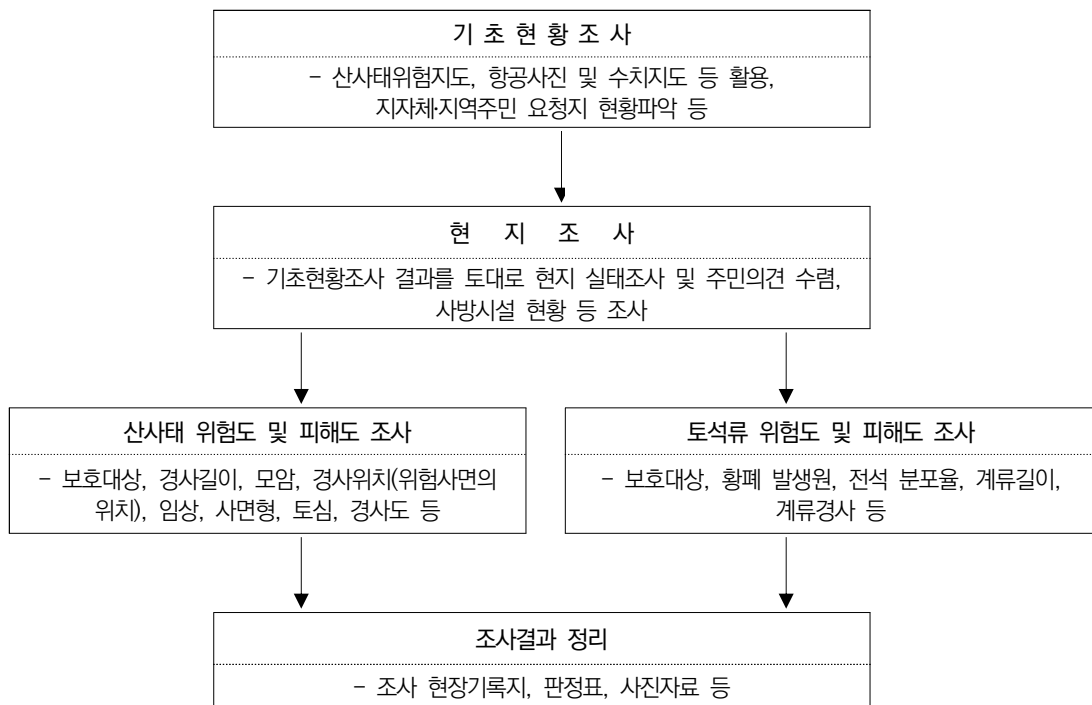
- (1) 산사태 발생 우려지역의 위치, 규모 및 유형별 분류를 위한 기초조사와 토지, 산림현황 등 산사태 발생원인, 요소별 특성을 분석을 위한 실태조사를 수행한다.
- (2) 산사태 발생 우려지역은 매 5년마다 기초조사, 실태조사가 실시되며, 지역산사태 예방기관의 장이 필요할 경우 수시로 할 수 있다.
- (3) 조사방법은 직접조사를 원칙으로 하며, 원격탐사, 의견조사 등 간접조사를 병행할 수 있다.

(가) 기초현황 조사

- (a) 산사태위험지도 1·2등급지 등을 참조하여 대상지 추출
- (b) 항공사진, 수치지도 및 토지이용계획 확인서 등을 활용하여 주요 보호대상 시설, 주택지 현황 등을 파악한다.

(나) 현지조사

- (a) 사방시설 현황, 산지전용지역(송전탑 등) 현황, 주요보호시설 현황 등
사회적·물리적 인자 조사
- (b) 현지조사시 필요한 장비 및 조사인원
 - GPS수신기, 거리측정기 또는 줄자, 경사계, 현장기록지, 기타 장비 등 현지조사에
필요한 인원을 2인 이상으로 구성
 - 대상지역의 특성을 용이하게 파악하기 위한 도면



〈그림 10.1〉 조사체계도

10.2.2 산사태 발생 우려지역 판정 기준

(1) 보호대상

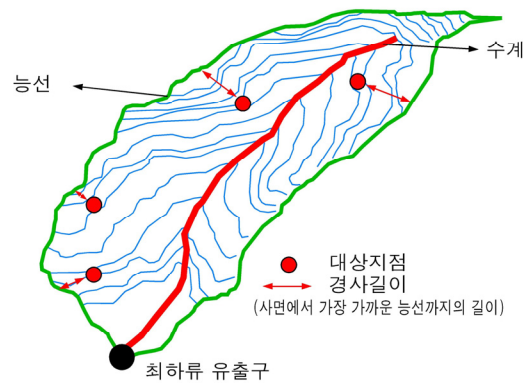
(가) 보호대상은 주요보호시설, 주택지 등을 조사한다.

- (a) 조사대상 지역 내 주요 보호시설(병원, 학교, 양로원, 관공서 등)의 유무를 조사한다.
- (b) 조사대상 지역 내 인명피해 우려가 있는 주택수를 조사한다.

- 주택수의 경우 아파트는 주요시설로 분류한다.
 - 주택수의 조사는 단독주택과 연립주택을 구분하여 조사한다.
- 단 연립주택의 경우 가구수 파악이 불가능한 경우에는 5가구 이상으로 본다.

(2) 경사길이

경사길이는 산사태 대상지점에서 최단능선까지의 거리를 실측하는 것을 원칙으로 하되 실측이 불가능한 경우 지형도(수치지형도)를 이용하여 조사한다. 경사길이는 m로 측정하여 기입한다.



〈그림 10.2〉 경사길이 측정방법

(3) 모암

현장에서 암석구분도(암석사전)를 이용하여 모암을 조사하여 분류하는 것을 원칙으로 하되, 조사가 불가능한 경우에는 지질도(한국지질자원연구원)를 참고하여 조사한다.

(4) 경사위치

경사위치는 현장에서 산정부와 최하단부의 비율을 목측하여 조사하거나, 대상지점을 중심으로 대상구역의 등고선의 수직선을 그어 최상고도와 최하고도 사이를 10등분하여 대상지점의 경사위치를 조사한다.

(5) 임상

임상은 주변에 생육하고 있는 주요 우점하는 임상 및 경급을 조사한다.

단, 필요에 따라서는 표준지를 설정하여 조사한다.

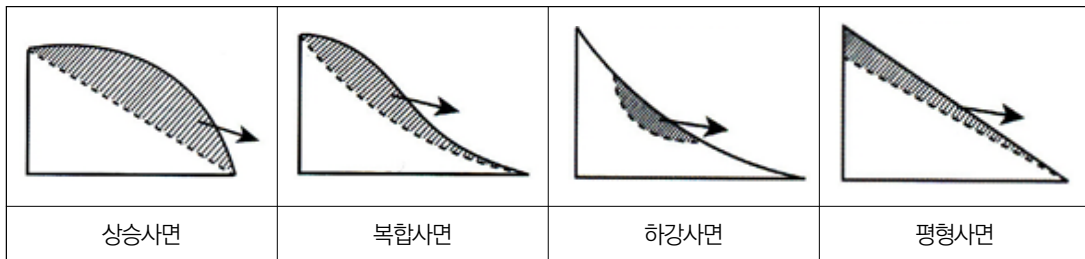
- 치수립 : 흉고직경 6 cm 미만, 소 : 6 - 16, 중 : 18 - 28, 대 : 30이상

(6) 사면형

(가) 사면형은 상승사면, 평형사면, 하강사면 및 복합사면으로 구분할 수 있다.

(나) 사면형의 조사는 대상 사면에 대해 사면 전체의 형태를 파악하여 목측에 따라 분류하는 것을 원칙으로 하나, 불가능한 경우에는 지형도를 이용하여 사면형태를 조사한다.

- 상승사면 :凸형 사면으로 올라갈수록 경사가 완만해지는 사면
- 평형사면 : 경사가 일정한 사면
- 하강사면 :凹형 사면으로 올라갈수록 경사가 급해지는 사면
- 복합사면 : 상기 사면형 중 2종 이상이 존재하는 사면



〈그림 10.3〉 사면형상 분류상

(7) 토심

주변 붕괴지가 있는 경우에는 붕괴사면으로 파악하고, 붕괴지가 없는 경우에는 산림입지도에서 토심을 조사한다.

(8) 경사도

경사도는 현장에서 경사계(클리노미터 등)를 이용하여 실측하며, 경사를 1도 단위로 조사한다.

〈표 10.3〉 산사태 발생 우려지역 판정

인 자	Category 별 점수					점수
	1	2	3	4	5	
보호대상	일반산지	재산피해	인가 1 ~ 5 미만	인가 5 ~ 9	인가 10 이상 또는 공공시설	
점 수	0	100	200	220	240	
경사길이(m)	50 이하	51 ~ 100	101 ~ 200	201 이상		
점 수	0	19	36	74		
모 암	퇴적암 (이암, 혈암, 석회암, 사암 등)	화성암 (화강암류 기타)	변성암 (천매암, 점판암 기타)	변성암 (편마암류 및 편암류)	화성암 (반암류와 안산암류)	
점 수	0	5	12	19	56	
경사위치	0~4/10	5~6/10	7~10/10			
점 수	0	9	26			
임 상	· 침엽수림 (치수림, 소경목) · 무입목지	· 침엽수림 (중경목, 대경목) · 활엽수림, 혼효림(치수림)	· 활엽수림, 혼효림(소, 중, 대경목)			
점 수	18	26	0			
사면형	상승사면	평형사면	하강사면	복합사면		
점 수	0	5	12	23		
토심(cm)	20 이하	21 ~ 100	101 이상			
점 수	0	7	21			
경사도(°)	25 이하	26 ~ 40	41 이상			
점 수	16	9	0			
조사자의 점수보정	※ 보정인자 1. 조사자 또는 마을사람들이 산사태발생 우려지역이라고 생각함(+10) 2. 조사자 또는 마을사람들이 산사태발생 우려가 전혀 없다고 생각함(-10) 3. 송전철탑 등 인위적 산림훼손지로 방치하거나 불완전한 방재 시설지(+20) 4. 과수원 및 초지단지, 유실수조림지 등 지피식생이 불완전한 산림(+20) 5. 산림이 도심지에 위치하여 산사태 발생시 피해 확산 위험이 있는 지역(+10)					
점수계	점					
관리방안	산사태 발생 우려지역 등급				점수	
	1 등급(발생가능성이 현저히 높은 지역)				360점 이상	
	2 등급(발생가능성이 높은 지역)				240 ~ 360점 미만	
	3 등급(발생가능성이 낮은 지역)				81 ~ 240점 미만	
	4 등급(발생가능성이 현저히 낮은 지역)				80점 이하	

10.3 재해예방 및 검토사항

10.3.1 공통사항

- (1) 보수·보강공법 검토 시 착안사항 : 급경사지 유형별, 붕괴 및 붕괴 가능 유형별 시공성, 안정성, 경제성, 시공 중 교통처리 계획 검토
- (2) 지하수위 위치, 침투해석에 의한 지하수위 변동 예측, 내진해석을 포함한 각종 비탈면 설계 기준 준수 및 현장에 맞는 장비 운용에 따른 시공성 검토
- (3) 암반비탈면, 토사비탈면, 혼합비탈면에 따라 붕괴 양상이 다르므로 비탈면 형태에 맞는 충분한 검토를 통해 공법 선정

10.3.2 깎기비탈면

- (1) 깎기 비탈면 설계시 지형조건에 따른 절취 계획, 안정경사 해석, 소단위치 및 규모 배수처리 계획, 보호 보강공법 적용여부, 시공 중 안전 관리 계획 등을 포함
- (2) 적절한 배수처리계획이 반영되어 있는지 여부
- (3) 급경사지로 유입되는 지표수와 침투수 처리를 위한 배수대책 수립
- (4) 급경사지의 예상 붕괴 형태, 규모 등을 정확히 예측하여 공법을 선정하고 추가 붕괴위험이 없도록 검토
- (5) 깎기 비탈면 해석시 현장 특성에 맞는 현장조사(시추조사, 토사층 투수시험, 공내전단시험, 암반층 수압시험), Face Mapping 실내시험 등의 시험실시 결과 반영
- (6) 보호공법 선정시 주변 경관에 부합하는 식생 가능한 공법으로 검토하며 슛크리트나 대규모 콘크리트 격자블록 등 식생에 불리한 공법은 배제, 부득이한 경우 식생과 세굴방지가 가능한 보호공법 검토

10.3.3 옹벽, 석축 등 토류구조물

- (1) 옹벽, 석축 등 토류구조물은 부득이한 경우 설치하고 지형, 구조물 설치 위치와 다른 구조물과의 관계, 지반 형상과 지하수위 조건, 시공성, 시공기간, 경제성, 미관과 유지관리 등을

고려하여 종류 및 형식을 선정

- (2) 옹벽, 석축 등 토류구조물은 재료 및 역학적인 특성에 따라 콘크리트옹벽, 보강토 옹벽, 돌망태 옹벽, 석축, 기대기 옹벽, PC구조물 옹벽 등으로 분류 할 수 있으며 각각의 역할을 이해 하고 이에 맞는 해석 실시
- (3) 콘크리트 옹벽은 중력식, 반중력식, 캔틸레버식, 부벽식 등으로 구분 할 수 있으며 전도, 활동, 침하, 기초지반 지지력 및 옹벽을 포함한 활동 파괴에 대하여 검토하며 내적안정 검토도 병행 실시
- (4) 돌망태 옹벽은 철망과 채움재로 구분되며, 철망의 부식과 채움재의 재료특성을 명확히 규정 해야 하고, 배부름 현상 및 부분 파손에 주의하여 설계, 토압을 받는 구조물로는 적용하지 않는 것이 타당하나 부득이 적용할 경우 콘크리트 옹벽과 동일한 해석 실시
- (5) 돌망태 옹벽은 최하단에 배수처리 대책 수립
- (6) 석축이나 기대기 옹벽은 비탈면의 침식을 방지하는 목적으로 설치하는 구조물로 비탈면 보강공법과는 무관하며, 설계시 석축이나 기대기 옹벽을 포함한 안전해석 실시
- (7) PC구조물 옹벽은 PC패널과 배면 보강재로 이루어진 것으로 비탈면 설계기준에 맞게 설계하 며 패널의 내적안정해석을 병행 실시

10.4 보수 · 보강공법

10.4.1 보수 · 보강공법 선정 시 고려사항

급경사지의 상태에 따라 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등 검토가 병행되어야 한다. 작업공간이 협소하여 대형장비 및 자재의 접근이 제한적일 수 있으므로 진입조건, 현장여건을 고려하여 적절한 보수 · 보강 공법을 선정해야 한다.

- (1) 급경사지(비탈면)의 예상 붕괴형태, 규모 등 검토
- (2) 급경사지 지반 및 주변조건 검토
- (3) 주변 교통상황 및 생활환경 민원검토
- (4) 장비진입 등 시공상의 제약검토

- (5) 경제성 및 내구성 검토
- (6) 주변 환경과의 조화 및 영향검토
- (7) 사후 유지관리 영향검토

10.4.2 보수 · 보강 공법

급경사지의 보수 · 보강공법인 6종류로 구분되며 종류 및 공법개요는 다음과 같다.

- (1) 표면보호공법
- (2) 구조물에 의한 보강공법
- (3) 낙석방지공법
- (4) 배수공법
- (5) 하중경감공법
- (6) 기타 공법

〈표 10.4〉 급경사지(비탈면) 보수 · 보강공법의 종류

구분	종류	공법개요
표면보호 공법	식생공	비탈면 표면에 식생을 하여 우수에 의한 침식을 방지하고, 풍화작용을 억제하는 공법
	돌쌓기, 블록쌓기	경사도 1:1.0(45°)보다 급한 비탈면에 사용하며 돌이나 블록 등으로 비탈면을 덮어 풍화 및 침식을 방지하는 공법
	돌붙임, 블록붙임	경사도 1:1.0(45°)보다 완만한 비탈면에 사용하여 옹벽으로서 역할과 함께 풍화 및 침식을 방지하는 공법
	콘크리트 블록, PC패널	콘크리트 격자를 비탈면에 덮어 깎기 비탈면의 표면 붕락을 방지하는 공법
	숏크리트	표면 정리 후 철망을 앵커핀으로 고정시킨 후 시멘트 모르타르를 붓칠하여 표면을 보호하는 공법
	매트리스 게비온	일정규격의 직사각형 아연도금 철망상자 속에 돌채움을 매트리스 형태로 형성하는 공법
구조물에 의한 보강공법	록볼트	강봉을 이용하여 암반의 전단강도를 증가시키는 공법
	앵커	앵커의 인장력으로 암반블록이나 토체를 안정된 지반에 고정하여 안정화시키는 공법
	쏘일레일링	지중에 보강재를 좁은 간격으로 삽입하여 비탈면의 전단강도를 증가시키는 공법

구분	종류	공법개요
	억지말뚝	비탈면의 하중을 말뚝의 수평저항으로 저항하여 활동을 억지시키는 공법
	기대기옹벽	깎기비탈면 하단부의 지지력이 상실된 공간이 발생하여 추가적으로 암 이탈이 발생할 위험성이 높은 곳에 적용하는 공법
	콘크리트옹벽	옹벽구조물을 설치하여 옹벽이 배면토압을 부담하도록 하여 비탈면을 안정화시키는 공법
	보강토옹벽	흙 비탈면내에 보강재를 배치하여 보강재와 흙의 마찰력을 이용하여 파괴나 변형을 저항하는 공법
	돌망태옹벽	강재의 망태에 돌을 채워 넣음으로써 비탈면 표층부의 침식을 방지하는 공법
낙석방지 공법	튼돌제거	비탈면상의 튼돌, 잔석이 박리 또는 낙하되지 않도록 제거하는 공법
	낙석방지망	방지망의 장력 및 자중을 이용하여 이완된 암석을 포획하거나 암석의 운동에너지를 억제하는 공법
	낙석방지울타리	지주, 와이어로프, 철망, 유연성 재료 등으로 구성된 울타리로 낙석에너지를 흡수하는 공법
	피암터널	강재, 철근콘크리트 및 PC 콘크리트 등으로 도로 위에 처마를 설치하여 낙석을 받아 박거나 계곡으로 낙하시켜 낙석에 의한 피해를 방지하는 공법
	낙석방지 옹벽	토나사 전석이 도로에 유입되는 것을 방지하기 위해 비탈면 앞에 옹벽을 설치하는 공법
	조합옹벽	여러 낙석방지공법을 조합하여 시공하는 공법
배수공법	산마루촉구	비탈면상부에 U형 수로등의 배수로를 설치하여 강우나 강설에 의해 지표수가 비탈면내로 침투하는 것을 방지하는 공법
	소단촉구	비탈면내에 흐르는 빗물이나 용수에 의해 침식을 방지하기 위하여 소단에 콘크리트 구조물의 촉구를 설치하여 종단경사에 따라 배수처리를 실시하는 공법
	L, U, J형 촉구	비탈면으로부터 배출되는 지하수 및 지표수와 도로상에 흐르는 용수를 집수정 등으로 유도하는 공법
	도수로	산마루촉구와 소단촉구 등을 따라 유입된 물을 수로 또는 도로외부로 유출시키기 위해 비탈면의 종방향으로 U형 수로 등의 배수로를 설치하는 공법
	수평배수공	지하수위 저하와 유도배수를 위해 횡방향공을 굴착하고 유공관등을 삽입하여 배수하는 공법 (규모가 큰 지반활동지대에서는 배수터널이나 여러 본의 배수공을 조합하여 시공)
	집수정	지하수량이 풍부하여 수평배수공으로 배수가 곤란한 경우 집중적으로 지하수를 집수하기 위해 우물형태의 구조물을 설치하여 지하수를 배제하는 공법
	맹암거	지표수가 지반내로 유입되어 수압이 작용하는 조건의 지반인 경우 지반내에 투수성재료를 매입하여 지표수를 유도하여 지하수압을 줄이는 공법
	지하배수구	비탈면을 통해 흘러 노면 속으로 유입되는 물은 하단부에 맹암거를 시공하여 배수를 유도하며 촉구 되메우기시에는 암거 혹은 배수관을 통해 배수를 유도하는 구조물

구분	종류	공법개요
	비탈끝배수구	비탈면 용수가 많거나 콘크리트 뿔어붙이기를 시공한 비탈면과 소단배수시설이 없는 대규모 비탈면에서 흘러내리는 물이 인근지역으로 흐르지 않도록 하는 공법
하중경감 공법	경사완화공법	비탈면의 경사를 완화시켜 안정성을 증대시키는 공법
기타공법	그라우팅	비탈면 상부에 인장균열이 발생되었거나 암반내 균열이 발생되어 강우시 유수의 통로로 이용되어 암반 활동을 유발시킬 가능성이 높을 때 균열부를 채워줌으로써 암반결합과 유수의 유입을 차단하는 공법
	모르타르	지반이나 암반에 발생한 공동의 채움이나 돌망태옹벽 등에 주입하여 고결화시키는 등 다용도로 활용이 가능한 공법
	암파쇄방호시설	암파쇄 및 깎기 등에 의해 발생된 암괴, 토석의 도로유입을 방지하여 교통안전을 확보하고, 시공 장비의 작업공간 확보를 위해 뒤채움 토석이나 시공시 발생하는 토압에 저항하는 구조물
	사방시설	계곡부에서 토석류 이동에 따른 피해를 방지하기 위해 흙, 돌, 콘크리트 등을 이용하여 방호댐과 같은 시설을 적용하는 공법
	월류방지턱	계단식 옹벽이나 소단배수구 등에 설치하는 공법으로 포획공간을 확보하여 상부로부터의 낙석, 토사 유실 등에 대비하는 공법
	와이어 로프 걸기공	도로비탈면 내 대규모 이완암이 존재할 경우 와이어로프를 이용하여 이완 암블록을 원지반에 묶어주는 공법
	상시계측시스템	비탈면에 대규모 변위 및 활동 등의 징후가 관찰될 때 계측관리를 통한 사전 재해방지 목적을 위한 계측 시스템

※ 급경사지 관리 실무편람(종합해설서) 행정안전부