

재해위험도 평가항목 업무해설서

[급경사지 재해위험도 평가기준(고시) 관련]

2017. 4.



국민안전처
(재난관리실)



목 차



I. 자연비탈면 또는 산지의 평가항목 해설 1

II. 인공비탈면의 평가항목 해설 17

III. 옹벽 및 축대의 평가항목 해설 37

I. 자연비탈면 또는 산지

[별표 2] 자연비탈면 또는 산지의 재해위험도 평가표

구 분			평 가 기 준 및 배 점											
붕괴 위험성 (70)	경사각(°)		20 미만		20~33		34~43		44~53		54 이상			
			2		4		6		8		10			
	높 이(m)		25 미만		25~49		50~59		60~69		70이상			
			1		2		3		4		5			
	급경사지 종단형상		철형		직선형		요형		복합형					
			1		2		3		4					
	자연비탈면 횡단형상		하강형		평행형		상승형		복합형					
			1		2		3		4					
	지반 변형·균열		없음						있음					
			0						5					
	비탈면 계곡		계곡 연장(m)		0~10		11~30		31~50		51 이상			
					1		2		3		4			
			계곡 폭(m)		3 이상		2~3		1~2		1 미만			
					1		2		3		4			
	토층심도(cm)		0~20		21~50		51~70		71~90		91 이상			
			1		2		3		4		5			
	상부외력		무	전, 답, 묘지외			송전탑, 주택		철도		도로		임도	
			1	2			4		6		8		10	
	지하수 상태		건조		습윤		표면수		용수					
			0		2		4		6					
	붕괴·유실이력		없음		낙석		10%미만		10%이상~ 20%미만		20% 이상			
			0		2		4		6		8			
	보호시설상태		양호		불량		매우 불량		무					
			0		2		4		5					
사 회 적 영 향 도 (30)	주변환경		임야·공원 시설				택지·도로·철도 등							
			3				5							
			도로 1차로이하		도로 2차로		도로 3차로이상							
	피해인구수/ 도로차로수 교통량		도로와 접한 급경사지		도로차로수 (편도)		도로 1차로이하		도로 2차로		도로 3차로이상			
					1		4		7					
			교통량 (대/일)		500미만		500~5,000		5,001~20,000		20,001~35,000		35,001이상	
					1		2		4		6		8	
	그외 기타 지역 급경사지		피해예상 인구수		0		1~4(人)		5(人)이상					
					0		10		15					
	급경사지와 인접 시설물과의 거리		시설물없음		비탈면높이 2배초과		비탈면높이 2배이내		비탈면높이 이내		비탈면높이 1/2배이내			
0			1		4		7		10					
점수계			점											

※ 조사자 보정점수

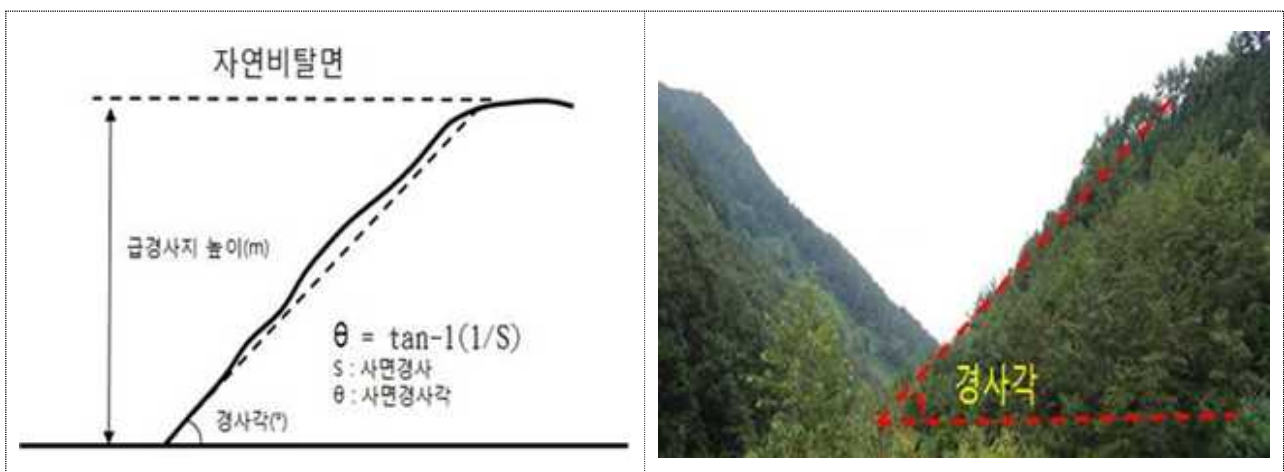
- 상부 산지에서 토석류 등이 발생하여 피해가 예상되는 지역(+5)
- 급경사지의 우수배수시설 여부 및 상태 : 우수배수시설 없음(+2), 우수배수시설 있으나 시설상태 불량(+1)
- 재해취약자의 피해가 예상되는 지역 : 재해취약자 4인 이하(+1), 재해취약자 5인 이상(+2)

1) 경사각

개 요

- ◇ 경사각이란 종단면에서 최하부 정점과 최상부 정점을 연결한 선과 수평면 사이의 각을 측정하여 도(°) 단위와 경사도 표시방식으로 나타낸다.
- ◇ 현장에서 경사계(클리노미터 등)를 이용하여 실측하며, 경사를 1(°) 단위로 기재한다.

구 분	평가기준 및 배점				
경사각(°)	20 미만	20~33	34~43	44~53	54 이상
	2	4	6	8	10



<그림 1> 경사각 측정 및 모식도

【Tip】

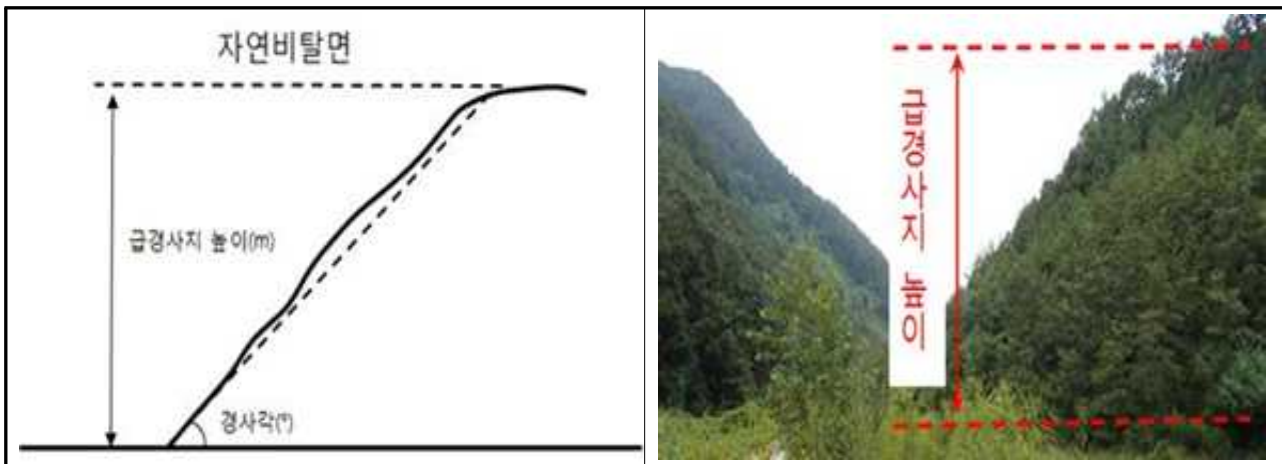
- 급경사지 측면에서 클리노콤파스를 경사면에 맞추어 경사각을 측정한다.
- 급경사지 면이 고르지 못하여 경사각 측정이 모호한 경우 전체적인 기울기 경향을 고려하여 평균 경사각을 측정한다.

2) 높이

개 요

◇ 급경사지 높이란 수평면(지반)에서 급경사지 최정점부까지의 수직고를 말한다.

구 분	평가기준 및 배점				
높 이(m)	25 미만	25~49	50~59	60~69	70 이상
	1	2	3	4	5



<그림 2> 급경사지 높이 개념 모식도





【Tip】

- 급경사지의 측면 및 정면에서 최고 높이 지점을 확인 후 측정한다.
- 현장에서 레이저 거리측정기를 사용하여 급경사지의 최상부까지의 높이를 측정한다.

3) 급경사지 종단형상

개 요

- ◇ 급경사지 종단형상은 사면방향으로 자른 단면의 형상을 의미한다.
- ◇ 자연비탈면 및 산지의 종단형상은 지형에 따라 구분되며, 현장관측이 어려운 경우 지형도의 등고선을 이용하여 파악하기도 한다.

구 분	배점	모식도	현장판단 기준
철형	1		- 상공에서 바라보았을 시 볼록한 종단 형상 - 발산 형태의 지표수의 배수
직선형	2		- 상공에서 바라보았을 시 직선의 종단 형상 - 지표수의 수렴 및 발산이 발생하지 않음
요형	4		- 상공에서 바라보았을 시 오목한 형태의 종단 형상 - 급경사지 내부로 수렴되는 형태의 지표수 배수
복합형	5		- 상공에서 바라보았을 시 볼록과 오목 형태가 연속적으로 나타나는 종단 형상 - 지표수의 수렴과 발산이 복합적으로 발생



철형



직선형



요형



복합형

<그림 3> 급경사지 종단형상에 대한 현장 예시

【Tip】





- 수치 지형도의 등고선 형상으로 종단형상의 추정이 가능하다.
- 현장에서 종단형상 구분 시 도로형상을 참고할 수 있다.

4) 자연비탈면 횡단형상

개 요

- ◇ 급경사지 측면에서 바라본 급경사지 형태를 의미한다.
- ◇ 급경사지 횡단형상에 따라 붕괴메커니즘이 달라진다.

구 분	배점	모식도	설 명
하강형	1		- 凹형 사면으로 올라갈수록 경사가 급해지는 사면
평행형	2		- 경사가 일정한 사면
상승형	3		- 凸형 사면으로 올라갈수록 경사가 완만해지는 사면
복합형	4		- 상기 사면형 중 2종 이상이 존재하는 사면

횡단형상		설 명
	하강형	- 강우의 집수가 용이한 하강형 에서 붕괴위험이 상대적으로 높다
	평행형	- 계류경사가 상부에서 하부까지 일정하게 유지된다.
	상승형	- 상승형은 상부로 올라갈수록 경사가 낮아지며 대부분 능선 부위에 분포하고 있다.
	복합형	- 복합형은 강수가 집수, 용출될 수 있는 변각점이 단일 사면형 보다 많다

5) 지반 변형 · 균열 유무

개 요

- ◇ 자연비탈면 및 산지의 지반변형은 균열, 함몰, 땅밀림, 포행, 압출 현상 등이 있다.
- ◇ 자연비탈면 및 산지에서 발생하는 인장균열은 사면 내부에 인장응력이 발생하여 갈라지는 균열 현상을 말한다.

구 분	평가기준 및 배점	
지반변형 · 균열	없음	있음
	0	5

	
인장균열	함몰
	
땅밀림	포행

<그림 4> 지반변형 현장 예시

【Tip】

- 인장균열은 땅밀림, 포행, 낙석과 붕괴 등을 유발할 수 있다.
- 석회암 탄광, 터널 상부 자연급경사지의 경우 응력해방에 의한 함몰 현상이 발생될 수 있다.

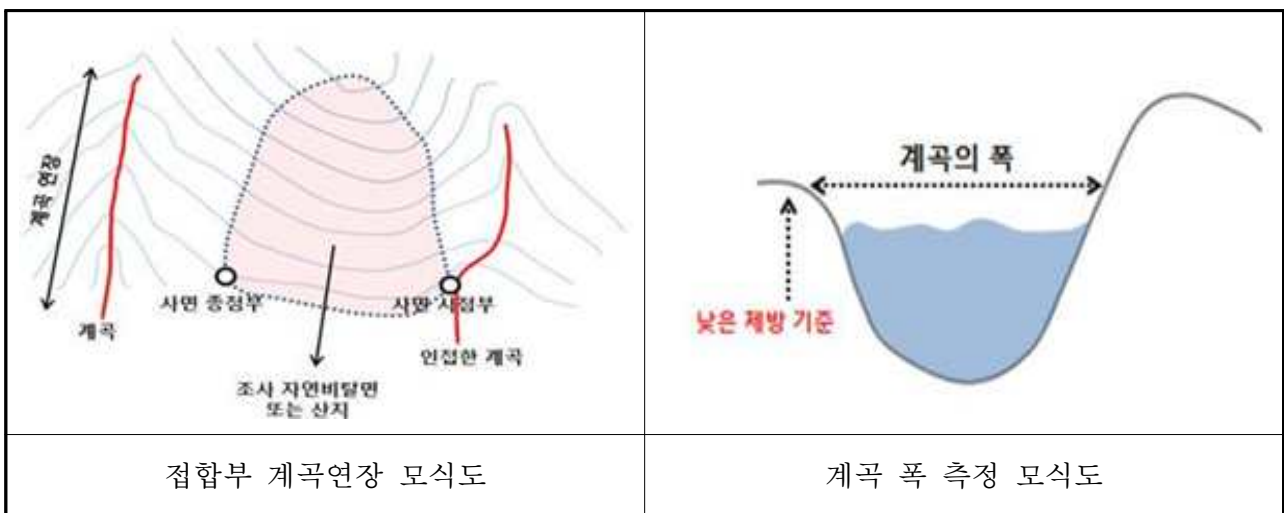
6) 비탈면 계곡

개 요

- ◇ 급경사지 시작점과 종점에 인접한 계곡의 연장과 폭을 말한다.
- ◇ 급경사지 접합부에 계곡이 형성되어 흐르는 경우 계류수에 의한 침식이 발생될 수 있다.

구 분	평가기준 및 배점			
계곡연장(m)	0~10	11~30	31~50	51 이상
	1	2	3	4

구 분	평가기준 및 배점			
계곡 폭(m)	3 이상	2~3	1~2	1 미만
	1	2	3	4



<그림 5> 급경사지 좌우접합부의 연장, 폭 정의

【Tip】

- 계곡의 연장이 길수록 토석량과 유동력이 증가하여 침식 및 붕괴에 취약할 수 있다.
- 계곡의 폭이 좁을수록 유속이 빠르며 침식에 불리하다.

7) 토층심도(cm)

개 요

- ◇ 토층심도는 토양층의 두께를 말한다.
- ◇ 토사급경사지의 경우 토층심도가 깊을수록 지반이 포화현상에 의해서 불리한 조건으로 작용한다.

구 분	평가기준 및 배점				
토층심도(cm)	0~20	21~50	51~70	71~90	91이상
	1	2	3	4	5



<그림 6> 토층심도 측정 방법

【Tip】

- 현장에서 토층심도 측정이 불가능 할 때는 계곡부나 암반노출 구간에서 측정할 수 있다.

8) 상부외력

개 요

- ◇ 급경사지 상부에 주택, 철탑, 농경지, 철도, 봉분 등이 상부외력으로 작용한다.
- ◇ 특히 급경사지 상부에 철도, 도로가 위치할 경우 지속적인 영향으로 안정에 불리하다.

구 분	평가기준 및 배점					
상부외력	무	전,답,묘지 외	송전탑, 주택	철도	도로	임도
	1	2	4	6	8	10

	
묘지	송전탑
	
주택	임도

<그림 7> 상부외력에 대한 현장 예시





【Tip】

- 사면 상부에 철도나 도로가 위치하고 있는 경우는 열차나 자동차 진동이 상재하중으로 작용하여 사면안정 측면에서 불리하게 작용한다.

9) 지하수 상태

개 요

- ◇ 지하수란 땅 위에 내린 빗물 또는 눈의 일부가 땅속으로 침투되어 지층이나 암석의 간극을 메우고 있는 물을 말한다.
- ◇ 물은 급경사지 안정성에 큰 영향을 미치므로 주의 깊은 관찰·확인이 필요하다.

구 분	배점	현장관찰	대표 사진
건조	0	- 마른 상태	
습윤	2	- 물기 흔적(검은색 표면, 이끼류 등)이 관찰되는 경우	
표면수	4	- 물기가 표면에 관찰되는 경우(젖음 현상) - 물줄기는 보이지 않으나 물이 떨어지는 경우	
용수	6	- 물줄기가 눈에 보이는 정도의 흐름	

【Tip】

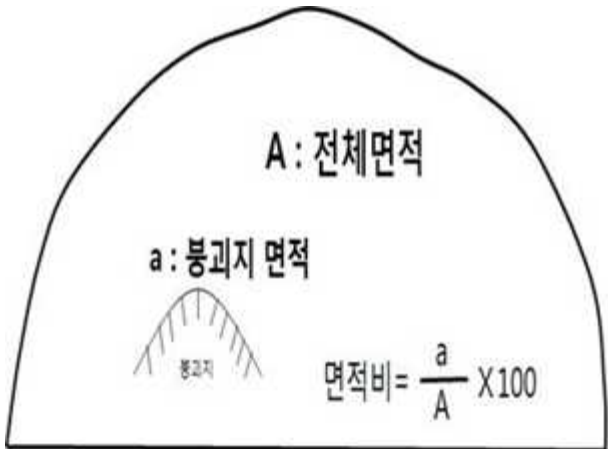

- 지하수 상태는 급경사지 중·하단부를 중심으로 면밀한 관찰 필요하다.
- 급경사지가 계곡부와 인접해 있는지의 여부를 확인한다.
- 급경사지 인근에 저수지, 댐 등의 수리관련 시설물의 존재 여부를 확인한다.
- 비가 내린 직후는 지하수위가 평소보다 높으므로 비가 내린 후 2~3일 뒤 점검하는 것이 효과적이다.

10) 붕괴·유실이력

개 요

- ◇ 붕괴유실이력이란 급경사지 내 붕괴, 낙석, 표층유실 등의 과거에 발생한 흔적을 말한다.
- ◇ 급경사지 전체 면적대비 붕괴·유실이 발생한 면적의 규모에 대한 비(%)로 점검한다.

구 분	배점	현장판단 기준
없음	0	- 붕괴, 낙석, 표층유실 등의 흔적이 전혀 없는 경우
낙석	2	- 주요 붕괴흔적은 없으나 급경사지 하단부 곳곳에 낙석이 관찰되는 경우
10% 미만	4	- 붕괴부 크기가 급경사지 전체 면적의 10% 미만인 경우
10%이상~20% 미만	6	- 붕괴부 크기가 급경사지 전체 면적의 10%이상~20%미만인 경우
20% 이상	8	- 붕괴부 크기가 급경사지 전체 면적의 20% 이상인 경우

 <p>A : 전체면적 a : 붕괴지 면적 면적비 = $\frac{a}{A} \times 100$</p>	
붕괴면적 환산 개요도	낙석

<그림 8> 붕괴면적 환산 방법 및 낙석 현장 예시

【Tip】

- 토사급경사지의 경우 지표수로 인해 침식되거나 풍화, 표층유실 형태의 파괴가 발생한다.
- 암반급경사지의 경우 불연속면에 의한 평면, 전도, 켜기, 낙석 등의 파괴가 발생한다.
- 면적비 산출 시 정비사업 완료지구는 정비사업 이후부터 산정한다.

11) 보호시설상태

개 요

◇ 급경사지로부터 탈락, 붕괴된 유실물을 차단하기 위한 시설물의 상태를 의미한다.

구 분	배 점	현장판단 기준
양호	0	- 시설물 기능에 이상이 없는 상태
불량	2	- 시설물의 일부가 변형 및 훼손된 상태
매우불량	4	- 시설물 파손 상태가 심각하여 기능 발휘가 불가능한 상태
무	5	- 보호시설 없음



양호



불량



매우불량



무

<그림 9> 보호시설상태 현장 예시

【Tip】

○ 5점을 부여하는 경우는 붕괴로 인한 피해를 차단하는 시설이 없을 경우 선택한다.

12) 주변환경

개 요

◇ 급경사지 주변의 주요시설물 유무 및 종류에 따른 점수를 부여한다.

구 분	배점	현장판단 기준
임야·공원 시설	3	- 급경사지 붕괴 시 피해가 예상되는 거리 내 임야나 공원 시설이 위치하는 경우
택지·도로·철도 등	5	- 급경사지 붕괴 시 피해가 예상되는 거리 내 택지, 도로 및 철도 등이 위치하는 경우



공원 시설



택지 시설



도로 시설



철도 시설

<그림 10> 급경사지 주변 환경 예시

【Tip】

- 상시적으로 사람이 이용하거나, 상주하는 시설물(도로, 철도) 또는 공간(택지)의 경우 5점을 부여 한다.
- 사회적 영향성 평가는 경제적 피해보다 인명피해를 우선적으로 고려하여야 한다.

13) 피해 인구수 / 도로차로수 · 교통량

개 요

- ◇ 급경사지 붕괴 시 피해가 예상되는 도보인(통행자) 수, 가옥 및 공장 등의 시설물 내 상주하는 인구수를 근거로 피해예상 인명수를 추정한다.
- ◇ 도로와 접한 급경사지 경우, 도로차로수와 일 교통량을 통해 피해 예상정도를 파악한다.

① 도로와 접한 급경사지

구 분	평가기준 및 배점				
도로 차로수 (편도)	도로 1차로 이하		도로 2차로		도로 3차로 이상
	1		4		7
교통량 (대/일)	500 미만	500~5,000	5,001~20,000	20,001~35,000	35,001 이상
	1	2	4	6	8

② 그외 기타 지역 급경사지

피해예상 인구수	배점	현장판단 기준
0	0	- 급경사지 붕괴 영향권 내 도보인이 전혀 없거나, 인명이 상주하는 각종 시설물이 없는 경우
1~4(人)	10	- 예상되는 피해인 수가 4명 이하일 경우
5(人) 이상	15	- 예상되는 피해인 수가 5명 이상일 경우

【Tip】

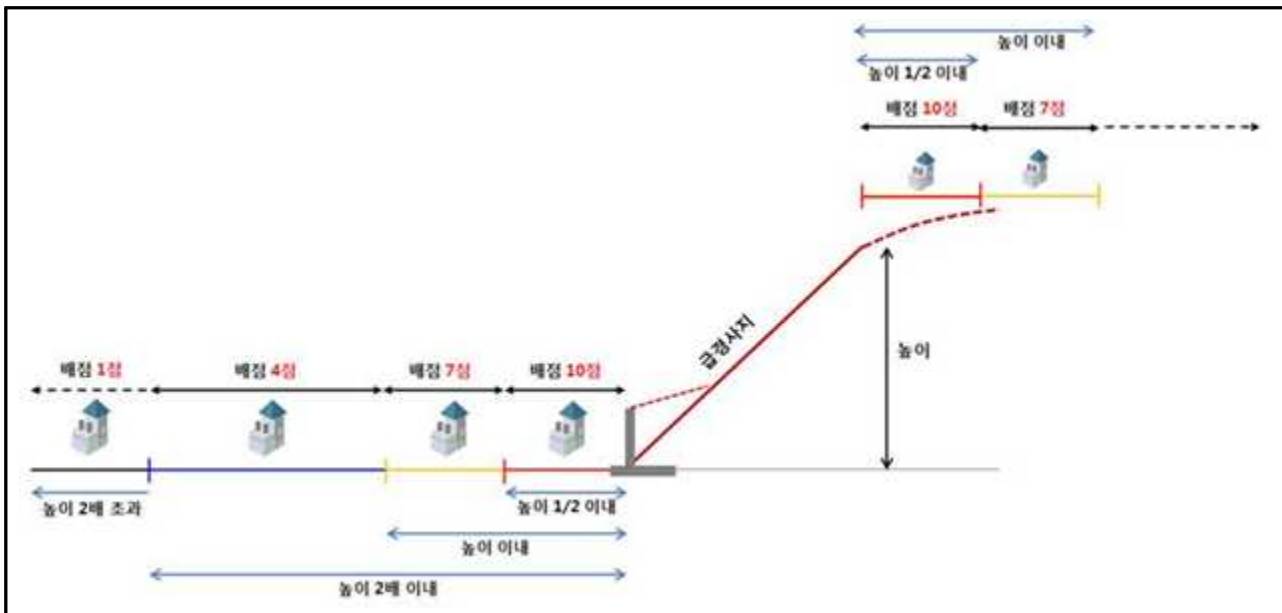
- 급경사지 붕괴 위험 반경 내 가옥이 위치할 경우, 피해예상 인구수는 가옥 1~2채 일 때 1~4인 정도로 판단할 수 있으며, 3채 이상일 때 5인 이상으로 판단할 수 있다.
- 급경사지 붕괴 위험 반경 내 병원, 요양원, 학교 등의 주요 시설물이 위치할 경우 피해예상 인구수는 5인 이상으로 판단할 수 있다.
- 일 교통량은 해당 도로의 구간별 통계자료를 활용한다.

14) 급경사지와 인접 시설물과의 거리

개 요

◇ 급경사지 붕괴 시 피해 영향권에 있는 시설물 유무를 확인하고, 시설물이 존재할 시 급경사지와의 거리에 따른 피해예상도 파악 및 표준 배점을 부여한다.

구 분	평가기준 및 배점				
시설물과의 거리	시설물 없음	비탈면 높이 2배 초과	비탈면 높이 2배 이내	비탈면 높이 이내	비탈면 높이 1/2배 이내
	0	1	4	7	10



<그림 11> 시설물과의 거리 배점 부여 모식도

【Tip】

- 급경사지 상부에 시설물이 위치하는 경우에도 급경사지 최상부를 기준으로 하여 거리에 따른 배점을 부여한다.

15) 조사자 보정점수

개 요

◇ 재해위험도 평가표에 따라 “붕괴위험성(70점)” 및 “사회적영향도(30점)”를 평가한 뒤 “조사자 보정점수” 항목에 대한 결과를 추가로 합산하여 종합 평가한다.

< 조사자 보정점수 항목 >

구 분		배점	현장 사례(대표사진)
상부 산지에서 토석류 등이 발생하여 피해가 예상되는 지역		+5	
급경사지의 우수 배수시설 여부 및 상태	우수 배수시설 없음	+2	
	우수 배수시설 있으나 시설상태 불량	+1	
재해취약자 (노인, 어린이, 장애인 등)의 피해가 예상되는 지역	재해취약자 4인 이하	+1	
	재해취약자 5인 이상	+2	

【Tip】

- 급경사지의 상부 및 좌우 계곡에서 토석류 발생시 대규모 피해가 예상되므로 현장 조사시 반드시 상부 산지의 상태를 확인할 필요가 있다.
- 급경사지에 설치된 산마루배수구, 종배수구, 수평배수공 등 각종 배수시설은 균열, 파손, 배수구 막힘 등의 현상이 주로 발생하므로 시설 유무 및 상태를 조사한다.
- 재해취약자란 재해 발생 시 일반인과 같이 위험회피행동과 피난행동 등이 어렵거나 불가능하여 다른 사람의 도움을 필요로 하는 자로 노인(65세 이상), 어린이, 장애인 등을 말한다.
- 급경사지 상·하부 상주인구에 재해취약자(노인, 어린이, 장애인 등)가 거주하는 지 여부의 판단은 안전점검 등 조사자 실태조사로 파악한다.

Ⅱ. 인공비탈면

[별표 3] 인공비탈면의 재해위험도 평가표

구 분			평 가 기 준 및 배 점						
붕괴 위험성 (70)	비탈면 경사각(°)	토사	34 미만	34~38	39~43	44~53	54~63	64~73	74 이상
			0	1	2	3	4	5	6
		암반	54 미만	55~58	59~62	63~67	68~72	73~76	77 이상
			0	1	2	3	4	5	6
	비탈면 높이(m)		5 미만	5~14	15~24	25~34	35 이상		
			0	1	2	3	4		
	급경사지 종단형상		절형	직선형	요형	복합형			
			1	2	3	4			
	절토부 횡단형상		직선형	오목형	볼록형	요철형	하부이탈형	돌출형	
			0	1	2	3	4	5	
	지반 변형·균열		없음			있음			
			0			5			
	절리 방향/흙의 강도		매우 유리 /매우 견고	유리 /조밀 또는 견고	양호 /중간	불리 /느슨 또는 연약	매우 불리 /매우 느슨		
			0	3	5	7	10		
	비탈면 풍화도		하		중		상		
			0		5		10		
	지하수 상태		건조		습윤		표면수		용수
0			2		4		6		
배수시설 상태		완전배수		양호		보통		불량	매우불량
		0		2		3		4	5
표면보호공 시공상태		매우양호		양호		불량		매우불량	표면시공 없음
		0		2		3		4	5
붕괴·유실이력		없음		낙석		10%미만		10%이상~20%미만	20% 이상
		0		3		5		8	10
사회적 영향도 (30)	주변환경		임야·공원 시설				택지·도로·철도 등		
			3				5		
	피해인구수/도로차로수·교통량	도로와 접한 급경사지	도로 차로수 (편도)	도로 1차로이하		도로 2차로		도로 3차로이상	
			1	4		7			
		교통량 (대/일)	500미만	500~5,000	5,001~20,000	20,001~35,000	35,001이상		
			1	2	4	6	8		
		그외 기타 지역 급경사지	피해예상 인구수	0		1~4(人)		5(人)이상	
				0		10		15	
급경사지와 인접 시설물과의 거리		시설물 없음		비탈면높이 2배초과		비탈면높이 2배이내		비탈면높이 이내	비탈면높이 1/2배이내
		0		1		4		7	10
점수계			점						

※ 조사자 보정점수

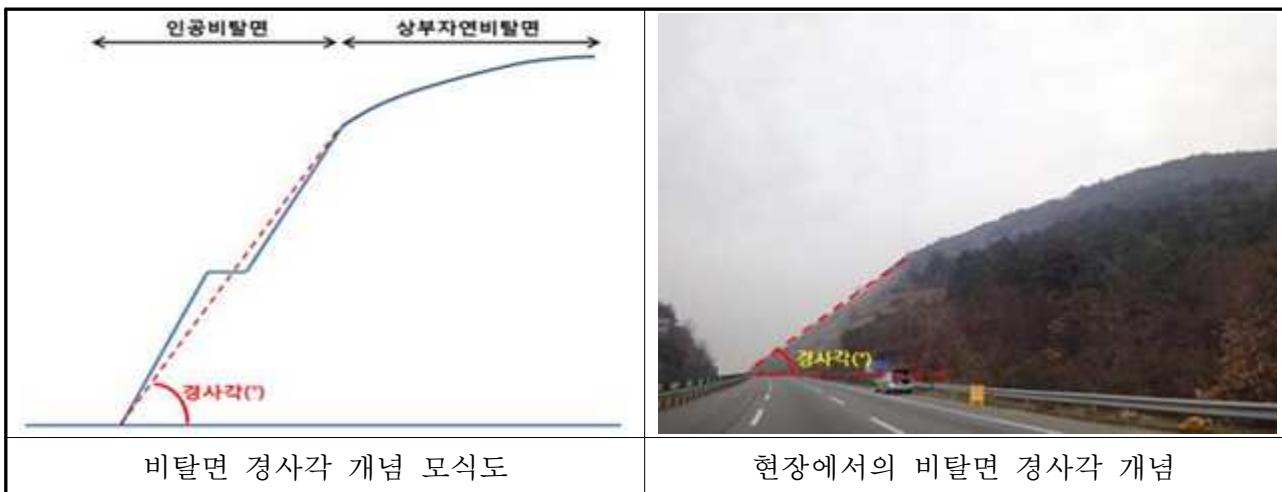
- 상부 산지에서 토석류 등이 발생하여 피해가 예상되는 지역(+5)
- 재해취약자의 피해가 예상되는 지역 : 재해취약자 4인 이하(+1), 재해취약자 5인 이상(+2)

1) 비탈면 경사각

개 요

- ◇ (사전적 의미) 경사각이란 어떤 직선이나 평면이 수평면과 이루는 각도를 말한다.
- ◇ 비탈면 경사각은 인공으로 만들어진 경사면과 수평면(기존의 지반)이 이루는 각도이다.
- ◇ 비탈면 종류에서, 토사비탈면은 구성재료의 70% 이상이 토사로 구성된 비탈면이다.
- ◇ 비탈면 종류에서, 혼합비탈면은 토사와 암반이 혼재되어 있는 경우이다.
- ◇ 비탈면 종류에서, 암반비탈면은 구성재료의 70 % 이상이 암반으로 구성된 비탈면이다.

구 분		평가기준 및 배점						
경사각(°)	토사	34 미만	34~38	39~43	44~53	54~63	64~73	74 이상
		0	1	2	3	4	5	6
	암반	54 미만	55~58	59~62	63~67	68~72	73~76	77 이상
		0	1	2	3	4	5	6



<그림 12> 비탈면 경사각의 이해



<그림 13> 측정방법 1 : 클리노콤파스 경사계 이용 방법



<그림 14> 측정방법 2 : 클리노콤파스 각도계 이용 방법

【Tip】

- 최대한 급경사지 측면에서 경사각 측정한다.
- 급경사지 면이 고르지 못하여 경사각 측정이 모호한 경우 전체적인 기울기 경향을 고려하여 평균 경사각을 측정한다.
- 클리노콤파스 장비가 없을 경우 손가락을 이용한 개략적인 측정 방법을 사용할 수도 있으나 가급적 조사장비를 활용하는 것이 바람직하다.



※ 업무 활용을 위한 경사도(구배) 표

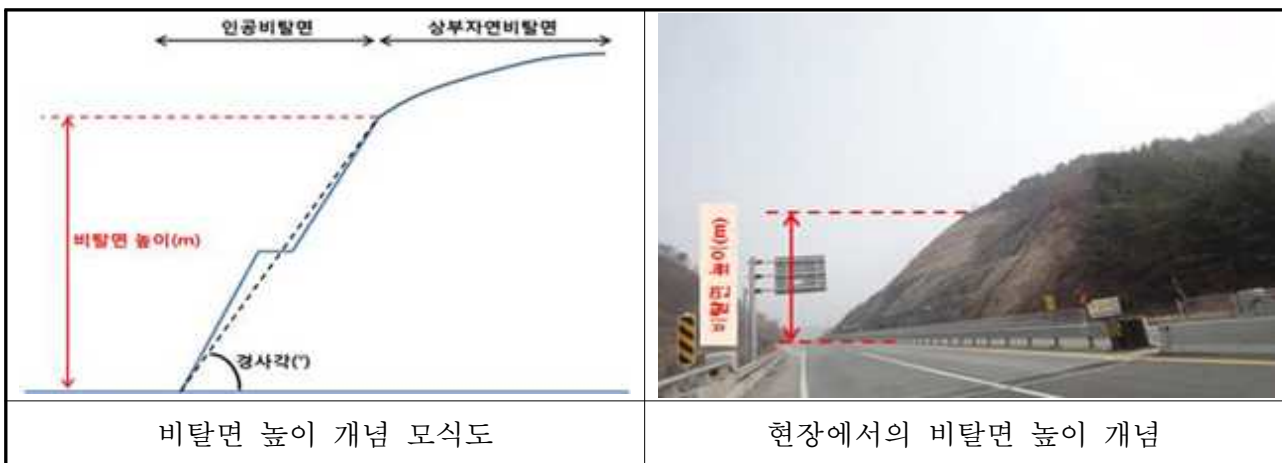
경사도(구배)	경사각(°)	경사도(구배)	경사각(°)
1 : 0.1	84°	1 : 1.2	40°
1 : 0.3	73°	1 : 1.5	34°
1 : 0.5	63°	1 : 1.8	29°
1 : 0.7	55°	1 : 2.0	26°
1 : 1.0	45°		

2) 비탈면 높이

개 요

◇ 비탈면 높이란 수평면(지반)에서 비탈면 최정점부까지의 수직고를 말한다.

구 분	평가기준 및 배점				
비탈면 높이(m)	5 미만	5~14	15~24	25~34	35 이상
	0	1	2	3	4



<그림 15> 비탈면 높이의 이해



① 레이저 거리측정기를 이용하여 급경사지 최고높이 지점 측정 (높이 = a + b)

② 장비 측면의 높이 확인 후 측정자 키를 더함 (높이 = 32.8m + 1.8m = 34.6m)

<그림 16> 레이저 거리측정기를 이용한 높이 측정





【Tip】

- 급경사지 측면 및 정면에서 최고 높이 지점을 확인 후 측정한다.
- 레이저 거리측정기 장비 미보유 시 목측 방법
 - 소단 높이 활용 : 암반비탈면 소단 높이(약 7m), 토사비탈면 소단 높이(약 5m)
 - 낙석방지울타리 높이(2.5m), L형측구 높이(1m), 계단식옹벽 1단 높이(1m) 활용

3) 급경사지 종단형상

개 요

- ◇ 급경사지 종단형상이란 급경사지의 가로방향(종방향) 형태를 말한다.
- ◇ 급경사지 종단형상은 급경사지를 상공에서 평면으로 바라보았을 때의 종방향 형상이다.

구 분	배점	모식도	설 명
철형	1		<ul style="list-style-type: none"> - 상공에서 바라 보았을 시 볼록한 종단 형상 - 발산 형태의 지표수의 배수
직선형	2		<ul style="list-style-type: none"> - 상공에서 바라 보았을 시 직선의 종단 형상 - 지표수의 수렴 및 발산이 발생하지 않음
요형	3		<ul style="list-style-type: none"> - 상공에서 바라 보았을 시 오목한 형태의 종단 형상 - 급경사지 내부로 수렴되는 형태의 지표수 배수
복합형	4		<ul style="list-style-type: none"> - 상공에서 바라 보았을 시 볼록과 오목 형태가 연속적으로 나타나는 종단 형상 - 지표수의 수렴과 발산이 복합적으로 발생



<그림 17> 급경사지 종단형상에 대한 현장 예시



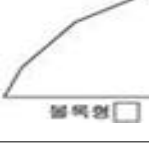



【Tip】

- 기존의 위성지도 등을 이용하여 종단형상을 파악할 수 있다.
- 현장에서 종단형상 구분 시 도로형상을 참고할 수 있다.

4) 절토부 횡단형상

개 요

- ◇ 횡단형상이란 급경사지를 측면에서 바라보았을 때의 형상을 말한다.
- ◇ 횡단형상이란 급경사지를 세로 방향으로 절단하였다고 가정할 시 나타나는 형상이다.

구 분	배 점	모식도	설 명
직선형	0		<ul style="list-style-type: none"> - 깎기(절취) 상태가 양호하여 측면 형상이 직선에 가까움 - 깎기 후 식생공(비탈면녹화)을 시공한 급경사지
오목형	1		<ul style="list-style-type: none"> - 급경사지 하단부보다 중·상단부 경사각이 큰 경우 - 상단부 뜬돌의 낙석 위험성 존재
볼록형	2		<ul style="list-style-type: none"> - 급경사지 하단부에서 상단부로 갈수록 경사각 크기 작아짐 - 하단부 뜬돌의 낙석 위험성 존재
요철형	3		<ul style="list-style-type: none"> - 깎기(절취) 상태가 불량하여 비탈면이 고르지 못함 - 비탈면 전체에 걸쳐 뜬돌의 낙석 위험성 존재
하부 이탈형	4		<ul style="list-style-type: none"> - 급경사지 하단부 끝단 부분의 암탈락 - 급경사지 하부지지력 약화로 붕괴 위험성 높음
돌출형	5		<ul style="list-style-type: none"> - 급경사지 중·상단부 돌출 - 하부지지력 상실 상태로 돌출암반의 낙하 가능성 높음

【Tip】

- 횡단형상은 최대한 급경사지 측면에 위치하여 확인하는 것이 효과적이다.

5) 지반변형 · 균열 유무

개 요

◇ 지반변형 및 균열은 비탈면을 구성하는 지반 자체의 침하, 균열, 어긋남, 벌어짐 현상 등의 변형 유무를 확인하는 것이다.

구 분	평가기준 및 배점	
지반변형 · 균열	없음	있음
	0	5

	
비탈면 상부 인장균열	지반침하 및 단차발생
	
지반의 어긋남 및 단차발생(단층)	지반균열 및 벌어짐 현상

<그림 18> 지반변형 및 균열 현장 예시



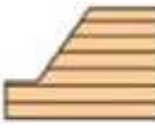
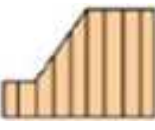
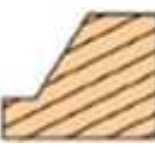
【Tip】

- 인장균열, 지반침하 등의 변형 상태는 대체로 상부자연비탈면에서 관찰이 용이하다.
- 인공비탈면 내에서는 주로 단층, 습곡 등에 의한 지반변형 현상을 증점적으로 관찰한다.

6) 절리 방향(암반비탈면일 경우)

개 요

- ◇ 절리(joint)란 마그마의 수축, 지각 내 응력 작용 및 해소 등에 의해 생성된 암석 내 갈라진 틈을 말한다.
- ◇ 절리 방향은 틈을 이루고 있는 절리면이 놓인 방향, 즉 암석의 결 방향을 말한다.
- ◇ 비탈면의 붕괴 및 낙석은 암석의 조개진 틈을 따라 발생하므로 절리의 빈도 및 방향은 비탈면 안정성에 중요한 영향을 미친다.

구 분	배점	모식도	설 명
매우 유리	0		- 절리가 거의 없는 경우(토사사면 아님)
유리	3		- 절리가 역방향인 경우 - 절리면이 비탈면과 반대 방향으로 기울어진 경우
양호	5		- 절리가 지표면과 거의 수평으로 발달된 경우($\alpha < 15^\circ$)
불리	7		- 절리가 지표면과 거의 수직으로 발달된 경우 - 전도파괴에 의한 낙석 가능성
매우 불리	10		- 절리가 비탈면 방향과 거의 유사하게 발달된 경우($\alpha > 15^\circ$) (토사사면 해당항목) - 암반 슬라이딩에 의한 평면파괴 발생 가능성 높음

【Tip】

- 암석의 결은 측면 관찰을 통하여 확인해야 함으로 현장 확인이 어려운 경우가 많다. 따라서 비탈면 내 기존 암탈락 구간이 존재할 시 이를 통해 측면 관찰을 시도할 수 있다.
- 깎기(절취) 공정 후 식생공을 시공하지 않은 비탈면일 경우, 비탈면 내 2개 방향 이상의 절리면이 노출될 가능성이 높으므로 이를 통해 암석의 결 확인이 가능하다.

7) 흙의 강도(토사비탈면일 경우)

개 요

◇ 흙의 강도란 흙의 단단하고 무른 정도로서 흙에서 발생하는 전단력에 대항하는 최대의 저항력을 말한다.

흙의 상태	배점	현 장 관 찰	참 조 사 항	
			N치	내부 마찰각(°)
매우 견고 (very dense)	0	- 발과 또는 중장비에 의해서만 자국을 낼 수 있음.	> 50	> 41
조밀 또는 견고 (dense)	3	- 손의 힘으로 삽을 이용하여 자국을 낼 수 있음	30~50	36~41
중간 (medium)	5	- 힘을 주어서 삽질을 할 수 있음	10~30	30~36
느슨 또는 연약 (loose)	7	- 쉽게 삽질을 할 수 있음	4~10	28.5~30
매우 느슨 (very loose)	10	- 엄지손가락 또는 주먹으로 쉽게 자국을 낼 수 있음	0~4	< 28.5







【Tip】

- 흙의 강도는 "삽"을 이용하여 현장에서 직접 판단하는 방법을 원칙으로 하되 정확히 분석을 원할 경우에는 N치 또는 내부마찰각을 활용할 수도 있다
- N치는 표준관입시험을 통해 구하는 지반물성 값으로 표준샘플러를 일정높이에서 N회 자유 낙하 하여 지반에 30cm 까지 관입시킬 수 있을 때까지의 N값을 말하며, 숫자가 높을수록 지반이 견고함을 의미한다.
- 내부마찰각은 흙의 직접전단시험을 통해 구할 수 있으며, 그 값이 클수록 지반이 견고함을 의미한다.

8) 비탈면 풍화도

개 요

- ◇ 풍화란 지표의 암석이 부서지고 변질되어 흙으로 변하는 현상을 말한다.
- ◇ 풍화는 암석이 부서지는 기계적 풍화와 변질되는 화학적 풍화로 구분된다.
- ◇ 비탈면 풍화도란 비탈면을 구성하는 암석의 풍화된 정도를 말한다.
- ◇ 암석의 풍화도는 신선(Fresh), 약간풍화(Slightly Weathered), 보통풍화(Moderately Weathered), 심한풍화(Highly Weathered), 완전풍화(Completely Weathered), 풍화잔류토(Residual Soil) 총 6개의 등급으로 구분한다.

구분	배점	등급	현장관찰	대표 사진
하	0	신선 (F.)	- 암석 구성물질이 풍화된 흔적이 없음	
		약간풍화 (S.W.)	- 암석이 전체적으로 신선한 편이나 절리를 따라 착색, 변색	
중	5	보통풍화 (M.W.)	- 암석의 일부분이 변색되고 풍화흔적이 있음	
		심한풍화 (H.W.)	- 대부분의 구성광물들이 변색, 착색	
상	10	완전풍화 (C.W.)	- 암석이 흙으로 변해 있으나, 잔류구조가 관찰됨	
		풍화잔류토 (R.S.)	- 암석이 흙으로 변해 있으며, 잔류구조가 관찰되지 않음	





【Tip】

- 풍화도 측정은 근접 육안 관찰을 기본으로 하며, 지질해머 타격을 통해 깨진면의 암석 상태를 관찰한다.
- 지질해머 타격 시 반발 정도가 크고, 경쾌한 소리가 나는 경우 약간풍화~신선 등급의 암반일 가능성이 높다.
- 노출된 비탈면은 암석 표면이 대부분 변색되어 있으므로 원거리 육안 관찰 시 정확한 풍화도를 판단할 수 없다. 따라서 반드시 근접 관찰이 필요하며, 암석을 타격하여 깨진면의 광물상태 및 변색 상태를 관찰하는 것이 필요하다.

9) 지하수 상태

개 요

- ◇ 지하수란 땅 위에 내린 빗물 또는 눈의 일부가 땅속으로 침투되어 지층이나 암석의 간극을 메우고 있는 물을 말한다.
- ◇ 물은 급경사지 안정성에 큰 영향을 미치므로 주의 깊은 관찰 및 확인이 필요하다.

구 분	배점	현장관찰	대표 사진
건조	0	- 마른 상태	
습윤	2	- 물기 흔적(검은색 표면, 이끼류 등)이 관찰되는 경우	
표면수	4	- 물기가 표면에 관찰되는 경우(젖음 현상) - 물줄기는 보이지 않으나 물이 떨어지는 경우	
용수	6	- 물줄기가 눈에 보이는 정도의 흐름	


【Tip】

- 지하수 상태는 급경사지 중·하단부를 중심으로 면밀한 관찰 필요하다.
- 급경사지가 계곡부와 인접해 있는지의 여부를 확인한다.
- 급경사지 인근에 저수지, 댐 등의 수리관련 시설물의 존재 여부를 확인한다.
- 비가 내린 직후는 지하수위가 평소보다 높으므로 비가 내린 후 2~3일 뒤 점검하는 것이 효과적이다.

10) 배수시설 상태

개 요

◇ 배수시설 상태란 급경사지 내 지표수 처리시설이 제 기능을 하고 있는지의 여부를 말한다.

구 분	배점	현장판단 기준	대표 사진
완전 배수	0	- 배수가 양호하여 건조 상태와 같이 간극수압이 발생하지 않는 경우	
양호	2	- 배수로 상태가 양호한 경우 - 배수공에서 유출되는 물이 맑고 깨끗한 상태 - 배수로 규격이 유역량에 맞게 설치	
보통	3	- 배수로 일부분에 토사 및 이물질이 적치된 경우 - 배수공 내 조립토가 섞여 배수된 흔적이 있는 상태	
불량	4	- 배수로에 이물질이 적치되어 원활한 배수 경로를 확보하지 못한 경우 - 배수공 내부에 전혀 배수된 흔적이 전혀 없고 거미줄이나 기타 이물질이 있는 상태 - 배수공을 전혀 설치하지 않은 경우 - 배수로 규격이 유역량에 맞지 않게 설치	
매우 불량	5	- 급경사지 또는 상부자연비탈면이 포화상태이거나 물이 상당히 고여 있는 경우	




【Tip】

- 배수시설 상태 점검 시, 배수시설의 균열 등 훼손 상태를 동시에 점검한다.
- 배수시설 시공 불량에 따른 급경사지 붕괴 위험 가능성을 점검한다.
- 배수시설의 정비 및 보수보강의 필요 여부를 점검한다.

11) 표면보호공 시공상태

개 요

- ◇ 표면보호공이란 급경사지 표면의 풍화 및 침식을 방지하기 위해 시공되는 공법을 말한다.
- ◇ 표면보호공으로는 콘크리트 뿔어붙이기(슛크리트), 비탈면녹화(식생공), 격자블록 등이 있다.

구 분	배점	현장판단 기준	대표 사진
매우 양호	0	<ul style="list-style-type: none"> - 급경사지에 피복된 슛크리트의 균열, 누수자국 등이 전혀 관찰되지 않으며 매우 양호한 시공 상태를 보임 - 급경사지 내 식생공이 매우 촘촘히 시공되어 있으며 유실 현상이 관찰되지 않음 - 격자블록이 급경사지에 밀착 시공되어 있으며 기타 변형 등이 전혀 관찰되지 않음 	
양호	2	<ul style="list-style-type: none"> - 슛크리트 피복 상태가 대체로 양호하나 일부 미세한 균열 및 누수자국 등이 관찰됨 - 식생공이 대부분 촘촘히 시공되어 있으나 소규모 유실 및 일부 자생상태 불량 구간이 관찰됨 - 격자블록 시공상태가 대체로 양호하나 일부 균열 및 미세한 변형이 관찰됨 	
불량	3	<ul style="list-style-type: none"> - 슛크리트의 균열 구간이 다수 관찰되며 누수현상에 의한 변색 구간이 곳곳에 관찰됨 - 급경사지 내 식생이 보통 간격으로 분포하며 표층유실 구간이 곳곳에 관찰됨 - 격자블록의 뒤뜰어짐 현상 및 파손 등의 변형이 관찰됨 	
매우 불량	4	<ul style="list-style-type: none"> - 슛크리트가 일부 구간 파손되었으며 누수에 의한 변색 구간이 다수 관찰됨 - 급경사지 내 식생의 밀도가 드문드문하며 대부분 구간에서 표층유실이 관찰됨 	
표면 시공 없음	5	<ul style="list-style-type: none"> - 보호시설 없이 원지반(토사 및 암반)이 그대로 드러나 있는 경우 	

12) 붕괴 · 유실이력

개 요

◇ 붕괴 · 유실이력이란 급경사지 내 붕괴, 낙석, 표층유실 등의 발생 흔적을 말한다.

구 분	배점	현장판단 기준
없음	0	- 붕괴, 낙석, 표층유실 등의 흔적이 전혀 없는 경우
낙석	3	- 주요 붕괴 흔적은 없으나 급경사지 하단부 곳곳에 낙석이 관찰되는 경우
10% 미만	6	- 붕괴부 크기가 급경사지 전체 면적의 10% 미만인 경우
10% 이상~20% 미만	8	- 붕괴부 크기가 급경사지 전체 면적의 10% 이상~20% 미만인 경우
20% 이상	10	- 붕괴부 크기가 급경사지 전체 면적의 20% 이상인 경우



급경사지 표층붕괴



급경사지 표층유실

<그림 19> 급경사지 붕괴 형태 예시

【Tip】

- 붕괴부의 전체 면적 대비 비율을 결정하기 모호한 상황에서는 급경사지 전체 연장 대비 붕괴발생 구간 연장을 고려하여 비율을 결정한다.
- 급경사지 구성 암석과 확연히 다른 모양과 색깔을 가지는 낙석은 실제 낙석이 아닌 경우가 있으므로 낙석 확인 시 급경사지 내 낙석 발생 지점을 동시에 확인해야 한다.
- 면적율(%) = $\text{붕괴면적} / \text{전체 비탈면 면적} \times 100(\%)$
- 정비사업 완료지구는 정비사업 이후부터 산정한다.

<표> 비탈면에서의 붕괴이력 예시

구 분	대표 사진	붕괴특성
원호파괴		<ul style="list-style-type: none"> · 토사비탈면 또는 뚜렷한 구조적 특징이 없는 암반에서 다량의 불연속면이 불규칙하게 발달되어 원호파괴가 발생 · 주로 풍화가 심한 암반이나 파쇄가 심한 암반에서 발생
침식 및 표층 유실		<ul style="list-style-type: none"> · 비탈면이 지표수로 침식되거나 풍화, 동결융해 등으로 토층이 얇게 지속적으로 벗겨지는 형태의 파괴
평면파괴		<ul style="list-style-type: none"> · 불연속면의 주절리가 한 방향으로 발달된 암반에서 발생 가능
썰기파괴		<ul style="list-style-type: none"> · 두 개의 불연속면을 따라 발생하는 암반블록의 미끄러짐으로 인한 파괴형태
전도파괴		<ul style="list-style-type: none"> · 불연속면을 따라 형성된 암주(岩柱) 또는 암괴(岩塊)의 상부가 회전, 전도되는 파괴형태
하부암이탈		<ul style="list-style-type: none"> · 암반비탈면 하부암괴의 이탈로 파괴된 경우

13) 주변환경

개 요

◇ 급경사지 주변의 주요시설물 유무 및 종류에 따라 점수를 부여한다.

구 분	배점	현장판단 기준
임야·공원 시설	3	- 급경사지 붕괴 시 피해가 예상되는 거리 내 임야나 공원 시설이 위치하는 경우
택지·도로·철도 등	5	- 급경사지 붕괴 시 피해가 예상되는 거리 내 택지, 도로 및 철도 등이 위치하는 경우



공원 시설



택지 시설



도로 시설



철도 시설

<그림 20> 급경사지 주변 환경 예시

【Tip】

- 상시적으로 사람이 이용하거나, 상주하는 시설물(도로, 철도) 또는 공간(택지)의 경우 5점을 부여 한다.
- 사회적 영향성 평가는 경제적 피해보다 인명피해를 우선적으로 고려하여야 한다.

14) 피해 인구수 / 도로차로수 · 교통량

개 요

- ◇ 급경사지 붕괴 시 피해가 예상되는 도보인(통행자) 수, 가옥 및 공장 등의 시설물 내 상주하는 인구수를 근거로 피해예상 인명수를 추정한다.
- ◇ 도로와 접한 급경사지 경우, 도로차로수와 일 교통량을 통해 피해 예상정도를 파악한다.

① 도로와 접한 급경사지

구 분	평가기준 및 배점				
도로 차로수 (편도)	도로 1차로 이하		도로 2차로		도로 3차로 이상
	1		4		7
교통량 (대/일)	500 미만	500~5,000	5,001~20,000	20,001~35,000	35,001 이상
	1	2	4	6	8

② 그외 기타 지역 급경사지

피해예상 인구수	배점	현장판단 기준
0	0	- 급경사지 붕괴 영향권 내 도보인이 전혀 없거나, 인명이 상주하는 각종 시설물이 없는 경우
1~4(人)	10	- 예상되는 피해인 수가 4명 이하일 경우
5(人) 이상	15	- 예상되는 피해인 수가 5명 이상일 경우

【Tip】

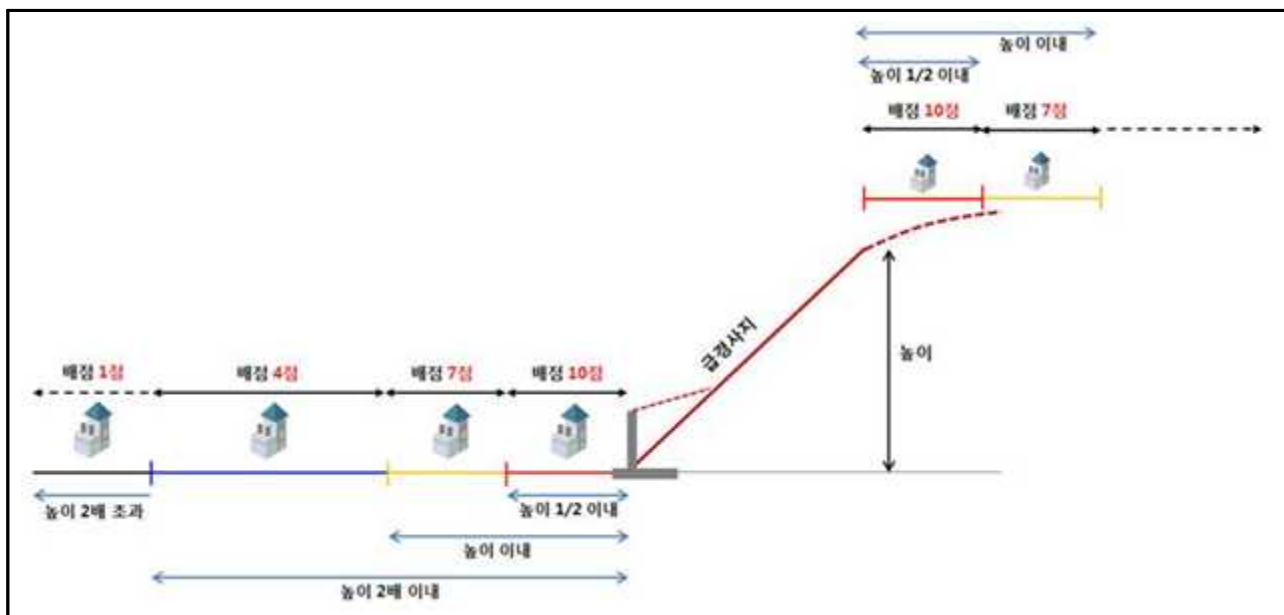
- 급경사지 붕괴 위험 반경 내 가옥이 위치할 경우, 피해예상 인구수는 가옥 1~2채 일 때 1~4인 정도로 판단할 수 있으며, 3채 이상일 때 5인 이상으로 판단할 수 있다.
- 급경사지 붕괴 위험 반경 내 병원, 요양원, 학교 등의 주요 시설물이 위치할 경우 피해예상 인구수는 5인 이상으로 판단할 수 있다.
- 일 교통량은 해당 도로의 구간별 통계자료를 활용한다.

15) 급경사지와 인접 시설물과의 거리

개 요

◇ 급경사지 붕괴 시 피해 영향권에 있는 시설물 유무를 확인하고, 시설물이 존재할 시 급경사지와의 거리에 따른 피해예상도 파악 및 표준 배점을 부여한다.

구 분	평가기준 및 배점				
시설물과의 거리	시설물 없음	비탈면 높이 2배 초과	비탈면 높이 2배 이내	비탈면 높이 이내	비탈면 높이 1/2배 이내
	0	1	4	7	10



<그림 21> 시설물과의 거리 배점 부여 모식도

【Tip】




- 급경사지 상부에 시설물이 위치하는 경우에도 급경사지 최상부를 기준으로 하여 거리에 따른 배점을 부여한다.

16) 조사자 보정점수

개 요

◇ 재해위험도 평가표에 따라 “붕괴위험성(70점)” 및 “사회적영향도(30점)”를 평가한 뒤 “조사자 보정점수” 항목에 대한 결과를 추가로 합산하여 종합 평가한다.

< 조사자 보정점수 항목 >

구 분		배점	현장 사례(대표사진)
상부 산지에서 토석류 등이 발생하여 피해가 예상되는 지역		+5	
급경사지의 우수 배수시설 여부 및 상태	우수 배수시설 없음	+2	
	우수 배수시설 있으나 시설상태 불량	+1	
재해취약자 (노인, 어린이, 장애인 등)의 피해가 예상되는 지역	재해취약자 4인 이하	+1	
	재해취약자 5인 이상	+2	

【Tip】

- 급경사지의 상부 및 좌우 계곡에서 토석류 발생시 대규모 피해가 예상되므로 현장 조사시 반드시 상부 산지의 상태를 확인할 필요가 있다.
- 급경사지에 설치된 산마루배수구, 중배수구, 수평배수공 등 각종 배수시설은 균열, 파손, 배수구 막힘 등의 현상이 주로 발생하므로 시설 유무 및 상태를 조사한다.
- 재해취약자란 재해 발생 시 일반인과 같이 위험회피행동과 피난행동 등이 어렵거나 불가능하여 다른 사람의 도움을 필요로 하는 자로 노인(65세 이상), 어린이, 장애인 등을 말한다.
- 급경사지 상·하부 상주인구에 재해취약자(노인, 어린이, 장애인 등)가 거주하는 지 여부의 판단은 안전점검 등 조사자 실태조사로 파악한다.

Ⅲ. 용벽 및 축대

[별표 4] 옹벽 및 축대의 재해위험도 평가표

구 분				평 가 기 준 및 배 점													
붕괴 위험성 (70)	기초부			침하(cm)		0~2		3~5		6~8		9~12		13 이상			
						1		2		3		4		5			
				수평변위(cm)		0~2		3~5		6~8		9~12		13 이상			
						1		2		3		4		5			
				세굴	콘크리트 옹벽	미발생		현치하부/2		현치하부		저판최대두/2		기초저면			
						0		2		3		4		5			
					보강토 옹벽	미발생		근입깊이/4		기초저면							
						0		3		5							
					석 축	미발생		상단깊이/3		상단		기초저면					
						0		2		4		5					
	전면부			파손 및 손상(mm)		없음	0 초과~5 미만	5 이상~10 미만	10 이상~20 미만		20 이상						
						0	2	3	4	5							
				균열(mm)		0~0.1 미만		0.1 이상~ 0.2 미만		0.2 이상~ 0.3 미만		0.3 이상~ 0.5 미만		0.5 이상			
						1		3		5		7		10			
				마모/침식		없음		경미함		약간 심함		심함		매우 심함			
						0		2		3		4		5			
				바라바라 및 층분리(mm)		0~10		11~15		16~20		21~25		26 이상			
						1		2		3		4		5			
				철근노출 (%)		0		0.1~1		1.1~3		3.1~5		5.1 이상			
						0		3		5		7		10			
				전도배부름		무						유					
						0						5					
				백태		무						유					
						0						5					
				배출구			배출구 내부가 물이 흘러 깨끗한 상태			배출구 내부에 세립토가 섞여 배수된 흔적상태		배출구 내부에 조립토가 섞여 배수된 흔적상태		배출구 내부에 배수된 흔적이 없는 상태		배출구가 설치되지 않은 상태	
							0			3		5		7		10	
사 회 적 영 향 도 (30)	주변 환경			임야·공원 시설				택지·도로·철도 등									
				3				5									
	피해인 구수/ 도로차 로수· 교통량	도로와 접한 급경사지	도로 차로수 (편도)	도로 1차로이하		도로 2차로		도로 3차로이상									
			1		4		7										
		교통량 (대/일)	500미만		500~5,000		5,001~20,000		20,001~35,000		35,001이상						
			1		2		4		6		8						
		그외 기타 지역 급경사지	피해예상 인구수	0		1~4(人)				5(人)이상							
				0		10				15							
	급경사지와 인접 시설물과의 거리			시설물 없음		비탈면높이 2배초과		비탈면높이 2배이내		비탈면높이 이내		비탈면높이 1/2배이내					
				0		1		4		7		10					
점수계				점													

※ 조사자 보정점수

- 상부 산지에서 토석류 등이 발생하여 피해가 예상되는 지역(+5)
- 급경사지의 우수배수시설 여부 및 상태 : 우수배수시설 없음(+2), 우수배수시설 있으나 시설상태 불량(+1)
- 재해취약자의 피해가 예상되는 지역 : 재해취약자 4인 이하(+1), 재해취약자 5인 이상(+2)

1) 침 하

개 요

- ◇ 침하는 옹벽구조물이 시공위치에서 수직방향으로 가라앉는 현상을 말한다.
- ◇ 침하가 부분적으로 발생할 경우에는 인접한 블록간의 단차를 육안 또는 측정장비를 활용하여 확인 할 수 있다.

침하량	배점	조사된 상태
0~2cm	1	- 침하가 발생되지 않거나 극히 미소한 경우
3~5cm	2	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 보수는 필요하지 않은 상태
6~8cm	3	- 침하의 정도가 보통정도이나 진행성 여부에 대한 지속적인 관찰이 요구될 경우
9~12cm	4	- 침하가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
13cm 이상	5	- 침하정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태



<그림 22> 옹벽 침하 현상 예시

【Tip】

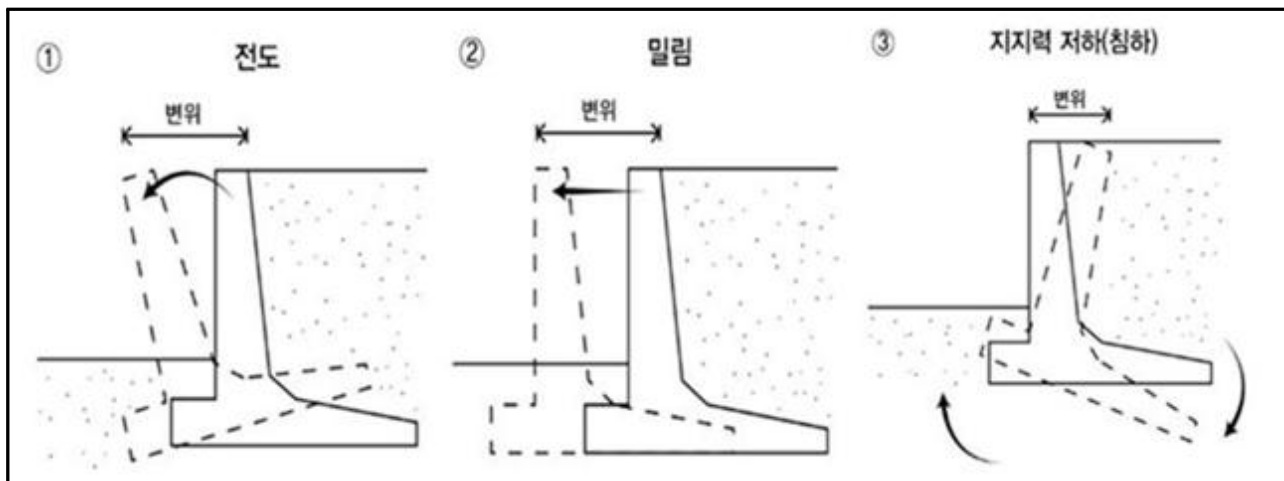
- 침하 발생 시, 구조물과 지반의 단차, 구조물 균열, 구조물 수평변위, 전도 등이 동반되어 발생된다.
- 연장이 짧은 독립 구조물은 구조물 전체가 침하할 경우, 1회 점검으로 침하진행을 판단하는데 한계가 있으므로 줄자, 레벨측량 등을 이용한 구조물 노출부의 높이를 지속적으로 측정하여 변화를 확인할 필요가 있다.

2) 수평변위

개 요

◇ 기초부의 수평변위를 측정하는 것으로 부등침하, 토압, 수압 등 수평력 증가에 의한 저항력 감소에 의해 구조체의 수평변위가 발생하는 것을 의미한다.

수평변위	배점	조사된 상태
0~2cm	1	- 활동이 발생되지 않은 상태
3~5cm	2	- 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 보수는 필요하지 않은 상태
6~8cm	3	- 활동이 보통정도이나 진행성 여부에 대한 지속적인 관찰이 요구되는 상태
9~12cm	4	- 활동이 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
13cm 이상	5	- 활동이 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태



<그림 23> 변위 발생 개념도

【Tip】

- 기초부의 수평변위는 옹벽측면에서 관찰이 용이하나, 연장이 긴 구조체의 경우 전 구간에서 수평변위가 발생하는 것이 아니라 구간별로 발생될 가능성이 높으므로, 전 구간을 대상으로 수평변위를 점검해야 한다.
- 기초부의 수평변위 발생 시 옹벽 전면부가 아스콘, 콘크리트 포장일 경우 도로부 융기, 침하, 균열 등이 함께 발생할 가능성이 높다.

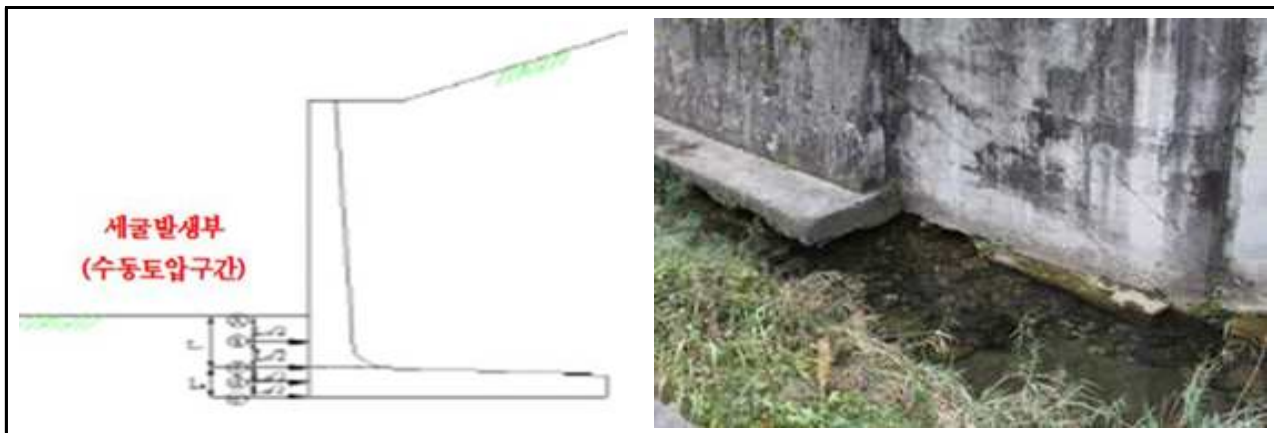
3) 세 굴

개 요

- ◇ 옹벽 기초부 세굴현상이란 유수작용 등에 의해서 쓸려 패어나가는 현상을 말한다.
- ◇ 세굴은 기초지반이 유실되어 기초지반의 지지력 저하와 수동토압의 감소로 침하, 전도, 활동 등의 외적 안정성에 크게 영향을 미치는 결함 항목이다.

<콘크리트 옹벽>

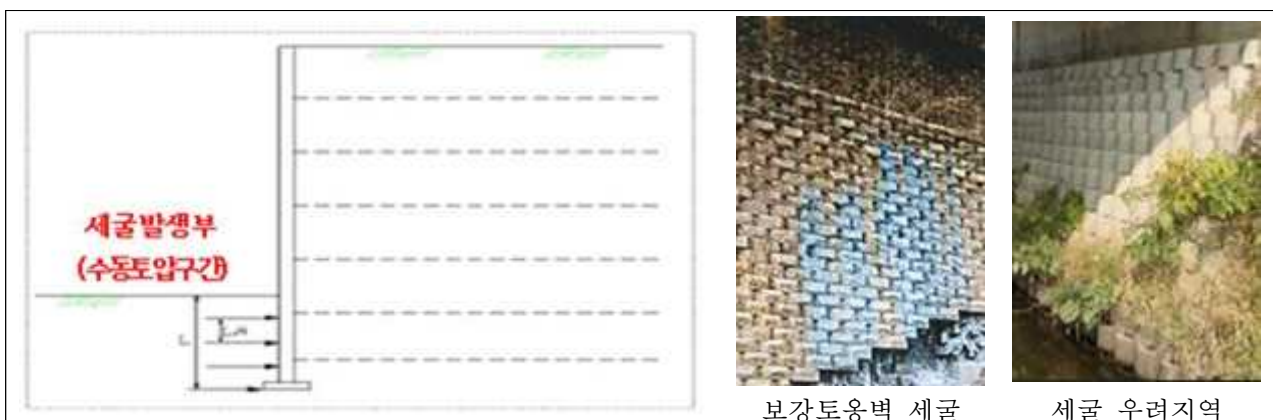
조사된 세굴상태	배점
- 미발생 (세굴이 전혀 발생하지 않은 상태)	0
- 헌치하부/2 (세굴이 지표면에서 헌치하부/2 부분까지 발생한 상태)	2
- 헌치하부 (세굴이 저판의 헌치하부까지 발생한 상태)	3
- 저판최대두께/2 (세굴이 저판의 최대두께/2 부분까지 발생한 상태)	4
- 기초저면 (세굴이 기초저면까지 발생한 상태)	5



<그림 24> 세굴 발생 깊이 모식도 및 세굴 현상 예시(콘크리트 옹벽)

<보강토 옹벽>

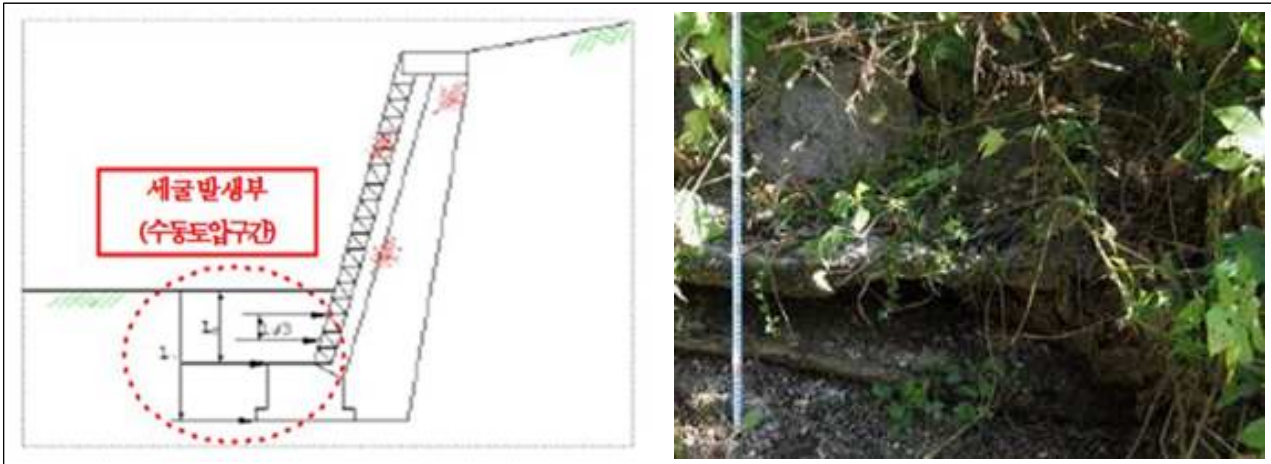
조사된 세굴상태	배점
- 미발생 (세굴이 전혀 발생하지 않은 상태)	0
- 근입깊이/4 (근입깊이/4의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태)	3
- 기초저면 (세굴이 기초저면까지 발생한 상태)	5



<그림 25> 세굴 발생 깊이 모식도 및 세굴 현상 예시(보강토 옹벽)

< 석 축 >

조사된 세굴상태	배점
- 미발생 (세굴이 전혀 발생하지 않은 상태)	0
- 상단깊이/3 (기초콘크리트 상단까지의 깊이/3의 위치까지 세굴이 발생한 상태)	2
- 상단 (기초콘크리트 상단까지 세굴이 발생한 상태)	4
- 기초저면 (기초저면까지 세굴이 발생한 상태)	5



<그림 26> 세굴 발생 깊이 모식도 및 세굴 현상 예시(석축)

【Tip】

- 용벽 형식별(콘크리트, 보강토, 석축) 세굴 판정 기준을 달리한다.
- 세굴현상이 다수구간에서 관찰될 경우, 가장 세굴현상이 심한 구간을 기준으로 하여 점검표를 작성한다.
- 세굴현상 발생 구간의 지속적인 관리를 위해서 줄자를 이용한 깊이 측정뿐만 아니라 발생부의 확대진행을 고려하여 발생 구간의 면적도 함께 기록하여 두는 것이 좋다.
- 사진촬영 자료를 지속적으로 수집하여 시계열 분석(시간의 경과에 따라 연속적으로 관측된 관측값을 비교분석)에 사용할 수 있다.
- 세굴발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우에는 본 항목을 고려하지 않는다.

4) 파손 및 손상

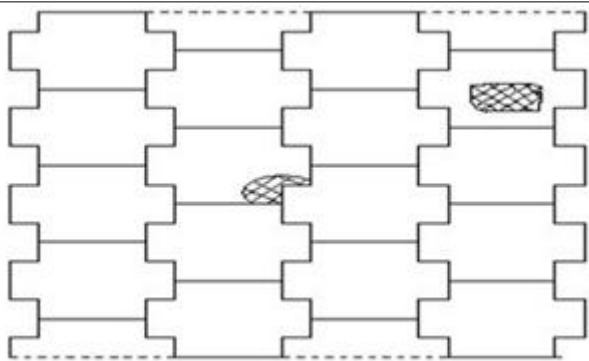
개 요

- ◇ 파손 및 손상이란 지속적인 외력의 작용이나 과도한 충격에 의해 발생하는 결함을 말한다.
- ◇ 파손 및 손상은 외적 충격 및 과도한 하중 집중, 낙석 및 차량충돌, 재료의 결함, 보강재 국부적 절단에 의해 발생할 수 있다.

조사된 파손 및 손상 상태	배점
- 파손 및 손상 없음 (0mm)	0
- 파손 및 손상 깊이가 0mm 초과~5mm 미만인 상태	2
- 파손 및 손상 깊이가 5mm 이상~10mm 미만인 상태	3
- 파손 및 손상 깊이가 10mm 이상~20mm 미만인 상태	4
- 파손 및 손상 깊이가 20mm 이상인 경우	5



콘크리트 옹벽 파손 및 손상



보강토 옹벽 전면부 파손

<그림 27 > 옹벽 파손 및 손상 현상 예시

【Tip】

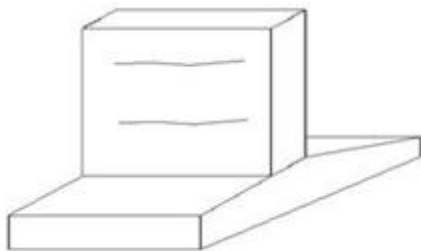
- 파손 및 손상은 육안으로 쉽게 관찰되며, 육안조사 시 파손 및 손상에 의한 배수흔적의 관찰이 필요하다.
- 줄자 및 자를 이용하여 파손 및 손상 깊이를 측정한다.

5) 균 열

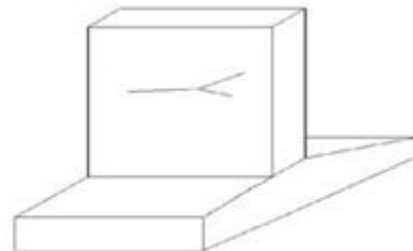
개 요

- ◇ 균열은 열적 또는 기계적 응력 때문에 일어나는 국부적인 파단에 의해 생기는 틈 또는 불연속부를 의미한다.
- ◇ 옹벽 및 축대에서의 균열은 작용하중의 변화로 인한 과응력균열, 건조수축 등에 의한 응력생성, 온도변화에 의한 신축기능 손상 등의 일반균열, 철근부식에 의한 팽창으로 인한 부식균열로 분류된다.

조사된 균열 상태	배점
- 균열발생부의 균열 폭이 0~0.1mm 미만인 상태	1
- 균열발생부의 균열 폭이 0.1mm 이상~0.2mm 미만인 상태	3
- 균열발생부의 균열 폭이 0.2mm 이상~0.3mm 미만인 상태	5
- 균열발생부의 균열 폭이 0.3mm 이상~0.5mm 미만인 상태	7
- 균열발생부의 균열 폭이 0.5mm 이상인 상태	10



(A) 과응력 균열



(B) 일반 균열

균열발생 형태



횡방향 균열 발생(과응력 균열)



종방향 균열 발생

<그림 28> 균열발생 현상 예시

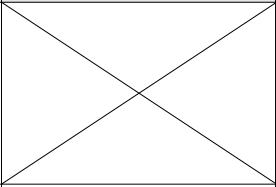




【Tip】

- 균열부는 종방향, 횡방향 균열의 양상을 판단하기 위해 우선 전체를 대상으로 균열 발생부를 확인하고, 세부 구간으로 좁혀서 점검하는 것이 균열 파악에 유리하다.
- 균열폭과 더불어, 균열부 연장이 길게 발생된 경우 구조물 안정에 불리하다.
- 종 방향 균열은 구조물 층 분리현상, 횡방향 균열은 구조물 전도 현상 등으로 발전될 가능성이 있다.

6) 마모/침식

개 요

◇ 마모/침식 현상이란 빗물, 강물, 바닷물, 바람 등의 운동에 따라 콘크리트 구조물의 표면부를 깎거나 화학적으로 콘크리트를 용해하는 작용 현상을 말한다.

기 준	배 점	조사된 균열 상태	대표 사진
없음	0	- 침식/마모된 부위가 없는 양호한 상태	
경미함	2	- 침식/마모에 의해 골재가 노출된 상태	
약간 심함	3	- 상, 하부와 비교해서 단면(철근덮개)이 감소되기 시작한 상태(다소 심한상태)	
심함	4	- 철근덮개가 탈락되고 철근이 부분적으로 노출되어 부식이 발생한 상태(심한상태)	
매우 심함	5	- 침식부위의 철근이 완전히 노출되어 구조적인 기능을 상실한 상태(매우 심한상태)	

【Tip】

- 하천지역의 옹벽 등 콘크리트 구조물 하상부에서 주로 발생하는 현상으로, 도로부에서는 내리막 구간(지표수 배수 구간)에서 침식/마모 현상이 관찰된다.
- 동절기 제설제 영향으로 인해 침식/마모 현상이 발생되기도 한다.
- 철근이 노출되는 경우에는 기능저하 및 상실로 인해 붕괴의 원인이 되므로 이에 대한 대책마련이 시급하다.

7) 박리/박락 및 층분리

개 요

- ◇ 박리/박락 현상은 콘크리트 표면에 연한 골재가 분포되어 있어 피복두께가 얇은 면에서 재료가 떨어져 나가는 현상을 말한다. 발생원인은 피복두께 부족, 알칼리 골재 반응, 중성화, 다짐불량, 재료선정 불량, 양생 불량에 의해서 발생된다.
- ◇ 층분리는 철근의 상부 또는 하부에서 콘크리트가 층을 이루며 분리되는 현상으로 철근의 부식에 의한 팽창이 주요 원인이다. 층분리는 일반적으로 박락의 전 단계라 볼 수 있다.

콘크리트 벽체의 표면결함(박리/박락/층분리)의 깊이 측정	배 점
- 0~10 mm 이하	1
- 11~15 mm 이하	2
- 16~20 mm 이하	3
- 21~25 mm 이하	4
- 26 mm 이상	5



<그림 29> 콘크리트 구조물의 박리/박락 현상 예시

【Tip】

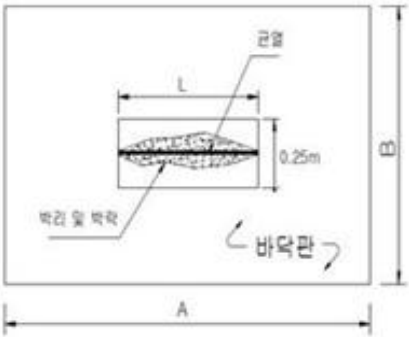
- 박리/박락 및 층분리 현상이 다수구간에서 관찰될 경우, 현상이 심한 구간을 기준으로 하여 점검표를 작성한다.
- 층분리 발생의 경우 구조체의 지지력 저하로 인하여 강우 발생 시 붕괴 가능성이 매우 높다.

8) 철근노출

개 요

- ◇ 철근노출이란 콘크리트 구조체 자체의 결함, 표면결함(박리/박리, 균열, 층분리 등) 및 파손/손상에 의해 콘크리트 철근부가 노출된 현상을 말한다.
- ◇ 철근이 노출될 경우 부식현상이 발생되어 구조적 안정성의 저해요인이 될 수 있으므로 이에 대한 점검 및 유지관리가 요구된다.

철근노출 면적율	배 점
- 철근노출 면적율 0%	0
- 철근노출 면적율 0.1 ~ 1% 이하	3
- 철근노출 면적율 1.1 ~ 3% 이하	5
- 철근노출 면적율 3.1 ~ 5% 이하	7
- 철근노출 면적율 5.1% 이상	10



$$\frac{\text{철근노출면적}}{\text{점검단위면적}(span)} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A \times B} \times 100 =$$

※ 철근이 완전히 노출된 경우는 노출면적으로 산정하고, 내부에서 철근이 부식된 경우에는 철근노출 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 가정하여 철근노출길이 × 0.25를 적용한다.

		
국부적 철근노출	벽면부 철근노출	파손부 철근노출

<그림 30> 콘크리트 구조물의 철근노출 현상 예시

【Tip】

- 국부적인 철근노출의 경우 보수가 비교적 간단하므로, 결함 발생 시 즉각적인 조치가 요구된다.

9) 전도/배부름

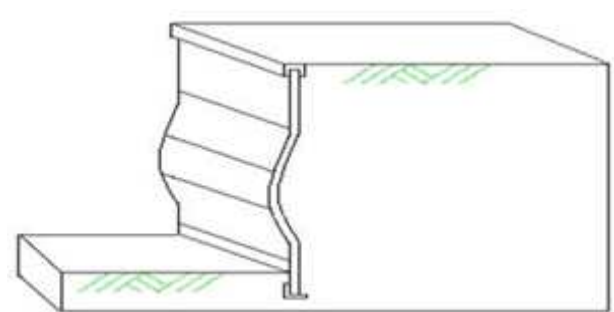
개 요

- ◇ 전도란 수평력의 증가 및 저항력 감소, 침하, 추가적인 상재하중의 작용, 세굴, 우수침투 및 지하수위 상승에 따른 토압 증가에 의해 옹벽구조물이 전면으로 기우는 현상을 말한다.
- ◇ 배부름 현상이란 과도한 집중하중, 지반의 유동, 보강재의 국부적인 파단 및 마찰력 저하 등의 복합적인 요인으로 인해 옹벽 전면이 부풀어 오르는 현상을 말한다.

구 분	평가기준 및 배점	
전도·배부름	무	유
	0	5



콘크리트 옹벽 전도 및 기울어짐 측정 전경



보강토 옹벽 배부름 개요도



보강토 옹벽 배부름 현상



석축 배부름 현상

<그림 31> 전도 및 배부름 현상 예시

【Tip】

- 전도 현상 및 배부름 현상은 측면에서 관찰이 용이하다.
- 콘크리트 옹벽의 경우 배부름 현상은 심각한 결함현상으로 균열 등의 손상을 동반한다.
- 배부름 현상은 주로 보강토 옹벽 및 석축에서 발생된다.

10) 백 태

개 요

- ◇ 백태현상이란 콘크리트 내부에 존재하는 석회화합물이 용해되어 콘크리트 표면에 퇴적되는 현상을 말한다.
- ◇ 백태는 경화시멘트풀의 수화조직 약화 및 중성화 현상을 동반하므로 수밀성과 내구성 저하 및 철근부식의 원인이 된다.

구 분	평가기준 및 배점	
백 태	무	유
	0	5



콘크리트 옹벽 백태현상

보강토 옹벽 백태현상

<그림 32> 옹벽 백태 발생 현상 예시






【Tip】

- 백태현상은 관찰이 용이하나, 강우 발생 후 건조 전 점검 시 관찰이 용이하지 않다.
- 백태현상의 평가기준은 백태의 유무로 하나, 장기적 관리를 위해서는 백태발생부의 위치 및 발생부의 면적을 함께 표기하여 두는 것이 좋다.
- 백태현상 발생부는 전경 → 구간 → 세부 순으로 사진 촬영을 하는 것이 향후 백태의 진행 여부 파악에 유리하다.
- 백태현상은 당장의 구조적인 안전성을 해치지 않는으나, 철근 부식의 촉진, 콘크리트의 균열 및 누수발생, 구조내력의 저하 등의 요인이 되므로 지속적인 점검 및 유지관리가 요구된다.

11) 배출구

개 요

- ◇ 배출구는 웅벽 배면지하수가 원활하게 배수되도록 하여 웅벽에 수압이 부하되지 않도록 하는 배수시설을 말한다.
- ◇ 배수구 불량률의 주요 원인은 이물질로 인한 통수단면적 감소, 뒷채움재 불량으로 인한 유로 감소, 웅벽 내부 필터 시공 불량 및 기능저하 등을 들 수 있다.
- ◇ 배출구 불량으로 설계 시 적용토압 이상의 하중이 작용하는 경우 웅벽에서 발생할 수 있는 대부분의 결함이 유발될 수 있다.

조사된 균열 상태	배점	대표 사진
- 배출구 내부가 물이 흘러 깨끗한 상태	0	
- 배출구 내부에 세립토가 섞여 배수된 흔적상태	3	
- 배출구 내부에 조립토가 섞여 배수된 흔적상태	5	
- 배출구 내부에 배수된 흔적이 없는 상태 (식생이나 이물질 등으로 막혀있는 상태)	7	
- 배출구가 설치되지 않은 상태 (수평배수구 등이 설치되지 않은 상태)	10	

【Tip】

- 지하수가 많이 유출되는 경우에는 원활한 배수유도를 위한 추가 설치가 요구된다.
- 인위적인 이물질 등 제거가 가능한 경우 점검과 동시에 제거하도록 한다.
- 구조물의 장기적인 안정을 위하여 배출구의 상태조사는 중요한 항이므로 건기 시 보다는 우기 시에 조사하여야 정확한 상태 파악이 가능하므로 강우 후 조사를 수행하여야 한다.

12) 주변환경

개 요

◇ 주변환경 평가는 사회적영향도 평가 항목으로서 옹벽과 인접되어 있는 시설물 및 주변 환경 조사를 통해 구조물의 붕괴 시 사회적 위험영향성을 평가하는 것을 의미한다.

평가기준 및 배점

임야 · 공원 시설	택지 · 도로 · 철도
3	5



택지 인접 옹벽 붕괴



주차장 인접 옹벽 붕괴



옹벽 상부 시설물

<그림 33> 옹벽 주변 환경 사진

【Tip】

- 상시적으로 사람이 이용하거나, 급경사지 상·하부에 존재하는 시설물(도로, 철도) 또는 공간(택지)의 경우 5점을 부여 한다
- 사회적 영향성 평가는 경제적 피해보다 인명피해를 우선적으로 고려하여야 한다.

14) 피해 인구수 / 도로차로수 · 교통량

개 요

- ◇ 급경사지 붕괴 시 피해가 예상되는 도보인(통행자) 수, 가옥 및 공장 등의 시설물 내 상주하는 인구수를 근거로 피해예상 인명수를 추정한다.
- ◇ 도로와 접한 급경사지 경우, 도로차로수와 일 교통량을 통해 피해 예상정도를 파악한다.

① 도로와 접한 급경사지

구 분	평가기준 및 배점				
도로 차로수 (편도)	도로 1차로 이하		도로 2차로		도로 3차로 이상
	1		4		7
교통량 (대/일)	500 미만	500~5,000	5,001~20,000	20,001~35,000	35,001 이상
	1	2	4	6	8

② 그외 기타 지역 급경사지

피해예상 인구수	배점	현장판단 기준
0	0	- 급경사지 붕괴 영향권 내 도보인이 전혀 없거나, 인명이 상주하는 각종 시설물이 없는 경우
1~4(人)	10	- 예상되는 피해인 수가 4명 이하일 경우
5(人) 이상	15	- 예상되는 피해인 수가 5명 이상일 경우

【Tip】

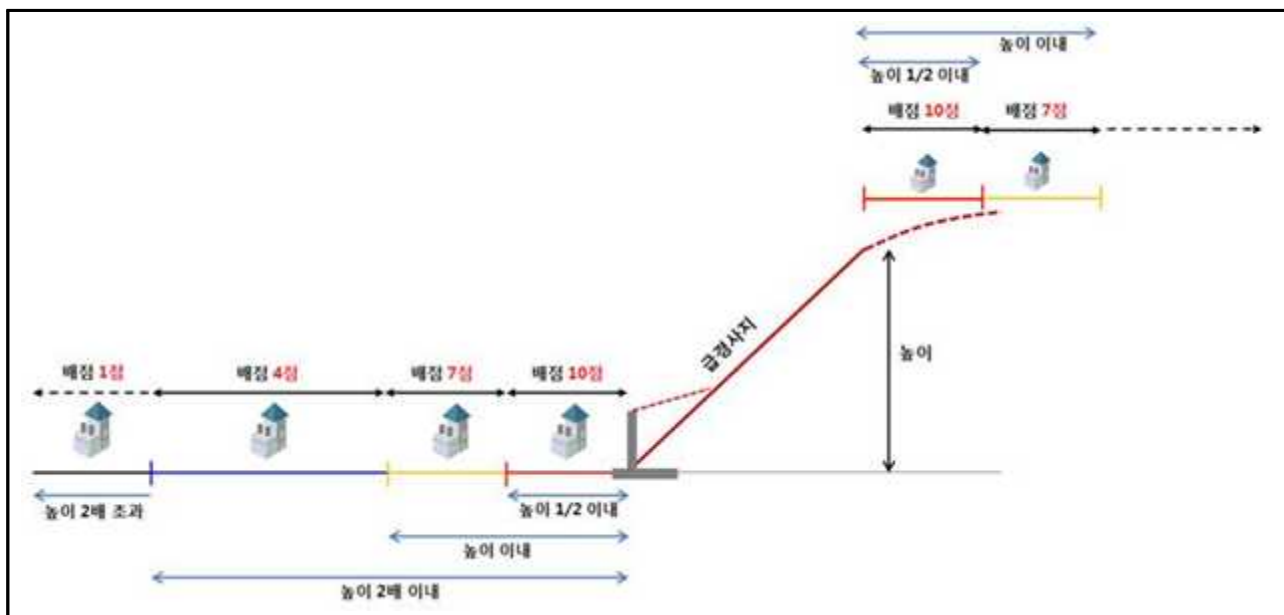
- 급경사지 붕괴 위험 반경 내 가옥이 위치할 경우, 피해예상 인구수는 가옥 1~2채 일 때 1~4인 정도로 판단할 수 있으며, 3채 이상일 때 5인 이상으로 판단할 수 있다.
- 급경사지 붕괴 위험 반경 내 병원, 요양원, 학교 등의 주요 시설물이 위치할 경우 피해 예상 인구수는 5인 이상으로 판단할 수 있다.
- 일 교통량은 해당 도로의 구간별 통계자료를 활용한다.

15) 급경사지와 인접 시설물과의 거리

개 요

◇ 급경사지 붕괴 시 피해 영향권에 있는 시설물 유무를 확인하고, 시설물이 존재할 시 급경사지와의 거리에 따른 피해예상도 파악 및 표준 배점을 부여한다.

구 분	평가기준 및 배점				
시설물과의 거리	시설물 없음	비탈면 높이 2배 초과	비탈면 높이 2배 이내	비탈면 높이 이내	비탈면 높이 1/2배 이내
	0	1	4	7	10



<그림 34> 시설물과의 거리 배점 부여 모식도

【Tip】

- 급경사지 상부에 시설물이 위치하는 경우에도 급경사지 최상부를 기준으로 하여 거리에 따른 배점을 부여한다.

16) 조사자 보정점수

개 요

◇ 재해위험도 평가표에 따라 “붕괴위험성(70점)” 및 “사회적영향도(30점)”를 평가한 뒤 “조사자 보정점수” 항목에 대한 결과를 추가로 합산하여 종합 평가한다.

< 조사자 보정점수 항목 >

구 분		배점	현장 사례(대표사진)
상부 산지에서 토석류 등이 발생하여 피해가 예상되는 지역		+5	
급경사지의 우수 배수시설 여부 및 상태	우수 배수시설 없음	+2	
	우수 배수시설 있으나 시설상태 불량	+1	
재해취약자 (노인, 어린이, 장애인 등)의 피해가 예상되는 지역	재해취약자 4인 이하	+1	
	재해취약자 5인 이상	+2	

【Tip】

- 급경사지의 상부 및 좌우 계곡에서 토석류 발생시 대규모 피해가 예상되므로 현장 조사시 반드시 상부 산지의 상태를 확인할 필요가 있다.
- 급경사지에 설치된 산마루배수구, 종배수구, 수평배수공 등 각종 배수시설은 균열, 파손, 배수구 막힘 등의 현상이 주로 발생하므로 시설 유무 및 상태를 조사한다.
- 재해취약자란 재해 발생 시 일반인과 같이 위험회피행동과 피난행동 등이 어렵거나 불가능하여 다른 사람의 도움을 필요로 하는 자로 노인(65세 이상), 어린이, 장애인 등을 말한다.
- 급경사지 상·하부 상주인구에 재해취약자(노인, 어린이, 장애인 등)가 거주하는 지 여부의 판단은 안전점검 등 조사자 실태조사로 파악한다.