

42. 상주절토42

42.1 시설물 개요

42.2 자료수집 및 분석

42.3 현장조사 및 시험

42.4 상태평가

42.5 종합평가 및 안전등급 지정

42.6 보수·보강 및 유지관리 방안

42.7 종합결론

42. 상주절토42

42.1 시설물의 개요

상주절토42는 경상북도 영천시 신녕면 치산리(상주영천고속도로 58.638~58.798km)에 위치한 사면으로서 총 연장 160.0m, 높이 37.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다.

42.1.1 일반사항

【표 42.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000022		관리번호	SY SL42
시설물명	상주절토42		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 영천시 신녕면 치산리		
	위치좌표	시점 : 36° 06′ 91.5″ 128° 72′ 06.9″		
		종점 : 36° 06′ 87.7″ 128° 72′ 25.1″		
	관리이정	58.638~58.798km		
	공구이정	7공구 STA.3+080~3+240		
제 원	연 장	160.0m	높 이	37.0m
	경사/방향	45/195	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	37°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	경남기업(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리, 솟크리트, 격자블럭		
비 고				

2023년 정밀안전점검(금회)



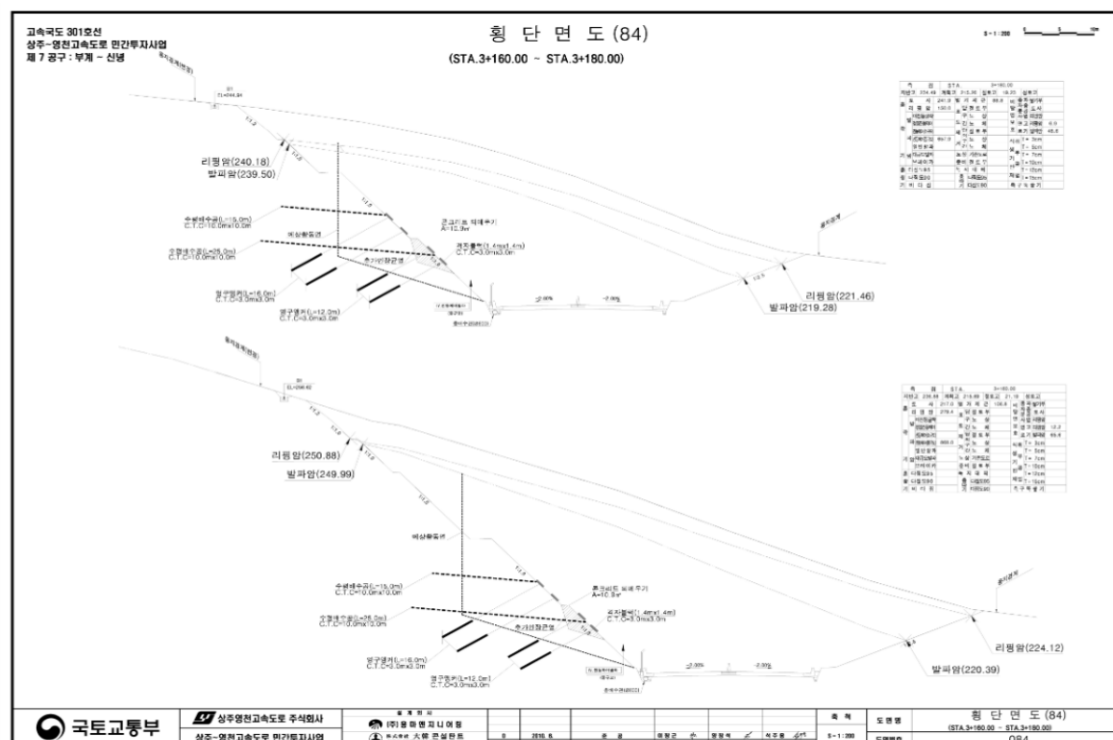
II - 42 - 4

	
상부자연사면 전경	점검계단, 산마루측구 전경
	
-shot리트, 격자블럭 전경	-shot리트, 격자블럭 전경
	
사면 3단 전경	하단(이격부) 전경

【그림 42.1.3】 부재별 현황

[illegible]

II - 42 - 6



【그림 42.1.5】 표준횡단면도

42.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 7공구]의 설계 및 준공도서, 기존점검자료 등을 검토하여 주요현황을 요약하여 수록하였다.

42.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

비탈면 안정해석을 위한 설계기준은 대체적으로 소단 비탈면기울기 및 최소안전율 등으로 구분할 수 있으며 이에 대하여 검토하면 다음과 같다.

7.4.1 비탈면 기울기기준

가. 비탈면 기울기의 결정

(1) 쌓기 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도

상주-영천고속도로 민간투자사업 실시계획

다. 쌓기 비탈면

자연지반의 토질은 매우 불균질하고, 풍화도, 침식상태 및 균열 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공후 시간의 경과에 따라 풍화이완, 대기노출로 인한 풍화진행 등으로 원지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 자차 불안정하게 된다.

따라서 쌓기비탈면 안정을 위한 기울기기준 결정은 토질구성, 상태, 특성, 지형조건, 지하수위 상태 및 시공조건과 비탈면의 용도등을 종합적으로 분석 고려되어야 한다.

국내 쌓기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기를 적용하고 있으며 양안측에서 총리나 절리등이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 풍화가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴형태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 기울기설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기범위]

토 질 조 건	비탈면높이(m)	기울기	비 고
모 래	-	1:1.5 이상	SW, SP
사 질 토	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	5~10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10~15	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 암석 섞인 사 질 토	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10~15	1:1.2 ~ 1:1.5	
점 성 토	0~10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		
암석 또는 호박을 섞인 점성토	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	GM, GC
중 과 암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시편이 형성되지 않는 암

주) 1. 실패는 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.
2. 표의 표의 기울기는 소단을 포함하지 않는 단면비탈면의 기울기이다.

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내의 기준별 소단 적용기준

소단 설치빈도 및 폭에 대하여 국내의 기준별, 비탈면의 종류 및 지반의 특성 등을 고려하여 비교분석한 결과는 다음과 같다. 소단 적용기준 현황을 보면 일본의 경우는 소단설치 높이 기준을 7m 마다 1~2m로 규정하고 있으며 국내기준은 5~10m마다 0.5~3.0m이다.

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 절결보수를 통해 물의 유지관리에 있으므로 발파암층에서는 H=10.0m 마다 1.0m소단과 리빙암 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하되 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사료된다.

[국내의 기준별 소단치름 기준]

구 분	기준 및 규정명	소단치름 기준
국 내	건설공사 비탈면 설계기준 (2009)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 중간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치 · 리빙암 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 마다 소단 1m · 발파암 R.Q.D = 10~25% : H = 10m 마다 소단 1~2m R.Q.D = 25~50% : H = 10m 마다 소단 1~2m R.Q.D = 50% 이상 : H = 20m 마다 소단 3m
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· H = 5 ~ 10m 마다 소단 1 ~ 1.5m
	건설부 도로시설기준	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m
일 본	도로공단 설계요령	· H = 7m 마다 소단설치
	국유철도토목구조물 표준시방서	· 암석과 접합한 토사 경계부와 7m 마다 소단 설치 · H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 기울기3%

7.4.3 지하수위 적용기준

가. 적용기준

비탈면안정해석시 지하수위는 계절적인 지하수위 변화, 지형 및 시간적 요소를 고려하여 비탈면의 안정 조건에 가장 불리한 상태를 해석에 적용하는 것이 바람직하므로 사료된다.

쌓기구간에서는 시공속도에 따른 장단기적인 배수조건과 토층 및 풍화암 지반조건에서는 갈수록 침투해석을 위한 간극수압분포를 실제 안정해석에 이용하여야 하나 본 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

7.4.5 설계기준 선정

가. 비탈면 기울기 및 소단설치 기준

비탈면안정 해석을 위한 비탈면의 설계기준은 건설교통부 및 한국도로공사 기준을 적용하였다.

아래의 표는 비탈면의 설계기준을 정리한 것이며 본 표를 준용하여 비탈면안정 해석을 실시하는 것을 원칙으로 하나 해석 후 불안정한 경우 비탈면기울기를 완화하거나 비탈면안정 대책공법을 제시한다.

[비탈면 기울기 설계기준]

비탈면 구분	토 질	적 용 경 사	소 단 설 치
발파기 비탈면	토 사 층	1 : 1.2 ~ 1.5	· 토사 및 리빙암 - 광자기 높이 5m 마다 소단 1m 설치 · 발파암 : - 수직높이 10m 마다 소단 1m 설치 (1:0.7 ~ 1:1.0 기울기 적용시)
	리 빙 암	1 : 1.0	· 광자기 높이 20m 마다 3m 소단설치 · 리빙암과 발파암 사이에는 소단설치하지 않음
	발 파 암	1 : 0.5 ~ 1.0	
쌓기 비탈면	쌓 기 재	1 : 1.5 ~ 2.2	· 쌓기 높이 5m 마다 1m 소단설치

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역 지질도 (1:250,000)	분석 내용
	- 과립구간은 백악기 경상분지의 신동층과 하양군층이 주로 분포하는 퇴적소분지 남부에 위치 - 본 조사구간은 시점부의 일직층을 시작으로 후평동층, 침각층, 사각층이 순차적으로 분포함 - 과립노선은 사암, 이암, 셰일 및 (Luffa(니질)) 암석이 주구성성을 이루며 부분적으로 역암이 협재 - 노선과 평행하게 백악동 단층이 발달

4.1.2 인접지역 설계자료 분석

사 업 명	분석 내용
남천~청간도 (골터제, 노주제) 국도4차로 확장공사 실시계획 (2002. 3)	- 토사층은 1.0~7.0m로 분포하며, 중회암은 1.6~6.0m의 두께로 분포 - 토사층은 실트위인 모래 및 호박돌로 구성 부분적으로 점토 존재 - 연암은 5.0~10.0m 이하에서 4.5~9.0m 두께로 분포 - 결암은 14.5~17.7m 이하에 분포하며, TCR은 92~100%의 범위를 보이며, RQD 63~70%의 분포 범위를 나타냄

4.1.3 현장답사를 통한 주변현황 분석

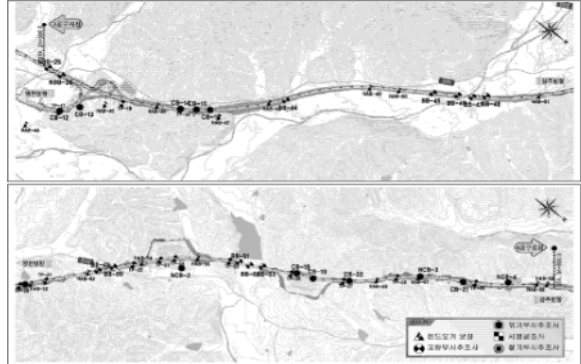
구 분	조사내용 및 분석결과	중점검토사항	노선 현황
교량 구간	- 산성로 사설 교대구간 산사태에 의한 비탈면붕괴 확인 - 산성로 종점부 구간 토사 및 불화대 비교적 깊은 층위로 발달	- 과립구간 교량의 지층분포현황 정밀 파악 - 산성로구간의 단층교차 예상지점 및 산사태지점 안정성검토	
뛰기 구간	- 뛰기2구간 급경사지역 사면붕괴 - 송동류계소(상주방형) 주변 뛰기구간 중회암 깊게 분포	- 지질 이상대 예상지역의 비탈면 안정성검토 - 굴절면 단층과 암사를 통한 미시추구간 지층분포 정밀 파악	
뛰기 구간	- 뛰기구간 대부분 경직지로 활용 - 경직지 현상파악을 통한 시추조사 가능 위치확인	- 충적층 발달구간의 연약지반 발달 가능성 및 조사방안 검토 - 지층분포의 정밀 파악을 위한 미시추구간의 현장조사 검토	

45

4.2 기존조사자료

4.2.1 기본설계조사 수량 및 위치도

가. 위치도



나. 수량

구 분	단 위	교량구간	토공구간	계
지표지질조사	식	-	-	-
물리탐사	공질탐사/탄성파탐사	km	1.32	1.32
시추조사	공	17	29	46
현장조사	시정밀조사	회	13	13
현장시정	랜드모기보정	회	15	15
현장시정	토층관입시정	회	47	63
현장시정	현장관입도시정	회	26	26
실내토질시정	물성시정	회	13	13
실내토질시정	다짐 및 CBR시정	회	13	13
실내토질시정	직접관입시정	회	8	8
실내토질시정	충적시정	회	1	1
실내토질시정	암속암속시정	회	1	1
실내토질시정	삼축암속시정	회	1	1
실내토질시정	원리면전단시정	회	1	1

46

4.3 지표지질조사

4.3.1 지형 및 지질 특성

가. 지질 개요

- 과립지역은 백악기 경상분지의 주요 신동층과 하양군층이 분포하는 퇴적소분지의 남부에 위치
- 백악기 경상층의 최하부층인 인화동층 상부로부터 최상부의 지안층까지 분포하고 있으며 경상층 상부에 해당하는 신라아층군은 응회암층이 협재됨

나. 지질 특성

산 계	수 계
- 과립지역은 북동쪽의 열암산과 남서쪽의 팔공산이 주로 산계를 형성 - 과립노선은 열암산과 팔공산 사이의 비교적 낮은 구릉지를 따라 서북서 방향으로 위치	- 과립노선의 시점부 지역은 신녕현과 인접 - 과립노선의 북쪽에 위치하는 구천의 북쪽으로 흐르면서 노선의 중앙부와 인접하고 있으며, 북서쪽에 위치하는 남천은 북서쪽으로 흐르면서 노선의 종점부와 인접

다. 분포 암종 특성

구 분	지질 특성	노부 사진
후평동층 구미동층 사암	- 구미동층의 사암은 과립노선의 시점부에 주로 분포하며 덩어리세 또는 덩어리세 사암이 우세한 이암과의 교호대가 발달 - 주구성분은 석영, 알칼리장석, 점토광물로 구성되며, 일부층에서 역암이 산출되기도함	
후평동층 구계동층 셰일	- 과립노선 시점부의 일부구간에 분포하며, 사암과 셰일의 교호대로 산출되거나 대부분지역에서 셰일이 우세하게 나타남 - 석영, 알칼리장석, 방해석이 주구성분들을 이룸	

50

구 분	지질 특성	노부 사진
침각층 암회석 셰일	- 과립노선의 중앙부에 분포하며, 주로 암회석 내지 흑색 셰일로 구성 - 주 구성분들은 아라 내지 각상의 석영, 방해석, 유기물, 운모등 점토광물이고 부성분으로 백운모 불투명광물이 나타난	
사각층 사질 이암	- 과립노선의 중앙부와 종점부에 넓게 분포하며, 주로 사암과 셰일로 구성됨 - 석영, 알칼리장석, 점토광물이 주구성분들을 이룸	

라. 지질 계통도

지질시대	층 명	특 성	비 고		
제4기	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물			
백악기	중생암맥(Ka5) 산성암맥(Ka4)	• 괴상화 지질 — 관입 —	• 전 구간에서 기반암을 관입		
	화강암(Kgr)	• 괴상화 지질 — 관입 —	• 분포하지 않음		
	유연층군 안산암질암(Ka3)	• 주로 용회암으로 구성 — 관입 및 분출 —	• 분포하지 않음		
	중생대	하양군	신안동층(Ka9)	• 암회석, 이암 및 셰일과 사암이 교호 — 관입 —	• 분포하지 않음
			순안층(Ka8)	• 암회석, 녹회석, 적색 이암 및 셰일 • 하부층에서 석회질 물질 다량 함유	• 분포하지 않음
사각층(Ka7)			상부(Ka7-ma)	• 암회석, 녹회석, 적색 이암 및 셰일	• 분포하지 않음
			하부(Ka7-ss)	• 암회석, 녹회석, 적색 이암 및 셰일과 사암이 교호 • 사질부분분 다량 함유	• 8공구 시진과 7공구 종점
점곡층(Ka6)			• 암회석, 녹회석, 적색 셰일 및 이암 • 주로 암회석 셰일로 구성	• 7공구 중앙부	
후평동층(Ka5)			구계동층하(Ka5-2)	• 사암, 미사암 및 미사질 셰일 및 이암(나질 무세)	• 7공구 시점부
			구미동층상(Ka5-1)	• 사암, 적색 미사질 셰일, 지색트라이 및 역암(사질 무세)	• 7공구 시점부
			일직층(Ka4)	• 사암, 적색 미사질 셰일, 역암	• 6공구 종점

51

구분	선정기준
방기부	· 비탈면높이가 10m를 초과하는 경우 · 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 · 방기재료의 압수속성이 높고, 천단강도가 낮은 경우 · 풍화지 폭주가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 · 지형특성으로 인하여 방기토체 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우 · 흙수식 비탈면이 침수되거나 비탈굴이 형성되는 경우 · 풍기비탈면의 침지만이 양호하지 못한 경우(연약지반 등) · 내진안정해석이 필요한 경우 · 비탈면높이가 20m 이상인 경우 · 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 · 비탈면 지반이 풍화토로 이루어진 경우 · 암반의 풍화가 심하고 풍화가 많은 경우
막기부	· 풍화지 폭주가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 · 불연속면이 비탈면 방향으로 기울어진 지질조건인 경우 · 내진안정해석이 필요한 경우 · 불연속면 요인을 갖는 지형·지질 조건인 경우

7.2.2 비탈면 현황

비탈면 안정검토 대상구간 선정기준에 의한 비탈면 현황은 다음과 같다.

구분	구간 (STA)	연장 (m)	대표인면 (STA)	최대라고 및 윗길고	지층현황	조사 공법	조사내용 (STA)	비고
경기도	제기1구간	0+140~ 1+300	860	0+260(정원상방) 0+300(정원상방) 0+700(정원상방)	17.3 m 21.5 m 36.6 m	충북회 발파 발파	CB-1(정원상) 0-263 0-300 0-585 CB-4(정원) 0-732 CB-5(정원) 0-935	
	제기2구간	1+300~ 1+480	180	1+380(수위상방) 1+390(정원상방)	16.2m 24.7m	충북회 발파 발파	CB-3(강수측) 1-383 1-393	
	제기3구간	1+900~ 2+190	300	1+820(수위상방)	15.1 m	충북회 발파	CB-5(강수측) 1-910 CB-1(강수측) 1-910 CB-1(강수측) 2-040 CB-1(강수측) 2-192	
	제기4구간	2+290~ 2+480	210	2+280(수위상방) 2+340(정원상방)	34.0 m 15.1 m	충북회 발파	CB-1(정원상) 2-298	
	제기5구간	2+900~ 3+230	270	3+140(수위상방) 3+300(정원상방)	32.4 m 8.9 m	충북회 발파	CB-1(강수측) 2-990 3-151	
	제기6구간	3+310~ 3+570	360	3+380(수위상방) 3+700(정원상방)	37.3 m 39.0 m	충북회 발파	CB-1(강수측) 3-329 CB-3(강수) 3-329 CB-3(강수) 3-603	
	제기7구간	8+800~ 8+790	120	8+780(수위상방)	14.1 m	(토도측) 발파	CB-2(강수측) 8-692	

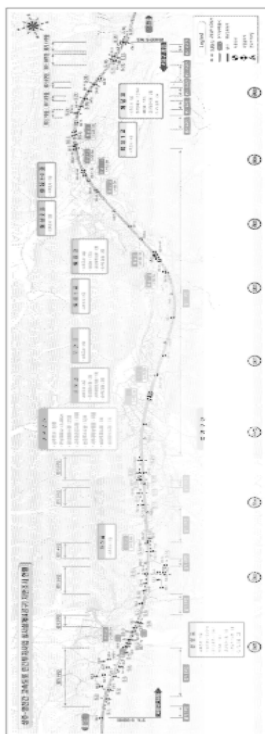
7.6.4 암반파쇄에 따른 비탈면 기울기 현황

시추조사시 채취된 암반코어를 대상으로 TCR 및 RQD를 얻었으며, 암반의 파쇄상태에 따른 깎기
가을기 평가 및 검토를 인식별 깎기 적정가을기 기준으로 실시하면 다음 표와 같다

[암반 파쇄 상태에 따른 깎기비율인 가을기 검토]

구분 구간	권역구간 (IS-TM)	시점 위치 (GL- m)	방반 특성에 따른 부달력 계수				차 이 율			
			압축 계수	TCR(%)	RQD(%)	TCR에 의한 계수		RQD에 의한 계수		
제1구간부	0~140 ~1000	경선방향	CB-1	12m이하	세일	73.3	35.3	10.5	10.7	10.7
		경향방향	CB-2	4m이하	사일, 세일	59.3	26.3	10.7	10.7	10.7
		상수방향	CB-3	12.5m이하	세일	60.0	43.4	10.7	11.0	10.7
		경선방향	CB-4	3.8m이하	세일	89.3	47.0	10.5	10.7	10.7
		상수방향	CB-5	4.2m이하	사일, 세일	100.0	45.6	10.5	10.7	10.7
제2구간부	1~303 ~1460	경선방향	CB-6	1.0m이하	사일, 세일	95.4	49.4	10.5	10.7	10.7
		상수방향	CB-7	10.7m이하	세일	96.1	53.6	10.5	10.5	10.7
제3구간부	1~763 ~2+130	경향방향	CB-8	2.4m이하	세일	86.7	41.6	10.5	10.7	10.7
		상수방향	CB-9	1.0m이하	세일	100.0	47.9	10.5	10.7	10.7
		상수방향	CB-10	1.0m이하	세일	97.1	45.9	10.5	10.7	10.7
		경선방향	CB-11	1.0m이하	세일	95.9	71.1	10.5	10.5	10.7
		경향방향	CB-12	1.0m이하	세일	100.0	80.1	10.5	10.5	10.7
제4구간부	2~250 ~2460	경선방향	CB-13	1.4m이하	세일	98.6	80.7	10.5	10.5	10.7
제5구간부	2~963 ~3+230	경향방향	CB-14	1.0m이하	세일	99.2	80.2	10.5	10.5	10.7
		상수방향	CB-15	0.9m이하	사일	95.9	68.2	10.5	10.5	10.7
		상수방향	CB-16	1.5m이하	세일	90.6	51.0	10.5	10.5	10.7
제6구간부	3~310 ~3+670	상수방향	CB-17	3.3m이하	세일	93.3	74.0	10.5	10.5	10.7
		경선방향	CB-18	0.8m이하	세일	95.9	78.2	10.5	10.5	10.7
		경향방향	CB-19	3.7m이하	세일	86.3	54.1	10.5	10.5	10.7
제7구간부	8~830 ~8+750	상수방향	CB-20	0.0m이하	세일	88.2	61.0	10.5	10.5	10.7
		상수방향	CB-21	1.2m이하	사일, 세일	73.3	31.8	10.5	10.7	10.7
제8구간부	8~870 ~8+900	경선방향	CB-22	1.2m이하	세일	78.8	57.5	10.5	10.5	10.7
제9구간부	9~070 ~9+170	경선방향	CB-23	1.5m이하	세일	94.0	77.0	10.5	10.5	10.7
제10구간부	9~420 ~9+620	경향방향	CB-24	3.0m이하	세일	99.1	85.2	10.5	10.5	10.7
		상수방향	CB-25	1.0m이하	세일	98.4	91.0	10.5	10.5	10.7
제11구간부	9~850 ~9+800	상수방향	CB-26	1.0m이하	세일	100.0	85.7	10.5	10.5	10.7
		경향방향	CB-27	1.0m이하	세일	96.6	83.7	10.5	10.5	10.7

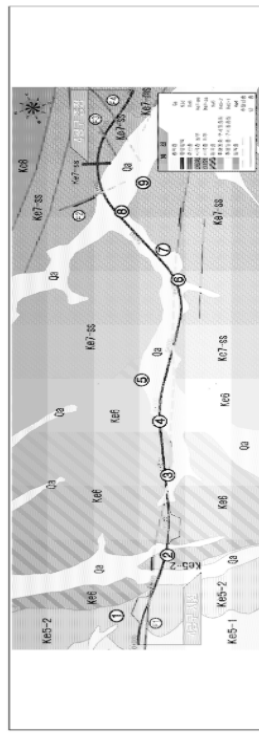
제 1 장 지반조사 위치도



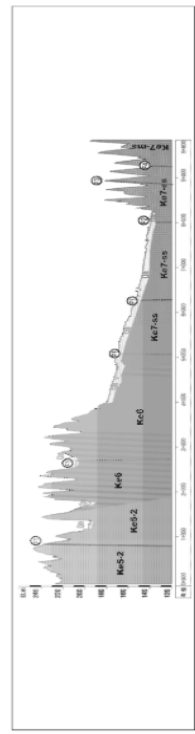
2) 수평

[illegible]

제 3 장 지질도



2) 지질단면도



42.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 2017년 6월 준공이후 기준에 따라 13회(정밀안전점검 2회, 정기안전점검 10회, 2종 성능평가 1회)의 점검을 주기적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 42.2.1】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	상주절토42 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 토사퇴적 및 폐자재 적치, 산마루측구 균열이 일부구간에서 발생한 것으로 조사되었다.기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2017. 11. 13 2017. 12. 28	인승철	양호	균열보수
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토42 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 토사퇴적 및 폐자재 적치, 산마루측구 균열이 일부구간에서 발생한 것으로 조사되었다.기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 05. 28 2018. 06. 30	인승철	양호	-
3	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토42 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 토사퇴적 및 폐자재 적치, 산마루측구 균열이 일부구간에서 발생한 것으로 조사되었다.기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 10. 23 2018. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 정비
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토42 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 토사퇴적 및 폐자재 적치, 산마루측구 균열 및 파손이 일부구간에서 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상부의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2019. 03. 18 2019. 05. 28	인승철	양호	균열보수, 단면보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	224	본 사면에 대한 정밀안전점검 결과, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 산마루측구 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
	2019. 09. 16 2019. 12. 27	장진원	B	균열보수, 주의관찰
6	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	188	상주절토42 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 1단 슛크리트 파손, 산마루측구 이격 및 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 1단 슛크리트 파손의 경우 잔여물의 도로 유입가능성이 낮으므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, 산마루측구 이격 및 균열의 경우 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 충전보수, 주의관찰
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	188	상주절토42 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 1단 슛크리트 파손, 산마루측구 이격 및 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 1단 슛크리트 파손의 경우 잔여물의 도로 유입가능성이 낮으므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, 산마루측구 이격 및 균열의 경우 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 충전보수, 주의관찰

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	631	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 A등급으로 평가됨. 일부 구간에서 산마루측구 균열이 조사되었으나, 현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태임. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준인 A등급으로 평가됨. 내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 비탈면의 절리상태 및 표면 보호상태에 대한 평가를 시행하였음. 그 결과 일부 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준인 B등급으로 평가됨. 안전성능평가, 내구성능평가 결과를 종합적으로 분석할 때, 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 주의관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준인 B(양호)등급으로 평가됨. 본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 과 동일한 "B등급" 인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단됨.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	B	균열보수, 주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	188	상주절토 42 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 1단 슛크리트 파손, 산마루측구 이격 및 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 1단 슛크리트 파손의 경우 잔여물의 도로 유입가능성이 낮으므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, 산마루측구 이격 및 균열의 경우 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 충진보수, 주의관찰

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	269	배수시설 균열, 이격
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	균열보수, 단면보수, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	배수시설 균열 및 이격
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수, 단면보수
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	상태양호
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	배수시설 균열
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	균열보수

42.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	산마루측구 균열 산마루측구 이격	주입보수 단면보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 손상이 없는 상태이며, 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열 및 이격이 조사되었고, 균열보수 및 단면보수를 실시하여, 배수로의 내구성 확보가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 58.668km	46.4	86.6	보통암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 46.4로 측정되었으며, 추정강도 86.6MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토42		표 번 호	【표 42.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.26	B	근거표번호	【표 42.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	산마루측구 균열	주입보수	3.0	4.50	m	65	293	1
	산마루측구 이격	단면보수	1.0	0.38	m²	165	63	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	293		63		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	147		32		0		
	합계	440		95		0		
개략공사비 총계(천원)		535						

바. 종합결론

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

42.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	상주절토42		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.140	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.140	A	
안전성능 결과	○ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○ 안전성능평가 결과 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결합지수 (a) × (b)
지반상태(암반)	a	0.08	0.25	0.020
절리상태 및 풍화진행도	c	0.43	0.40	0.172
표면보호공	a	0.08	0.10	0.008
사면보강공	a	0.08	0.25	0.020
결합도 지수				0.220
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	상주절토42		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.220	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간가중치}(Wn))$ $= (0.140 \times 0.8) + (0.220 \times 0.2) = 0.156$ ○ 종합평가 결과 : B등급			

라. 종합결론

본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

42.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 42.2.2】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	내 용	비 고
설계도서	○현장조사 시 준공도면과 비교·검토 후 상이할 경우 외관조사망도를 실측치와 동일하게 작성 하고, 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 관리대장에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경 등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전점검자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존점검 결과를 비교·검토하여 손상 확인, 보수여부 확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되었고, 기보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○기존점검 중점유지관리사항을 확인한 결과, 배수로 균열, 점검계단 식생관리를 확인하였고, 금회 점검시 세심한 점검을 실시함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 기준 정밀안전점검 총2회, 정기점검 총10회, 2중 성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

42.2.6 시설물 보수 이력

2017년 06월에 준공되어 현재 FMS(시설물정보종합관리시스템)에 등록된 보수·보강실적은 없으나, 시설물의 하자보수를 실시한 것이 확인되었다.

【표 42.2.3】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	전구간	배수로 균열보수(하자)	-	-	-	

42.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 42.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

42.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

42.3 현장조사 및 시험

42.3.1 현황 및 특성

대상시설물은 고속국도 301호선(상주영천고속도로) 상에 위치한 절토사면으로, 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황, 사면특성, 구간분할, 외관조사 및 재료시험 결과는 다음과 같다.

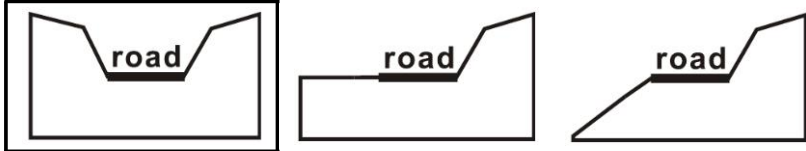
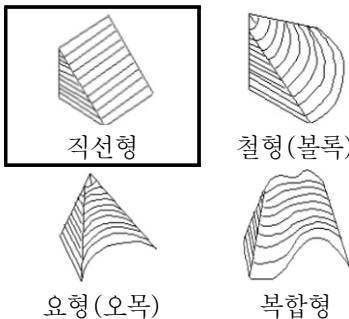
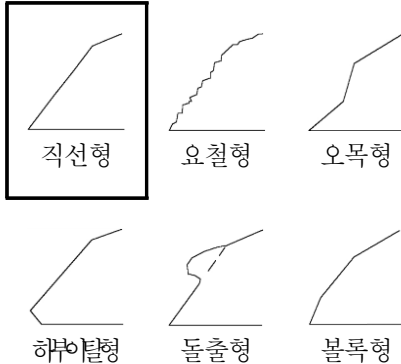
가. 일반현황 조사결과

【표 42.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 08. 08.	조 사 자	이 상 훈
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 영천시 신녕면 치산리		
위 경 도	시점 : 36° 06′ 91.5″ 128° 72′ 06.9″		
	종점 : 36° 06′ 87.7″ 128° 72′ 25.1″		
절토사면	길 이 : 160.0m		높 이 : 37.0m
	경 사/경사방향 : 45/195		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~2.0m
	소 단 : 4		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -		
	뜯돌 존재유무 : 없음		뜯돌의 양 : -
	뜯돌 평균크기 : - 뜯돌 최대크기 : -		
절토사면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루측구	58.638~58.798k	균열
	낙석방지울타리	58.658~58.778k	양호
	야생동물유도울타리	58.638~58.658k, 58.778~58.798k	양호
	숫크리트	58.648~58.768k	양호
	격자블럭	58.678~58.768k	양호
	점검계단	58.638~58.718k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	.		

나. 사면특성 조사결과

【표 42.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		10~20°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		무			
식 생	① 종 류		초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	② 밀 도		하	하	-	-
	③ 근계특징		천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

사면의 구간분할 기준

- 1) 사면의 구성재료(토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반)가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 3) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

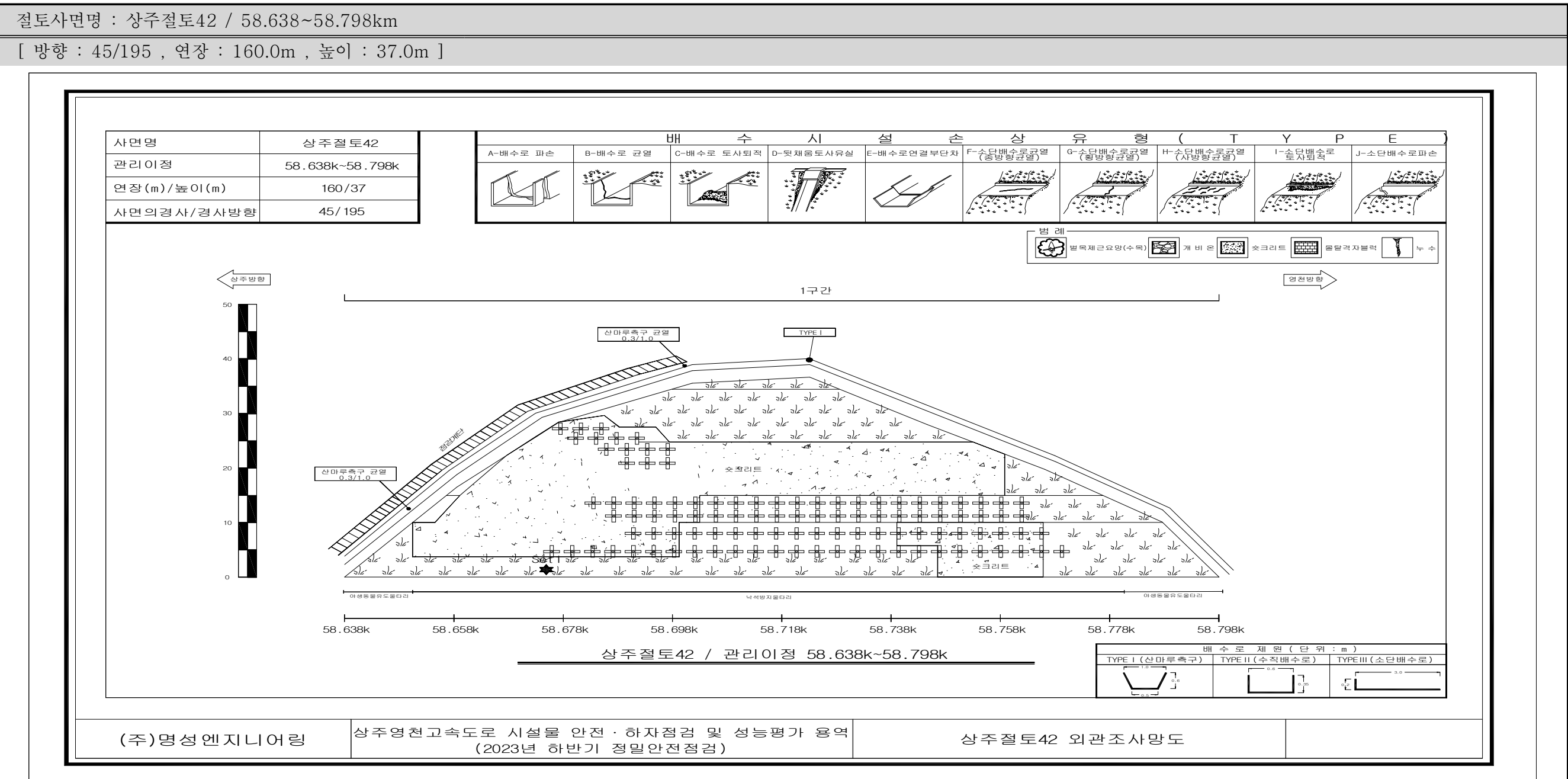
현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 1개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 42.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	사면분류	비 고
1구간	58.638~58.798	160.0	37.0	파쇄암반	

42.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set1										
													J1	J2	J3								
												간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도	
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	간격	10	10	10								
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	연장	4	4	4							
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	틈새	4	4	4							
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	거칠기	3	3	3							
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	충전물	2	2	2							
												풍화도	1	1	1								

42.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 상주절토42의 관리이정 58.638~58.798k의 구간으로 연장 160.0m, 높이 37.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호/보강공, 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 이완암괴, 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공이 시공되어 있으며, 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다. 점검결과, 식생공의 식생활착 상태는 양호한 편이고, 특이손상이 없는 것으로 조사되었다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 0.5~1.0m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 숯크리트(58.648~58.768k), 격자블럭(58.678~58.768k), 낙석방지울타리(58.658~58.778k), 야생동물유도울타리(58.638~58.658k, 58.778~58.798k), 점검계단(58.638~58.718k)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 숯크리트 보호공은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었고, 격자블럭 중 육안으로 확인이 가능한 58.678k 상단, 58.758k 하단을 확인한 결과, 격자콘크리트 및 앵커두부는 양호한 것으로 확인되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 산마루측구가 시공되어 있다.
- 산마루측구 58.638k 균열(0.3/1.0*3ea), 이격(L=1.0m)에 대한 보수가 실시되었으며, 산마루측구 58.650k 균열(0.3/1.0), 58.698k 균열(0.3/1.0)이 조사되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수가 필요하다.

			
현 황	점검계단, 산마루측구 전경	현 황	하단(이격부) 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	숯크리트 및 격자블럭 전경	현 황	산마루측구 균열보수 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	58.650k 산마루측구 균열(0.3/1.0)	현 황	58.698k 산마루측구 균열(0.3/1.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 42.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

【표 42.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	산마루측구 균열	m	2.00	2	주입보수	

42.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 42.3.5】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	산마루측구 균열	주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 손상이 없는 상태이며, 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열 및 이격에 대한 보수가 실시되었고, 산마루측구 균열이 2개소 추가 조사되었으며, 손상에 대하여 균열보수를 실시하여 배수기능 및 내구성 확보가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 42.3.6】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	산마루측구 균열	m	2.00	2	주입보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 배수시설 균열, 이격에 대한 보수가 실시되었으며, 산마루측구 균열이 2개소 추가 조사되었다.

【표 42.3.7】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	산마루측구 균열	m	3.00	3	2.00	2	▼1.00	
	산마루측구 이격	m	1.00	1	—	—	▼1.00	

42.3.5 재료시험 결과

상주절토42는 비탈면 분류결과 암반사면으로 판정되었고, 암반사면 재료시험인 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 및 풍화등급, 불연속면 특성조사를 분할된 구간별로 시험을 실시하였다.

가. 반발경도시험

1) 반발경도시험 위치 및 결과

암반용 슈미트해머를 이용한 반발경도시험은 구간별로 1회씩 강도조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 세부시험값은 부록에 첨부하였다.

【표 42.3.8】 반발경도시험 결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 58.668km	47.8	92.5	보통암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 47.8로 측정되었으며, 추정강도 92.5MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

2) 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 반발경도시험 후 값을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 조사위치와 기타 요인으로 인해 다소 차이가 발생하였으나, 대체적으로 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 42.3.9】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2021년)		금회(2023년)		비 고
		반발경도	추정강도(MPa)	반발경도	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	46.4	86.6	47.8	92.5	보통압

나. 불연속면 조사

1) 불연속면 조사 위치

상태평가에서 실시한 사면분류 및 구간분할에 따라 구간을 분할하였고, 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였다. 조사위치는 외관조사 결과현황도(Face Map)에 표시하여 지속적이고 연속적인 유지관리가 될 수 있게 하였다.



【사진 42.3.2】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

불연속면 조사는 구간별로 각 3개조를 실시하였으며, 불연속면의 특성 조사결과는 다음의 표와 같다.

【표 42.3.10】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간(Set1)		
	J1	J2	J3
방향성	10/115	80/295	85/298
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0
틈새(mm)	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm이상
풍화도	HW	HW	HW

【표 42.3.11】 이전 점검 불연속면조사 결과표

구 분	2021년 정밀안전점검		
	1구간	—	—
방향성	10/115	—	—
간격(m)	0.2~0.6	—	—
연장성(m)	1.0~3.0	—	—
틈새(mm)	0.1~1.0mm	—	—
거칠기	약간 거칠음	—	—
충진물질	딱딱함, 5mm이상	—	—
풍화도	HW	—	—

42.4 상태평가

42.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 160m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 1구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 42.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	58.638~58.798k	160m	암반사면	Set1

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2022.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 42.4.2]에 수록하였다.

토층심도는 준공도서, 초기점검보고서, 전회 정밀안전점검, 현장조사를 종합적으로 고려하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

－ 토층심도율(SR)

$$\cdot SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}}$$

여기서, Soil depth(토사층의 두께), Slope height(사면의 연직 최고높이)

－ 암반의 블록크기 비(BR)

$$\cdot BR = \frac{\text{Block size index (Ib)}}{\text{Slope height (H)}}, \quad Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3}$$

여기서, Si(절리군의 간격) : 현장조사시 측정된 절리군의 간격적용

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 42.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{2.0}{37.0} = 0.05$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 92.5MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.2, \frac{I_b}{H} = \frac{0.2}{37.0} = 0.005$ 로 0.01이하	파쇄암반	

※토층심도율이 0.2~0.4일 경우, 혼합사면으로 규정하여 토사사면과 암반사면의 특성을 모두 고려

다. 강우량

강우에 대한 항목은 해당지역의 최근 30개년의 최대 일강우강도의 누년 평균값을 사용한다.

본 사면은 영천에 위치한 사면으로 기상청자료(최근 30개년)를 획득하여 다음에 정리하였다.

구분	일 최대 강우량(mm)									
일시(year)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
강우량(mm)	76.5	43.0	122.0	109.0	101.5	111.5	104.0	95.0	118.0	135.5
일시(year)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
강우량(mm)	159.0	79.5	54.5	99.0	90.0	76.5	82.0	102.5	141.0	129.0
일시(year)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
강우량(mm)	156.0	128.0	102.0	125.5	96.5	94.0	121.5	110.6	95.6	71.0
평균(mm)	104.3									

42.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 42.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토42		표번호	[표 42.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	58.638~58.798k	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2023. 08. 08.		조사자	이 상 훈	

【표 42.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토42		표번호	[표 42.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	58.638~58.798k		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	10°	2		
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 3.4점)	3		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	3		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	104.3mm(영천)	3	3	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	보통	2		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 08. 08.		조사자	이 상 훈		

나. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 배수조건으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 42.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토42				표번호
근거표번호			[표 42.4.3], [표 42.4.4]				[표 42.4.5]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리간격	3	c	18	f2=0.35	c
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	c			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					18	F=0.24	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.35 ○ 상태평가등급(F) : 18 / 76 = 0.24					

【표 42.4.6】상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
상주절토42	0.24	B	0.24	B

다. 공중이 이용하는 부위

본 사면에는 공중이 이용하는 부위인 [추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개]가 없는 것으로 확인되었다.

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 상태평가 후 그 값(등급)을 비교하여 수록하였다. 전회점검과 비교시, 세부지침상 강우량에 대해 상태점수(5→3)가 감소되어 결함지수가 감소되었으나 등급은 B로 동일한 상태이다.

【표 42.4.7】이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
전회 정밀안전점검	0.26	B	
금회 정밀안전점검	0.24	B	

42.5 종합평가 및 안전등급 지정

42.5.1 종합평가 결과

본 과업은 정밀안전점검 과업으로서 안전성평가를 실시하지 않은 관계로 상태평가 결과를 종합평가 결과로 같음하였으며, 그 다음과 같다.

【표 42.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토42		표 번 호	【표 42.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.24	B	근거표번호	【표 42.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.24	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

42.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 절토사면의 안전등급은 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 42.5.2】 안전등급 기준

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	· 문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	· 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태
C (보통)	· 보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장이 없으며, 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	· 손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	· 심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

42.6 보수·보강 및 유지관리방안

42.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 42.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	산마루측구 균열	주입보수	2.00	3.00	m²	65	195	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	195		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	98		0		0		
	합계	293		0		0		
개략공사비 총계(천원)		293						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

42.6.2 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 사면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 42.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
배수 시설	- 배수로 균열 구간 → 균열부에 대한 보수가 필요하며, 이후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
보호 시설	- 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

42.7 종합결론

42.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 손상이 없는 상태이며, 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열 및 이격에 대한 보수가 실시되었고, 산마루측구 균열이 2개소 추가조사되었으며, 손상에 대하여 균열보수를 실시하여 배수기능 및 내구성 확보가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 47.8로 측정되었으며, 추정강도 92.5MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 배수조건으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “B등급 : 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”으로 지정하였다.

42.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

42.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 배수시설 균열 구간의 경우 균열부에 대한 보수가 필요하며, 이후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

42.7.4 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.