

66. 영천절토66

66.1 시설물 개요

66.2 자료수집 및 분석

66.3 현장조사 및 시험

66.4 상태평가

66.5 종합평가 및 안전등급 지정

66.6 보수·보강 및 유지관리 방안

66.7 종합결론

66. 영천절토66

66.1 시설물의 개요

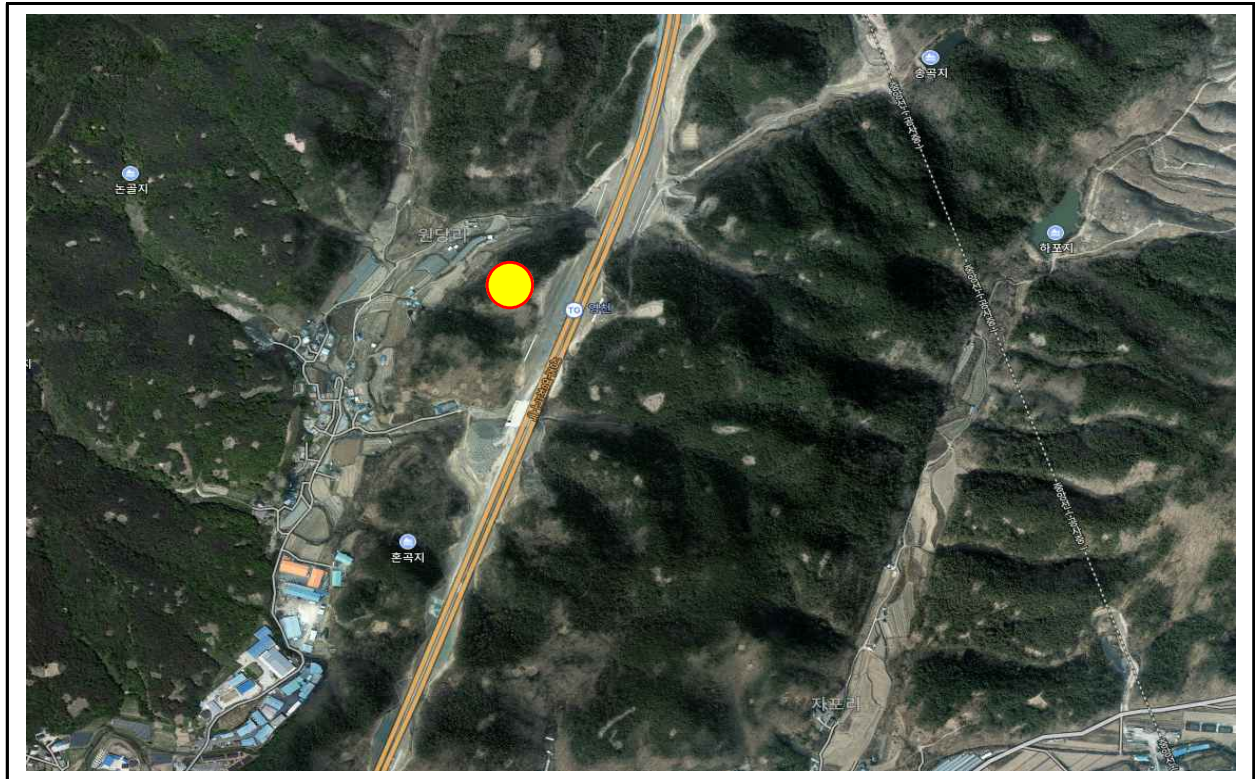
본 시설물은 경상북도 영천시 북안면 원당리(상주영천고속도로 91.758~92.138km)에 위치한 사면으로서 총 연장 380.0m, 높이 40.2m의 절토사면으로 시공되어 있다.

66.1.1 일반사항

【표 66.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000028		관리번호	SY SL66	
시설물명	영천절토66		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경상북도 영천시 북안면 원당리			
	위치좌표	시점 : 35° 18' 28.0" 127° 47' 11.0"			
		종점 : 35° 18' 24.0" 127° 47' 58.0"			
	관리이정	91.758~92.138km			
	공구이정	10공구 STA.7+100~7+480			
제 원	연 장	380m	높 이	40.2m	
	경사/방향	45/111	노 선	고속국도 301호선	
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	-			
	주변지형	산악지형	상부사면경사	0°	
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)	
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리			
비 고					

66.1.2 위치도 및 전경사진



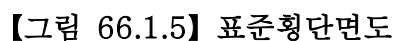
【그림 66.1.1】 위치도



【그림 66.1.2】 전경사진

	
종점부 전경	1소단 배수로 전경
	
산마루측구 전경	수직도수로 전경
	
점검계단 전경	하부 전경

【그림 66.1.3】 부재별 현황



66.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 10공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

66.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

비탈면 안정해석을 위한 설계기준은 대체적으로 소단, 비탈면경사 및 최소안전율을 등으로 구분할 수 있으며 이에 대하여 검토하면 다음과 같다.

7.4.1 비탈면 경사의 결정

가. 비탈면 경사의 결정

(1) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

다. 쌓기 비탈면

자연지반의 토질은 매우 불균질하고, 풍화도, 성층상태 및 규질 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공 후 시간의 경과에 따라 물리적인, 대기노출로 인한 풍화진행 등으로 원지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면에 차차 불안정하게 된다.

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

국내 쌓기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준경사를 적용하고 있으며 일반층에서 층리나 질리들이 구축되지 않을 경우 경사 비탈면에 따라 큰 문제가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴상태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 경사설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 경사범위]

토질 조건	비탈면높이(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	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	임도분포가 나쁨	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 알갱이 섞인 사질토	밀실하고 임도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	10~15	1:1.0 ~ 1:1.2		
	밀실하지 않거나 임도분포가 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	
	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		
알갱이 또는 호박을 섞인 점성토	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	GM, GC	
충화암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시험이 행해지지 않은 암	

주) 1. 실험은 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.
2. 위 표의 경사는 소단을 포함하지 않는 단립비탈면의 경사이다.

(건설교통부, 건설경사비탈면설계기준, 2006년)

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내의 기관별 소단 적용기준

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

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 점진보수용 통로 등의 유지관리에 있으므로 일반층에서는 H=10.0m 미만 1.0m소단과 리빙럼 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하여 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 적당한 것으로 사료된다.

[국내의 기관별 소단적용 기준]

구분	기관 및 규정명	소단적용 기준
국내	건설공사 비탈면 설계기준 (2006)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 중간에 5~20m 높이마다 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리빙럼 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 미만 소단 1m · 발파암 R.Q.D = 10~25% : H = 10m 미만 소단 1~2m R.Q.D = 25~50% : H = 10m 미만 소단 1~2m R.Q.D = 50% 이상 : H = 20m 미만 소단 3m
	건설부 도시시설기준	· H = 5 ~ 10m 미만 소단 1 ~ 1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 미만 소단 0.5 ~ 1.5m
일본	도로공단 설계요령	· H = 7m 미만 소단설치
	국유철도도로구조물 표준시방서	· 암석과 접하는 토사 경계부와 7m 미만 소단 설치 · H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 경사3%

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 바람직한것으로 사료된다.

쌓기구간에서는 시공속도에 따른 잠정기적인 배수조건과 토층 및 풍화암 지반조건에서는 강우시 침투해석에 의한 간극수압분포를 실제 안정해석에 이용하여야 하나 본 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

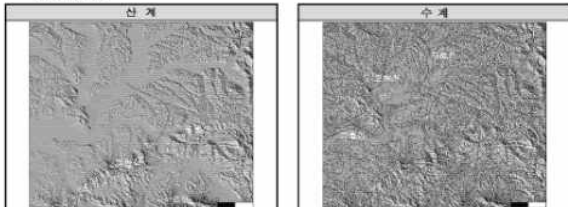
4.1 지표 지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

지질 개요	- 조사지역의 지질은 변성암 상위를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암) 등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이 넓게 분포 - 조사지역의 구성암석은 충적퇴적물 호성환경에서 변화되는 암상으로 해당지역에 분포하는 순산층(반아열층)의 경우에는 니질층이 매우 우세한 호성 퇴적암임
-------	--



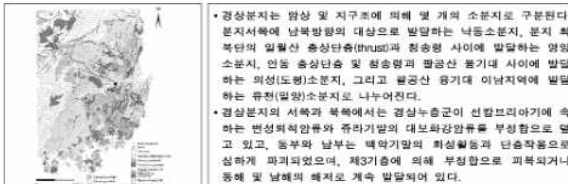
가. 지형 특성



- 과입지역은 전반적으로 낮은 구릉지를 이루고 있으며 과입노선은 주로 낮은 구릉지를 따라 지나가고 있음
- 과입노선의 남쪽과 남동쪽은 다른 지역에 비해 비교적 높은 산계를 이루고 있음
- 과입노선은 시, 종횡부는 충적층 및 하천과 접하고 있음
- 과입노선의 서쪽으로 1차 수계인 관호강이 흐르고 있음
- 과입노선의 북쪽에는 고현천과 자호천이 남쪽으로 흐르고 있으며 특히 노선의 종횡부는 자호천과 교차되고 있음
- 전체적인 수계는 수시상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타남

53

라. 지체구조



4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

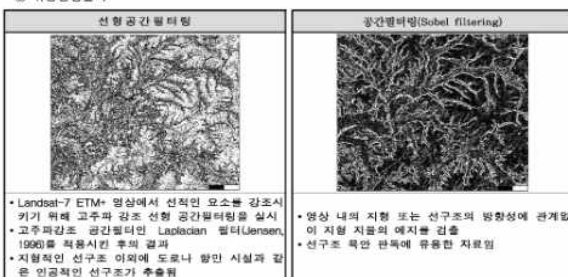
① 목적

- 과입지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
- 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조)파악
- 과입구간에 대한 지질정보와 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

② 원리 및 방법

- 30m급 해상도의 Landsat TM 위성영상 자료를 이용하여 분석 실시
- 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 엔드비틀 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
- 식생지수, 습도지수 등을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

③ 위성영상결과



- Landsat-7 ETM+ 영상에서 선적인 요소를 강조시키기 위해 고주파 강조 선형 공간필터링을 실시
- 고주파강조 공간필터링 Laplacian 필터(Laplacian, 1966)를 적용시킨 후의 결과
- 지형적인 선구조 이외에 도로나 하천 시설과 같은 인공적인 선구조가 추출됨
- 영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 예지를 검출
- 선구조 육안 판독에 유용한 자료임

55

나. 분포암종 특성

구 분	지질 특성
순산층	층의 두께는 700m 내의이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2'3m 두께의 구상돌출 퇴적층으로, 층부는 기사돌출 암으로 특징 지워진다. 구상돌출암은 주로 화산기원의 장석 및 석영입자와 화산회 기질로 구성되어있다. 수류회절을 저지하는 층리 및 모양을 갖고 있으며, 석물의 층기와 암 회색들이 산출된다(Tatsumi, 1929)

다. 지질 개황도

지질 시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Qa)	• 하천 및 산곡 퇴적물	— 부광량 —
	충적암(Ka)	• 과입의 퇴적	• 전 구간에서 기반암을 관입
	화강암(Kgr)	• 과입의 퇴적	• 3구구 종횡부
	순산층(Ka)	• 주로 열회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	순산층(Ka)	• 주로 열회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	순산층(Ka)	• 주로 열회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	순산층(Ka)	• 주로 열회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	순산층(Ka)	• 주로 열회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	순산층(Ka)	• 주로 열회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	순산층(Ka)	• 주로 열회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
중생대	순산층(Ka)	• 암회색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 10구구 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일	• 10'8구구에 걸쳐 분포
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일	• 8구구 시원
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 8구구 시원과 7구구 종횡
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 7구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 7구구 시원부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 6구구 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 6구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 6구구 시원 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡
고생대	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
저생대	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부
	순산층(Ka)	• 암회색, 노회색, 자색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 5구구 종횡 및 종횡부

54

7.6.2 암종특성에 따른 비탈면 기울기 현황

가. 지질 및 암종특성

(1) 지질 특성

- 본 과입노선은 경상분지의 퇴적암 지역에 위치하며 미세립의 니질암을 90%이상 함유한 순산층이 주로 분포함
- 퇴적암 중 이암과 세일로 구성된 니질암은 사암이나 역암에 비해 입자간 공극이 크고 느슨한 특성을 보이며, 탄성변형을 할량이 높을 경우 빠른 시간 내에 풍화되는 특성을 나타냄

(2) 암종 특성

- 분구간의 니질암 암종특성 및 풍화특성파악을 위해 XRD, 원미경분석, 산침수에 의한 분말화 시험 및 내구성 시험 등 각종분석 실시
- XRD 및 원미경 분석결과 주구성분들은 석영과 방해석, 그리고 미립의 점토로 구성되어있으며, 입자간 결합물질이 방해석인 것으로 판단
- 산침수에 의한 분말화 시험결과 물리에 따른 조제결과 분말화가 상당히 진행됨
- 따라서, 위기 비탈면 사공시 우수와 지표수에 노출되면 입자간 결합물질인 방해석의 용해가 발생하여 암반사면이 빠르게 풍화될 것으로 판단

구 분	일축강도(kg/cm ²)		XRD분석	원미경분석		NP시험
	나질암	사암	점토광물(%)	실트(%)	점토(%)	방백색함량(%)
10공구	339'852	958'1,317	27.2'41.8	31.6	68.4	29.7'39.9
9공구	395'814	433'884	28.2'39.7	52.6	47.4	5.8'16.8
8공구	535'1,066	654'1,345	36.4'43.6	21.1	78.9	22.7'28.1

주) XRD : X-선 회절분석, NP시험 : 중화잠재(Neutralization Potential) 시험

나. 인근비탈면조사

- 사립노선과 교차하는 4 개소의 고속도로(경부, 대구-포항, 중앙, 중부내륙) 및 기존 도로(국도 및 지방도)의 비탈면 기울기 적용 현황 조사



52

232

251 ■



*경성분리의 저록과 북쪽에서는 경상누층군이 전진해와이하여 속하는 변질의적암류와 유각기암의 대조와 강암류를 부정확하게 덮고 있고, 남쪽은 남부에서 백악기의 화강정맥들과 연속적으로 나타나므로 신석회 편마암이고, 세지공을 하여 불규칙하고 비파괴되는 맥이 매우 납세한 레슬로 견출될 것이다(이창명 등 2007).

66.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 66.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 망상균열, 산마루측구 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전 점검	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 망상균열, 산마루측구 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전 점검	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 망상균열, 산마루측구 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 망상균열, 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상부의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호

66.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 66.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
영천절토66	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

66.2.4 기존자료

【표 66.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 40.2m, 연장 : 380.0m, 경사: 45°	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : (주)한국해외기술공사	
기준점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

66.2.5 시설물 보수 이력

【표 66.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

66.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 66.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

66.3 현장조사 및 시험

66.3.1 현황 및 특성

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 사면특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

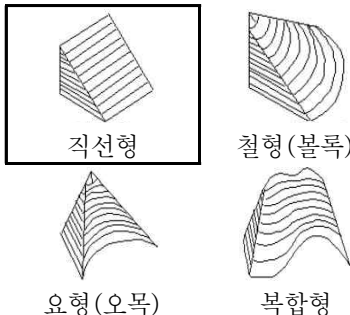
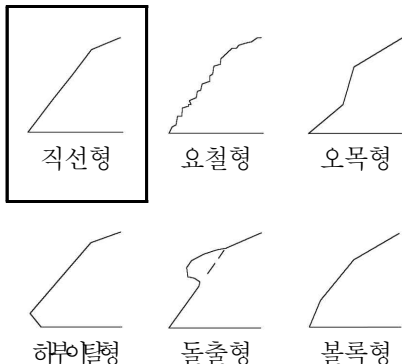
가. 일반현황 조사결과

【표 66.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.		조 사 자	장 진 원	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	경상북도 영천시 북안면 원당리				
위 경 도	시점 : 35° 18′ 28.0″ 127° 47′ 11.0″				
	종점 : 35° 18′ 24.0″ 127° 47′ 58.0″				
절토사면	길 이 : 380m		높 이 : 40.2m		
	경 사/경사방향 : 45/111				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~4.0m		
	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
	산마루 측구		91.918~92.058k		양호
	소단배수로		91.818~92.078k		균열
	수직도수로		91.988k		양호
	낙석방지울타리		91.808~92.088k		양호
	점검용 계단		91.758~91.818k, 91.908k, 92.058k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	.				

나. 사면특성 조사결과

【표 66.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	중 횡 단 면			중 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		0°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		1개소			
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

본 사면은 연장이 380m로써, 사면의 구간분할 기준인

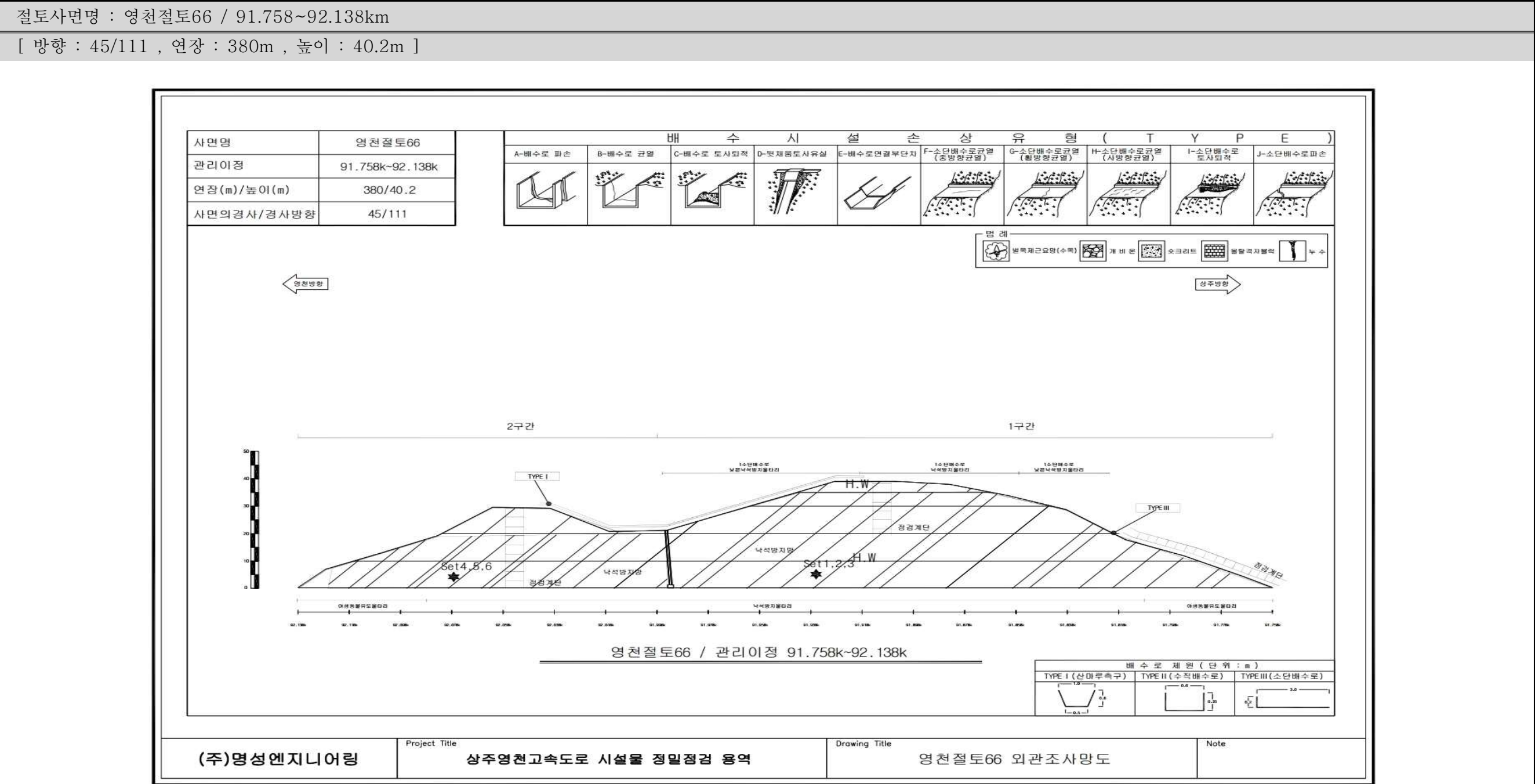
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 2개구간으로 구분하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다. 수직도수로를 기준으로 구간을 나누었고, 그로인해 1구간의 연장이 230m로 평가를 실시하였다.

【표 66.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	91.758~91.988km	230m
2구간	91.988~92.138km	150m

66.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9		
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향	05/108	82/350	84/280	14/180	84/272	80/152					
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	간격	10	10	10	10	10	10					
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	연장	2	2	2	2	2	2				
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	틈새	5	5	5	5	5	5				
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	거칠기	3	3	3	3	3	3				
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	충전물	4	4	4	4	4	4				
												풍화도	1	1	1	1	1	1					

66.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 사면 0°의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 관목이 서식하고 있다.



【그림 66.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 양호하다.
- 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면에 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다.



【그림 66.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이다.
- 일부 노출암 구간은 낙석방지망 및 낙석방지울타리가 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용기간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 주의관찰이 요망된다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.



【그림 66.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수시설에 대한 점검결과, 전반적으로 양호한 상태이다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 점검계단, 낙석방지망, 낙석방지울타리가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 66.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

66.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 66.3.4】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	상태양호	—
배수시설	상태양호	—
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 일부 노출암 구간은 낙석방지망 및 낙석방지울타리가 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용기간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 주의관찰이 요망된다. 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.	

【표 66.3.5】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 66.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
사면부	상태양호	—	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	—	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	—	

66.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

본 사면에 대하여 암반용 슈미트해머를 이용한 강도조사를 실시하였으며, 시험결과는 다음과 같다.

【표 66.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
91.898km	49.3	90.4	보통암	
92.058km	50.5	93.3	보통암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 49.3~50.5로 측정되었으며, 추정강도 90.4~93.3MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 66.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	—	—	—
금회	91.898km	49.3	90.4	보통암
	92.058km	50.5	93.3	보통암

66.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

금회 구간분할 및 조사위치 선정에 따라 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였으며, 조사결과는 다음과 같다.



【그림 66.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 66.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	05/108	82/350	84/280
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	3.0~10.0	3.0~10.0	3.0~10.0
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	HW	HW	HW

【표 66.3.10】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간		
	Set 4	Set 5	Set 6
방향성	14/180	84/272	80/152
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	3.0~10.0	3.0~10.0	3.0~10.0
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	HW	HW	HW

66.4 상태평가

66.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 380m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~6으로 표기하였다.

【표 66.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	91.758~91.988km	230m	암반사면	Set1, Set2, Set3
2구간	91.988~92.138km	150m	암반사면	Set4, Set5, Set6

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2019.01, 한국시설전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 66.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서 및 초기점검보고서를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 66.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{40.2} = 0.10$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 90.4~93.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.3}{40.2} = 0.007$ 로 0.01이하	파쇄암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{38.0} = 0.11$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 90.4~93.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.25}{38.0} = 0.006$ 로 0.01이하	파쇄암반	

66.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 66.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토66		표번호	[표 66.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	91.758~91.988km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위치	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
		위치	규모		
1-4	—	—	—	0	
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원	

【표 66.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토66		표번호	[표 66.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	91.758~91.988km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	05°	1		
1-7		절리상태	보통	3		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	121.5mm(영천, 10월 2일)	5	5	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

나. 2구간 상태평가 조사결과표

【표 66.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토66		표번호	[표 66.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	91.988~92.138km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위치	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
		위치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원	

【표 66.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토66		표번호	[표 66.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	91.988~92.138km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	14°	2		
1-7		절리상태	보통	3		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	121.5mm(영천, 10월 2일)	5	5	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.22로서 평가결과를 “B” 로 산정되었다.

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

【표 66.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토66				표번호
근거표번호			[표 66.4.3], [표 66.4.4]				[표 66.4.7]
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	16	f2=0.31	c
		⑥ 저면경사	1	b			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	5	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					16	F=0.21	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 16 / 52 = 0.33 ○ 상태평가등급(F) : 16 / 76 = 0.21					

【표 66.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토66				표번호
근거표번호			[표 66.4.5], [표 66.4.6]				[표 66.4.8]
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	17	f2=0.33	c
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	5	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					17	F=0.22	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 17 / 52 = 0.33 ○ 상태평가등급(F) : 17 / 76 = 0.22					

【표 66.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토66	0.21	B	0.22	B	0.22	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 66.4.10】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.118	A	
금회	0.22	B	

66.5 종합평가 및 안전등급 지정

66.5.1 종합평가 결과

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

【표 66.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토66		표 번 호	【표 66.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.21	B	근거표번호	【표 66.4.7】
	2구간	0.22	B		【표 66.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.22	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

66.5.2 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 66.5.2】 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 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

66.6 보수·보강 및 유지관리방안

66.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 66.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
보강시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		0		
	합계	0		0		0		
개략공사비 총계(천원)		0						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

66.6.2 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 66.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	· 풍화구간 → 현재 낙석방지울타리 및 낙석방지망 설치로 안전성에는 문제가 없는 상태이나, 장기공용시 우수 및 동결융해로 인한 유실이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 발생유무에 대한 확인, 유지관리를 실시	
보 호 시 설	· 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

66.7 종합결론

66.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 일부 노출암 구간은 낙석방지망 및 낙석방지울타리가 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용공간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 주의관찰이 요망된다. 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 49.3~50.5으로서 추정강도 90.4~93.3MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.22로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 절리상태로 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.

66.7.2 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.

66.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

66.7.4 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.

