7. 오창절토12

(STA.8+630~8+820(오창)절토사면)

7.1 시설물 개요

7.2 자료수집 및 분석

7.3 현장조사 및 시험

7.4 상태평가

7.5 종합평가 및 안전등급 지정

7.6 보수·보강 및 유지관리 방안

7.7 종합결론

7. 오창절토12(STA.8+630~8+820(오창)절토사면)

7.1 시설물의 개요

본 시설물은 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양지리 산 17(옥산오창고속도로 오창방향 8.630~8.820km)에 위치한 사면으로서 총 연장 190.0m, 높이 34.6m의 절토사면으로 시공되어 있다.

7.1.1 일반사항

【표 7.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2018-0000016		관리번호	-
시설물명	오창절토12 STA.8+630~8+820(오창)절토사면		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	충청북도 청주시 청원구 오창읍 양지리 산 17		
	위치좌표	시점 : 36 ° 44 ' 23 " 127 ° 26 ' 04 "		
		종점 : 36 ° 44 ' 24 " 127 ° 26 ' 08 "		
	관리이정	본선구간(오창방향) 8.630~8.820 km		
제 원	연 장	190m	높 이	34.6m
	경사/방향	27~63/232	노 선	고속국도 32호선
관리주체	옥산오창고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	준산악지형	상부사면경사	-20 °
시공현황	준공년도	2018년 1월 13일	시 공 자	지에스건설(주)
	부대시설	식생공, 깍기부옹벽		
비 고	-			

7.1.2 위치도 및 전경사진

【그림 7.1.1】 위치도

2020년 정밀안전점검(금회)

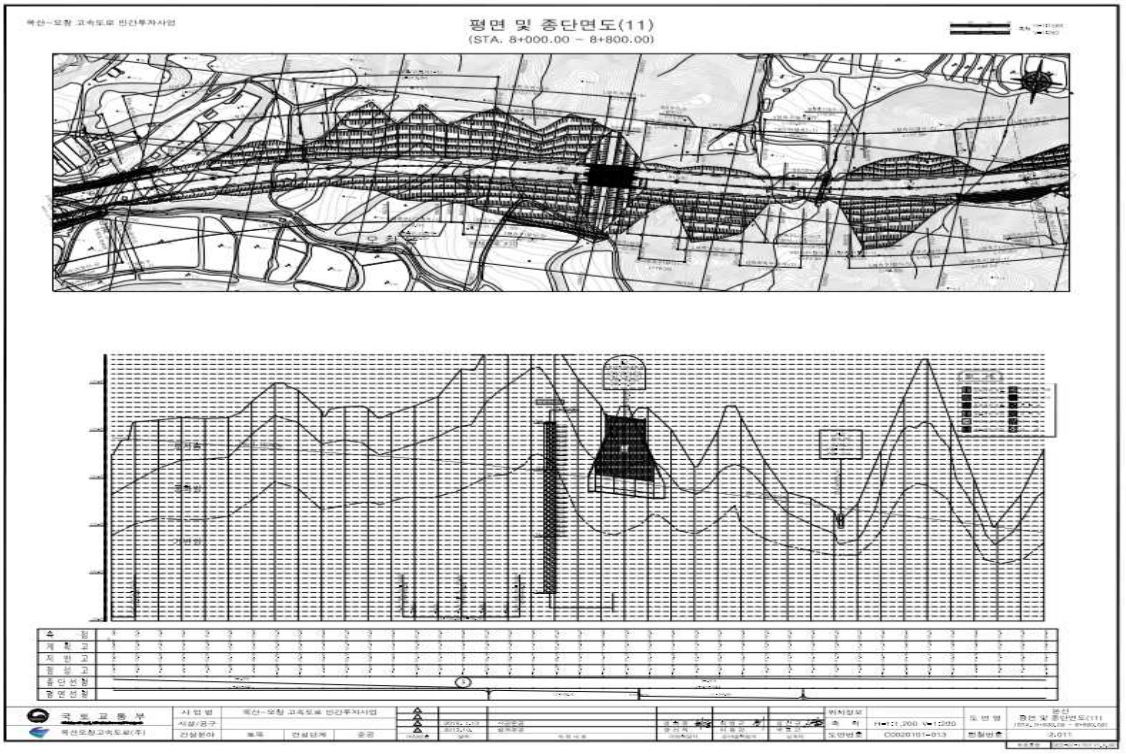
2017년 깎기비탈면 현황도 보고서

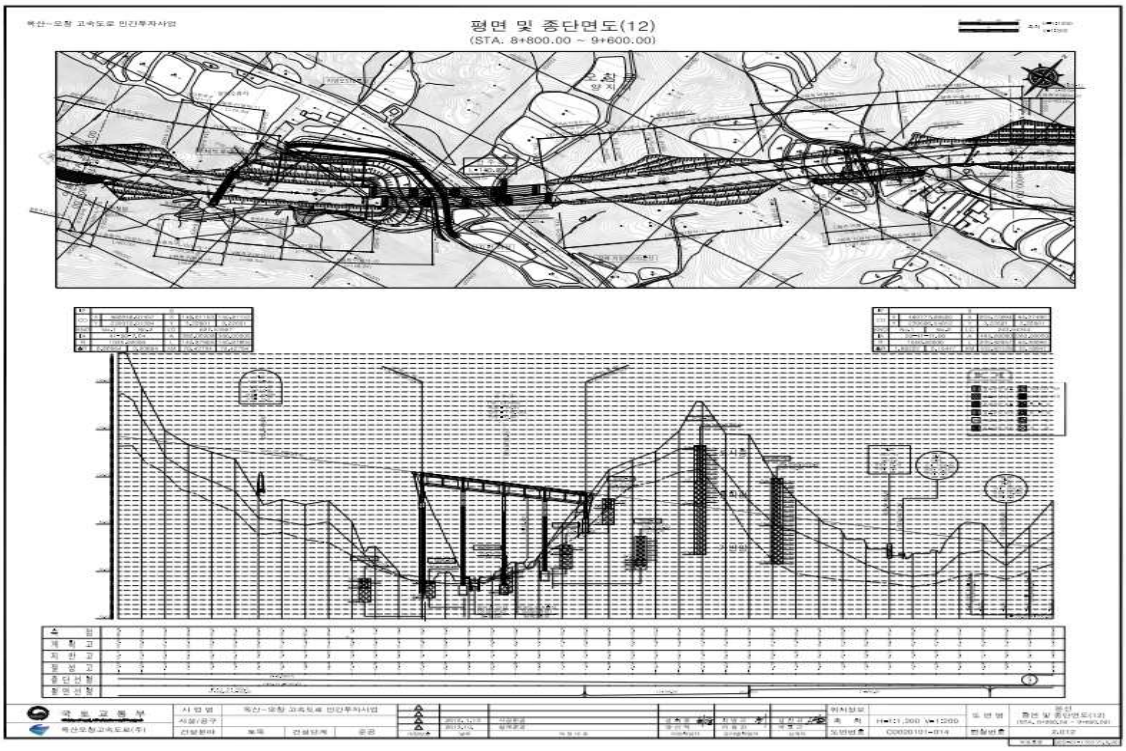
【그림 7.1.2】 전경사진

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

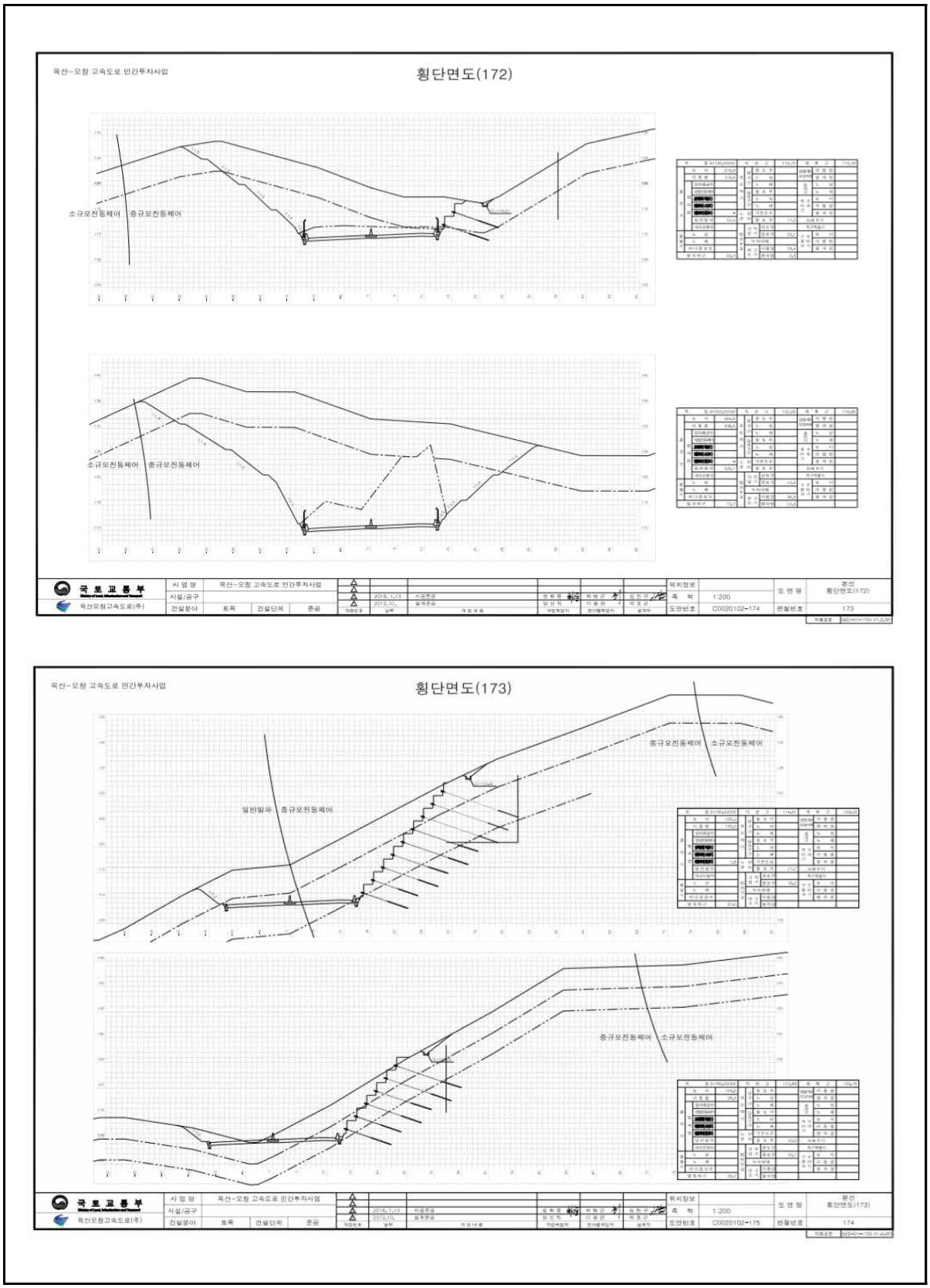
【그림 7.1.3】 부재별 현황

7.1.3 시설물 일반도





【그림 7.1.4】 평면 및 횡단면도


옥산~오창 고속도로 민간투자사업
횡단면도(172)
소규모진동제어
중규모진동제어
횡단면도(173)
일반말파
중규모진동제어
소규모진동제어
국토교통부
옥산오창고속도로(주)
1:200
C0020102-174
173
C0020102-175
174

【그림 7.1.5】 횡단면도

7.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “옥산오창고속도로 민간투자사업”의 설계 및 준공도서, 지반조사보고서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

7.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

3.2 지형분석

3.2.1 산계 및 수계분석

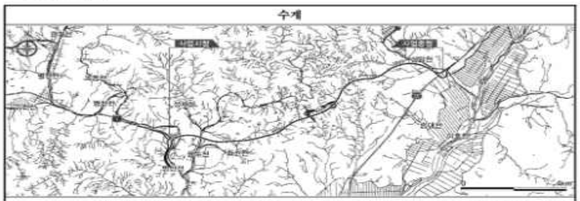
가) 산계 분석

산 계

- 조사지역의 주 산계는 북동-남서방향으로 발달하고 있으며, 시점부 일대는 변성암류로 비교적 기복의 차가 심한 험준한 지형을 이루며, 종점부 일대는 풍화 및 침식에 약한 화강암류의 영향으로 지형적으로 평탄한 지형을 이루고 있다.
- 조사구간의 남서쪽의 만경산(385.0m), 매봉산(209.5m)의 경우 비교적 높은 고도로 발달하는 반면 노선구간 주변의 돛대산(177.1m), 상봉산(196.3m)경우 비교적 낮은 고도로 발달하고 있다.

나) 수계 분석

수계

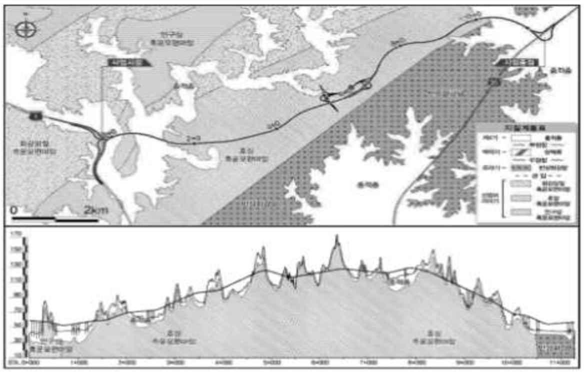


- 주 수계는 시점부에서 병천천, 용두천, 성제천, 화산천이 종점부에서 송대천, 미호천이 발달하며, 병천천, 용두천, 화산천, 송대천은 노선과 교차하는 수계에 해당
- 주 수계는 사행하천으로 발달하고, 대부분의 하천이 수지상으로 발달
- 시점부와 중앙부의 경우 중밀도의 수계망을 보이며, 종점부로 갈수록 저밀도의 수계망을 보임

3.3 지질분석

3.3.1 상세지질분석

가. 상세지질도 및 종단



나. 지질개요 및 지질각론

- 선캠브리아기의 흑운모편마암류를 기반암으로 이를 관입한 쥬라기의 반심성 화강암류와 이들을 관입한 암맥류가 산재하며, 이를 제4기 충적층이 부정합으로 피복.

구 분	특 징
반상화강암	• 괴상으로 지표에 노출된 노두는 풍화되어 신선한 상태의 암반을 관찰할 수 없고 대부분 토양의 구조를 보여주는 풍화암 내지 풍화토로 분포
화강암질 흑운모편마암	• 흑운모는 신장되어 엽리상의 구조가 발달하며 화강암과 조성과 구조가 유사한 중립 내지 조립질의 화강암질 흑운모편마암에 해당
호상 흑운모편마암	• 석영, 장석, 흑운모가 우세하며, 2~3cm 두께의 우흑대(melanosome)와 우백대(leucosome)가 교호하는 엽리구조가 발달
안구상 흑운모편마암	• 석영, 흑운모, 사장석 등으로 구성되며, 화성기원의 변성암에 해당 • 노선구간에 분포하는 암석 중 가장 신선한 상태를 보임

3.4 지질구조 분석

3.4.1 개요

가. 조사개요

- 사업구간 관련된 기 논문자료를 분석하여 사업구간의 지질경향 파악 및 현장조사의 신뢰성 향상
- 위성영상 및 음영기복도에서 파악된 선구조 및 이상대 구간을 판독하여 사업구간의 지질경향 파악 및 현장조사의 신뢰성 향상
- 위성영상 및 음영기복도에서 파악된 선구조의 현황을 야외지질조사를 통하여 확인
- 단층, 분포 암종 분석 등 지반조사 방향 설정의 기초 자료 제공
- 최종적으로 사업구간과 교차하는 선구조의 분포특성을 파악하고 불연속면의 Domain 분류

나. 분석 흐름도

단계	내용	그림
1 단계	영상자료 분석 (위성사진, 음영기복도)	
⇩	• 인공위성 영상분석: 가시광선 및 적외선 영역 밴드비율 조정(1,2,3)밴드(Blue, Green Red)의 조합을 이용한 공간강조 • 음영기복도 분석: 1:25,000 수치지형도를 이용한 3차원 음영기복도 작성, 광원의 방향을 이용한 선구조의 육안추출	
2 단계	야외지질 조사	
⇩	• 위성영상 및 음영기복도에서 파악된 선형구조의 현황을 야외지질조사를 통하여 확인함 • 불연속면 해석을 위한 지표지질 조사 실시	
3 단계	선구조 종합분석	
⇩	• 영상자료, 기존 논문자료, 야외지질조사 결과를 바탕으로 사업구간에 영향을 미치는 선형구조의 분포 특성 파악 • 노선의 구조물 계획수립에 기초자료 제공	
4 단계	불연속면 Domain 분류	
	• 사업구간에 분포하는 불연속면의 방향성에 따른 Domain 분류 • 구간별 분류된 Domain을 기준으로 불연속면 설계지반정수 산정의 기초자료 제공	

3.4.2 영상자료 분석

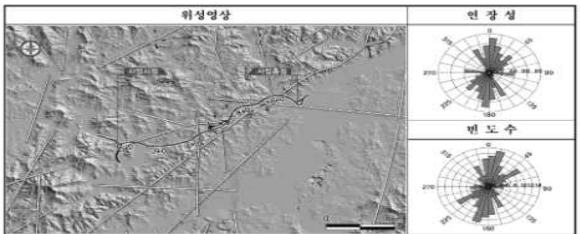
가. 위성영상자료 분석

위성영상 | 연 장 성 | 빈 도 수

- 위성영상에 의한 선구조는 연장성 및 빈도수 분포결과 주방향 N60E, N5E, 부방향 N30W의 방향성을 보임
- 사업구간 노선으로 교차하는 선구조는 7개조로 나타나고 있다.

나. 음영기복도(DEM) 분석

위성영상 | 연 장 성 | 빈 도 수



- 음영기복도에 의한 선구조는 연장성 및 빈도수 분포결과 주방향 N60E, N5~15E, 부방향 N30W의 방향성을 보이고 위성영상 방향성과 비슷한 경향을 보임
- 사업구간 노선으로 교차하는 선구조는 7개조로 나타나고 있다.

나. 비탈면 설계

나. 깎기 비탈면 표준경사

•일반적인 깎기 비탈면 표준경사는 아래와 같으며, 본 설계에서는 아래 기준을 근거로 현장의 암반상태를 분석하여 설계에 적용하였다.

1) 건설공사 비탈면 설계기준(국토해양부, 2011)

토 질 조 건			비탈면높이(m)	경 사	소단기준	비 고
모 래			–	1:1.5 이상	H=10m 이상인 비탈면에서 비탈면 중간에 5~20m 높이마다 폭은 1~3m의 소단을 설치	SW, SP
사 질 토	밀실한 것		5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0		SM, SP
			5~10	1:1.0 ~ 1:1.2		
	밀실하지 않고 입도분포가 나쁨		5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		
			5~10	1:1.2 ~ 1:1.5		
자갈 또는 암괴 섞인 사 질 토	밀실하고 입도분포가 좋음		10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0		SM, SC
			10~15	1:1.0 ~ 1:1.2		
	밀실하지 않거나 입도분포가 나쁨		10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		
			10~15	1:1.2 ~ 1:1.5		
점 성 토			0~10	1:0.8 ~ 1:1.2		ML,MH,CL,CH
암괴 또는 호박돌 섞인 점성토			5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		GM, GC
			5~10	1:1.2 ~ 1:1.5		

2) 암반특성에 따른 깎기 비탈면 표준경사(도로설계요령, 2009)

암 석 종 류 (강도)	암반파쇄상태 T.C.R	암반파쇄상태 R.Q.D	굴 착 난이도	경 사	소단설치	비 고
풍화암 또는 연경암으로 파쇄가 극심한 경우	20%이하	10%이하	리핑암	1:1.0~1:1.2	H=5m마다 1m 폭	· 최하단 기준 때 20m마다 3m 소단설치 · 발파암과 리핑암 사이에는 소단을 설치하지 않음 · 소단사이에 토사와 리핑 구분선이 발생시 젊은 쪽 비탈면 경사를 적용
강한 풍화암으로 파쇄가 거의 없는 경우와 대부분의 연경암	20~40%	10~25%	발파암	1:0.8~1:1.0	H=10m마다 1~2m 폭	
	40~60%	25~50%	발파암	1:0.7		
	60%이상	50%이상	발파암	1:0.5	H=20m마다 3m 폭	

3) 우리나라 여러 기관의 깎기 비탈면 표준경사

토질조건		깎기높이(m)	비 탈 면 경 사		
			국토해양부	도로공사	LH공사
토 사		5 이상	1:1.5	1:1.5	1:1.5
		0 ~ 5	1:1.2	1:1.2	1:1.2
리핑암 (풍화암)		5 이상	1:0.7~1.2	1:1.0	1:1.0~1:1.2
		0 ~ 5			1:1.0
발파암	연 암	5 이상	1:0.5~0.7	1:0.5	1:0.5~1:1.0
		0 ~ 5			1:0.5~1:0.8
	경 암	5 이상			1:0.5~1:0.8
		0 ~ 5			1:0.5

다. 설계적용 비탈면 표준경사 및 소단

•본 과업에서 깎기 및 쌓기 구간의 비탈면 경사는 국내 여러 기관에서 적용되는 일반적인 표준 경사와 지형 및 지층상태, 비탈면의 특성 등을 고려하여 다음과 같은 기준을 선정하였다.

구 분	높 이 (m)		경 사	비 고
쌓 기	0 - 5		1 : 1.5	쌓기 5m마다 소단 1m 설치
	5 이상		1 : 1.8	
깎 기	토 사	0 - 5	1 : 1.2	깎기 5m마다 소단 1m 설치, 지형 및 지질특성 감안
		5 이상	1 : 1.5	
	리 핑 암		1 : 1.0	
	발 파 암		1 : 0.5~1:0.7	20m마다 3m 소단 설치

•본 과업구간에 대한 비탈면 경사는 쌓기의 경우 국토해양부 비탈면 설계기준에 의거한 표준경사를 적용하는 것으로 계획하였다. 깎기의 경우 우리나라 여러 기관에서 규정하고 있는 표준경사와 인접구간 비탈면에 대한 비탈면경사 적용사례를 검토하여 계획하였으며, 암반 비탈면의 경우 도로설계요령에서는 암반특성에 따른 표준 비탈면 경사가 제시되어 있으나, 이는 일반적인 경우이며 계획구간내의 암반 비탈면에 대한 지표지질조사 및 시추조사 등에 의해 파악된 절리의 방향성 및 발달 상태에 따라 각각의 비탈면에 대하여 안정 해석을 실시하여 적정 비탈면 경사를 선정한다.

7.3.2 설계하중

•비탈면에 작용하는 하중에는 구조물로 인한 하중, 차량주행에 따른 교통하중으로 구분되며, 쌓기 비탈면인 경우에는 쌓기높이를 고려하여 쌓기체 상단에 상재하중을 고려하였다.

구 분	적 용 값	비 고
구조물 하중	실제 접지압	•구조물로 인해 발생하는 사하중
교 통 하중	13.0 kPa	•차량주행에 따라 적용되는 활하중 (DB-24 기준)

다. 적용 비탈면 안전율

•비탈면에 대한 기준안전율은 국내의 경우 건기시에는 1.5, 우기시에는 1.2~1.3을 적용하고 있으며, 국외의 경우에는 건기, 우기의 구분보다는 하중조건이나 현장응력상태를 고려하여 안전율을 적용하고 있다.

•깎기 비탈면이 많은 홍콩에서는 우기시 비탈면 안전율은 지표면까지 포화된 경우 1.1로 하고 강우 강도를 고려할 경우에는 1.2~1.4를 적용하고 있다.

•국내의 우기시 비탈면 안전율이 1.2~1.3의 범위로 제시되어 있는 것은 현장 지반의 조건 (불연성 토질, 파쇄대의 존재 유무) 등을 고려하여 합리적으로 결정하도록 한 것으로 사료된다. 그러나 예측 불가능한 국지성 집중호우가 빈번하게 발생하므로 집중호우에 따른 피해방지를 위한 산지부 도로설계기준 검토(설계치-3202, 한국도로공사, 2006)' 를 기준으로 우기시 비탈면 기준안전율은 1.2를 적용하였다.

< 비탈면안정 검토시 기준안전율 >

구 분		적용안전율	비 고
쌓 기	건 기	FS > 1.5	•일반적 기준적용 •교통하중 q=13kPa 고려
	우 기	FS > 1.3	
	지 진 시	FS > 1.1	
깎 기	건 기	FS > 1.5	•장기적인 비탈면 안정 등을 고려하여 최근 고속도로 설계 시 적용되고 있는 기준 적용
	우 기	FS > 1.2	
	지 진 시	FS > 1.1	

7.4 비탈면 지반강도정수

구 분		단위중량 (kN/m³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)
쌓기재	토사층	19.0	15.0	30.0
	암버력	20.0	0.0	37.0
전답 · 매립층		18.0	0.0	29.0
붕적층		17.0	0.0	27.0
충적층(모래)		18.0	0.0	29.0
충적층(자갈)		19.0	0.0	33.0
풍화토		19.0	23.0	30.0
풍화암		20.0	30.0	35.0
연암	편마암	24.0	300.0	35.0
	화강암	24.0	400.0	35.0
경암	편마암	27.0	800.0	41.0
	화강암	27.0	800.0	41.0

7.8 비탈면 계측 및 유지관리

7.8.1 비탈면의 계측계획

가. 계측계획의 수립시 고려사항

•사전에 공사의 진척상황에 대응하는 계측계획을 수립 작성하고, 계측의 목적, 계측방법, 관리기준치에 관한 기본적 사항을 정해 둘 필요가 있음.

•주어진 모든 조건이나 각종 제약 중에서 문제가 되는 지반의 거동을 정확히 모니터링하여 얻어진 데이터를 종합적으로 해석한 다음에 기준치와의 비교와 실제의 지반 거동과의 해석, 검토 등의 결과 판정을 해야 함.

•토사비탈면의 변형이나 붕괴형태를 정확히 예상하고, 파악한 다음에 계측의 목적을 명확히 하여 그 목적에 맞는 계측기기의 선정이나 배치, 계측의 방법, 관리기준치 등을 검토하여 실시계획을 작성할 필요가 있음.

•계측이 장기간에 걸치는 경우나 토사비탈면의 상황이 크게 변화되는 경우에는 계측내용의 재고를 하고 항상 적절한 계측관리가 실시되도록 노력해야 함.

나. 계측계획의 목적

현장계측은 토사비탈면의 붕괴에 이르는 초기의 토사 변상현상을 계측기기로 파악하고, 이것들을 바탕으로 적절한 대책을 취해 토사비탈면의 붕괴를 미연에 방지하거나 붕괴에 의한 피해를 최소한으로 억제하는 것을 기본적인 목적으로서 실시.

주요평가사항

- ○ 변상기구나 규모의 조사, 해명
- ○ 붕괴의 예자예측
- ○ 안전화보(내외정보 등의 조직을 위해)
- ○ 비탈면의 안정성의 평가
- ○ 대책공의 효과 판정
- ○ 시공관리(정보화 시공을 포함)

다. 계측대상 범위

•변상현상이 발생되거나 혹은 예상되는 범위

•피해가 예상되는 범위

•2차 붕괴의 파급이 예상되는 범위

•공사의 시공범위

다. 지반조사보고서

1.1 사업명

- 옥산~오창 고속도로 민간투자사업

1.2 지반조사 목적

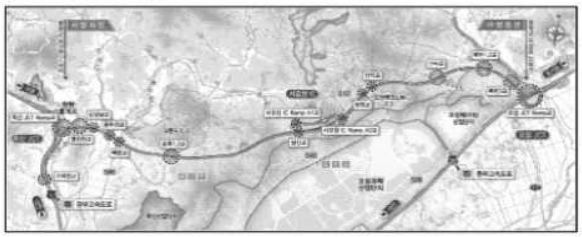
- 본 조사는 옥산~오창 고속도로 민간투자사업의 계획노선에 대한 시추조사, 기존 현장시험 및 실내시험을 실시하여 지층의 분포상태 및 토성을 파악하고 설계 및 시공에 필요한 지반공학적 기초자료를 수집, 분석하여 경제적이고 합리적인 설계가 될 수 있도록 지반공학적 설계자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1.3 사업범위

1.3.1 공간적 범위

구 분	내 용	위 치 도
사 업 위 치	• 시점 : 충청북도 청원군 옥산면(경부고속도로) • 종점 : 충청북도 청원군 오창읍(중부고속도로)	
사 업 규 모	• 연 장 : L=12.1km(왕복 4차로) • 교 량 공 : 본선교량 14개소, IC 및 JCT교량 8개소 • 유출입시설 : 분기시설 2개소, 출입시설 1개소 • 영 업 시 설 : 본선 영업소 1개소, IC 영업소 1개소	

1.3.2 사업구간 현황



2.1 지반조사 계획 및 현황

2.1.1 지반조사 계획

가. 기본방향

구조물 및 지반특성을 고려한 계획 수립	신뢰성 향상을 위한 지반조사
• 기존자료 분석을 통한 개선사항 검토 • 지형 및 구조물 특성을 고려한 계획 수립	• 지반특성을 고려한 조사항목 및 위치결정 • 지질위험 구간 중점조사 수행 • 주변 민원을 고려한 조사 수행
경제적인 시공을 위한 토질 및 기초 설계	**효율적인 설계를 위한 성과분석**
• 구조물별 지반특성을 고려한 설계수행 • 구조물 안정성 분석을 위한 설계자료 제공 • 통계분석을 통한 설계입력값 획득	• 시추조사 및 현장시험결과의 상호비교 분석 • 지질이상대구간의 지반특성 및 설계지반정수 산정 • 환경 및 안정성을 고려한 중점구간 성과 분석

나. 수행흐름

3.1 조사개요

- 사업구간의 평면적인 구성과 구조물계획에 영향을 미치는 토질 및 지질공학적인 자료획득
- 사업구간 구조물에 영향을 미칠 우려가 있는 지질이상대(단층, 파쇄대)의 공학적 특성 조사
- 정밀지표지질조사 수행으로 사업구간 내에서의 불연속면 분포 현황 파악 및 통계적 분석을 통해 암반 구조물 안정성해석에 활용

3.1.1 조사흐름도

기존자료 분석
- 문헌 및 자료조사
- 조사 방향 설정

광역 지표지질조사
- 사업구간내 제반현황파악 (산계, 수계 등)
- 사업구간내 암종 분포 파악
- 사업구간내 지질이상 요소 파악
- 주요 구조물

선형구조분석
- 영상분석을 통한 지형기복 양상에 따른 암종분포 현황 분석
- 각종 영상자료를 활용한 선구조 분석

정밀 지표지질조사
- 지질구조 정밀분석
- 엽리, 결리, 단층대 등

불연속면 특성조사
- 구조구별 불연속면의 기하학적 분포특성 및 역학적 특성 파악

암석-지화학분석
- 편광현미경(박편) 분석
- XRD 회절 분석

정밀 지질조사 성과분석
- 조사결과와 종합하여 사업구간내 암반의 지질공학적 특성분석
- 현장조사자료와 종합하여 불연속면 통계분석
- 구조물기초, 비탈면구간 설계시 기초자료 제공

3.1.2 결과 활용

구 분	지표지질 조사 결과	결과 활용 방안
교량기초 설계분야	• 노선과 교차하는 선구조 규명 • 기반암의 지질학적, 공학적 특성 파악	• 물리탐사 결과와 비교검토후 시추조사위치 선정 • 구조물계획시 기초자료제공
비탈면 구간	• 노선내의 불연속면 및 파쇄대 규명 • 기반암의 지질학적, 공학적 특성 파악	• 암반비탈면 설계시 불연속면의 방향성, 공학적 특성 제공 및 파쇄대 구간 파악

4.3 현장조사

4.3.1 조사목적

- 계획노선구간 지반의 심도별 지층 분포현황과 지하수위, 기반암의 심도 파악
- 원위치 시험을 수행하기 위한 시추공 형성 및 실내시험을 위한 시료채취

4.3.2 조사내용

구 분	계획시추공	시추조사	미실행	
			민원발생	진입불가
교량구간	87공	82공	3공	2공
깎기구간	42공	33공	6공	3공
쌓기구간	18공	18공	–	–
기타구조물	1공	1공	–	–
토취장	2공	–	2공	–
계	150공	134공	11공	5공

4.3.3 시추조사

가. 조사목적

- 계획 노선구간 지층의 분포현황을 조사하고, 시료의 채취 및 각종 원위치 공내시험을 시행하여 설계에 필요한 제반 자료 제공
- 지반의 수직적 분포상태 확인 및 원위치 시험의 시험공 확보
- 깎기, 쌓기 및 구조물 구간의 안정성 검토시 필요한 강도정수 산정을 위한 원위치 시험과 실내시험을 위한 시료채취
- 회수된 코어상태, Slime 상태, 순환수의 색조 및 누수상태 등을 이용하여 기반암 상태 판단

구 분	조 사 목 적	시추구경	시 추 심 도
교량구간	• 교량기초 형식 결정에 활용 • 교량기초 안정 검토	NX	• 풍화암 7.0m 이상, 연암 3.0m 이상, 경암 1.0m이상
깎기구간	• 깎기 비탈면의 경사결정 및 안정 대책공법 설계 • 비탈면 설계 반영	NX	• 계획고하 2.0m이상
쌓기구간	• 연약지반 설계에 반영	NX	• N값 50/30이상 3회 확인
기타 구조물	• 구조물 지지층 결정에 활용 • 영업소(건축물) 및 BOX기초 형식 결정에 활용	NX	• 지지층 및 터파기 심도아래 2.0m • 터파기 심도아래 2m까지 기반암이 확인 안된 경우는 일부 조사공에 대해 기반암 2m 확인

나. 조사방법

- 회전수세식(Rotary Wash Type) 시추기를 사용하였으며 시추구경은 NX(φ=76mm) 규격으로 시행
- 시추작업과 병행하여 지층의 상대밀도와 구성성분을 파악하기 위하여 한국산업규격(KS F-2318)에 의거 매 1.0m 간격으로 표준관입시험을 실시
- 기반암층에서는 코아회수율을 높여 정확한 암질상태를 파악하기 위하여 D-3 Core Barrel 및 Diamond Bit를 사용

구 분	내 용	조사 전경
장비명	• 유압시추기	
케이싱(casing)	• 토사층에서 시추공의 붕괴를 방지	
롯드(Rod)	• 회전동력 및 시추수를 비트(Bit)까지 전달	
코아바렐(Core barrel)	• 원지반에서 분리된 코아를 수용	
비트(Bit)	• 롯드 선단에서 직접적으로 지층을 천공하는 가장 중요한 부분	

다. 조사결과의 정리

- 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 공번, 심도, 지층명, 색상 등을 기록하여 정리 보관
- 채취된 암석시료는 육안관찰에 의하여 절리와 절리면의 충전물 등을 파악하고, 절리의 분포상태, TCR, RQD 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추주상도에 기재

라. 조사위치 선정

- 조사지역에 분포하는 지층현황의 파악 및 분석을 위하여 지형도(축척 1/5,000)상에서 교량구간, 암기구간, 쌓기구간 및 기타구조물의 구조물 설치 예정지점을 검토하여 구조물의 특성에 부합되도록 조사항목을 선정하고, 현장답사를 실시하여 최종적으로 조사위치를 선정
- 민원 및 장비진입이 불가능하여 시추하지 못한 구간은 지층분포 확인을 위하여 시공된 실시할 수 있는 위치를 재선정하여 지층분포 확인이 필요할 것으로 판단됨

마. 구간별 조사위치

1) 교량구간 조사위치

구 분	공 번	좌 표(X, Y)		지 반 고(EL.,m)
수락천교	SBB-86	455,989.9	231,112.1	42.1
	SBB-87	455,978.3	231,120.2	44.0

공 번	층 후 (m)					계 (m)	표준관입시험(회
	상부토사	풍화토	풍화암	연암	경암		
SCB-11	1.0	8.0	18.0	-	-	27.0	27
SCB-12	1.0	14.0	12.8	4.2	-	32.0	27
SCB-13	1.0	10.0	8.0	-	-	19.0	19
SCB-14	0.7	12.3	7.0	-	-	20.0	20
SCB-15	1.5	11.5	16.0	6.0	-	35.0	28
SCB-17	0.8	12.2	10.0	12.0	3.0	38.0	23
SCB-18	민원(사업반대)						
SCB-19	민원(사업반대)						
SCB-20	0.6	1.2	0.9	14.3	3.0	20.0	2
SCB-21	0.8	6.2	10.4	15.6	6.0	39.0	17
SCB-22	1.7	3.0	1.6	14.7	-	21.0	6
SCB-23	0.3	1.7	1.3	11.7	-	15.0	3
SCB-24	0.7	8.3	2.5	12.5	3.0	27.0	11
SCB-25	0.3	3.4	2.5	-	4.8	11.0	6
SCB-26	1.4	1.6	8.5	5.1	-	16.6	11
SCB-27	0.8	5.2	6.0	15.5	2.5	30.0	11
SCB-28	0.7	7.3	5.0	18.8	3.2	35.0	12
SCB-29	0.6	4.4	4.0	21.8	4.2	35.0	8
SCB-30	0.3	3.5	0.8	10.4	4.0	19.0	4
SCB-31	0.2	9.8	11.2	11.8	4.0	37.0	21
SCB-32	-	-	6.5	8.0	-	14.5	6
SCB-33	민원(사업반대)						
SCB-34	민원(사업반대)						
SCB-35	급경사지로 장비 진입불가						
SCB-36	급경사지로 장비 진입불가						
SCB-37	급경사지로 장비 진입불가						
SCB-38	0.8	6.8	4.7	10.7	-	23.0	12
SCB-39	0.9	9.1	8.0	-	-	18.0	18
SCB-40	0.3	8.7	14.0	-	-	23.0	23
SCB-41	0.7	7.9	1.4	-	-	10.0	10
SCB-42	0.3	13.7	6.0	-	-	20.0	20
SCB-43	민원(사업반대)						

- 상부토사층은 본구간의 최상부 층으로 0.2~1.7m의 층후로 분포, 기반암의 상부풍화대인 풍화토층은 1.2~14.0m의 층후로 분포, 기반암의 하부풍화대인 풍화암층은 0.8~18.0m의 층후로 분포하며, 기반암인 연암은 현 지표하 2.7~29.0m 하부에서 3.5m 이상의 층후로 분포하고, 경암은 풍화암 또는 연암 하부에서 2.5m 이상의 층후로 분포

시험결과(계속)

공 번	심 도 (m)	단위중량 (g/cm³)	비중	흡수율 (%)	탄성파속도(m/s) P 파	S 파	일축강도 (MPa)	탄성계수 (MPa)	포와송비	지층	구분
SBB-30	17.1~17.3	2.660	2.67	0.24	5,102	2,531	82.7	3.97E+4	0.24	연암	교량구간
SBB-32	9.4~9.6	2.661	2.68	0.63	2,670.6	1,655.4	38.9	3.96E+3	0.28	연암	
SBB-33	12.4~12.6	2.609	2.62	0.37	2,722.6	1,676.5	41.8	4.24E+3	0.28	연암	
SBB-34	15.1~15.6	2.668	2.70	0.18	2,374.2	1,447.1	13.4	1.38E+3	0.30	연암	
SBB-35	7.8~7.9	2.509	2.53	2.31	1,583	809	9.9	2.15E+3	0.34	연암	
SBB-36	8.8~9.0	2.731	2.77	0.19	2,871.9	1,742.0	38.9	2.20E+3	0.29	연암	
SBB-37	8.4~8.6	2.696	2.71	0.23	3,307.6	2,042.5	51.5	6.77E+3	0.27	연암	
SBB-38	12.6~12.8	2.707	2.72	0.23	3,726.5	2,297.4	76.6	5.46E+3	0.26	연암	
SBB-43	13.6~13.8	2.590	2.61	0.32	3,811.7	2,376.5	82.7	7.41E+3	0.26	연암	
SBB-44	7.6~7.8	2.706	2.72	0.19	3,197.8	1,972.2	46.0	7.19E+3	0.27	연암	
SBB-45	7.8~8.0	2.593	2.65	0.51	2,519.7	1,521.2	25.9	1.32E+3	0.30	연암	
SBB-52	4.9~5.1	2.740	2.76	0.24	2,425.7	1,491.9	19.8	1.95E+3	0.30	연암	
SBB-53	3.7~3.9	2.698	2.73	0.16	2,506.2	1,531.4	13.4	2.71E+3	0.30	연암	
SBB-54	6.1~6.3	2.676	2.69	0.36	3,276.3	1,966.3	65.9	6.12E+3	0.27	경암	
SBB-55	8.1~8.3	2.629	2.63	1.03	3,269.4	2,006.5	56.7	4.53E+3	0.27	연암	
SBB-56	5.8~6.0	2.783	2.79	0.12	3585.4	2,228.4	63.3	7.25E+3	0.26	연암	
SBB-57	9.1~9.3	2.693	2.73	0.15	2,517.0	1,575.1	17.7	4.31E+3	0.31	연암	
SBB-59	6.8~7.0	2.689	2.71	0.15	4,012.6	2,481.6	85.8	7.95E+3	0.26	경암	
SBB-60	15.8~16.0	2.620	2.66	0.49	2,937.1	1,852.7	51.0	4.69E+3	0.28	경암	
SBB-62	10.2~10.4	2.676	2.72	0.14	3,699.1	2,310.0	85.4	6.54E+3	0.26	연암	
SBB-65	11.2~11.4	2.662	2.64	0.36	4,975.0	2,357.0	146.2	4.08E+4	0.17	연암	
SBB-72	7.6~7.8	2.560	2.60	1.20	1,447.0	758.0	67.5	8.06E+3	0.33	연암	
SBB-73	16.3~16.5	2.629	2.67	0.33	4,791.0	2,338.0	128.8	5.19E+4	0.22	연암	
SBB-74	21.8~22.0	2.645	2.66	0.17	3,460.5	2,071.8	64.4	5.78E+3	0.26	연암	
SBB-79	9.30~9.50	2.605	2.64	0.74	3,906.0	2,424.0	22.4	2.00E+4	0.27	연암	
SCB-8	26.2~26.4	2.677	2.69	0.21	2,956.9	1,806.3	48.5	3.23E+3	0.28	경암	암기구간
SCB-12	31.3~31.5	2.863	2.87	0.05	3,782.3	2,320.7	70.8	8.65E+3	0.26	연암	
SCB-17	31.3~31.5	2.439	2.65	0.30	2,894.7	1,765.1	50.1	5.41E+3	0.28	경암	
SCB-20	13.8~14.0	2.695	2.70	0.14	2,999.5	1,838.4	48.0	7.45E+3	0.28	경암	
SCB-22	13.6~13.8	2.692	2.70	0.20	2,605.4	1,527.5	25.2	4.16E+3	0.29	연암	
SCB-38	12.8~13.0	2.755	2.76	0.31	3,505.2	2,122.3	67.7	6.18E+3	0.26	연암	

- 실내암석시험결과 교량구간 연암의 일축압축강도는 9.9~148.6MPa, 단위중량은 2.509~2.783g/cm³, 경암의 일축압축강도는 51.0~85.8MPa, 단위중량은 2.620~2.689g/cm³이며, 암기구간 연암의 일축압축강도는 25.2~70.8MPa, 단위중량은 2.692~2.863g/cm³, 경암의 일축압축강도는 48.0~50.1MPa, 단위중량은 2.439~2.695의 범위로 분포
- SBB-27, 65, 73의 연암 일축압축강도는 무결암 시료에 의해 강도값이 과대 평가됨

라. 설계활용

- 암반의 기본물성 파악 및 암반 분류시 활용
- 실내시험결과를 통해 얻어진 물성치간의 상관관계를 분석하여 데이터의 신뢰성을 판단

7.1 검토개요

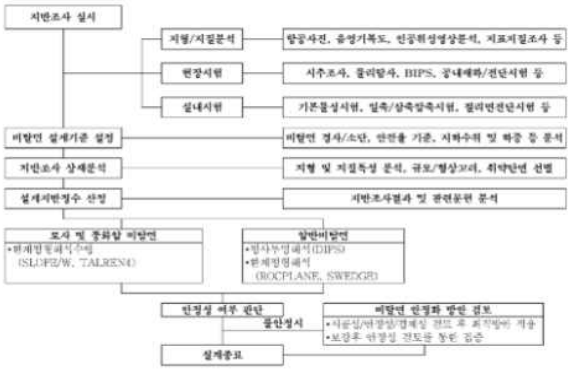
7.1.1 검토목적

- 비탈면 안정성 검토는 현장조건과 조사 및 시험결과를 충분히 파악하고 시공성 및 경제성을 고려하여 비탈면의 안정성을 확보하는 최적의 비탈면 기울기 및 대책공법을 선정하는데 그 목적이 있다.

7.1.2 검토내용

- 현장조사 적정성 분석 및 비탈면 설계정수 산정
- 실내시험 적정성 분석 및 비탈면 설계정수 산정
- 합리적인 비탈면 기울기 검토
- 비탈면 안정대책 검토
- 비탈면 보호공법 검토

7.1.3 비탈면 설계수행과정



7.2.2 시설물 점검이력

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

【표 11.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2018. 09. 03 ~ 2018. 12. 28	정기안전 점검	오창절토12 사면은 사면부 식생공이 시공되어있고, 깍기부 옹벽 및 하부 낙석방지울타리가 설치되어 있다. 보호·보강공의 상태는 양호한 상태이다. 현재, 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열 및 마감상태 불량이 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 강우시 손상이 진전될 수 있으므로, 보수실시 및 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.	양호
2	2019. 04. 15 ~ 2019. 06. 28	정기안전 점검	오창절토12 사면은 사면부 식생공이 시공되어있고, 깍기부 옹벽 및 하부 낙석방지울타리가 설치되어 있다. 보호·보강공의 상태는 양호한 상태이다. 현재, 신규손상은 없는 상태이며 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았다. 기존 손상인 소단배수로 균열 및 마감상태 불량은 강우시 손상이 진전될 수 있으므로, 보수실시여부 및 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.	양호
3	2019. 10. 14 ~ 2019. 12. 27	정기안전 점검	오창절토12 사면은 사면부 식생공이 시공되어있고, 깍기부 옹벽 및 하부 낙석방지울타리가 설치되어 있다. 보호·보강공의 상태는 양호한 상태이다. 현재, 신규손상은 없는 상태이며 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았다. 기존 손상인 소단배수로 균열 및 마감상태 불량은 강우시 손상이 진전될 수 있으므로, 보수실시여부 및 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.	양호
4	2020. 03. 23 ~ 2020. 06. 25	정기안전 점검	오창절토12 사면은 사면부 식생공이 시공되어있고, 깍기부 옹벽 및 하부 낙석방지울타리가 설치되어 있다. 보호·보강공의 상태는 양호한 상태이다. 현재, 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열 및 마감상태 불량이 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 강우시 손상이 진전될 수 있으므로, 보수실시 및 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.	양호

7.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 7.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
오창절토12	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

7.2.4 기존자료

【표 7.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 34.6m, 연장 : 110.0m, 경사: 27~63°	
시공관리자료	· 시공사 : 지에스건설(주) 준공년(2018년 01월 13일) · 설계사 : ㈜삼보기술단	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

7.2.5 시설물 보수 이력

【표 7.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	–	–	–	–	–	

7.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 7.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	–	–

7.3 현장조사 및 시험

7.3.1 현황 및 특성

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

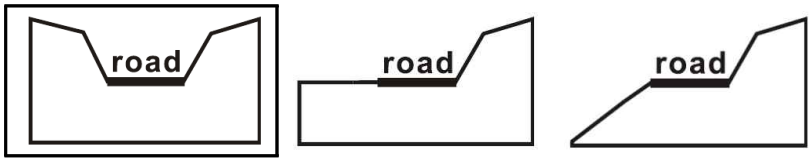
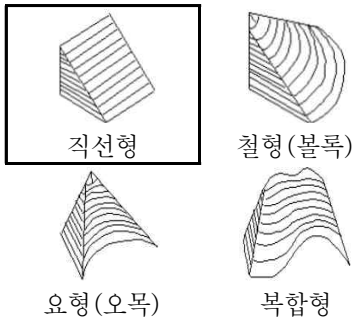
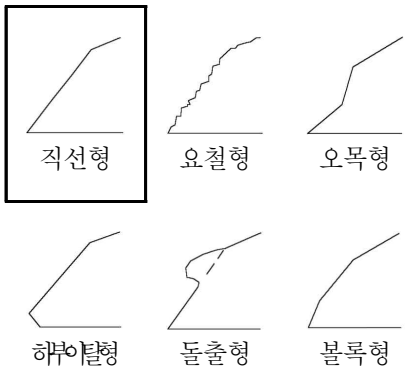
가. 일반현황 조사결과

【표 7.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2020. 10. 14.	조 사 자	장 진 원
일 기	맑음	준공년도	2018년 01월 13일
행정구역	충청북도 청주시 청원구 오창읍 양지리 산 17		
위 경 도	시점 : 36 ° 44 ' 23 " 127 ° 26 ' 04 "		
	종점 : 36 ° 44 ' 24 " 127 ° 26 ' 08 "		
절토사면	길 이 : 190m	높 이 : 34.6m	
	경 사/경사방향 : 27~63/170		
	구성물질 : 암반	토층심도 : 14.0m 이하	
	소 단 : 6		
낙석/뜬돌	낙석 존재유무 : 없음	낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -		
	뜬돌 존재유무 : 없음	뜬돌의 양 : -	
	뜬돌 평균크기 : - 뜬들 최대크기 : -		
절토사면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	식생공	8.630~8.740k	양호
	낙석방지울타리	8.650~8.750k	양호
	야생동물유도울타리	8.630~8.850k, 8.810~8.820k	양호
	점검용 계단	8.640~8.660k, 8.680k, 8.740k	양호
	소단배수로	8.650~8.720k	균열
	산마루측구	8.720~8.820k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
	-	-	-
기 타	·		

나. 사면특성 조사결과

【표 7.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형	준산악지형			
	종단면 형상				
	기타 특징	-			
절토사면의 특성	종횡단면		종단면특성		
상부 자연비탈면	경 사 도	-20°			
	인장균열	무			
	포행흔적	무			
	수목의 기울어짐	무			
	인공구조물	무			
	산마루측구	유			
	계곡부	유 (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 ( )			

【표 7.3.2】 사면특성 조사결과 - 계속

절토사면 특 성	길이	190.0m	최대높이	34.6m
	경사	27~63°	상부경사	-20°
	이격거리	1.4m	소단	6개소
	종류	■암반 □혼합 □토사 □자연	주변지형	■산악 □준산악 □구릉 □평 지
	지하수	■C.dry □damp □wet □dripping □flowing	누수위치	□상 □중 □하 □좌 □중 □우
	풍화도	□F □S ■M ■H □C □R	불연속면 방향성	■일치 □평행 □후방 □불가
	사면형상	■직선형 □철형 □요형 □파형	측면형상	■직선형 □요철형 □탈락형 □돌출형
	계곡부	1개소	붕괴이력	□유(영향) □낙석 □유(미영향) ■무
	뜬돌	□대 □중 □소 ■무	낙석	□대 □중 □소 ■무
	암종	편마암류	토층심도	14.0m 이하
	암반형태	□massive □tabular □columnar □irregular ■blocky □crushed	불연속면	■절리 ■층리 □엽리 □균열 □단층 □전단대 □암맥 □무
	시공현황 (상태)	■식생공(양호) □낙석방지망 □옹벽 ■낙석방지울타리(양호) □격자블럭 ■배수로(보통) □점검로 □기타		
조사자 소 견	위험도	□상 □중 ■하	피해도	□상 □중 ■하
	붕괴 유형	□심층 □표층 ■무	위험등급	□A ■B □C □D □E
	위험구간 (붕괴유형)	□상 □중 □하 / □좌 □중 □우 ( ) □상 □중 □하 / □좌 □중 □우 ( ) □상 □중 □하 / □좌 □중 □우 ( )		
	필요 주공법	-	조치	□응급 ■미응급
	기타			

다. 사면 구간분할 결과

본 사면은 연장이 190m로써, 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, 1구간으로 분할하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

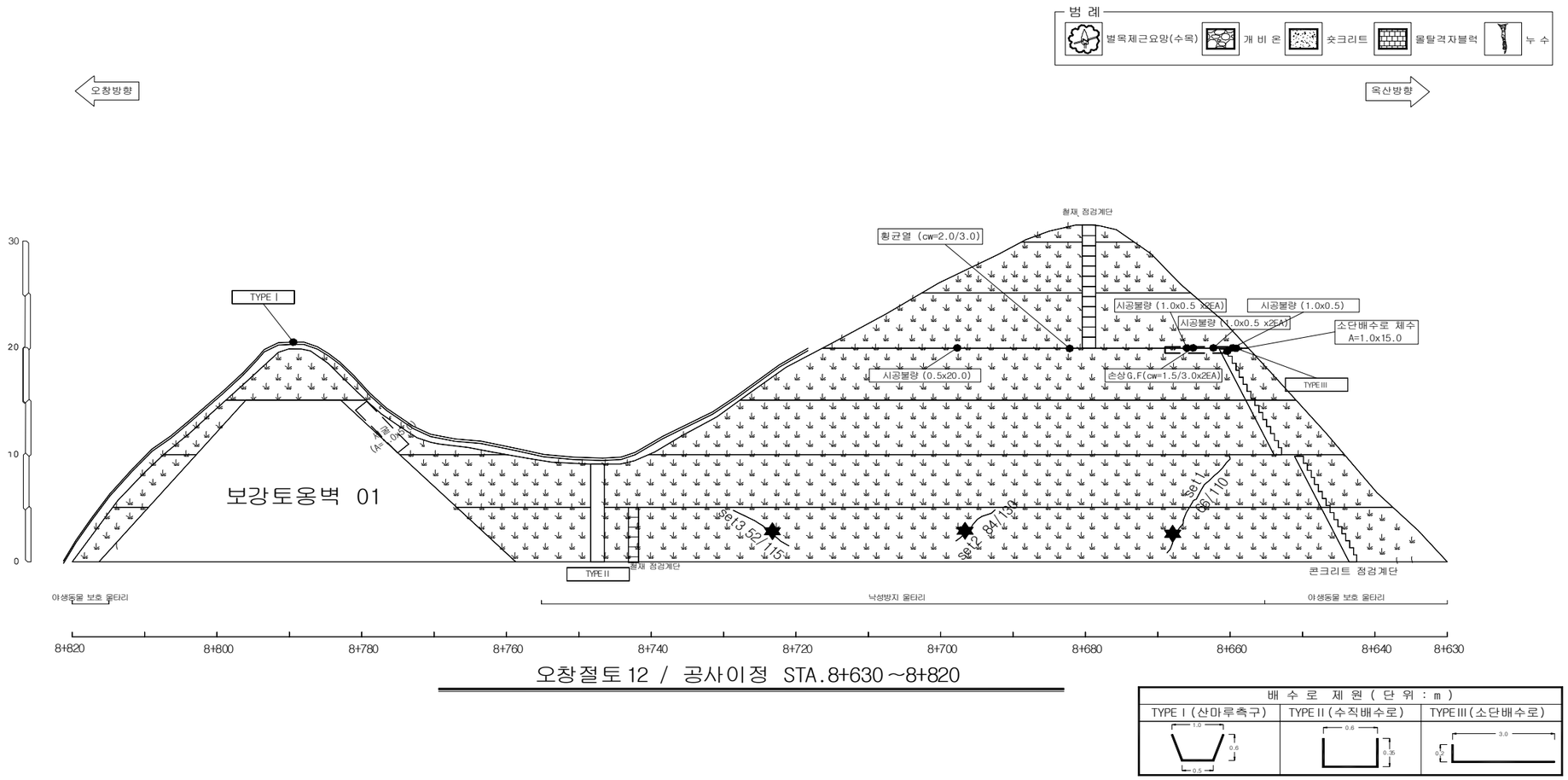
【표 7.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	8.630~8.820km	190m

7.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)

절토사면명 : 오창절토12 / 8.630~8.820km

[방향 : 27~63/170 , 연장 : 190m , 높이 : 34.6m]



오창절토 12 / 공사이정 STA.8+630 ~8+820

Bieniawski의 RMR 분류

간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)			풍화도	
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칢	6	void		6	Fresh	6
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칢	5	hard	< 5	4	S.W.	5
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칢	3		> 5	2	M.W.	3
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0

No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
방향	66/110	84/130	52/115						
간격	10	10	10						
연장	2	2	2						
틈새	1	1	4						
거칠기	3	3	1						
충전물	4	4	4						
풍화도	3	3	3						

7.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 사면 -20° 의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 전체적으로 관목이 분포하고 있다.

【그림 7.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 노출암 및 인장균열 등의 손상이 없는 상태로, 전반적으로 식생이 양호하다.
- 본 사면의 계곡부는 1개소가 존재하는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	-	

현 황	8.750k 자연사면 계곡부
원 인	-
대 책	주의관찰

현 황	8.750k 자연사면 계곡부
원 인	-
대 책	주의관찰

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 보통풍화(M.W.)~심한풍화(H.W.) 정도이다.

【그림 7.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 기점검인 20년 상반기 정기안전점검과 비교시 식생이 양호해 진 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 일부구간 세굴이 발생된 것으로 확인되었다,

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	세굴	A=5.0㎡, 1개소	

현 황	8.780k 3단 사면 세굴	현 황	8.780k 3단 사면 세굴
원 인	우수유입	원 인	우수유입
대 책	주의관찰	대 책	주의관찰

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다. 그 외의 구간은 자연수로 형태이다.

【그림 7.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수시설에 대한 점검결과, 소단배수로에 횡방향 균열 및 시공불량, 체수가 조사되었다.
- 균열은 전회 정기안전점검과 비교시 진전은 없는 상태이며, 시공불량 및 체수의 경우 손상정도가 경미하고 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 즉각적인 보수보다는 주기적인 주의관찰 실시후 손상의 진전시 보수를 하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단된다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	소단배수로 균열 소단배수로 시공불량 소단배수로 체수	L=9.00m, 3EA A=12.50㎡, 6EA A=15.00㎡, 1EA	

현 황	8.650K 1소단배수로 시공불량
원 인	시공미흡
대 책	단면보수

현 황	8.670K 1소단배수로 시공불량
원 인	시공미흡
대 책	단면보수

현 황	8.670K 1소단배수로 체수
원 인	구배불량
대 책	주의관찰

현 황	8.670K 1소단배수로 균열
원 인	초기건조수축, 우수유입
대 책	균열보수

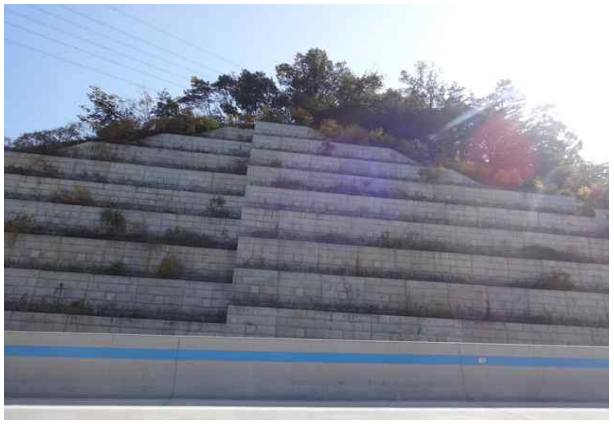
현 황	8.680K 1소단배수로 균열
원 인	초기건조수축, 우수유입
대 책	균열보수

현 황	8.700K 1소단배수로 시공불량
원 인	시공미흡
대 책	단면보수

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리, 점검사다리, 옹벽이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 7.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

■ 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	-	

현 황	점검계단 전경	현 황	깍기부 옹벽 전경
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

7.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 7.3.4】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	세굴	주의관찰
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 시공불량 소단배수로 체수	주의관찰 후 균열보수 주의관찰 후 단면보수 주의관찰 후 정비
상부 자연사면	계곡부	주의관찰
보강시설	상태양호	-
결과요약	사면에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 보통풍화(M.W.)~심한풍화(H.W.) 정도이다. 상부자연사면 및 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었으며, 소단배수로에서 조사된 이전 손상인 소단배수로 균열 및 시공불량, 체수는 진전이 미미하므로 즉각적인 보수보다는 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단된다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.	

【표 7.3.5】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	세굴	㎡	5.00	1	
배수시설	소단배수로 균열	m	9.00	3	
	소단배수로 시공불량	㎡	12.50	6	
	소단배수로 체수	㎡	15.00	1	
상부자연사면	상태양호	-	-	-	
보강시설	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 7.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
사면부	세굴	㎡	–	5.00	▲5.00	
배수시설	소단배수로 균열	m	–	9.00	▲9.00	
	소단배수로 시공불량	㎡	–	12.50	▲12.50	
	소단배수로 체수	㎡	–	15.00	▲15.00	
상부자연사면	상태양호	–	–	–	–	
보강시설	상태양호	–	–	–	–	

7.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 7.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(㎫)	암 판정 결과	실시 전경
8.670km	56.4	137.5	경암	
8.700km	57.4	143.9	경암	
8.720km	57.1	141.8	경암	
검토의견	·암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 56.4~57.4로 측정되었으며, 추정강도는 137.5~143.9㎫로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이며 초기점검은 미실시 한 것으로 확인되었다.

【표 7.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(㎫)	암 판정 결과
초기점검	–	–	–	–
금회	8.670km	56.4	137.5	경암
	8.700km	57.4	143.9	경암
	8.720km	57.1	141.8	경암

7.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

금회 구간분할 및 조사위치 선정에 따라 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였으며, 조사결과는 다음과 같다. 식생공으로 인한 조사불가구간은 17년 깎기비탈면 현황도 보고서를 참고하여 추가 작성하였다.

절리경사/방향 측정	거칠기 측정	틈새 측정

【그림 7.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 7.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1(현장조사)	Set 2(현황도 보고서 참고)	Set 3(현황도 보고서 참고)
방향성	66/110	84/130	52/115
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	3~10	3~10	3~10
틈새(mm)	1.0~5.0	1.0~5.0	0.1~1.0
거칠기	약간거침	약간거침	매끄러움
충진물질	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만
풍화도	M.W	M.W	M.W

7.4 상태평가

7.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 190m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 1구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~3으로 표기하였다.

【표 7.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	8.630~8.820km	190m	암반사면	Set1, Set2, Set3

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면(2019.09, 한국시설안전공단)” 의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 7.4.2]에 수록하였다.

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

【표 7.4.2】 비탈면 분류결과

(㎫=10.2kg/㎠)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\,depth}{Slope\,height}=\frac{6.0}{34.6}=0.173$로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10㎫	반발경도측정결과 137.5~143.9㎫으로 10㎫이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\,size \in dex}{Slope\,height}=\frac{0.6}{34.6}=0.017$로 0.01초과	절리암반	

7.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 7.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	오창절토12		표번호	[표 7.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	8.630~8.820km	
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	2020. 10. 14		조사자	장 진 원	

【표 7.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	오창절토12		표번호	[표 7.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	8.630~8.820km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	130° - 170° = -40°	1		
1-6		절리경사-사면경사	84° - 63° = 21°	0		
1-7		절리상태	보통	3		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	45°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	79.3㎜(청주, 07월 13일)	3	3	
		지하수위	-	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2020. 10. 14		조사자	장 진 원		

나. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.13로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

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

【표 7.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			오창절토12				표번호
근거표번호			[표 7.4.3], [표 7.4.4]				[표 7.4.7]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	1	b	10	f2=0.19	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					10	F=0.13	A
상태평가결과	○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 10 / 52 = 0.19 ○상태평가등급(F) : 10 / 76 = 0.13						

【표 7.4.8】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
오창절토12	0.13	A	0.13	A

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이며 초기점검은 미실시 한 것으로 확인되었다.

【표 7.4.9】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	-	-	
금회	0.13	B	

7.5 종합평가 및 안전등급 지정

7.5.1 종합평가 결과

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

【표 7.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		오창절토12		표 번 호	【표 7.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.13	A	근거표번호	【표 7.4.7】
	–	–	–	–	–
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.13	A	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : A			

7.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 절토사면의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 **“A등급”**으로 지정하였다.

【표 7.5.2】 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

7.6 보수·보강 및 유지관리방안

7.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 7.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
사면부	세굴(현재양호)	주의관찰	5.00	7.50	-	-	-	-
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	9.00	13.50	m	19	257	3
	소단배수로 시공불량	단면보수	12.50	18.75	㎡	185	3,469	3
	소단배수로 체수	정비	15.00	22.50	㎡	10	225	3
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	0		0			3,951	
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0			1,976	
	합계	0		0			5,927	
개략공사비 총계(천원)		5,927						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

7.6.2 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 7.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사면부	· 세굴 → 기존 점검시 우수유입에 의한 세굴이 발생된 것으로 확인되었으나, 금회 점검시 현재 상태는 양호한 것으로 조사됨. 기 손상부의 경우 추후 집중호우 등의 우수 유입시 추가 손상이 발생될 수 있으므로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요함	
배수시설	· 배수로 균열 및 체수 → 균열부 및 체수에 대한 보수가 필요하며, 보수 후에도 재 손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 등의 유지관리가 필요	
보호시설	· 현재 상태 양호 → 현재 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리를 실시	

7.7 종합결론

7.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 보통풍화(MW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이며, 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부는 1개소가 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 필요하다. 사면부는 전반적으로 양호한 상태나 일부구간 발생된 세굴의 경우 주의관찰이 필요하다. 소단배수로에 횡방향 균열 및 시공불량, 체수가 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 56.4~57.4로서 추정강도 137.5~143.9㎫로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.13로서 평가결과는 “A”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 절리상태로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”로 지정하였다.

7.7.2 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.

7.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 사면부 일부구간 발생된 세굴의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
- 소단배수로 균열부 및 체수에 대한 보수가 필요하며, 보수 후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 등의 유지관리가 필요하다.

7.7.4 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.