

대전지방국토관리청

옥산~오창 고속도로 민간투자사업

꺾기비탈면 현황도 보고서

꺾기비탈면 : STA.0+340~0+790 서오창IC Ramp-C 우안

작성기관 : (주)에스알이앤씨

2017. 12.



제 출 문

옥산오창고속도로주식회사 귀하

귀사와 계약 체결한 “옥산~오창 고속도로 민간투자사업 중 깎기비탈면 현황도 작성(STA.0+340~0+790 서오창 IC Ramp-C 우안)”에 대한 과업을 과업지시서에 의거 성실히 수행 완료하고 그 성과를 본 보고서로 제출합니다.

2017. 12.

서울특별시 종로구 종로 33
GS건설
대표이사 임병용

과업 참여진

▶ 책임기술자

정 석 열 (토질 및 기초 기술사)

▶ 참여기술자

오 세 웅 (지질 및 지반 기술사)

송 진 영 (고급기술자)

김 도 선 (공 학 석 사)

이 용 민 (초급기술자)

김 한 일 (초급기술자)

정 송 희 (초급기술자)

전 상 수 (초급기술자)

대전광역시 유성구 학하북로 53-23

주식회사 에스알이앤씨

대표이사 정 석 열

목 차

1. 과업의 개요	1
1.1 과업의 목적	1
1.2 과업의 범위 및 내용	2
1.3 과업 수행 기간	2
2. 현장 개요	3
2.1 과업구간 위치	3
2.2 주변지형 특성	3
2.3 지질 개요	4
3. 구간별 깎기비탈면 현황	6
3.1 깎기비탈면	6
가. 주변지형	6
나. 깎기비탈면 현황	6
다. 전경 사진	8
라. 측면 사진	9
4. 깎기비탈면 현황도	10
5. 세부 설명	15
5.1 STA.0+700~0+790	18
5.2 STA.0+660~0+700	20

5.3 STA.0+630~0+660	23
5.4 STA.0+610~0+630	25
5.5 STA.0+550~0+610	27
5.6 STA.0+510~0+550	30
5.7 STA.0+340~0+510	32
 6. 비탈면 적용 대책공법 및 필요공법	 33
6.1 적용 대책공법	33
6.2 필요공법	33
 7. 총 평	 34

부록.

깎기비탈면현황도 작성 사용기호

불연속면 특성의 공학적 분류

1. 깎기비탈면 전경사진
2. 깎기비탈면 현황도
3. 깎기비탈면 구간별 평면도
4. 깎기비탈면 구간별 종단면도
5. 깎기비탈면 구간별 횡단면도
6. 깎기비탈면 구간별 세부사진
7. 깎기비탈면 체크리스트

그림 목차

그림 1. 조사대상 깎기비탈면 위치도	3
그림 2. 조사대상 깎기비탈면 지질도	4
그림 3. 깎기비탈면 시점부 측면사진	9
그림 4. 깎기비탈면 종점부 측면사진	9
그림 5. 수목의 기울어짐 및 포행	15
그림 6. 상부 경작지(1) 0+340~0+610	15
그림 7. 상부 경작지(2) 0+340~0+610	16
그림 8. 산마루배수구 설치	16
그림 9. 압성토 시공	17
그림 10. 세편화된 암석	17
그림 11. A 영역에 발달한 불연속면	18
그림 12. A 영역에 발달한 불연속면	19
그림 13. A 영역 상세사진 (세편화된 암석)	19
그림 14. B 영역에 발달한 불연속면	20
그림 15. B 영역에 발달한 불연속면	21
그림 16. B 영역에 발달한 불연속면	21
그림 17. B 영역에 발달한 불연속면	22
그림 18. B 영역 상세사진 (세편화된 암석)	22
그림 19. C 영역에 발달한 불연속면	23
그림 20. C 영역에 발달한 불연속면	24
그림 21. C 영역에 발달한 불연속면	24
그림 22. C 영역 상세사진 (세편화된 암석)	25
그림 23. D 영역에 발달한 불연속면	26
그림 24. D 영역에 발달한 불연속면	26
그림 25. D 영역 상세사진 (세편화된 암석)	27
그림 26. E 영역에 발달한 불연속면	28

그림 27. E 영역에 발달한 불연속면	28
그림 28. E 영역 상세사진 (세편화된 암석)	29
그림 29. E 영역 상세사진 (세편화된 암석 및 지하수 유출)	29
그림 30. F 영역에 발달한 불연속면	30
그림 31. F 영역에 발달한 불연속면	31
그림 32. F 영역 상세사진 (세편화된 암석)	31
그림 33. G 영역 상세사진 (토사유실 및 우류침식)	32
그림 34. G 영역 상세사진 (압성토 시공)	33

표 목차

표 1. 지질 계통표	5
표 2. 주변지형 및 상부자연비탈면현황	6
표 3. 깎기비탈면 조사영역별 기본현황	7

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 옥산~오창 고속도로 민간투자사업 구간 내에 분포하는 깎기 비탈면 현장의 현황도(Face Map)를 작성하는 것이다.

국내의 경우 전국토의 2/3 이상이 산악지로 구성되어 있어 각종 토목공사에 따른 깎기 비탈면의 발생은 필연적이다. 또한 기상특성상 장마기의 집중강우와 사계절반복에 의한 동결융해 작용으로 토층 이동현상과 암 블록 이완현상에 의한 깎기 비탈면의 붕괴가 많이 발생하고 있는 실정이다. 최근에는 지역적 집중강우에 의해 깎기 비탈면의 붕괴가 더욱 빈번하게 발생하고 있으며, 인명 및 재산피해를 초래하고 있다. 따라서 산업 발전과 더불어 산지를 이용하는 국가기간 도로망의 개설 또는 확장 등의 개발에 있어 깎기 비탈면의 안정성 확보의 중요성이 증대되고 있으며, 이러한 깎기 비탈면의 안정성은 도로 시설의 운영 및 이용의 안전성과도 연관된다.

현재 국토교통부는 전국 일반국도에 분포하고 있는 모든 깎기 비탈면의 현황자료를 데이터베이스로 구축하여 유지관리에 적극 활용하고 있다. 최근 도로의 선형을 직선화하는 개량사업이 활발히 추진됨에 따라 새로운 깎기 비탈면이 지속적으로 생겨나고 있으며, 새로운 비탈면에 대한 데이터 수집이 요구된다. 그러나 최근 조성되는 깎기 비탈면은 친환경적 차원의 방안으로 표면부 녹화공법의 적용 빈도가 매우 높다. 따라서 비탈면 녹화 등의 원인으로 도로공사 준공 후 조사가 불가능한 원지반 및 지질 특성에 대한 자료를 시공 단계에서 수집하는 것이 바람직하며, 본 과업의 목적 또한 여기에 있다. 수집된 자료는 데이터베이스에 전산화되어 관리됨으로써 향후 유지관리 및 보수, 보강시 안정성 평가의 기초 자료로 활용될 것이다.

1.2 과업의 범위 및 내용

본 과업은 옥산~오창 고속도로 민간투자사업 구간 내에 조성되고 있는 깎기 비탈면을 대상으로 한다. 조사자가 직접 현장을 방문하여 육안 관찰 및 정밀조사를 실시하여 비탈면 안정성에 영향을 미치는 주변지형 및 지질특성을 파악하였다. 국토교통부 도로운영과에서 제시하고 있는 깎기 비탈면 현황도 작성 요령을 숙지하고 정해진 형식에 따라 조사대상 깎기 비탈면의 현황도를 작성하였다. 작성된 현황도는 대표적인 구간에 있어서 영역을 구분하고, 각 영역별로 암질, 풍화도, 불연속면 특성, 위험인자 등을 기입하였다. 현황도에 표현하지 못한 깎기 비탈면 안정성과 관련된 주요 특징들은 사진자료를 첨부하여 각 영역별 세부설명을 기재하였다.

○ 공 사 명 : 옥산~오창 고속도로 민간투자사업

○ 과 업 구 간 : STA.0+340~0+790 서오창IC Ramp-C 우안



○ 과업수행내용 : 주변지형 및 지질특성 파악

현황도 작성

불연속면 자료 수집

사진자료 수집

1.3 과업 수행 기간

○ 2015. 04. ~ 2018. 01.

2. 현장 개요

2.1 과업구간 위치

○ 행정지명 : 충청북도 청주시 청원구 오창읍 성산리



【그림 1】 조사대상 깎기비탈면 위치도

2.2 주변지형 특성

본 조사지역은 충청북도 서남단에 위치하며, 청주시 흥덕구 옥산면 수락리부터 청원구 오창읍 도암리에 위치하고 있다. 본 조사지역의 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($\Delta 385.0\text{m}$), 매봉산($\Delta 209.5\text{m}$)의 경우 비교적 높은 고도로 발달하는 반면 노선구간 주변의 뚝대산($\Delta 177.1\text{m}$), 상봉산($\Delta 196.3\text{m}$)경우 비교적 낮은 고도로 발달하고 있다.

본 조사지역의 수계는 시점부에서 병천천, 용두천, 성재천, 화산천이 종점부에서 송대천, 미호천이 발달하여 병천천, 용두천, 화산천, 송대천은 노선과 교차하는 수계에 해당한다. 주수계는 사행하천으로 발달하고, 대부분의 하천이 수지상으로 발달되어있다. 시점부와 중앙부의 경우 중밀도의 수계망을 보이며, 종점부로 갈수록 저밀도의 수계망을 보인다.

2.3 지질 개요

S = 1:50,000



【그림 2】 조사대상 깎기비탈면 지질도

본 조사지역의 지질은 주로 선캄브리아기의 흑운모편마암류를 기반암으로 이를 관입한 쥬라기의 반심성 화강암류와 이들을 관입한 암맥류가 산재하며, 이를 제4기 충적층이 부정합으로 피복하고 있다. 편마암은 호상흑운모편마암이 우세하며 화강암질흑운모편마암 및 안구상 흑운모편마암 등이 일부 관찰된다.

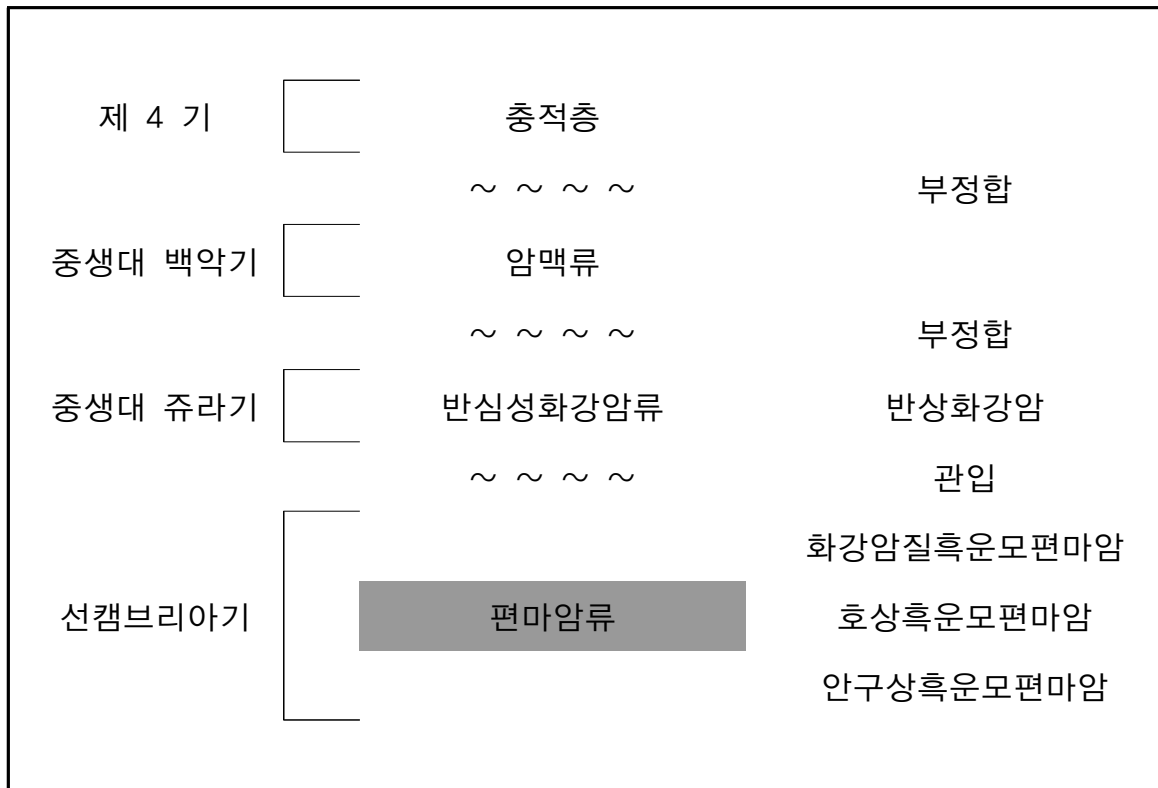
호상흑운모편마암은 석영, 장석, 흑운모가 우세하며, 2~3cm 두께의 우흑대와 우백대가 교호하는 엽리구조가 발달 되어있다.

화강암질 흑운모편마암은 흑운모는 신장되어 엽리상의 구조가 발달하며 화강암과 조성과 구조가 유사한 중립 내지 조립질이다.

안구상 흑운모편마암은 석영, 흑운모, 사장석 등으로 구성되며, 화성기원의 변성암에 해당 된다. 노선구간에 분포하는 암석 중 가장 신선한 상태를 보인다.

쥬라기 반심성 화강암류는 반상화강암이 괴상으로 지표에 노출되어 노두는 풍화되어 신선한 상태의 암반을 관찰할 수 없고 대부분 모암의 구조를 보여주는 풍화암 내지 풍화토로 분포된다.

【표 1】 지질 계통도



3. 구간별 깎기 비탈면 현황

3.1 깎기 비탈면

가. 주변지형

【표 2】 주변지형 및 상부 자연 비탈면 현황

주변지형의 특성	• STA.0+340~0+790 서오창IC Ramp-C 우안 • 구릉 지형	
상부자연비탈면	경 사	-27 ~ 18°
	인장균열	무
	포행흔적	유
	수목의 기울어짐	유
	인공구조물	무
	산마루 배수구	유
	계곡부 유무	무
토층 심도	7.0 m 이하	

나. 깎기비탈면 현황

본 깎기 비탈면은 STA.0+340~0+790 우안에 위치한 연장 450m, 최대높이 33.3m, 경사/경사방향이 29~63/322~355인 혼합비탈면이다. 소단은 5개소이며, 비탈면의 깎기 경사도는 토사 1:1.2~1.8, 리핑 1:1.0~1.2, 발파 1:0.5으로 시공되어 있다.

깎기 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있는 상태이다. 상부 자연비탈면의 경사는 -27 ~ 18° 의 구릉 지형으로 형성되어 있다. 포행 및 수목의 기울어짐 현상이 관찰되나, 인장균열 등의 붕괴 전후 현상은 관찰되지 않았다.

비탈면 전체적으로 세편화된 암석이 다량 관찰되며, 일부구간 지하수 유출이 관찰된다. 또한, 압성토(STA.0+340~0+580 중하단부)에 시공되어 있다.

본 깎기 비탈면은 풍화의 정도와 절리면들의 상태, 우류에 의한 세굴 및 소단유실 등을 기준으로 총 7개 영역으로 나누어 조사를 실시하였으며, 기타 자세한 사항은 첨부한 현황도에 도시화하여 나타내었다.

【표 3】 깎기 비탈면 조사 영역별 기본 현황

영역	소단	구간	경사도	풍화도	암종	비고
A	3	STA.0+700~0+790	1:0.5~1.5	M.W.~H.W.	호상흑운모 편마암	불연속면 발달 세편화된 암석
B	3	STA.0+660~0+700 하단부	1:0.5~1.5	M.W.	호상흑운모 편마암	불연속면 발달 세편화된 암석
C	2	STA.0+630~0+660 하단부	1:0.5~1.0	M.W.	호상흑운모 편마암	불연속면 발달 세편화된 암석
D	3	STA.0+610~0+630 중단부	1:0.5~1.2	M.W.	호상흑운모 편마암	불연속면 발달 세편화된 암석
E	3	STA.0+550~0+610 상단부	1:1.0~1.5	M.W.~H.W.	호상흑운모 편마암	불연속면 발달 세편화된 암석 지하수 유출
F	3	STA.0+510~0+550 하단부	1:0.5~1.2	H.W.	호상흑운모 편마암	불연속면 발달 세편화된 암석
G	2	STA.0+340~0+510 상단부	1:1.0~1.5	C.W.	호상흑운모 편마암	토사유실 및 우류침식

다. 전경 사진

-1차조사 (2017-03-30)



-2차조사 (2017-05-26)



라. 측면 사진

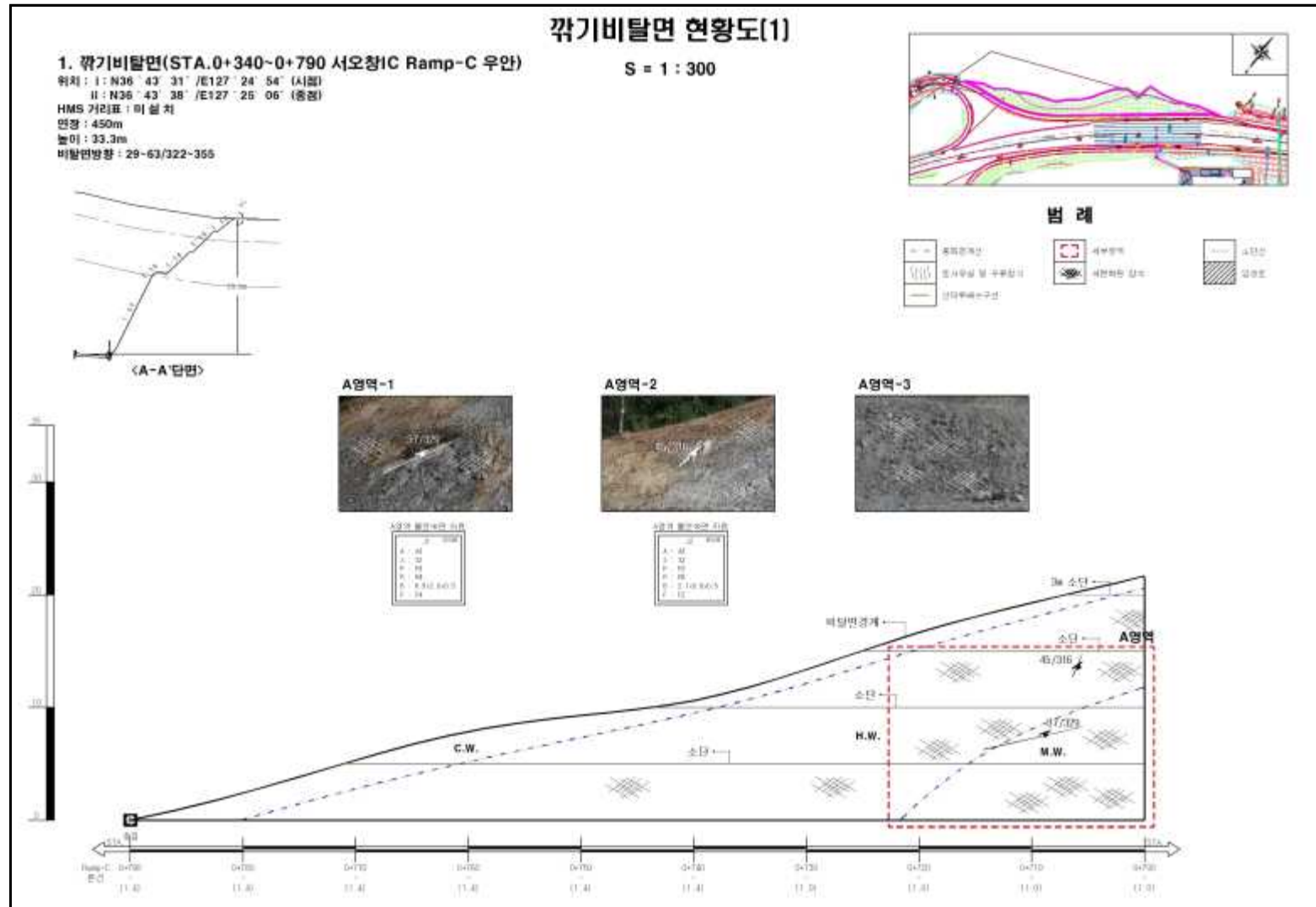


【그림 3】 깎기비탈면 시점부 측면 사진



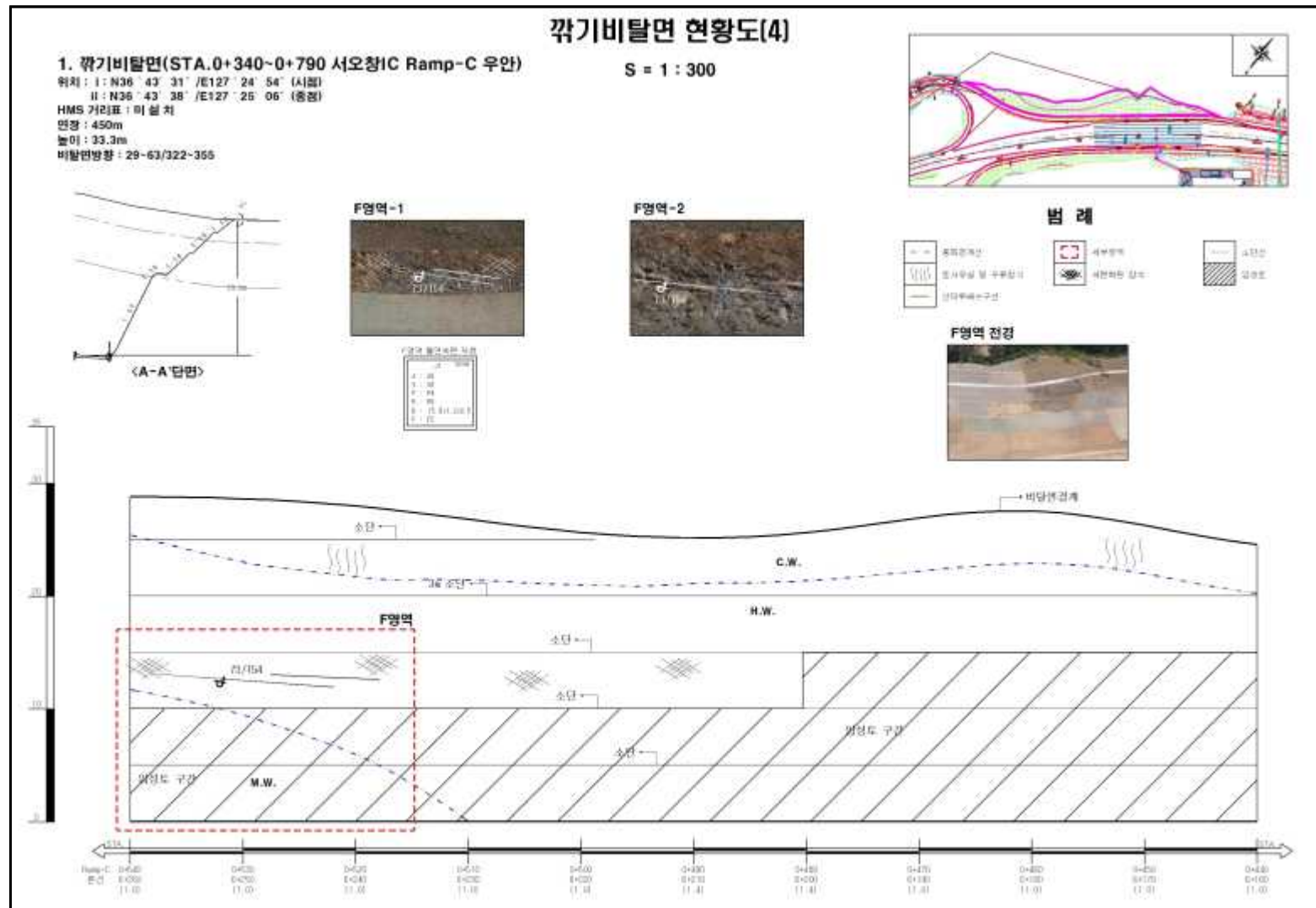
【그림 4】 깎기비탈면 종점부 측면 사진

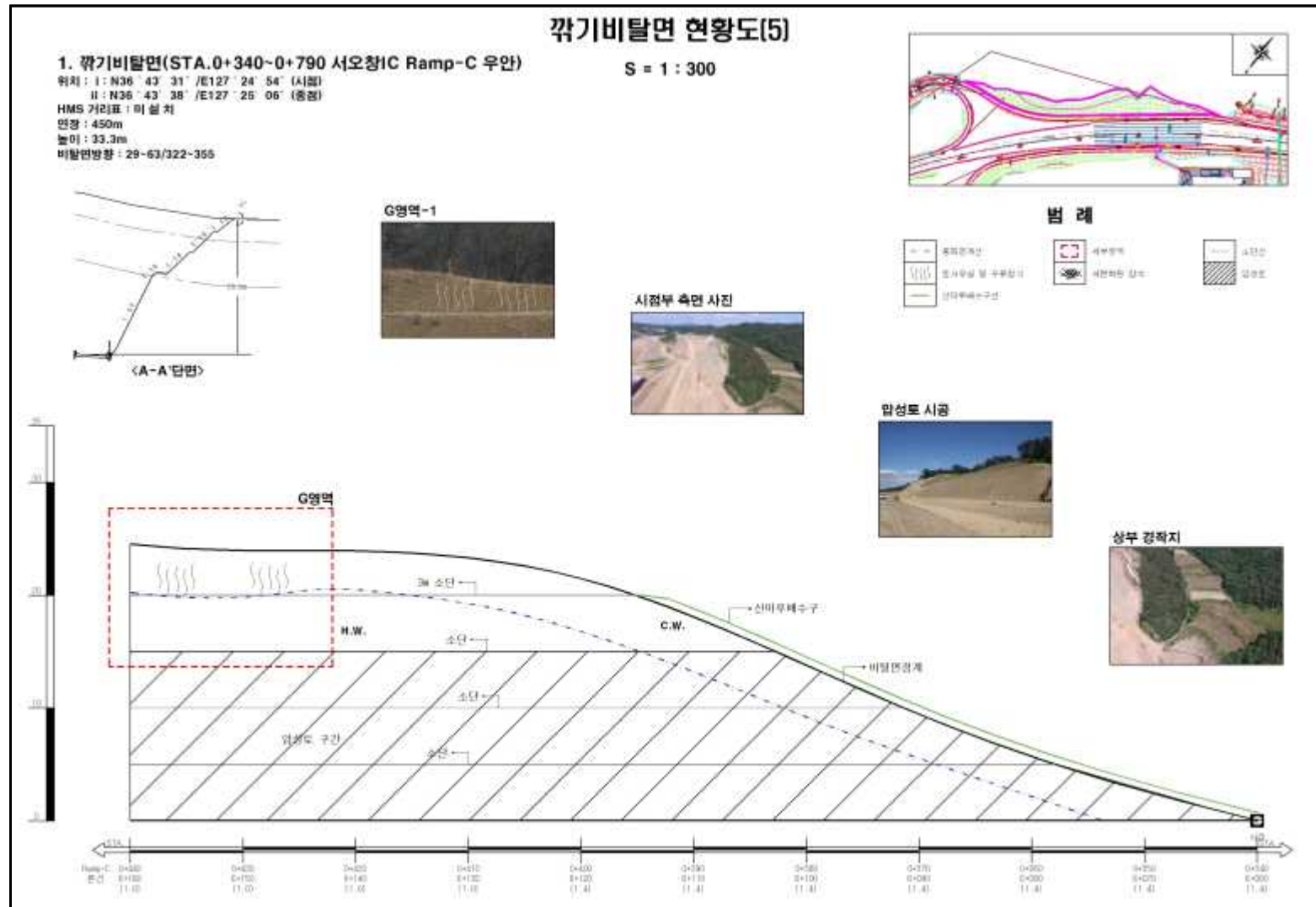
4. 깎기비탈면 현황도











5. 세부 설명

조사대상 깎기비탈면의 세부적인 특징을 각 영역별로 살펴보면 다음과 같다.



【그림 5】 수목의 기울어짐 및 포행



【그림 6】 상부 경작지(1) STA.0+340~0+610



【그림 7】 상부 경작지(2) STA.0+340~0+610



【그림 8】 산마루배수구 설치



【그림 9】 압성토 시공



【그림 10】 세편화된 암석

5.1 STA.0+700~0+790

STA.0+700~0+790 구간에서 비탈면의 방향은 34~63/346~355이며 구간 내에 A영역이 위치하고 비탈면의 방향은 34~63/346~355을 나타내고 있다. 풍화정도는 보통~심한풍화 상태이다. 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있다. 주변에 발달한 37/329 불연속면 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 3~10m, 거칠기는 평활 상태이며 8.9m×2.0m×0.5m의 규모로 연약한 충전물 5mm이하 협재, 45/316 불연속면의 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 1~3m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 2.1m×0.9m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재되어 있다. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 평면파괴양상이 관찰되며, 세편화된 암석이 관찰된다. 장기간 노출시 외부적인 요인에 의해 풍화가 촉진되면 불연속면 상태 악화 및 세편화된 암석이 소규모 낙석으로 이어질 우려가 있다. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 위해 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단된다.



【그림 11】 A 영역에 발달한 불연속면



【그림 12】 A 영역에 발달한 불연속면



【그림 13】 A 영역 상세사진 (세편화된 암석)

5.2 STA.0+660~0+700

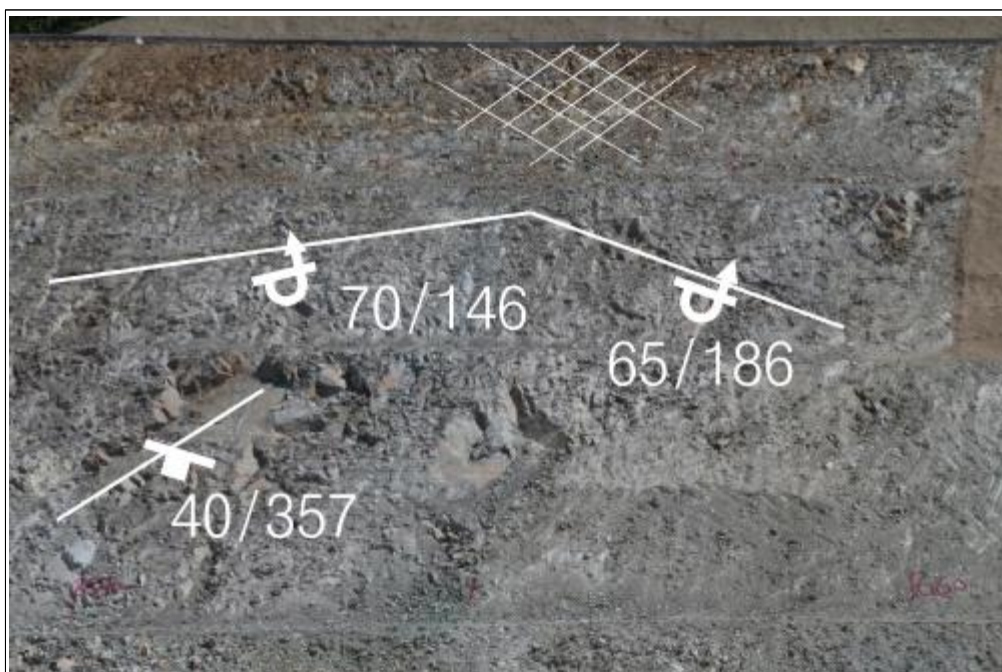
STA.0+660~0+700 구간에 비탈면의 방향은 34~63/334~346이며 구간 내에 B영역은 비탈면 하단부에 위치하고 비탈면의 방향은 34~63/334~346을 나타내고 있으며, 풍화정도는 보통풍화 상태이다. 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있다. 주변에 발달한 53/302 불연속면 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 3~10m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 5.9m×6.1m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재, 51/297 불연속면의 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 3~10m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 2.6m×4.6m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재, 57/291 불연속면의 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 3~10m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 2.6m×7.3m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재, 73/278 불연속면의 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 3~10m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 4.0m×5.5m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재, 40/357 불연속면의 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 10~20m, 거칠기는 평활 상태이며 13.3m×2.3m×0.5m의 규모로 연약한 충전물 5mm이하 협재, 65/186 불연속면의 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 3~10m, 거칠기는 거침 상태이며 7.2m×2.2m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재되어 있다. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 평면 및 전도파괴양상이 관찰되며 불연속면이 조밀하게 발달하고 있다. 또한 불연속면 주변으로 세편화된 암석이 다량 관찰된다. 장기간 노출시 풍화가 촉진되면 세편화된 암석이 소규모 낙석으로 이어질 우려가 있다. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단된다.



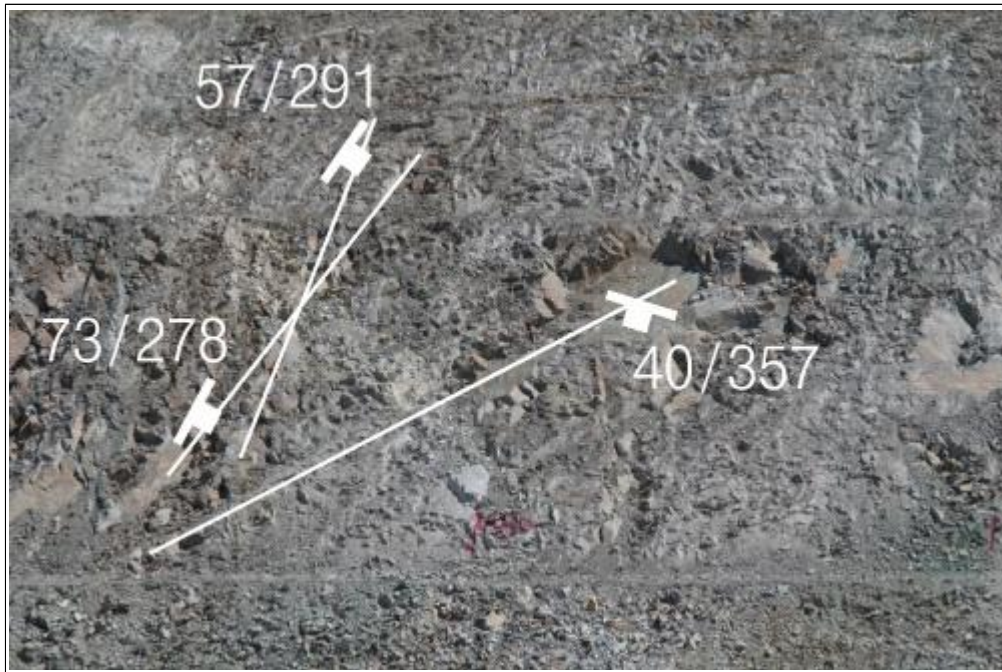
【그림 14】 B 영역에 발달한 불연속면



【그림 15】 B 영역에 발달한 불연속면



【그림 16】 B 영역에 발달한 불연속면



【그림 17】 B 영역에 발달한 불연속면



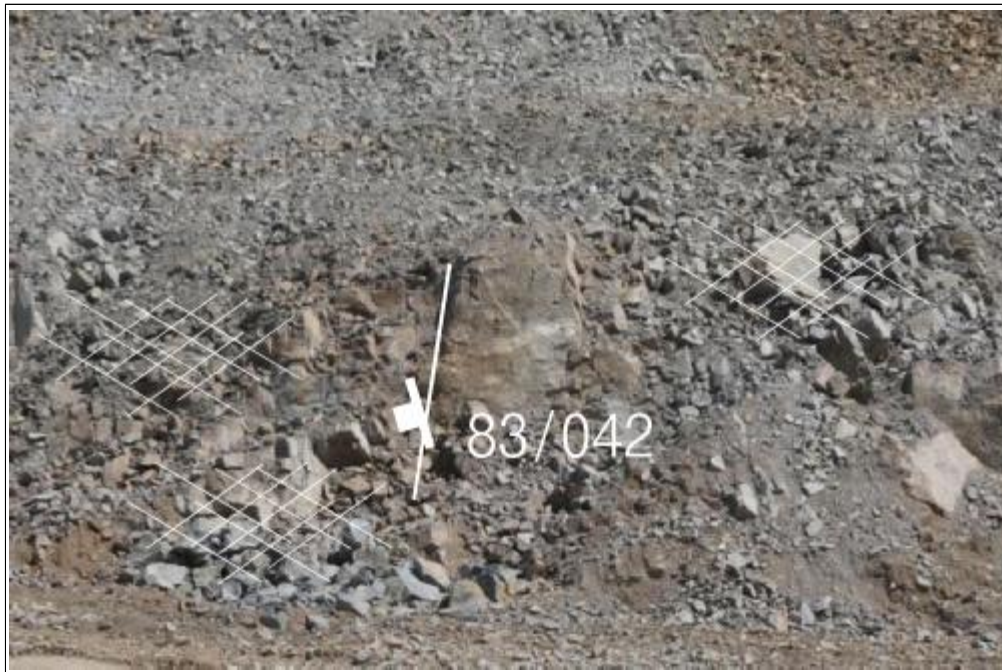
【그림 18】 B 영역 상세사진 (세편화된 암석)

5.3 STA.0+630~0+660

STA.0+630~0+660 구간에 비탈면의 방향은 40~63/326~334이며 구간 내에 C영역은 비탈면 하단부에 위치하고 비탈면의 방향은 40~45/326~334을 나타내고 있으며, 풍화정도는 보통풍화 상태이다. 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있다. 주변에 발달한 66/313 불연속면 특성은 간극 0.0~0.1mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 3~10m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 7.1m×4.0m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재, 83/042 불연속면의 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 3~10m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 0.5m×3.6m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재되어 있다. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 파괴양상이 관찰되지 않으나, 그 주변으로 암편이 탈락된 상태이다. 암편이 탈락된 상태로 장기간 노출시 풍화가 촉진되면 소규모 낙석 발생 등 비탈면 안정성에 문제가 발생할 우려가 있다. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단된다.



【그림 19】 C 영역에 발달한 불연속면



【그림 20】 C 영역에 발달한 불연속면



【그림 21】 C 영역에 발달한 불연속면



【그림 22】 C 영역 상세사진 (세편화된 암석)

5.4 STA.0+610~0+630

STA.0+610~0+630 구간에 비탈면의 방향은 40~63/323~326이며 구간 내에 D영역은 비탈면 하단부에 위치하고 비탈면의 방향은 40~63/323~326을 나타내고 있으며, 풍화정도는 보통풍화 상태이다. 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있다. 주변에 발달한 67/176 불연속면 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 3~10m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 4.2m×3.4m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재되어 있다. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 파괴양상은 관찰되지 않았으나, 불연속면 주변으로 파쇄가 심한 상태이다. 본 영역은 영구 비탈면 구간으로 비탈면의 장기적인 안정성을 위해 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단된다.



【그림 23】 D 영역에 발달한 불연속면



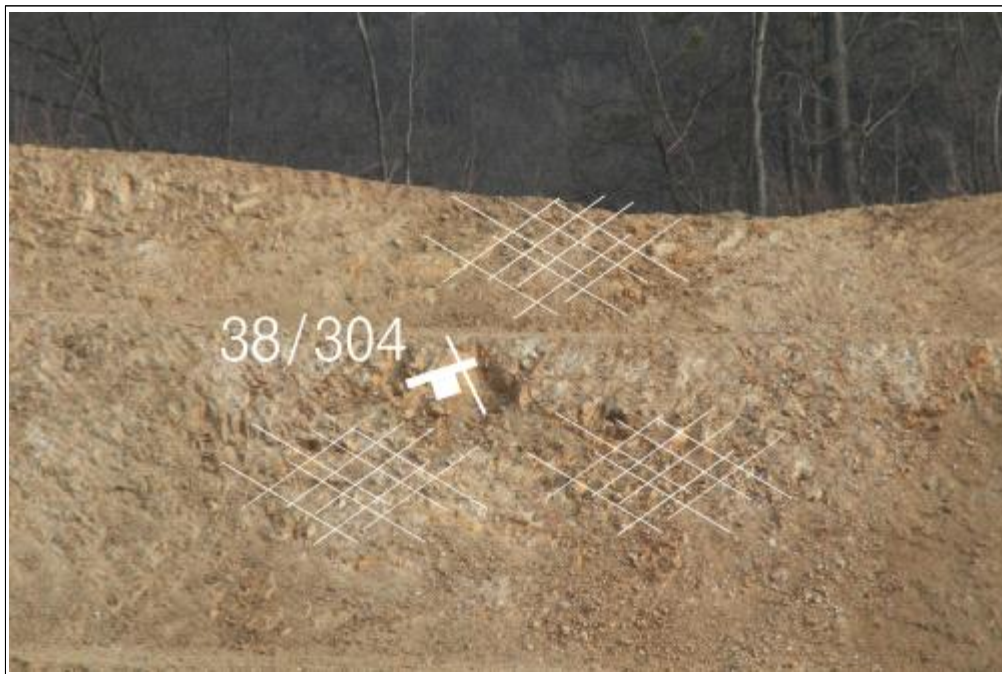
【그림 24】 D 영역에 발달한 불연속면



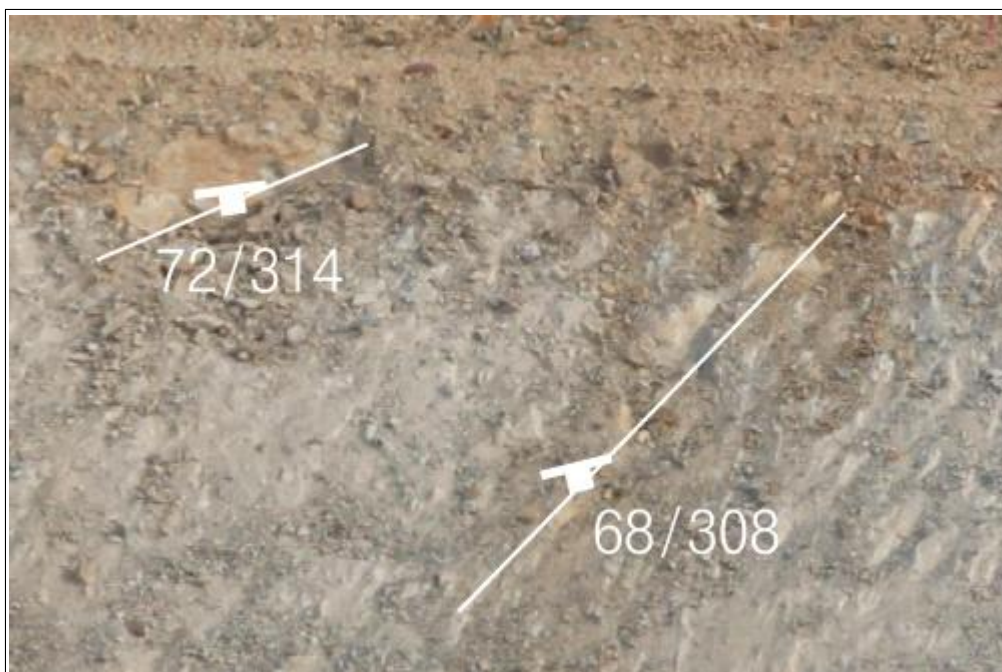
【그림 25】 D 영역 상세사진 (세편화된 암석)

5.5 STA.0+550~0+610

STA.0+550~0+610 구간에 비탈면의 방향은 34~63/322~323이며 구간 내에 E영역은 비탈면 하단부에 위치하고 비탈면의 방향은 34~45/322~323을 나타내고 있으며, 풍화정도는 보통~심한풍화 상태이다. 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있다. 주변에 발달한 38/304 불연속면 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 1~3m, 거칠기는 평활 상태이며 1.2m×1.6m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재, 72/314 불연속면의 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 1~3m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 2.7m×1.1m×0.5m의 규모로 연약한 충전물 5mm이하 협재, 68/308 불연속면의 특성은 간극 0.0~0.1mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 3~10m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 4.3m×3.9m×0.5m의 규모로 연약한 충전물 5mm이하 협재되어 있다. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 파괴양상은 관찰되지 않았으나, 일부 구간 지하수 유출이 관찰된다. 영역 상부는 풍화가 심하게 진행된 상태로 세편화된 암석이 다량 관찰된다. 장기간 노출시 풍화가 촉진되면 세편화된 암석이 소규모 낙석으로 이어질 우려가 있다. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단된다.



【그림 26】 E 영역에 발달한 불연속면



【그림 27】 E 영역에 발달한 불연속면



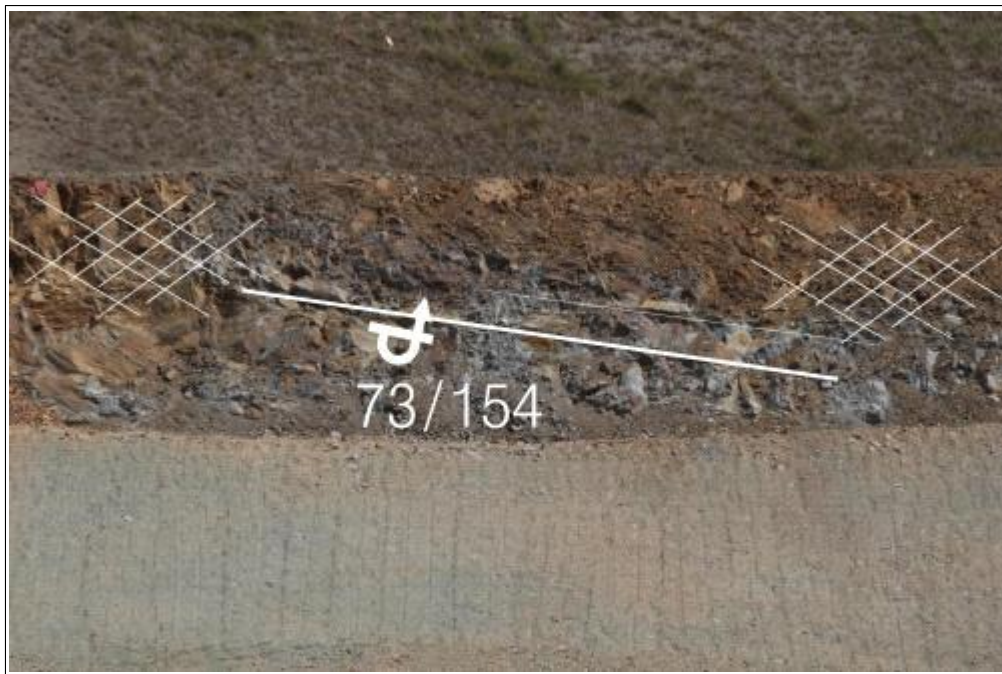
【그림 28】 E 영역 상세사진 (세편화된 암석)



【그림 29】 E 영역 상세사진 (세편화된 암석 및 지하수 유출)

5.6 STA.0+510~0+550

STA.0+510~0+550 구간에 비탈면의 방향은 29~63/322이며 구간 내에 F영역은 비탈면 하단부에 위치하고 비탈면의 방향은 40~63/322을 나타내고 있으며, 풍화정도는 심한풍화 상태이다. 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있다. 주변에 발달한 73/154 불연속면 특성은 간극 0.1~1.0mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 10~20m, 거칠기는 약간 거침 상태이며 15.8m×1.2m×0.5m의 규모로 단단한 충전물 5mm이하 협재되어 있다. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 전도 파괴양상이 관찰되며, 불연속면 주변으로 파쇄가 심한 상태로 세편화된 암석이 관찰된다. 장기간 노출시 풍화가 촉진되면 세편화된 암석이 소규모 낙석등 비탈면 안정성에 문제가 발생할 우려가 있다. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단된다.



【그림 30】 F 영역에 발달한 불연속면



【그림 31】 F 영역에 발달한 불연속면



【그림 32】 F 영역 상세사진 (세편화된 암석)

5.7 STA.0+340~0+510

STA.0+340~0+510 구간에 비탈면의 방향은 29~63/322이며 구간 내에 G영역은 비탈면 상단부에 위치하고 비탈면의 방향은 34~45/322을 나타내고 있으며, 풍화정도는 완전풍화 상태이다. 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있다. 본 영역은 STA.0+340~0+510 구간 중하단부에 압성토가 시공되어 있으며, 일부 토사 구간에 유실 및 우류침식이 관찰된다. 본 비탈면은 영구 비탈면 구간으로 장기간 노출시 외부적인 요인에 의해 풍화가 촉진되면 비탈면 안정성에 문제가 발생할 우려가 있으므로 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단된다.



【그림 33】 G 영역 상세사진 (토사유실 및 우류침식)



【그림 34】 G 영역 상세사진 (압성토 시공)

6. 비탈면 적용 대책공법 및 필요공법

6.1 적용 대책공법

깎기 경사도	적용 대책공법	시공현황
발파 1:0.5	식생공 (STA.0+340~0+680 상단부) 압성토 (STA.0+340~0+580 중하단부)	시공완료 시공완료
리핑 1:1.0~1.5		
토사 1:1.2~1.8		

6.2 필요공법

깎기 경사도	필요공법	선정사유
발파 1:0.5	-	-
리핑 1:1.0~1.5		
토사 1:1.2~1.8		

7. 총 평

- 조사대상 깎기 비탈면은 옥산~오창 고속도로 민간투자사업 구간 내에 분포하는 깎기 비탈면으로 행정 구역상 충청북도 청주시 청원구 오창읍 성산리에 위치함.
- 본 깎기 비탈면은 STA.0+340~0+790 서오창IC Ramp-C 우안에 위치한 연장 450m, 최대 높이 33.3m, 경사/경사방향이 29~63/322~355인 혼합비탈면임.
- 깎기 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 호상흑운모편마암으로 발달하고 있고 풍화정도는 심한풍화~완전풍화의 상태임. 비탈면 전체적으로 세편화된 암석이 다량 관찰되며, 일부구간 지하수 유출이 관찰됨. 또한, 압성토(STA.0+340~0+580 중하단부)에 시공되어 있음.
- 상부자연비탈면의 경사는 $-27 \sim 19^\circ$ 의 구릉 지형으로 형성되어 있음. 포행 및 수목의 기울어짐 현상이 관찰되나, 인장균열 등의 붕괴 전후 현상은 관찰되지 않았음.
- A영역은 STA.0+700~0+790에 위치하여 37/329, 45/316 방향성의 불연속면이 발달하여 있으며 풍화정도는 보통~심한풍화 상태임. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 평면파괴양상이 관찰되며, 세편화된 암석이 관찰됨. 장기간 노출시 외부적인 요인에 의해 풍화가 촉진되면 불연속면 상태 악화 및 세편화된 암석이 소규모 낙석으로 이어질 우려가 있음. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 위해 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.
- B영역은 STA.0+660~0+700 하단부에 위치하여 53/302, 51/297, 57/291, 73/278, 40/357, 70/146, 65/186 방향성의 불연속면이 발달하여 있으며 풍화정도는 보통풍화 상태임. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 평면 및 전도파괴양상이 관찰되며 불연속면이 조밀하게 발달하고 있음. 또한 불연속면 주변으로 세편화된 암석이 다량 관찰됨. 장기간 노출시 풍화가 촉진되면 세편화된 암석이 소규모 낙석으로 이어질 우려가 있음. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.
- C영역은 STA.0+630~0+660 하단부에 위치하여 66/313, 83/042 방향성의 불연속면이 발달하여 있으며 풍화정도는 보통풍화 상태임. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 파괴양상이 관찰되지 않으나, 그 주변으로 암편이 탈락된 상태임. 암편이 탈락된 상태로 장기간 노출시 풍화가 촉진되면 소규모 낙석 발생 등 비탈면 안정성에 문제가 발생할 우려가 있음. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.
- D영역은 STA.0+610~0+630 하단부에 위치하여 67/176 방향성의 불연속면이 발달하여

있으며 풍화정도는 보통풍화 상태임. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 파괴양상은 관찰되지 않았으나, 불연속면 주변으로 파쇄가 심한 상태임. 본 영역은 영구 비탈면 구간으로 비탈면의 장기적인 안정성을 위해 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.

- E영역은 STA.0+550~0+610 하단부에 위치하여 38/304, 72/314, 68/308 방향성의 불연속면이 발달하여 있으며 풍화정도는 보통~심한풍화 상태임. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 파괴양상은 관찰되지 않았으나, 일부 구간 지하수 유출이 관찰됨. 영역 상부는 풍화가 심하게 진행된 상태로 세편화된 암석이 다량 관찰됨. 장기간 노출시 풍화가 촉진되면 세편화된 암석이 소규모 낙석으로 이어질 우려가 있음. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.
- F영역은 STA.0+510~0+550 하단부에 위치하여 73/154 방향성의 불연속면이 발달하여 있으며 풍화정도는 심한풍화 상태임. 주변에 발달한 불연속면의 방향성 및 특성을 고려한 결과 불연속면 방향성에 의한 전도파괴양상이 관찰되며, 불연속면 주변으로 파쇄가 심한 상태로 세편화된 암석이 관찰됨. 장기간 노출시 풍화가 촉진되면 세편화된 암석이 소규모 낙석등 비탈면 안정성에 문제가 발생할 우려가 있음. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.
- G영역은 STA.0+510~0+550 상단부에 위치하며 풍화정도는 완전풍화 상태임. 본 영역은 STA.0+340~0+510 구간 중하단부에 압성토가 시공되어 있으며, 일부 토사 구간에 유실 및 우류침식이 관찰됨. 본 비탈면은 영구 비탈면 구간으로 장기간 노출시 외부적인 요인에 의해 풍화가 촉진되면 비탈면 안정성에 문제가 발생할 우려가 있으므로 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위한 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.
- 위 내용을 종합하여 보면 본 비탈면은 불연속면 주변으로 파쇄가 심하며 세편화된 암석이 다량 관찰됨. 일부구간 지하수 유출이 관찰됨. 장기간 노출시 외부적인 요인에 의해 풍화가 촉진되면 불연속면 상태 악화 및 세편화된 암석이 소규모 낙석으로 이어질 우려가 있음. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위해 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.

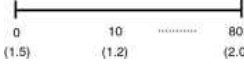
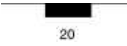
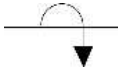
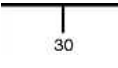
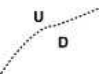
부 록

깎기비탈면현황도 작성 사용기호

불연속면 특성의 공학적 분류

1. 깎기비탈면 전경사진
 2. 깎기비탈면 현황도
 3. 깎기비탈면 구간별 종단면도
 4. 깎기비탈면 구간별 횡단면도
 5. 깎기비탈면 구간별 세부사진
 6. 깎기비탈면 체크리스트
-

깎기비탈면 현황도(Face map) 작성 사용기호

기호	대상	비고	기호	대상	비고
	연장 (이격거리)		S : S3	불연속면 간격	
	높이		P : P4	불연속면 연장성	
M.W.	풍화도		R : R5	불연속면 거칠기	
	절리 (20 : 경사)		B : 2×2×1	암괴의 크기	
	역전된 절리		F : F2	불연속면 충진물질	
	층리 (30 : 경사)		 damp	누수정도	
	엽리 (45 : 경사)			붕괴부	
	단층 (U ; 상반 D ; 하반)			슬라이딩	
	습곡(향사)			동굴	
	습곡(배사)			식생	
A : A2	불연속면 틈 간극			붕괴가능지역	

<부록 그림 1> 현황도에 사용되는 기호

불연속면 특성의 공학적 분류

- 방향성 : 방향성은 경사/경사방향으로 표시한다.
- 간극(Aperture) : 틈 게이지(Aperture gauge)를 이용하여 측정한 간극을 기호로서 표기한다.

구분(mm)	기호
0	A1
0.0~0.1	A2
0.1~1.0	A3
1.0~5.0	A4
>5.0	A5

- 간격(Spacing) : 불연속면의 간격은 불연속면군을 이루는 불연속면의 수직 거리로, 절리를 직접 잴 수 없는 경우에는 시추코어를 사용하여 추정하며, 절리간격은 다음과 같은 값의 범위로 표기한다.

구분(m)	기호
>2.0	S1
0.6~2.0	S2
0.2~0.6	S3
0.06~0.2	S4
<0.06	S5

- 연장성(Persistence) : 불연속면이 연장되는 크기를 기호로서 표기한다.

구분(m)	기호
<1	P1
1~3	P2
3~10	P3
10~20	P4
>20	P5

- 거칠기(Roughness) : 불연속면의 거친 정도를 기호로서 표기한다.

구분	기호
매우거침(Very rough)	R1
거침(rough)	R2
약간거침(slightly rough)	R3
평활(Smooth)	R4
활면(slickensided)	R5

- 암괴의 크기(Block Size) : 암괴의 크기는 불연속면군의 수, 불연속면 간격 및 연장성에 의해 결정되며, 현황도상의 표기는 (가로×세로×높이)로서 기재한다.
- 충전물질(Filling material) : 불연속면의 인접 암괴 벽면을 분리시키고 있는 물질에 대해 기술하는 것으로 점토, 사질토, 단층점토, 방해석, 단층각력 등의 존재 여부와 두께를 기호로 표시한다.

구분(mm)			기호
없음			F1
있음	단단한 충전물 (Hard filling)	<5mm	F2
		>5mm	F3
	연약한 충전물 (Soft filling)	<5mm	F4
		>5mm	F5

- 누수정도 : 불연속면 내 지하수의 누수 정도를 습윤(Damp), 젖음(Wet), 흐름(Flow)의 3단계로 구분하여 기호로 기재한다.

용어	정의	기호
습윤 (Damp)	불연속면 내 이끼 축적 가 자생하여 한 상태	● damp
젖음 (Wet)	불연속면 내 지하 수로 인하여 젖어 있는 상태	● wet
흐름 (Flow)	불연속면 내 지하 수가 누수되고 있는 상태	● flow

1. 깎기비탈면 전경사진

-1차전경 (2017-03-30)



-2차전경 (2017-05-26)



측면사진

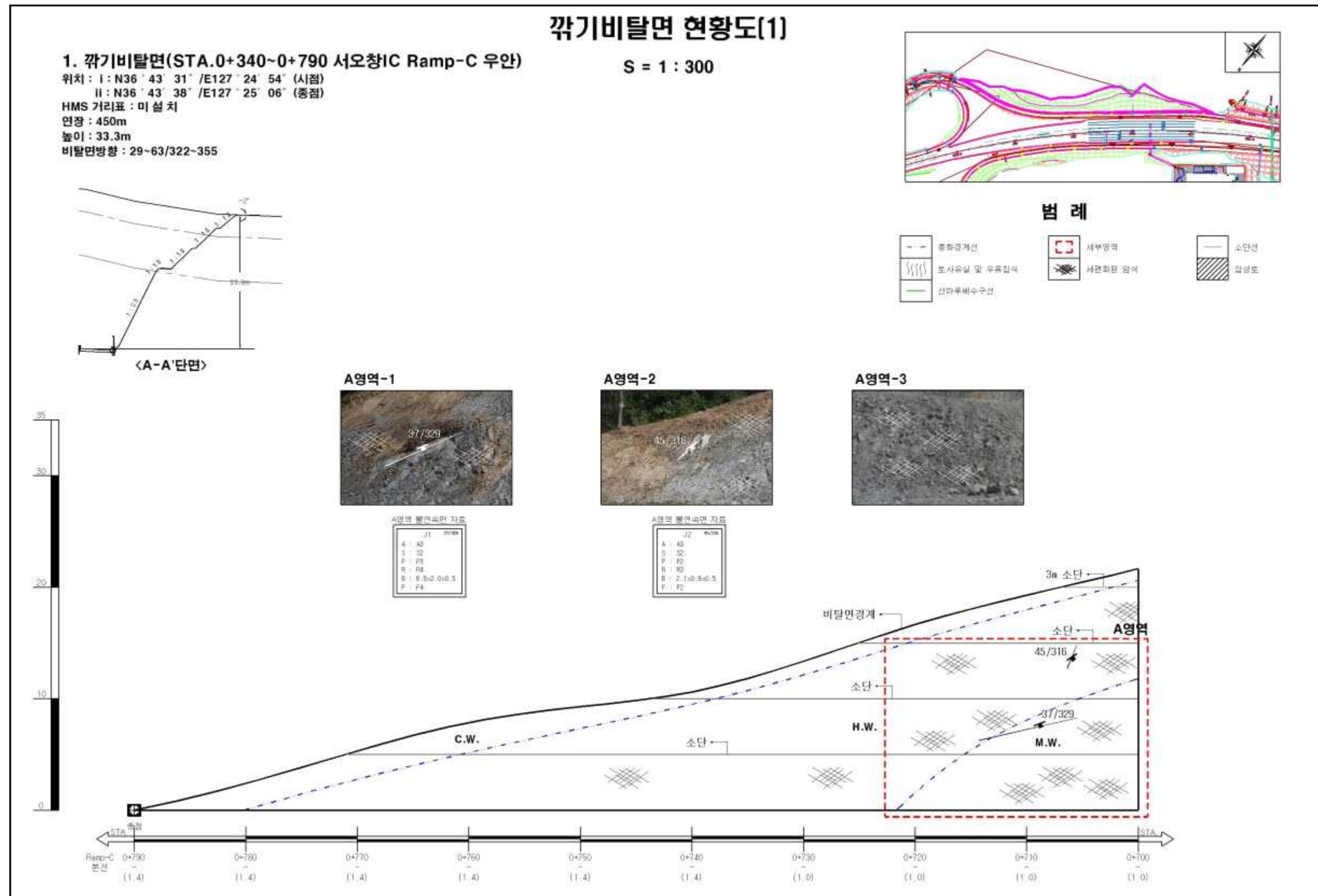
- 시점부

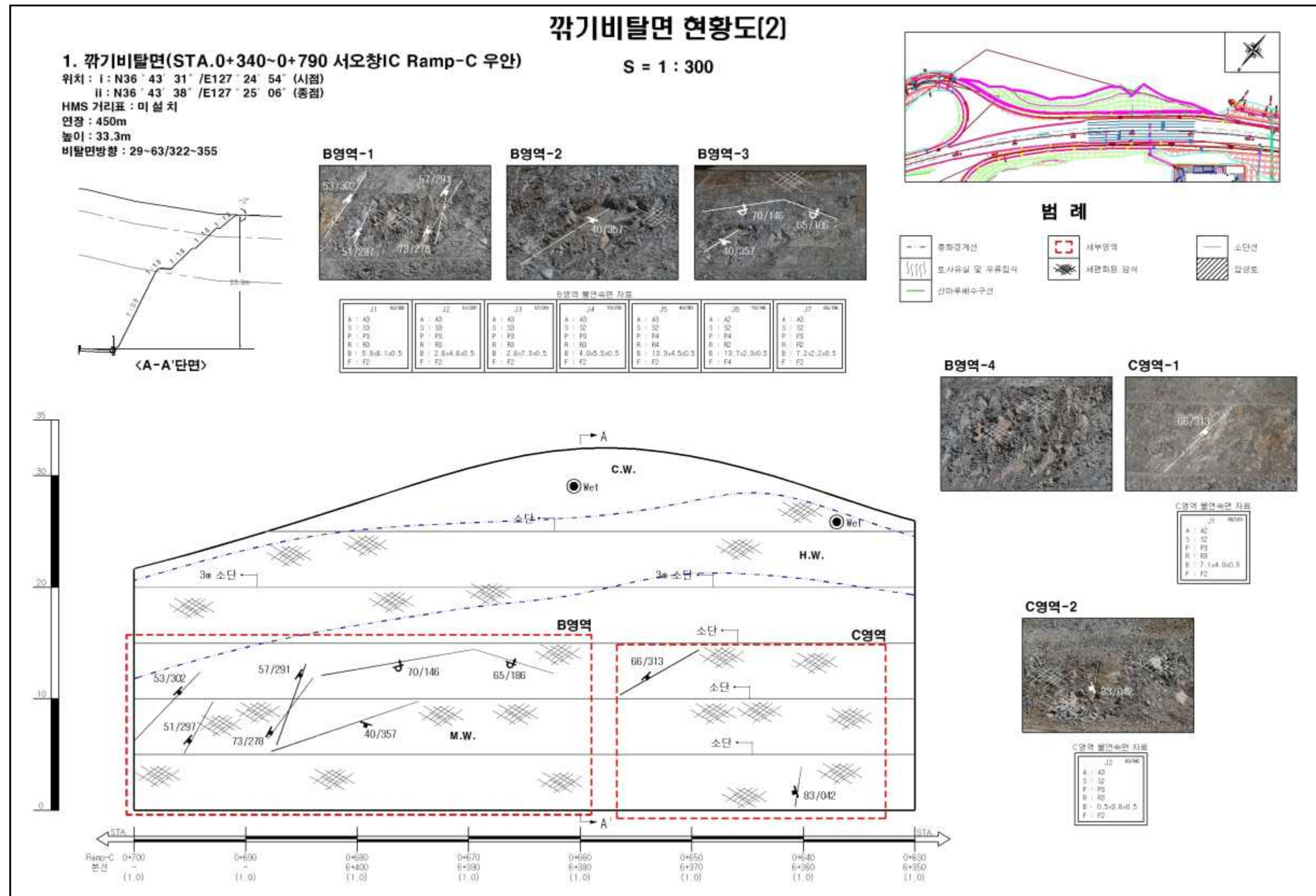


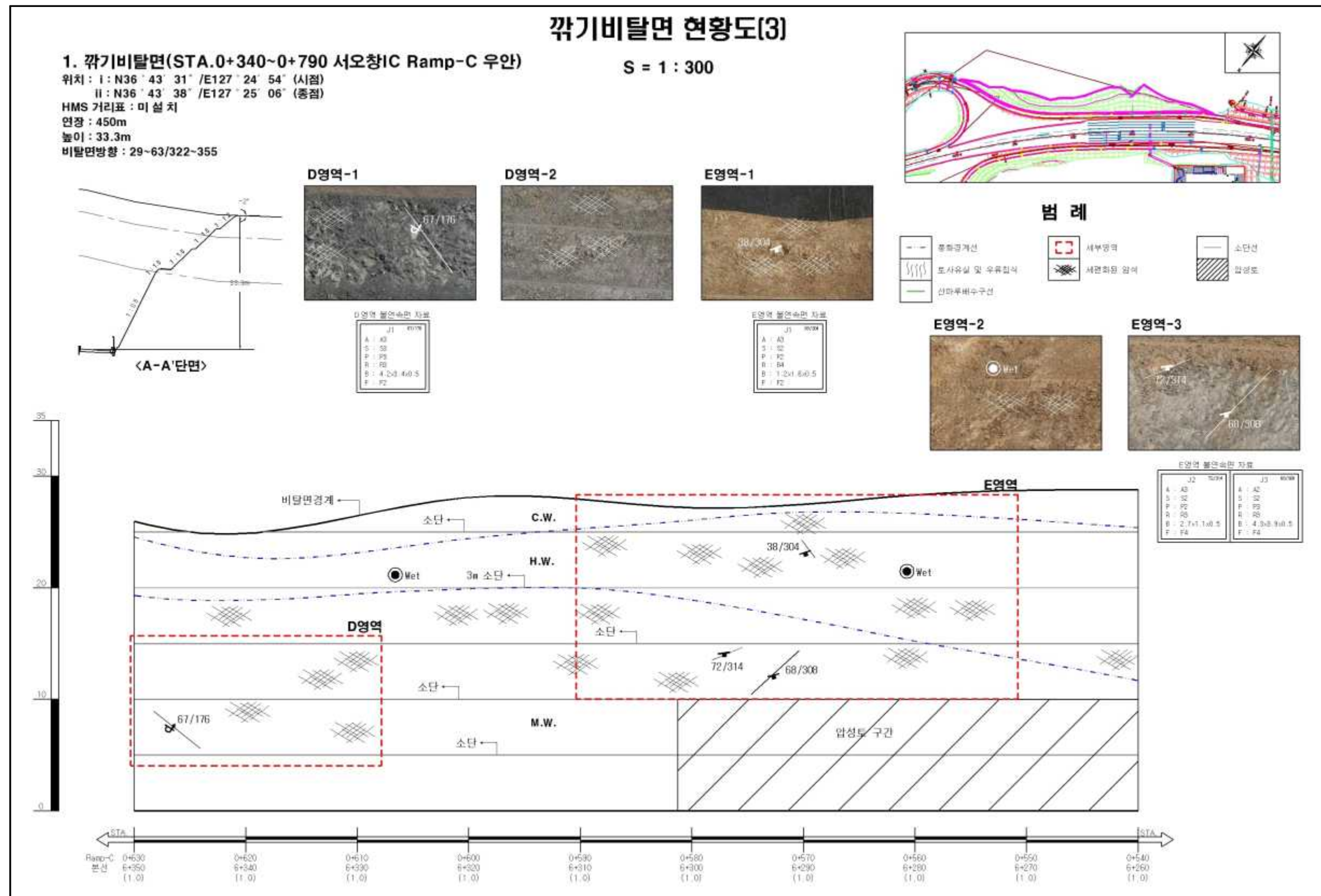
- 종점부



2. 깎기비탈면 현황도







깎기비탈면 현황도(4)

S = 1 : 300

1. 깎기비탈면(STA.0+340~0+790 서오창IC Ramp-C 우안)

위치 : I : N36° 43' 31" / E127° 24' 54" (시점)

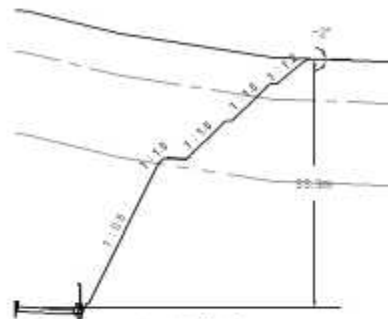
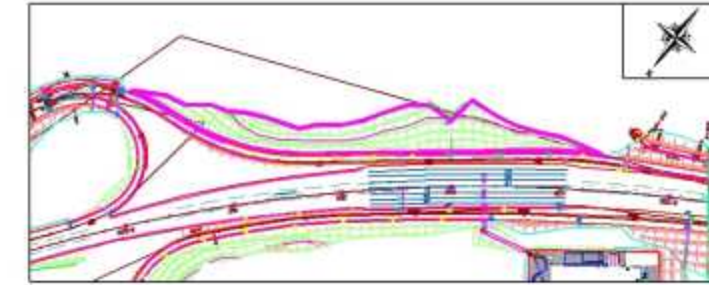
II : N36° 43' 38" / E127° 25' 06" (종점)

HMS 거리표 : 미 설치

연장 : 450m

높이 : 33.3m

비탈면방향 : 29~63/322~355



<A-A'단면>

F영역-1



F영역-2



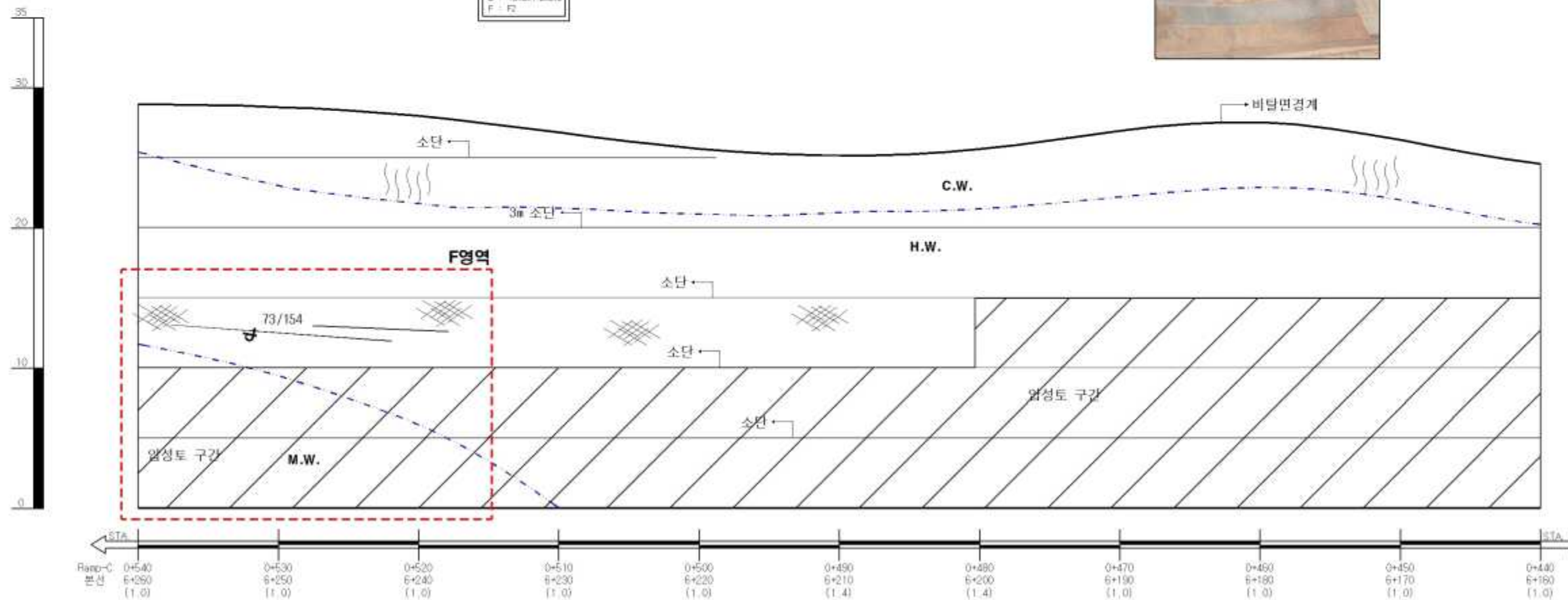
F영역 불연속면 자료

구분	구분
A : A2	
S : S3	
P : P4	
R : R3	
E : E15.8x1.2x0.5	
F : F2	

범례

	중심경계선		세부영역		소단선
	도사유실 및 유틸리티		세면화면 영역		압정토
	산하루배수구선				

F영역 전경



깎기비탈면 현황도(5)

S = 1 : 300

1. 깎기비탈면(STA.0+340~0+790 서오창IC Ramp-C 우안)

위치 : I : N36° 43' 31" / E127° 24' 54" (시점)

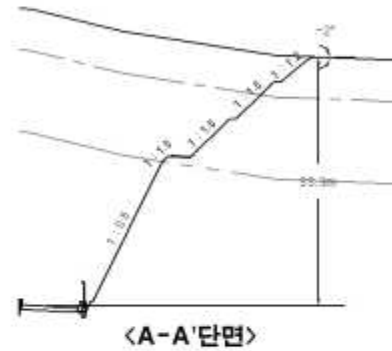
II : N36° 43' 38" / E127° 25' 06" (종점)

HMS 거리표 : 미 설치

연장 : 450m

높이 : 33.3m

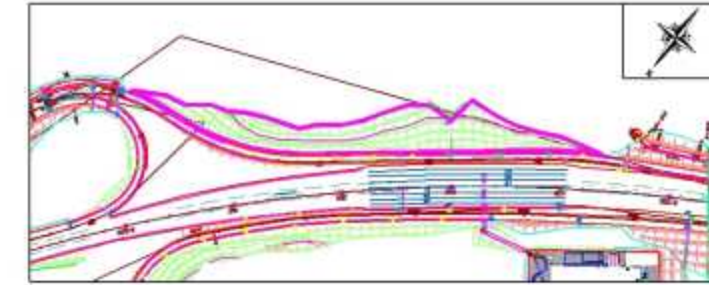
비탈면방향 : 29~63/322~355



G영역-1



시점부 측면 사진



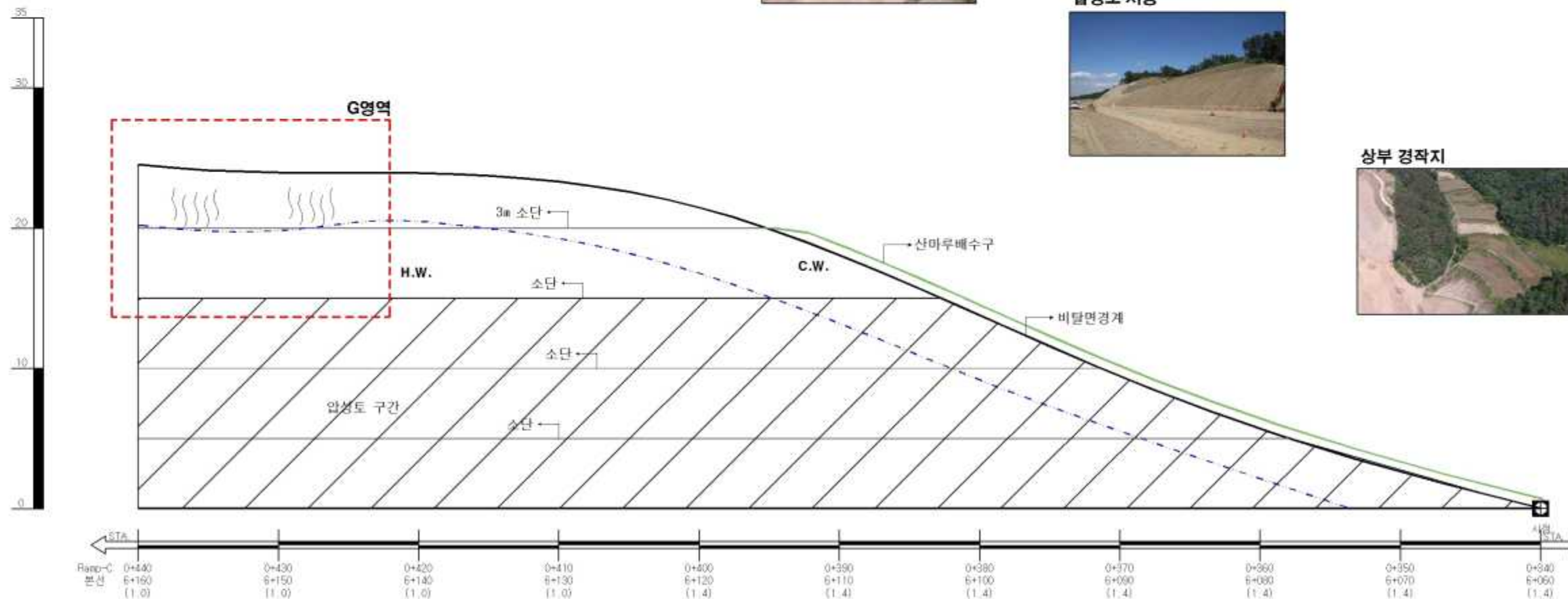
범례

	분화경계선		세부공역		소단선
	도사유실 및 유틸리티		안전화물 구역		압성토
	산마루배수구선				

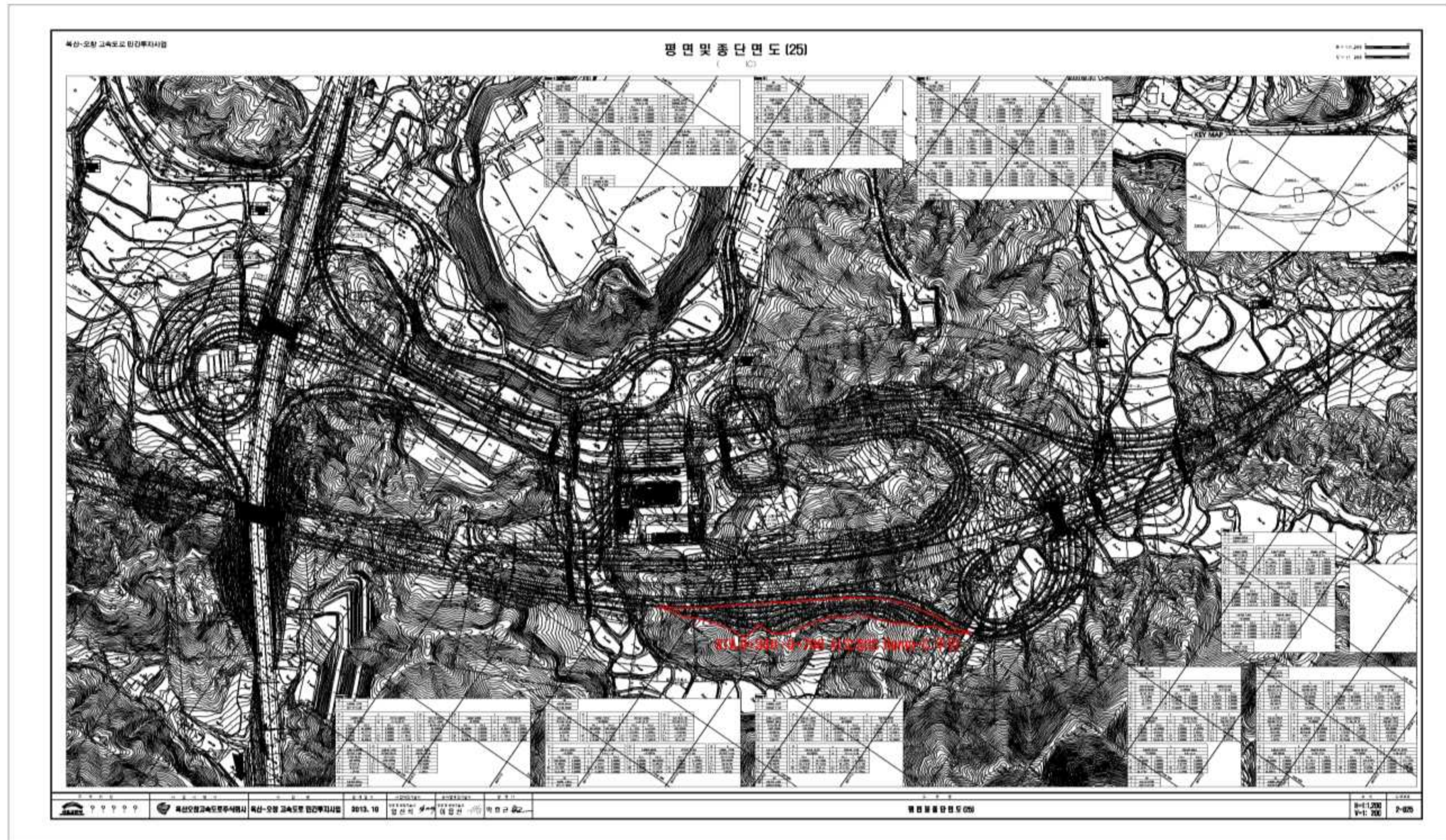
압성토 시공

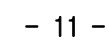


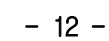
상부 경작지

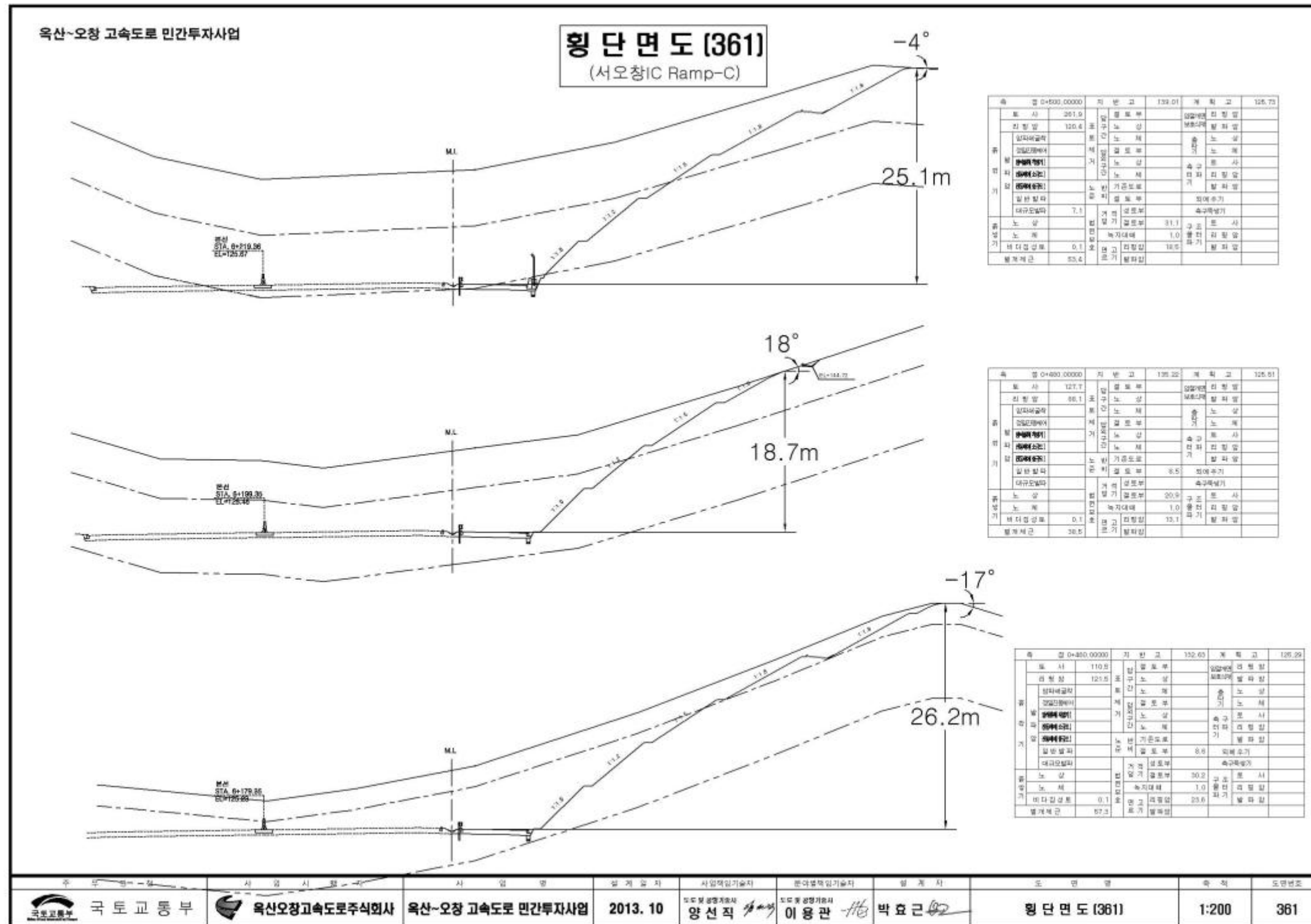


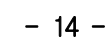
3. 깎기비탈면 구간별 평면도

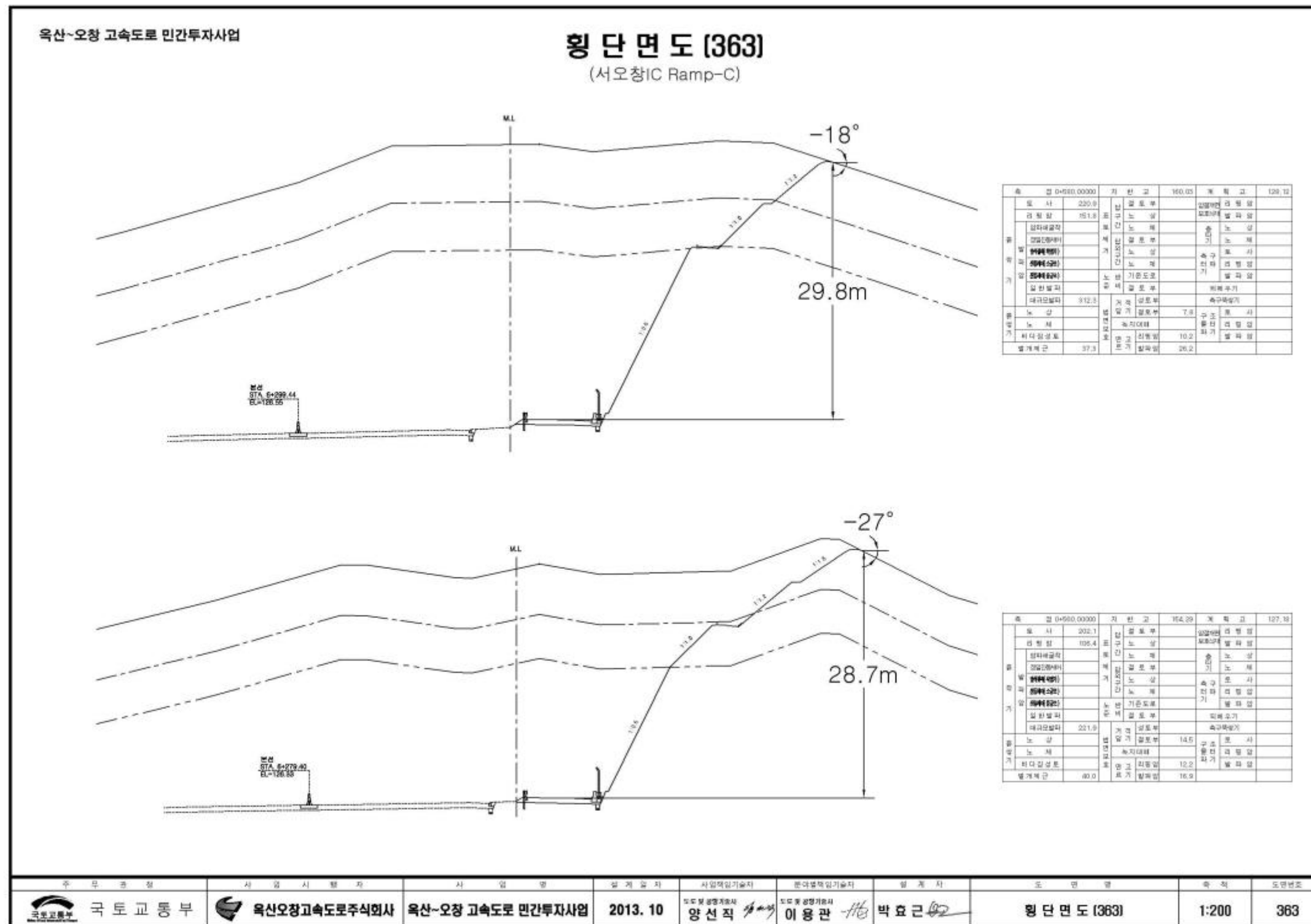


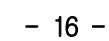


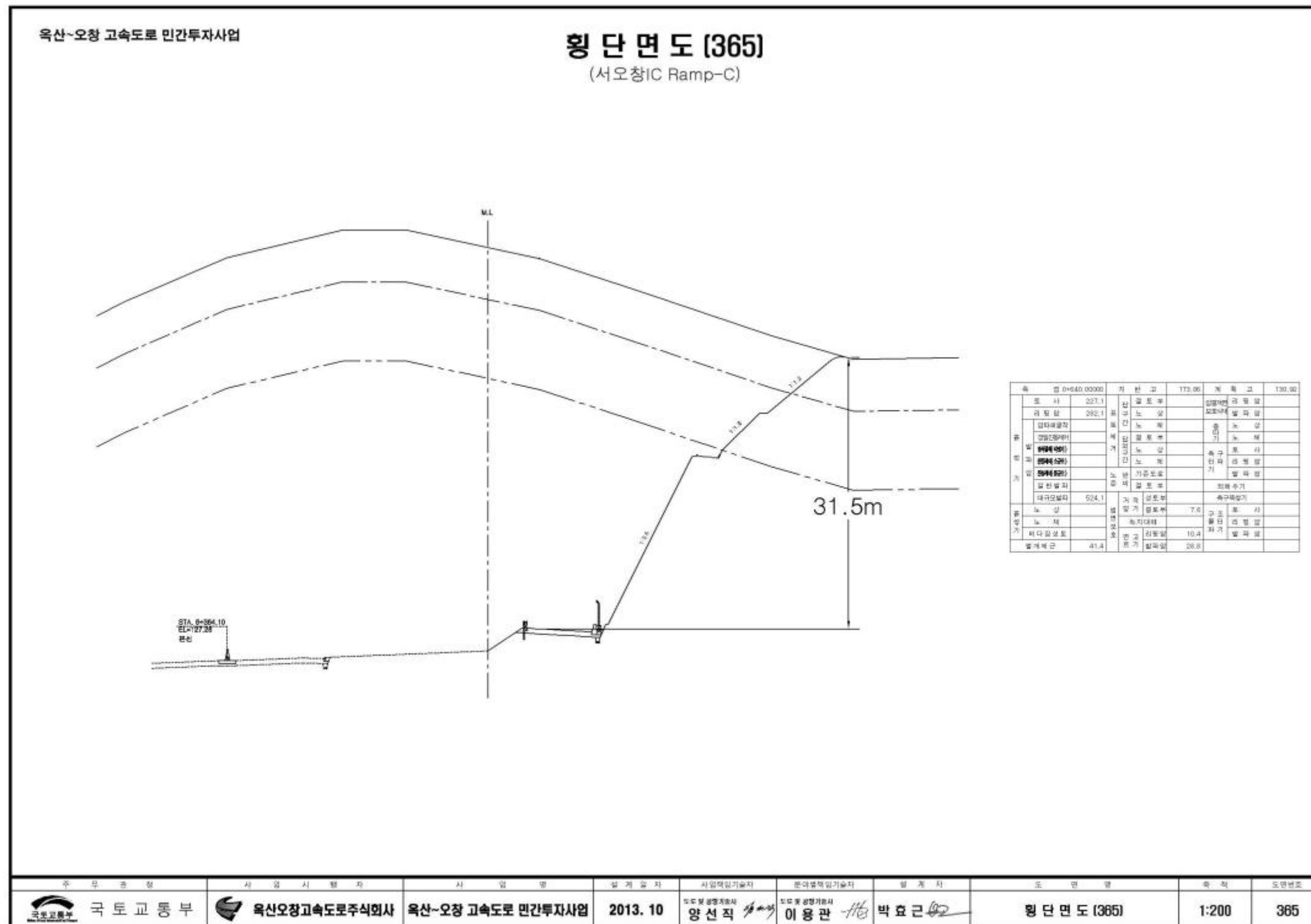


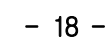


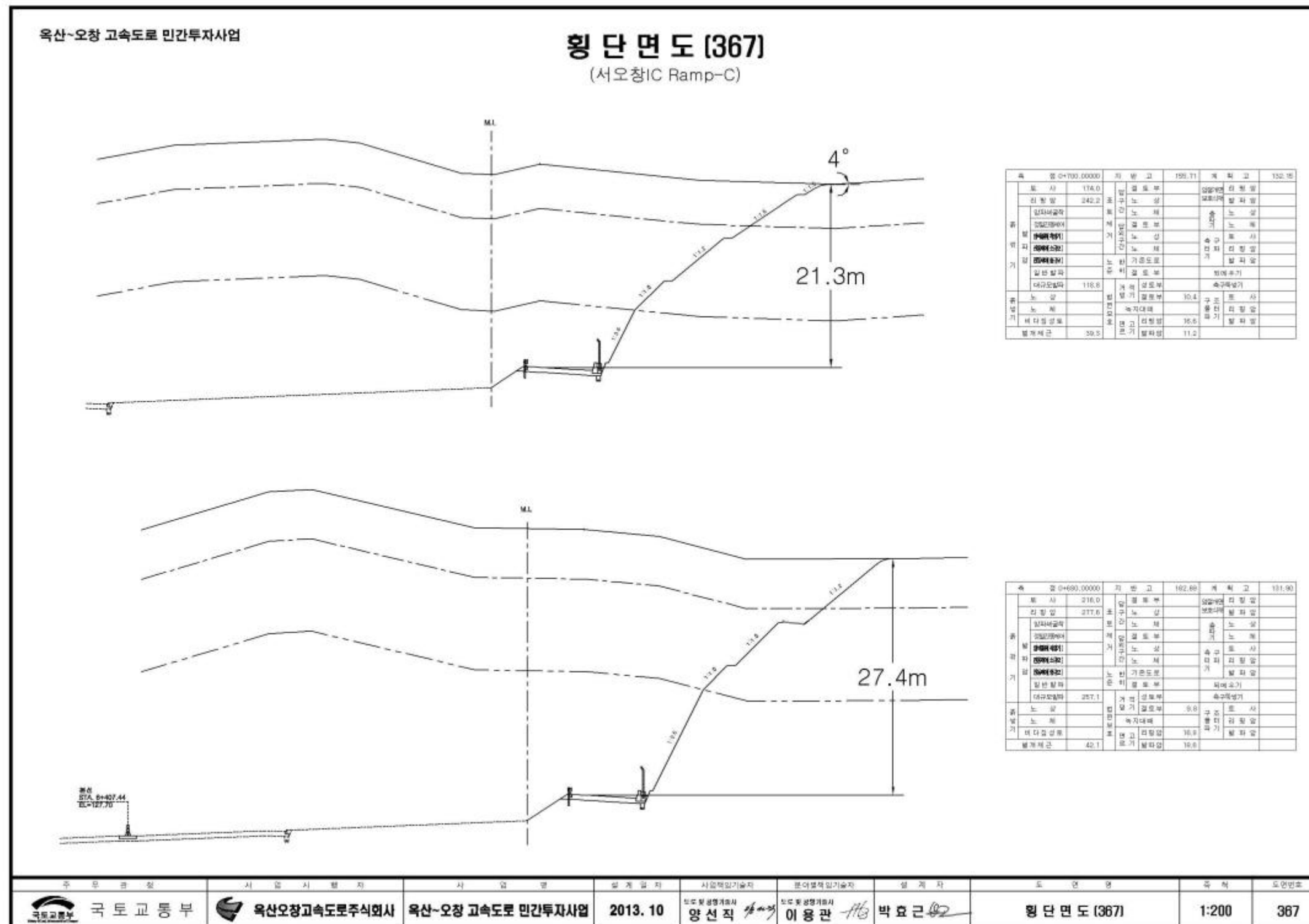


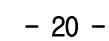


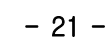












6. 깎기비탈면 구간별 세부사진



STA.0+360 하단부



STA.0+360 상단부



STA.0+370 하단부



STA.0+370 상단부



STA.0+380 하단부



STA.0+380 상단부



STA.0+390 하단부



STA.0+390 상단부



STA.0+400 하단부



STA.0+400 상단부



STA.0+410 하단부



STA.0+410 상단부



STA.0+420 하단부



STA.0+420 상단부



STA.0+430 하단부



STA.0+430 상단부



STA.0+440 하단부



STA.0+440 상단부



STA.0+450 하단부



STA.0+450 상단부



STA.0+460 하단부



STA.0+460 상단부



STA.0+470 하단부



STA.0+470 상단부



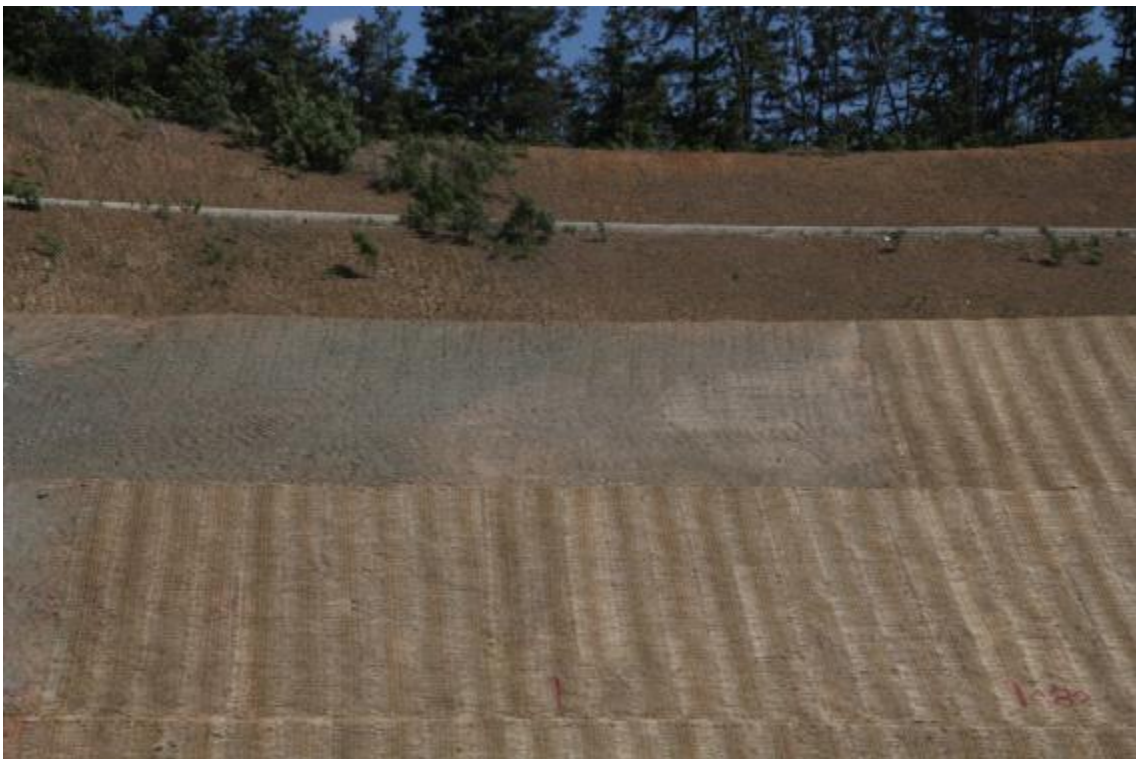
STA.0+480 하단부



STA.0+480 상단부



STA.0+490 하단부



STA.0+490 상단부



STA.0+500 하단부



STA.0+500 중단부



STA.0+500 상단부



STA.0+510 하단부



STA.0+510 중단부



STA.0+510 상단부



STA.0+520 하단부



STA.0+520 중단부



STA.0+520 상단부



STA.0+530 하단부



STA.0+530 중단부



STA.0+530 상단부



STA.0+540 하단부



STA.0+540 중단부



STA.0+540 상단부



STA.0+550 하단부



STA.0+550 중단부



STA.0+550 상단부



STA.0+560 하단부



STA.0+560 중단부



STA.0+560 상단부



STA.0+570 하단부



STA.0+570 중단부



STA.0+570 상단부



STA.0+580 하단부



STA.0+580 중단부



STA.0+580 상단부



STA.0+590 하단부



STA.0+590 중단부



STA.0+590 상단부



STA.0+600 하단부



STA.0+600 중단부



STA.0+600 상단부



STA.0+610 하단부



STA.0+610 중단부



STA.0+610 상단부



STA.0+620 하단부



STA.0+620 중단부



STA.0+620 상단부



STA.0+630 하단부



STA.0+630 중단부



STA.0+630 상단부



STA.0+640 하단부



STA.0+640 중단부



STA.0+640 상단부



STA.0+650 하단부



STA.0+650 중단부



STA.0+650 상단부



STA.0+660 하단부



STA.0+660 중단부



STA.0+660 상단부



STA.0+670 하단부



STA.0+670 중단부



STA.0+670 상단부



STA.0+680 하단부



STA.0+680 중단부



STA.0+680 하단부



STA.0+690 하단부



STA.0+690 중단부



STA.0+690 상단부



STA.0+700 하단부



STA.0+700 중단부



STA.0+700 상단부



STA.0+710 하단부



STA.0+710 중단부



STA.0+710 상단부



STA.0+720 하단부



STA.0+720 상단부



STA.0+730



STA.0+740

7. 깎기비탈면 (STA.0+340~0+790 서오창IC Ramp-C 우안)

깎기비탈면 현황조사 체크리스트			
■ 일반현황			
관리청/국도	대전지방국도관리청/고속도로	도로호선/구간	고속도로/옥산~오창고속도로
행정구역	충청북도 청주시 청원구 오창읍 성산리		
거리표	()호선 ()방향 ()km ()m ()행		미설치 (☒)
위 경 도	N:36°43'31"/E:127°24'54" (시점), N:36°43'38"/E:127°25'06" (종점)		
차 선		교 통 량	(/일)
조사일자	2017년 05월 26일	조 사 자	김한일, 정송희
		조사기관	(주) 에스알이앤씨
■ 깎기비탈면 특성			
연 장	(450) m	최대높이	(33.3) m
경 사	(29~63)°	이격거리	(1.0~1.4) m
종 류	☐ 암 ☐ 토사 ☒ 혼합 ☐ 자연	누수위치	☒ 상 ☐ 중 ☐ 하 ☐ 무
횡단형상	 ☐ 직선형 ☒ 굴림(불록) ☐ 요형(오목) ☐ 파형	종단형상	 ☒ 직선형 ☐ 요형 ☐ 계단형 ☐ 등축형
주변지형 특 성	☒ 구릉 ☐ 준산악 ☐ 산악	상부자연 비탈면경사	-27 ~ 18°
계 곡 부	(0) 개소	풍화정도	☒ 상 ☐ 중 ☐ 하
암석의 결	 ☒ 수직면평행 bedding ☐ 기암 절리 ☒ 수직면수평 bedding ☐ 평면 절리	붕괴유형 (중복가능)	☐ 켜기 ☒ 평면 ☒ 전도 ☐ 원호 ☒ 표층유실 ☒ 낙석 ☐ 무
■ 시공현황 및 필요공법			
시공현황 (중복가능)	☐ 낙석방지망 ☐ 낙석방지울타리 ☐ L형측구 ☐ 격자블록 ☒ 식생공 ☐ 콘크리트 옹벽 ☐ 보강토 옹벽 ☐ 수평배수공 ☐ 네일 ☐ 록볼트 ☐ 앵커 ☐ 억지말뚝 ☐ 버트리스 ☐ 법면정비 ☒ 산마루배수구 ☐ 종배수구 ☐ 피암터널 ☐ 링네트 ☐ 암부착특수망 ☐ 콘크리트뿔어붙이기		
필요공법	☐ 현상태유지, ☐ 기존시설 교체·보수, ☒ 보호공 필요, ☐ 보강공 필요		
조 사 자 소 견	위 내용을 종합하여 보면 본 비탈면은 불연속면 주변으로 파쇄가 심하며 세편화된 암석이 다량 관찰됨. 일부구간 지하수 유출이 관찰됨. 장기간 노출시 외부적인 요인에 의해 풍화가 촉진되면 불연속면 상태 악화 및 세편화된 암석이 소규모 낙석으로 이어질 우려가 있음. 따라서, 비탈면의 장기적인 안정성을 유지하기 위해 비탈면 보호공법을 적용해야 할 것으로 판단됨.		