관리번호

서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검)용역

정 밀 안 전 점 검
[옹 벽]

2022. 12

서울문산고속도로(주)

㈜ 명 성 엔 지 니 어 링

정밀안전점검

125mm

3mm

옹벽

169mm

2022.12

서울문산고속도로

제 출 문

서울문산고속도로주식회사 귀하

귀 사와 계약 체결한『**서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역**』을 성실히 수행하고 그 결과를 본 옹벽 정밀안전점검 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2022년 12월 31일

㈜ 명 성 엔 지 니 어 링

대 표 이 사 김 선 무 (인)

보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400) 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명	서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역	**점검기간**	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.		
관리주체명	서울문산고속도로주식회사	**대표자**	정 대 창		
공동수급	독자수행 100%	**계약방법**	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	**종 류**	보강토옹벽	**종 별**	2종
준 공 일	2020년 11월 06일	**점검금액 (천원)**		**안전등급**	A
시설물위치	경기도 고양시 덕양구 강매동 강매로 124-23	**시설물규모**	연장 : 128.0m, 높이 : 6.1m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	- 없음
점 검 주요결과	- 전면부 블록 박리 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호
주요 보수·보강	- 단면보수 등

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	이 상 훈	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	장 진 원	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	박 성 언	2022. 08. 22. ~ 2022. 10. 25.	토목초급기술자

라. 참고사항

- 차기 중점관리부위 : 전면부 블록 박리 손상의 진전여부 확인
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음

보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400) 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리의 손상이 조사되었다. 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단된다. **책임기술자 : 이 상 훈 (서 명)**

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 항목	상태평가	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	양호	주의관찰
SPAN 2	a	블록 박리	단면보수
SPAN 3	a	양호	주의관찰
SPAN 4	a	블록 박리	단면보수
SPAN 5	a	양호	주의관찰
SPAN 6	a	양호	주의관찰
SPAN 7	a	양호	주의관찰

나. 안전성평가

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
해당사항 없음	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	N	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영되지 않은 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	28.2~29.6 MPa	설계기준강도(28MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.02~1.15%	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨
선형 및 수준측량	Y	준공자료와 다소 차이가 있으나, 측량오차내로 측량됨	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨

마. 보수 · 보강방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 박리	단면보수	0.24	0.36	㎡	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

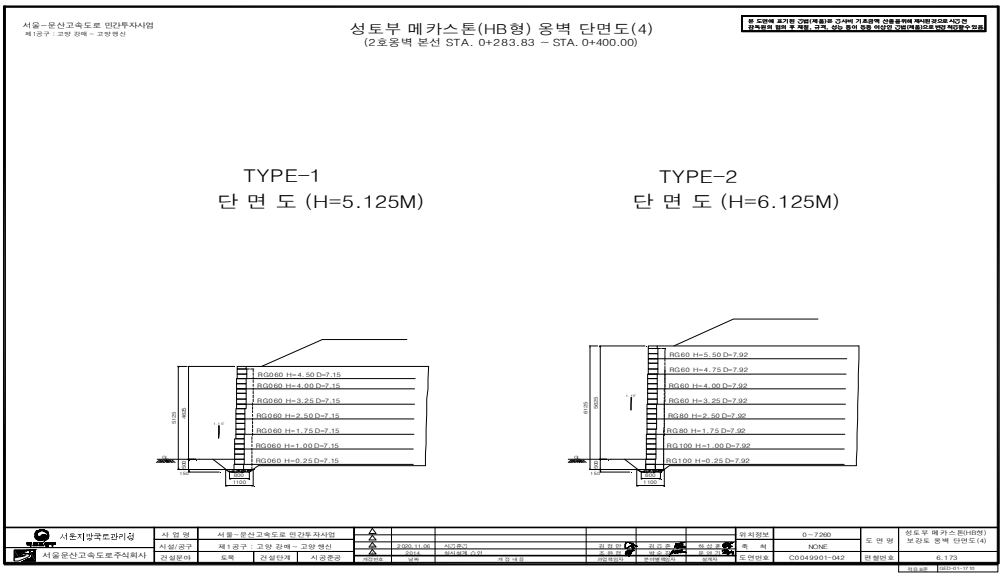
개략공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	0	0	0
	재경비 (순공사비의 50%)	0	0	0
	합계	0	0	0
개략공사비 총계(천원)		0		

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

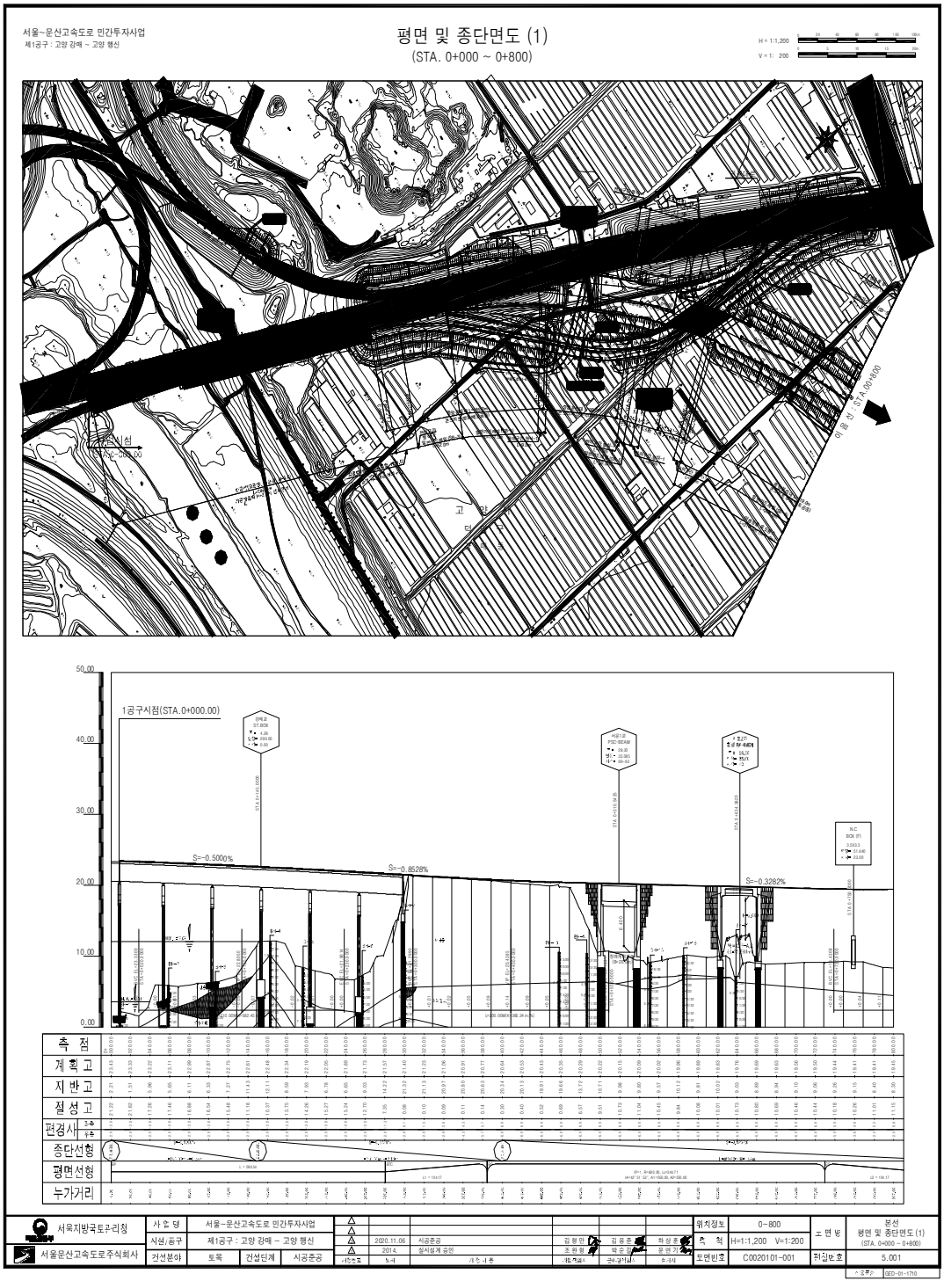
보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400) 현황표

작성일 : 2022년 11월 24일

시설물명	보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000123		**관리번호**	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 강매동 604-52		
	위치좌표	시점 : 37 ° 35 ' 585 "		
		종점 : 37 ° 36 ' 18 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	블록식
	연 장	128.0m	지면노출 높 이	6.1m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				



보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400) 종평면도



보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400) 전경사진, 부위별 사진

	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	줄자를 이용한 구간분할 측정

보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020) 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명	서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역	**점검기간**	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.		
관리주체명	서울문산고속도로주식회사	**대표자**	정 대 창		
공동수급	독자수행 100%	**계약방법**	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	**종 류**	보강토옹벽	**종 별**	2종
준 공 일	2020년 11월 06일	**점검금액 (천원)**		**안전등급**	A
시설물위치	경기도 고양시 덕양구 강매동 강매로 124-23	**시설물규모**	연장 : 112.0m, 높이 : 11.9m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	- 없음
점 검 주요결과	- 전면부 블록 균열 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상부 배수로 균열(0.3㎜이상)
주요 보수·보강	- 균열보수, 주입보수 등

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	이 상 훈	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	장 진 원	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	박 성 언	2022. 08. 22. ~ 2022. 10. 25.	토목초급기술자

라. 참고사항

- 차기 중점관리부위 : 전면부 블록 균열, 상부 배수로 균열(0.3㎜이상)
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음

보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020) 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 성토부, 주변영향 인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단되며, 전면부 시공미흡으로 인한 블록 균열, 주변영향 인자 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 조푸집 조기탈거 등에 의한 균열(Cw=0.3㎜이상)의 손상이 조사되어 주입보수, 균열보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다. **책임기술자 : 이 상 훈 (서 명)**

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 항목	상태평가	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	양호	주의관찰
SPAN 2	a	균열(0.3㎜이상), 블록 균열	주입보수, 균열보수
SPAN 3	a	블록 균열	균열보수
SPAN 4	a	블록 균열	균열보수
SPAN 5	a	양호	주의관찰
SPAN 6	a	양호	주의관찰

나. 안전성평가

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
해당사항 없음	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	28.1~30.1 MPa	설계기준강도(28MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.04~0.76%	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨
선형 및 수준측량	Y	준공자료와 다소 차이가 있으나, 측량오차내로 측량됨	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨

마. 보수 · 보강방안 및 개략공사비

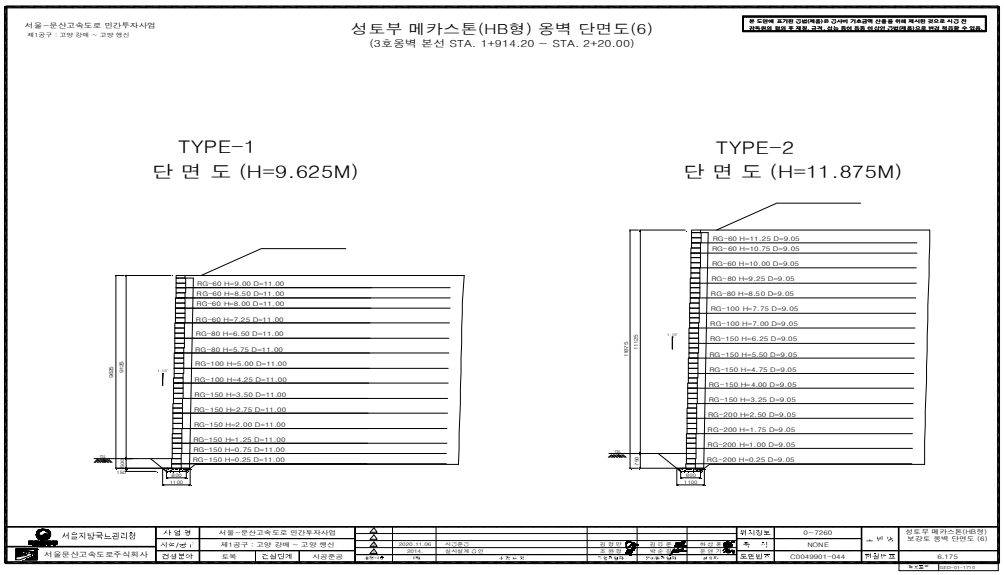
구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 균열	균열보수	3.60	5.40	m	-	-	하자
배수시설	균열(Cw=0.3㎜이상)	주입보수	3.00	4.50	m	-	-	하자
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020) 현황표

작성일 : 2022년 11월 24일

시설물명	보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000124		**관리번호**	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 강매동 강매로 124-23		
	위치좌표	시점 : 37 ° 36 ' 30 "		
		종점 : 126 ° 51 ' 5 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	112.0m	지면노출 높 이	11.9m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

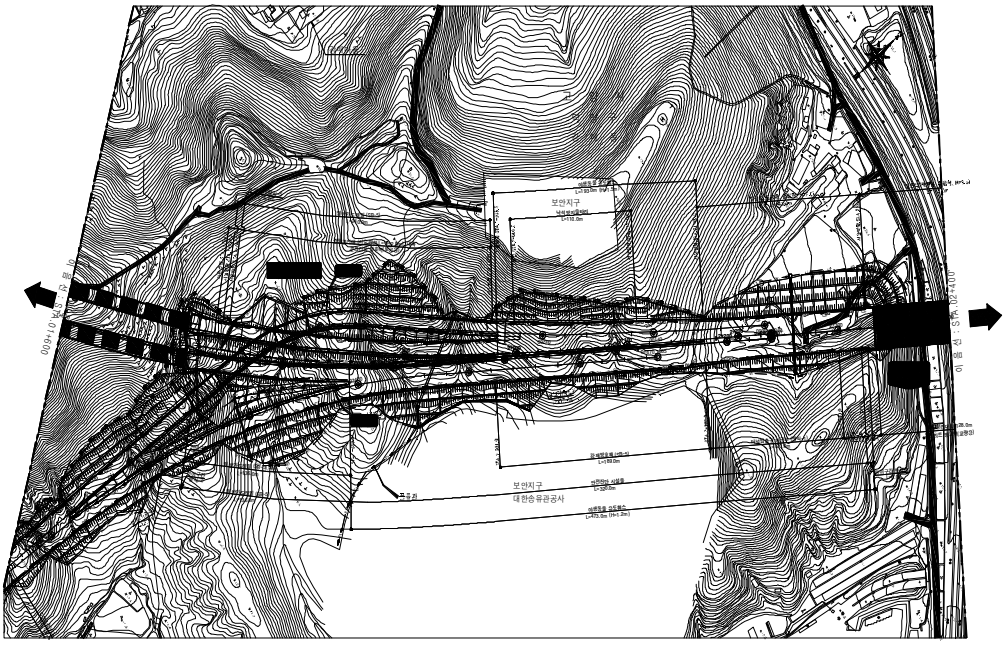


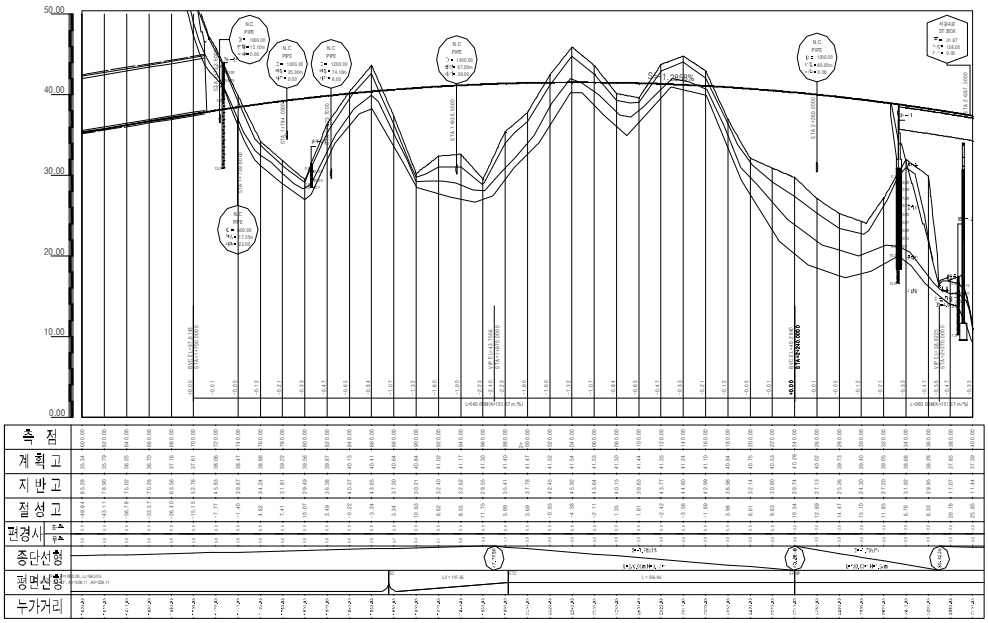
보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020) 종평면도

서울~문산고속도로 민간투자사업
제1공구 : 고양 강매 ~ 고양 행신

평면 및 종단면도 (3)
(STA. 1+600 ~ 2+400)

H = 1:1,200
V = 1: 200



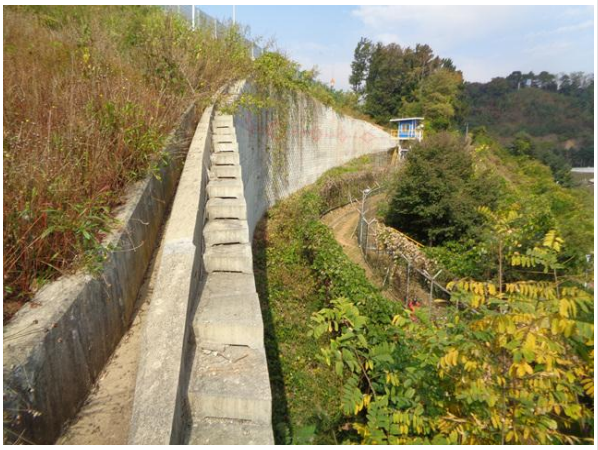


측 점	
계획고	
지반고	
절성고	
편경사	
종단신형	
평면신형	
누가거리	

서울지방국토관리청	사 업 명	서울~문산고속도로 민간투자사업	△						위치성보	1600-2400	도 면 명	본선 평면 및 종단면도 (3) (STA. 1+600 ~ 2+400)
서울문산고속도로주식회사	시설/공구	제1공구 : 고양 강매 ~ 고양 행신	△	2020.11.06	시공준공	김형민	김포준	박성호	축 척	H=1:1,200 V=1:200		
	건설분야	토목 건설단계 시공준공	△	2014.	실시설계 승인	조원철	박준범	윤명기	도면번호	C0020101-003	전철번호	5.003
			기안자	공무	기술사	기술사	전무이사	등록사				

등록순번 GED-01-1710

보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020) 전경사진, 부위별 사진

	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	줄자를 이용한 구간분할 측정

보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040) 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명	서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역	**점검기간**	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.		
관리주체명	서울문산고속도로주식회사	**대표자**	정 대 창		
공동수급	독자수행 100%	**계약방법**	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	**종 류**	보강토옹벽	**종 별**	2종
준 공 일	2020년 11월 06일	**점검금액 (천원)**		**안전등급**	A
시설물위치	경기도 고양시 덕양구 성사동 267	**시설물규모**	연장 : 145.0m, 높이 : 24.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	- 없음
점 검 주요결과	- 전면부 균열(0.3㎜미만) - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 배면 토사유실
주요 보수·보강	- 표면처리, 뒷채움 및 주의관찰 등

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	이 상 훈	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	장 진 원	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	박 성 언	2022. 08. 22. ~ 2022. 10. 25.	토목초급기술자

라. 참고사항

- 차기 중점관리부위 : 전면부 균열(0.3㎜미만), 주변영향인자 상부 배면 토사유실
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음

보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040) 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)의 현장조사 결과, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 전면부에 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 균열(Cw=㎜미만), 상부 절토부에 시공초기 다짐불량, 외부 우수유입으로 인한 배면 토사유실 등의 손상이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상진전 방지, 내구성 확보 차원의 표면처리, 뒷채움 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상의 발생여부 확인, 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 사료된다. **책임기술자 : 이 상 훈 (서 명)**

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 항목	상태평가	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	양호	주의관찰
SPAN 2	a	양호	주의관찰
SPAN 3	a	균열(0.3㎜미만)	표면처리
SPAN 4	a	양호	주의관찰
SPAN 5	a	양호	주의관찰
SPAN 6	a	양호	주의관찰
SPAN 7	a	양호	주의관찰
SPAN 8	a	배면 토사유실	뒷채움 및 주의관찰

나. 안전성평가

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
해당사항 없음	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	30.1~30.5 MPa	설계기준강도(30MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.00~0.03%	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨
선형 및 수준측량	Y	준공자료와 다소 차이가 있으나, 측량오차내로 측량됨	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨

마. 보수 · 보강방안 및 개략공사비

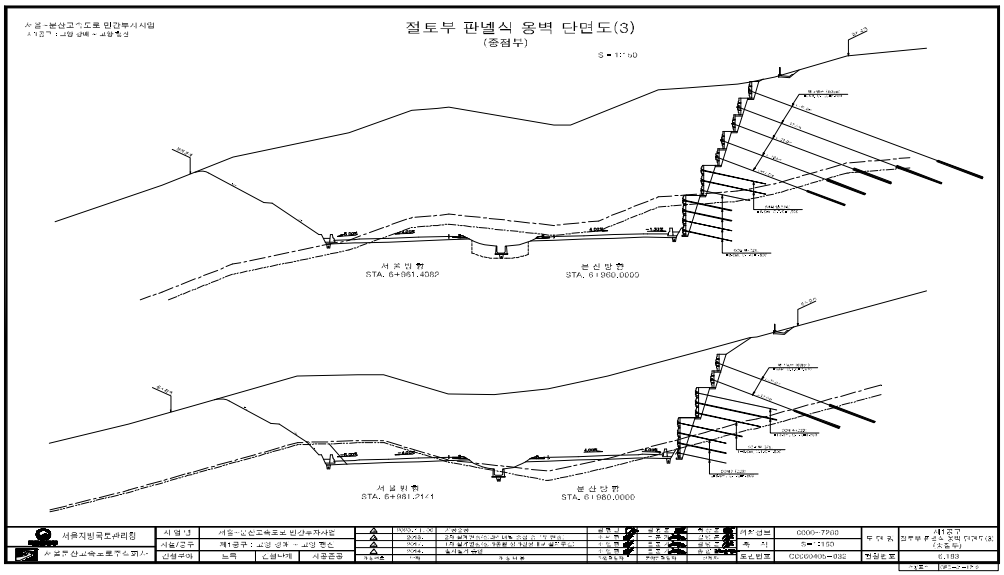
구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	1.40	2.10	m	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	배면 토사유실	뒷채움 후 주의관찰	2.00	3.00	㎡	-	-	하자
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

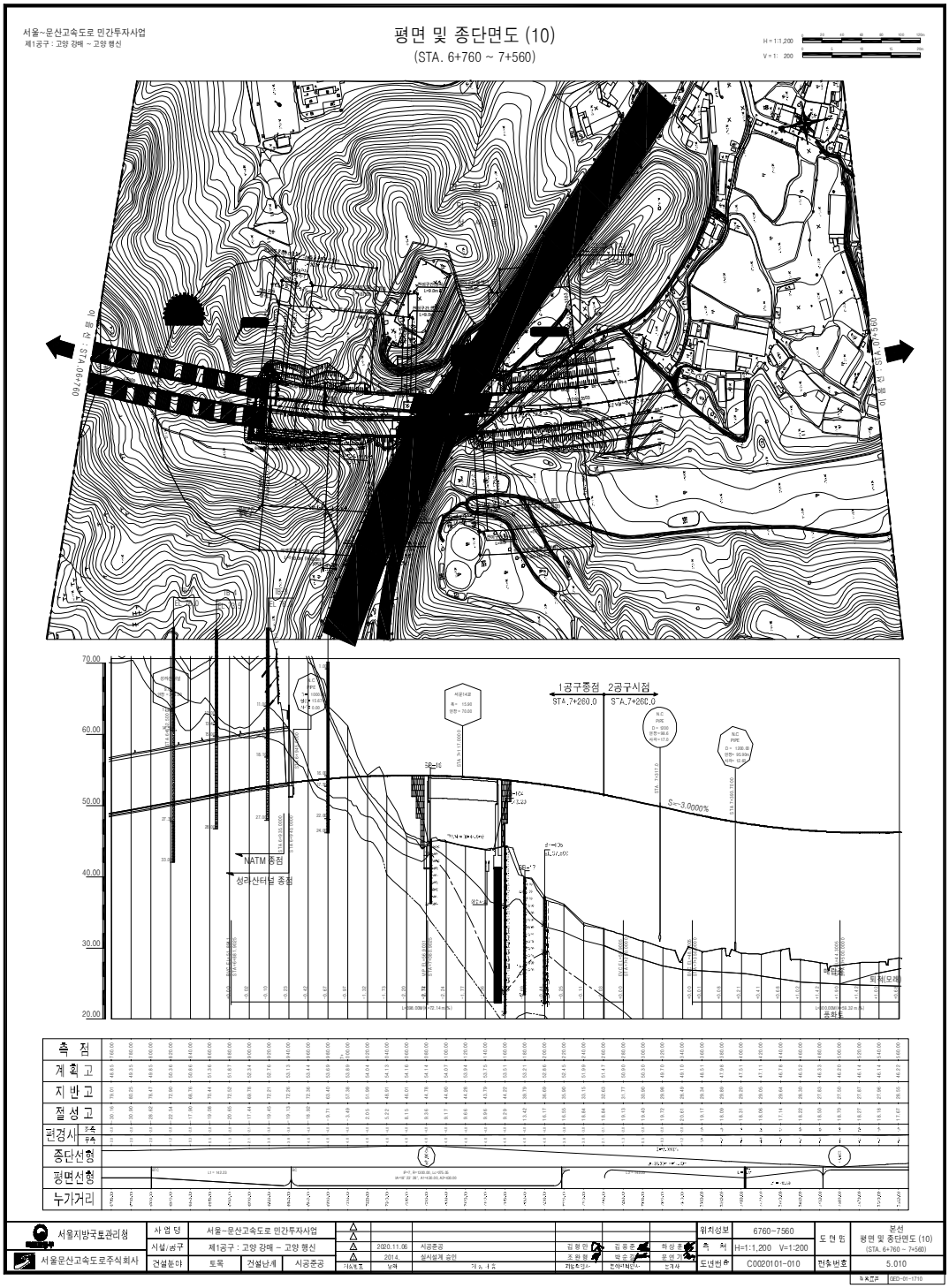
보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040) 현황표

작성일 : 2022년 11월 24일

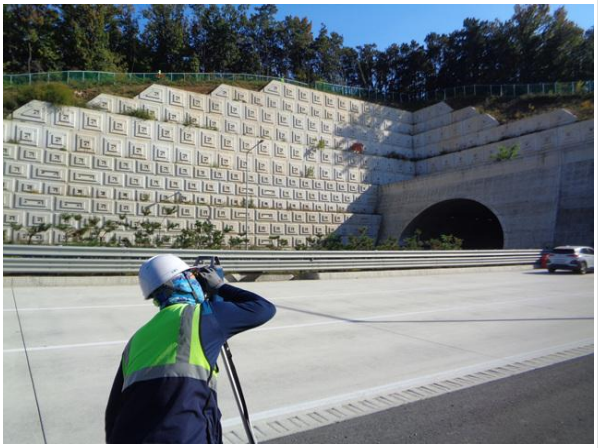
시설물명	보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000128		**관리번호**	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 성사동 267		
	위치좌표	시점 : 37 ° 36 ' 30 "		
		종점 : 126 ° 51 ' 5 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	패널식	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	145.0	지면노출 높 이	24.0m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	사면		
	옹벽하부	고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				



보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040) 종평면도



보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040) 전경사진, 부위별 사진

	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 절토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680) 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명	서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역	**점검기간**	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.		
관리주체명	서울문산고속도로주식회사	**대표자**	정 대 창		
공동수급	독자수행 100%	**계약방법**	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	**종 류**	보강토옹벽	**종 별**	2종
준 공 일	2020년 11월 06일	**점검금액 (천원)**		**안전등급**	A
시설물위치	경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16	**시설물규모**	연장 : 355.0m, 높이 : 9.6m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	- 없음
점 검 주요결과	- 전면부 블럭 균열, 블록 박리 - 주변영향인자 옹벽 내부 충진물 유실 - 기초부 상태양호
주요 보수·보강	- 균열보수, 단면보수, 되메우기 및 마감조치 등

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	이 상 훈	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	장 진 원	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	박 성 언	2022. 08. 22. ~ 2022. 10. 25.	토목초급기술자

라. 참고사항

- 차기 중점관리부위 : 전면부 블럭 균열, 블록 박리, 주변영향인자 옹벽 내부 충진물 유실
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음

보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680) 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리, 블록 균열, 주변영향인자에 시공미흡으로 인한 옹벽 내부 충진물 유실 등의 손상이 조사되었다. 금회 점검시 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 균열보수, 단면보수, 되메우기 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단되며, 옹벽 내부 충진물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 유추된다. 본 손상부에 우수유입 등 외부 요인에 의한 추가 유실 발생 등의 손상진전을 방지하기 위하여 되메우기를 실시 후 재손상 방지를 위한 적절한 마감조치 대책을 수립하고 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. **책임기술자 : 이 상 훈 (서 명)**

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 항목	상태평가	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	양호	주의관찰
SPAN 2	a	양호	주의관찰
SPAN 3	a	양호	주의관찰
SPAN 4	a	양호	주의관찰
SPAN 5	a	양호	주의관찰
SPAN 6	a	양호	주의관찰
SPAN 7	a	양호	주의관찰
SPAN 8	a	양호	주의관찰
SPAN 9	a	양호	주의관찰
SPAN 10	a	양호	주의관찰
SPAN 11	a	양호	주의관찰
SPAN 12	a	양호	주의관찰
SPAN 13	a	양호	주의관찰
SPAN 14	a	양호	주의관찰
SPAN 15	a	양호	주의관찰
SPAN 16	a	양호	주의관찰
SPAN 17	a	블록 균열	균열보수
SPAN 18	b	옹벽 내부 충진물 유실, 블록 균열, 블록 박리	되메우기 및 마감조치, 균열보수, 단면보수

나. 안전성평가

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
해당사항 없음	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	28.1~29.9 MPa	설계기준강도(28MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.25~2.90%	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨
선형 및 수준측량	Y	준공자료와 다소 차이가 있으나, 측량오차내로 측량됨	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨

마. 보수 · 보강방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 균열	균열보수	2.10	3.15	m	-	-	하자
	블록 박리	단면보수	0.06	0.09	㎡	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	옹벽 내부 충진물 유실	되메우기 및 마감조치	2.00	3.00	m	-	-	하자
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

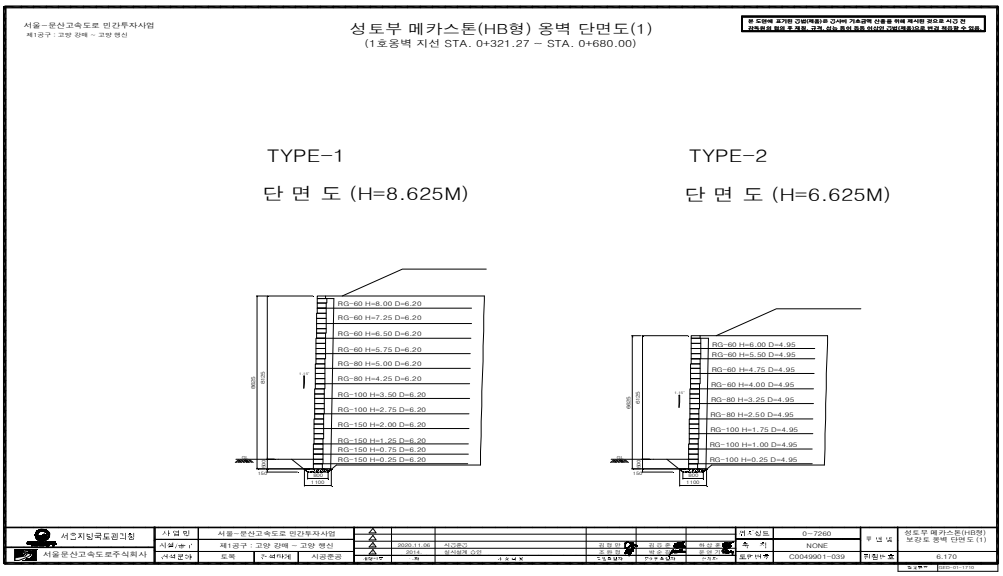
주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680) 현황표

작성일 : 2022년 11월 24일

시설물명	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000127		**관리번호**	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16		
	위치좌표	시점 : 37 ° 35 ' 18 "		
		종점 : 126 ° 51 ' 12 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	355.0m	지면노출 높 이	9.6m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 지선		
	옹벽하부	하천		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

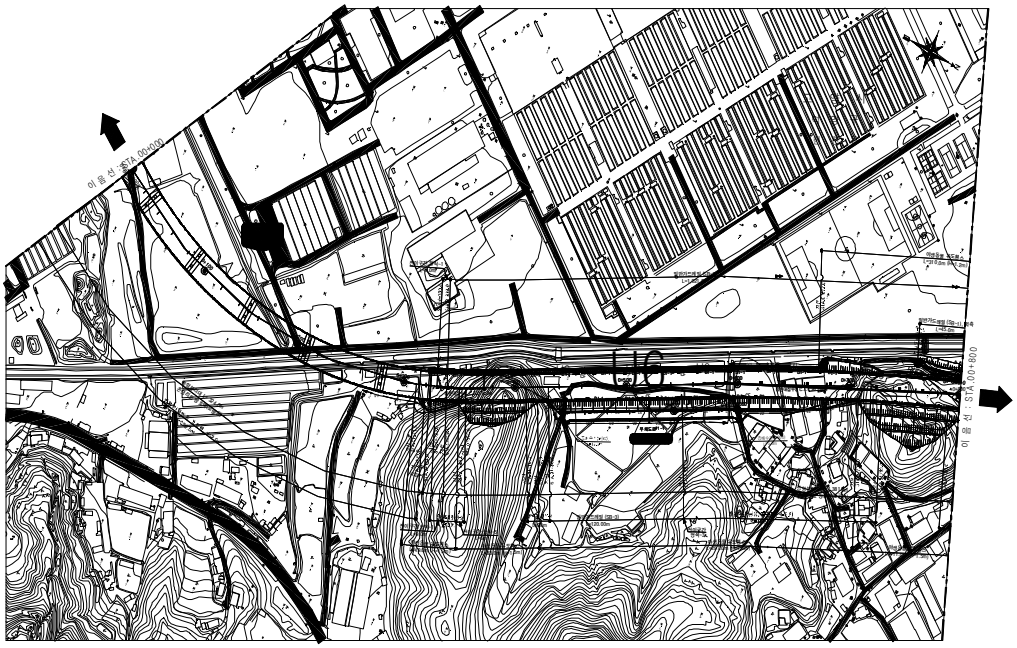


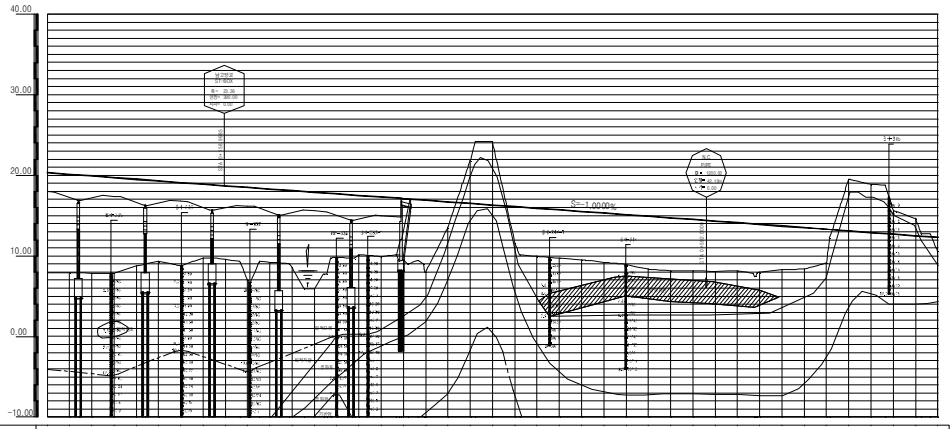
보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680) 종평면도

서울~문산고속도로 민간투자사업
제1공구 : 고양 강매 ~ 고양 행신

평면 및 종단면도 (11)
(STA. 0+000 ~ 0+800 지선)

H = 1:1,200
V = 1: 200

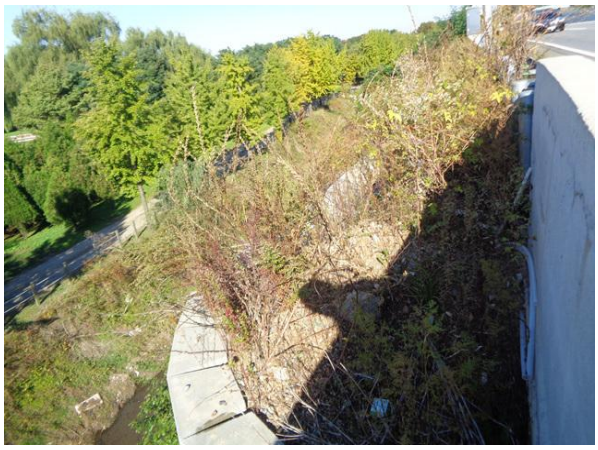




측 점	계획고	지반고	절성고	편경사	종단선형	평면선형	누가거리

| | | |

보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680) 전경사진, 부위별 사진

	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230) 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명	서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역	**점검기간**	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.		
관리주체명	서울문산고속도로주식회사	**대표자**	정 대 창		
공동수급	독자수행 100%	**계약방법**	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	**종 류**	보강토옹벽	**종 별**	2종
준 공 일	2020년 11월 06일	**점검금액 (천원)**		**안전등급**	A
시설물위치	경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4	**시설물규모**	연장 : 155.0m, 높이 : 17.5m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	- 없음
점 검 주요결과	- 전면부 상태양호 - 기초부 세굴 - 주변영향인자 상태양호
주요 보수·보강	- 채움 및 주의관찰 등

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	이 상 훈	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	장 진 원	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	박 성 언	2022. 08. 22. ~ 2022. 10. 25.	토목초급기술자

라. 참고사항

- 차기 중점관리부위 : 기초부 세굴
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음

보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230) 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 절토부에 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 기초부에 시공미흡으로 인한 세굴이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상진전 방지, 내구성 확보 차원의 재움 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상의 발생여부 확인, 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 사료된다. 책임기술자 : 이 상 훈 (서 명)

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 항목	상태평가	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	양호	주의관찰
SPAN 2	a	세굴	채움 및 주의관찰
SPAN 3	b	양호	주의관찰
SPAN 4	b	양호	주의관찰
SPAN 5	a	양호	주의관찰
SPAN 6	a	양호	주의관찰
SPAN 7	a	양호	주의관찰
SPAN 8	a	양호	주의관찰

나. 안전성평가

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
해당사항 없음	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	패널 30.4~30.5 MPa	설계기준강도(30MPa) 상회, 양호한 상태임
		블록 28.4~29.6 MPa	설계기준강도(28MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.01~2.26%	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨
선형 및 수준측량	Y	준공자료와 다소 차이가 있으나, 측량오차내로 측량됨	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨

마. 보수 · 보강방안 및 개략공사비

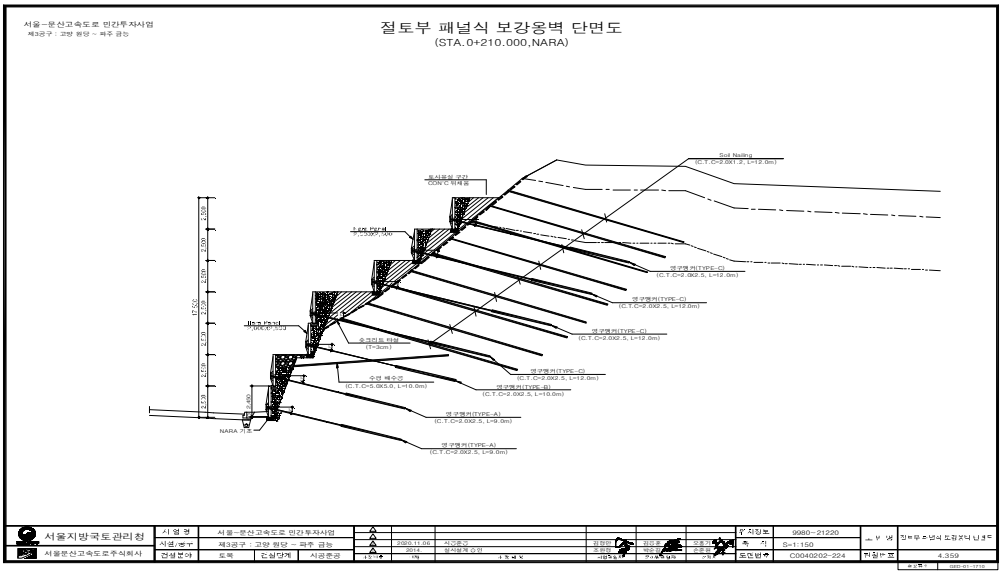
구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	세굴	채움 후 주의관찰	0.06	0.09	㎡	-	-	하자
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

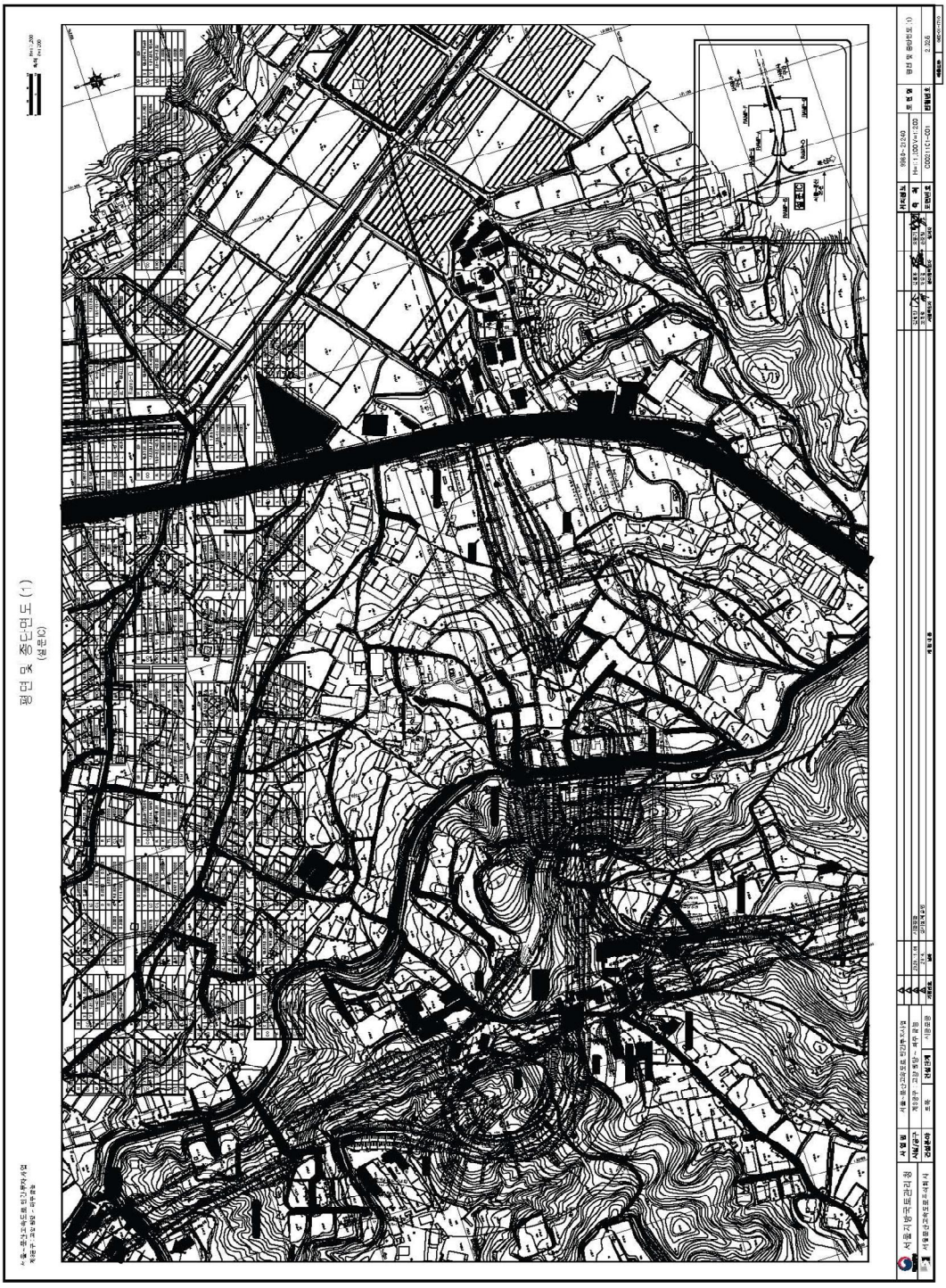
보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230) 현황표

작성일 : 2022년 11월 24일

시설물명	보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000085		**관리번호**	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4		
	위치좌표	시점 : ° ' "		
		종점 : ° ' "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	패널식+블록식	옹벽재료	철근콘크리트 +무근콘크리트
	연 장	155.0	지면노출 높 이	17.5m
	보강재 길 이	-	저판폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	사면		
	옹벽하부	고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	동남이엔씨(주)(오흥기)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				



보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230) 종평면도



보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230) 전경사진, 부위별 사진

	
전면부 전경	전면부 전경
	
하부 전경	상부 절토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193) 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명	서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역	**점검기간**	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.		
관리주체명	서울문산고속도로주식회사	**대표자**	정 대 창		
공동수급	독자수행 100%	**계약방법**	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	**종 류**	보강토옹벽	**종 별**	2종
준 공 일	2020년 11월 06일	**점검금액 (천원)**		**안전등급**	A
시설물위치	경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7	**시설물규모**	연장 : 116.0m, 높이 : 9.6m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	- 없음
점 검 주요결과	- 전면부 블록 균열 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호
주요 보수·보강	- 균열보수 등

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	이 상 훈	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	장 진 원	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	박 성 언	2022. 08. 22. ~ 2022. 10. 25.	토목초급기술자

라. 참고사항

- 차기 중점관리부위 : 전면부 블럭 균열
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음

보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193) 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 성토부, 주변영향 인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단되며, 전면부 시공미흡으로 인한 블록 균열, 주변영향 인자 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 조푸집 조기탈거 등에 의한 균열(Cw=0.3㎜이상)의 손상이 조사되어 주입보수, 균열보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다. **책임기술자 : 이 상 훈 (서 명)**

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 항목	상태평가	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	양호	주의관찰
SPAN 2	b	양호	주의관찰
SPAN 3	a	양호	주의관찰
SPAN 4	a	양호	주의관찰
SPAN 5	a	블록 균열	균열보수
SPAN 6	a	양호	주의관찰

나. 안전성평가

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
해당사항 없음	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	28.7~29.6 MPa	설계기준강도(28MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.59~2.08%	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨
선형 및 수준측량	Y	준공자료와 다소 차이가 있으나, 측량오차내로 측량됨	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨

마. 보수 · 보강방안 및 개략공사비

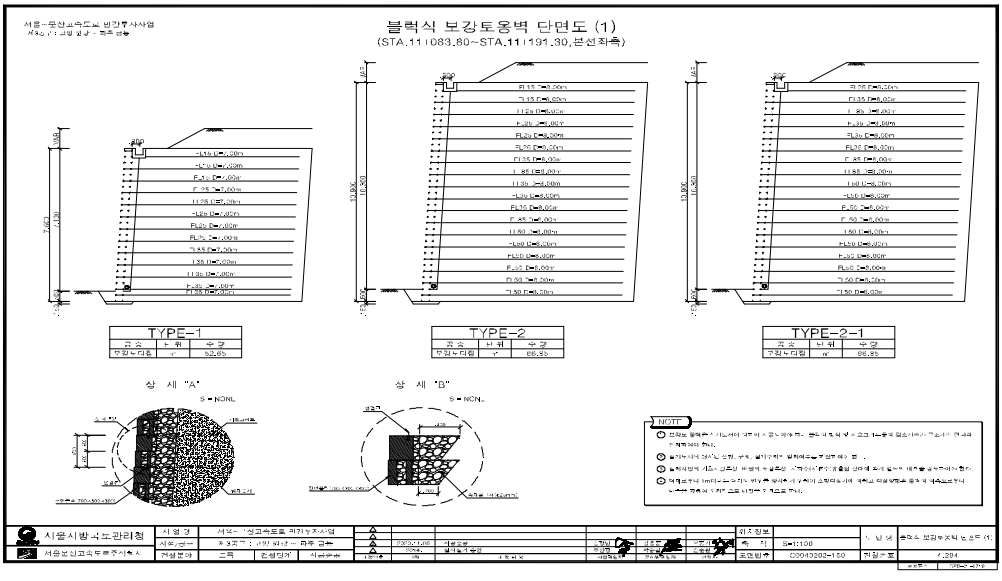
구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 균열	균열보수	4.00	4.00	EA	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

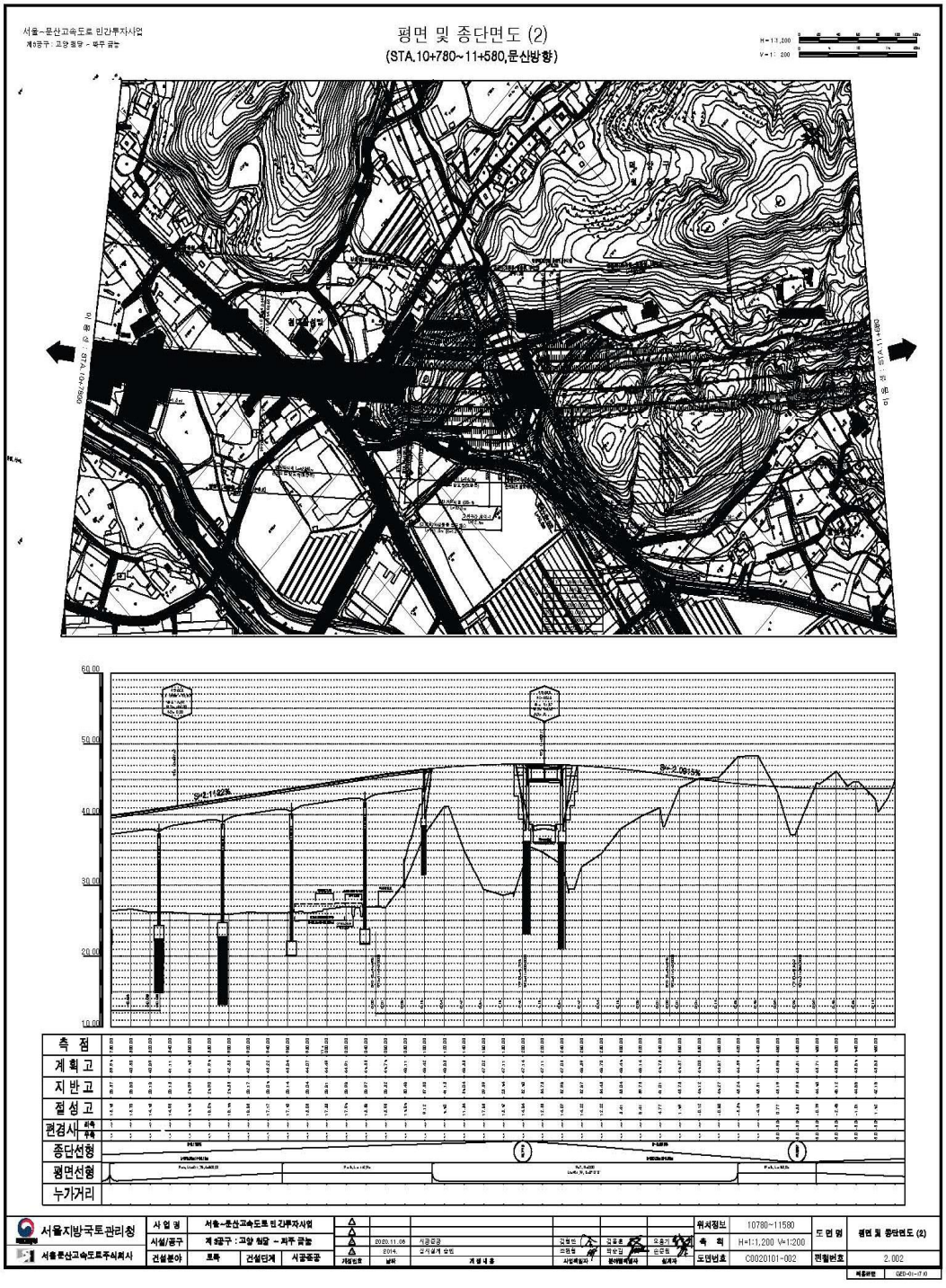
보강토옹벽(U-Ⅱ블록 STA.11+092~11+193) 현황표

작성일 : 2022년 11월 24일

시설물명	보강토옹벽 (U-Ⅱ블록 STA.11+092~11+193)		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000084		**관리번호**	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7		
	위치좌표	시점 : ° ' "		
		종점 : ° ' "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	116.0m	지면노출 높 이	9.6m
	보강재 길 이	-	저판폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	동남이엔씨(주)(오흥기)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				



보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193) 종평면도



보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193) 전경사진, 부위별 사진

	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

판넬식옹벽(STA.24+249~24+392) 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명	서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역	**점검기간**	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.		
관리주체명	서울문산고속도로주식회사	**대표자**	정 대 창		
공동수급	독자수행 100%	**계약방법**	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	**종 류**	보강토옹벽	**종 별**	2종
준 공 일	2020년 11월 06일	**점검금액 (천원)**		**안전등급**	A
시설물위치	경기도 파주시 월롱면 영태리 산 120-3	**시설물규모**	연장 : 143.6m, 높이 : 15.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	- 없음
점 검 주요결과	- 전면부 앵커캡 누수 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호
주요 보수·보강	- 주의관찰 등

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	이 상 훈	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	장 진 원	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	박 성 언	2022. 08. 22. ~ 2022. 10. 25.	토목초급기술자

라. 참고사항

- 차기 중점관리부위 : 전면부 앵커캡 누수
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음

판넬식옹벽(STA.24+249~24+392) 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)의 현장조사 결과, 기초부, 상부 절토부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 전면부에 지하수위 상승 등에 의한 앵커캡 누수 등의 손상이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 배부름, 앵커캡 탈락 등의 손상진전 여부를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 책임기술자 : 이 상 훈 (서 명)

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 항목	상태평가	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	앵커캡 누수	주의관찰
SPAN 2	a	양호	주의관찰
SPAN 3	a	앵커캡 누수	주의관찰
SPAN 4	a	양호	주의관찰
SPAN 5	a	양호	주의관찰
SPAN 6	a	양호	주의관찰
SPAN 7	a	양호	주의관찰
SPAN 8	a	양호	주의관찰

나. 안전성평가

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
해당사항 없음	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	31.2~32.6 MPa	설계기준강도(30MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.00~0.03%	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨
선형 및 수준측량	Y	준공자료와 다소 차이가 있으나, 측량오차내로 측량됨	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨

마. 보수 · 보강방안 및 개략공사비

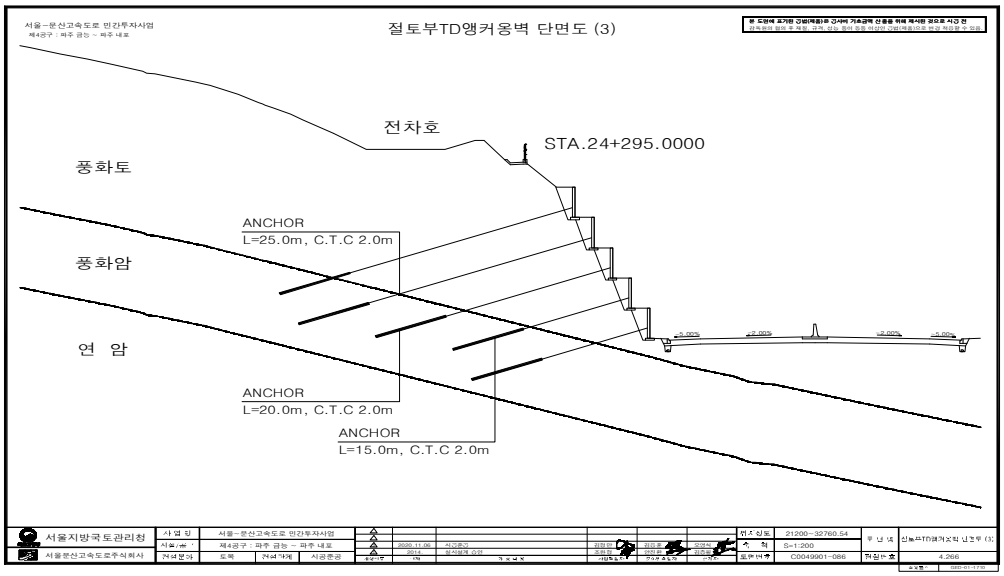
구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	앵커캡 누수	주의관찰	2.00	-	EA	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

판넬식옹벽(STA.24+249~24+392) 현황표

작성일 : 2022년 11월 24일

시설물명	판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000098		**관리번호**	-
시설물위치	행정구역	경기도 파주시 월롱면 영태리 산 120-3		
	위치좌표	시점 : 37 ° 46 ' 41 "		
		종점 : 37 ° 46 ' 45 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	패널식	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	143.6m	지면노출 높 이	15.0m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	사면		
	옹벽하부	서울문산고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	(주)대우건설
	감 리 자	(주)신성엔지니어링(오영식)	설 계 자	(주)신성엔지니어링
	부대시설	-		
비 고				

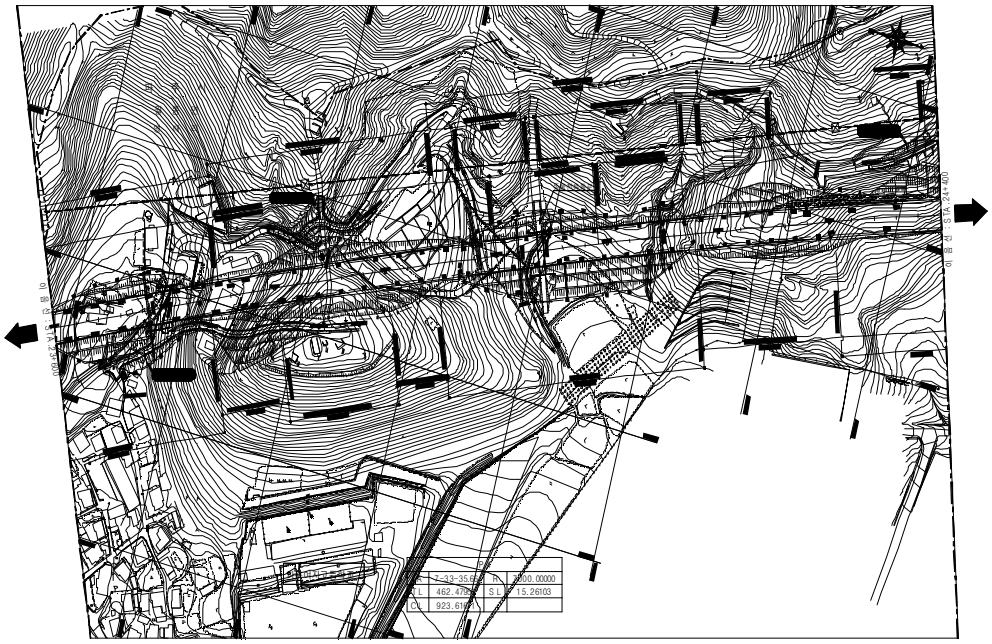


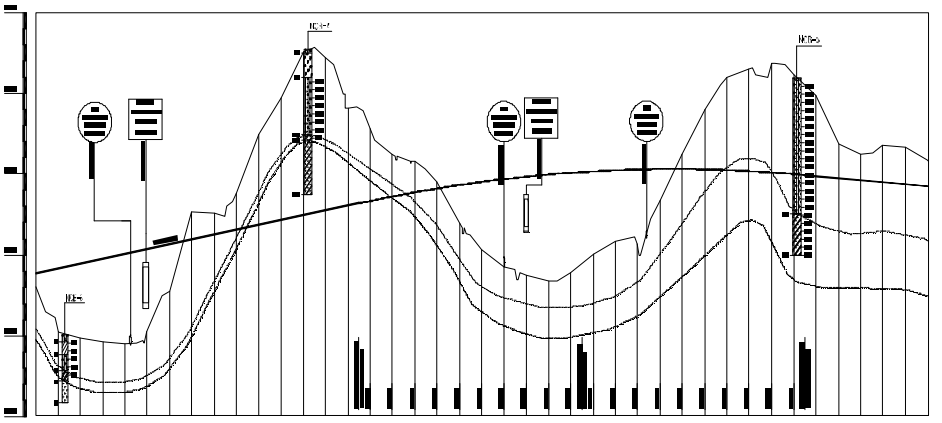
판넬식옹벽(STA.24+249~24+392) 종평면도

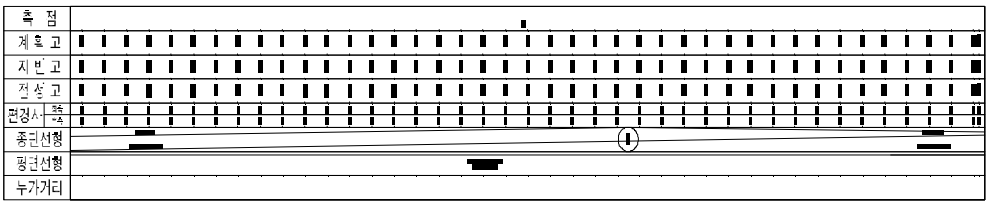
서울~문산고속도로 민간투자사업
제4공구 : 파주 금능 ~ 파주 내포

평면 및 종단면도 (5)
(STA.23+600~24+400문산방향)

축척 H=1:1,200 V=1:200







서울지방국토관리청	사업명	서울~문산고속도로 민간투자사업							구간상도	23600~24400	도면번호	평면 및 종단면도(5) (STA.23+600~24+400문산방향)
서울문산고속도로주식회사	사업구간	제4공구 : 파주 금능 ~ 파주 내포							축 척	H=1:1,200 V=1:200		
	감리분야	토목	감리단명	시공준공	2020.11.06	시공준공	김병인	김용훈	오명석	도면번호	C0020101-005	원본보존	2.005
					2014.	실시설계 승인	조태훈	박정훈	윤성원				

판넬식옹벽(STA.24+249~24+392) 전경사진, 부위별 사진

	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 절토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	줄자를 이용한 구간분할 측정

PRN옹벽(STA.27+049~27+240) 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명	서울문산고속도로 시설물 안전점검(정기,정밀안전점검) 용역	**점검기간**	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.		
관리주체명	서울문산고속도로주식회사	**대표자**	정 대 창		
공동수급	독자수행 100%	**계약방법**	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	**종 류**	보강토옹벽	**종 별**	2종
준 공 일	2020년 11월 06일	**점검금액 (천원)**		**안전등급**	A
시설물위치	경상북도 군위군 효령면 화계리	**시설물규모**	연장 : 290.0m, 높이 : 9.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	- 없음
점 검 주요결과	- 전면부 이격 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 배수시설 균열
주요 보수·보강	- 주입보수, 주의관찰

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	이 상 훈	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	장 진 원	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.	토목초급기술자
	박 성 언	2022. 08. 22. ~ 2022. 10. 25.	토목초급기술자

라. 참고사항

- 차기 중점관리부위 : 전면부 이격, 배수시설 균열
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음

PRN옹벽(STA.27+049~27+240) 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ PRN옹벽(STA.27+049~27+240)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다. 책임기술자 : 이 상 훈 (서명)

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 항목	상태평가	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	양호	주의관찰
SPAN 2	a	양호	주의관찰
SPAN 3	a	양호	주의관찰
SPAN 4	b	양호	주의관찰
SPAN 5	b	양호	주의관찰
SPAN 6	b	양호	주의관찰
SPAN 7	b	양호	주의관찰
SPAN 8	b	양호	주의관찰
SPAN 9	a	양호	주의관찰
SPAN 10	a	양호	주의관찰
SPAN 11	a	양호	주의관찰
SPAN 12	a	양호	주의관찰
SPAN 13	a	양호	주의관찰
SPAN 14	a	양호	단면보수
SPAN 15	a	양호	주의관찰

나. 안전성평가

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
해당사항 없음	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	28.2~30.0 MPa	설계기준강도(28MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	1.42~2.10%	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨
선형 및 수준측량	Y	준공자료와 다소 차이가 있으나, 측량오차내로 측량됨	침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토됨

마. 보수 · 보강방안 및 개략공사비

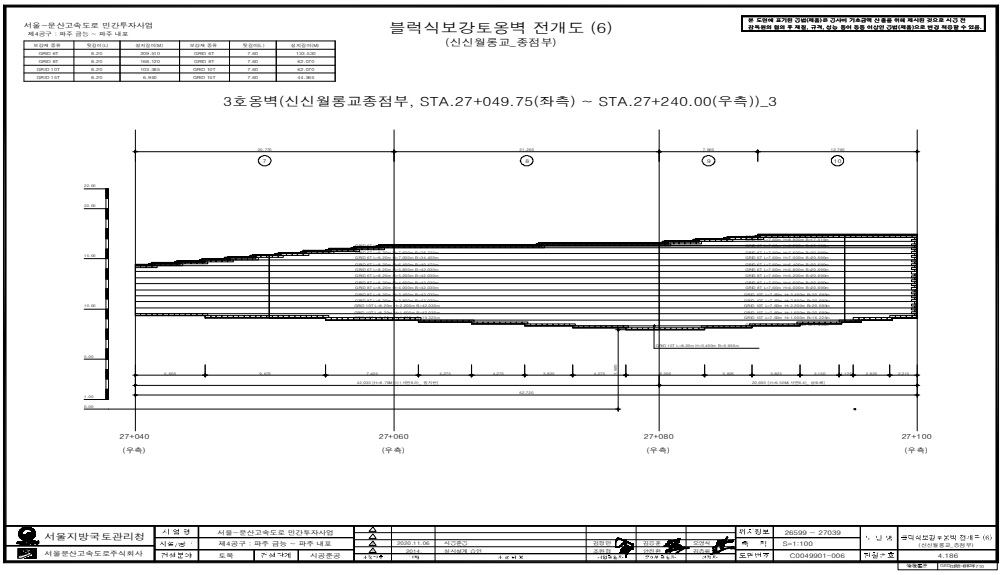
구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

PRN옹벽(STA.27+049~27+240) 현황표

작성일 : 2022년 11월 24일

시설물명	PRN옹벽(STA.27+049~27+240)		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000099		**관리번호**	-
시설물위치	행정구역	경기도 파주시 월롱면 덕은리 68-9		
	위치좌표	시점 : 37 ° 48 ' 09 "		
		종점 : 37 ° 48 ' 16 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	290.0m	지면노출 높 이	9.0m
	보강재 길 이	-	저판폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	(주)대우건설
	감 리 자	(주)신성엔지니어링(오영식)	설 계 자	(주)신성엔지니어링
	부대시설	-		
비 고				

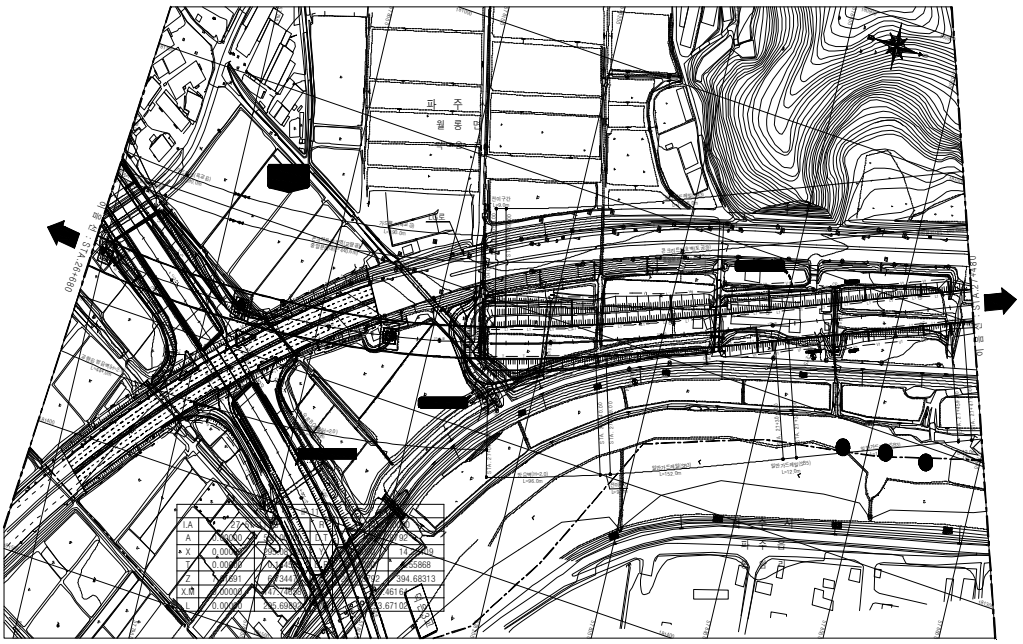


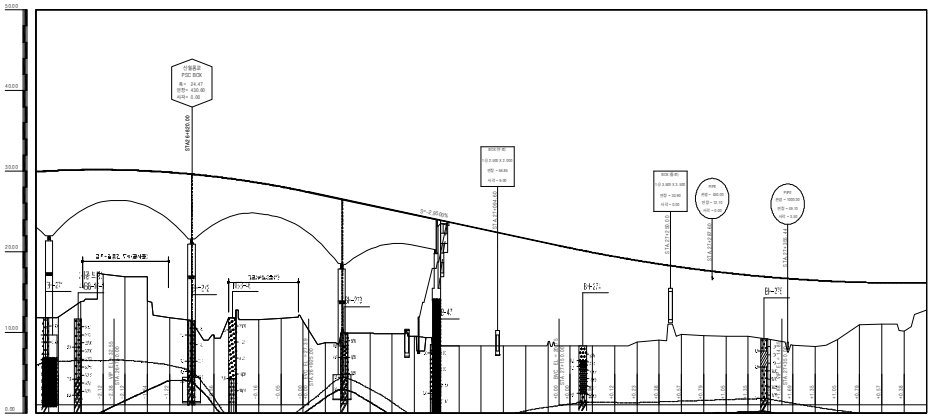
PRN옹벽(STA.27+049~27+240) 종평면도

서울~문산고속도로 민간투자사업
제4공구 : 파주 금능 ~ 파주 내포

평면 및 종단면도 (9)
(STA.26+680~27+480문산방향)

축척 H=1:1,200 V=1:200

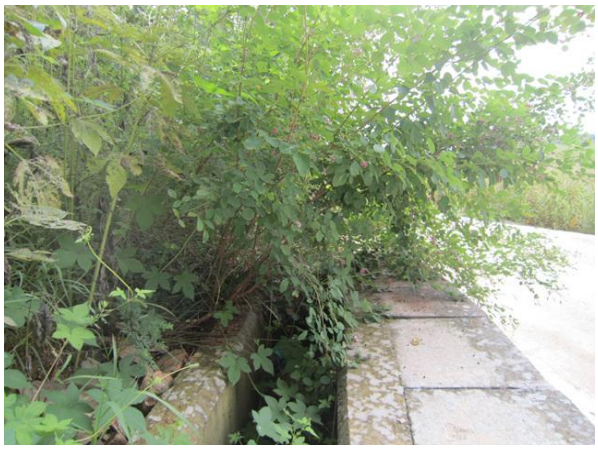




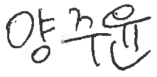
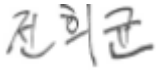
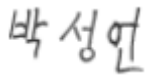
측 점	
계획고	
지반고	
절성고	
편경사	우측 / 좌측
종단선형	
평면선형	
누가거리	

서울지방국토관리청	사 업 명	서울~문산고속도로 민간투자사업						위치성보	26800~27600	도 면 명	평면 및 종단면도 (9) (STA.26+680~27+480문산방향)
서울문산고속도로주식회사	사업/공구	제4공구 : 파주 금능 ~ 파주 내포	△	2020.11.06	시공준공	김형민	김용준	오영석	축 척	H=1:1,200 V=1:200	
	건설분야	토목 / 건축관계 / 시공준공	△	2014.	실시설계 승인	조현형	박형준	윤정희	도면번호	C0020101-009	전체번호 2.009
			작성년	변경	내 용	시험책임자	전기부책임자	건축사			도로조건 GED-01-1710

PRN옹벽(STA.27+049~27+240) 전경사진, 부위별 사진

	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

참 여 기 술 자 명 단

참여구분	참여분야	이 름	등 급	직 책	날 인
사업 책임기술자	사업책임	이 상 훈	특급기술자	부 장	
참여기술자	보고서 작성 및 외관조사	정 지 운	특급기술자	이 사	
	보고서 작성 및 외관조사	장 진 원	특급기술자	부 장	
	보고서 작성 및 외관조사	황 상 윤	특급기술자	부 장	
	보고서 작성 및 외관조사	서 동 진	특급기술자	부 장	
	보고서 작성 및 외관조사	양 주 윤	초급기술자	과 장	
	보고서 작성 및 외관조사	손 기 영	초급기술자	대 리	
	보고서 작성 및 외관조사	전 희 균	초급기술자	주 임	
	보고서 작성 및 외관조사	박 성 언	초급기술자	사 원	

시설물의 위치도(1/8)



시설물의 위치도(2/8)



시설물의 위치도(3/8)



시설물의 위치도(4/8)



시설물의 위치도(5/8)



시설물의 위치도(6/8)



시설물의 위치도(7/8)



시설물의 위치도(8/8)



보고서 목차

⊙제출문
⊙정밀안전점검 결과표, 요약표, 현황표, 위치도, 전경
⊙요약문(요약보고서 별도제출)

제 1 편 공통편

제 1 장 정밀안전점검 개요 ····· 1

1.1 과업의 목적 ····· 3
1.2 과업의 범위 및 내용 ····· 3
1.3 과업수행 절차 및 일정 ····· 5
1.4 대상시설물 개요 ····· 7
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황 ····· 8
1.6 자료수집 및 분석 ····· 9

제 2 장 외관조사 개요 ····· 11

2.1 외관조사 개요 ····· 13
2.2 현장조사 방법 ····· 13

제 3 장 내구성조사 개요 ····· 15

3.1 콘크리트 내구성조사 개요 ····· 17

제 4 장 상태평가 기준 및 절차 ····· 23

4.1 상태평가 개요 ····· 25
4.2 상태평가 기준 ····· 25
4.3 상태평가등급 산정절차 ····· 32

제 5 장 보수공법 및 유지관리방안 ····· 35
5.1 보수·보강공법 개요 ····· 37
5.2 보수·보강공법 ····· 38
5.3 유지관리방안 ····· 41

제 2 편 시설물편

1. 보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400) ····· 3
2. 보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020) ····· 3
3. 보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040) ····· 3
4. 보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680) ····· 3
5. 보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230) ····· 3
6. 보강토옹벽(U-Ⅱ블록,STA.11+092~11+193) ····· 3
7. 판넬식옹벽(STA.24+249~24+392) ····· 3
8. PRN옹벽(STA.27+049~27+240) ····· 3

■ 부 록

1. 과업지시서
2. 외관조사망도(별권)
3. 측정, 시험 계측성과표
4. 상태평가 결과자료
5. 시설물관리대장 사본
6. 사진첩(별권)
7. 사용장비 및 기기의 사진
8. 사전조사 자료 일체

제1편 공 통 편

제1장 정밀안전점검 개요
제2장 외관조사 개요
제3장 내구성조사 개요
제4장 상태평가 기준 및 절차
제5장 보수공법 및 유지관리방안

제1장 정밀안전점검 개요

1.1 과업의 목적
1.2 과업의 범위 및 내용
1.3 과업수행 절차 및 일정
1.4 대상시설물 개요
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황
1.6 자료수집 및 분석

제 1 장 정밀안전점검 개요

1.1 과업의 목적

본 용역은 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 제11조 및 동법 시행령 제8조에 의거 실시하는 안전점검으로써 대상시설물의 물리적, 기능적 결함을 발견함으로써 신속하고 적절한 하자보수 조치를 취하고 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 향후 시설물의 유지관리 및 정기·정밀안전점검·하자보수 등 필요한 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 정밀안전점검은 경험과 기술을 갖춘 전문가가 용역 발주자와 충분한 사전 업무범위 및 내용을 협의한 후 수행하였으며, 근접 육안조사를 기본으로 필요 시 접근장비를 이용한 정밀 외관조사를 실시하되 현장조사 시에는 각종 안전조치를 취하였다. 현장 외관조사 결과 및 각종 측정 및 시험결과를 바탕으로 상태평가 결과를 도출하고 점검결과에 따라 적정한 보수 보강방법을 제시하였다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

1) 자료수집 및 분석
2) 현장조사 및 시험
3) 조사결과 검토 및 분석
4) 시설물의 상태평가
5) 종합평가 및 안전등급 지정
6) 보수·보강 및 유지관리방안 제시
7) 보고서 작성

1.2.2 과업수행기간

2022. 08. 18. ~ 2022. 12. 31.

1.2.3 과업의 내용

본 과업은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(국토교통부, 국토안전관리원, 2021.12)』에 의거 수행하였으며, 과업의 내용에 대한 세부사항은 다음과 같다.

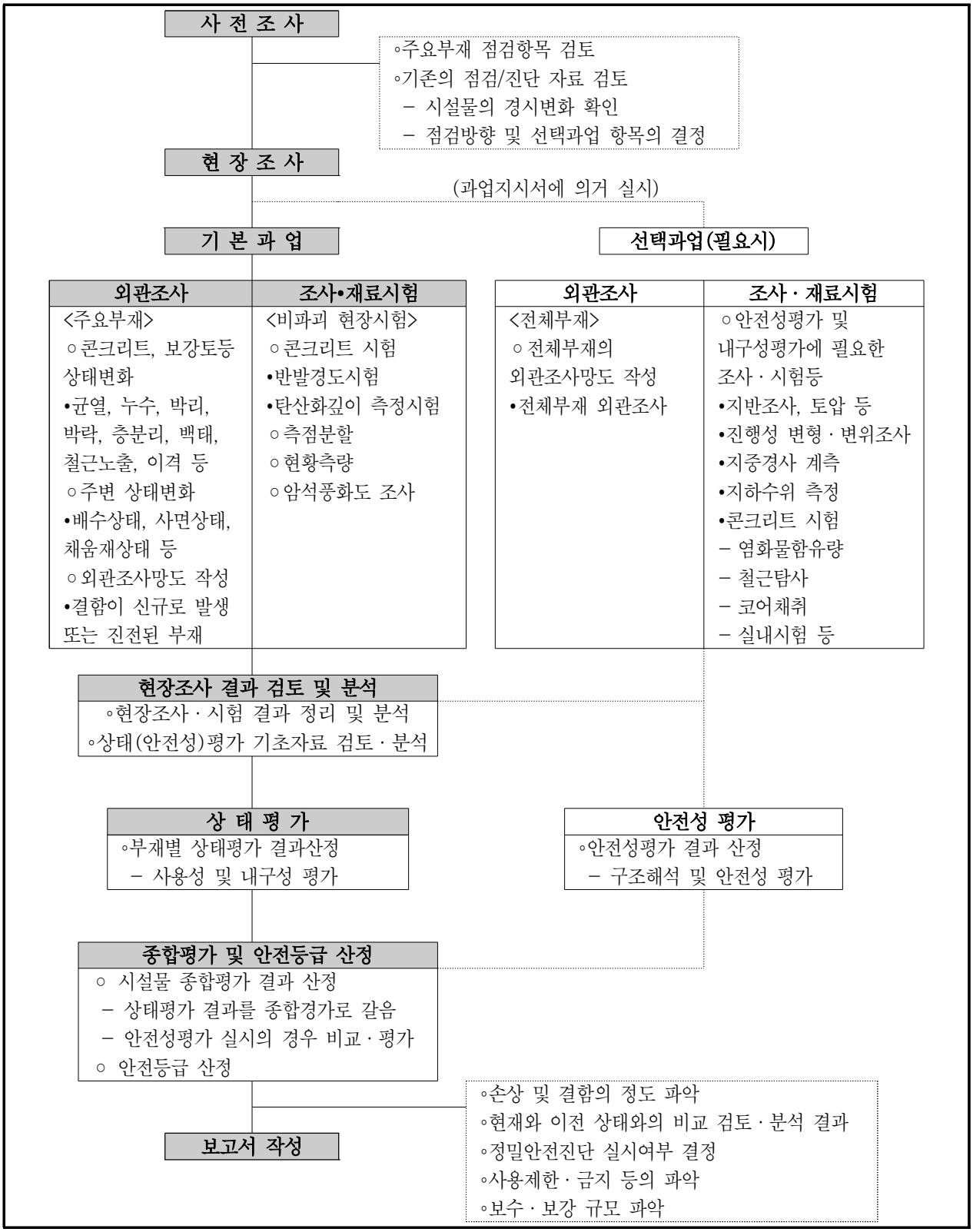
【표 1.2.1】 과업의 내용

과업의 범위		과업의 내용	비고
설계도서 및 관련자료 수집·검토		1) 설계자료 검토(준공도면, 구조계산서) 2) 기존 점검 및 유지관리자료 검토 (초기점검, 2022년 상반기 정기안전점검)	시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (2021.21) 적용
현장조사 및 시험	현장 조사	1) 옹벽의 제원 및 시공상태 조사 2) 옹벽 외관 결함 및 손상 등 외관조사 3) 외관망도 작성	
	현장 시험	1) 콘크리트 강도 조사 2) 탄산화 깊이 측정 3) 측량	
상태평가		1) 외관조사 결과 분석 2) 현장시험 결과 분석 3) 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 4) 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견(안전등급 지정)	
종합평가 및 안전등급 지정		1) 상태평가 결과를 이용하여 안전등급 지정	
보수 및 보강대책 수립		1) 결함 및 손상부위에 대한 원인 분석 및 평가 2) 기능 회복 및 향상을 위한 보수·보강 공법 제시 3) 보수·보강 물량 및 보수·보강 우선순위 제시	
유지관리 대책 수립		1) 유지 관리상 중점점검사항 제시 2) 효율적인 유지관리를 위한 방안 제시	
보고서 작성		1) 보고서 작성 및 제출	

1.3 과업수행 절차 및 일정

1.3.1 과업수행 절차

본 과업의 정밀안전점검 과업수행 흐름도는 다음과 같다.



【그림 1.3.1】 옹벽 정밀안전점검 과업수행 흐름도

1.3.2 과업수행 일정

본 과업을 위해 수행한 정밀안전점검 과업 일정은 다음과 같다.

【표 1.3.1】 정밀안전점검 과업수행 일정

공 종	2022년 8월 18일 ~ 2022년 12월 31일											비 고
	8월	9월			10월			11월		12월		
	18	10	20	30	10	20	31	15	30	15	31	
1. 자료수집 및 분석 · 관계도서 수집 및 분석 현장답사 및 점검계획 수립												- 8/18 착수
2. 현장조사 및 시험 · 외관조사 · 재료시험 및 측정												-현장조사 및 시험 -구조물별 조사팀 운영 -필요시 추가조사
3. 상태평가 · 상태평가 결과작성												-현장조사와 내업작업 병행 실시
4. 종합평가 및 안전등급 지정 · 종합평가 · 안전등급 지정												
5. 보수·보강 및 유지관리 방안 제시 · 보수·보강방안 제시 · 유지관리방안 제시												
6. 보고서 작성 · 보고서 작성 · 보고서 수정 및 납품												- 12/31 준공예정
공정율(%) 진행	5	7	10	10	10	10	15	15	5	5	8	
공정율(%) 누계	5	12	22	32	42	52	67	82	87	92	100	

1.4 대상시설물 개요

NO	공 구	구조물명	규 모		형식	비고
			높 이 (m)	길 이 (m)		
1	1	보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)	6.1	128.0	블록식	
2	1	보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)	11.9	112.0	블록식	
3	1	보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)	24.0	145.0	패널식	
4	1	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)	9.6	355.0	블록식	
5	3	보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)	17.5	155.0	패널식+블록식	
6	3	보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193)	9.6	116.0	블록식	
7	4	판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)	15.0	143.6	패널식	
8	4	PRN옹벽(STA.27+049~27+240)	9.0	290.0	블록식	

1.5 사용장비 및 시험기기의 현황

본 과업을 수행하기 위하여 사용한 주요 점검장비는 다음과 같다.

【표 1.5.1】 주요 사용장비 및 시험기기

수행장비	장비명	용 도	사 진
휴대 장비	줄 자	구조물 부재 치수 측정	
	디지털 카메라	구조물 현황 사진 촬영	
	균열폭 측정기	외관조사시 균열폭 측정	
	균열측정기	균열폭의 크기와 길이를 확대렌즈를 통해 육안으로 확인	
	콘크리트 슈미트 해머	콘크리트 강도조사	
	그라인더	비파괴 시험 실시 전 콘크리트 면처리	
	햄머드릴	콘크리트 탄산화 조사	
	탄산화시험 SET	콘크리트 탄산화 조사	
	Rc-Radar	철근배근측정	
	광파기	옹벽 선형 및 수준측량	
접근 장비	고소 점검차 (스카이)	외관조사시 근접조사	
	굴절차	외관조사시 근접조사	
	우마 사다리	외관조사시 근접조사	

1.6 자료수집 및 분석

1.6.1 자료수집 및 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	◦ 공 통 – 준공 내역서, 실시설계 보고서 – 각종 계산서 – 토질 및 지반조사 보고서 – 기타 특이사항 보고서	보유	(FMS 보유)
	◦ 설계도면 – 위치도, 평면도, 단면도(종・횡) – 상,하단부 구조물도	보유	준 공 도 (FMS 보유)
시설물 관리대장	◦ 기본 현황 ◦ 상제 제원 ◦ 유지관리 이력	보유	(FMS 보유)
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 – 재료증명서 , 품질시험기록 – 각종 시험 기록 ◦ 사고기록	보유	(FMS 보유)
안전점검 및 정밀안전진단 자료		–	준공후 최초로 실시하는 정밀안전점검
시설물 보수・보강 자료		미보유	보수・보강 미실시

1.6.2 설계 및 시공 자료

대상시설물은 준공도를 보유하고 있으며, 금회 준공도 참조하여 점검을 실시하였다. 검토여부는 각 시설물의 2장 자료수집 및 검토편에 수록하였다.

1.6.3 기존 점검 및 진단 자료

각 시설물의 2장 자료수집 및 검토편에 수록하였다.

1.6.4 시설물 보수・보강 자료

대상시설물은 보수 및 보강은 2장 자료수집 및 검토편에 수록 하였다.

NO	보수 시기	내 용	보수비(천원)	비고
1	–	–	–	

1.6.5 내진설계 여부 확인

대상시설물은 내진설계는 2장 자료수집 및 검토편에 수록하였다.

NO	시설물명	내진등급	비고
1	-	-	

1.6.6 자료수집 및 분석 결과요약

대상시설물은 준공도를 보유하고 있어 금회 점검시 참조하여 점검을 실시하였다.

제2장 외관조사 개요

2.1 외관조사 개요

2.2 현장조사 방법

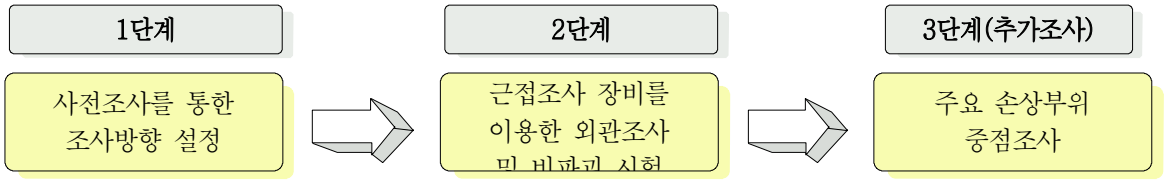
제 2 장 외관조사 개요

2.1 외관조사 개요

본 과업의 대상구조물인 옹벽의 외관조사 결과는 국토교통부에서 제시한 '시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(옹벽편, 국토교통부, 국토안전관리원, 2021.12)' 에 근거하여 구조물에 발생된 손상정도에 따라 조사하였으며 세부평가 방법은 다음과 같다.

2.2 현장조사 방법

본문에서는 옹벽의 구성부재별로 외관조사 결과를 사진 중심으로 수록하였으며, 이에 따른 외관조사망도와 외관조사 총괄표는 향후 옹벽점검 및 유지관리 시에 효율적으로 활용할 수 있게 작성하였다.



2.2.1 부재별, 손상별 발생원인 및 조사방향

가. 중대한 결함

① 시설물의 기초세굴

기초부 세굴에 대한 상태평가 기준이 "e" 의 경우

② 시설물 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실

탄산화 잔여깊이 또는 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가 기준이 "d" 의 판정으로, 철근노출 상태평가 기준에서 "e" 를 포함하는 경우

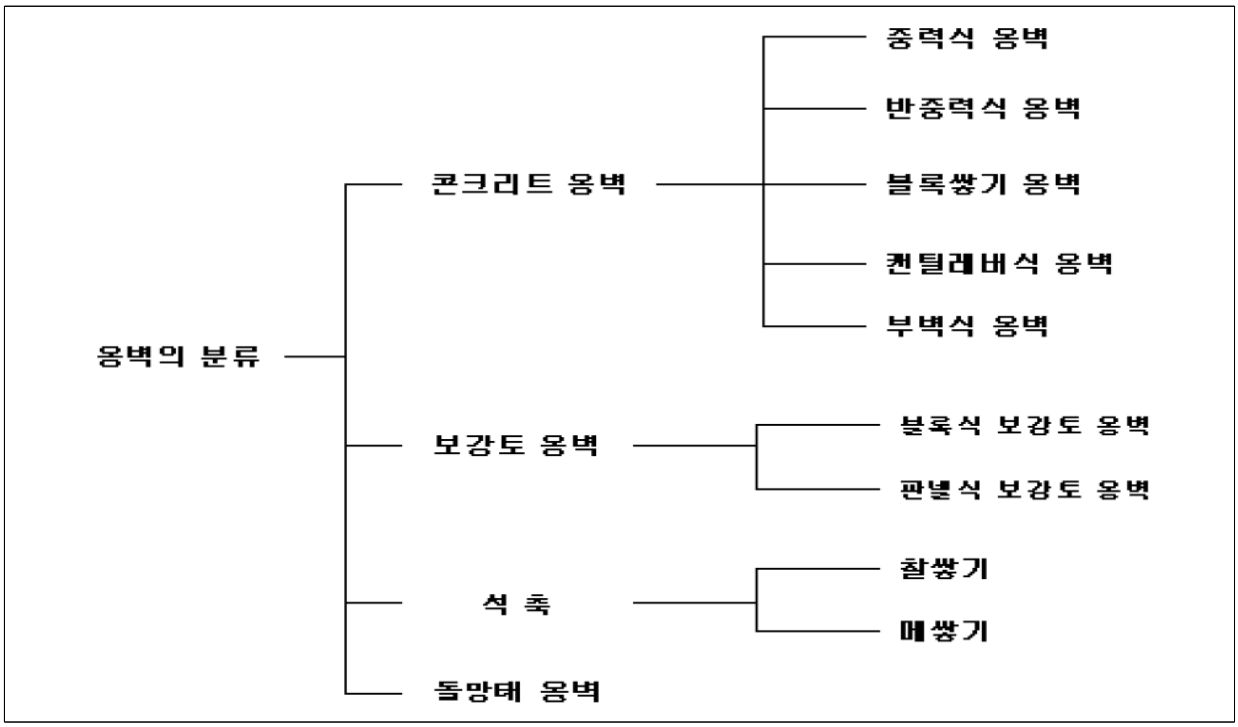
③ 절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손

절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 파손 및 손상, 재료분리 또는 균열에 대한 상태평가 기준에서 "e" 의 경우

나. 상태평가를 위한 외관조사

시설물의 적정한 상태평가를 위해서 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(옹벽편, 국토교통부, 국토안전관리원, 2021.12)』에서 제시한 순서대로 외관조사 결과를 분석하였다.

① 옹벽의 분류



② 상태변화 점검항목

점검부위	점검방법	점검항목	점검장비
콘크리트 옹벽	면밀한 외관조사	-전면부의 주요결함 · 파손 및 손상, 균열 · 누수, 층분리 및 박락, 백태 · 철근노출 · 배수공 상태 - 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태) - 기초부의 세굴 등	- 망원경 - 카메라 - 필기도구 - 줄자 - 망치 - 손전등 - 슈미트해머 - 탄산화 장비 - 균열경 및 균열측정기 - 측량기 또는 진행성 결함 항목 측정 및 계측에 필요한 장비
	간단한 측정	· 현황측량 · 반발경도법에 의한 강도조사 · 탄산화 시험 · 침하, 활동, 계획선형오차(전도/경사) 등	
보강토 옹벽	면밀한 외관조사	-전면부의 주요결함 · 파손 및 손상, 균열 · 유실 · 이격 - 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태) - 기초부의 세굴 등	
	간단한 측정	· 현황측량 · 침하, 활동, 계획선형오차(전도/경사) 등	

제3장 내구성조사 개요

3.1 콘크리트 내구성조사 개요

제 3 장 내구성조사 개요

3.1 콘크리트 내구성조사 개요

시설물의 내구성조사는 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(옹벽편, 국토교통부, 국토안전관리원, 2021.12)』의 기준에 따라 실시한다.

3.1.1 재료시험 항목 및 평가방법

가. 재료시험 항목 및 평가방법

【표 3.2.1】 옹벽별 정밀안전점검의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
공 통	○ 측점분할 (평가단위) – 신축이음부 또는 20m 간격 ○ 옹벽의 선형 및 수준측량 등	○ 지반조사 ○ 지하수위측정 시험 ○ 지중경사 계측 ○ 토압
콘크리트 옹벽	○ 콘크리트강도 – 비파괴시험법(반발경도법) ○ 콘크리트 탄산화 깊이	○ 콘크리트강도(국부파괴시험법) ○ 콘크리트 염화물 함유량1) ○ 철근배근 상태조사 ○ 진행성 변형 및 변위
보강토 옹벽	○ 계획선형 오차(전도/경사) ○ 재료시험(블럭 및 보강재)	○ 진행성 배부름 현상
석 축	○ 암석풍화도 판정 ○ 견칫돌강도 ○ 채움 콘크리트 상태	○ 진행성 배부름 현상
돌망태 옹벽	–	○ 진행성 변형 및 변위

【표 3.2.2】 정밀안전점검의 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가 방법
기본 과업	○ 측점분할	○ 신축이음부 또는 평가단위로 분할
	○ 측 량	○ 선형측량 및 수준측량
	○ 암석풍화도 조사	○ 석축의 풍화도 판정
	○ 콘크리트강도 – 비파괴시험법 : 반발경도시험	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
	○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
선택 과업	○ 콘크리트강도(국부파괴시험법)	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
	○ 철근탐사시험 – 철근배근상태 – 철근피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
	○ 콘크리트 염화물 함유량	○ 시료채취 및 평가
	○ 진행성 변형 및 변위	○ 관측 또는 계측에 의한 진행여부 판단
	○ 지반조사	○ 토압 및 지지력 검토로 안전성평가 ○ 시추 또는 원위치 시험

나. 재료시험 기준수량

【표 3.2.3】 정밀안전점검 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준수량	비 고
측정분할	○20m 간격, 신축이음부	○책임기술자 조정 가능
측 량	○옹벽의 선형측량 및 수준측량	
반발경도시험	○총수량 = (총 연장 ÷ 50m)개소	
탄산화 깊이 측정	○총 연장 • 100m미만 : 2개소 • 100m이상 : 최소2개소 + 100m당 1개소 추가	○책임기술자가 상향조정 가능
암석의 풍화도	○평가단위당 1개소	

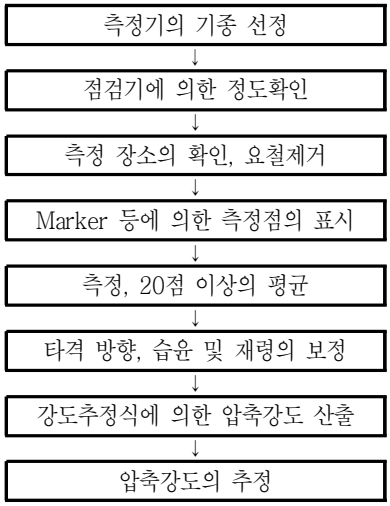
3.1.2 반발경도법

개 요

콘크리트 표면의 반발경도를 측정하여, 콘크리트의 압축강도를 추정하는 검사방법이다.
슈미트해머는 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(f_c')와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

시험방법

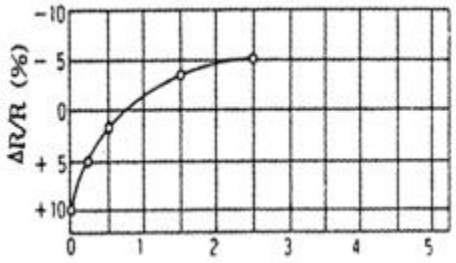
반발경도 측정은 선정된 부위에 그라인딩 작업으로 표면 정리를 한 다음 타격점 상호간의 종·횡 간격을 30mm기준으로 그어 직교되는 부위에 20점 이상을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값을 구하고, 각 반발경도 값이 평균값의 ±20% 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도를 결정함
보-기둥의 모서리에서는 최소 30~60mm 이격 하고, 측정부재의 최소두께는 반발도의 영향을 고려하여 100mm이상을 원칙으로 함
측정치는 원칙적으로 정수값을 읽고, 표면 건조상태의 부위를 선정, 측정하여 건습에 따른 보정, 압축응력에 따른 반발도의 보정과 타격 방향에 대한 보정 및 재령에 따른 보정을 적용함



보정방법

타격방향에 따른 보정(⊿R1)

반발경도 (R)	수평과 이루는 각도				비고
	+90°	+45°	−45°	−90°	
10	−	−	+2.4	+3.2	상향수직 : +90° 하향수직 : −90°
20	−5.4	−3.5	+2.5	+3.4	
30	−4.7	−3.1	+2.3	+3.1	
40	−3.9	−2.6	+2.0	+2.7	
50	−3.1	−2.1	+1.6	+2.2	
60	−2.3	−1.6	+1.3	+1.7	



<압축응력에 따른 반발경도 보정곡선>

콘크리트의 습윤상태에 따른 보정(⊿R3)
기건상태 : ⊿R3 = 0, 습윤상태 ⊿R3 = +5
습하고 타격의 흔적 : ⊿R3 = +3

콘크리트 재령에 따른 보정(α)

구분	7일	14일	21일	28일	100일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
재령 (α)	1.72	1.36	1.12	1.00	0.78	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

Ro = R + ⊿R (⇒ ⊿R = ⊿R1 + ⊿R2 + ⊿R3)
여기서, ⊿R1 : 타격방향에 따른 보정값
⊿R2 : 압축부재의 고정하중 응력에 따른 보정값
⊿R3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

압축강도 추정식

방법 1 : Fc = −18.0+1.27×Ro (MPa) ⇒ 일본 재료학회 추정식
방법 2 : Fc = (7.3Ro + 100)×0.098 (MPa) ⇒ 일본건축학회 추정식

※콘크리트 내구성 평가절차 수립(건설교통부, 시설안전기술공단, 1999.12) 참조
※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조
※시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(옹벽편, 국토교통부, 국토안전관리원, 2021.12)참조

3.1.3 탄산화 깊이 측정

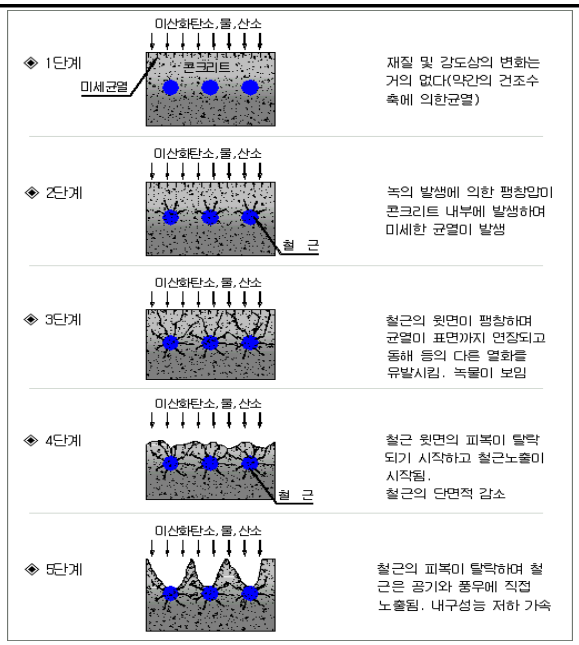
개 요

경화콘크리트는 표면에서 서서히 탄산화하여 pH값은 12~13에서 8~10이하로 감소한다. 이 과정을 콘크리트의 탄산화라고 한다.

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$

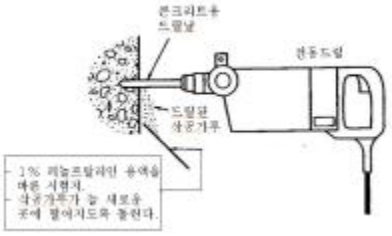
$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

콘크리트는 탄산화에 의해 직접적으로 성능이 저하되는 것은 아니며, 단지 탄산화가 문제가 되는 이유는 탄산화가 피복두께를 넘어서 철근의 표면에 도달하게 되면 철근표면을 감싸고 있던 부동태 피막이 파괴되면서 철근표면에 부식이 시작되기 때문이다.



<탄산화에 의한 콘크리트 성능저하 과정>

측정방법



드릴링에 의해 발생되는 콘크리트가루가 페놀프탈레인용액을 적신 원형시험지에 떨어져 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하는 방법

시험순서

① 탄산화시험 위치 선정
② 페놀프탈레인 1% 용액을 적신 원형시험지 준비
③ 페놀프탈레인용액을 적신 원형시험지를 드릴 밑에 두고 드릴링 시작
④ 원형시험지가 변색되는 시점에 드릴링 멈춤
⑤ 드릴링된 깊이(mm) 측정, 평균값 선정

평가기준

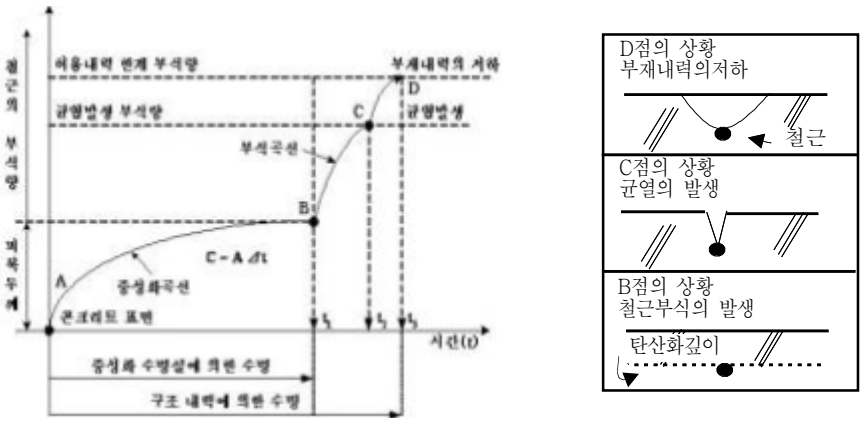
<탄산화 상태평가 기준>

구 분	a등급	b등급	c등급	d등급
탄산화 잔여 깊이	30mm 이상	10 mm 이상 ~ 30mm 미만	0 mm 이상 ~ 10mm 미만	0mm 미만
철근부식의 가능성	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음	경우에 따라서 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음	철근부식 발생

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조
※시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(옹벽편, 국토교통부, 국토안전관리원, 2021.12) 참조

내구수명평가

콘크리트의 탄산화가 진행하여 철근에 다다르게 되면 철근의 부식이 시작된다. 그러나 철근주변까지 콘크리트가 탄산화 되었다고 해서 바로 부식이 발생하여 철근의 단면 결손이 발생하는 것은 아니다. 또한 실내외의 환경조건에 따라 철근 부식 조건이 달라진다. 실외에서는 탄산화영역이 철근위치에 도달하면 급속하게 철근의 부식이 발생하는 반면, 실내의 경우는 탄산화영역이 철근에 도달해도 급속하게 부식하는 경우는 없고, 탄산화영역이 피복두께를 20~30mm 지나치는 시점에서 부식이 시작된다.
콘크리트가 탄산화 되어 철근의 부식이 시작되고, 수명에 이르는 개념을 아래 그림에 나타내었다. 즉 t1은 탄산화영역이 철근표면에 도달하는 시점, t2는 그 결과 철근이 부식되고 콘크리트에 균열을 발생시키는 시점, t3은 부재내력이 한계에 달하는 시점을 의미한다.
지금까지 철근콘크리트 구조물의 수명은 t1의 시점이라고 판단되어 왔으나 실제 구조물에 적용할 경우 많은 문제점이 나타나게 된다. 전문가에 따라서는 t1의 시점이 반드시 철근의 유해한 부식량의 시점이라고는 생각되지 않기 때문에, t2의 시점을 수명으로 산정하는 것이 적절하다는 의견이 있으므로 아직까지는 명확한 수명을 판단하기가 어렵다. 또한 다양한 환경조건에 따라 t1에서 t2 도달까지의 시간이 다르기 때문에 본 과업에서는 탄산화에 대한 내구수명으로서 t1에 도달할 때까지의 시간으로 결정하고 내구수명을 산정하였다.



<콘크리트 내부에서의 철근부식의 개념>

대기 중의 탄산가스에 의한 콘크리트 표면으로부터의 탄산화 진행을 경과시간의 함수로서 표현한 것이 탄산화 속도식이다. 탄산화가 정상상태에서 탄산가스의 콘크리트내부 확산에 따라 생긴다고 가정하면, 탄산화깊이 C는 경과시간 t의 평방근에 비례한다고 하는 식이 도출된다. 이것은 통상, $\sqrt{t}$ 법으로 불리며, 가장 일반적으로 사용되고 있다.

$$C = A\sqrt{t}$$

위의 식에서 계수 A는 탄산화속도 계수라고 하며, A의 수치가 큰 만큼 탄산화 속도가 크게 된다. 계수 A는 콘크리트의 재료적 요인 및 환경조건에 의해 정해지는 복잡한 함수이다.
본 과업에서 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C = A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 다음 식을 통하여 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정할 수 있다.

$$t_d = \frac{D_c^2}{A^2} - t_o$$

여기서, t_d는 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간, D_c는 현장조사로부터 얻어진 철근까지의 피복두께(mm), A는 탄산화시험으로부터 계산된 계수, t_0는 현재의 구조물 경과시간이다.

제4장 상태평가 기준 및 절차

4.1 상태평가 개요

4.2 상태평가 기준

4.3 상태평가등급 산정절차

제 4 장 상태평가 기준 및 절차

4.1 상태평가 개요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(옹벽편, 국토교통부, 국토안전관리원, 2021.12)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

4.2 상태평가 기준

4.2.1 상태평가 항목 및 기준

가. 상태평가 항목별 세부기준

평가항목은 기존의 국내기준과 같이 5단계로 세분하였고, 평가항목별 단계는 옹벽 상태평가 결과와 구분하기 위하여 a, b, c, d, e로 표기하도록 하였다. 또한, 별도의 시험으로 구해야만 하는 정량적 수치를 지양하였으며, 외관조사를 통하여 얻을 수 있고 쉽게 판단할 수 있는 평가방법을 정하였다.

세부기준은 기존 국내기준 및 국외기준을 참고하여 결정하였으며, 실무자들의 의견과 기 시행된 안전진단 자료를 반영하고 현실적인 여건을 고려하여 정하였다. 또한, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하도록 하며, 여러 개소에서 나타날 경우에는 단계를 하향조정하도록 하였다. 또 진행여부를 판별하는 항목은 주기적인 점검(정기점검) 결과를 활용해 결함의 진행여부를 판단하도록 하였다.

나. 콘크리트 옹벽

【표 4.2.1】 침하의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5cm미만	2cm미만	- 침하가 발생되지 않은 상태
b	1	5cm이상 ~8cm미만	2cm이상 ~5cm미만	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	2	8cm이상 ~12cm미만	5cm이상 ~8cm미만	- 침하의 정도가 보통 정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	3	12cm이상 ~16cm미만	8cm이상 ~12cm미만	- 침하의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	4	16cm이상	12cm이상	- 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

【표 4.2.2】 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	최대 기울기의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	2%미만	1%미만	- 경사/전도가 발생되지 않은 상태
b	1	2%이상 ~3%미만	1%이상 ~2%미만	- 부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	2	3%이상 ~4%미만	2%이상 ~3%미만	- 경사/전도의 정도가 보통 정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	3	4%이상 ~6%미만	3%이상 ~4%미만	- 경사/전도의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	4	6%이상	4%이상	- 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

【표 4.2.3】 활동의 상태평가 기준(공통적용)

평가기준	결함점수	최대 활동의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5cm미만	2cm미만	- 활동이 발생되지 않은 상태
b	1	5cm이상 ~8cm미만	2cm이상 ~5cm미만	- 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	2	8cm이상 ~12cm미만	5cm이상 ~8cm미만	- 활동의 정도가 보통 정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	3	12cm이상 ~16cm미만	8cm이상 ~12cm미만	- 활동의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	4	16cm이상	12cm이상	- 활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

【표 4.2.4】 파손 및 손상, 재료분리의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	깊 이	면적율 10%미만	면적율 10%이상
a	0	없음	a	a
b	1	0㎜~5㎜ 미만	b	c
c	2	5㎜~10㎜ 미만	c	d
d	3	10㎜~20㎜ 미만	d	e
e	4	20㎜ 이상	e	e

【표 4.2.5】 기초부 세굴 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	세굴이 전혀 발생하지 않은 상태
b	4	세굴이 지표면에서 헌치하부/2 부분까지 발생한 상태
c	8	세굴이 저판의 헌치하부까지 발생한 상태
d	12	세굴이 저판의 최대두께/2 부분까지 발생한 상태
e	16	세굴이 기초저면까지 발생한 상태

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우에는 본 항목을 고려하지 않는다.

【표 4.2.6】 마모/침식의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	- 마모/침식된 부위가 없는 양호한 상태
b	0	- 마모/침식에 의해 골재가 노출된 상태
c	1	- 상, 하부와 비교해서 단면(철근덮개0이 감소되기 시작한 상태
d	1	- 철근덮개가 탈락되고 철근이 부분적으로 노출되어 부식이 발생한 상태
e	2	- 침식부위의 철근이 완전히 노출되어 구조적인 기능을 상실한 상태

【표 4.2.7】 박락 및 층분리의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태	면적율 20%미만	면적율 20%이상
a	0	없음	a	a
b	1	15㎜ 미만	b	c
c	2	15㎜~20㎜ 미만	c	d
d	3	20㎜~25㎜ 미만	d	e
e	4	25㎜ 이상	e	e

※ 박락 및 층분리는 콘크리트 벽체의 박락된 깊이, 직경, 상태 등을 고려하여 판단하도록 한다.

【표 4.2.8】 박리의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태	면적율 20%미만	면적율 20%이상
a	0	없음	a	a
b	0	0.5㎜ 미만	b	c
c	1	0.5㎜~1.0㎜ 미만	c	d
d	1	1.0㎜~25㎜ 미만	d	e
e	2	25㎜ 이상, 조골재 손실	e	e

※ 박리는 콘크리트 벽체의 박리된 깊이를 기준으로 평가한다.

【표 4.2.9】 균열의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	최대균열폭	면적율 20%미만	면적율 20%이상 또는 구조적 균열
a	0	0.1㎜ 미만	a	a
b	2	0.1㎜~0.2㎜ 미만	b	c
c	4	0.2㎜~0.3㎜ 미만	c	d
d	6	0.3㎜~0.5㎜ 미만	d	e
e	8	0.5㎜ 이상	e	e

【표 4.2.10】 백태의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	- 없음
b	0	- 국부적으로 발결
c	1	- 여러곳에서 발견
d	1	- 심한상태
e	1	- 매우 심하고 범위가 넓은 상태

【표 4.2.11】 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	•30㎜ 이상	- 탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	•10㎜~30㎜ 미만	- 향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
c	•0㎜~10㎜ 미만	- 경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
d	•0㎜ 미만	- 철근부식 발생
e	-	-

【표 4.2.12】 전염화물 이온량의 상태평가 기준

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	•염화물 ≤ 0.3kg/㎥	- 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	•0.3kg/㎥<염화물<1.2kg/㎥	- 콘크리트 중의 염화물 이온농도가 높으나, 부식이 발생할 가능성 적음
c	•1.2kg/㎥≤염화물<2.5kg/㎥	- 향후 염화물에 의한 부식이 발생할 가능성 높음
d	•염화물 ≥ 0.3kg/㎥	- 철근부식 발생
e	-	-

【표 4.2.13】 철근노출의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	철근부식의 가능성
a	0	0%
b	1	0~1%미만
c	2	1~3%미만
d	3	3~5%미만
e	4	5%이상

【표 4.2.14】 배수공 상태의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	- 배수공 내부가 우천시마다 맑은 물이 흘러서 깨끗한 상태
b	1	- 배수공 내부가 우천시마다 세립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태
c	2	- 배수공 내부가 우천시마다 조립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태
d	3	- 배수공 내부에 전혀 배수된 흔적이 없고, 거미줄이나 기타 이물질이 있는 상태
e	4	- 배수공을 전혀 설치하지 않은 경우

다. 보강토 옹벽

【표 4.2.15】 침하의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5cm미만	3cm미만	- 침하가 발생되지 않은 상태
b	0	5cm이상 ~10cm미만	3cm이상 ~8cm미만	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	1	10cm이상 ~20cm미만	8cm이상 ~16cm미만	- 침하의 정도가 보통 정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	1	20cm이상 ~30cm미만	16cm이상 ~25cm미만	
e	2	30cm이상	25cm이상	- 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

【표 4.2.16】 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	최대 기울기의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	2%미만	1%미만	- 경사/전도가 발생되지 않은 상태
b	0	2%이상 ~3%미만	1%이상 ~2%미만	- 부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	1	3%이상 ~4%미만	2%이상 ~3%미만	- 경사/전도의 정도가 보통 정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	1	4%이상 ~6%미만	3%이상 ~4%미만	
e	2	6%이상	4%이상	- 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

【표 4.2.17】 파손 및 손상, 재료분리의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 비진행성 상태
b	2	- 경미하게 발생한 비진행성 상태
c	4	- 경미하게 발생한 진행성 상태
d	6	- 심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태
e	8	- 매우 심하게 발생하여 경사가 발생하고 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태

【표 4.2.18】 파손 및 손상, 균열의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	- 부재에 파손이 발생하지 않은 건전한 상태
b	1	- 파손이 경미하고 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 양호한 상태
c	2	- 파손이 경미하지만, 다른 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태
d	3	- 시설의 주요부에 부분적인 파손이 발생하여 제체의 안전성이 저하되거나, 손상의 진행에 따라 손상규모가 확대될 위험이 있는 심각한 상태
e	4	- 시설의 주요부에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태

【표 4.2.19】 이격의 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 상태
b	1	- 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c	2	- 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d	3	- 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e	4	- 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

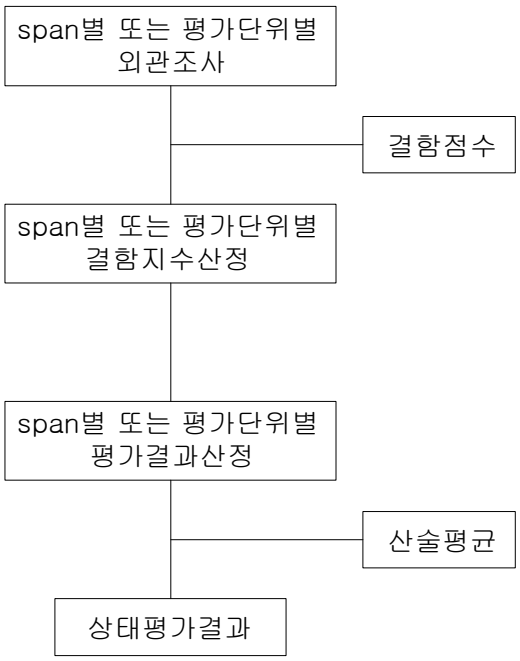
【표 4.2.5】 유실 상태평가 기준

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 상태
b	2	- 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c	4	- 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d	6	- 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e	8	- 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

4.3 상태평가등급 산정절차

콘크리트 옹벽의 상태평가 과정은 신축이음부를 경계로 평가단위로 나누어 주며, 그 밖에 옹벽의 상태평가 과정은 평가단위(20m를 원칙으로 하나 현장상황에 따라 책임기술자가 조정가능)별 여러 결함에 대해 시설물 외관조사 평가항목별 세부기준에 합당하는 결함점수를 부여한 후 평가단위별 결함지수를 산정하여 평가단위별 단계를 각 평가단위에서 산정된 결함지수를 산술평균하여 상태평가 결과를 결정한다.

평가과정은 [그림 4.3.1]과 같다.



【그림 4.3.1】 상태평가등급 산정 과정

4.3.1 결함점수 및 결함지수 산정 기준

가. 콘크리트 옹벽

평가기준		a	b	c	d	e
		0 ≤ f <0 .15	0.15 ≤ f < 0.30	0.30 ≤ f <0 .55	0.55 ≤ f <0 .75	0.75 ≤ f
침 하		0	1	2	3	4
활 동		0	1	2	3	4
배수공상태		0	3	6	9	12
계획선형오차 (전도/경사)		0	1	2	3	4
파손 및 손상(재료분리)		0	1	2	3	4
균 열		0	2	4	6	8
마모/침식		0	0	1	1	1
재료 열화	박 리	0	0	1	1	2
	박락 및 층분리	0	1	2	3	4
	백태	0	0	1	1	1
	탄산화	0	1	2	3	4
	염화물	0	1	1	2	4
	철근노출	0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1

철근콘크리트 옹벽 결함지수 (F)	①	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{76}$	②	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{60}$
중력식 옹벽 결함지수(F)	①	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{64}$	②	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{48}$

※ 철근이 포함되지 않은 구조물은 철근노출, 염화물, 탄산화 항목 제외
※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용.
※ 콘크리트 옹벽의 누수에 대한 평가는 철근콘크리트 옹벽에 한하여 실시하며, 평가단위당 균열폭 최대점을 기준으로 균열깊이 측정을 실시하여 균열깊이가 콘크리트 피복보다 클 경우에 결함점수를 한 단계 하향 조정한다.
※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.
※ 수중옹벽의 경우, 평가항목 중 배수공상태 항목은 설계도서를 검토하여 불필요시 결함지수에서 제외하며, 평가식의 분모에서 그 점수만큼 감산하여 계산한다.

나. 보강토 옹벽

평가기준		a	b	c	d	e
		0 ≤ f <0 .15	0.15 ≤ f <0 .30	0.30 ≤ f <0 .55	0.55 ≤ f <0 .75	0.75 ≤ f
침 하		0	0	1	1	2
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	1	2
활 동		0	1	2	3	4
전면부 진행성 배부름		0	2	4	6	8
파손, 손상 및 균열		0	1	2	3	4
유 실		0	2	4	6	8
이 격		0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1

보강토 옹벽 결함지수 (F)	①	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{52}$	②	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{36}$

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용
※ 전면판에 발생한 균열은 파손으로 처리함.
※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며,
해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

4.3.2 옹벽시설물의 상태평가 기준

상태평가기준	시설물의 상태평가 내용	비고
A	0.00 ≤ F < 0.15	F = 옹벽결함지수
B	0.15 ≤ F < 0.30	
C	0.30 ≤ F < 0.55	
D	0.55 ≤ F < 0.75	
E	0.75 ≤ F	

제5장 보수공법 및 유지관리방안

5.1 보수·보강공법 개요

5.2 보수·보강공법

5.3 유지관리 방안

제 5 장 보수공법 및 유지관리방안

5.1 보수·보강공법 개요

5.1.1 일 반

구조물에 대한 보수·보강은 손상 구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강 방법 및 수준을 정한다.

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

5.1.2 보수·보강 우선순위의 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

○ 보수보다 보강을, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.

○ 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

5.2 보수·보강공법

옹벽 시설물의 주요 보수・보강 방법을 소개하면 다음과 같다.

【표 5.2.1】 옹벽에 영향을 미치는 현상과 요인

역학적 거동과 원인			자연적 요인				인위적 요인			
역학적 거동		원 인	특수지형	특수지질	저온	기타	설계불량	배수불량	시공불량	기타
하중 증가	토압증대	편토압, 사면활동 등	○	○						
		배면지반 하중증가						○		○
	수압증대	지표수 유입				○		○	○	
		배수불량, 지하수 차단		○			○	○		
		인접시설(상·하수도)누수					○	○	○	
	기타	재하(載荷), 제하(除荷), 근접시공								○
		지진				○	○			
기초지반 지내력 저하	침하, 활동	근접시공(굴착)					○			○
		지진				○				
		지하수위 상승	○				○			
옹벽의 지내력 저하	구조노후화	균열, 박리, 단면변형				○	○		○	
	재료노후화	탄산화				○				
		저온, 습윤			○		○	○		
		배합불량							○	
	기타	지진			○					
		화재, 충격(차량 및 낙석충돌 등)								○

5.2.1 철근부식에 대한 보수 공법

철근이 부식되어 있는 부분이 노출되도록 콘크리트를 파취하고, 철근이 부식된 부분의 녹을 제거하여 철근에 방청처리를 한 후, 콘크리트에 프라이머 도포를 행한 후에 폴리머시멘트 모르터(PCM)등의 재료로 충전 보수한다.

5.2.2 누수에 대한 보수 공법

콘크리트의 누수는 구조물의 기능장해와 노후화의 원인이 되므로, 누수방지 및 방수대책의 수립이 필요하다.

5.2.3 콘크리트 탄산화 부위 보수 공법

탄산화가 20~30㎜정도 진행된 경우에는 탄산화된 콘크리트를 제거한 후 단면복구용 모르터로 보수하는 것이 원칙이나, 이러한 경우 공사비용이 과다하기 때문에 현실적으로 불가능하다는 지적이 있다.

따라서 구조체의 경우 탄산화를 방지할 수 있는 콘크리트 탄산화 방지용 밀폐형 기밀 도료칠을 한다.

5.2.4 침하에 대한 보수·보강 공법

1) 고압분사 교반공법

물과 공기를 혼합한 초고압 분류체가 갖고 있는 운동에너지를 이용하여 지반의 조직구성을 파쇄하고, 파괴된 토립자와 경화재를 혼합 교반하여 초대형의 원주상 고결체를 조성하는 공법이다.

2) 압력주입 그라우팅 공법

비유동성(고결체에 가까움)주입재를 지반에 압입하여 균일한 고결체를 형성함과 동시에 주변지반을 압축 강화시키는 공법으로 주입재가 흙의 공극속으로 침투되는 것이 아니라 동공을 메우거나 주입재를 압입하여 지중의 소요 보강부위에 적합하고 다양한 형상의 기초를 시공하는 공법이다.

3) 앵커공법

특수조직으로 구성된 앵커를 지반에 삽입한 후, 모르터 또는 시멘트 밀크를 압입주입하고 구근을 형성하여 발생되는 지반지압에 의한 인장력으로 구조체의 안정을 도모하는 공법이다.

4) 성토하중 경감공법

배면 에프론부를 소정의 심도까지 굴착하고 콘크리트 슬래브를 설치하거나 중공구조물을 설치함으로서 상부로부터 전달되는 성토하중을 감소시켜 전면 구조물의 안정(전도, 활동, 지지력)을 도모하는 공법이다.

5) 경량재료치환공법

벽체배면의 뒷채움을 고분자 계통의 경량제품인 E.P.S(expand polystyrene form)로 치환하거나 이 이외에도 환경오염의 염려가 없는 한 성토체보다 가볍고 내구성 등의 성토 목적을 충족시킬 수 있다면 다른 유사 재료를 치환함으로서 벽체에 작용하는 토압을 경감시켜 구조물의 안정을 도모하는 공법이다.

5.2.5 경사 및 전도에 대한 보수·보강공법

전면부의 수동토압의 감소현상이나 배면 주동토압의 증가로 발생되는 손상 형태에 대한 보수·보강기법으로 다음과 같은 공법들을 제안한다.

1) 저항모멘트 감소에 대한 보수·보강

- 전면 기초지반 세굴부위의 보강
- 지반의 고압분사교반공법
- 압력주입그라우팅 공법에 의한 강도증진
- 앵커공법에 의한 저항모멘트 증가

2) 전도모멘트 증가에 대한 보수·보강

- 주동토압계수 감소기법
  - 압력주입그라우팅 공법 : 천공된 구멍을 통하여 지반의 간극에 액상물질을 주입시킴으로서 지반을 경화시키는 공법
  - 고압분사교반공법 : 비트를 회전시킴으로서 지반을 교란시키며 액성시멘트 혼합물을 주입하여 흙과 교반되도록 하여 지반을 개량하는 공법
- 배면 성토하중을 경감시키는 공법

5.2.6 구조물의 활동에 대한 보수·보강공법

압력주입 그라우팅공법이나 고압분사 교반공법에 의한 지반강화 또는 앵커공법을 적용한다.

5.2.7 구조물 뒷채움부 침하 및 공동에 대한 보수・보강공법

뒷채움부의 침하형태는 지반의 압밀침하 및 전단파괴를 동반하여 나타나는 광역침하와 뒷채움흙의 특정부위가 침하하는 국부침하로 나눌 수 있으며, 보강방법으로는 윗항의 공법과 유사한 공법들이 적용된다.

5.2.8 벽체의 파손에 대한 보수・보강공법

일반적으로 결손 단면이 큰 경우에는 프리팩트 콘크리트 공법을 사용하게 되는데 단면구조체에 형틀을 설치하고 보수 부분에 조골채 충진, 주입재 충진, 양생 탈형의 공정으로 이루어진다.

5.2.9 동해에 대한 보수・보강 공법

배면토 내부의 수분이 추위로 인하여 서서히 동결하여 그 팽창압력에 의해 옹벽 구조재료에 손상을 입히는 경우로 보강토 옹벽 보강재 등은 특히 고려해 볼만하다.

동상의 발생에는 온도와 물, 토질의 세 가지 요소가 필요한데 이중 대책이 용이한 것은 토질이며, 배면토의 치환공법 등을 적용할 수 있다.

5.3 유지관리 방안

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리 하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

본 과업을 통하여 제시된 외관조사망도를 바탕으로 본 보고서『제1편 제2장 외관조사 개요』에서 제시한 「점검부위 및 손상종류」 사항을 참고하여 유지관리 한다.

※ 시설물 점검시 각 시설물별 유지관리 지침과 외관 조사망도 활용 요망.
※ 시설물 보수・보강 이력사항에 대한 기록관리 철저 요망.
※ 시설물의 보수는 제1편 제5장을 참조하며, 보수・보강 필요부재에 대해서는 충분한 검토 및 보수 실시설계 후 제시된 방안으로 보강하는 것이 바람직하다.
※ 보수・보강 수행시 공사에 따른 특기사항은 기록, 정리하여 향후 유지관리 자료로 활용할 수 있도록 하여야 한다.

제2편 시 설 물 편

1. 보강토옹벽

(본선 STA.0+283~0+400)

1.1 시설물 개요

1.2 자료수집 및 분석

1.3 현장조사 및 시험

1.4 상태평가

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.6 보수·보강 및 유지관리 방안

1.7 종합결론

1. 보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)

1.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매동 604-52에 위치한 2종 시설물로서 연장 128.0m, 지면노출높이 6.1m의 블록식 보강토옹벽이다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000123		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 강매동 604-52		
	위치좌표	시점 : 37 ° 35 ' 585 "		
		종점 : 37 ° 36 ' 18 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	블록식
	연 장	128.0m	지면노출 높 이	6.1m
	보강재 길 이	-	저판폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

1.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 1.1.1】 위치도

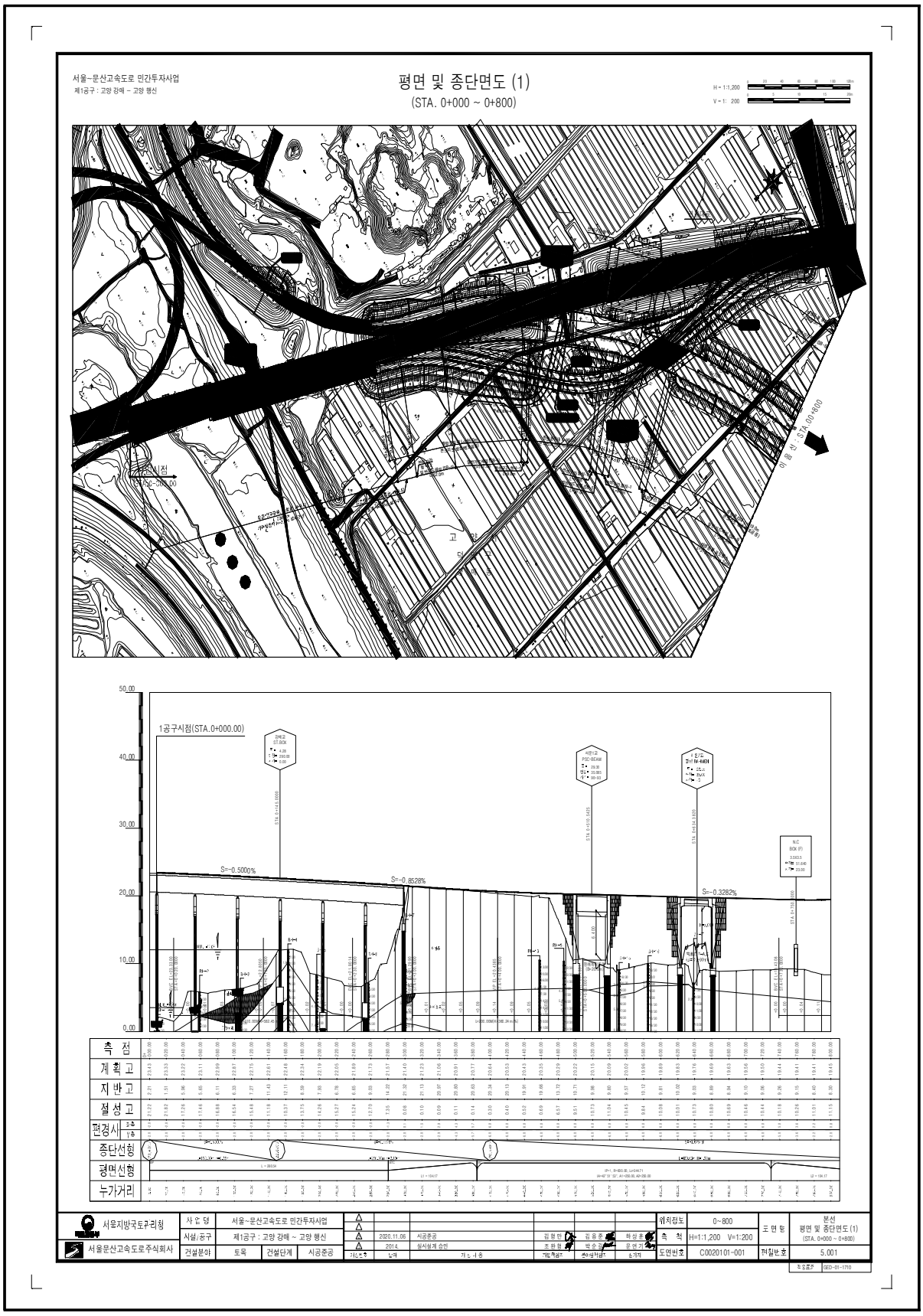
시점부 전경	종점부 전경
	

【그림 1.1.2】 전경사진

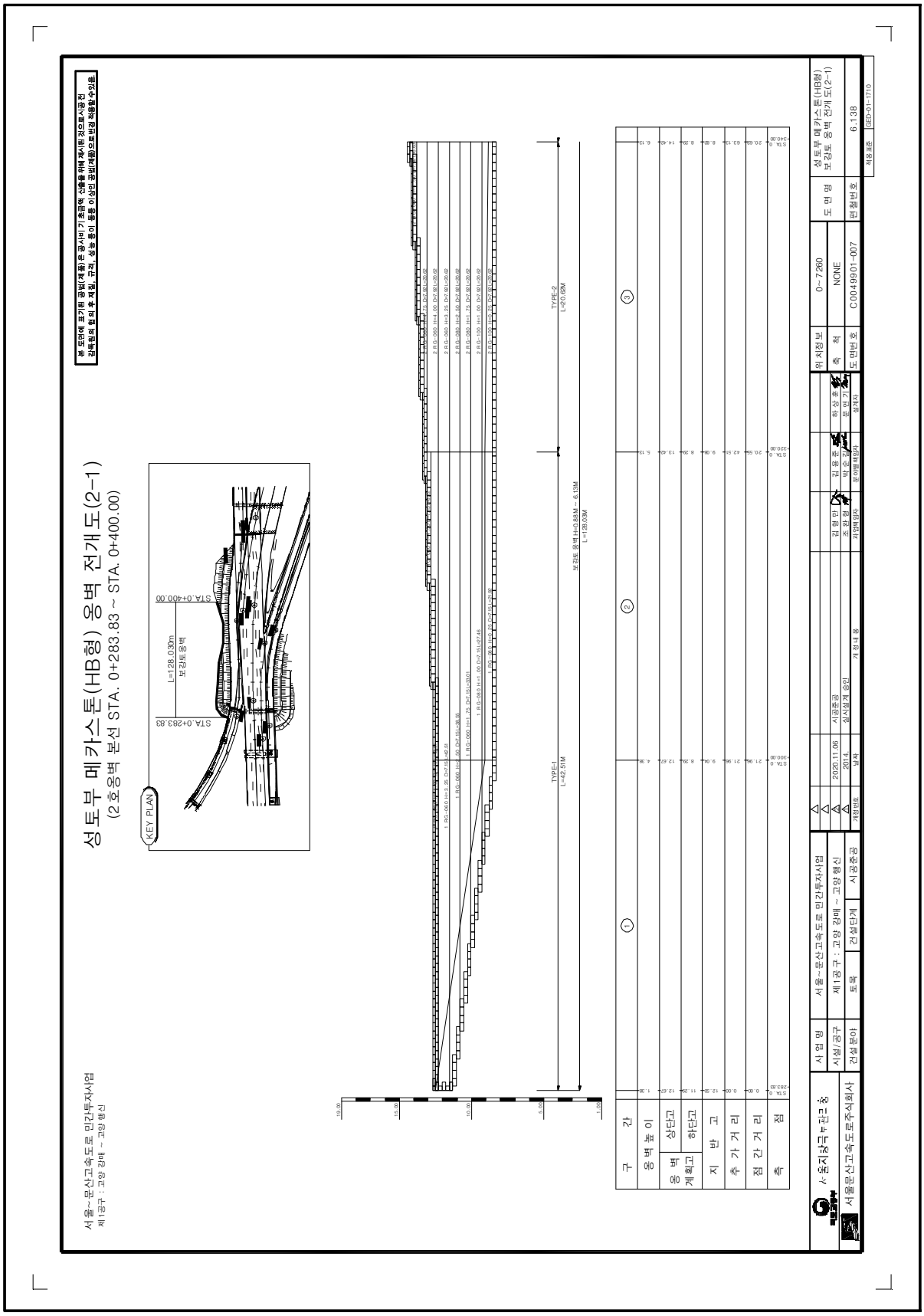
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	줄자를 이용한 구간분할 측정

【그림 1.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

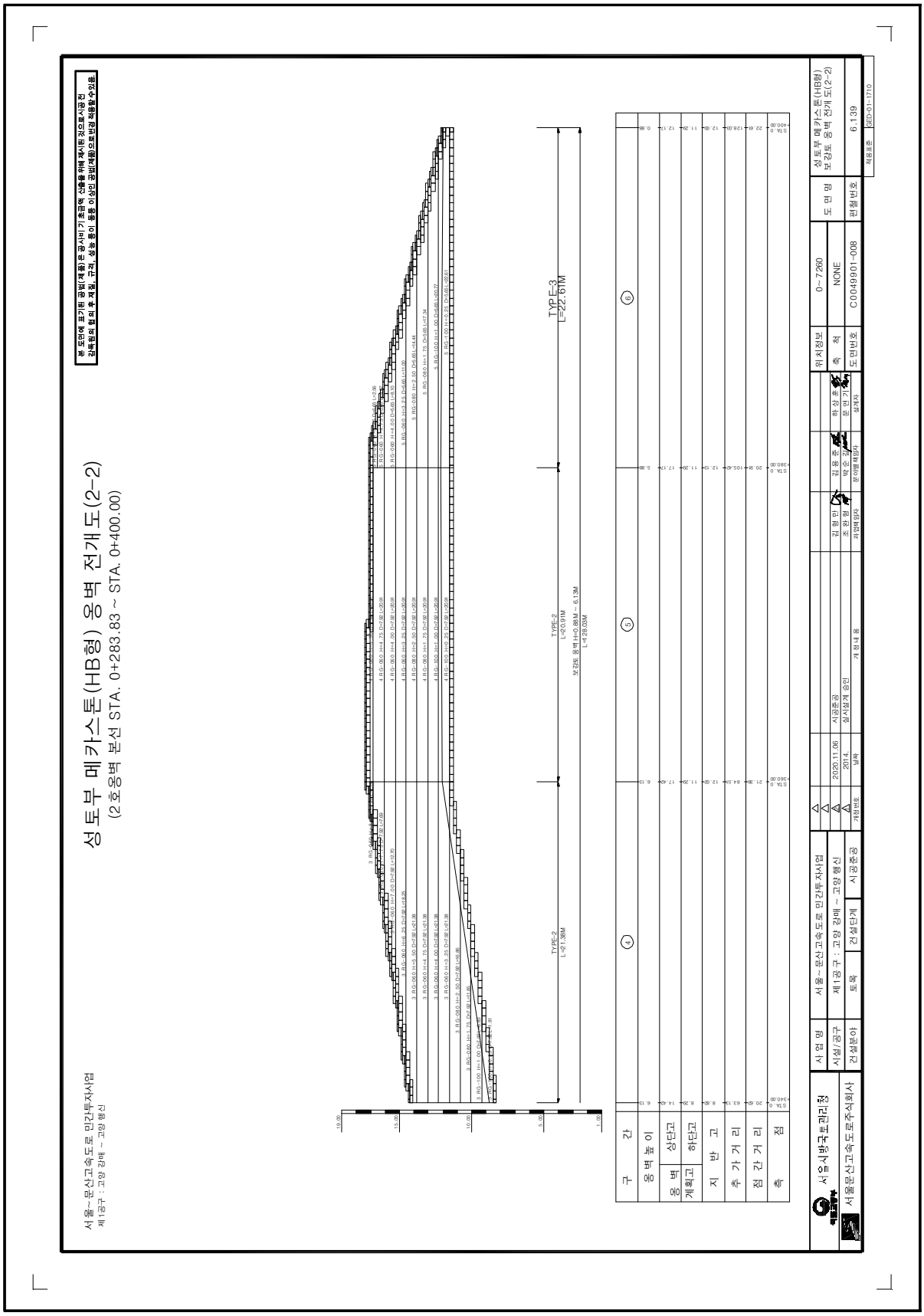
1.1.3 시설물 전개도 및 단면도



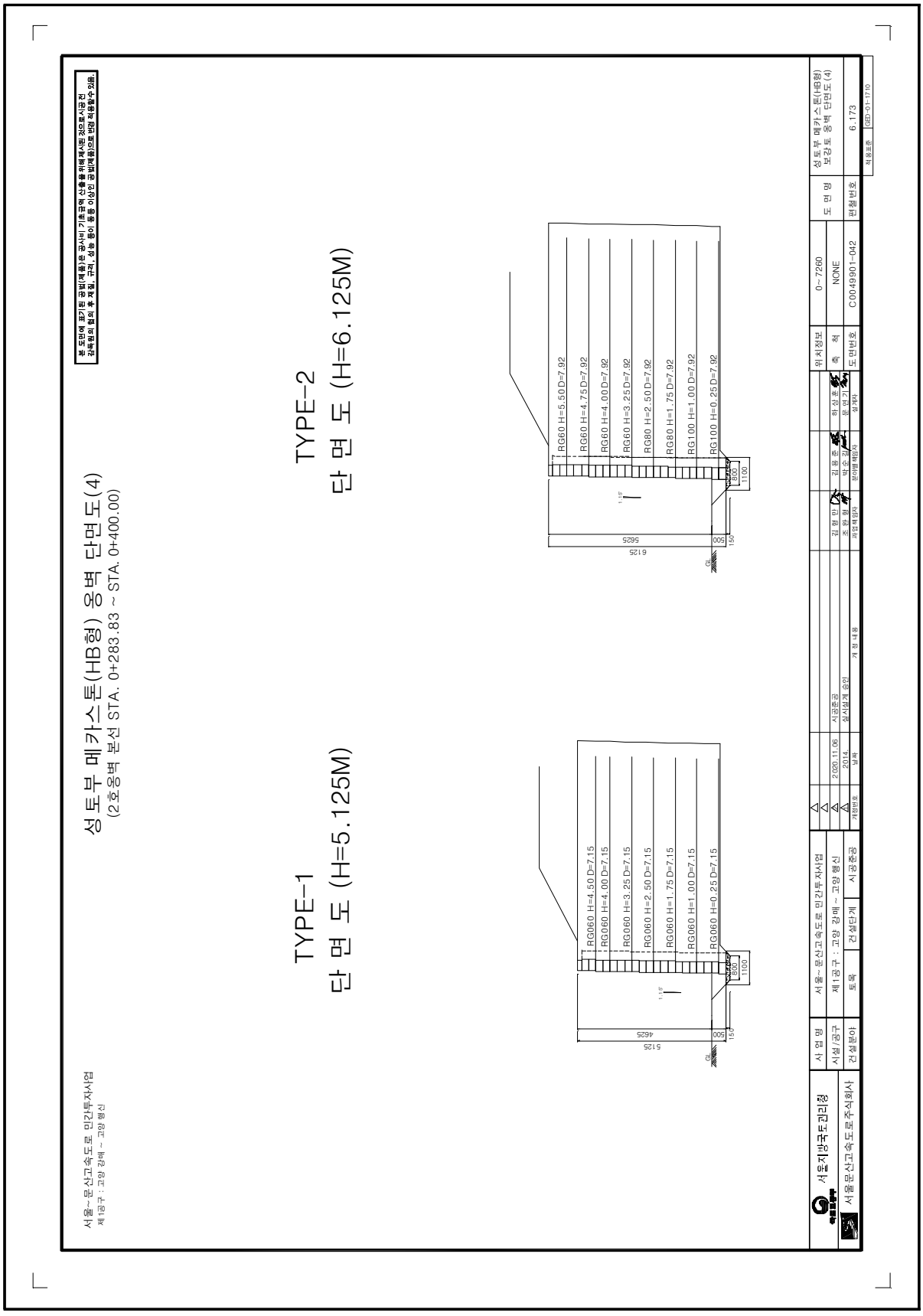
【그림 2.1.4】 종평면도



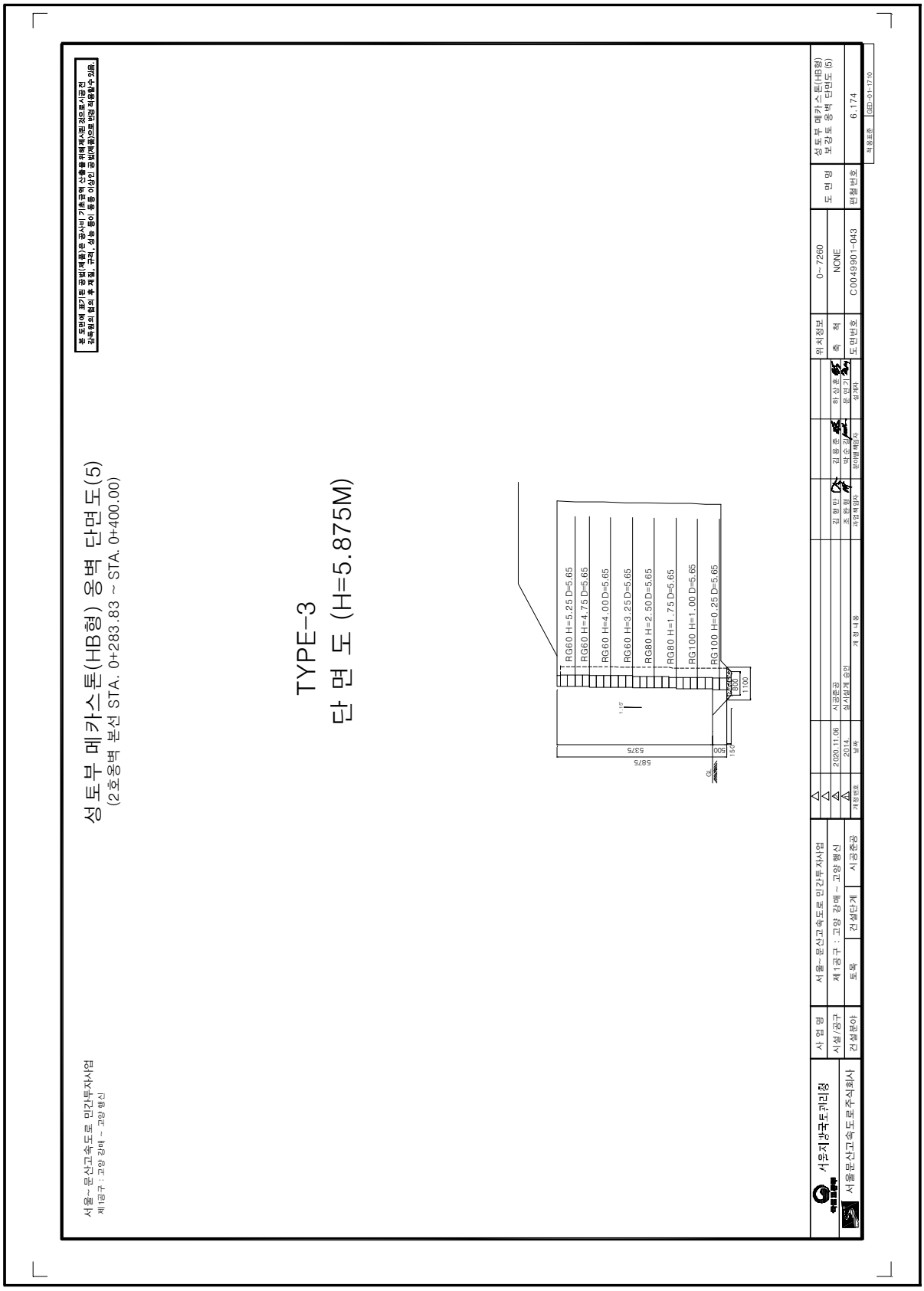
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도



【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



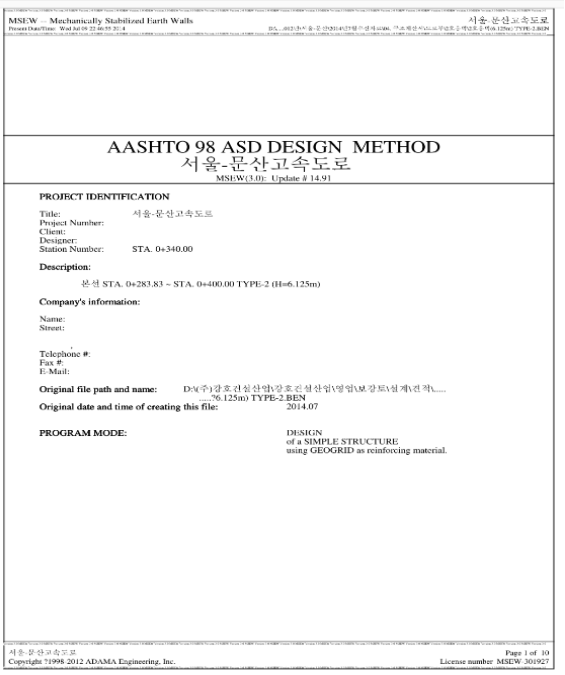
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월 06일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
서울-문산고속도로
MSEW(3.0): Update # 14.91

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울-문산고속도로
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: STA. 0+340.00

Description:

본선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00 TYPE-2 (H=6.125m)

Company's information:

Name:
Street:

Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\(주)강호건설산업\강호건설산업\영업\보강토\설계\건착\.....76.125m) TYPE-2.BEN
Original date and time of creating this file: 2014.07

PROGRAM MODE: DESIGN
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

서울-문산고속도로 Page 1 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs-po	1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, Lc = 1.00 m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: L/Hd = 0.70 --> L = 4.29 m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: L = 2.50 m.

BEARING CAPACITY
Bearing capacity is controlled by general shear.

Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50

Bearing capacity coefficients: Nc = 25.80 N γ= 16.72

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	19.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0 deg.

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	28.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	19.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	28.0 deg.
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	3.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ= 60.00deg. (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.6112 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY

Note: specified A combined with I and δ produced a square root of -0.05 in M-O equ.
MSEW set this square root to ZERO so that the Kae could be calculated. Be aware that the end results are likely erroneous and ARE PROVIDED FOR INFORMATION ONLY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.099 => Kh = Am = 0.099
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 25 mm, using FHWA-NHI-00-043 equation)

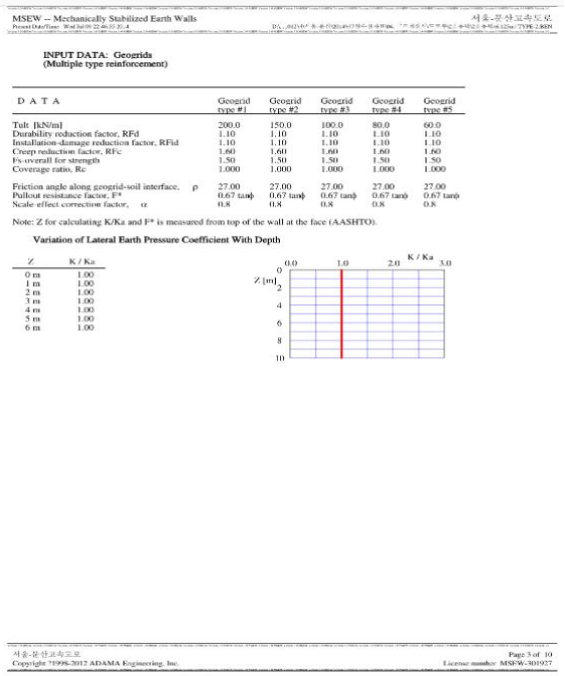
Kae (Kh > 0) = 0.9805 Kae (Kh = 0) = 0.5925 Δ Kae = 0.3880

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY
Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

BEARING CAPACITY
Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

INTERNAL STABILITY
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, Fs-po, is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, Fs-overall, is 66.7% of its specified static value.
The reduction of Fs-overall pertains to geogrid strength and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

서울-문산고속도로 Page 2 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

INPUT DATA: Geogrids
(Multiple type reinforcement)

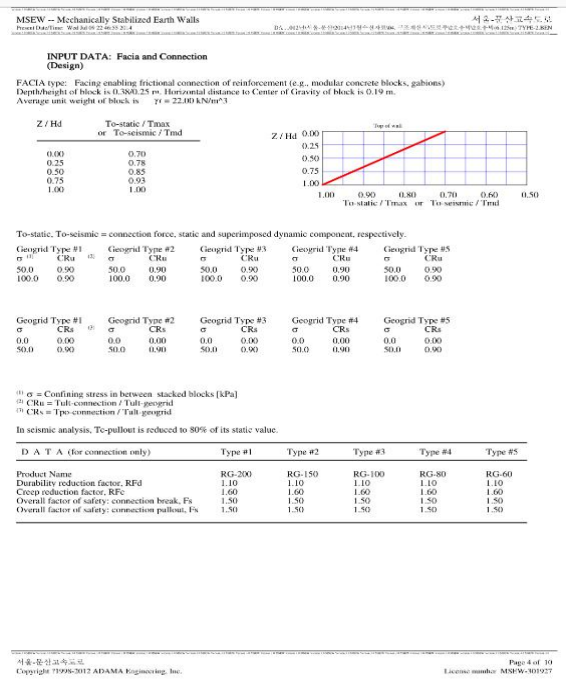
D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fs-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, F*	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ
Scale effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/Ka and F* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

서울-문산고속도로 Page 3 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

INPUT DATA: Facia and Connection
(Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.38/0.25 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is γr = 22.00 kN/m^3

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.70
0.25	0.78
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00

To-static, To-seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1 σ (1)	CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90

Geogrid Type #1 σ	CRs (2)	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-connection / Tult-geogrid
(3) CRs = Tpo-connection / Tult-geogrid

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RG-200	RG-150	RG-100	RG-80	RG-60
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety: connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

서울-문산고속도로 Page 4 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd 6.13 [m] [Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 5.63 m]
Batter, ω 1.1 [deg]
Backslope, β 25.9 [deg]
Backslope rise 6.4 [m] Broken back equivalent angle, I = 25.91deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Qv-d = 0.0 and Qv-l = 13.0 [kPa].
Footing width, b=46.8 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 36.6 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

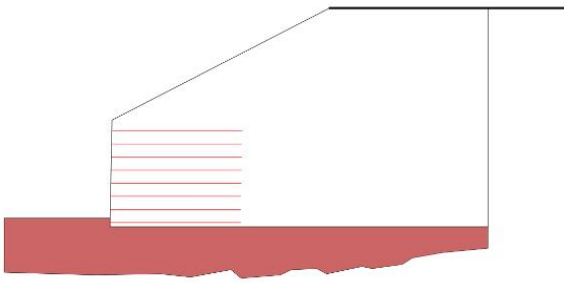
REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND: (1) Connection strength V Satisfactory
(2) Geogrid strength X Unsatisfactory
(3) Pullout resistance
(4) Direct sliding
(5) Eccentricity

Bearing capacity: V
Foudation Interface: Direct sliding V Eccentricity V

#	Geogrid Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.25	7.92	3	V	V	V	V	V
2	1.00	7.92	3	V	V	V	V	V
3	1.75	7.92	4	V	V	V	V	V
4	2.50	7.92	4	V	V	V	V	V
5	3.25	7.92	5	V	V	V	V	V
6	4.00	7.92	5	V	V	V	V	V
7	4.75	7.92	5	V	V	V	V	V
8	5.50	7.92	5	V	V	V	V	V

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
0 2 4 6[m]

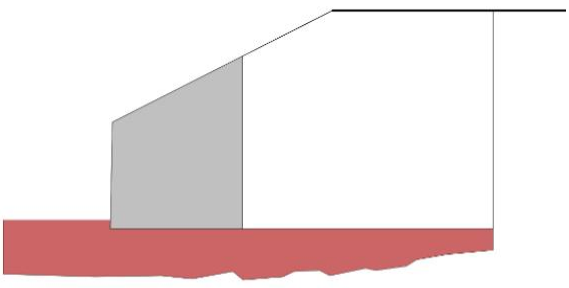
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	1279.8	1124.3	[kPa]
Meyerhof stress, $\bar{\sigma}_V$	189.71	225.3	[kPa]
Eccentricity, e	0.18	0.66	[m]
Eccentricity, e/L	0.022	0.084	
Fs calculated	6.75	4.99	
Base length	7.92	7.92	[m]



SCALE:
0 2 4 6[m]

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs-static = 1.500 and Fs-seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.587 and Fs-seismic = 1.253

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.92	1.502	1.193	3	RG-100
2	1.00	7.92	1.589	1.286	3	RG-100
3	1.75	7.92	1.690	1.399	4	RG-80
4	2.50	7.92	1.788	1.521	4	RG-80
5	3.25	7.92	1.894	1.665	5	RG-60
6	4.00	7.92	2.007	1.832	5	RG-60
7	4.75	7.92	2.123	2.016	5	RG-60
8	5.50	7.92	2.222	2.190	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.0221, e/L seismic = 0.0781; Overturning: Fs-static = 4.36, Fs-seismic = 3.17

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.92	0.0166	0.0686	3	RG-100
2	1.00	7.92	0.0006	0.0414	3	RG-100
3	1.75	7.92	-0.0151	0.0158	4	RG-80
4	2.50	7.92	-0.0316	-0.0096	4	RG-80
5	3.25	7.92	-0.0490	-0.0346	5	RG-60
6	4.00	7.92	-0.0686	-0.0602	5	RG-60
7	4.75	7.92	-0.0923	-0.0885	5	RG-60
8	5.50	7.92	-0.1248	-0.1239	5	RG-60

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

Present Date/Time: Wed Jul 09 22:46:37 2014

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs overall static	Actual calculated Fs overall static	Specified minimum Fs overall seismic	Actual calculated Fs overall seismic	Product name
1	0.25	51.7	27.1	8.4	1.500	1.904	1.000	1.595	RG-100
2	1.00	51.7	29.3	7.9	1.500	1.763	1.000	1.508	RG-100
3	1.75	41.3	25.7	7.5	1.500	1.606	1.000	1.359	RG-80
4	2.50	41.3	22.2	7.0	1.500	1.864	1.000	1.555	RG-80
5	3.25	31.0	18.6	6.6	1.500	1.666	1.000	1.364	RG-60
6	4.00	31.0	15.0	6.1	1.500	2.061	1.000	1.642	RG-60
7	4.75	31.0	11.5	5.7	1.500	2.700	1.000	2.061	RG-60
8	5.50	31.0	9.8	5.2	1.500	3.175	1.000	2.377	RG-60

RESULTS for PULLOUT Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.25	1.000	27.13	8.40	7.78	0.14	711.4	1.500	26.222	569.1	1.100	16.019
2	1.00	1.000	29.29	7.95	7.36	0.56	617.8	1.500	21.091	494.2	1.100	13.272
3	1.75	1.000	25.73	7.50	6.95	0.98	530.2	1.500	20.608	424.2	1.100	12.767
4	2.50	1.000	22.17	7.04	6.53	1.39	449.1	1.500	20.263	359.3	1.100	12.301
5	3.25	1.000	18.60	6.59	6.11	1.81	374.4	1.500	20.125	299.5	1.100	11.887
6	4.00	1.000	15.04	6.14	5.69	2.23	305.8	1.500	20.330	244.6	1.100	11.548
7	4.75	1.000	11.48	5.69	5.27	2.65	243.6	1.500	21.223	194.9	1.100	11.350
8	5.50	1.000	9.76	5.24	4.86	3.07	187.7	1.500	19.229	150.2	1.100	10.010

서울-문산고속도로 Page 9 of 10

Copyright 1989S-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

Present Date/Time: Wed Jul 09 22:46:37 2014

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	26.8	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.91	1.50	3.36	1.50	1.93	RG-100
2	1.00	27.9	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.84	1.50	3.23	1.50	1.85	RG-100
3	1.75	23.5	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	1.74	1.50	3.06	1.50	1.76	RG-80
4	2.50	19.5	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.10	1.50	3.70	1.50	2.12	RG-80
5	3.25	15.6	0.90	0.90	30.7	54.0	31.0	1.50	1.96	1.50	3.45	1.50	1.98	RG-60
6	4.00	12.1	0.90	0.84	30.7	50.5	31.0	1.50	2.54	1.50	4.17	1.50	2.56	RG-60
7	4.75	8.8	0.90	0.54	30.7	32.7	31.0	1.50	3.48	1.50	3.71	1.50	3.52	RG-60
8	5.50	7.1	0.90	0.25	30.7	14.8	31.0	1.50	4.30	1.50	2.08	1.50	4.35	RG-60

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	35.1	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.60	1.00	2.05	1.00	1.62	RG-100
2	1.00	35.4	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.57	1.00	2.03	1.00	1.59	RG-100
3	1.75	30.4	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.47	1.00	1.90	1.00	1.49	RG-80
4	2.50	25.6	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.75	1.00	2.25	1.00	1.77	RG-80
5	3.25	21.2	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.61	1.00	2.04	1.00	1.62	RG-60
6	4.00	17.0	0.90	0.67	30.7	40.4	31.0	1.00	2.02	1.00	2.37	1.00	2.04	RG-60
7	4.75	13.2	0.90	0.44	30.7	26.1	31.0	1.00	2.66	1.00	1.98	1.00	2.69	RG-60
8	5.50	11.0	0.90	0.20	30.7	11.9	31.0	1.00	3.22	1.00	1.08	1.00	3.25	RG-60

서울-문산고속도로 Page 10 of 10

Copyright 1989S-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

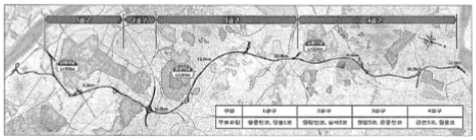
구조계산서 및 안전검토서

제 4 편 상세 및 보완조사

제 2 장 구조물별 지층현황

2.1 시추조사 현황

2.1.1 시추조사 위치



○ 터널구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (El.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (El.m)
감배 터널	BH-29	556,079.0	186,354.6	51.5	감배 터널	BH-33	556,284.0	186,638.1	61.3
	BH-30	556,106.5	186,354.6	39.5		BH-34	556,330.8	186,648.3	48.2
	BH-31	556,099.1	186,345.3	51.5		BH-35	556,297.8	186,678.7	43.5
	BH-32	556,142.0	186,447.2	50.8			–	–	–

○ 교량구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (El.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (El.m)
감매교	BH-1	555,291.9	185,380.0	2.2	경매1교	BH-15	555,768.1	185,631.6	10.1
감매교	BH-2	555,334.8	185,405.9	6.1		BH-16	555,792.2	185,655.7	10.1
감태교	BH-3	555,380.0	185,422.3	6.7	북로IC R-A1교	BH-17	555,698.3	185,607.5	9.4
	BH-4	555,429.2	185,450.1	12.5		BH-20	555,778.2	185,709.4	10.1
	BH-5	555,460.1	185,462.7	7.6	감매2교	BH-21	555,843.0	185,684.9	9.3
	BH-6	555,514.9	185,488.1	7.4		BH-24	555,937.6	185,922.0	10.8
	BH-7	555,514.9	185,488.1	9.4		BH-25	555,949.5	185,960.9	10.2
	BH-8	555,521.6	185,391.2	12.5	감매3교	BH-26	555,983.5	186,024.0	7.8
북로IC R-B교	BH-9	555,521.3	185,427.7	7.5		BH-27	556,014.9	186,106.1	7.9
	BH-10	555,547.7	185,450.2	8.5		BH-28	556,035.7	186,140.8	10.0
	BH-11	555,575.8	185,455.3	9.7		BH-41	556,797.0	187,021.0	20.5
감매1교	BH-13	555,731.2	185,593.2	10.8	램산1교	BH-42	556,833.0	187,064.0	17.4
	BH-14	555,747.3	185,610.1	10.8		BH-43	556,899.0	187,113.0	34.0

제 10 편 기타구조물 설계

제 1 장 보강토옹벽 구조물 설계

1.1 설계개요

기본방향	•주거지역, 인근 도로 및 토공계획이 관련한 민원예상구간에 기타구조물 계획 •옹벽 형식은 지반조건, 경제성 및 시공성 분석을 통한 현지여건에 적합한 형식 선정 •주변 환경성 미관 및 안정성에 유리한 옹벽형식 선정

1.1.1 보강토옹벽 형식 검토

•옹벽의 형식은 지반조건, 미관 및 경제성 분석을 통하여 현지여건에 적합한 형식을 선정
•옹벽에 대한 내적, 외적 및 전체적 안정성을 검토하여 옹벽설계 수행

구 분		블럭식 보강토 옹벽	판넬식 보강토 옹벽	일반 콘크리트 옹벽
개요도				
시공성	높이	•1~15m (계단형)	•3~30m	•2~8m
	구성	•콘크리트 블록 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트 전면판 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트, 철근, 거푸집, 비계 등 가설재로 구성 •배수공, 뒷채움 다짐
	공기	•기성품으로 동절기 공사가능	•기성품으로 동절기 공사가능	•동절기 공사에 어려움
	미관	•자연석 문양 외관수려 •다양한 색상 옹벽조성	•조립식 Precast Con'c 이므로 형성이 정확	•현장타설로 표면이 거침 •조형미가 없음
안정성		•부등침하, 지진등 내구성이 강함 (지반, 비전토변위에 적응력우수)	•전면배수로 수압에 조절에 의해 안정성확보, 전면판 변형 미비	•배수공 막힘 현상에 따른 수압 증가로 옹벽 안정성 저하우려
선 정		◉	-	◉
검 토 결 과		•지역여건을 고려하여 미관이 우수한 블럭식 보강토 옹벽 선정 •비탄 여유부지 미확보 및 중벽 높이가 높지 않은 구간은 일반 콘크리트 옹벽 선정		

1.1.2 보강토옹벽 설계기준

구 분		설계기준 및 해석방법	적용 설계기준	
적용 시방서		•French Standard NF P94-220, A 05-252 •도로교 설계기준 (건설교통부, 2000)	외적안정	•저면활동 : Fs = 1.5 •전 도 : Fs = 2.0 •지 지 력 : Fs = 2.5 •전체활동 : Fs = 1.5
참 고 문 헌		•TAI Design Guide A-01/05, A-15/16 •도로설계편람(II) (건설교통부, 2000) •도로설계실무편람 (한국도로공사, 1996)		
적용 설계법		•내적/외적안정 – 한계상태 설계법 •전체안정 – 허용응력 설계법	내적안정	•보강재인발 : Fs = 1.5 •보강재파단 : Fs = 1.0
적 용 토 압	상 사	•Coulomb 토압		
	지진시	•Mononobe-Okabe 토압		

1.2 보강토옹벽 안정성 검토

1.2.1 보강토옹벽 안정성 검토

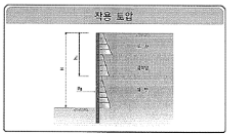
○ 외적 안정성 검토

▮ 옹벽에 작용하는 토압

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

여기서,
K_a : Coulomb주동토압계수
H : 옹벽의 높이
φ : 뒷채움재의 내부 마찰각

작용 토압



▮ 활동에(Sliding) 대한 안정

•보강토체와 지반 사이에서 발생하는 활동력과 이에 대한 저항력에 근거하여 안정검토

$$F_s = \frac{\sum 수평저항력}{\sum 수평활동력} = \frac{(V_1 + V_2 + F_y)\tan\delta + C_a B}{F_H}$$

여기서, δ : 옹벽저판과 지지지반 사이 마찰각
Ca : 옹벽저판과 지지지반 사이 부착력

보강토 옹벽의 활동(Slinding)



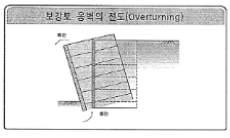
▮ 전도에(Overturning) 대한 안정

•전면판을 포함한 보강토체가 옹벽선단을 중심으로 회전하려는 모멘트와 이에 대해 저항하려는 모멘트에 근거한 안정검토

$$F_s = \frac{\sum 저항모멘트}{\sum 전도모멘트}$$

여기서,
Ms : 저항 모멘트, My : 전도 모멘트

보강토 옹벽의 전도(Overturning)



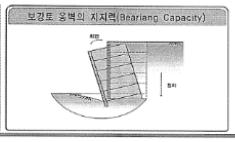
▮ 지지력에(Bearing Capacity)에 대한 안정

•보강토 옹벽의 자중 및 토압으로 인한 수직응력과 지반의 허용지지력과의 관계에 근거한 안정검토

$$\sigma_v \le q_a = \frac{q_{ult}}{Fs}$$

여기서,
σ_v : 옹벽저면의 수직응력
q_a : 기초지반의 허용지지력
q_{ult} : 기초지반의 극한지지력

보강토 옹벽의 지지력(Bearing Capacity)



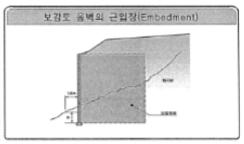
제 10 편 기타구조물 설계

▮ 근입장에 (Embedment) 대한 안정

•적용조건
– 단단한 지반 : 최소근입장 없음
– 일반 지반조건 : 최소 근입장 Dm ≥ 40cm
벽체 전면지반의 경사에 따라 다름
•검토식 – NF P 94-220

벽체 전면지반 경사	Dmin / qref ≥ Dm
수평	1,5 X 10^{-3}
3H : 1V	3,0 X 10^{-3}
2H : 1V	4,5 X 10^{-3}
3H : 2V	6,5 X 10^{-3}

보강토 옹벽의 근입장(Embedment)



○ 내적 안정성 검토

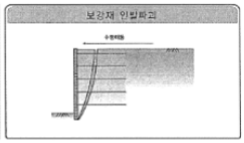
▮ 인발저항 (Pull out)

•각 보강재에 유발되는 인장력에 대해 보강재의 유효 길이에 따른 인발저항력에 근거하여 안정검토

$$\frac{T_l}{T_m} > 1, T_l = \frac{2bn\sigma'_v L_e \alpha_s}{(F_s)l}$$

여기서,
Tl : 보강재의 인발저항 능력
Tm : 발생최대 인장력
Le : 보강재의 유효길이(인장파괴선 외측)
b : 보강재 폭, f* : 마찰계수

보강재 인발파괴



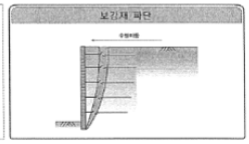
▮ 보강재 파단 (Strip rupture)

•보강재에 유발되는 인장력에 대한 보강재가 견딜 수 있는 최대허용인장력에 근거한 안정검토

$$\frac{T_a}{T_m} > 1, T_a = \frac{R_0}{(F_s)l} \times \frac{\sigma_0 - \sigma_s}{\sigma_0}$$

여기서,
Tm : 최대인장력
Ty : 보강재의 허용인장강도
R0 : 파단강도

보강재 파단



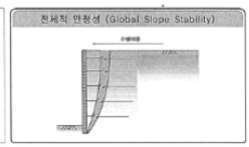
▮ 보강토 옹벽의 전체 안정성 검토

•보강토 옹벽 구조체 전체를 포함한 토체의 파괴에 대한 비원면 안정검토를 수행
•파괴면은 원호로 가정하고, Moment Equilibrium에 의한 한계평형해석으로 검토

$$F_{MP} = \frac{M_r}{M_d}$$

여기서,
Md : 보강토 옹벽에 불안정을 유발하는 Driving모멘트
My : Driving모멘트에 대한 저항 모멘트

전체적 안정성 (Global Slope Stability)



구조계산서 및 안전검토서

1.2.2 보강토옹벽 안정성 검토결과

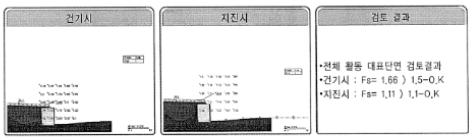
○ 내적·외적 안정성 검토 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구간 Sta.	높이(m)	내적 안정 안정파단 (>1.0)	내적 안정 위벌파괴 (>1.5)	외적 안정 활동 (>1.5)	외적 안정 전도 (>2.0)	외적 안정 지지력 (>2.5)
1	지선 STA. 0+321.27 ~ STA. 0+680.00	9.63	1.55	2.56	1.79	3.09	3.25
2	본선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00	6.13	1.53	10.87	1.59	3.35	4.41
3	본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00	11.88	1.57	7.13	1.67	2.90	4.55
4	본선 STA. 2+560.00 ~ STA. 2+637.18	8.63	1.61	19.12	1.68	3.79	7.41
5	시도79호선 STA. 3+220.00 ~ sta. 3+300.00	83.13	1.58	2.51	1.66	2.74	4.14
6	본선 STA. 4+339.33 ~ STA. 4+435.21	10.63	1.51	2.65	1.68	2.91	4.06
7	행신R-C STA. 0+234.31 ~ STA. 0+269.19	4.13	1.80	15.10	1.67	4.53	9.27
8	북로JCT R-D STA. 0+478.97 ~ STA. 0+565.00	6.38	1.57	2.66	1.67	2.85	2.57
9	강매IC 1교 sta. 0+784.33 ~ sta. 0+808.31	3.13	3.08	8.61	1.61	4.07	6.59
10	강매IC 1교 sta. 0+869.70 ~ sta. 0+925.09	3.13	3.08	8.61	1.61	4.07	6.59
11	행신IC 자전거도로 STA. 0+79.30 ~ STA. 0+124.43	7.13	1.66	1.92	1.74	3.00	4.59
12	강매IC 1교	4.13	1.52	2.30	1.75	3.00	4.22
13	강매2교	10.13	1.50	2.69	1.61	3.00	2.58
14	도내지하차도	8.38	1.54	3.02	2.35	4.77	11.83
15	행신1교	7.13	1.50	2.86	1.85	3.00	4.41
16	행신3교	8.88	1.52	5.31	1.68	2.68	3.57
17	도내교	6.63	1.50	2.75	1.83	3.00	4.50
18	행신IC R-G교	6.63	1.50	2.75	1.75	3.00	2.56
19	행신IC교	9.13	1.50	2.05	1.79	3.00	3.36
20	미병교	9.13	1.50	2.53	1.78	3.06	2.60
21	미병육교	4.88	1.53	2.76	1.73	3.00	2.59
22	행신IC R-A 1교	9.13	1.51	2.44	1.68	2.94	5.20
23	행신IC R-A 2교	6.63	1.51	4.29	1.66	2.66	4.14
24	행신IC R-B교	5.63	1.50	2.62	1.74	3.00	2.57
25	원흥1교	5.38	1.50	2.50	1.73	3.00	2.59
26	원흥2교	10.63	1.50	2.75	1.75	3.00	2.56
27	성사3교	8.38	1.50	2.62	1.74	3.00	2.56
28	성사4교	7.13	1.50	2.62	1.74	3.00	2.56
29	성사5교	8.38	1.50	2.69	1.82	3.00	3.44
30	흥도육교	6.38	1.50	2.66	1.66	2.84	7.64
31	성라교	5.38	1.50	2.58	1.80	3.00	96.44
32	성라육교	6.38	1.50	2.78	1.66	2.84	7.64
33	성라6교	7.88	1.50	2.78	1.75	3.00	2.56
34	창릉천교	7.88	1.50	2.41	1.72	3.00	2.59

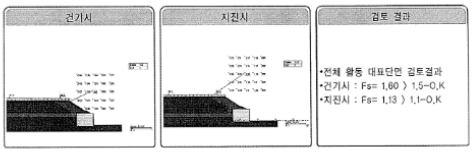
○ 전체적 안정성 검토결과 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구간 Sta.	높이(m)	전체 안정성 건기시 (>1.5)	전체 안정성 지진시 (>1.1)	비고
1	지선 STA. 0+321.27 ~ STA. 0+680.00	9.63	1.66	1.11	O.K
2	본선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00	6.13	1.60	1.13	O.K
3	본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00	11.88	1.63	1.17	O.K
4	본선 STA. 2+560.00 ~ STA. 2+637.18	8.63	1.62	1.14	O.K
5	시도79호선 STA. 3+220.00 ~ sta. 3+300.00	83.13	1.74	1.24	O.K
6	본선 STA. 4+339.33 ~ STA. 4+435.21	10.63	1.81	1.18	O.K
7	행신R-C STA. 0+234.31 ~ STA. 0+269.19	4.13	2.05	1.38	O.K
8	북로JCT R-D STA. 0+478.97 ~ STA. 0+565.00	6.38	2.10	1.65	O.K
9	강매IC 1교 sta. 0+784.33 ~ sta. 0+808.31	3.13	1.66	1.16	O.K
10	강매IC 1교 sta. 0+869.70 ~ sta. 0+925.09	3.13	--	--	O.K
11	행신IC 자전거도로 STA. 0+79.30 ~ STA. 0+124.43	7.13	2.12	1.47	O.K
12	강매IC 1교	4.13	2.18	1.78	O.K
13	강매2교	10.13	6.69	1.11	O.K
14	도내지하차도	8.38	2.78	1.36	O.K
15	행신1교	7.13	2.12	1.46	O.K
16	행신3교	8.88	1.57	1.13	O.K
17	도내교	6.63	2.06	1.45	O.K
18	행신IC R-G교	6.63	1.68	1.14	O.K
19	행신IC교	9.13	1.51	1.12	O.K
20	미병교	9.13	1.68	1.13	O.K
21	미병육교	4.88	2.42	1.55	O.K
22	행신IC R-A 1교	9.13	1.55	1.17	O.K
23	행신IC R-A 2교	6.63	1.89	1.13	O.K
24	행신IC R-B교	5.63	1.69	1.16	O.K
25	원흥1교	5.38	2.15	1.48	O.K
26	원흥2교	10.63	1.64	1.20	O.K
27	성사3교	8.38	1.76	1.22	O.K
28	성사4교	7.13	1.83	1.11	O.K
29	성사5교	8.38	1.51	1.20	O.K
30	흥도육교	6.38	2.66	1.84	O.K
31	성라교	5.38	10.2	6.64	O.K
32	성라육교	6.38	2.66	1.84	O.K
33	성라6교	7.88	1.77	1.12	O.K
34	창릉천교	7.88	1.70	1.25	O.K

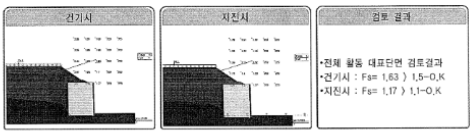
○ 1호옹벽 지선 STA.0+340



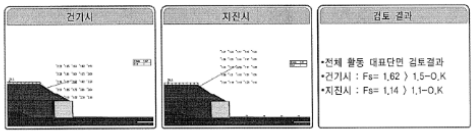
○ 2호옹벽 본선 STA.0+340



○ 3호옹벽 본선 STA.1+960



○ 4호옹벽 본선 STA.2+580



1.2.3 보강토옹벽 뒷채움재 검토

•보강토 구조물의 건설에 이용되는 뒷채움재는 이론적으로 흙과 보강재 사이의 마찰효과에 의하여 쌓기체체의 전단특성이 개량된다고 할 수 있음
•국내에서는 뒤채움재료에 대하여 상세하게 명기된 시방 및 규정은 없으며, 국내외 각 기관의 시방기준을 참조하여, 토취장 쌓기재료의 적합성 여부를 검토한 후 설계에 적용

○ 국내 뒤채움재 선정기준

구분	입도분포 체크기		통과백분율(%)	비고
국립건설시험 연구소 (1983)	254mm (10 in) 101.6mm (4 in) 74㎛ m (No 200체)		최대입경 100 ~ 75 0 ~ 15	내부마찰각 25° 이상
도로설계 실무편람 (1996)	102mm (4 in) 0.425mm 74㎛ m (No 200체)		100 0 ~ 60 0 ~ 15	-
구조물 기초설계기준 (2003)	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	-
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하
	100mm 0.425mm 0.075mm		100 0 ~ 60 0 ~ 15	-
	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	-
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하

▮ 뒤채움 재료로서 갖추어야 할 조건 : 도로설계 표준편람, 1996, 구조물 기초설계기준, 2003

최대입경	입경100mm 이상의 잔유율	입경 0.074mm 이하의 함유율	비고
250mm	5% 이하	25% 이하	•세립분이 적당하게 혼합되어 있어서 다짐효과를 얻을 수 있어야 함

○ 품질기준 설정

구분	기준 1	기준 2	비고
입도	•최대입경 : 254mm •5mm 통과량 : 20 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 15% 이하	•최대입경 : 254mm •100mm 통과량 : 75 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 25% 이하	•기준 1재료를 사용하되 기준 1재료를 현장 부근 에서 구할 수 없을 때 기준 적용
내부마찰각	25° 이상	25° 이상	
소성지수(PI)	PI < 6	PI < 6	

○ 다짐장비에 의한 시공 시 횡토압 검토

•국내·외 연구사례를 분석을 통하여 Duncan(ASCE, 1993)에 의하여 제시된 방법을 활용하여 시공 중 다짐장비에 의하여 발생되는 추가토압을 고려하여 시공 중 안정성 분석 수행
•국내 · 외 연구사례를 검토하여 Duncan(ASCE,1993)이 제안한 방법에 의하여 100kN의 진동로울러 장비를 사용한 경우 최대 횡토압은 43.6kPa으로 산정
•연구사례와 시공사례를 토대로 검토한 결과, 다짐장비와 옹벽 벽체사이의 거리를 1.0m이상으로 할 경우 옹벽에 미치는 횡토압의 영향은 적은 것으로 분석

지반조사 보고서

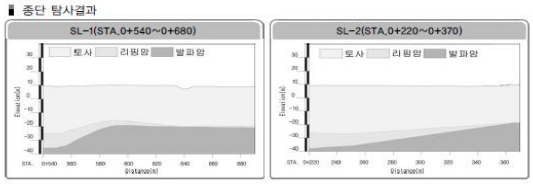
3.1.2 교량구간

○ 강매1교

▮ 탐사위치도



▮ 종단 탐사결과



구 분		탄성파속도(m/s)	추정심도(m)	층 후(m)	평 균(m)
STA. 0+540~ 0+680	토 사	700 이하	0.0~34.6	25.2~34.6	28.1
	리핑암	700~1,200	25.2~44.0	0.5~10.5	3.7
	발파암	1,200~1,900	27.5 이상	–	–
STA. 0+220~ 0+370	토 사	700 이하	0~37.8	28.5~37.8	31.1
	리핑암	700~1,200	28.5 이상	–	–
	발파암	1,200~1,900	–	–	–

▮ 분석결과

- SL-1측선 분석결과 토사층 25.2~34.6m(평균 28.1m), 리핑암 0.5~10.5m(평균 3.7m), 발파암 출현심도는 지표하 27.5m이상에서 나타날 것으로 예상됨
- SL-2측선 분석결과 층후는 토사층 28.5~37.8m, 리핑암 출현심도는 지표하 28.5m이상에서 나타날 것으로 예상됨
- 전체적으로 제1속도(토사)층이 깊게 나타나며, 리핑암은 SL-1(STA. 0+620), SL-2(STA.0+260)에서 얇아짐

▮ 깎기구간

구 분	지하수위		구 분	지하수위		구 분	지하수위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-37	7.6	54.5	BH-51-1	8.8	25.3	BH-57-1	8.8	28.6
BH-98	6.9	39.6	BH-345	4.6	20.0	–	–	–

▮ 쌓기구간

구 분	지하수위		구 분	지하수위		구 분	지하수위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-36	1.5	24.7	BH-68-1	1.7	15.6	BH-99-1	2.0	30.1
BH-44	심도이하	–	BH-71	3.0	24.4	BH-344	2.8	5.9
BH-49-1	3.2	5.5	BH-74-2	4.2	10.0	BH-344-1	4.3	4.8
BH-49-2	2.7	6.9	BH-84	7.0	18.1	BH-345-4	2.3	6.8
BH-51	3.2	9.0	BH-85	4.5	25.7	BH-346-1	6.5	1.6
BH-52	0.7	8.9	BH-86	5.0	13.2	BH-347	5.3	1.3
BH-52-1	2.0	10.0	BH-91	3.8	11.4	BH-363	심도이하	–
BH-52-2	1.8	12.3	BH-97	2.3	27.1	–	–	–

○ 결과분석

구분	지하수위	
	GL. -m	EL. m
터널구간	1.0~18.6	29.2~58.1
교량구간	0.8~11.2	-0.6~40.5
깎기구간	4.6~8.8	20.0~54.5
쌓기구간	0.7~7.0	1.3~30.1

분석결과

- 지하수위 측정결과 터널구간 GL.(-) 1.0~18.6m, 교량구간 GL.(-) 0.8~11.2m, 깎기구간 : GL.(-) 4.6~8.8m, 쌓기구간 : GL.(-) 0.7~7.0m범위로 분포
- 구조물 및 위치에 따라 편차가 나타남

(계속)

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-99	3.0~4.0	풍화토	30/30	$5.61X10^{-4}$	BH-339-1	6.0~7.0	매립층(SM)	10/30	$2.86X10^{-3}$
BH-104	5.0~6.0	매립층(SM)	7/30	$1.86X10^{-3}$	BH-345-3	0.6~1.5	매립층(SM)	5/30	$3.50X10^{-3}$
BH-105	5.0~6.0	풍화토	50/24	$3.81X10^{-4}$	BH-348	8.0~9.0	퇴적층(ML)	9/30	$7.32X10^{-5}$
BH-317-1	10.0~11.0	퇴적층(SM)	6/30	$7.08X10^{-4}$	BH-349	12.0~13.0	퇴적층(SP)	13/30	$8.29X10^{-4}$
BH-319	14.0~15.0	퇴적층(SP)	15/30	$8.33X10^{-4}$	BH-356	8.0~9.0	퇴적층(SM)	11/30	$5.04X10^{-4}$
BH-325	3.0~4.0	퇴적층(SP)	4/30	$1.90X10^{-3}$	BH-358	8.0~9.0	퇴적층(ML)	10/30	$8.50X10^{-5}$
BH-326	4.0~5.0	퇴적층(SP)	5/30	$1.09X10^{-3}$	BH-359	11.0~12.0	퇴적층(SP)	35/30	$3.69X10^{-5}$
BH-329	4.0~5.0	퇴적층(SC)	7/30	$6.03X10^{-4}$	BH-355	14.0~15.0	퇴적층(SM)	8/30	$1.45X10^{-3}$
BH-331	17.0~18.0	퇴적층(GM)	50/10	$2.63X10^{-3}$	BH-360-1	10.0~11.0	퇴적층(SP)	14/30	$2.07X10^{-3}$
BH-332	6.0~7.0	퇴적층(SC)	8/30	$7.61X10^{-4}$	BH-361	10.0~11.0	퇴적층(ML)	6/30	$6.98X10^{-5}$
BH-333	17.0~18.0	퇴적층(GM)	50/18	$3.32X10^{-3}$	BH-361-2	9.0~10.0	풍화토	38/30	$2.28X10^{-4}$
BH-334	6.0~7.0	퇴적층(SP)	5/30	$1.21X10^{-3}$	BH-361-3	6.0~7.0	풍화토	28/30	$1.31X10^{-4}$
BH-336	4.0~5.0	퇴적층(SC)	7/30	$6.47X10^{-5}$	BH-362	4.0~5.0	풍화토	34/30	$2.02X10^{-4}$
BH-339	11.0~12.0	풍화토	24/30	$5.91X10^{-4}$	–	–	–	–	–

▮ 깎기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-37	3.0~4.0	풍화토	42/30	$1.19X10^{-4}$	BH-67	12.0~13.0	풍화토	27/30	$4.27X10^{-4}$
BH-51-1	2.0~3.0	풍화토	13/30	$1.11X10^{-4}$	BH-345	9.0~10.0	풍화토	50/15	$1.76X10^{-4}$

▮ 쌓기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-44	10.0~11.0	풍화토	50/25	$4.26X10^{-4}$	BH-52-2	3.0~4.0	풍화토	15/30	$7.51X10^{-4}$
BH-49-1	0.5~1.5	매립층(SM)	6/30	$4.43X10^{-3}$	BH-68-1	3.0~4.0	풍화토	24/30	$2.90X10^{-3}$
BH-49-2	1.5~2.5	퇴적층(SM)	4/30	$8.88X10^{-4}$	BH-86	4.0~5.0	풍화토	9/30	$1.07X10^{-4}$
BH-52	7.0~8.0	퇴적층(SC)	8/30	$9.35X10^{-5}$	BH-344-1	2.0~3.0	매립층(SM)	11/30	$4.04X10^{-3}$
BH-52-1	4.0~5.0	풍화토	8/30	$6.14X10^{-4}$	BH-347	15.0~16.0	퇴적층(SM)	50/5	$6.46X10^{-4}$

○ 결과분석

구분	매립층	퇴적층			풍화토
		점토	모래	자갈	
교량구간	$2.22X10^{-3}$	$8.06X10^{-5}$	$9.76X10^{-4}$	$3.94X10^{-3}$	$3.41X10^{-4}$
깎기구간	–	–	–	–	$2.08X10^{-4}$
쌓기구간	$4.03X10^{-3}$	–	$5.43X10^{-3}$	–	$9.59X10^{-4}$

1.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 1.2.1】 정기안전점검 이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

1.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

1.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 전회 정밀안전점검에 손상이 조사되지 않아, 금회 점검에서 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

1.2.5 시설물 보수 이력

【표 1.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	N	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영되지 않은 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

1.3 현장조사 및 시험

1.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매동 604-52에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 서울문산고속도로 본선이 있으며, 하부로는 지방도 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.5~6.0m를 보이며, 총 연장은 128.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=128.0m, L=6.1m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 1.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2022. 10. 24.		**조 사 자**	장 진 원
시설물명	보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)		**시설물 종류**	2종
일 기	맑음		**시설물번호**	RW2020-0000123
시설물위치	**행정구역**	경기도 고양시 덕양구 강매동 604-52		
	위치좌표	시점 : 37 ° 35 ' 585 "		
		종점 : 37 ° 36 ' 18 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	**옹벽형식**	보강토	**옹벽재료**	블록식
	연 장	128.0m	**지면노출 높 이**	6.1m
	보 강 재 길 이	-	**저 판 폭 길 이**	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		**관리주체구분**	민간
주변환경	**옹벽상부**	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	**준공년도**	2020년 11월 06일	**시 공 자**	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	**설 계 자**	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 7개 구간(S1~S7)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 1.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	5.3	5	80.0~100.0m	100.0	4.6
2	20.0~40.0m	40.0	4.6	6	100.0~120.0m	120.0	2.2
3	40.0~60.0m	60.0	5.6	7	120.0~128.0m	128.0	1.5
4	60.0~80.0m	80.0	6.0	-	-	-	-



측점분할 작업사진



측점분할 작업사진

1.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 비포장 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 1.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –
			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

본 구조물은 볼록식 보강토옹벽으로 블록의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 1.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 현장조사 결과, 전면부 블록에 블록 박리가 조사되었으나, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 1.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	블록 박리	-	0.3	0.2	㎡	2	0.12	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	블록 박리	-	0.3	0.2	㎡	2	0.12	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• S2 블록 박리</td><td>현 황</td><td>• S4 블록 박리</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 단면보수</td><td>대 책</td><td>• 단면보수</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• S4 블록 박리</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td><td>원 인</td><td>• -</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 단면보수</td><td>대 책</td><td>• -</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리의 손상이 확인되었고, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었으나 발생한 손상에 대하여 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

블록식 옹벽 내의 배수시설 및 사면의 상태를 확인한 결과, 옹벽 상부는 토공 성토사면으로 이루어져 있으며, 상부에는 배수로(측구)가 시점에서 종점으로, 전면에는 배수관이 시공되어 상부의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다.



【그림 1.3.3】주변영향인자 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로, 전면부 배수관에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 1.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 원활한 유지관리를 위하여 배수로 인근 정비를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

1.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 1.3.6】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	블록 박리	단면보수
주변영향인자	상태양호	-
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리의 손상이 조사되었다. 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단된다.	

【표 1.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	블록 박리	㎡	0.24	4	
배수시설	상태양호	-	-	-	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

1.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400))은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 1.3.4】 측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

【표 1.3.8】 경사도 결과

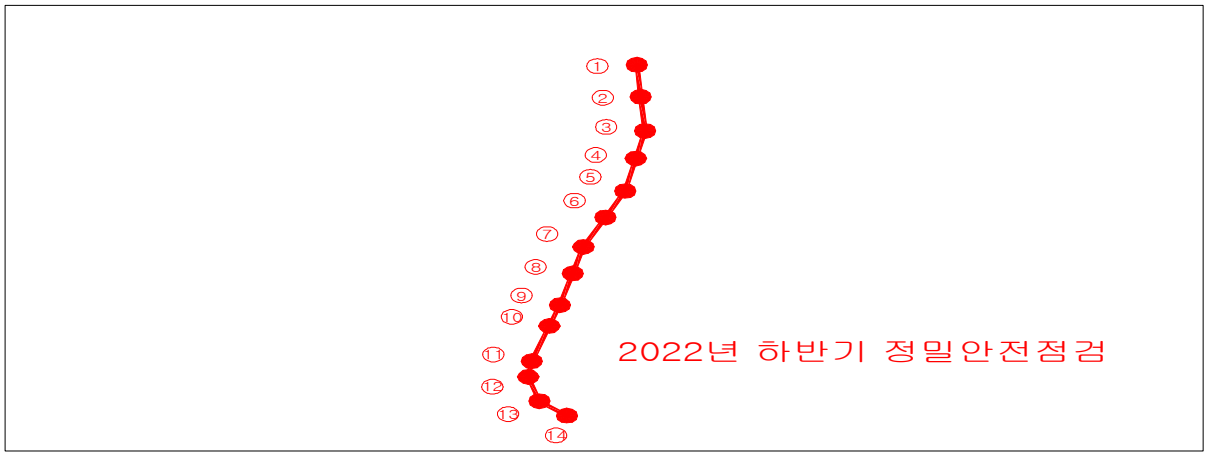
구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	19m3	-5.2	1.13	-9.1	1.15	3.9	0.02	a	전면
2	38m5	-4.8	1.04	-9.1	1.15	4.3	0.09	a	전면
3	43m6	-5.6	1.00	-9.1	1.15	3.5	0.15	a	전면
4	65m8	-6.3	1.05	-11.0	1.15	4.7	0.10	a	전면
5	81m10	-4.2	0.93	-11.0	1.15	6.8	0.22	a	전면
6	101m12	-4.0	1.82	-11.0	1.15	7.0	-0.67	a	배면
7	121m13	-0.1	0.00	-9.4	1.15	9.3	1.15	a	전면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

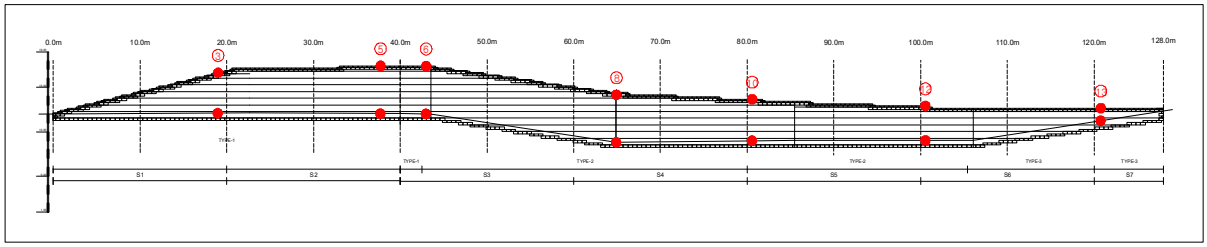
【표 1.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치	X	Y	노출 높이 (m)	측정위치	X	Y	노출 높이 (m)
①	33.404	153.647	–	⑧	18.298	82.615	6.0
②	34.301	142.812	–	⑨	15.289	71.816	–
③	35.266	131.160	4.6	⑩	12.854	64.766	4.6
④	33.123	121.757	–	⑪	8.711	52.768	–
⑤	30.602	110.696	4.6	⑫	7.874	47.375	2.2
⑥	26.000	101.743	5.6	⑬	10.493	39.151	1.5
⑦	20.821	91.668	–	⑭	16.972	34.200	–





[선형측량 결과]



[수준측량 결과]

【그림 1.3.5】 선형 및 수준측량 결과

1.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 재료시험은 콘크리트부재(블록)에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험으로 시행하였으며, 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



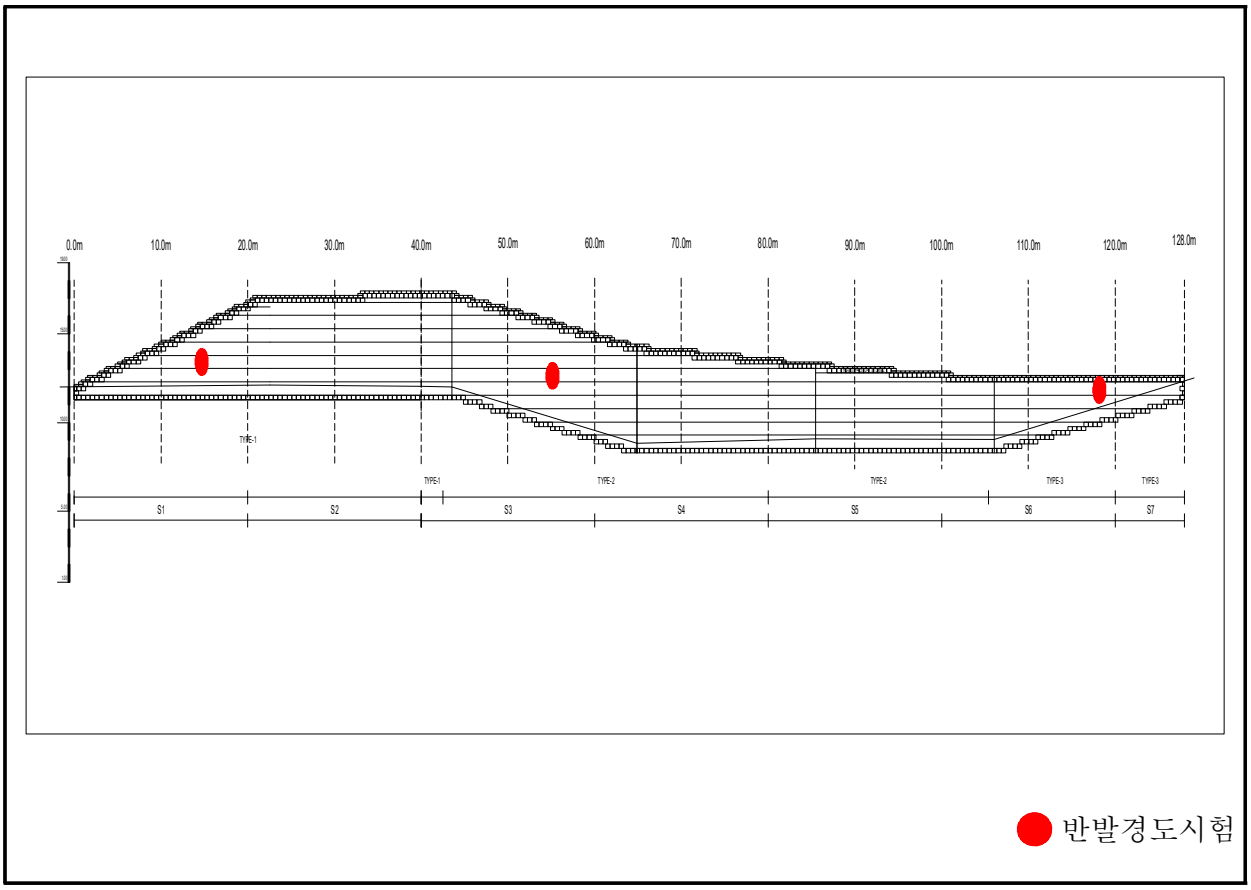
【그림 1.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)” 에 표기된 기준 수량을 적용하여 3개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다. 설계자료에 기준강도자료가 없는 상태로, 인근 공구 및 시중의 동일한 제품의 블록식 보강토옹벽의 설계기준강도를 참조하여 결과를 작성하였다.

【표 1.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전면부	S1	48.1	28.9	29.6	0.67	103.1	105.8	28.0
	S4	47.3	28.2	29.2	0.67	100.7	104.4	
	S7	47.4	28.3	29.3	0.67	101.0	104.6	



【그림 1.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 정밀안전점검과의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

1.4 상태평가

1.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

1.4.2 상태평가 결과 산정

【표 1.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획선형오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함점수 합계	평가단위 결함지수	평가단위 평가등급
									배수시설	사면조사					
										사면구배	낙석흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	a
									상태평가 결과					A	

1.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.01로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

1.4.4 이전 정밀안전점검과의 상태평가 결과 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.5.1 종합평가 결과

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

【표 1.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)		표 번 호	[표 1.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.01	A	근거표번호	[표 1.4.1]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.01	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

1.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 옹벽의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 **"A등급"**으로 지정하였다.

【표 1.5.2】 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

1.6 보수·보강 및 유지관리방안

1.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 1.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 박리	단면보수	0.24	0.36	㎡	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

1.6.2 유지관리방안

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

【표 1.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 발생한 블록 박리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요 · 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배수시설	· 배수로에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
성토부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기초부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

1.7 종합결론

1.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리의 손상이 조사되었다. 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.01, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

1.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 일부 손상이 확인되었으나 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 및 손상진전 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

1.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부 블록에 발생한 블록 박리의 경우 시공미흡으로 인한 손상으로 확인되었다. 전면부에 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 신규손상 및 재손상 발생여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

1.7.4 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 바람직하다고 판단된다.

2. 보강토옹벽

(본선 STA.1+914~2+020)

2.1 시설물 개요
2.2 자료수집 및 분석
2.3 현장조사 및 시험
2.4 상태평가
2.5 종합평가 및 안전등급 지정
2.6 보수·보강 및 유지관리 방안
2.7 종합결론

2. 보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)

2.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매동 강매로 124-23에 위치한 2종 시설물로서 연장 112.0m, 지면노출높이 11.9m의 블록식 보강토옹벽이다.

2.1.1 일반사항

【표 2.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000124		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 강매동 강매로 124-23		
	위치좌표	시점 : 37 ° 36 ' 30 "		
		종점 : 126 ° 51 ' 5 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	112.0m	지면노출 높 이	11.9m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

2.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 2.1.1】 위치도

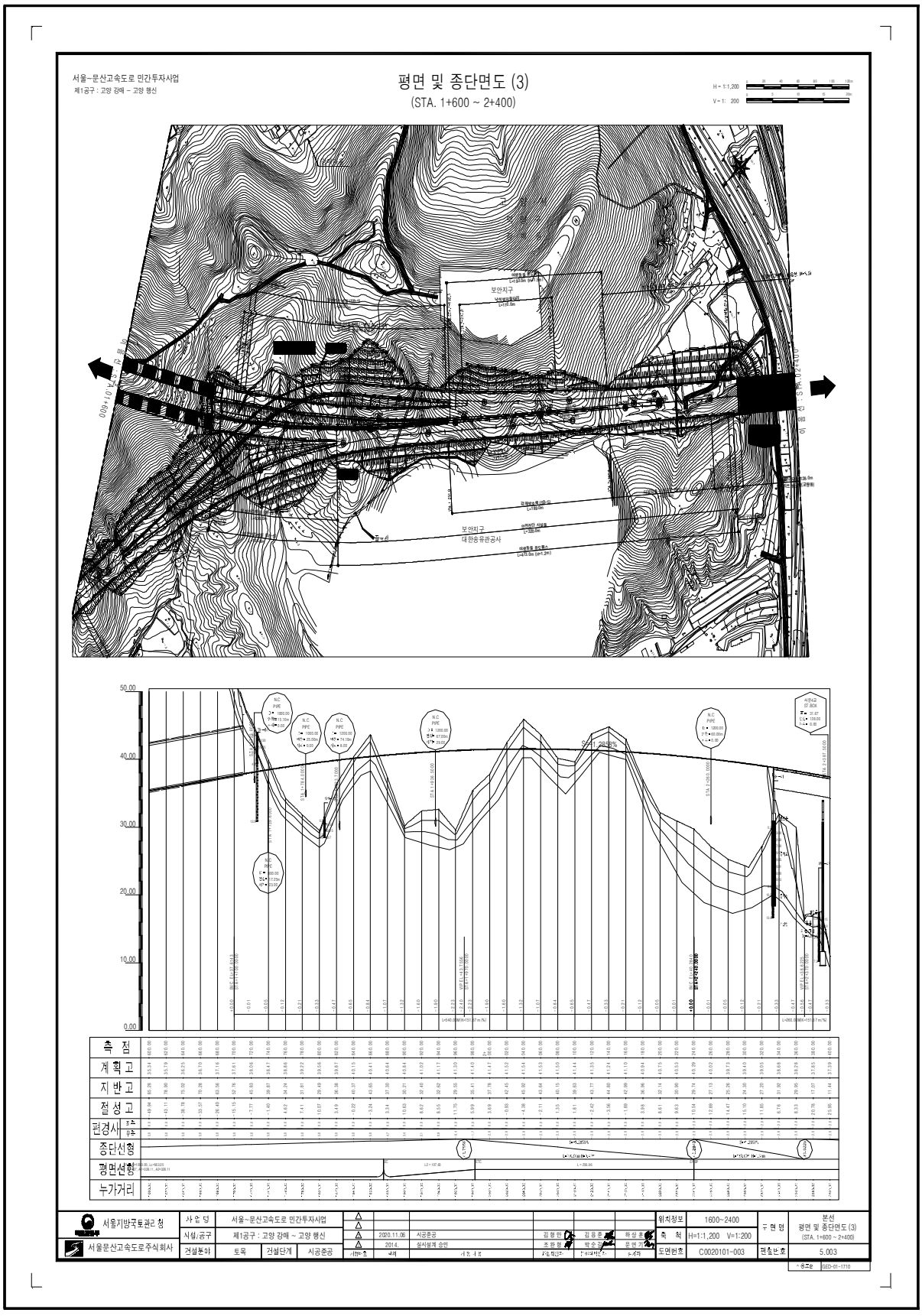
시점부 전경	종점부 전경
	

【그림 2.1.2】 전경사진

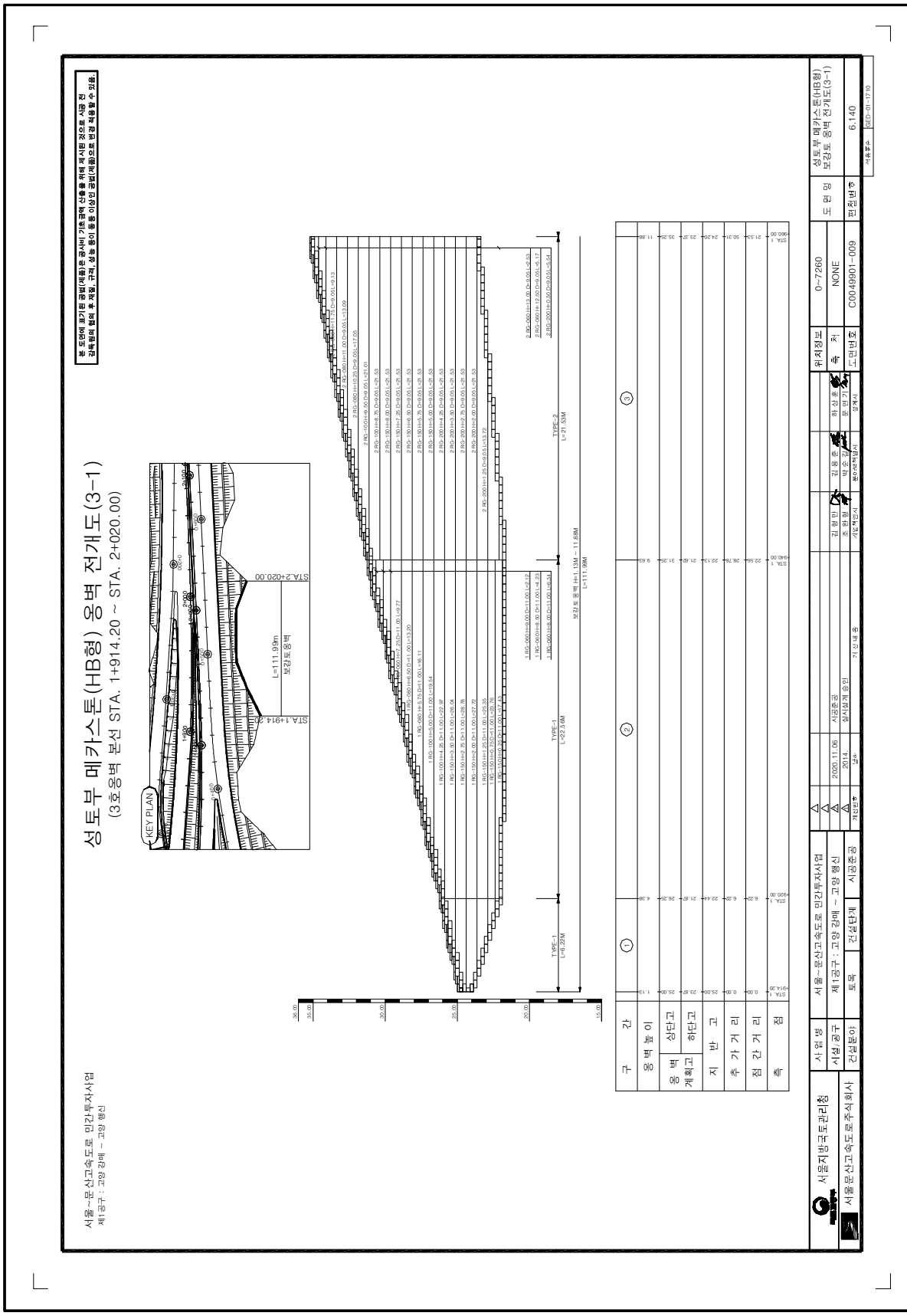
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	줄자를 이용한 구간분할 측정

【그림 2.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

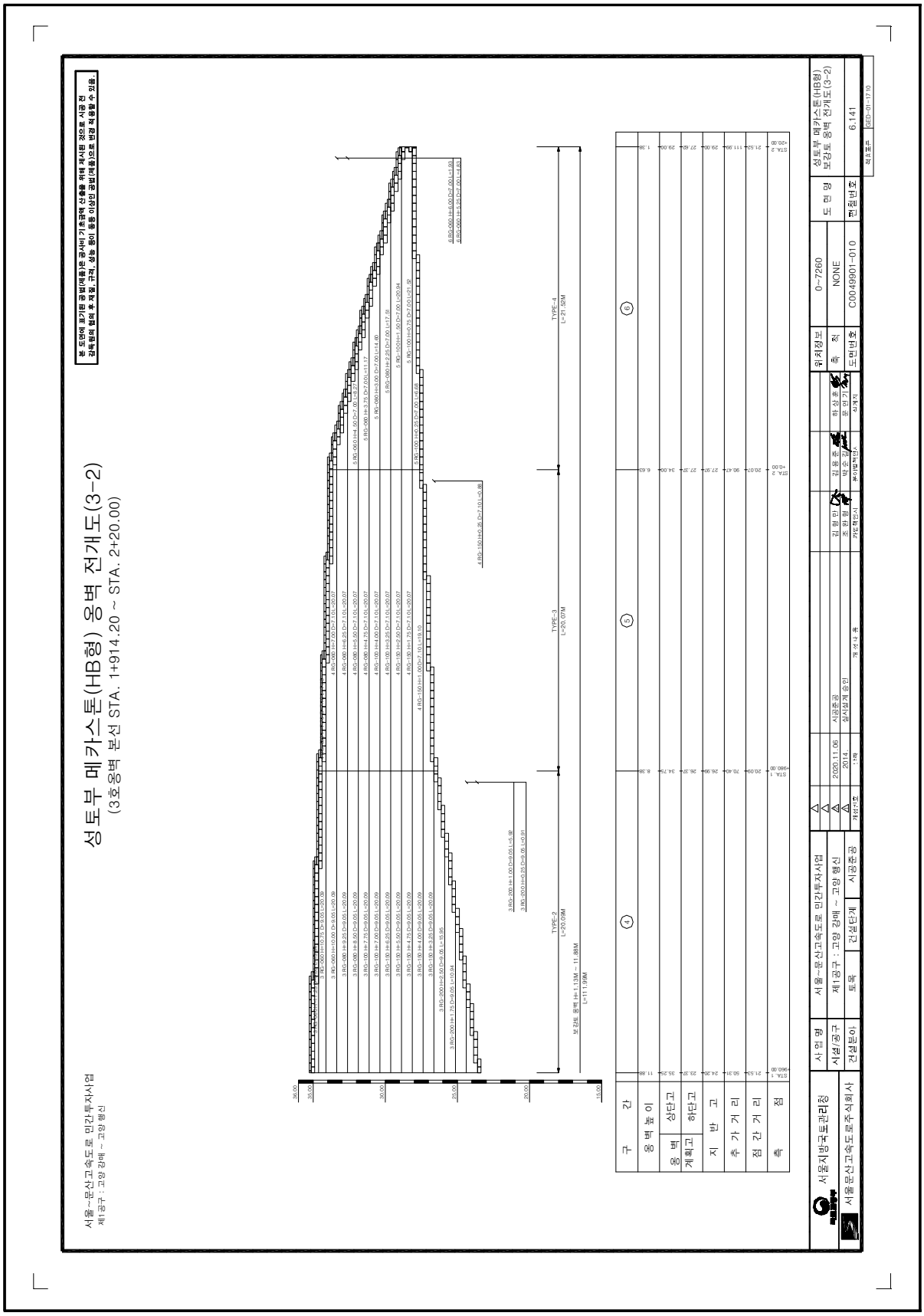
2.1.3 시설물 전개도 및 단면도



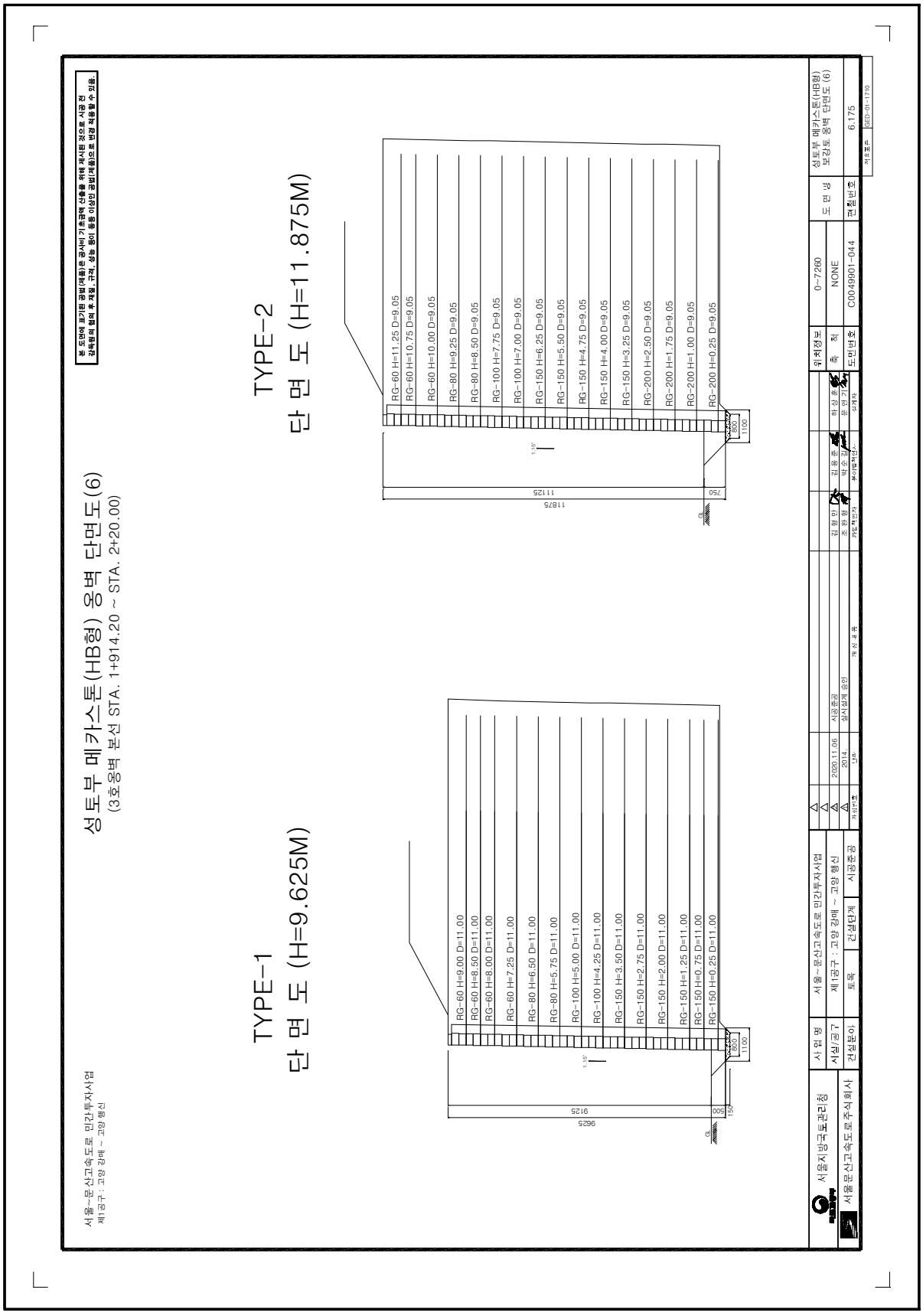
【그림 2.1.4】 종평면도



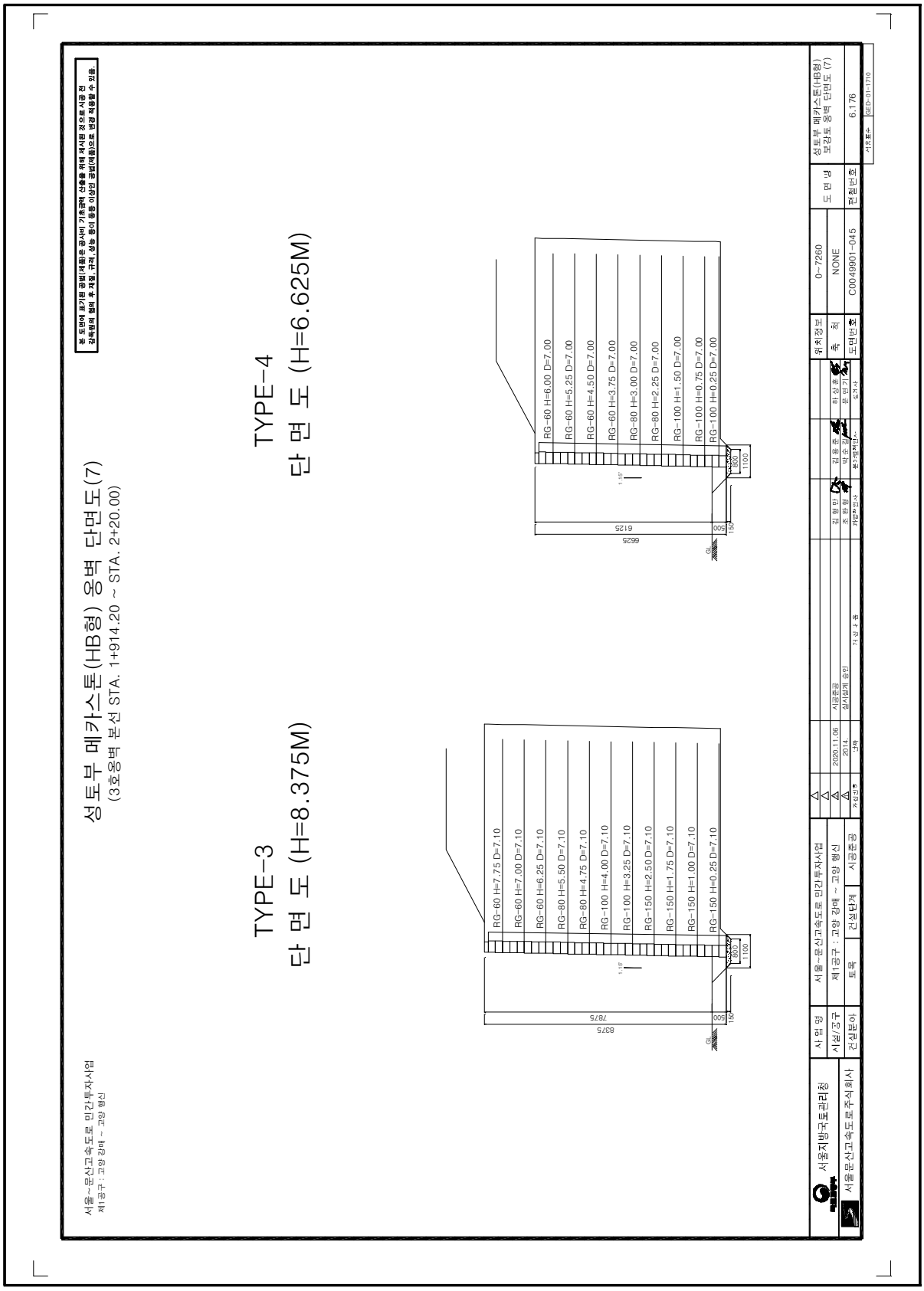
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도



【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



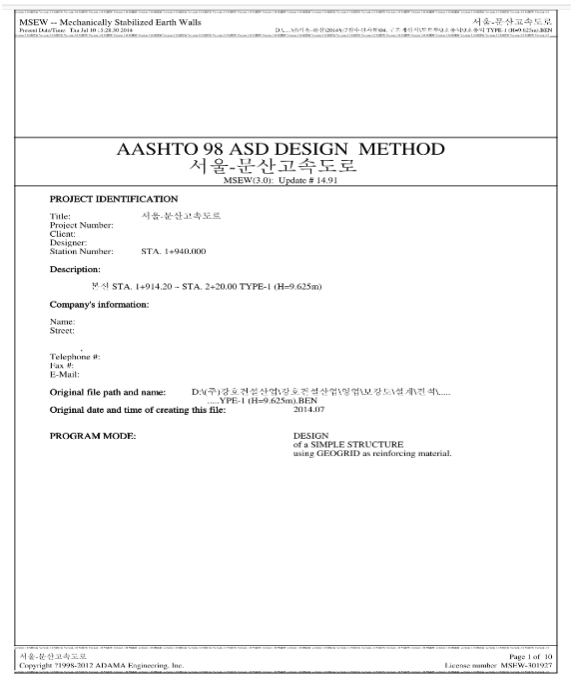
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

2.2 자료수집 및 분석

2.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월 06일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
서울-문산고속도로
MSEW(3.0): Update # 14.91

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울-문산고속도로
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: STA. 1+940.000

Description:

본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00 TYPE-1 (H=9.625m)

Company's information:

Name:
Street:

Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\(주)경호건설산업\장호건설산업\정밀안전점검\보강토\설계\건 축\..... ...\TYPE-1 (H=9.625m).BEN
Original date and time of creating this file: 2014.07

PROGRAM MODE: DESIGN
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

서울-문산고속도로 Page 1 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
서울-문산고속도로

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs-po	1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, Le = 1.00 m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: L/Hd = 0.70 --> L = 6.74 m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: L = 2.50 m.

BEARING CAPACITY

Bearing capacity is controlled by general shear.	
Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50
Bearing capacity coefficients: Nc = 27.86 N γ= 19.34	

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	19.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0 deg.

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	28.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	19.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	29.0 deg.
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	17.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ= 60.00deg. (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.5734 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY
Note: specified A combined with I and δ produced a square root of -0.03 in M-O equ.
MSEW set this square root to ZERO so that the Kae could be calculated. Be aware that the end results are likely erroneous and ARE PROVIDED FOR INFORMATION ONLY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.099 => Kh = Am = 0.099
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 25 mm. using FHWA-NHI-00-043 equation)

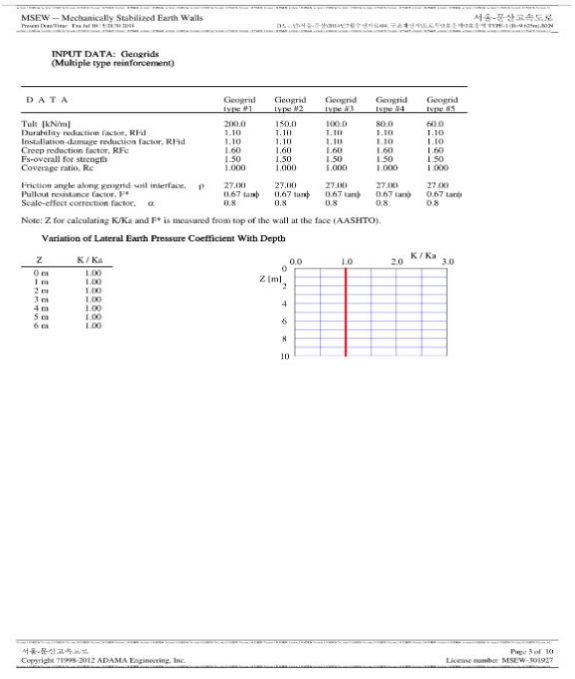
Kae (Kh > 0) = 0.9717 Kae (Kh = 0) = 0.5561 Δ Kae = 0.4156

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY
Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

BEARING CAPACITY
Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

INTERNAL STABILITY
Seismic soil geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, Fs-po, is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, Fs-overall, is 66.7% of its specified static value.
The reduction of Fs-overall pertains to geogrid streagth and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

서울-문산고속도로 Page 2 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
서울-문산고속도로

INPUT DATA: Geogrids
(Multiple type reinforcement)

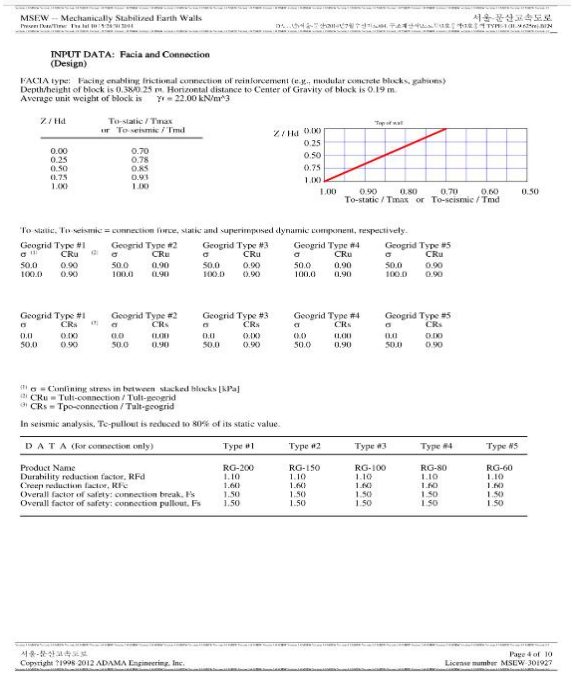
D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult: [kN/m]	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fs-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, F*	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/Ka and F* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

서울-문산고속도로 Page 3 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
서울-문산고속도로

INPUT DATA: Facia and Connection
(Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.380.25 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is γr = 22.00 kN/m^3

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.70
0.25	0.78
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00

To static, To seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1 σ (1)	CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90

Geogrid Type #1 σ	CRs (3)	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-connection / Tult-geogrid
(3) CRs = Tpo-connection / Tult-geogrid

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (For connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RG-200	RG-150	RG-100	RG-80	RG-60
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety; connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety; connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

서울-문산고속도로 Page 4 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

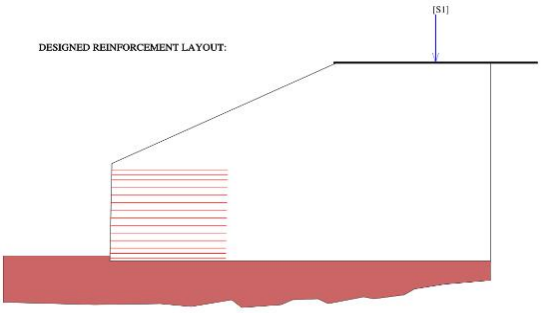
Design height, Hd 9.63 [m] [Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 9.13 m]

Batter, ω 1.1 [deg]
Backslope, β 25.0 [deg]
Backslope rise 10.0 [m] Broken back equivalent angle, I = 25.02deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Qv-d = 0.0 and Qv-l = 13.0 [kPa].
Footing width, bs=19.2 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 30.7 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND: (1) Connection strength V Satisfactory
(2) Geogrid strength X Unsatisfactory
(3) Pullout resistance
(4) Direct sliding
(5) Eccentricity

Bearing capacity: V
Foudation Interface: Direct sliding V Eccentricity V

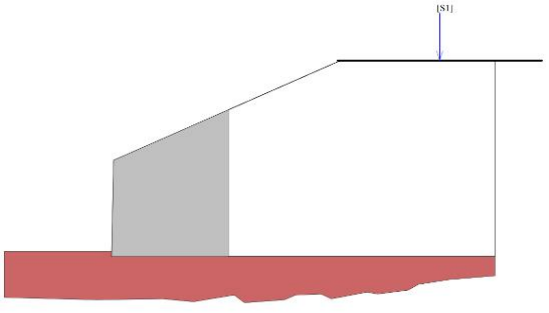
#	Geogrid Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.25	11.00	2	V	V	V	V	V
2	0.75	11.00	2	V	V	V	V	V
3	1.25	11.00	2	V	V	V	V	V
4	2.00	11.00	2	V	V	V	V	V
5	2.75	11.00	2	V	V	V	V	V
6	3.50	11.00	2	V	V	V	V	V
7	4.25	11.00	3	V	V	V	V	V
8	5.00	11.00	3	V	V	V	V	V
9	5.75	11.00	4	V	V	V	V	V
10	6.50	11.00	4	V	V	V	V	V
11	7.25	11.00	5	V	V	V	V	V
12	8.00	11.00	5	V	V	V	V	V
13	8.50	11.00	5	V	V	V	V	V
14	9.00	11.00	5	V	V	V	V	V

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, $q_u$ult	2339.4	2016.1	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	293.57	369.7	[kPa]
Eccentricity, e	0.42	1.30	[m]
Eccentricity, e/L	0.038	0.118	
Fs calculated	7.97	5.45	
Base length	11.00	11.00	[m]



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs-static = 1.500 and Fs-seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.711 and Fs-seismic = 1.284

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	11.00	1.527	1.151	2	RG-150
2	0.75	11.00	1.563	1.188	2	RG-150
3	1.25	11.00	1.601	1.228	2	RG-150
4	2.00	11.00	1.662	1.294	2	RG-150
5	2.75	11.00	1.728	1.368	2	RG-150
6	3.50	11.00	1.799	1.452	2	RG-150
7	4.25	11.00	1.875	1.547	3	RG-100
8	5.00	11.00	1.958	1.654	3	RG-100
9	5.75	11.00	2.046	1.775	4	RG-80
10	6.50	11.00	2.139	1.912	4	RG-80
11	7.25	11.00	2.234	2.063	5	RG-60
12	8.00	11.00	2.328	2.221	5	RG-60
13	8.50	11.00	2.384	2.321	5	RG-60
14	9.00	11.00	2.430	2.406	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.0384, e/L seismic = 0.1121; Overturning: Fs-static = 4.08, Fs-seismic = 2.75

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	11.00	0.0345	0.1048	2	RG-150
2	0.75	11.00	0.0267	0.0905	2	RG-150
3	1.25	11.00	0.0190	0.0766	2	RG-150
4	2.00	11.00	0.0077	0.0564	2	RG-150
5	2.75	11.00	-0.0036	0.0370	2	RG-150
6	3.50	11.00	-0.0148	0.0181	2	RG-150
7	4.25	11.00	-0.0262	-0.0002	3	RG-100
8	5.00	11.00	-0.0380	-0.0181	3	RG-100
9	5.75	11.00	-0.0505	-0.0360	4	RG-80
10	6.50	11.00	-0.0641	-0.0543	4	RG-80
11	7.25	11.00	-0.0797	-0.0738	5	RG-60
12	8.00	11.00	-0.0986	-0.0956	5	RG-60
13	8.50	11.00	-0.1142	-0.1127	5	RG-60
14	9.00	11.00	-0.1336	-0.1331	5	RG-60

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall static	Specified minimum Fs-overall seismic	Actual calculated Fs-overall seismic	Product name
1	0.25	77.5	34.7	12.2	1.500	2.235	1.000	1.831	RG-150
2	0.75	77.5	33.1	11.9	1.500	2.342	1.000	1.912	RG-150
3	1.25	77.5	39.1	11.6	1.500	1.980	1.000	1.671	RG-150
4	2.00	77.5	43.7	11.1	1.500	1.774	1.000	1.530	RG-150
5	2.75	77.5	40.1	10.7	1.500	1.931	1.000	1.656	RG-150
6	3.50	77.5	36.6	10.2	1.500	2.119	1.000	1.805	RG-150
7	4.25	51.7	33.0	9.7	1.500	1.565	1.000	1.322	RG-100
8	5.00	51.7	29.4	9.2	1.500	1.755	1.000	1.467	RG-100
9	5.75	41.3	25.9	8.8	1.500	1.597	1.000	1.318	RG-80
10	6.50	41.3	22.3	8.3	1.500	1.852	1.000	1.502	RG-80
11	7.25	31.0	18.7	7.8	1.500	1.653	1.000	1.311	RG-60
12	8.00	31.0	12.9	7.4	1.500	2.402	1.000	1.770	RG-60
13	8.50	31.0	8.5	7.1	1.500	3.628	1.000	2.394	RG 60
14	9.00	31.0	11.1	6.7	1.500	2.783	1.000	2.019	RG-60

RESULTS for PULLOUT Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.25	1.000	34.67	12.23	10.86	0.14	1517.7	1.500	43.779	1214.1	1.100	25.892
2	0.75	1.000	33.08	11.91	10.58	0.42	1425.5	1.500	43.090	1140.4	1.100	25.346
3	1.25	1.000	39.13	11.60	10.30	0.70	1335.7	1.500	34.137	1068.6	1.100	21.065
4	2.00	1.000	43.69	11.13	9.89	1.11	1206.5	1.500	27.616	965.2	1.100	17.608
5	2.75	1.000	40.12	10.66	9.47	1.53	1083.6	1.500	27.005	866.9	1.100	17.070
6	3.50	1.000	36.56	10.19	9.05	1.95	967.0	1.500	26.449	773.6	1.100	16.549
7	4.25	1.000	33.00	9.72	8.63	2.37	856.9	1.500	25.966	685.5	1.100	16.048
8	5.00	1.000	29.44	9.25	8.21	2.79	753.0	1.500	25.581	602.4	1.100	15.573
9	5.75	1.000	25.87	8.78	7.80	3.20	655.5	1.500	25.335	524.4	1.100	15.135
10	6.50	1.000	22.31	8.31	7.38	3.62	564.4	1.500	25.295	451.5	1.100	14.747
11	7.25	1.000	18.75	7.83	6.96	4.04	479.6	1.500	25.578	383.7	1.100	14.432
12	8.00	1.000	12.90	7.36	6.54	4.46	401.1	1.500	31.087	320.9	1.100	15.833
13	8.50	1.000	8.54	7.05	6.26	4.74	352.5	1.500	41.269	282.0	1.100	18.086
14	9.00	1.000	11.14	6.74	5.98	5.02	306.5	1.500	27.516	245.2	1.100	13.716

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	34.4	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.23	1.50	3.92	1.50	2.25	RG-150
2	0.75	32.3	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.37	1.50	4.18	1.50	2.40	RG-150
3	1.25	37.6	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.04	1.50	3.59	1.50	2.06	RG-150
4	2.00	41.0	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	1.87	1.50	3.30	1.50	1.89	RG-150
5	2.75	36.7	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.09	1.50	3.68	1.50	2.11	RG-150
6	3.50	32.6	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.35	1.50	4.14	1.50	2.38	RG-150
7	4.25	28.6	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.79	1.50	3.14	1.50	1.80	RG-100
8	5.00	24.8	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	2.06	1.50	3.62	1.50	2.08	RG-100
9	5.75	21.2	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	1.93	1.50	3.39	1.50	1.95	RG-80
10	6.50	17.8	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.30	1.50	4.05	1.50	2.32	RG-80
11	7.25	14.5	0.90	0.90	30.7	54.0	31.0	1.50	2.11	1.50	3.72	1.50	2.14	RG-60
12	8.00	9.7	0.90	0.64	30.7	38.6	31.0	1.50	3.17	1.50	3.99	1.50	3.20	RG-60
13	8.50	6.3	0.90	0.45	30.7	26.7	31.0	1.50	4.89	1.50	4.26	1.50	4.94	RG-60
14	9.00	8.0	0.90	0.25	30.7	14.8	31.0	1.50	3.83	1.50	1.85	1.50	3.87	RG-60

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	46.5	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.83	1.00	2.32	1.00	1.85	RG-150
2	0.75	43.9	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.94	1.00	2.46	1.00	1.96	RG-150
3	1.25	48.7	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.72	1.00	2.22	1.00	1.74	RG-150
4	2.00	51.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.62	1.00	2.10	1.00	1.63	RG-150
5	2.75	46.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.79	1.00	2.33	1.00	1.81	RG-150
6	3.50	41.6	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.01	1.00	2.59	1.00	2.03	RG-150
7	4.25	37.1	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.51	1.00	1.94	1.00	1.52	RG-100
8	5.00	32.7	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.72	1.00	2.20	1.00	1.74	RG-100
9	5.75	28.4	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.59	1.00	2.03	1.00	1.61	RG-80
10	6.50	24.4	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.87	1.00	2.36	1.00	1.88	RG-80
11	7.25	20.6	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.68	1.00	2.10	1.00	1.69	RG-60
12	8.00	15.2	0.90	0.51	30.7	30.9	31.0	1.00	2.33	1.00	2.03	1.00	2.36	RG-60
13	8.50	11.5	0.90	0.36	30.7	21.4	31.0	1.00	3.22	1.00	1.87	1.00	3.26	RG-60
14	9.00	12.9	0.90	0.20	30.7	11.9	31.0	1.00	2.78	1.00	1.02	1.00	2.81	RG-60

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
서울-문산고속도로
MSEW(3.0): Update # 14.91

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울-문산고속도로
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: STA. 1+960.000

Description:

본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00 TYPE-2 (H=11.875m)

Company's information:

Name:
Street:

Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\(주)강호건설산업\강호건설산업\영업\보강토\설계\건적\.....\PE-2 (H=11.875m).BEN
Original date and time of creating this file: 2014.07

PROGRAM MODE: DESIGN
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs-po	1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, Lc = 1.00 m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: L/Hd = 0.70 --> L = 8.31 m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: L = 2.50 m.

BEARING CAPACITY

Bearing capacity is controlled by general shear.

Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50

Bearing capacity coefficients: Nc = 27.86 N γ= 19.34

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	19.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0 deg.

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Desiga value of internal angle of friction, ϕ	28.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	19.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	29.0 deg.
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	17.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ= 60.00deg. (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.4015 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.099 => Kh = Am = 0.099
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 25 mm. using FHWA-NHI-00-043 equation)

Kae (Kh > 0) = 0.5073 Kae (Kh = 0) = 0.3910 Δ Kae = 0.1163

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY

Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

BEARING CAPACITY

Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

INTERNAL STABILITY

Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, Fs-po, is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, Fs-overall, is 66.7% of its specified static value.
The reduction of Fs-overall pertains to geogrid strength and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

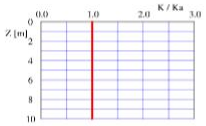
INPUT DATA: Geogrids
(Multiple type reinforcement)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fs-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, F*	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ
Scale effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/Ka and F* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00



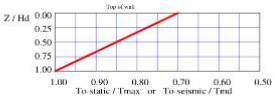
Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

INPUT DATA: Facia and Connection
(Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.38/0.25 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is γ_f = 22.00 kN/m^3

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.70
0.25	0.78
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00



To-static, To-seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1 σ (1)	CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90

Geogrid Type #1 σ	CRs (3)	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-connection / Tult-geogrid
(3) CRs = Tpo-connection / Tult-geogrid

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RG-200	RG-150	RG-100	RG-80	RG-60
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety: connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

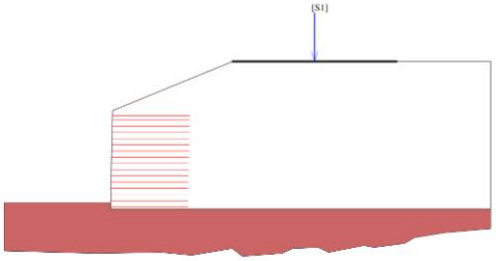
INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd 11.88 [m] [Embedded depth is E = 0.75 m, and height above top of finished bottom grade is H = 11.13 m]
Batter, ω 1.1 [deg]
Backslope, β 22.8 [deg]
Backslope rise 5.9 [m] Broken back equivalent angle, I = 14.00deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Qv-d = 0.0 and Qv-l = 13.0 [kPa].
Footing width, b=19.2 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 23.7 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:

0 2 4 6 8 10 [m]

Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND:
(1) Connection strength
(2) Geogrid strength
(3) Pullout resistance
(4) Direct sliding
(5) Eccentricity
V Satisfactory
X Unsatisfactory

Bearing capacity: V
Foudation Interface: Direct sliding V Eccentricity V

Geogrid #	Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.25	9.05	1	V	V	V	V	V
2	1.00	9.05	1	V	V	V	V	V
3	1.75	9.05	1	V	V	V	V	V
4	2.50	9.05	1	V	V	V	V	V
5	3.25	9.05	2	V	V	V	V	V
6	4.00	9.05	2	V	V	V	V	V
7	4.75	9.05	2	V	V	V	V	V
8	5.50	9.05	2	V	V	V	V	V

Geogrid #	Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9	6.25	9.05	2	V	V	V	V	V
10	7.00	9.05	3	V	V	V	V	V
11	7.75	9.05	3	V	V	V	V	V
12	8.50	9.05	4	V	V	V	V	V
13	9.25	9.05	4	V	V	V	V	V
14	10.00	9.05	5	V	V	V	V	V
15	10.75	9.05	5	V	V	V	V	V
16	11.25	9.05	5	V	V	V	V	V

Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

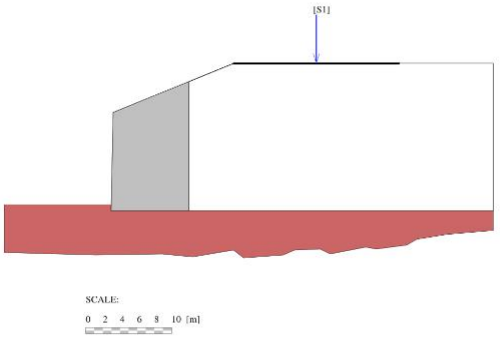
서울-문산고속도로

Present Date/Time: Tue Jul 08 15:20:03 2014

D:\...구조계산서\2014\기타구간\A04. 구조계산서(도로부지)\보강토옹벽\TYPE-2-08+11.875m).SIN

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	1714.8	1405.3	[kPa]
Meyerhof stress, $\bar{s}_v$	376.47	507.1	[kPa]
Eccentricity, e	1.15	1.99	[m]
Eccentricity, e/L	0.127	0.220	
Fs calculated	4.55	2.77	
Base length	9.05	9.05	[m]



서울-문산고속도로 Page 7 of 10

Copyright ?1998 2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산고속도로

Present Date/Time: Tue Jul 08 15:20:03 2014

D:\...구조계산서\2014\기타구간\A04. 구조계산서(도로부지)\보강토옹벽\TYPE-2-08+11.875m).SIN

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs-static = 1.500 and Fs-seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.680 and Fs-seismic = 1.267

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	9.05	1.502	1.135	1	RG-200
2	1.00	9.05	1.563	1.191	1	RG-200
3	1.75	9.05	1.629	1.252	1	RG-200
4	2.50	9.05	1.702	1.320	1	RG-200
5	3.25	9.05	1.782	1.397	2	RG-150
6	4.00	9.05	1.872	1.484	2	RG-150
7	4.75	9.05	1.971	1.583	2	RG-150
8	5.50	9.05	2.083	1.697	2	RG-150
9	6.25	9.05	2.210	1.831	2	RG-150
10	7.00	9.05	2.356	1.988	3	RG-100
11	7.75	9.05	2.520	2.172	3	RG-100
12	8.50	9.05	2.683	2.372	4	RG-80
13	9.25	9.05	2.862	2.604	4	RG-80
14	10.00	9.05	3.051	2.866	5	RG-60
15	10.75	9.05	3.237	3.140	5	RG-60
16	11.25	9.05	3.342	3.303	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1267, e/L seismic = 0.2183; Overturning: Fs-static = 2.90, Fs-seismic = 1.97

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	9.05	0.1213	0.2090	1	RG-200
2	1.00	9.05	0.1055	0.1822	1	RG-200
3	1.75	9.05	0.0902	0.1565	1	RG-200
4	2.50	9.05	0.0754	0.1322	1	RG-200
5	3.25	9.05	0.0611	0.1090	2	RG-150
6	4.00	9.05	0.0473	0.0870	2	RG-150
7	4.75	9.05	0.0338	0.0662	2	RG-150
8	5.50	9.05	0.0207	0.0464	2	RG-150
9	6.25	9.05	0.0078	0.0276	2	RG-150
10	7.00	9.05	-0.0051	0.0095	3	RG-100
11	7.75	9.05	-0.0183	-0.0080	3	RG-100
12	8.50	9.05	-0.0325	-0.0258	4	RG-80
13	9.25	9.05	-0.0484	-0.0444	4	RG-80
14	10.00	9.05	-0.0674	-0.0655	5	RG-60
15	10.75	9.05	-0.0923	-0.0917	5	RG-60
16	11.25	9.05	-0.1152	-0.1150	5	RG-60

서울-문산고속도로 Page 8 of 10

Copyright ?1998 2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산고속도로

Present Date/Time: Tue Jul 08 15:20:03 2014

D:\...구조계산서\2014\기타구간\A04. 구조계산서(도로부지)\보강토옹벽\TYPE-2-08+11.875m).SIN

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs overall static	Actual calculated Fs overall static	Specified minimum Fs overall seismic	Actual calculated Fs overall seismic	Product name
1	0.25	103.3	52.7	18.8	1.500	1.960	1.000	1.603	RG-200
2	1.00	103.3	60.0	17.9	1.500	1.723	1.000	1.452	RG-200
3	1.75	103.3	56.4	17.0	1.500	1.832	1.000	1.541	RG-200
4	2.50	103.3	52.8	16.1	1.500	1.955	1.000	1.641	RG-200
5	3.25	77.5	49.3	15.3	1.500	1.572	1.000	1.317	RG-150
6	4.00	77.5	45.7	14.4	1.500	1.695	1.000	1.416	RG-150
7	4.75	77.5	42.2	13.5	1.500	1.838	1.000	1.531	RG-150
8	5.50	77.5	38.6	12.6	1.500	2.008	1.000	1.667	RG-150
9	6.25	77.5	35.0	11.7	1.500	2.212	1.000	1.829	RG-150
10	7.00	51.7	31.5	10.9	1.500	1.641	1.000	1.350	RG-100
11	7.75	51.7	27.9	10.0	1.500	1.851	1.000	1.513	RG-100
12	8.50	41.3	24.3	9.1	1.500	1.698	1.000	1.376	RG-80
13	9.25	41.3	20.8	8.2	1.500	1.989	1.000	1.595	RG-80
14	10.00	31.0	17.2	7.3	1.500	1.800	1.000	1.422	RG-60
15	10.75	31.0	11.6	6.5	1.500	2.666	1.000	1.979	RG 60
16	11.25	31.0	12.1	5.9	1.500	2.557	1.000	1.963	RG-60

RESULTS for PULLOUT Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.25	1.000	52.69	18.79	8.91	0.14	1408.0	1.500	26.720	1126.4	1.100	15.757
2	1.00	1.000	59.97	17.91	8.49	0.56	1278.5	1.500	21.320	1022.8	1.100	13.134
3	1.75	1.000	56.40	17.03	8.07	0.98	1153.1	1.500	20.443	922.5	1.100	12.562
4	2.50	1.000	52.84	16.15	7.66	1.39	1034.7	1.500	19.582	827.8	1.100	11.999
5	3.25	1.000	49.28	15.27	7.24	1.81	922.2	1.500	18.714	737.8	1.100	11.431
6	4.00	1.000	45.72	14.38	6.82	2.23	816.7	1.500	17.865	653.4	1.100	10.871
7	4.75	1.000	42.15	13.50	6.40	2.65	717.1	1.500	17.012	573.7	1.100	10.308
8	5.50	1.000	38.59	12.62	5.98	3.07	624.0	1.500	16.169	499.2	1.100	9.748
9	6.25	1.000	35.03	11.74	5.57	3.48	537.8	1.500	15.352	430.2	1.100	9.199
10	7.00	1.000	31.47	10.86	5.15	3.90	457.5	1.500	14.540	366.0	1.100	8.648
11	7.75	1.000	27.90	9.98	4.73	4.32	383.8	1.500	13.754	307.0	1.100	8.105
12	8.50	1.000	24.34	9.10	4.31	4.74	316.8	1.500	13.016	253.5	1.100	7.580
13	9.25	1.000	20.78	8.21	3.90	5.15	256.0	1.500	12.320	204.8	1.100	7.063
14	10.00	1.000	17.22	7.33	3.48	5.57	201.6	1.500	11.711	161.3	1.100	6.570
15	10.75	1.000	11.63	6.45	3.06	5.99	153.9	1.500	13.241	123.2	1.100	6.812
16	11.25	1.000	12.12	5.86	2.78	6.27	125.6	1.500	10.366	100.5	1.100	5.589

서울-문산고속도로 Page 9 of 10

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산고속도로

Present Date/Time: Tue Jul 08 15:20:03 2014

D:\...구조계산서\2014\기타구간\A04. 구조계산서(도로부지)\보강토옹벽\TYPE-2-08+11.875m).SIN

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	52.4	0.90	0.90	102.3	180.0	103.3	1.50	1.95	1.50	3.44	1.50	1.97	RG-200
2	1.00	58.5	0.90	0.90	102.3	180.0	103.3	1.50	1.75	1.50	3.08	1.50	1.77	RG-200
3	1.75	53.9	0.90	0.90	102.3	180.0	103.3	1.50	1.90	1.50	3.34	1.50	1.92	RG-200
4	2.50	49.5	0.90	0.90	102.3	180.0	103.3	1.50	2.07	1.50	3.64	1.50	2.09	RG-200
5	3.25	45.2	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	1.70	1.50	2.98	1.50	1.71	RG-150
6	4.00	41.1	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	1.87	1.50	3.28	1.50	1.89	RG-150
7	4.75	37.1	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.07	1.50	3.64	1.50	2.09	RG-150
8	5.50	33.2	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.31	1.50	4.06	1.50	2.33	RG-150
9	6.25	29.5	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.60	1.50	4.58	1.50	2.63	RG-150
10	7.00	25.9	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.97	1.50	3.47	1.50	1.99	RG-100
11	7.75	22.4	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	2.28	1.50	4.01	1.50	2.30	RG-100
12	8.50	19.1	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.14	1.50	3.77	1.50	2.16	RG-80
13	9.25	15.9	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.57	1.50	4.52	1.50	2.59	RG 80
14	10.00	12.9	0.90	0.74	30.7	44.5	31.0	1.50	2.38	1.50	3.46	1.50	2.41	RG-60
15	10.75	8.5	0.90	0.45	30.7	26.7	31.0	1.50	3.62	1.50	3.16	1.50	3.66	RG-60
16	11.25	8.7	0.90	0.25	30.7	14.8	31.0	1.50	3.54	1.50	1.71	1.50	3.57	RG-60

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	71.0	0.90	0.72	102.3	144.0	103.3	1.00	1.60	1.00	2.03	1.00	1.61	RG-200
2	1.00	75.9	0.90	0.72	102.3	144.0	103.3	1.00	1.47	1.00	1.90	1.00	1.49	RG-200
3	1.75	70.2	0.90	0.72	102.3	144.0	103.3	1.00	1.60	1.00	2.05	1.00	1.61	RG-200
4	2.50	64.6	0.90	0.72	102.3	144.0	103.3	1.00	1.73	1.00	2.23	1.00	1.75	RG-200
5	3.25	59.2	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.42	1.00	1.82	1.00	1.44	RG-150
6	4.00	54.0	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.56	1.00	2.00	1.00	1.58	RG-150
7	4.75	49.0	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.72	1.00	2.21	1.00	1.74	RG-150
8	5.50	44.1	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.92	1.00	2.45	1.00	1.94	RG-150
9	6.25	39.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.15	1.00	2.74	1.00	2.17	RG-150
10	7.00	34.8	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.62	1.00	2.07	1.00	1.64	RG-100
11	7.75	30.5	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.86	1.00	2.36	1.00	1.88	RG-100
12	8.50	26.3	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.73	1.00	2.19	1.00	1.75	RG-80
13	9.25	22.2	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	2.06	1.00	2.59	1.00	2.08	RG-80
14	10.00	18.3	0.90	0.59	30.7	35.6	31.0	1.00	1.88	1.00	1.94	1.00	1.90	RG-60
15	10.75	13.2	0.90	0.36	30.7	21.4	31.0	1.00	2.69	1.00	1.62	1.00	2.72	RG-60
16	11.25	12.9	0.90	0.20	30.7	11.9	31.0	1.00	2.72	1.00	1.02	1.00	2.74	RG-60

서울-문산고속도로 Page 10 of 10

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
서울-문산고속도로
MSEW(3.0): Update # 14.91

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울-문산고속도로
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: STA. 1+980.000

Description:

본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00 TYPE-3 (H=8.375m)

Company's information:

Name:
Street:

Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\(주)강호건설산업\강호건설산업\영업\M.강토\설계견적\.....\TYPE-3 (H=8.375m).BGN
Original date and time of creating this file: 2014.07

PROGRAM MODE: DESIGN of a SIMPLE STRUCTURE using GEOGRID as reinforcing material.

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs po	1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, Le = 1.00 m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: L/Hd = 0.70 --> L = 6.04 m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: L = 2.50 m.

BEARING CAPACITY

Bearing capacity is controlled by general shear.	
Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50
Bearing capacity coefficients: Nc = 27.86	N γ= 19.34

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	19.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0 deg.

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	28.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	19.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	29.0 deg.
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	17.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ= 60.00deg. (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.4627 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.099 => Kh = Am = 0.099
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 25 mm, using FHWA-NHI-00-043 equation)

Kae (Kh > 0) = 0.6642 Kae (Kh = 0) = 0.4496 Δ Kae = 0.2147

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY
Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

BEARING CAPACITY
Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

INTERNAL STABILITY
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, Fs po, is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, Fs-overall, is 66.7% of its specified static value.
The reduction of Fs-overall pertains to geogrid strength and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

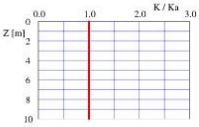
INPUT DATA: Geogrids
(Multiple type reinforcement)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult: [kN/m]	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fs-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, F*	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/Ka and F* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

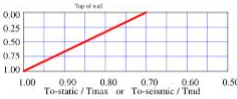


Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

INPUT DATA: Facia and Connection
(Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.38/0.25 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is γr = 22.00 kN/m^3

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.70
0.25	0.78
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00



To-static, To-seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1 σ (1)	CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90

Geogrid Type #1 σ	CRs (3)	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-connection / Tult-geogrid
(3) CRs = Tpo-connection / Tult-geogrid

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RG 200	RG-150	RG-100	RG-80	RG 60
Durability reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety: connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

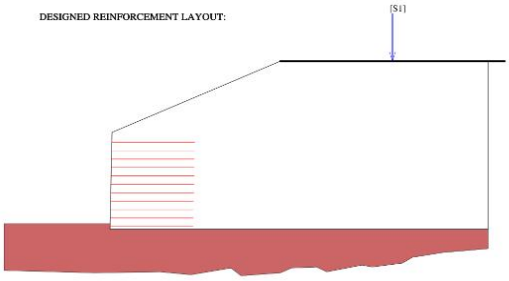
INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd 8.63 [m] [Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 8.13 m]
Batter, ω 1.1 [deg]
Backslope, β 23.8 [deg]
Backslope rise 6.3 [m] Broken back equivalent angle, I = 20.15deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Qv-d = 0.0 and Qv-l = 13.0 [kPa].
Footing width, b=19.2 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 24.0 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
0 2 4 6[m]

서울-문산고속도로 Page 5 of 10
Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND:
(1) Connection strength V Satisfactory
(2) Geogrid strength X Unsatisfactory
(3) Pullout resistance
(4) Direct sliding
(5) Eccentricity

Bearing capacity: V
Foudation Interface: Direct sliding V Eccentricity V

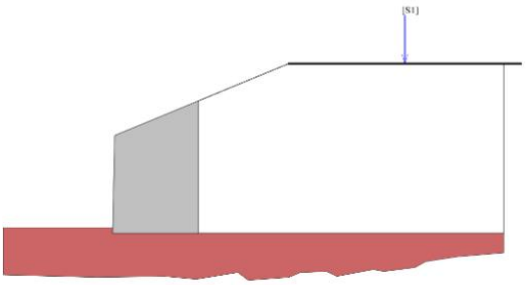
#	Geogrid Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.25	7.10	2	V	V	V	V	V
2	1.00	7.10	2	V	V	V	V	V
3	1.75	7.10	2	V	V	V	V	V
4	2.50	7.10	2	V	V	V	V	V
5	3.25	7.10	3	V	V	V	V	V
6	4.00	7.10	3	V	V	V	V	V
7	4.75	7.10	4	V	V	V	V	V
8	5.50	7.10	4	V	V	V	V	V
9	6.25	7.10	5	V	V	V	V	V
10	7.00	7.10	5	V	V	V	V	V
11	7.75	7.10	5	V	V	V	V	V

서울-문산고속도로 Page 6 of 10
Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	1520.2	1258.4	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	271.13	370.9	[kPa]
Eccentricity, e	0.70	1.44	[m]
Eccentricity, e/L	0.099	0.199	
Fs calculated	5.61	3.39	
Base length	7.10	7.10	[m]



SCALE:
0 2 4 6[m]

서울-문산고속도로 Page 7 of 10
Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs-static = 1.500 and Fs-seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.674 and Fs-seismic = 1.235

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.10	1.502	1.112	2	RG-150
2	1.00	7.10	1.579	1.183	2	RG-150
3	1.75	7.10	1.666	1.266	2	RG-150
4	2.50	7.10	1.763	1.361	2	RG-150
5	3.25	7.10	1.872	1.474	3	RG-100
6	4.00	7.10	1.996	1.607	3	RG-100
7	4.75	7.10	2.137	1.767	4	RG-80
8	5.50	7.10	2.296	1.960	4	RG-80
9	6.25	7.10	2.476	2.194	5	RG-60
10	7.00	7.10	2.671	2.471	5	RG-60
11	7.75	7.10	2.866	2.774	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.0986, e/L seismic = 0.1961; Overturning: Fs static = 3.12, Fs seismic = 2.04

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.10	0.0922	0.1844	2	RG-150
2	1.00	7.10	0.0734	0.1505	2	RG-150
3	1.75	7.10	0.0554	0.1186	2	RG-150
4	2.50	7.10	0.0381	0.0887	2	RG-150
5	3.25	7.10	0.0213	0.0606	3	RG-100
6	4.00	7.10	0.0048	0.0342	3	RG-100
7	4.75	7.10	-0.0116	0.0091	4	RG-80
8	5.50	7.10	-0.0287	-0.0151	4	RG-80
9	6.25	7.10	-0.0473	-0.0394	5	RG-60
10	7.00	7.10	-0.0695	-0.0658	5	RG-60
11	7.75	7.10	-0.0997	-0.0986	5	RG-60

서울-문산고속도로 Page 8 of 10
Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall static	Specified minimum Fs-overall seismic	Actual calculated Fs-overall seismic	Product name
1	0.25	77.5	38.2	13.6	1.500	2.030	1.000	1.661	RG-150
2	1.00	77.5	42.5	12.8	1.500	1.822	1.000	1.534	RG-150
3	1.75	77.5	39.0	11.9	1.500	1.988	1.000	1.669	RG-150
4	2.50	77.5	35.4	11.1	1.500	2.188	1.000	1.829	RG-150
5	3.25	51.7	31.8	10.3	1.500	1.622	1.000	1.349	RG-100
6	4.00	51.7	28.3	9.5	1.500	1.826	1.000	1.510	RG-100
7	4.75	41.3	24.7	8.7	1.500	1.672	1.000	1.371	RG-80
8	5.50	41.3	21.2	7.9	1.500	1.953	1.000	1.585	RG-80
9	6.25	31.0	17.6	7.0	1.500	1.762	1.000	1.409	RG-60
10	7.00	31.0	14.0	6.2	1.500	2.209	1.000	1.729	RG-60
11	7.75	31.0	15.5	5.4	1.500	2.004	1.000	1.644	RG-60

RESULTS for PULLOUT Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.25	1.000	38.16	13.57	6.96	0.14	809.4	1.500	21.207	647.5	1.100	12.515
2	1.00	1.000	42.53	12.76	6.54	0.56	710.3	1.500	16.701	568.3	1.100	10.278
3	1.75	1.000	38.97	11.94	6.12	0.98	618.1	1.500	15.860	494.4	1.100	9.712
4	2.50	1.000	35.41	11.13	5.70	1.39	532.2	1.500	15.031	425.8	1.100	9.149
5	3.25	1.000	31.84	10.31	5.28	1.81	452.7	1.500	14.217	362.2	1.100	8.592
6	4.00	1.000	28.28	9.50	4.87	2.23	379.7	1.500	13.425	303.7	1.100	8.040
7	4.75	1.000	24.72	8.68	4.45	2.65	313.0	1.500	12.662	250.4	1.100	7.497
8	5.50	1.000	21.16	7.87	4.03	3.07	252.7	1.500	11.946	202.2	1.100	6.967
9	6.25	1.000	17.59	7.05	3.61	3.48	198.9	1.500	11.303	159.1	1.100	6.456
10	7.00	1.000	14.03	6.23	3.19	3.90	151.4	1.500	10.790	121.1	1.100	5.977
11	7.75	1.000	15.47	5.42	2.78	4.32	110.3	1.500	7.133	88.3	1.100	4.226

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	37.8	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.03	1.50	3.57	1.50	2.05	RG-150
2	1.00	41.1	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	1.87	1.50	3.29	1.50	1.89	RG-150
3	1.75	36.6	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.10	1.50	3.69	1.50	2.12	RG-150
4	2.50	32.3	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.37	1.50	4.18	1.50	2.40	RG-150
5	3.25	28.2	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.81	1.50	3.19	1.50	1.83	RG-100
6	4.00	24.3	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	2.10	1.50	3.70	1.50	2.12	RG-100
7	4.75	20.6	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	1.98	1.50	3.49	1.50	2.00	RG-80
8	5.50	17.1	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.39	1.50	4.21	1.50	2.42	RG-80
9	6.25	13.8	0.90	0.90	30.7	54.0	31.0	1.50	2.23	1.50	3.92	1.50	2.25	RG-60
10	7.00	10.6	0.90	0.64	30.7	38.6	31.0	1.50	2.89	1.50	3.64	1.50	2.92	RG-60
11	7.75	11.3	0.90	0.35	30.7	20.8	31.0	1.50	2.72	1.50	1.84	1.50	2.74	RG-60

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	51.3	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.66	1.00	2.11	1.00	1.68	RG-150
2	1.00	53.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.57	1.00	2.02	1.00	1.59	RG-150
3	1.75	47.8	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.76	1.00	2.26	1.00	1.78	RG-150
4	2.50	42.5	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.98	1.00	2.54	1.00	2.00	RG-150
5	3.25	37.4	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.51	1.00	1.93	1.00	1.52	RG-100
6	4.00	32.5	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.74	1.00	2.21	1.00	1.75	RG-100
7	4.75	27.9	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.63	1.00	2.07	1.00	1.64	RG-80
8	5.50	23.5	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.94	1.00	2.45	1.00	1.96	RG-80
9	6.25	19.3	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.78	1.00	2.24	1.00	1.80	RG-60
10	7.00	15.3	0.90	0.51	30.7	30.9	31.0	1.00	2.26	1.00	2.01	1.00	2.29	RG-60
11	7.75	15.3	0.90	0.28	30.7	16.6	31.0	1.00	2.23	1.00	1.09	1.00	2.25	RG-60

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
서울-문산고속도로
MSEW(3.0): Update # 14.91

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울-문산고속도로
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: STA. 2+0.000

Description:

본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00 TYPE-4 (H=6.625m)

Company's information:

Name:
Street:

Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\(주)강우건설산업\강우건설산업\정업\보강도\설계\전 석\...\...YPE-4 (H=6.625m).BEN
Original date and time of creating this file: 2014.07

PROGRAM MODE: DESIGN
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs-po	1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L:	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, Le = 1.00 m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: L/Hd = 0.70 --> L = 4.64 m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: L = 2.50 m.

BEARING CAPACITY

Bearing capacity is controlled by general shear.

Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50

Bearing capacity coefficients: Nc = 27.86 N γ= 19.34

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	19.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0 deg.

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	28.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	19.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	29.0 deg.
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	17.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ= 60.00deg. (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.5459 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY

Note: specified A combined with I and δ produced a square root of -0.02 in M-O equ.
MSEW set this square root to ZERO so that the Kae could be calculated. Be aware that the end results are likely erroneous and ARE PROVIDED FOR INFORMATION ONLY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.099 => Kh = Am = 0.099
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 25 mm. using FHWA-NHI-00-043 equation)

Kae (Kh > 0) = 0.9639 Kae (Kh = 0) = 0.5296 Δ Kae = 0.4343

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY

Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

BEARING CAPACITY

Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

INTERNAL STABILITY

Seismic soil geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, Fs-po, is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, Fs-overall, is 66.7% of its specified static value.
The reduction of Fs-overall pertains to geogrid strength and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

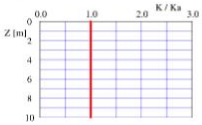
INPUT DATA: Geogrids
(Multiple type reinforcement)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation -damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fs-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, F*	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/Ka and F* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00



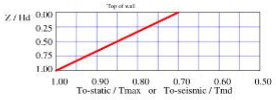
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

INPUT DATA: Facia and Connection
(Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.38/0.25 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is γ = 22.00 kN/m^3

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.70
0.25	0.78
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00



To static, To seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1 σ (1)	CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90

Geogrid Type #1 σ	CRs (3)	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-connection / Tult-geogrid
(3) CRs = Tpo-connection / Tult-geogrid

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RG-200	RG-150	RG-100	RG-80	RG-60
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety; connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety; connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

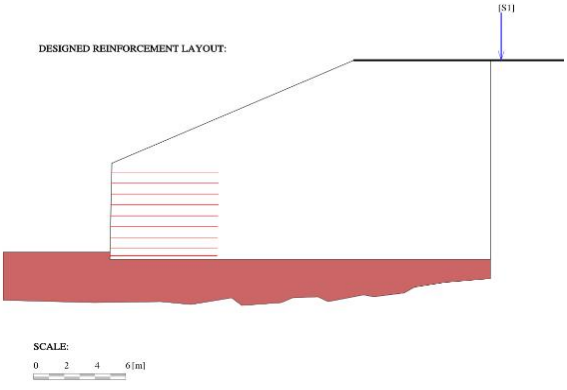
MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd 6.63 [m] [Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 6.13 m]
Batter, ω 1.1 [deg]
Backslope, β 24.2 [deg]
Backslope rise 7.1 [m] Broken back equivalent angle, I = 24.19deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Qv-d = 0.0 and Qv-l = 13.0 [kPa],
Footing width, b=19.2 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 25.4 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.



Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND: (1) Connection strength
(2) Geogrid strength
(3) Pullout resistance
(4) Direct sliding
(5) Eccentricity
V Satisfactory
X Unsatisfactory

Bearing capacity: V
Foundation Interface: Direct sliding V Eccentricity V

#	Geogrid Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.25	7.00	3	V	V	V	V	V
2	0.75	7.00	3	V	V	V	V	V
3	1.50	7.00	3	V	V	V	V	V
4	2.25	7.00	4	V	V	V	V	V
5	3.00	7.00	4	V	V	V	V	V
6	3.75	7.00	5	V	V	V	V	V
7	4.50	7.00	5	V	V	V	V	V
8	5.25	7.00	5	V	V	V	V	V
9	6.00	7.00	5	V	V	V	V	V

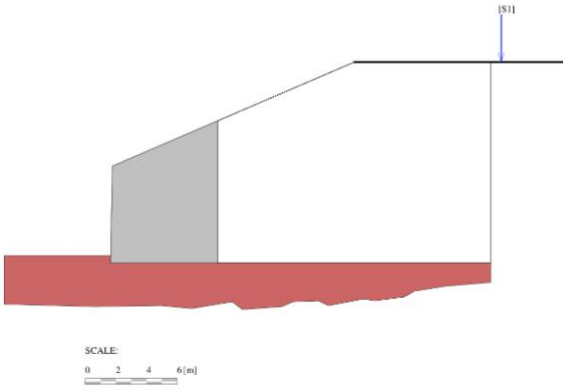
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	1634.4	1392.5	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	200.02	264.1	[kPa]
Eccentricity, e	0.34	1.00	[m]
Eccentricity, e/L	0.049	0.143	
Fs calculated	8.17	5.27	
Base length	7.00	7.00	[m]



Page 7 of 10

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs-static = 1.500 and Fs-seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.727 and Fs-seismic = 1.252

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.00	1.552	1.131	3	RG-100
2	0.75	7.00	1.610	1.189	3	RG-100
3	1.50	7.00	1.708	1.290	3	RG-100
4	2.25	7.00	1.818	1.411	4	RG-80
5	3.00	7.00	1.943	1.558	4	RG-80
6	3.75	7.00	2.085	1.739	5	RG-60
7	4.50	7.00	2.243	1.962	5	RG-60
8	5.25	7.00	2.411	2.228	5	RG-60
9	6.00	7.00	2.567	2.506	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.0487, e/L seismic = 0.1363; Overturning: Fs-static = 3.92, Fs-seismic = 2.50

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.00	0.0426	0.1244	3	RG-100
2	0.75	7.00	0.0306	0.1014	3	RG-100
3	1.50	7.00	0.0131	0.0686	3	RG-100
4	2.25	7.00	-0.0041	0.0378	4	RG-80
5	3.00	7.00	-0.0213	0.0086	4	RG-80
6	3.75	7.00	-0.0392	-0.0196	5	RG-60
7	4.50	7.00	-0.0591	-0.0477	5	RG-60
8	5.25	7.00	-0.0834	-0.0782	5	RG-60
9	6.00	7.00	-0.1181	-0.1168	5	RG-60

Page 8 of 10

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall static	Specified minimum Fs-overall seismic	Actual calculated Fs-overall seismic	Product name
1	0.25	51.7	23.5	8.9	1.500	2.199	1.000	1.778	RG-100
2	0.75	51.7	27.1	8.5	1.500	1.904	1.000	1.591	RG-100
3	1.50	51.7	29.3	8.0	1.500	1.763	1.000	1.506	RG-100
4	2.25	41.3	25.7	7.5	1.500	1.606	1.000	1.360	RG-80
5	3.00	41.3	22.2	6.9	1.500	1.864	1.000	1.560	RG-80
6	3.75	31.0	18.6	6.4	1.500	1.666	1.000	1.372	RG-60
7	4.50	31.0	15.0	5.8	1.500	2.060	1.000	1.659	RG-60
8	5.25	31.0	11.5	5.3	1.500	2.700	1.000	2.096	RG-60
9	6.00	31.0	9.8	4.7	1.500	3.174	1.000	2.435	RG-60

RESULTS for PULLOUT Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.25	1.000	23.49	8.90	6.86	0.14	638.9	1.500	27.202	511.1	1.100	15.780
2	0.75	1.000	27.13	8.54	6.58	0.42	579.5	1.500	21.361	463.6	1.100	12.997
3	1.50	1.000	29.29	8.00	6.16	0.84	495.6	1.500	16.921	396.5	1.100	10.633
4	2.25	1.000	25.73	7.46	5.75	1.25	418.1	1.500	16.252	334.5	1.100	10.080
5	3.00	1.000	22.17	6.91	5.33	1.67	347.0	1.500	15.655	277.6	1.100	9.546
6	3.75	1.000	18.60	6.37	4.91	2.09	282.3	1.500	15.174	225.8	1.100	9.042
7	4.50	1.000	15.04	5.83	4.49	2.51	223.9	1.500	14.889	179.2	1.100	8.584
8	5.25	1.000	11.48	5.29	4.07	2.93	172.0	1.500	14.983	137.6	1.100	8.207
9	6.00	1.000	9.76	4.74	3.66	3.34	126.5	1.500	12.958	101.2	1.100	6.976

Page 9 of 10

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection forces, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	23.2	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	2.20	1.50	3.88	1.50	2.22	RG-100
2	0.75	26.2	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.95	1.50	3.43	1.50	1.97	RG-100
3	1.50	27.3	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.87	1.50	3.30	1.50	1.89	RG-100
4	2.25	23.1	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	1.77	1.50	3.12	1.50	1.79	RG-80
5	3.00	19.2	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.14	1.50	3.76	1.50	2.16	RG-80
6	3.75	15.4	0.90	0.90	30.7	54.0	31.0	1.50	1.99	1.50	3.50	1.50	2.01	RG-60
7	4.50	12.0	0.90	0.84	30.7	50.5	31.0	1.50	2.56	1.50	4.22	1.50	2.59	RG-60
8	5.25	8.7	0.90	0.54	30.7	32.7	31.0	1.50	3.51	1.50	3.73	1.50	3.54	RG-60
9	6.00	7.1	0.90	0.25	30.7	14.8	31.0	1.50	4.31	1.50	2.09	1.50	4.36	RG-60

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection forces, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	32.0	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.78	1.00	2.25	1.00	1.80	RG-100
2	0.75	34.5	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.63	1.00	2.09	1.00	1.65	RG-100
3	1.50	34.8	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.60	1.00	2.07	1.00	1.62	RG-100
4	2.25	29.8	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.50	1.00	1.93	1.00	1.51	RG-80
5	3.00	25.1	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.79	1.00	2.29	1.00	1.81	RG-80
6	3.75	20.7	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.64	1.00	2.08	1.00	1.65	RG-60
7	4.50	16.6	0.90	0.67	30.7	40.4	31.0	1.00	2.06	1.00	2.43	1.00	2.08	RG-60
8	5.25	12.8	0.90	0.44	30.7	26.1	31.0	1.00	2.72	1.00	2.05	1.00	2.75	RG-60
9	6.00	10.6	0.90	0.20	30.7	11.9	31.0	1.00	3.31	1.00	1.12	1.00	3.34	RG-60

Page 10 of 10

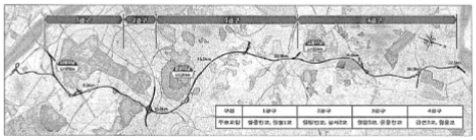
구조계산서 및 안전검토서

제 4 편 상세 및 보완조사

제 2 장 구조물별 지층현황

2.1 시추조사 현황

2.1.1 시추조사 위치



○ 터널구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
감배 터널	BH-29	556,079.0	186,354.6	51.5	감배 터널	BH-33	556,284.0	186,638.1	61.3
	BH-30	556,106.5	186,354.6	39.5		BH-34	556,330.8	186,648.3	48.2
	BH-31	556,099.1	186,345.3	51.5		BH-35	556,297.8	186,678.7	43.5
	BH-32	556,142.0	186,447.2	50.8			–	–	–

○ 교량구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
감매교	BH-1	555,291.9	185,380.0	2.2	경매1교	BH-15	555,768.1	185,631.6	10.1
감매교	BH-2	555,334.8	185,405.9	6.1		BH-16	555,792.2	185,655.7	10.1
감매교	BH-3	555,380.0	185,422.3	6.7	북로IC R-A1교	BH-17	555,698.3	185,607.5	9.4
	BH-4	555,429.2	185,450.1	12.5		BH-20	555,778.2	185,709.4	10.1
	BH-5	555,460.1	185,462.7	7.6	감매2교	BH-21	555,843.0	185,684.9	9.3
	BH-6	555,514.9	185,488.1	7.4		BH-24	555,937.6	185,922.0	10.8
	BH-7	555,514.9	185,488.1	9.4		BH-25	555,949.5	185,960.9	10.2
	BH-8	555,521.6	185,391.2	12.5	감매3교	BH-26	555,983.5	186,024.0	7.8
북로IC R-B교	BH-9	555,521.3	185,427.7	7.5		BH-27	556,014.9	186,106.1	7.9
	BH-10	555,547.7	185,450.2	8.5		BH-28	556,035.7	186,140.8	10.0
	BH-11	555,575.8	185,455.3	9.7		BH-41	556,797.0	187,021.0	20.5
감매1교	BH-13	555,731.2	185,593.2	10.8	램산1교	BH-42	556,833.0	187,064.0	17.4
	BH-14	555,747.3	185,610.1	10.8		BH-43	556,899.0	187,113.0	34.0

제 10 편 기타구조물 설계

제 1 장 보강토옹벽 구조물 설계

1.1 설계개요

기본방향	•주거지역, 인근 도로 및 토공계획이 관련한 민원예상구간에 기타구조물 계획 •옹벽 형식은 지반조건, 경제성 및 시공성 분석을 통한 현지여건에 적합한 형식 선정 •주변 환경성 미관 및 안정성에 유리한 옹벽형식 선정

1.1.1 보강토옹벽 형식 검토

•옹벽의 형식은 지반조건, 미관 및 경제성 분석을 통하여 현지여건에 적합한 형식을 선정
•옹벽에 대한 내적, 외적 및 전체적 안정성을 검토하여 옹벽설계 수행

구 분		블럭식 보강토 옹벽	판넬식 보강토 옹벽	일반 콘크리트 옹벽
개요도				
시공성	높이	•1~15m (계단형)	•3~30m	•2~8m
	구성	•콘크리트 블록 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트 전면판 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트, 철근, 거푸집, 비계 등 가설재로 구성 •배수공, 뒷채움 다짐
	공기	•기성품으로 동절기 공사가능	•기성품으로 동절기 공사가능	•동절기 공사에 어려움
	미관	•자연석 문양 외관수려 •다양한 색상 옹벽축조	•조립식 Precast Con'c 이므로 형성이 정확	•현장타설로 표면이 거침 •조형미가 없음
안정성		•부등침하, 지진등 내구성이 강함 (지반, 비면토변위에 적응력우수)	•전면배수로 수압에 조절에 의해 안정성확보, 전면판 변형 미비	•배수공 막힘 현상에 따른 수압 증가로 옹벽 안정성 저하우려
선 정		◉	-	◉
검 토 결 과		•지역여건을 고려하여 미관이 우수한 블럭식 보강토 옹벽 선정 •비면 여유부지 미확보 및 중벽 높이가 높지 않은 구간은 일반 콘크리트 옹벽 선정		

1.1.2 보강토옹벽 설계기준

구 분		설계기준 및 해석방법	적용 설계기준	
적용 시방서		•French Standard NF P94-220, A 05-252 •도로교 설계기준 (건설교통부, 2000)	외적안정	•저면활동 : Fs = 1.5 •전 도 : Fs = 2.0 •지 지 력 : Fs = 2.5 •전체활동 : Fs = 1.5
참 고 문 헌		•TAI Design Guide A-01/05, A-15/16 •도로설계편람(II) (건설교통부, 2000) •도로설계실무편람 (한국도로공사, 1996)		
적용 설계법		•내적/외적안정 - 한계상태 설계법 •전체안정 - 허용응력 설계법	내적안정	•보강재인발 : Fs = 1.5 •보강재파단 : Fs = 1.0
적 용 토 압	상 사	•Coulomb 토압		
	지진시	•Mononobe-Okabe 토압		

1.2 보강토옹벽 안정성 검토

1.2.1 보강토옹벽 안정성 검토

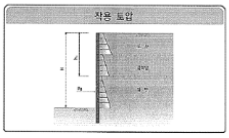
○ 외적 안정성 검토

▮ 옹벽에 작용하는 토압

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

여기서,
K_a : Coulomb주동토압계수
H : 옹벽의 높이
φ : 뒷채움재의 내부 마찰각

작용 토압



▮ 활동에(Sliding) 대한 안정

•보강토체와 지반 사이에서 발생하는 활동력과 이에 대한 저항력에 근거하여 안정검토

$$F_s = \frac{\sum 수평저항력}{\sum 수평활동력} = \frac{(V_1 + V_2 + F_y)\tan\delta + C_a B}{F_H}$$

여기서, δ : 옹벽저판과 지지지반 사이 마찰각
Ca : 옹벽저판과 지지지반 사이 부착력

보강토 옹벽의 활동(Slinding)



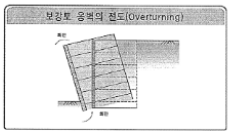
▮ 전도에(Overturning) 대한 안정

•전면판을 포함한 보강토체가 옹벽선단을 중심으로 회전하려는 모멘트와 이에 대해 저항하려는 모멘트에 근거한 안정검토

$$F_s = \frac{\sum 저항모멘트}{\sum 전도모멘트}$$

여기서,
Ms : 저항 모멘트, My : 전도 모멘트

보강토 옹벽의 전도(Overturning)



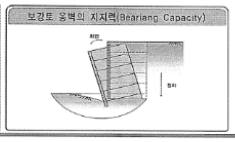
▮ 지지력에(Bearing Capacity)에 대한 안정

•보강토 옹벽의 자중 및 토압으로 인한 수직응력과 지반의 허용지지력과의 관계에 근거한 안정검토

$$\sigma_v \le q_a = \frac{q_{ult}}{Fs}$$

여기서,
σ_v : 옹벽저면의 수직응력
q_a : 기초지반의 허용지지력
q_{ult} : 기초지반의 극한지지력

보강토 옹벽의 지지력(Bearing Capacity)



제 10 편 기타구조물 설계

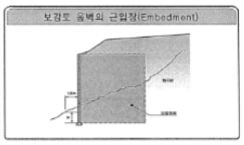
▮ 근입장에 (Embedment) 대한 안정

•적용조건
- 단단한 지반 : 최소근입장 없음
- 일반 지반조건 : 최소 근입장 Dm ≥ 40cm
벽체 전면지반의 경사에 따라 다름

•검토식 - NF P 94-220

벽체 전면지반 경사	Dmin / qref ≥ Dm
수평	1,5 X 10^{-3}
3H : 1V	3,0 X 10^{-3}
2H : 1V	4,5 X 10^{-3}
3H : 2V	6,5 X 10^{-3}

보강토 옹벽의 근입장(Embedment)



○ 내적 안정성 검토

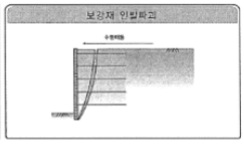
▮ 인발저항 (Pull out)

•각 보강재에 유발되는 인장력에 대해 보강재의 유효길이에 따른 인발저항력에 근거하여 안정검토

$$\frac{T_i}{T_m} > 1, T_i = \frac{2bn\sigma'_v L_e \alpha_i}{(F_s)l}$$

여기서,
TI : 보강재의 인발저항 능력
Tm : 발생최대 인장력
Le : 보강재의 유효길이(인장파괴선 외측)
b : 보강재 폭, f* : 마찰계수

보강재 인발파괴



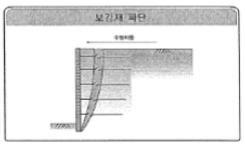
▮ 보강재 파단 (Strip rupture)

•보강재에 유발되는 인장력에 대한 보강재가 견딜 수 있는 최대허용인장력에 근거한 안정검토

$$\frac{T_i}{T_m} > 1, T_i = \frac{R_c}{(F_s)l} \times \frac{\sigma_0 - \sigma_i}{\sigma_0}$$

여기서,
Tm : 최대인장력
Ty : 보강재의 허용인장강도
RC : 파단강도

보강재 파단



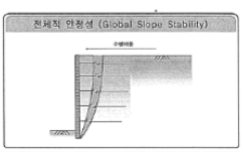
▮ 보강토 옹벽의 전체 안정성 검토

•보강토 옹벽 구조체 전체를 포함한 토체의 파괴에 대한 비원면 안정검토를 수행
•파괴면은 원호로 가정하고, Moment Equilibrium에 의한 한계평형해석으로 검토

$$F_{MP} = \frac{M_r}{M_d}$$

여기서,
Md : 보강토 옹벽에 불안정을 유발하는 Driving모멘트
My : Driving모멘트에 대한 저항 모멘트

전체적 안정성 (Global Slope Stability)



구조계산서 및 안전검토서

1.2.2 보강토옹벽 안정성 검토결과

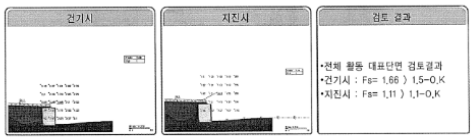
○ 내적·외적 안정성 검토 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구간 Sta.	높이(m)	내적 안정		외적 안정		
			인장파단 (>1.0)	인발파괴 (>1.5)	활동 (>1.5)	전도 (>2.0)	지지력 (>2.5)
1	지선 STA. 0+321.27 ~ STA. 0+680.00	9.63	1.55	2.56	1.79	3.09	3.25
2	본선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00	6.13	1.53	10.87	1.59	3.35	4.41
3	본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00	11.88	1.57	7.13	1.67	2.90	4.55
4	본선 STA. 2+560.00 ~ STA. 2+637.18	8.63	1.61	19.12	1.68	3.79	7.41
5	시도79호선 STA. 3+220.00 ~ sta. 3+300.00	83.13	1.58	2.51	1.66	2.74	4.14
6	본선 STA. 4+339.33 ~ STA. 4+435.21	10.63	1.51	2.65	1.68	2.91	4.06
7	행신R-C STA. 0+234.31 ~ STA. 0+269.19	4.13	1.80	15.10	1.67	4.53	9.27
8	북로JCT R-D STA. 0+478.97 ~ STA. 0+565.00	6.38	1.57	2.66	1.67	2.85	2.57
9	강매IC 1교 sta. 0+784.33 ~ sta. 0+808.31	3.13	3.08	8.61	1.61	4.07	6.59
10	강매IC 1교 sta. 0+869.70 ~ sta. 0+925.09	3.13	3.08	8.61	1.61	4.07	6.59
11	행신IC 자전거도로 STA. 0+79.30 ~ STA. 0+124.43	7.13	1.66	1.92	1.74	3.00	4.59
12	강매IC 1교	4.13	1.52	2.30	1.75	3.00	4.22
13	강매2교	10.13	1.50	2.69	1.61	3.00	2.58
14	도내지하차도	8.38	1.54	3.02	2.35	4.77	11.83
15	행신1교	7.13	1.50	2.86	1.85	3.00	4.41
16	행신3교	8.88	1.52	5.31	1.68	2.68	3.57
17	도내교	6.63	1.50	2.75	1.83	3.00	4.50
18	행신IC R-G교	6.63	1.50	2.75	1.75	3.00	2.56
19	행신IC교	9.13	1.50	2.05	1.79	3.00	3.36
20	미병교	9.13	1.50	2.53	1.78	3.06	2.60
21	미병육교	4.88	1.53	2.76	1.73	3.00	2.59
22	행신IC R-A 1교	9.13	1.51	2.44	1.68	2.94	5.20
23	행신IC R-A 2교	6.63	1.51	4.29	1.66	2.66	4.14
24	행신IC R-B교	5.63	1.50	2.62	1.74	3.00	2.57
25	원흥1교	5.38	1.50	2.50	1.73	3.00	2.59
26	원흥2교	10.63	1.50	2.75	1.75	3.00	2.56
27	성사3교	8.38	1.50	2.62	1.74	3.00	2.56
28	성사4교	7.13	1.50	2.62	1.74	3.00	2.56
29	성사5교	8.38	1.50	2.69	1.82	3.00	3.44
30	흥도육교	6.38	1.50	2.66	1.66	2.84	7.64
31	성라교	5.38	1.50	2.58	1.80	3.00	96.44
32	성라육교	6.38	1.50	2.78	1.66	2.84	7.64
33	성라6교	7.88	1.50	2.78	1.75	3.00	2.56
34	창릉천교	7.88	1.50	2.41	1.72	3.00	2.59

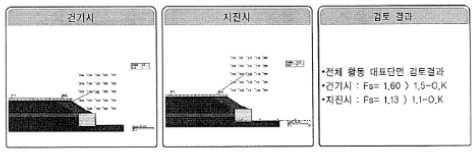
○ 전체적 안정성 검토결과 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구간 Sta.	높이(m)	전체 안정성		비고
			건기시 (>1.5)	지진시 (>1.1)	
1	지선 STA. 0+321.27 ~ STA. 0+680.00	9.63	1.66	1.11	O.K
2	본선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00	6.13	1.60	1.13	O.K
3	본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00	11.88	1.63	1.17	O.K
4	본선 STA. 2+560.00 ~ STA. 2+637.18	8.63	1.62	1.14	O.K
5	시도79호선 STA. 3+220.00 ~ sta. 3+300.00	83.13	1.74	1.24	O.K
6	본선 STA. 4+339.33 ~ STA. 4+435.21	10.63	1.81	1.18	O.K
7	행신R-C STA. 0+234.31 ~ STA. 0+269.19	4.13	2.05	1.38	O.K
8	북로JCT R-D STA. 0+478.97 ~ STA. 0+565.00	6.38	2.10	1.65	O.K
9	강매IC 1교 sta. 0+784.33 ~ sta. 0+808.31	3.13	1.66	1.16	O.K
10	강매IC 1교 sta. 0+869.70 ~ sta. 0+925.09	3.13	-	-	O.K
11	행신IC 자전거도로 STA. 0+79.30 ~ STA. 0+124.43	7.13	2.12	1.47	O.K
12	강매IC 1교	4.13	2.18	1.78	O.K
13	강매2교	10.13	6.69	1.11	O.K
14	도내지하차도	8.38	2.78	1.36	O.K
15	행신1교	7.13	2.12	1.46	O.K
16	행신3교	8.88	1.57	1.13	O.K
17	도내교	6.63	2.06	1.45	O.K
18	행신IC R-G교	6.63	1.68	1.14	O.K
19	행신IC교	9.13	1.51	1.12	O.K
20	미병교	9.13	1.68	1.13	O.K
21	미병육교	4.88	2.42	1.55	O.K
22	행신IC R-A 1교	9.13	1.55	1.17	O.K
23	행신IC R-A 2교	6.63	1.89	1.13	O.K
24	행신IC R-B교	5.63	1.69	1.16	O.K
25	원흥1교	5.38	2.15	1.48	O.K
26	원흥2교	10.63	1.64	1.20	O.K
27	성사3교	8.38	1.76	1.22	O.K
28	성사4교	7.13	1.83	1.11	O.K
29	성사5교	8.38	1.51	1.20	O.K
30	흥도육교	6.38	2.66	1.84	O.K
31	성라교	5.38	10.2	6.64	O.K
32	성라육교	6.38	2.66	1.84	O.K
33	성라6교	7.88	1.77	1.12	O.K
34	창릉천교	7.88	1.70	1.25	O.K

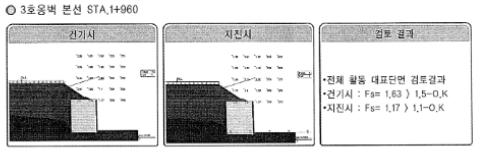
○ 1호옹벽 지선 STA.0+340



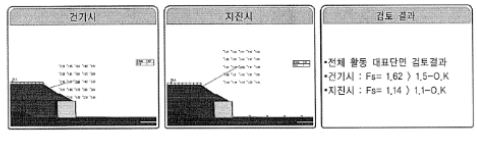
○ 2호옹벽 본선 STA.0+340



○ 3호옹벽 본선 STA.1+960



○ 4호옹벽 본선 STA.2+580



1.2.3 보강토옹벽 뒷채움재 검토

•보강토 구조물의 건설에 이용되는 뒷채움재는 이론적으로 흙과 보강재 사이의 마찰효과에 의하여 쌓기체체의 전단특성이 개량된다고 할 수 있음
•국내에서는 뒤채움재료에 대하여 상세하게 명기된 시방 및 규정은 없으며, 국내외 각 기관의 시방기준을 참조하여, 토취장 쌓기재료의 적합성 여부를 검토한 후 설계에 적용

○ 국내 뒤채움재 선정기준

구분	입도분포 체크기		통과백분율(%)	비고
국립건설시험 연구소 (1983)	254mm (10 in) 101.6mm (4 in) 74㎛ m (No 200체)		최대입경 100 ~ 75 0 ~ 15	내부마찰각 25° 이상
도로설계 실무편람 (1996)	102mm (4 in) 0.425mm 74㎛ m (No 200체)		100 0 ~ 60 0 ~ 15	-
구조물 기초설계기준 (2003)	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	-
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하
	100mm 0.425mm 0.075mm		100 0 ~ 60 0 ~ 15	-
	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	-
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하

▮ 뒤채움 재료로서 갖추어야 할 조건 : 도로설계 표준편람, 1996, 구조물 기초설계기준, 2003

최대입경	입경100mm 이상의 함유율	입경 0.074mm 이하의 함유율	비고
250mm	5% 이하	25% 이하	•세립분이 적당하게 혼합되어 있어서 다짐효과를 얻을 수 있어야 함

○ 품질기준 설정

구분	기준 1	기준 2	비고
입도	•최대입경 : 254mm •5mm 통과량 : 20 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 15% 이하	•최대입경 : 254mm •100mm 통과량 : 75 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 25% 이하	•기준 1재료를 사용하되 기준 1재료를 현장 부근 에서 구할 수 없을 때 기준 적용
내부마찰각	25° 이상	25° 이상	
소성지수(PI)	PI < 6	PI < 6	

○ 다짐장비에 의한 시공 시 횡토압 검토

•국내·외 연구사례를 분석을 통하여 Duncan(ASCE, 1993)에 의하여 제시된 방법을 활용하여 시공 중 다짐장비에 의하여 발생되는 추가토압을 고려하여 시공 중 안정성 분석 수행
•국내 · 외 연구사례를 검토하여 Duncan(ASCE,1993)이 제안한 방법에 의하여 100kN의 진동로울러 장비를 사용한 경우 최대 횡토압은 43.6kPa으로 산정
•연구사례와 시공사례를 토대로 검토한 결과, 다짐장비와 옹벽 벽체사이의 거리를 1.0m이상으로 할 경우 옹벽에 미치는 횡토압의 영향은 적은 것으로 분석

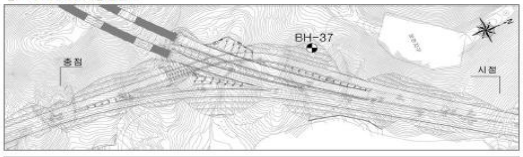
지반조사 보고서

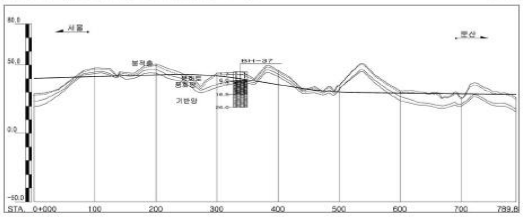
제 4 편 상세 및 보완조사

구 분	지 층 개 요
매립층	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 1.4m 층후로 분포하며 실트질 모래로 구성 • 습윤한 상태이며 표준관입시험 결과 느슨한 상대밀도
풍화토	• 기반암의 원지반 잔류토로서 지표하 1.4m에서 6.1m 이상 층후로 분포 • 습윤한 상태이며 표준관입시험 결과 보통조밀~매우조밀한 상대밀도

○ 도내JCT Ramp-B(STA. 0+060~0+700) : BH-37

조사위치 및 지층단면도





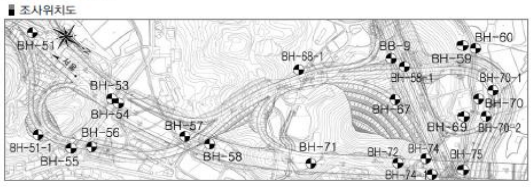
지층상태

구 분	출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
봉적층	0.0	1.7	실트질 모래	27/30
풍화토	1.7	4.3	실트질 모래	31/30~50/14
풍화암	6.0	1.3	실트질 모래	50/7
연 암	7.3	9.2	편마암	75~100%/0~18%
보통암	16.5	9.5	편마암	99~100%/45~80%

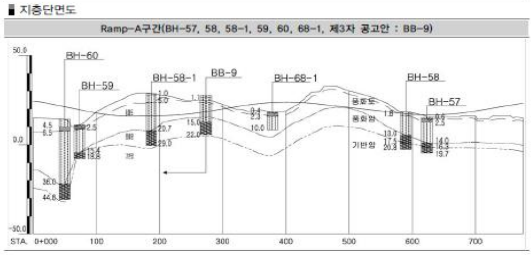
구 분	지 층 개 요
봉적층	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 1.7m 층후로 분포하며 실트질 모래로 구성 • 습윤한 상태이며 표준관입시험 결과 보통조밀한 상대밀도
풍화토	• 기반암(편마암)의 원지반 잔류토로서 지표하 1.7m에서 4.3m 층후로 분포 • 습윤한 상태이며 표준관입시험 결과 조밀~매우조밀한 상대밀도
풍화암	• 지표하 6.0m에서 1.3m 층후로 분포하며 굴진시 암편섞인 실트질 모래로 분해
연 암	• 지표하 7.3m에서 9.2m 층후로 분포하며, 편마암으로 구성 • 심한풍화~보통풍화, 약함~보통강함의 상태이며 RQD=0~18%로 매우불량한 암질상태
보통암	• 지표하 16.5m에서 분포하며, 편마암으로 구성 • 보통풍화~약간풍화, 보통강함~강함의 상태이며 RQD=45~80%로 보통양호~양호한 암질상태

○ 행신IC Ramp구간

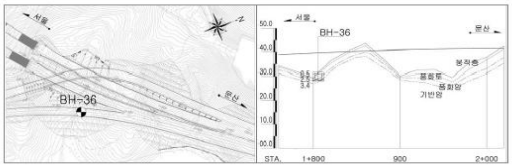
조사위치도



지층단면도



○ 본선 쌍기 1-2구간(STA. 1+760~2+020) : BH-36

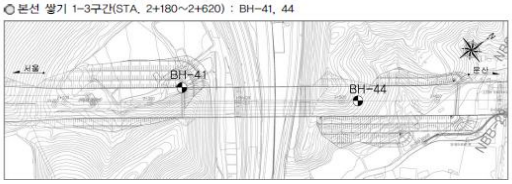


지층상태

구 분	출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
매립층	0.0	0.5	실트질 모래	-
풍화토	0.5	2.0	실트질 모래	41/30~50/25
풍화암	2.5	0.9	실트질 모래	50/7

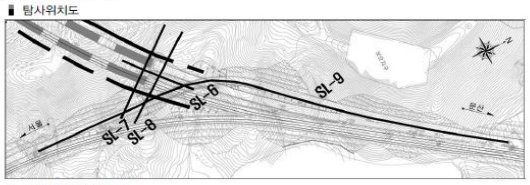
구 분	지 층 개 요
매립층	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 0.5m 층후로 분포하며, 실트질 모래로 구성
풍화토	• 지표하 0.5m에서 2.0m 층후로 분포 • 기반암의 상부풍화대로 암편섞인 실트질 모래로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 조밀~매우조밀한 상대밀도
풍화암	• 지표하 2.5m에서 0.9m이상 층후로 분포 • 기반암의 하부풍화대로 굴진시 암편섞인 실트질 모래로 분해 • 습윤하며 표준관입시험 결과 매우조밀한 상대밀도

○ 본선 쌍기 1-3구간(STA. 2+180~2+620) : BH-41, 44

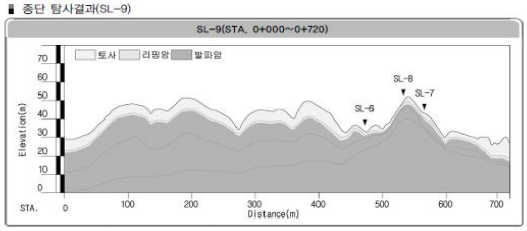


○ 도내JCT RAMP-B

탐사위치도



종단 탐사결과(SL-9)



구 분		탄성파속도(m/s)	추정심도(m)	층 후(m)	평 균(m)
토 사		700 이하	0.0~10.3	1.3~10.3	5.8
리핑암(풍화암)		700~1,200	1.3~12.6	0.0~2.5	1.3
발파암	연 암	1,200~1,900	3.3이상	-	-
	보통암	1,900~2,900	-	-	-
	경 암	2,900 이상	-	-	-

분석결과

• 전반적으로 토사, 풍화암, 연암의 순으로 지층이 분포하며, 강매터널 중점(SL-6~8) 부근 토사층의 층후는 비교적 얇게 분포하는 것으로 예상됨
• 토사를 포함하는 풍화토층(제 1 속도층)의 층후는 1.3~10.3m(평균 5.8m), 풍화암층(제 2 속도층)의 층후는 0.0~2.5m(평균 1.3m), 연암 이상의 기반암층(제 3 속도층)의 출현 심도는 지표하 3.3m이상에서 나타날 것으로 예상됨

지반조사 보고서

깎기구간

구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위	
	GL, -m	EL, m		GL, -m	EL, m		GL, -m	EL, m
BH-37	7.6	54.5	BH-51-1	8.8	25.3	BH-57-1	8.8	28.6
BH-98	6.9	39.6	BH-345	4.6	20.0	-	-	-

쌓기구간

구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위	
	GL, -m	EL, m		GL, -m	EL, m		GL, -m	EL, m
BH-36	1.5	24.7	BH-68-1	1.7	15.6	BH-99-1	2.0	30.1
BH-44	심도이하	-	BH-71	3.0	24.4	BH-344	2.8	5.9
BH-49-1	3.2	5.5	BH-74-2	4.2	10.0	BH-344-1	4.3	4.8
BH-49-2	2.7	6.9	BH-84	7.0	18.1	BH-345-4	2.3	6.8
BH-51	3.2	9.0	BH-85	4.5	25.7	BH-346-1	6.5	1.6
BH-52	0.7	8.9	BH-86	5.0	13.2	BH-347	5.3	1.3
BH-52-1	2.0	10.0	BH-91	3.8	11.4	BH-363	심도이하	-
BH-52-2	1.8	12.3	BH-97	2.3	27.1	-	-	-

○ 결과분석

구분	지하수위	
	GL, -m	EL, m
터널구간	1.0~18.6	29.2~58.1
교량구간	0.8~11.2	-0.6~40.5
깎기구간	4.6~8.8	20.0~54.5
쌓기구간	0.7~7.0	1.3~30.1

분석결과
- 지하수위 측정결과 터널구간 GL.(-) 1.0~18.6m, 교량구간 GL.(-) 0.8~11.2m, 깎기구간 : GL.(-) 4.6~8.8m, 쌓기구간 : GL.(-) 0.7~7.0m범위로 분포
- 구조물 및 위치에 따라 편차가 나타남

(계속)

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-99	3.0~4.0	풍화토	30/30	$5.61X10^{-4}$	BH-339-1	6.0~7.0	매립층(SM)	10/30	$2.86X10^{-3}$
BH-104	5.0~6.0	매립층(SM)	7/30	$1.86X10^{-3}$	BH-345-3	0.6~1.5	매립층(SM)	5/30	$3.50X10^{-3}$
BH-105	5.0~6.0	풍화토	50/24	$3.81X10^{-4}$	BH-348	8.0~9.0	퇴적층(ML)	9/30	$7.32X10^{-5}$
BH-317-1	10.0~11.0	퇴적층(SM)	6/30	$7.08X10^{-4}$	BH-349	12.0~13.0	퇴적층(SP)	13/30	$8.29X10^{-4}$
BH-319	14.0~15.0	퇴적층(SP)	15/30	$8.33X10^{-4}$	BH-356	8.0~9.0	퇴적층(SM)	11/30	$5.04X10^{-4}$
BH-325	3.0~4.0	퇴적층(SP)	4/30	$1.90X10^{-3}$	BH-358	8.0~9.0	퇴적층(ML)	10/30	$8.50X10^{-5}$
BH-326	4.0~5.0	퇴적층(SP)	5/30	$1.09X10^{-3}$	BH-359	11.0~12.0	퇴적층(SP)	35/30	$3.69X10^{-3}$
BH-329	4.0~5.0	퇴적층(SC)	7/30	$6.03X10^{-4}$	BH-355	14.0~15.0	퇴적층(SM)	8/30	$1.45X10^{-3}$
BH-331	17.0~18.0	퇴적층(GM)	50/10	$2.63X10^{-3}$	BH-360-1	10.0~11.0	퇴적층(SP)	14/30	$2.07X10^{-3}$
BH-332	6.0~7.0	퇴적층(SC)	8/30	$7.61X10^{-4}$	BH-361	10.0~11.0	퇴적층(ML)	6/30	$6.98X10^{-5}$
BH-333	17.0~18.0	퇴적층(GM)	50/18	$3.32X10^{-3}$	BH-361-2	9.0~10.0	풍화토	38/30	$2.28X10^{-4}$
BH-334	6.0~7.0	퇴적층(SP)	5/30	$1.21X10^{-3}$	BH-361-3	6.0~7.0	풍화토	28/30	$1.31X10^{-4}$
BH-336	4.0~5.0	퇴적층(SC)	7/30	$6.47X10^{-5}$	BH-362	4.0~5.0	풍화토	34/30	$2.02X10^{-4}$
BH-339	11.0~12.0	풍화토	24/30	$5.91X10^{-4}$	-	-	-	-	-

깎기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-37	3.0~4.0	풍화토	42/30	$1.19X10^{-4}$	BH-67	12.0~13.0	풍화토	27/30	$4.27X10^{-4}$
BH-51-1	2.0~3.0	풍화토	13/30	$1.11X10^{-4}$	BH-345	9.0~10.0	풍화토	50/15	$1.76X10^{-4}$

쌓기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-44	10.0~11.0	풍화토	50/25	$4.26X10^{-4}$	BH-52-2	3.0~4.0	풍화토	15/30	$7.51X10^{-4}$
BH-49-1	0.5~1.5	매립층(SM)	6/30	$4.43X10^{-3}$	BH-68-1	3.0~4.0	풍화토	24/30	$2.90X10^{-3}$
BH-49-2	1.5~2.5	퇴적층(SM)	4/30	$8.88X10^{-4}$	BH-86	4.0~5.0	풍화토	9/30	$1.07X10^{-4}$
BH-52	7.0~8.0	퇴적층(SC)	8/30	$9.35X10^{-5}$	BH-344-1	2.0~3.0	매립층(SM)	11/30	$4.04X10^{-3}$
BH-52-1	4.0~5.0	풍화토	8/30	$6.14X10^{-4}$	BH-347	15.0~16.0	퇴적층(SM)	50/5	$6.46X10^{-4}$

○ 결과분석

구분	매립층	퇴적층			풍화토
		점토	모래	자갈	
교량구간	$2.22X10^{-3}$	$8.06X10^{-5}$	$9.76X10^{-4}$	$3.94X10^{-3}$	$3.41X10^{-4}$
깎기구간	-	-	-	-	$2.08X10^{-4}$
쌓기구간	$4.03X10^{-3}$	-	$5.43X10^{-3}$	-	$9.59X10^{-4}$

2.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 2.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

2.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 전회 정밀안전점검에서 발생한 판넬 파손 발생에 대하여 금회 점검에서 추가적인 신규손상 발생 여부 및 기존손상에 대한 보수여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

2.2.5 시설물 보수 이력

【표 2.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

2.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 2.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

2.3 현장조사 및 시험

2.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매동 강매로 124-23에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 상주영천고속도로 본선이 있으며, 하부로는 농경지 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.5~11.9m를 보이며, 총 연장은 112.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=112.0m, L=11.9m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 2.3.1】 일반현황 조사결과

<table>
<tr><td>조사일자</td><td colspan="2">2022. 10. 21.</td><td>조 사 자</td><td>장 진 원</td></tr>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="2">보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)</td><td>시설물 종류</td><td>2종</td></tr>
<tr><td>일 기</td><td colspan="2">맑음</td><td>시설물번호</td><td>RW2020-0000124</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시설물위치</td><td>행정구역</td><td colspan="3">경기도 고양시 덕양구 강매동 강매로 124-23</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치좌표</td><td colspan="3">시점 : 37 ° 36 ' 30 "</td></tr>
<tr><td colspan="3">종점 : 126 ° 51 ' 5 "</td></tr>
<tr><td>노선명</td><td colspan="4">고속국도17호선</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제 원</td><td>옹벽형식</td><td>블록식</td><td>옹벽재료</td><td>무근콘크리트</td></tr>
<tr><td>연 장</td><td>112.0m</td><td>지면노출
높 이</td><td>11.9m</td></tr>
<tr><td>보 강 재
길 이</td><td>-</td><td>저 판 폭
길 이</td><td>-</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="2">서울문산고속도로주식회사</td><td>관리주체구분</td><td>민간</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주변환경</td><td>옹벽상부</td><td colspan="3">서울문산고속도로 본선</td></tr>
<tr><td>옹벽하부</td><td colspan="3">지방도</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시공현황</td><td>준공년도</td><td>2020년 11월 06일</td><td>시 공 자</td><td>지에스건설(주)</td></tr>
<tr><td>감 리 자</td><td>(주)동일기술공사(김형만)</td><td>설 계 자</td><td>(주)다산컨설턴트</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td>비 고</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 22개 구간(S1~S6)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 2.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	6.8	4	60.0~80.0m	80.0	8.9
2	20.0~40.0m	40.0	10.5	5	80.0~100.0m	100.0	6.5
3	40.0~60.0m	60.0	11.9	6	100.0~112.0m	112.0	3.5



측점분할 작업사진



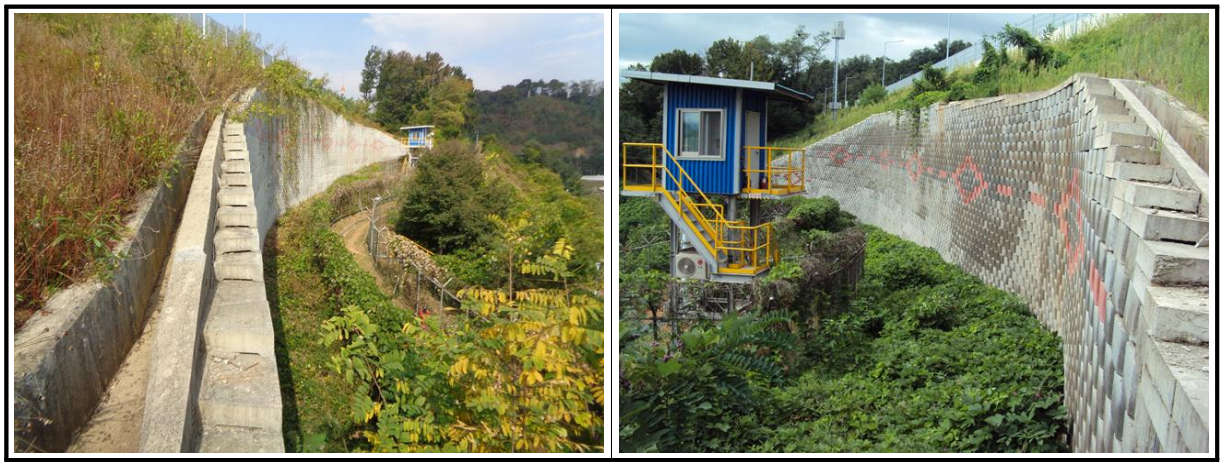
측점분할 작업사진

2.3.2 부재별 외관조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트), 비포장, 배수로가 혼합된 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였고, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 2.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

본 구조물은 패널식 보강토옹벽으로 패널의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 2단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 2.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 현장조사 결과, 전면부 블록에 블록 균열의 손상이 조사되었으나, 구조적인 손상결함은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 2.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	블록 균열	-	-	0.30	m	1	0.30	-
S3	블록 균열	-	-	0.30	m	7	2.10	-
S4	블록 균열	-	-	0.30	m	4	1.20	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• S2 블록 균열</td><td>현 황</td><td>• S4 블록 균열</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 균열보수</td><td>대 책</td><td>• 균열보수</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• S3 블록 균열</td><td>현 황</td><td>• S3 블록 균열</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 균열보수</td><td>대 책</td><td>• 균열보수</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 균열이 확인되었으나, 구조적인 손상결함은 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 신규손상 및 재손상 발생여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

블록식 옹벽 내의 배수시설 및 사면의 상태를 확인한 결과, 옹벽 상부는 토공 성토사면으로 이루어져 있으며, 상부에는 배수로(측구)가 시점에서 종점으로 시공되어 상부의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다.



【그림 2.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로에서 균열(Cw=0.3㎜이상)의 손상이 확인되었으며, 상부성토부에 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 2.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	균열(0.3㎜이상)	0.3	1.50	-	m	2	3.00	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 균열(Cw=0.3㎜이상)</td><td>현 황</td><td>• 균열(Cw=0.3㎜이상)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 주입보수</td><td>대 책</td><td>• 주입보수</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 거푸집 조기탈거 등의 원인으로 인한 균열(Cw=0.3㎜이상)의 손상이 확인되었으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 원활한 유지관리를 위하여 배수로 인근 정비를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

2.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 2.3.6】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	블록 균열	균열보수
주변영향인자	균열(Cw=0.3㎜이상)	주입보수
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 성토부, 주변영향 인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단되며, 전면부 시공미흡으로 인한 블록 균열, 주변영향 인자 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 조푸집 조기탈거 등에 의한 균열(Cw=0.3㎜이상)의 손상이 조사되어 주입보수, 균열보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.	

【표 2.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	블록 균열	m	3.60	12	
배수시설	균열(Cw=0.3㎜이상)	m	3.00	2	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(보강토옹벽(본선 STA.0+283~0+400))은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 2.3.4】측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

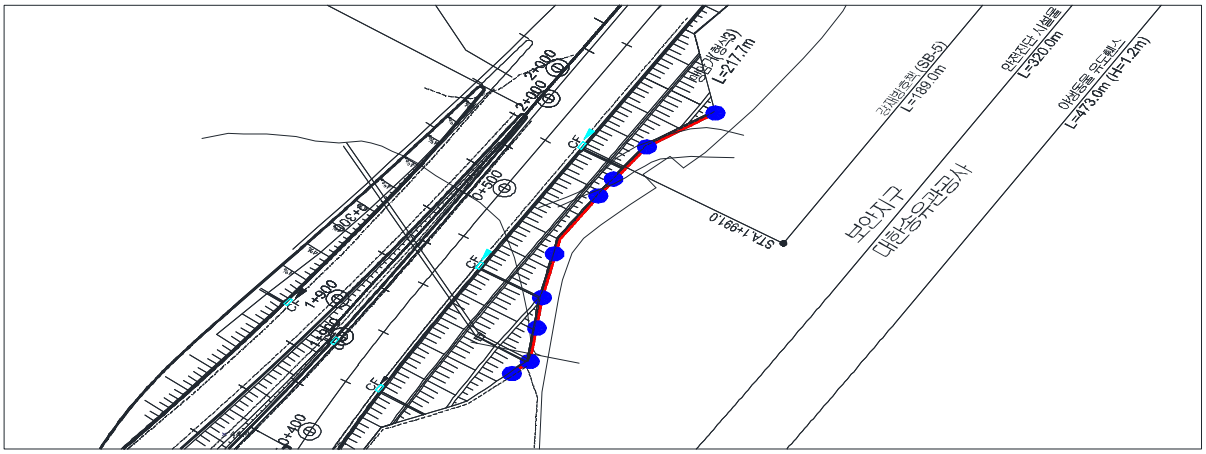
【표 2.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	19m	−9.3	1.36	−16.8	1.15	7.5	−0.11	a	배면
2	30m	−9.6	0.91	−21.6	1.15	12.0	0.24	a	배면
3	49m	−13.2	1.11	−21.6	1.15	8.4	0.04	a	배면
4	61m	−10.9	1.22	−21.6	1.15	10.7	−0.07	a	배면
5	81m	−8.6	1.32	−14.4	1.15	5.8	−0.17	a	배면
6	101m	−6.7	1.91	−11.1	1.15	4.4	−0.76	a	배면

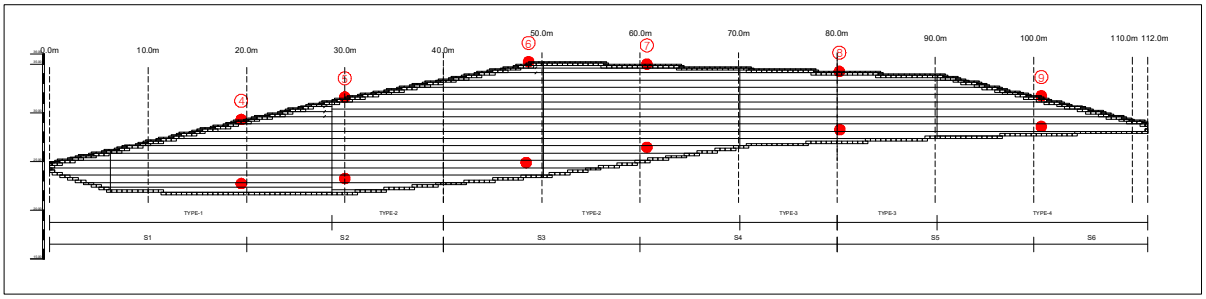
※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (−)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

【표 2.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치	X	Y	노출 높이 (m)	측정위치	X	Y	노출 높이 (m)
①	-0.157	18.578	-	⑥	22.739	81.079	11.9
②	4.589	22.842	-	⑦	26.753	86.989	8.9
③	6.492	34.609	-	⑧	35.643	98.307	6.5
④	7.775	45.265	6.8	⑨	53.823	110.238	3.5
⑤	11.125	60.700	10.5	-	-	-	-



[선형측량 결과]



[수준측량 결과]

【그림 2.3.5】 선형 및 수준측량 결과

2.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 재료시험은 콘크리트부재(블록)에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험으로 시행하였으며, 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



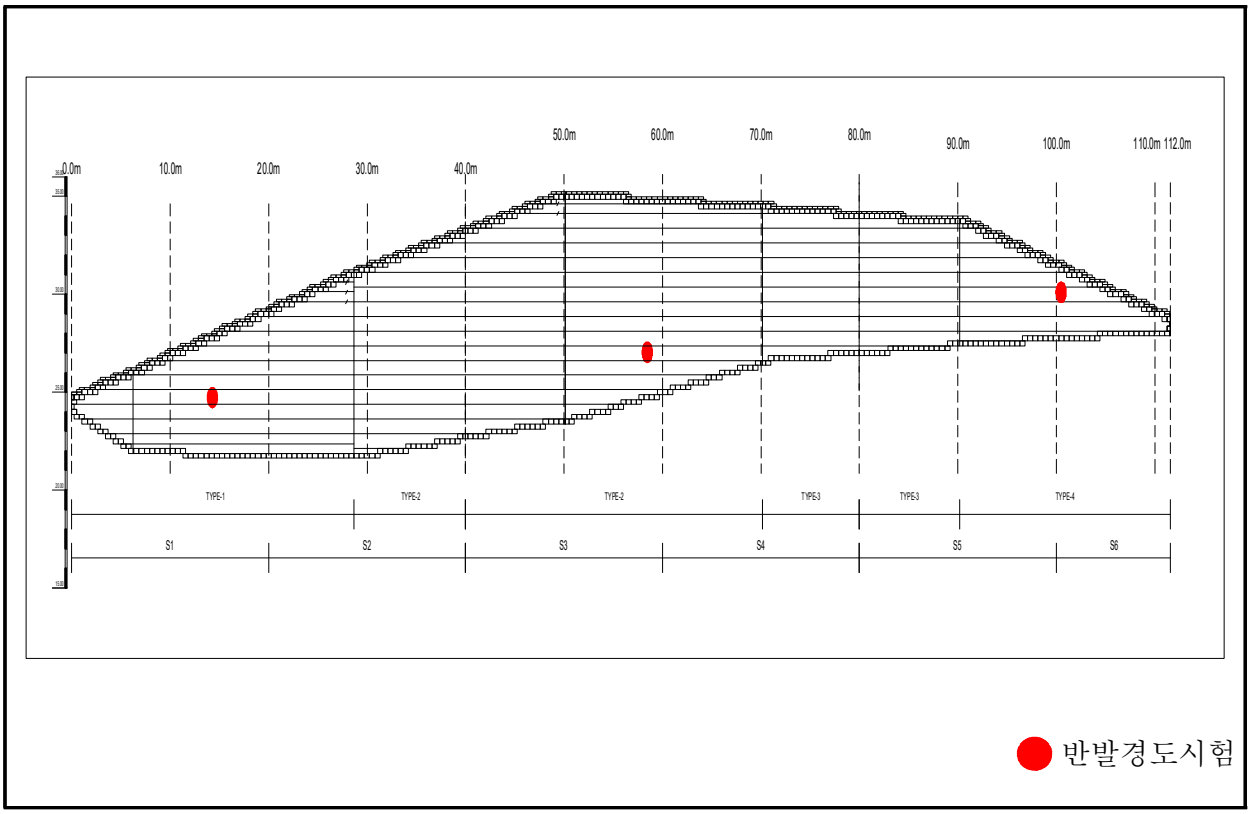
【그림 2.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)” 에 표기된 기준 수량을 적용하여 3개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다. 설계자료에 기준강도자료가 없는 상태로, 인근 공구 및 시중의 동일한 제품의 블록식 보강토옹벽의 설계기준강도를 참조하여 결과를 작성하였다.

【표 2.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전면부	S1	47.3	28.1	29.2	0.67	100.5	104.3	28.0
	S3	47.9	28.7	29.5	0.67	102.3	105.4	
	S6	49.0	29.6	30.1	0.67	105.8	107.3	



【그림 2.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2.4 상태평가

2.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

2.4.2 상태평가 결과 산정

【표 2.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획선형오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함점수 합계	평가단위 결함지수	평가단위 평가등급
									배수시설	사면조사					
										사면구배	낙석흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.04	a
S3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	a
S4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
									상태평가 결과					A	

2.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.01로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

2.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.5.1 종합평가 결과

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

【표 2.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)		표 번 호	[표 2.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.01	A	근거표번호	[표 2.4.1]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.01	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

2.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 옹벽의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 **"A등급"**으로 지정하였다.

【표 2.5.2】 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

2.6 보수·보강 및 유지관리방안

2.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 2.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 균열	균열보수	3.60	5.40	m	-	-	하자
배수시설	균열(Cw=0.3㎜이상)	주입보수	3.00	4.50	m	-	-	하자
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

2.6.2 유지관리방안

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

【표 2.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 발생한 블록 균열에 대하여 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요 · 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배수시설	· 배수로에 발생한 균열(Cw=0.3㎜이상)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 판단되며, 주입보수 등의 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리 필요 · 배수로에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
성토부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기초부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

2.7 종합결론

2.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 보강토옹벽(본선 STA.1+914~2+020)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 성토부, 주변영향인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단되며, 전면부 시공미흡으로 인한 블록 균열, 주변영향 인자 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 조푸집 조기탈거 등에 의한 균열(Cw=0.3㎜이상)의 손상이 조사되어 주입보수, 균열보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.01, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

2.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 일부 손상이 확인되었으나 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 및 손상진전 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

2.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 주변영향인자 중 상부 배수로에 조사된 건조수축, 거푸집 조기탈거 등으로 인한 손상인 균열(Cw=0.3㎜이상)에 대하여 주입보수 등의 보수를 실시 후에 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리를 실시하는게 바람직하다.
- 전면부 블록에 발생한 블록 균열의 경우 시공미흡으로 인한 손상으로 확인되었다. 전면부에 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 신규손상 및 재손상 발생여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

2.7.4 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.

3. 보강토옹벽

(본선 STA.6+935~7+040)

3.1 시설물 개요
3.2 자료수집 및 분석
3.3 현장조사 및 시험
3.4 상태평가
3.5 종합평가 및 안전등급 지정
3.6 보수·보강 및 유지관리 방안
3.7 종합결론

3. 보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)

3.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 267에 위치한 성라산터널(문산방향) 종점부에 있는 터널부 사면에 시공된 2종 옹벽 시설물로서 연장 145.0m, 지면노출높이 24.0m의 패널식 보강토 옹벽이다.

3.1.1 일반사항

【표 3.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000128		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 성사동 267		
	위치좌표	시점 : 37 ° 36 ' 30 "		
		종점 : 126 ° 51 ' 5 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	패널식	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	145.0	지면노출 높 이	24.0m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	사면		
	옹벽하부	고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

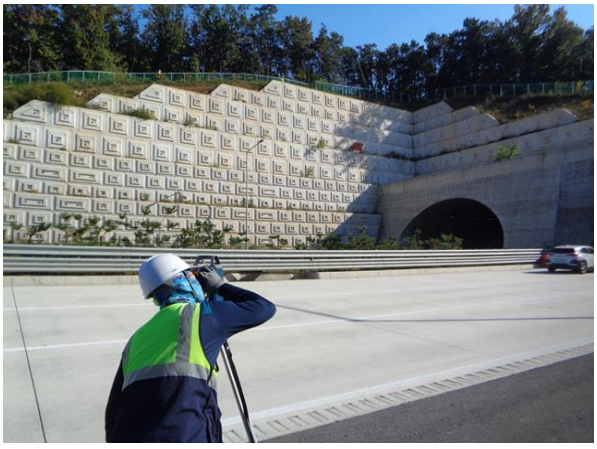
3.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 3.1.1】 위치도

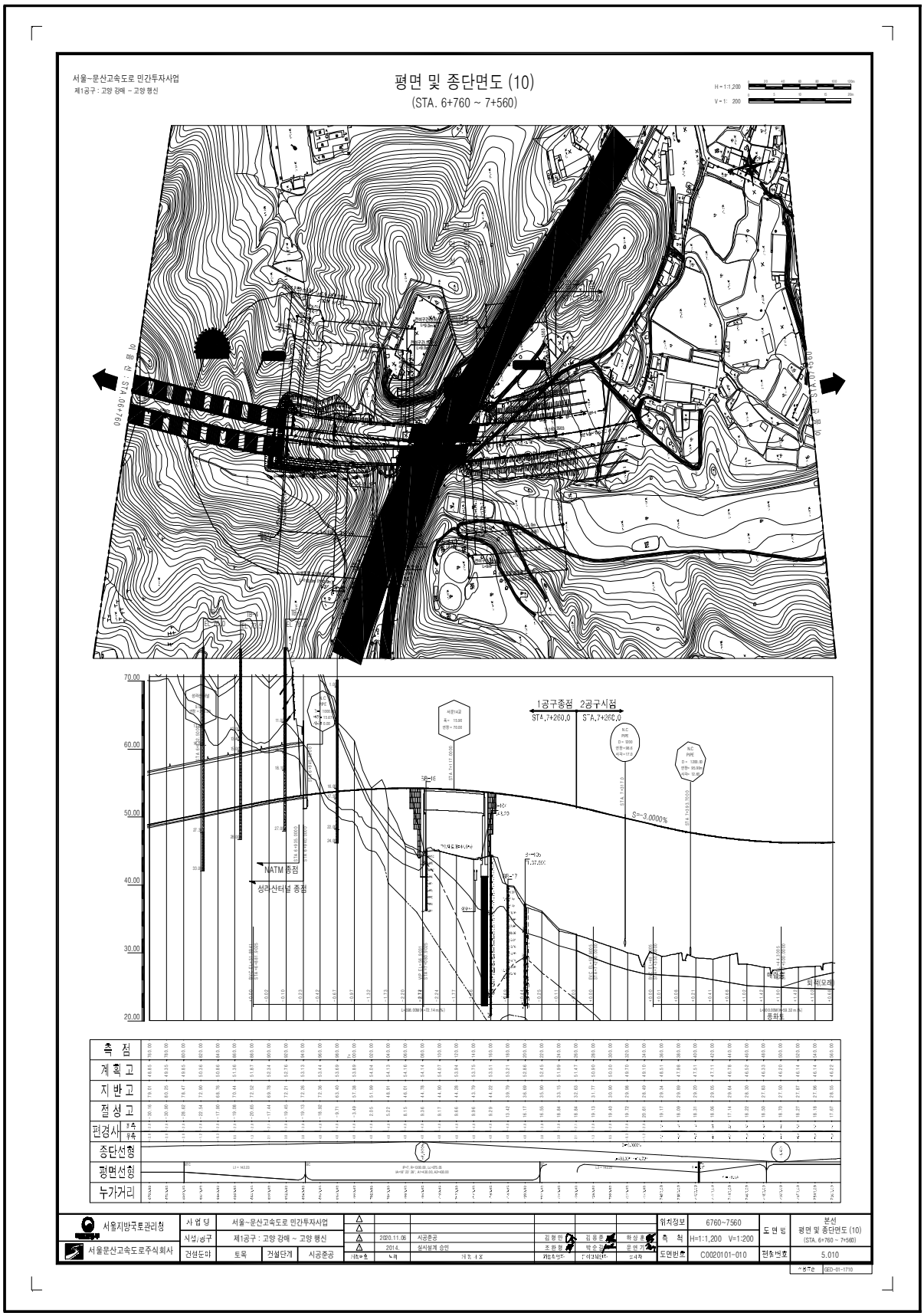
시점부 전경	종점부 전경
	

【그림 3.1.2】 전경사진

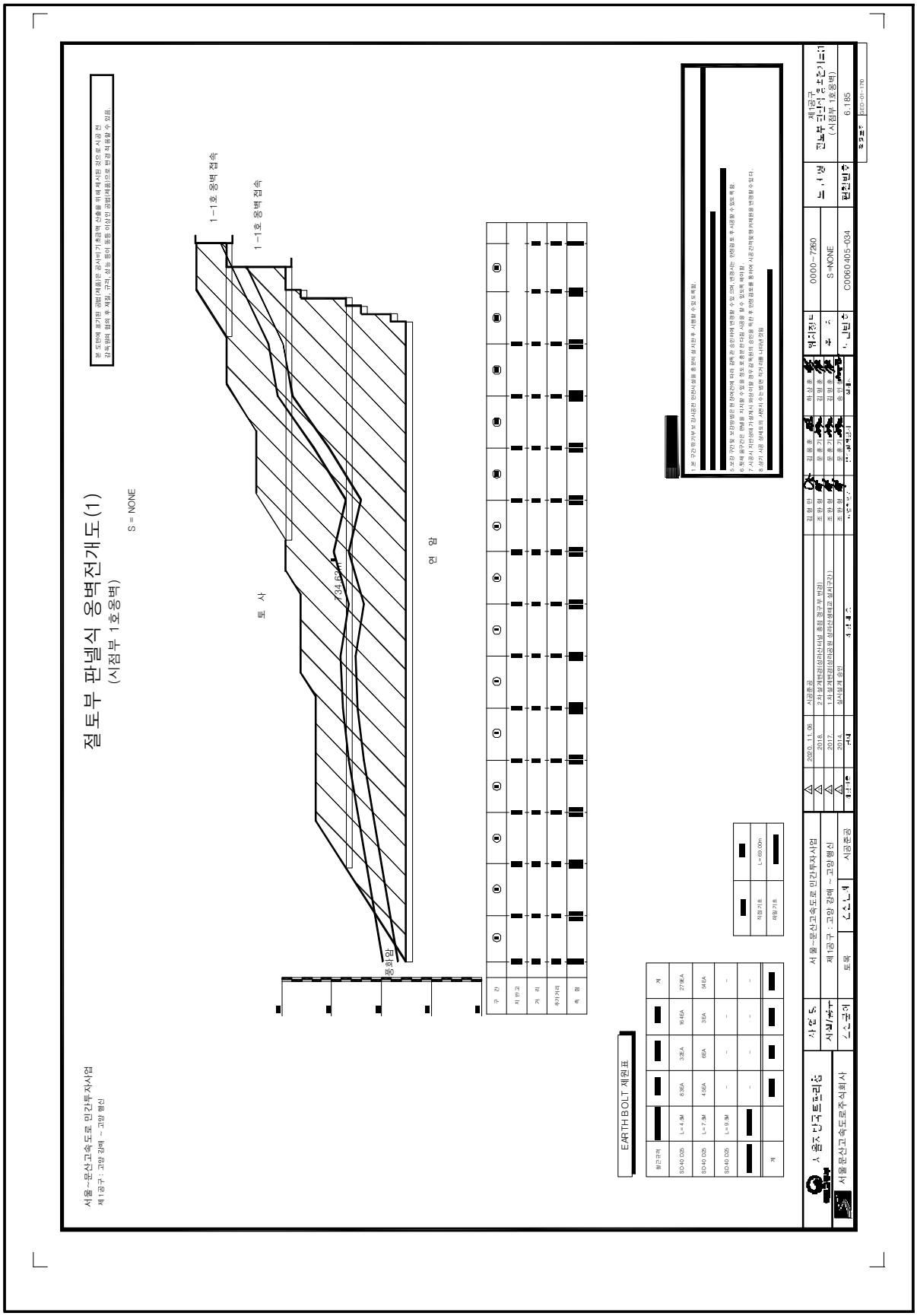
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 절토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 3.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

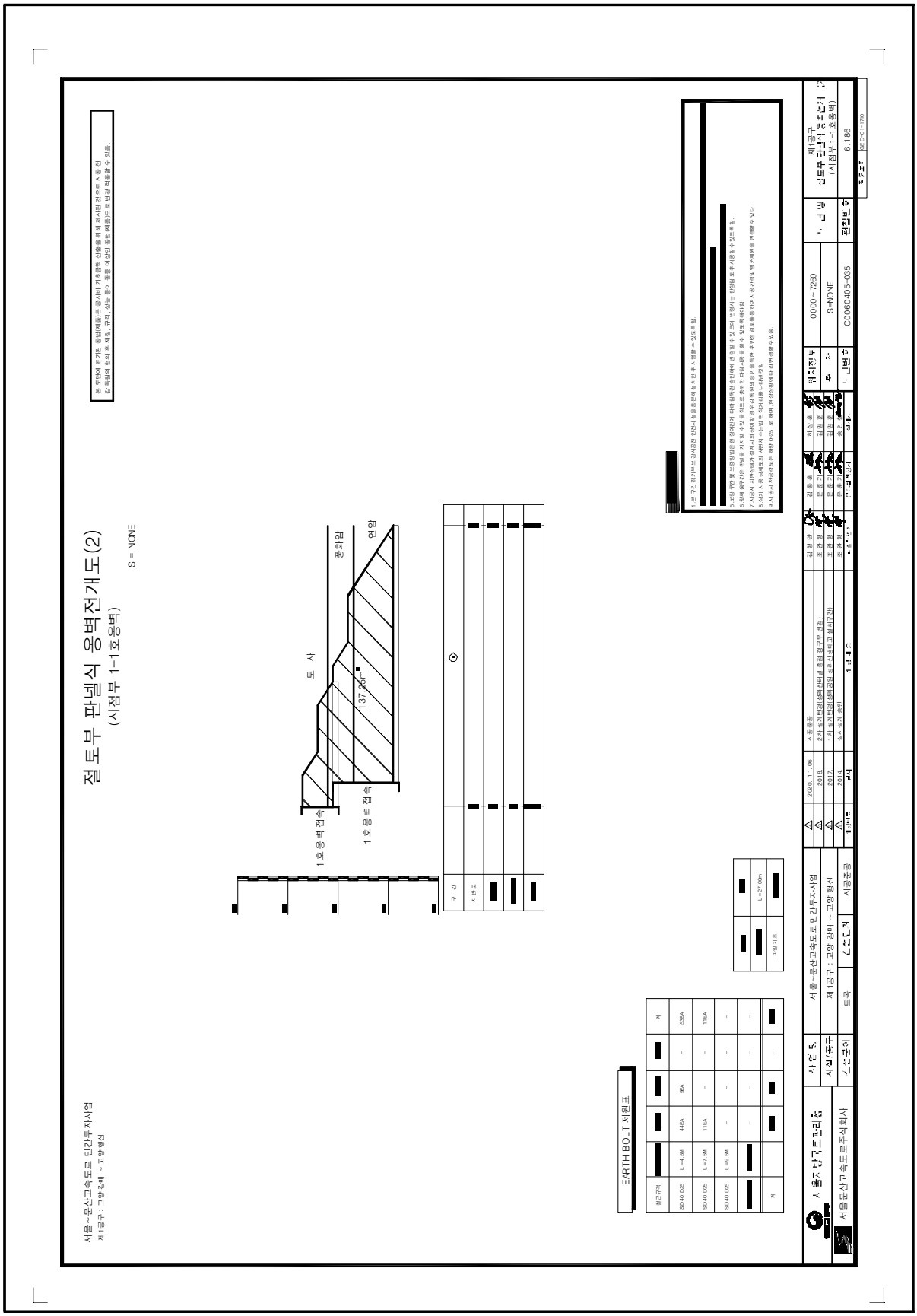
3.1.3 시설물 전개도 및 단면도



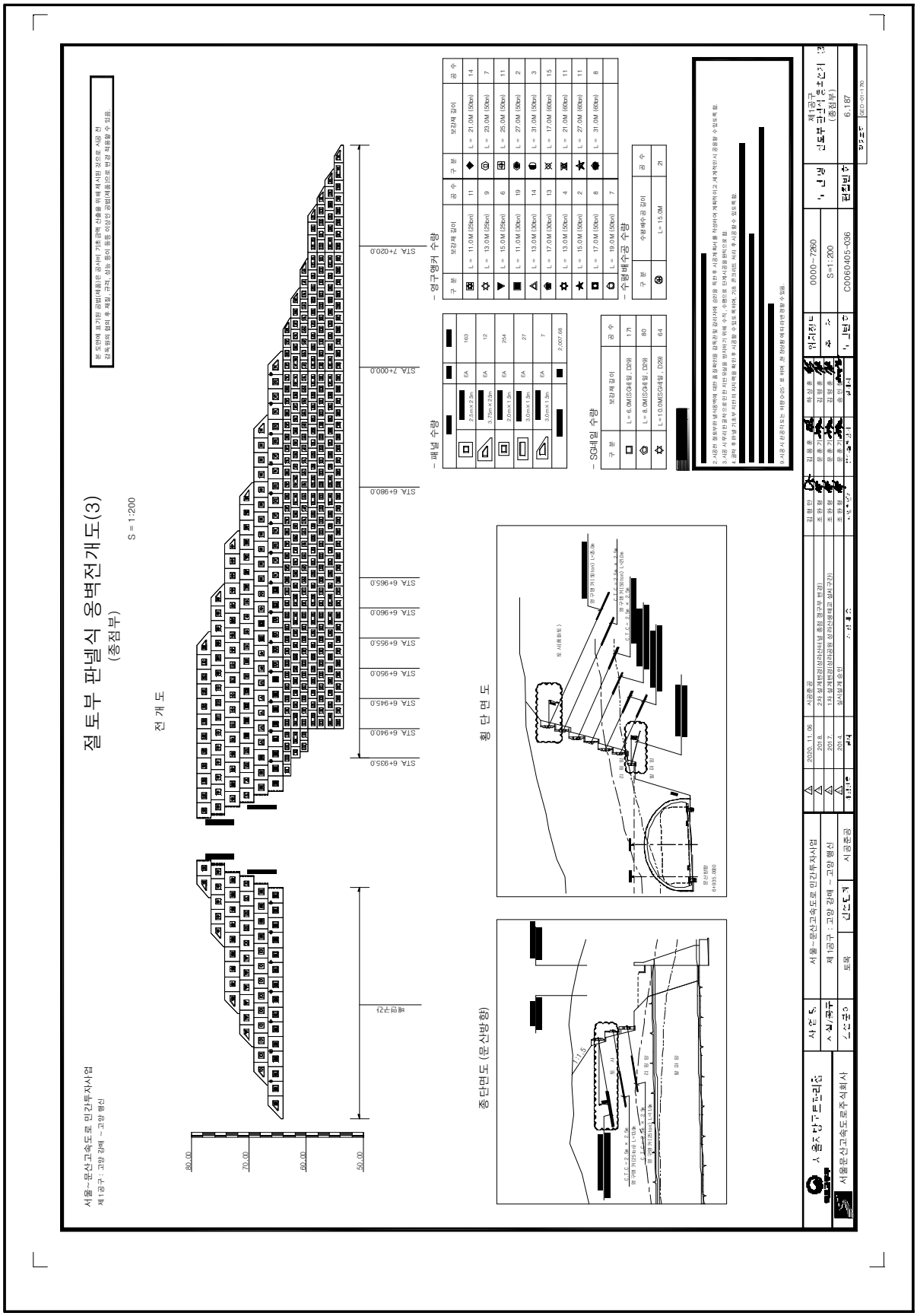
【그림 3.1.4】 종평면도



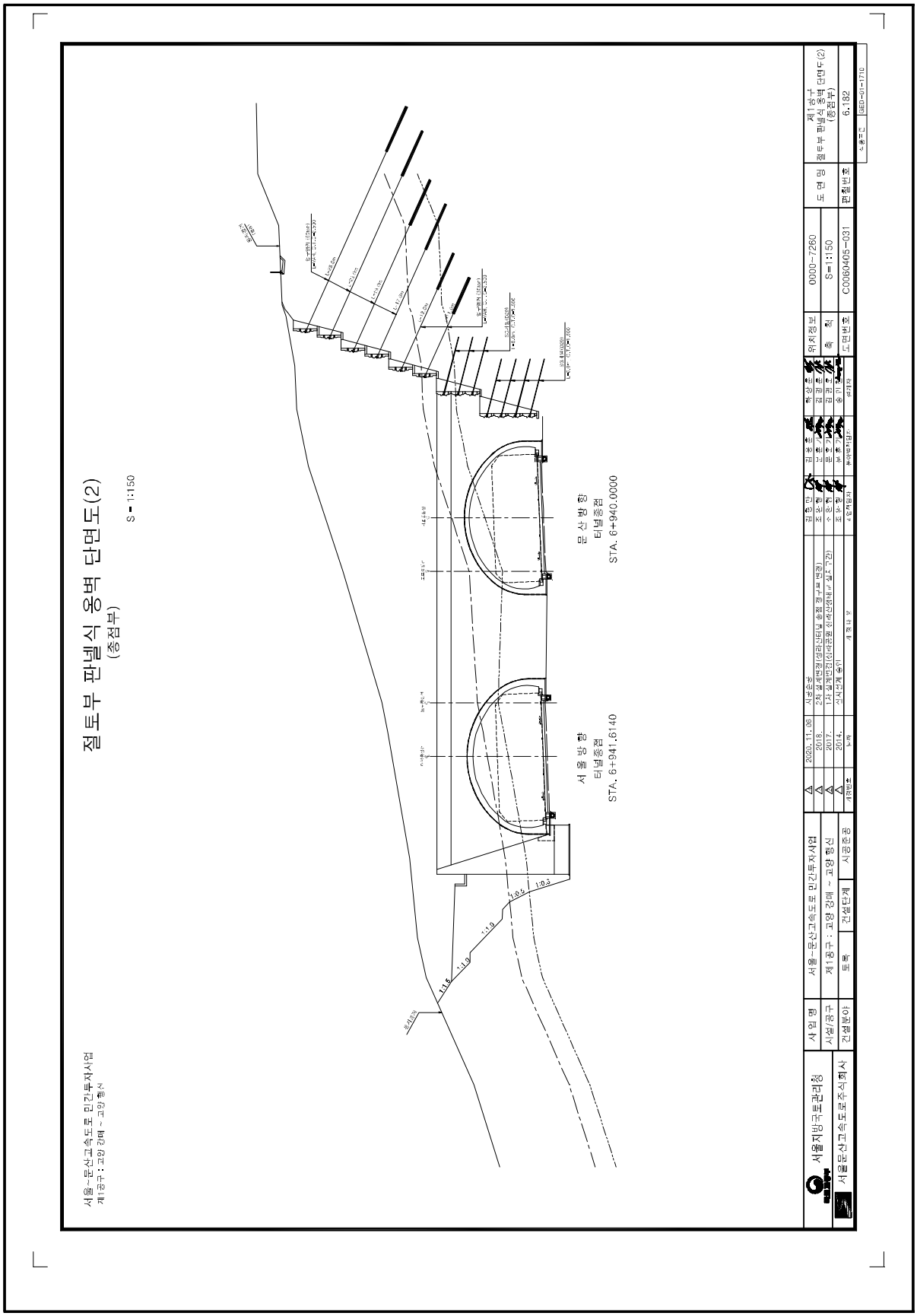
【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



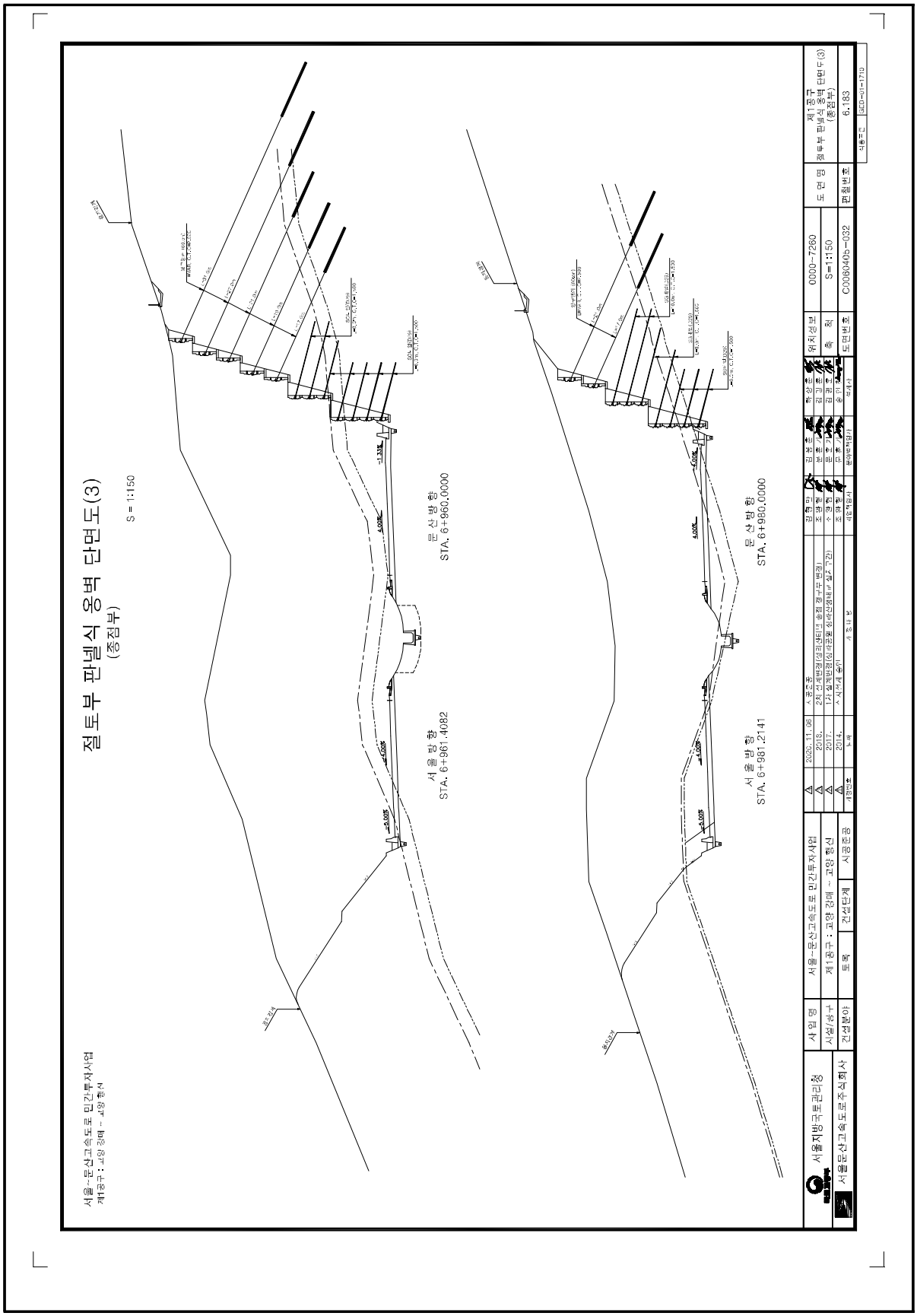
【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



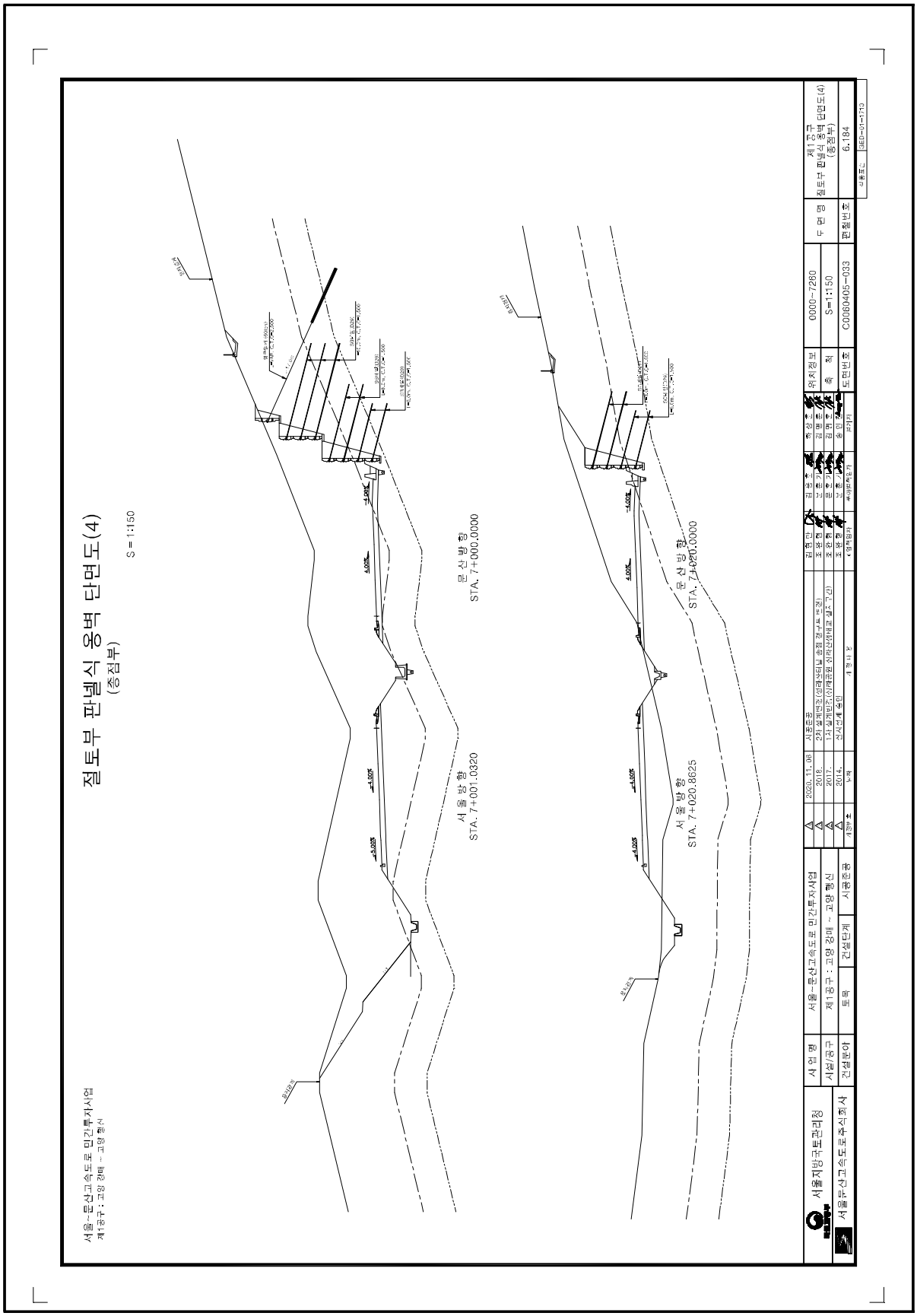
【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

3.2 자료수집 및 분석

3.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월 06일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서

㈜에스지오텍

제1장 과업개요

1.1 과업목적

"서울~문산고속도로 민간투자사업"의 환경훼손 최소화 및 토공량 감소를 위한 방안으로 현장여건에 맞는 옹벽 계획을 수립하여 합리적인 시공과 영구적인 안정성이 유지되도록 하는 것을 목적으로 한다.

1.2 과업 범위

■ 본 과업을 수행하기 위한 현장 위치는 다음과 같다.

구 분		연 장	높 이	비 고
제 1공구	성라터널 좌측	93.8m	1.50m~25.50m	13단

㈜에스지오텍

제2장 설계기준 및 검토방법

2.1 안전율 적용기준

비탈면의 안정은 안전율 Fs > 1.0 일 경우에 안전한 것으로 해석할 수 있으나 설계시 비탈면의 불확실성으로 인한 여건을 감안하여 허용안전율을 설계에 적용하고 자료의 불확실성의 대비 수단으로 지반정수, 하중, 파괴모델의 불확실성에 대한 보완을 위해서이다.

2.1.1 깎기 비탈면 안전율 기준

● 기관별 깎기 비탈면 최소안전율 기준

구 분		최소안전율 (Minimum Safety Factor)	
건설교통부		구조물 기초 설계기준	Fs ≥ 1.3
한국도로공사	도로설계요령 (1976년)	원위치시험에 의한 전단강도	Fs ≥ 1.7
		일축 및 삼축압축시험에 의한 전단강도	Fs ≥ 1.5
	도로설계요령 (2002년)	건기시 우기시 : 지하수위 지표면에 위치	Fs ≥ 1.3 Fs ≥ 1.1
미국해군공병단 NAVFAC		하중이 지속적으로 작용할 경우	Fs ≥ 1.5
		구조물 기초의 경우	Fs ≥ 2.0
		일시적인 하중작용 및 시공시	Fs ≥ 1.3~1.25
일 본 건 설 성		표준적인 계획 안전율	Fs ≥ 1.1~1.3
일본 도로 공단		도로설계 요령	Fs ≥ 1.5

- 2 -

㈜에스지오텍

● 깎기 비탈면의 안정해석 시 적용하는 기준안전율(건설공사 비탈면 설계기준, 2011.12)

구 분		기준안전율	비 고
깎 기	건 기 시	Fs > 1.5	• 지하수가 없는 것으로 해석
	우 기 시	Fs > 1.2 또는 Fs > 1.3	• 현암 및 경암 등으로 구성된 일관비탈면의 경우, 인장균열 내 지하수 포화 높이나 활동면을 따라 지하수로 포화된 비탈면 높이의 $\frac{1}{2}$ 심도까지 지하수위를 위치시키고 해석을 수행하며 이 경우 Fs=1.2를 적용 • 토층 및 풍화암으로 구성된 비탈면의 안정해석은 지하수위를 결정하여 해석하는 방법 또는 강우의 침투를 고려한 방법 사용가능. • 지하수위를 결정하여 해석하는 경우에는 현장 지반조사 결과, 지형조건 및 배수조건 등을 종합적으로 고려하여 지하수위를 결정하고 안정해석을 수행하며, 지하수위를 결정한 근거를 명확히 기술(F.S=1.2적용) • 강우의 침투를 고려한 해석을 실시하는 경우에는 현장 지반조사 결과, 지형조건, 배수조건과 설계계획빈도에 따른 해당지역의 강우강도, 강우지속시간 등을 고려하여 안정해석을 실시하며,해석시 적용한 설계정수와 해석방법을 명확히 기술(Fs=1.3적용)
	지 진 시	Fs > 1.1	• 지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용시킴 • 지하수 조건은 장기안정성 검토의 우기시 조건과 동일하게 적용

● 비탈면 안정성 검토 적용 기준안전율

구 분	기준안전율	비 고
건 기 시	Fs > 1.5	• 지하수가 없는 것으로 해석수행
우 기 시	Fs > 1.3	• 강우의 침투를 고려한 해석수행
지 진 시	Fs > 1.1	• 우기시 지하수위 조건과 동일 • 수평 가속도계수 k_h = 0.077 적용

- 3 -

㈜에스지오텍

2.2 사면의 안정해석 방법

일반적으로 비탈면의 안정성 해석 시 사용되는 해석법은 ① 유한요소법과 같은 수치해석법을 이용하여 지반의 변형을 고려하는 탄성 또는 탄소성 해석과, ② 파괴가 발생되는 임계면에서의 역학적인 평형관계만을 해석하는 한계평형해석법으로 대별된다. 그러나 유한요소법과 같은 수치해석법은 설계로 사용이 어렵고 안정성을 정량적으로 평가할 수 있는 안전율을 결정하기 어려우며, 해석시간이 많이 소요되므로, 해석이 비교적 용이한 한계평형해석법이 설용적으로 널리 사용되고 있다. 일반적으로 질토부 토사 및 풍화할 시면, 설토사면의 안정성 해석 시 캐나다의 GEO-SLOPE사에서 개발한 한계평형 해석방법을 적용하는 SLOPE/W Program을 널리 사용하며 보강설계를 고려 시 Talren Program을 널리 사용하고 있다.

프랑스 Terrasol사에서 개발한 Talren97은 한계평형이론(Limit Equilibrium Method)에 기초하여 수리 및 지진에 관한 자료와 지반에 설치되는 여러 가지 보강재 (Nail, Anchor, Micropile, Sheet pile 등)를 고려하여 계산할 수 있으며, 설구조물의 설계와 지반 및 구조물 사이의 관계에 대한 실험적 연구와 병행하여 되었다.

본 해석에서 적용한 계산방법은 Bishop의 간편법이며, 사용된 전산프로그램은 TALREN97 로서 TERRSOL사에서 개발하여 현재 널리 사용되고 있는 프로그램이다. 본 해석에 적용한 Bishop의 간편 해석법의 이론은 다음과 같다.

$$F_s = \frac{1}{\Sigma W \sin\alpha} \Sigma[cb + (W - ub)\tan\varnothing] \frac{1}{M_{(\alpha)}}$$

$$M_{(\alpha)} = \cos\alpha\left(1 + \frac{\tan\alpha \cdot \tan\varnothing}{F_s}\right)$$

여기서, W : 절편 흙의 전체중량 (=γbh) (tf/m²)
α: 절사각 (°)
c : 흙의 점착력 (tf/m²)
b : 절편폭 (m)
ø : 흙의 내부 마찰각 (°)

비탈면안정 해석방법은 여러 가지가 제시되고 있으나 각 해석방법으로 구한 안전율의 수치적 차이에 관한 연구결과에 따르면 그 차이는 그렇게 크지는 않으며(Fredlund et. al. 1981), 다만 예외로 Fellenius 방법은 다른 방법에 비해 최대 60% 까지 차이가 날 수도 있다고 보고되고 있다. (Whitman & Bailey, 1967)

구조계산서 및 안전검토서

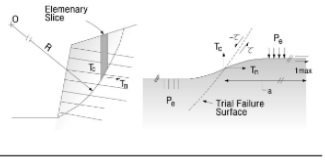
따라서, 비탈면안정성 해석에서는 해석방법보다는 강도정수의 정확한 산정 및 기하학적 조건이 큰 영향을 미친다고 할 수 있으며 비탈면의 안정성 해석 시 지반공학적인 면을 고려하여 예상되는 활동면의 상태에 따라 활동파괴시의 안전율을 비교하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

방 법	가 정	한계평형 조건		
		모멘트	수직력	수평력
Fellenius	•절편력의 합은 각 절편의 바닥에 평행	○	×	×
Bishop	•절편력간 작용력은 수평방향으로 작용	○	○	×
Janbu	•절편측력은 수평방향	○	○	○
Morgenstern-Price	•X/E=λf(X)	○	○	○
Spencer 간편법	•X/E는 모든 사면에 대해 일정	○	○	○

Talren97 Program의 일반적인 계산

구 분	해석 시 고려가능 변수	개요도
일반이론	•지반 보강재의 유무에 관계없이 지반안정성 평가 •지반파괴면 사이에 있는 주동토괴의 평형은 Bishop 등 전통적 방법 적용	
기하형상	•모든 가능한 경사와 지반의 형상을 해석 가능 •기하형상은 points와 segments, 폐곡선 또는 개곡선 사용하여 정의	
지반파괴면	•어떠한 형상의 원형 및 다각형 등 모든 지반파괴면 형상 해석 가능 •각 지반파괴면은 segments로 이산화	
수리조건	•수리조건의 전체계 평형에서 파괴면의 끝단에 해당하는 수압과 동일한 수평하중을 고려함으로써, 외부수면을 고려할수 있음	
상재하중	•수직분포하중 •선하중과 지반응력의 추가 •Bishop 방법시 Moment 추가 •수평가속도에 의한 하중	

Talren97 Program의 일반적인 계산

부재 검토시 적용 요소	개 요 도
•Nail, Anchor, Braces 및 Reinforced strip 등의 축력 •인장 및 전단과 연계되어 작용되는 Nail의 전단력과 휨모멘트 •이러한 힘은 지반과 구조물의 상관관계 (횡방향 마찰, 지반과 Nail의 횡방향 압력)에 의해 적용되므로 지반의 기계적 성질에 좌우됨	

Talren program은 불안정 토사 비탈면의 보강공법 설계 시 가장 보편적으로 사용되며, 특히 Nail 및 anchor 공법의 설계에 광범위하게 적용되고 있으며, 보강 해석 시 보강부재의 축력 등 특성과 대상지반의 물성 및 지반파괴면의 특성 등이 다각적으로 고려되므로 가장 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있으며, 특히 보강부재의 수평배치간격을 고려할 수 있는 장점이 있다.

제3장 안정성 검토

3.1 설계지반강도정수

지 층	단위중량 (kN/m³)	점착력 (kN/m²)	내부마찰각 (°)	투수계수 (cm/s)
풍화토	17.5	22	28.5	2.4×10^{-4}
풍화암	20	30	31	4.5×10^{-5}
연 암	24	800	34	3.9×10^{-6}

3.2 보강재 설치 제원

- **보강재 설치 간격**
  - 수직간격 : 1.50m~2.50m
  - 수평간격 : 2.00m~2.50m
- **강관앵커 제원**
  - SG30 : φ12.7mm × 3가닥
  - SG50 : φ12.7mm × 5가닥
  - SG60 : φ12.7mm × 6가닥
- **강관네일 제원**
  - 보강재 직경 : φ60.5mm
  - 항복강도(f_y) : 4,273kgf/cm²
  - 단면적(A) : 7.100cm²
  - 설계 인장강도(T_r) : 15.0tf

$T_r = 0.5f_y \cdot A = 0.5\times4.270\times7.100 = 15.0tf$

3.3 그라우팅

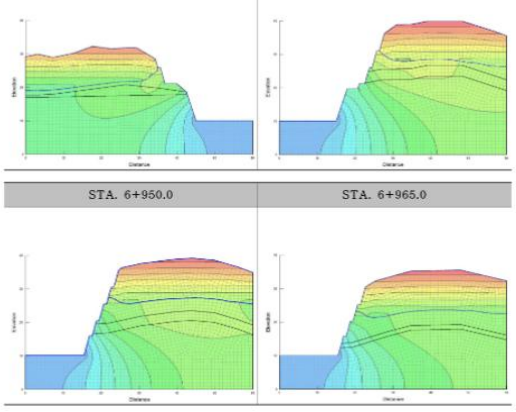
- **설계강도**
  - 배합시 28일 강도 240 kgf/cm² 이상
  - 물/시멘트 비(W/C)는 45~55% 범위
- **강관앵커 주입방식**
  - 중력식 그라우팅
- **강관네일 주입방식**
  - 주입재 역류방지를 위해 천공홈입구 로 코킹실시
  - 강관에 Packer 설치 후 주입

3.4 지하수위 적용

3.4.1 침투해석에 의한 지하수위 검토

- **침투해석 결과**

배면 구간	STA. 6+935.0
STA. 6+950.0	STA. 6+965.0



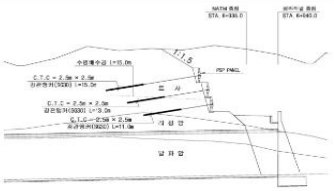
강우의 침투를 고려하여 지하수위를 위와 같이 산정하였으며, 산정한 지하수위를 Talren 프로그램을 적용하여 안정해석을 수행하였음.

구조계산서 및 안전검토서

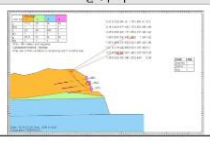
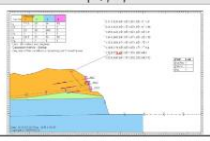
3.5 전체 안정성 검토

3.5.1 성라터널 배면구간

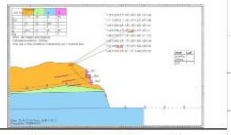
성라터널 종점 배면구간



• 강관앵커 SG30(설계축력 250kN) L=11 ~15 m 적용

건기시	우기시
	
F.S = 1.58 > 1.50 O.K	F.S = 1.45 > 1.30 O.K

지진시	검토결과

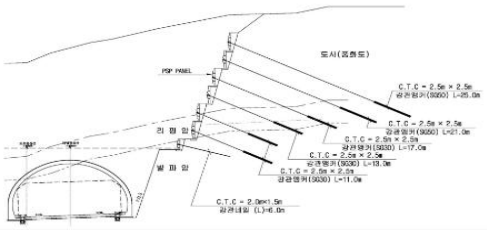


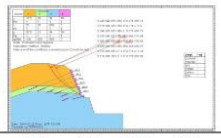
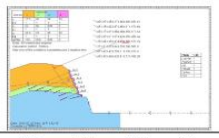
F.S = 1.29 > 1.10 O.K

구 분	발생안전율	기준안전율	판 정
건기시	1.58	1.50	O.K
우기시	1.45	1.30	O.K
지진시	1.29	1.10	O.K

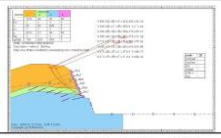
3.5.2 STA. 6+935.0

STA. 6+935.0



건기시	우기시
	
F.S = 1.65 > 1.50 O.K	F.S = 1.39 > 1.30 O.K

지진시	검토결과

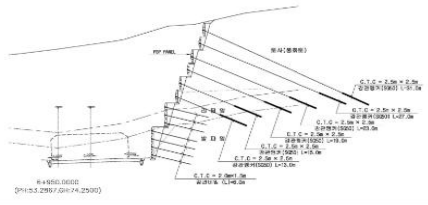


F.S = 1.25 > 1.10 O.K

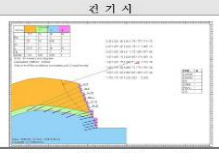
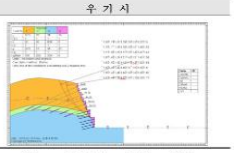
구 분	발생안전율	기준안전율	판 정
건기시	1.65	1.50	O.K
우기시	1.39	1.30	O.K
지진시	1.25	1.10	O.K

3.5.3 STA. 6+950.0

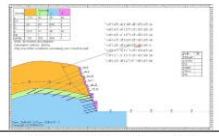
STA. 6+950.0



● STA.6+950.0 안정성 검토결과

건기시	우기시
	
F.S = 1.60 > 1.50 O.K	F.S = 1.37 > 1.30 O.K

지진시	검토결과

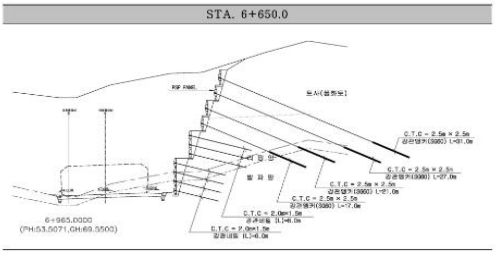


F.S = 1.24 > 1.10 O.K

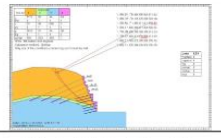
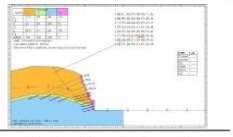
구 분	발생안전율	기준안전율	판 정
건기시	1.60	1.50	O.K
우기시	1.37	1.30	O.K
지진시	1.24	1.10	O.K

3.5.4 STA. 6+965.0

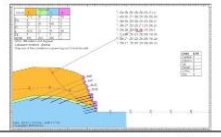
STA. 6+650.0



● STA.6+965.0 안정성 검토결과

건기시	우기시
	
F.S = 1.53 > 1.50 O.K	F.S = 1.32 > 1.30 O.K

지진시	검토결과



F.S = 1.16 > 1.10 O.K

구 분	발생안전율	기준안전율	판 정
건기시	1.53	1.50	O.K
우기시	1.32	1.30	O.K
지진시	1.16	1.10	O.K

구조계산서 및 안전검토서

3.6 강관앵커 상세검토

3.6.1 강관앵커 제원 선정

비탈면 안정검토시 적용된 앵커의 설계축력에 따라 적용된 앵커의 제원을 선정하였으며, PC 강연선의 제원에 따라 필요한 강연선 개수를 다음과 같이 산정하였다.

● **강연선 제원**

강연선은 관련 KS D 규정에 의거하여 극한하중과 항복하중에 따라 허용인장력을 다음과 같이 산정하였다

▮ STRAND 제원 (KS D 7002, KS D 3505)

구분	직경 (mm)	단면적 (mm^2)	극한하중 Tus (kN/EA)	항복하중 Tys (kN/EA)	허용인장력	
					0.6Tus (kN/EA)	0.75Tys (kN/EA)
STRAND	12.70	98.71	183	156	109.8	117.0

● **앵커의 STRAND 본수 산정**

앵커의 설계축력과 강연선의 허용인장력을 통하여 필요한 강연선 개수를 다음과 같이 산정하였다.

$$\text{STRAND 본수(N)} = \frac{T}{T_{as}}$$

여기서, T : 앵커의 설계축력 (kN)

Tas : 강선의 허용인장력 (kN)

(0.6Tus와 0.75Tys 중 작은값 적용)

설계축력 250~300kN/본 앵커 정착장 산정

$$\text{STRAND 본수(N)} = \frac{T}{T_{as}} = \frac{300}{109.8} = 2.732 < 3\text{(EA)}$$

설계축력 500kN/본 앵커 정착장 산정

$$\text{STRAND 본수(N)} = \frac{T}{T_{as}} = \frac{500}{109.8} = 4.554 < 5\text{(EA)}$$

설계축력 600kN/본 앵커 정착장 산정

$$\text{STRAND 본수(N)} = \frac{T}{T_{as}} = \frac{600}{109.8} = 5.464 < 6\text{(EA)}$$

∴ 설계축력과 허용인장력에 의하여 12.7mm 강선 3EA, 5EA, 6EA 사용

▮ 적용 앵커의 제원

구 분	단면적 (mm^2)	극한하중 Tus (kN)	항복하중 Tys (kN)	허용인장력	
				0.6Tus (kN)	0.75Tys (kN)
Φ12.7mm×3EA	296.13	549	468	329.4	351.0
Φ12.7mm×5EA	493.55	915	780	549.0	585.0
Φ12.7mm×6EA	592.26	1,098	936	658.8	702.0

3.6.2 앵커 정착장 검토

앵커의 정착장은 정착지반의 마찰저항에 따라 산정된 마찰저항장과 그라우팅의 부착력에 따라 산정된 부착저항장을 비교하여 결정하였다.

● **마찰저항장 산정**

앵커의 마찰저항장은 지반의 종류에 따라 마찰저항을 고려하여 산정하였으며, 극한주면마찰저항 값을 다음 기준에 준하여 풍화토 350kN/m^2, 풍화암 이상 800kN/m^2을 적용하였다.

▮ 앵커의 극한주면 마찰저항(그라운드 앵커 설계 시공 유지관리 매뉴얼, 2010 국토교통부)

지반의 종류			극한주면마찰저항 (kN/m^2)
암 반	경 암		1500 ~ 2500
	연 암		1000 ~ 1500
	풍 화 암		600 ~ 1000
	파 쇄 대		600 ~ 1200
모 래 자 갈	N 값	10	100 ~ 200
		20	170 ~ 250
		30	250 ~ 350
		40	350 ~ 450
		50	450 ~ 700
모 래	N 값	10	100 ~ 140
		20	180 ~ 220
		30	230 ~ 270
		40	290 ~ 350
		50	300 ~ 400
점 성 토			1.0 C (C는 점착력)

앵커의 마찰저항장은 현공정과 설계축력을 고려하여 다음과 같이 산정한다.

$$\text{마찰저항장}(L_1) = \frac{T \times F.S}{\pi \times D \times \tau}$$

여기서, T : 앵커 설계축력 (KN), F.S : 설계안전율 (2.5)

D : 천공 직경 (m), τ : Grout 와 주변토층 마찰력 (kN/m^2)

설계축력 250~300kN/본 적용시 앵커 마찰저항장 산정

(풍화토 기준) $\text{마찰저항장}(L_1) = \frac{T \times F.S}{\pi \times D \times \tau} = \frac{250 \times 3.0}{\pi \times 0.125 \times 350} = 5.457\text{m}$

(풍화암 기준) $\text{마찰저항장}(L_1) = \frac{T \times F.S}{\pi \times D \times \tau} = \frac{300 \times 3.0}{\pi \times 0.125 \times 800} = 2.865\text{m}$

설계축력 500kN/본 적용시 앵커 마찰저항장 산정

$$\text{마찰저항장}(L_1) = \frac{T \times F.S}{\pi \times D \times \tau} = \frac{500 \times 3.0}{\pi \times 0.125 \times 800} = 4.775\text{m}$$

설계축력 600kN/본 적용시 앵커 마찰저항장 산정

$$\text{마찰저항장}(L_1) = \frac{T \times F.S}{\pi \times D \times \tau} = \frac{600 \times 3.0}{\pi \times 0.125 \times 800} = 5.730\text{m}$$

● **부착저항장 산정**

앵커의 부착저항장은 그라우팅의 강도와 앵커체의 종류에 따라 부착저항을 고려하여 산정하며 본 설계에서는 다음 기준에 준하여 800kN/m^2을 적용하였다.

▮ 그라우팅의 허용부착응력(그라운드 앵커 설계 시공 유지관리 매뉴얼, 2010 국토교통부)

인장재의 종류		그라우팅 설계압축강도 (kN/m^2)				
		15,000	18,000	24,000	30,000	40,000 이상
가설앵커	PS 강선	800	1,000	1,200	1,350	1,500
	PS 강연선					
	이형 PS 강봉	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
강관앵커	PS 강선	-	-	800	900	1,000
	PS 강연선					
	이형 PS 강봉	-	-	1,600	1,800	2,000

앵커의 부착저항장은 강선의 주변장과 설계축력을 고려하여 다음과 같이 산정한다.

$$\text{부착저항장}(L_2) = \frac{T}{U \times N \times C_b}$$

여기서, T : 앵커 설계축력 (KN), U : 강선의 주변장 (m)

N : 앵커의 강선수, τ : Grout의 허용부착응력 (kN/m^2)

설계축력 600kN/본 적용시 앵커 부착저항장 산정 (500, 300kN/본 계산결과 동일)

$$\text{부착저항장}(L_2) = \frac{T}{U \times N \times C_b} = \frac{600}{0.0399 \times 6 \times 800} = 3.133\text{m}$$

설계축력 250kN/본 적용시 앵커 부착저항장 산정

$$\text{부착저항장}(L_2) = \frac{T}{U \times N \times C_b} = \frac{250}{0.0399 \times 3 \times 800} = 2.611\text{m}$$

● **정착장 선정**

앵커의 정착장은 마찰저항장과 부착저항장을 산정하여 결정하였으며, 본 설계에서 정착장이 위치하는 구간의 지층 상태를 고려하여 다음과 같이 적용하였다.

▮ 앵커의 정착장 선정

구 분	설계축력 (kN)	마찰저항		부착저항		설계 정착장 (m)
		극한마찰저항 (kN/m^2)	마찰저항장 (m)	허용부착응력 (kN/m^2)	부착저항장 (m)	
Φ12.7mm×3EA	250	370	5.457	800	2.611	6.0
	300	800	2.865	800	3.133	4.0
Φ12.7mm×5EA	500	800	4.775	800	3.133	5.0
Φ12.7mm×6EA	600	800	5.730	800	3.133	6.0

3.6.3 Jacking Force 산정

앵커의 인장 작업시 Jacking Force는 설계축력을 기본으로 하여 인장작업시 발생하는 손실을 감안하여 결정된다.

인장작업시 발생하는 긴장력의 감소는 정착장치에 의한 감소와 강기석인 앵커체의 변형에 의한 감소(Relaxation)를 의미하며, Jacking Force 산정 시 반영되었다.

● **정착장치에 의한 긴장력 감소**

$$\Delta T_{ps} = E_p \times \frac{\Delta L}{L}, \quad \Delta P_s = \Delta T_{ps} \times A_p$$

여기서, ΔT_{ps} : 정착장치에 의한 인장응력 감소 (kN/m^2)

E_p : 강연선의 탄성계수 (kN/m^2) (= 2.0×10^8 kN/m^2)

ΔL : 정착장치에 의한 강선의 활동량 (3mm)

L : 자유장의 길이 (m)

ΔP_s : 정착장치에 의한 긴장력 감소 (kN)

A_p : 앵커체의 총단면적 (m^2)

▮ 정착장치에 의한 긴장력 감소량 산정결과

앵커길이 (m)			ΔT_{ps} (kN/m^2)	앵커체 총단면적 (mm^2)	ΔP_s (kN)	설계축력 (kN)	비 고
자유장	정착장	총길이					
5	6	11	120,000	296.13	35.54	250	배면
7		13	85,714		25.38		
9		15	66,667		19.74		
7	4	11	85,714		25.38	300	
9		13	66,667		19.74		
13		17	46,154		13.67		

구조계산서 및 안전검토서

앵커길이 (m) 자유장	정착장	총길이	ΔT_{ps} (kN/m²)	앵커체 총단면적 (mm²)	ΔP_r (kN)	설계축력 (kN)	비 고
8		13	75,000		37.02		
10		15	60,000		29.61		
12		17	50,000		24.68		
14		19	42,857		21.15		
16	5	21	37,500	493.55	18.51	500	
18		23	33,333		16.45		
20		25	30,000		14.81		
22		27	27,273		13.46		
26		31	23,077		11.39		
11		17	54,545		32.31		
15	6	21	40,000	592.26	23.69	600	
21		27	28,571		16.92		
25		31	23,077		14.21		

● **Relaxation에 의한 감소**

$\Delta P_r = r \times T_{pi}$

여기서, ΔP_r : Relaxation에 의한 인장응력 감소 (kN/m²)

r : 강연선의 Relaxation 값 (5%)

T_{pi} : 초기긴장응력 (kN/m²) ($0.9T_{ys}$)

설계축력 250~300kN 적용시, $\Delta P_r = r \times T_{pi} = 0.05 \times 421.2 = 21.06kN$

T_{pi} : 초기긴장응력 (kN/m²) ($0.9T_{ys} = 0.9 \times 468 = 421.2kN$)

설계축력 500kN 적용시, $\Delta P_r = r \times T_{pi} = 0.05 \times 702.0 = 35.10kN$

T_{pi} : 초기긴장응력 (kN/m²) ($0.9T_{ys} = 0.9 \times 780 = 702.0kN$)

설계축력 600kN 적용시, $\Delta P_r = r \times T_{pi} = 0.05 \times 842.4 = 42.12kN$

T_{pi} : 초기긴장응력 (kN/m²) ($0.9T_{ys} = 0.9 \times 936 = 842.4kN$)

● **Jacking Force 산정**

앵커의 인장 작업시 Jacking Force는 설계축력을 기본으로 하여 인장작업시 발생하는 손실을 감안하여 다음과 같이 결정하였다.

■ **Jacking Force 산정결과**

앵커길이 (m) 자유장	정착장	총길이	설계축력 (kN)	ΔP_s (kN)	ΔP_r (kN)	Jack Force (kN)	최대 허용긴장력 (kN)	판정
5		11		35.54		306.6		O.K
7	6	13	250	25.38		296.4		O.K
9		15		19.74	21.06	290.8	374	O.K
7		11		25.38		346.4		O.K
9	4	13	300	19.74		340.8		O.K
13		17		13.67		334.7		O.K
8		11		37.02		572.1		O.K
10		13		29.61		564.7		O.K
12		15		24.68		559.8		O.K
14		17		21.15		556.3		O.K
16	5	19	500	18.51	35.10	553.6	624	O.K
18		21		16.45		551.6		O.K
20		23		14.81		549.9		O.K
22		25		13.46		548.6		O.K
26		27		11.39		546.5		O.K
11		17		32.31		674.4		O.K
15	6	21	600	23.69	42.12	665.8	748	O.K
21		27		16.92		659.0		O.K
25		31		14.21		656.3		O.K

-앵커의 최대 허용긴장력

① 긴장중 0.85Tus와 0.90Tys 중 작은값

② 긴장직후 0.70Tus와 0.80Tys 중 작은값

긴 장 중			
구 분	300kN	500kN	600kN
0.85Tus	439.2	732.0	878.4
0.90Tys	421.2	702.0	842.4

긴 장 직 후			
구 분	300kN	500kN	600kN
0.70Tus	384.3	640.5	768.6
0.80Tys	**374.4**	**624.0**	**748.8**

● **늘음량 산정**

$$\text{늘음량(D)} = \frac{J.F \times L}{E_p \times A_p}$$

여기서, D : 앵커의 늘음량 (cm), J.F : Jacking Force (kN)

L : 자유장의 길이 (m), A_p : 앵커체의 총단면적 (m²)

E_p : 강연선의 탄성계수 (kN/m²) ($= 2.0 \times 10^8$ kN/m²)

■ **늘음량 산정결과**

앵커길이 (m) 자유장	정착장	총길이	앵커체 총단면적 (mm²)	Jack Force (kN)	늘음량 (cm)	비 고
5		11		306.6	2.59	
7	6	13		296.4	3.50	
9		15	296.13	290.8	4.42	
7		11		346.4	4.09	
9	4	13		340.8	5.18	
13		17		334.7	7.35	
8		11		572.1	4.64	
10		13		564.7	5.72	
12		15		559.8	6.81	
14		17		556.3	7.89	
16	5	19	493.55	553.6	8.97	
18		21		551.6	10.06	
20		23		549.9	11.14	
22		25		548.6	12.23	
26		27		546.5	14.39	
11		17		674.4	6.26	
15	6	21	592.26	665.8	8.43	
21		27		659.0	11.68	
25		31		656.3	13.85	

3.6.4 지압판 검토

● **검토조건**

설계에 사용된 지압판 현황은 다음과 같다.

- 슬리브 직경 (D) : 16.52 cm
- 지압판 홀경 (d) : 8.50 cm
- 콘크리트 설계강도 (σ_{ck}) : 24 MPa
- 콘크리트 허용국부지압강도 (σ_{ca}) : $0.5\sigma_{ck}$ = 12 MPa
- PLATE의 허용 전단응력 : 80 MPa
- PLATE의 허용 휨응력 : 140 MPa
- 지압콘크리드의 비유효면적 (A_0) : 214.34 cm²

● **검토 결과**

지압판 설계결과는 다음과 같다.

-설계축력 250~300kN 적용시

$$A_0 = \frac{\pi D^2}{4} = 214.34cm^2, \quad \sigma_{ca} = \frac{P}{A'} = \frac{P}{(A - A_0)}$$

$$A \geq \frac{P}{\sigma_{ca}} + A_0, \quad A \geq \frac{300}{12.000} \times 10.000 + 214.34 = 464.34cm^2$$

$$\text{PLATE 직경 (D)} = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = 24.32cm \rightarrow \Phi 25.0cm \text{ 사용}$$

Plate 두께의 설계는 Anchor Plate를 양방향성의 판보로 생각하면,

$$P_x = P_y = \frac{P}{2} = \frac{300}{2} = 150kN$$

모멘트 팔길이는

$$e = \frac{D-d}{2} = \frac{16.52-8.5}{2} = 4.01cm$$

휨모멘트는

$$M = \frac{P_x \cdot e}{2} = \frac{150 \times 4.01}{2} = 300.8kN \cdot cm$$

Plate의 단면계수를 Z로 하면

$$Z = \frac{B \times T^2}{6}, \quad \sigma_{ca} \geq \frac{M}{Z}$$

여기서, T는 Plate 두께(cm) B는 적용 PLATE 직경(cm)

구조계산서 및 안전검토서

$$T \geq \sqrt{\frac{6M}{B \cdot \sigma_{ca}}} = \sqrt{\frac{6\times300.8}{25\times140,000\times10^{-4}}} = 2.27cm \rightarrow 2.5cm\ 사용$$

-설계축력 500kN 적용시

$$A_0 = \frac{\pi D^2}{4} = 214.34cm^2, \quad \sigma_{ca} = \frac{P}{A'} = \frac{P}{(A-A_0)}$$

$$A \geq \frac{P}{\sigma_{ca}} + A_0, \quad A \geq \frac{500}{12,000}\times10,000 + 214.34 = 631.01cm^2$$

PLATE 직경 (D) = $\sqrt{\frac{4\times A}{\pi}}$ = 28.34cm → Φ35.0cm 사용

Plate 두께의 설계는 Anchor Plate를 양방향성의 늘보로 생각하면,

$$P_a = P_b = \frac{P}{2} = \frac{500}{2} = 250kN$$

모멘트 팔길이는

$$e = \frac{D-d}{2} = \frac{16.52-8.5}{2} = 4.01cm$$

휨모멘트는

$$M = \frac{P_a \cdot e}{2} = \frac{250\times4.01}{2} = 501.3kN \cdot cm$$

Plate의 단면계수를 Z로 하면

$$Z = \frac{B\times T^2}{6}, \quad \sigma_{ca} \geq \frac{M}{Z}$$

여기서, T는 Plate 두께(cm) B는 적용 PLATE 직경(cm)

$$T \geq \sqrt{\frac{6M}{B \cdot \sigma_{ca}}} = \sqrt{\frac{6\times501.3}{35\times140,000\times10^{-4}}} = 2.48cm \rightarrow 3.0cm\ 사용$$

-설계축력 600kN 적용시

$$A_0 = \frac{\pi D^2}{4} = 214.34cm^2, \quad \sigma_{ca} = \frac{P}{A'} = \frac{P}{(A-A_0)}$$

$$A \geq \frac{P}{\sigma_{ca}} + A_0, \quad A \geq \frac{600}{12,000}\times10,000 + 214.34 = 714.34cm^2$$

PLATE 직경 (D) = $\sqrt{\frac{4\times A}{\pi}}$ = 30.16cm → Φ35.0cm 사용

Plate 두께의 설계는 Anchor Plate를 양방향성의 늘보로 생각하면,

$$P_a = P_b = \frac{P}{2} = \frac{600}{2} = 300kN$$

모멘트 팔길이는

$$e = \frac{D-d}{2} = \frac{16.52-8.5}{2} = 4.01cm$$

휨모멘트는

$$M = \frac{P_a \cdot e}{2} = \frac{300\times4.01}{2} = 601.5kN \cdot cm$$

Plate의 단면계수를 Z로 하면

$$Z = \frac{B\times T^2}{6}, \quad \sigma_{ca} \geq \frac{M}{Z}$$

여기서, T는 Plate 두께(cm) B는 적용 PLATE 직경(cm)

$$T \geq \sqrt{\frac{6M}{B \cdot \sigma_{ca}}} = \sqrt{\frac{6\times601.5}{35\times140,000\times10^{-4}}} = 2.71cm \rightarrow 3.0cm\ 사용$$

∴설계축력 250kN, 300kN 적용시 지압판 규격은 Φ250 × 25T mm 적용

∴설계축력 500kN, 600kN 적용시 지압판 규격은 Φ350 × 30T mm 적용

제4장 안정성 검토 결과

4.1 전체 안정성 검토 결과

구 간	건 기 시 (FS>1.5)		우 기 시 (FS>1.3)		지 진 시 (FS>1.1)	
배면구간	1.58	O.K	1.45	O.K	1.29	O.K
횡단 STA. 6+935	1.65	O.K	1.39	O.K	1.25	O.K
횡단 STA. 6+950	1.60	O.K	1.37	O.K	1.24	O.K
횡단 STA. 6+965	1.53	O.K	1.32	O.K	1.16	O.K

4.2 안정성 검토 의견

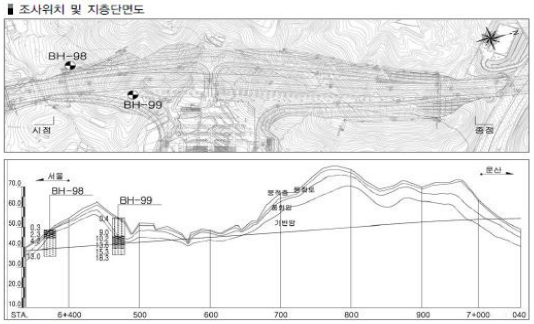
- 대표단면을 선정하여 PSP옹벽 보강에 따른 안정 검토를 실시한 결과 건기시, 우기시 및 지진시 모두 기준안전율을 만족하는 것으로 나타나 충분한 안정성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.
- 강선앵커에 대한 상세검토 결과 기준안전율을 만족하여 PSP옹벽 설치 시 충분한 안정성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.
- 시공 시 지반조건이 설계와 상이할 경우 감독원과 협의하여 안정성을 확보하도록 한다.
- 공사 중 사면불안정 요소나 징후가 예측될 시에는 공사를 중단하고, 반드시 전문기술자와 협의를 통해 대책수립 후 공사를 진행하여야 한다.

—

지반조사 보고서

○ 본선 깎기 1-2구간(STA.6+340~7+040) : BH-98, 99

▮ 조사위치 및 지층단면도



▮ 지층상태

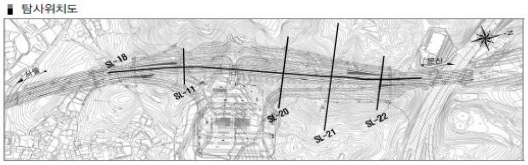
구 분	출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
붕적층	0.0	0.3	실트질 모래	–
풍화토	0.4	9.6	실트질 모래	5/30~50/13
풍화암	0.3~9.0	1.2~2.0	실트질 모래	50/9~50/3
연 암	2.3~10.2	1.9~3.4	편마암	79~100%/13~53%
보통암	13.6	1.7	편마암	100%/52%
경 암	4.2~15.3	3.0~9.0	편마암	100%/80~97%

구 분	지 층 개 요
붕적층	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 0.3m 층후로 분포하며 실트질 모래로 구성
풍화토	• 기반암(편마암)의 원지반 잔류토로서 지표하 0.4m에서 9.6m 층후로 분포 • 암편섞인 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 느슨~매우조밀한 상대밀도
풍화암	• 지표하 0.3~9.0m에서 1.2~2.0m 층후로 분포 • 기반암의 하부풍화대로 굴진시 암편섞인 실트질 모래로 분해
연 암	• 지표하 2.3~10.2m에서 1.9~3.4m 층후로 분포 • RQD=13~53%로 매우불량~보통양호한 암질상태로 분포
보통암	• 지표하 13.6m에서 1.7m 층후로 분포하며, RQD=52%로 보통양호한 암질상태
경 암	• 지표하 4.2~15.3m에서 분포하며, RQD=80~97%로 매우양호한 암질상태

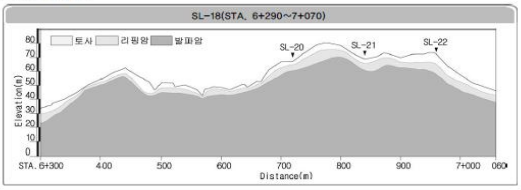
3.1.3 토공구간

○ 본선 깎기구간

▮ 탐사위치도



▮ 종단 탐사결과

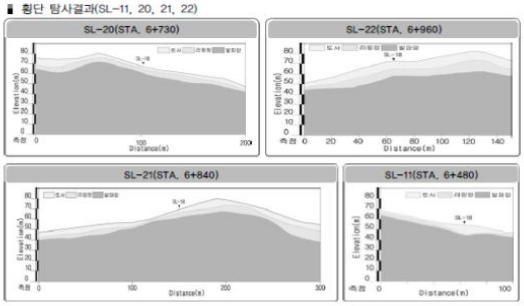


구 분		탄성파속도(m/s)	추정심도(m)	층 후(m)	평 균(m)
토 사		700 이하	0.4~9.0	0.4~9.0	3.6
리핑암(풍화암)		700~1,200	2.0~14.6	1.0~8.2	4.2
발파암	연 암	1,200~1,900	4.4~18.0	1.0~3.5	3.2
	보통암	1,900~2,900	5.6~19.7	0.9~2.3	1.7
	경 암	2,900 이상	5.6~19.7 이상	–	–

▮ 분석결과

• 계곡부보다 일부 능선부의 저속도층이 두꺼우나, 전체적으로 각 지층의 속도층은 지형과 평행하게 분포하는 양상을 보임
• 토사를 포함하는 풍화토층(제 1 속도층)의 층후는 0.4~9.0m(평균 3.6m), 풍화암층(제 2 속도층)의 층후는 1.0~8.2m(평균 4.2m), 연암 이상의 기반암층(제 3 속도층)의 출현심도는 지표하 4.4m 이상에서 나타날 것으로 예상됨

▮ 횡단 탐사결과(SL-11, 20, 21, 22)



구 분		탄성파속도(m/s)	추정심도(m)	층 후(m)	평 균(m)
STA. 6+480	토 사	700 이하	0.0~8.4	0.8~9.0	4.2
	리핑암(풍화암)	700~1,200	1.0~9.0	0.3~3.5	2.4
	연 암	1,200~1,900	4.5~10.0	3.7~6.5	2.2
	보통암	1,900~2,900	6.8 이상	–	–
STA. 6+730	토 사	700 이하	0.0~8.8	1.7~4.6	3.4
	리핑암(풍화암)	700~1,200	1.8~9.6	2.4~6.1	4.8
	연 암	1,200~1,900	4.2~15.0	3.7~6.5	4.5
	보통암	1,900~2,900	7.6 이상	–	3.0
STA. 6+840	토 사	700 이하	0.0~4.6	1.8~4.6	3.2
	리핑암(풍화암)	700~1,200	1.8~8.5	2.4~6.4	4.4
	연 암	1,200~1,900	4.2~14.9	3.4~6.6	4.8
	보통암	1,900~2,900	7.9~14.9	1.7~4.9	2.8
	경 암	2,900 이상	9.6 이상	–	–
STA. 6+960	토 사	700 이하	0.0~7.5	1.6~7.5	4.0
	리핑암(풍화암)	700~1,200	1.6~15.3	1.1~10.2	4.6
	연 암	1,200~1,900	3.6~17.8	1.4~8.6	4.0
	보통암	1,900~2,900	5.6~20.9	1.6~3.1	1.8
	경 암	2,900 이상	7.3 이상	–	–

▮ 분석결과

• 토사층(제1속도층) 평균 층후는 3.2~4.0m, 리핑암(제2속도층)은 4.4~4.8m, 발파암은 지표하 3.6~4.2m 이후에 출현
• 종단탐사와 비교하였을 때 전체적으로 속도층 분포는 같은 양상을 보이며 계곡부에 비해 능선부에서 저속도층이 두꺼운 것으로 확인됨

4.2.3 수압시험

개 요
• 터널구간 및 비탈면 구간내에 분포하는 기반암의 투수특성 및 암질상태 파악
• 수리지질학적 특성을 규명하여 시공을 위한 굴착시 지하수의 유출량파악 및 지하수 처리결정

○ 실시설계조사 자료

▮ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	K(cm/sec)	투전값	Flow Type
감매터널	BH-29	18.0 ~ 23.0	연 암	40~58	$1.74X10^{-5}$	1,513	Dilation
	BH-29	23.0 ~ 28.0	연 암	34~38	$1.50X10^{-5}$	1,178	Dilation
	BH-30	10.0 ~ 15.0	연 암	17~53	$2.10X10^{-5}$	1,638	Dilation
	BH-30	15.0 ~ 20.0	연 암	12~44	$4.03X10^{-5}$	3,151	Dilation
	BH-31	19.0 ~ 22.0	보통암	51	$2.60X10^{-5}$	2,232	Laminar Flow
	BH-31	25.0 ~ 30.0	보통암	77~80	$1.65X10^{-5}$	1,158	Dilation
	BH-32	14.5 ~ 19.5	연 암	0~6	$4.88X10^{-5}$	3,778	Laminar Flow
	BH-32	20.0 ~ 25.0	연 암	23~34	$2.24X10^{-5}$	1,769	Dilation
	BH-33	7.5 ~ 12.5	경 암	78~90	$5.75X10^{-6}$	0.377	Dilation
	BH-33	20.0 ~ 25.0	경 암	86~100	$4.64X10^{-6}$	0.389	Dilation
	BH-34	4.5 ~ 9.5	보통암	57~60	$7.18X10^{-6}$	0.566	Dilation
	BH-34	10.0 ~ 15.0	경 암	77~97	$4.11X10^{-6}$	0.310	Dilation
	BH-35	5.0 ~ 10.0	경 암	70~93	$4.50X10^{-6}$	0.371	Dilation
	BH-35	10.0 ~ 13.0	경 암	82~90	$5.41X10^{-6}$	0.482	Dilation

▮ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	K(cm/sec)	투전값	Flow Type
현천R-B	BH-329	22.8~25.8	연 암	10	$8.07X10^{-6}$	7.016	Laminar Flow
현천교	BH-334	22.8~25.8	연 암	7	$8.91X10^{-6}$	7.974	Dilation
	BH-336	25.6~28.6	연 암	10	$1.19X10^{-4}$	9.593	Wash-Out
창룡천교	BH-348	39.0 ~ 42.0	보통암	45	$5.77X10^{-6}$	0.498	Dilation
	BH-362	9.7 ~ 12.7	연 암	24	$6.82X10^{-5}$	5.850	Laminar Flow

▮ 깎기구간

공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	K(cm/sec)	투전값	Flow Type
BH-37	17.0~22.0	보통암	49~80	$2.37X10^{-5}$	2.100	Dilation
BH-98	10.0~13.0	경 암	97	$6.54X10^{-6}$	0.577	Dilation
BH-99	10.0~15.9	연암~보통암	13~53	$1.07X10^{-4}$	5.822	Void Filling

○ 결과분석

구분	평균 투수계수(cm/sec)			평균 Lugeon		
	연 암	보통암	경 암	연 암	보통암	경 암
터널구간	$2.75X10^{-5}$	$1.66X10^{-5}$	$4.88X10^{-6}$	2.171	1.391	0.386
교량구간	$6.82X10^{-5}$	$5.77X10^{-5}$	–	7.608	0.498	–
깎기구간	$1.07X10^{-4}$	$2.37X10^{-5}$	$6.54X10^{-6}$	5.822	2.100	0.577

지반조사 보고서

제 4 편 상세 및 보완조사

■ 깎기구간

구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-37	7.6	54.5	BH-51-1	8.8	25.3	BH-57-1	8.8	28.6
BH-98	6.9	39.6	BH-345	4.6	20.0	-	-	-

■ 쌓기구간

구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-36	1.5	24.7	BH-68-1	1.7	15.6	BH-99-1	2.0	30.1
BH-44	심도이하	-	BH-71	3.0	24.4	BH-344	2.8	5.9
BH-49-1	3.2	5.5	BH-74-2	4.2	10.0	BH-344-1	4.3	4.8
BH-49-2	2.7	6.9	BH-84	7.0	18.1	BH-345-4	2.3	6.8
BH-51	3.2	9.0	BH-85	4.5	25.7	BH-346-1	6.5	1.6
BH-52	0.7	8.9	BH-86	5.0	13.2	BH-347	5.3	1.3
BH-52-1	2.0	10.0	BH-91	3.8	11.4	BH-363	심도이하	-
BH-52-2	1.8	12.3	BH-97	2.3	27.1	-	-	-

○ 결과분석

구분	지하수위	
	GL. -m	EL. m
터널구간	1.0~18.6	29.2~58.1
교량구간	0.8~11.2	-0.6~40.5
깎기구간	4.6~8.8	20.0~54.5
쌓기구간	0.7~7.0	1.3~30.1

분석결과
- 지하수위 측정결과 터널구간 GL.(-) 1.0~18.6m, 교량구간 GL.(-) 0.8~11.2m, 깎기구간 : GL.(-) 4.6~8.8m, 쌓기구간 : GL.(-) 0.7~7.0m범위로 분포
- 구조물 및 위치에 따라 편차가 나타남

제 4 편 상세 및 보완조사

(계속)

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-99	3.0~4.0	풍화토	30/30	$5.61X10^{-4}$	BH-339-1	6.0~7.0	매립층(SM)	10/30	$2.86X10^{-3}$
BH-104	5.0~6.0	매립층(SM)	7/30	$1.86X10^{-3}$	BH-345-3	0.6~1.5	매립층(SM)	5/30	$3.50X10^{-3}$
BH-105	5.0~6.0	풍화토	50/24	$3.81X10^{-4}$	BH-348	8.0~9.0	퇴적층(ML)	9/30	$7.32X10^{-5}$
BH-317-1	10.0~11.0	퇴적층(SM)	6/30	$7.08X10^{-4}$	BH-349	12.0~13.0	퇴적층(SP)	13/30	$8.29X10^{-4}$
BH-319	14.0~15.0	퇴적층(SP)	15/30	$8.33X10^{-4}$	BH-356	8.0~9.0	퇴적층(SM)	11/30	$5.04X10^{-4}$
BH-325	3.0~4.0	퇴적층(SP)	4/30	$1.90X10^{-3}$	BH-358	8.0~9.0	퇴적층(ML)	10/30	$8.50X10^{-5}$
BH-326	4.0~5.0	퇴적층(SP)	5/30	$1.09X10^{-3}$	BH-359	11.0~12.0	퇴적층(SP)	35/30	$3.69X10^{-3}$
BH-329	4.0~5.0	퇴적층(SC)	7/30	$6.03X10^{-4}$	BH-355	14.0~15.0	퇴적층(SM)	8/30	$1.45X10^{-3}$
BH-331	17.0~18.0	퇴적층(GM)	50/10	$2.63X10^{-3}$	BH-360-1	10.0~11.0	퇴적층(SP)	14/30	$2.07X10^{-3}$
BH-332	6.0~7.0	퇴적층(SC)	8/30	$7.61X10^{-4}$	BH-361	10.0~11.0	퇴적층(ML)	6/30	$6.98X10^{-5}$
BH-333	17.0~18.0	퇴적층(GM)	50/18	$3.32X10^{-3}$	BH-361-2	9.0~10.0	풍화토	38/30	$2.28X10^{-4}$
BH-334	6.0~7.0	퇴적층(SP)	5/30	$1.21X10^{-3}$	BH-361-3	6.0~7.0	풍화토	28/30	$1.31X10^{-4}$
BH-336	4.0~5.0	퇴적층(SC)	7/30	$6.47X10^{-5}$	BH-362	4.0~5.0	풍화토	34/30	$2.02X10^{-4}$
BH-339	11.0~12.0	풍화토	24/30	$5.91X10^{-4}$	-	-	-	-	-

■ 깎기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-37	3.0~4.0	풍화토	42/30	$1.19X10^{-4}$	BH-67	12.0~13.0	풍화토	27/30	$4.27X10^{-4}$
BH-51-1	2.0~3.0	풍화토	13/30	$1.11X10^{-4}$	BH-345	9.0~10.0	풍화토	50/15	$1.76X10^{-4}$

■ 쌓기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-44	10.0~11.0	풍화토	50/25	$4.26X10^{-4}$	BH-52-2	3.0~4.0	풍화토	15/30	$7.51X10^{-4}$
BH-49-1	0.5~1.5	매립층(SM)	6/30	$4.43X10^{-3}$	BH-68-1	3.0~4.0	풍화토	24/30	$2.90X10^{-3}$
BH-49-2	1.5~2.5	퇴적층(SM)	4/30	$8.88X10^{-4}$	BH-86	4.0~5.0	풍화토	9/30	$1.07X10^{-4}$
BH-52	7.0~8.0	퇴적층(SC)	8/30	$9.35X10^{-5}$	BH-344-1	2.0~3.0	매립층(SM)	11/30	$4.04X10^{-3}$
BH-52-1	4.0~5.0	풍화토	8/30	$6.14X10^{-4}$	BH-347	15.0~16.0	퇴적층(SM)	50/5	$6.46X10^{-4}$

○ 결과분석

구분	매립층	퇴적층			풍화토
		점토	모래	자갈	
교량구간	$2.22X10^{-3}$	$8.06X10^{-5}$	$9.76X10^{-4}$	$3.94X10^{-3}$	$3.41X10^{-4}$
깎기구간	-	-	-	-	$2.08X10^{-4}$
쌓기구간	$4.03X10^{-3}$	-	$5.43X10^{-3}$	-	$9.59X10^{-4}$

3.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 3.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)에 대한 주요 손상으로, 종점부 배면 토사유실이 조사되었다. 기 발생한 손상은 옹벽의 안정선에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 종점부 배면 토사유실	양호

3.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

3.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 전회 정밀안전점검에서 손상이 조사되지 않아, 금회 점검에서 추가적인 신규손상 발생 여부 및 기존손상에 대한 보수여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

3.2.5 시설물 보수 이력

【표 3.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

3.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 3.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

3.3 현장조사 및 시험

3.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 267에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 절토사면이 있으며, 하부로는 서울문산고속도로 본선이 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 1.5~24.0m를 보이며, 총 연장은 145.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=145.0m, L=24.0m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 3.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2022. 10. 21.		**조 사 자**	장 진 원
시설물명	보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)		**시설물 종류**	2종
일 기	맑음		**시설물번호**	RW2020-0000128
시설물위치	**행정구역**	경기도 고양시 덕양구 성사동 267		
	위치좌표	시점 : 37 ° 36 ' 30 "		
		종점 : 126 ° 51 ' 5 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	**옹벽형식**	패널식	**옹벽재료**	철근콘크리트
	연 장	145.0m	**지면노출 높 이**	24.0m
	보 강 재 길 이	-	**저 판 폭 길 이**	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		**관리주체구분**	민간
주변환경	**옹벽상부**	절토부 사면		
	옹벽하부	서울문산고속도로 본선		
시공현황	**준공년도**	2020년 11월 06일	**시 공 자**	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	**설 계 자**	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 8개 구간(S1~S8)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 3.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	4.5	5	80.0~100.0m	100.0	24.0
2	20.0~40.0m	40.0	9.0	6	100.0~120.0m	120.0	18.0
3	40.0~60.0m	60.0	16.5	7	120.0~140.0m	140.0	10.0
4	60.0~80.0m	80.0	24.0	8	140.0~145.0m	145.0	2.5



측점분할 작업사진



측점분할 작업사진

3.3.2 부재별 외관조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트, 아스콘), 비포장이 혼합된 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 3.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 3.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –
			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

본 구조물은 패널식 보강토옹벽으로 패널의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 5단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 3.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었으나 전면부 패널에서 균열(Cw=0.3㎜미만)의 손상이 확인되었다.

【표 3.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	균열(0.3㎜미만)	0.2	0.70	-	m	2	1.40	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

			
현 황	• 균열(Cw=0.3㎜미만)	현 황	• 균열(Cw=0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가 등	원 인	• 건조수축, 공용기간 증가 등
대 책	• 표면처리	대 책	• 표면처리
			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 전면부 패널에 건조수축 등의 원인으로 인한 균열(Cw=0.3㎜미만)의 손상이 확인되었다, 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손생 발생여부를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

패널식 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다.



【그림 3.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 절토부에 배면 토사유실의 손상이 확인되었고, 이외 상부 절토부에 침식 등의 손상은 없는 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 3.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	배면 토사유실	-	1.00	2.00	㎡	1	2.00	T=100.0cm

			
현 황	• 배면 토사유실(1.0×2.0)	현 황	• 배면 토사유실(1.0×2.0)
원 인	• 시공초기 다짐불량, 외부 우수유입 등	원 인	• 시공초기 다짐불량, 외부 우수유입 등
대 책	• 뒷채움 후 주의관찰	대 책	• 뒷채움 후 주의관찰
			
현 황	• 배면 토사유실(1.0×2.0)	현 황	• 배면 토사유실(1.0×2.0)
원 인	• 시공초기 다짐불량, 외부 우수유입 등	원 인	• 시공초기 다짐불량, 외부 우수유입 등
대 책	• 뒷채움 후 주의관찰	대 책	• 뒷채움 후 주의관찰

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽 상부 절토부에 시공초기 다침불량, 우수유입 등의 원인으로 인한 배면 토사유실의 손상이 확인되었으며, 이외 배수시설, 상부 절토부에 침식 등의 손상은 없는 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 조사된 손상에 대하여 추가유실 등의 2차적인 손상진전을 방지하기 위하여 뒷채움 후 주의관찰 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 3.3.6】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리
주변영향인자	배면 토사유실	뒷채움 후 주의관찰
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)의 현장조사 결과, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 전면부에 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 균열(Cw=㎜미만), 상부 절토부에 시공초기 다짐불량, 외부 우수유입으로 인한 배면 토사유실 등의 손상이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상진전 방지, 내구성 확보 차원의 표면처리, 뒷채움 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상의 발생여부 확인, 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 사료된다.	

【표 3.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	균열(Cw=0.3㎜미만)	m	1.40	2	
배수시설	상태양호	-	-	-	
상부성토부	배면 토사유실	㎡	2.00	1	
기초부	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

3.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(본선 STA.6+935~7+040)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 3.3.4】측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 선형 및 수준측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되어, 주기적인 점검을 통한 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다. 기울기의 경우 설계도서에 경사도를 포함한 단면도가 확인되지 않아 초기안전점검에서 실시한 경사도 측량값과 비교를 실시하려 하였으나 한개의 단수에 대한 측량자료가 존재하지 않아 금회 점검을 기울기 최초 측정으로 산정하고 측정하였다.

【표 3.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	11m	0.00	0.01	-	-	0.00	-0.01	a	배면
2	32m	0.00	0.01	-	-	0.00	-0.01	a	배면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

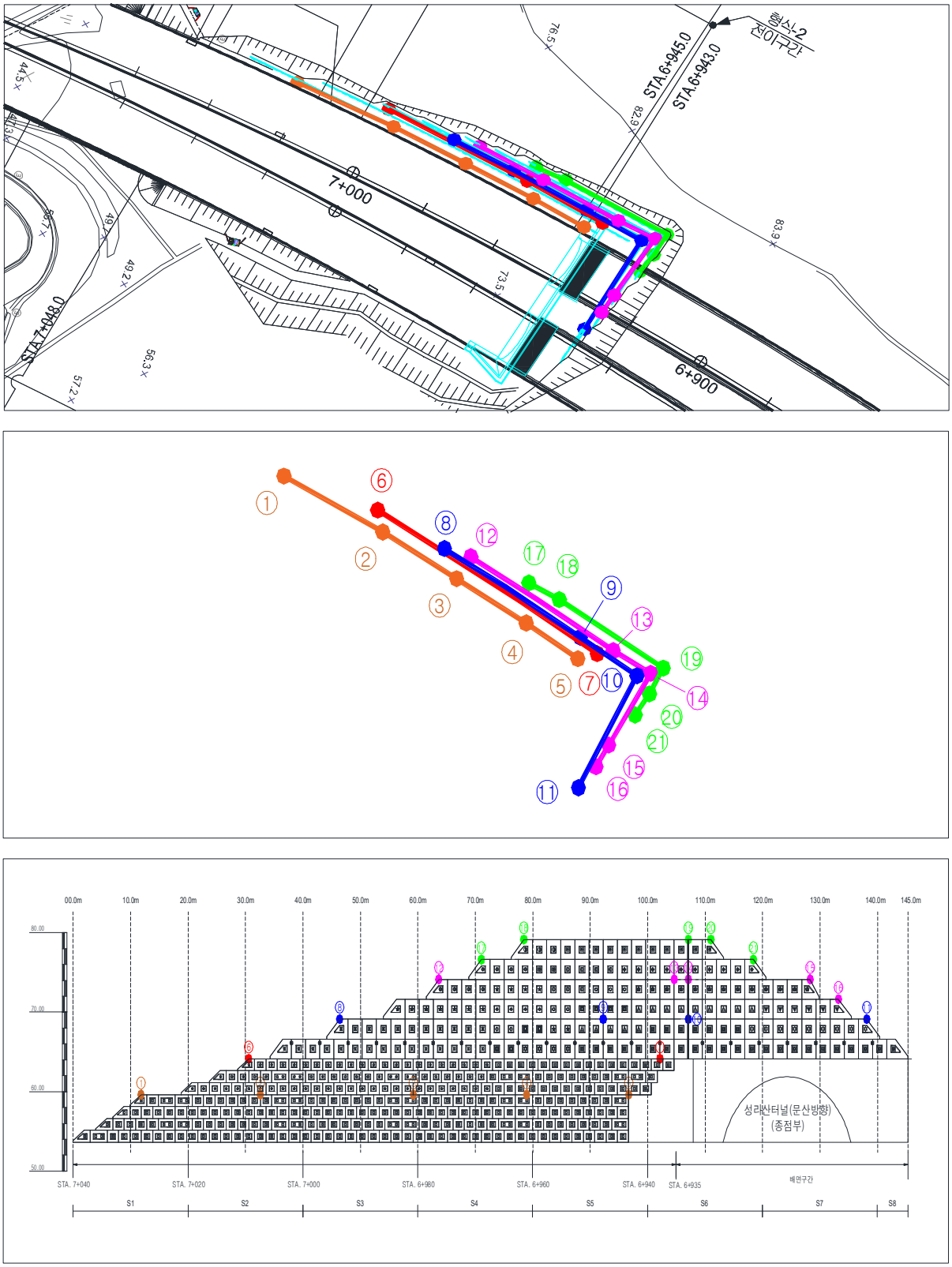
【표 3.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
3	46m	0.00	0.03	-	-	0.00	-0.03	a	배면
4	79m	0.00	0.03	-	-	0.00	-0.03	a	배면
5	92m	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	a	배면
6	108m	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	a	배면
7	129m	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	a	배면
8	142m	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	a	배면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

【표 3.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치		X	Y	노출 높이 (m)	측정위치		X	Y	노출 높이 (m)
1단	(1)	-15.408	54.338	6.0	4단	(12)	29.617	37.067	20.5
	(2)	8.367	42.379	6.0		(13)	63.871	16.967	10.0
	(3)	26.197	32.398	6.0		(14)	72.946	12.124	10.0
	(4)	42.931	22.887	6.0		(15)	62.840	-3.205	10.0
	(5)	55.377	15.266	6.0		(16)	59.756	-7.839	7.5
2단	(6)	7.146	47.041	10.5	5단	(17)	43.560	31.483	23.0
	(7)	60.037	16.351	10.5		(18)	50.940	27.921	25.5
3단	(8)	23.271	38.831	15.5		(19)	75.922	13.255	15.0
	(9)	55.973	19.844	15.5		(20)	72.629	7.732	15.0
	(10)	69.629	11.635	5.0		(21)	69.200	3.233	12.5
	(11)	55.517	-12.323	5.0	-		-	-	-



[선형 및 수준측량 결과]

【그림 3.3.5】 선형 및 수준측량 결과

3.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도 시험을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



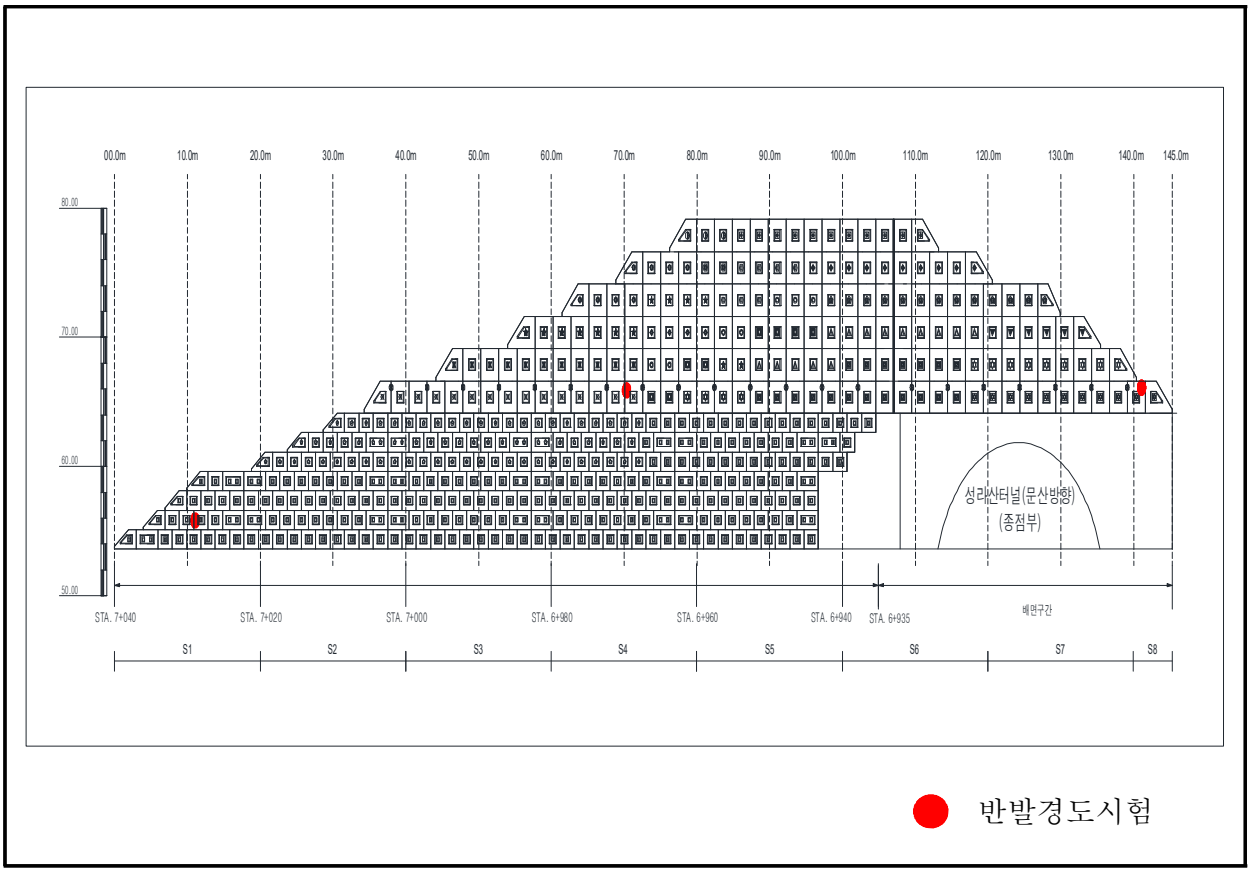
【그림 3.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 3개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다.

【표 3.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전면부	S1	49.8	30.3	30.4	0.67	100.9	101.4	30.0
	S4	49.6	30.1	30.3	0.67	100.3	101.1	
	S8	49.9	30.4	30.5	0.67	101.2	101.5	



【그림 3.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

3.4 상태평가

3.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

3.4.2 상태평가 결과 산정

【표 3.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.04	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.01	
									상태평가 결과					A	

3.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.01로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

3.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

3.5 종합평가 및 안전등급 지정

3.5.1 종합평가 결과

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

【표 3.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)		표 번 호	[표 3.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.01	A	근거표번호	[표 3.4.1]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.01	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

3.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 옹벽의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 **"A등급"**으로 지정하였다.

【표 3.5.2】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

3.6 보수·보강 및 유지관리방안

3.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 3.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	1.40	2.10	m	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부절토부	배면 토사유실	뒷채움 후 주의관찰	2.00	3.00	㎡	-	-	하자
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

3.6.2 유지관리방안

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

【표 3.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 전면부에 발생한 균열(Cw=0.3㎜미만)의 경우 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리 필요 · 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배수시설	· 배수로에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
절토부	· 옹벽 상부 배면에 배면 토사유실의 경우 시공초기 다짐미흡, 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 뒷채움을 실시하고 주의관찰 등의 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리 필요 · 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기초부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

3.7 종합결론

3.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 보강토옹벽(본선 STA.6+935~7+040)의 현장조사 결과, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 전면부에 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 균열(Cw=㎜미만), 상부 절토부에 시공초기 다짐불량, 외부 우수유입으로 인한 배면 토사유실 등의 손상이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상진전 방지, 내구성 확보 차원의 표면처리, 뒷채움 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상의 발생여부 확인, 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 사료된다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 선형 및 수준측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되어, 주기적인 점검을 통한 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다. 기울기의 경우 설계도서에 경사도를 포함한 단면도가 확인되지 않아 초기안전점검에서 실시한 경사도 측량값과 비교를 실시하려 하였으나 한개의 단수에 대한 측량자료가 존재하지 않아 금회 점검을 기울기 최초 측정으로 산정하고 측정하였다.
- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.01, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

3.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 일부 손상이 확인되었으나 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 및 손상진전 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

3.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부에 발생한 균열(Cw=0.3㎜미만)의 경우 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리 필요하다.
- 옹벽 상부 배면에 배면 토사유실의 경우 시공초기 다짐미흡, 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 뒷채움을 실시하고 주의관찰 등의 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리 필요하다.

3.7.4 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.

4. 보강토옹벽

(지선 STA.0+321~0+680)

4.1 시설물 개요

4.2 자료수집 및 분석

4.3 현장조사 및 시험

4.4 상태평가

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.6 보수·보강 및 유지관리 방안

4.7 종합결론

4. 보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)

4.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16에 위치한 2종 시설물로서 연장 370.0m, 지면노출높이 9.6m의 블록식 보강토옹벽이다.

4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000127		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16		
	위치좌표	시점 : 37 ° 35 ' 18 "		
		종점 : 126 ° 51 ' 12 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	355.0m	지면노출 높 이	9.6m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 지선		
	옹벽하부	하천		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

4.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 4.1.1】 위치도

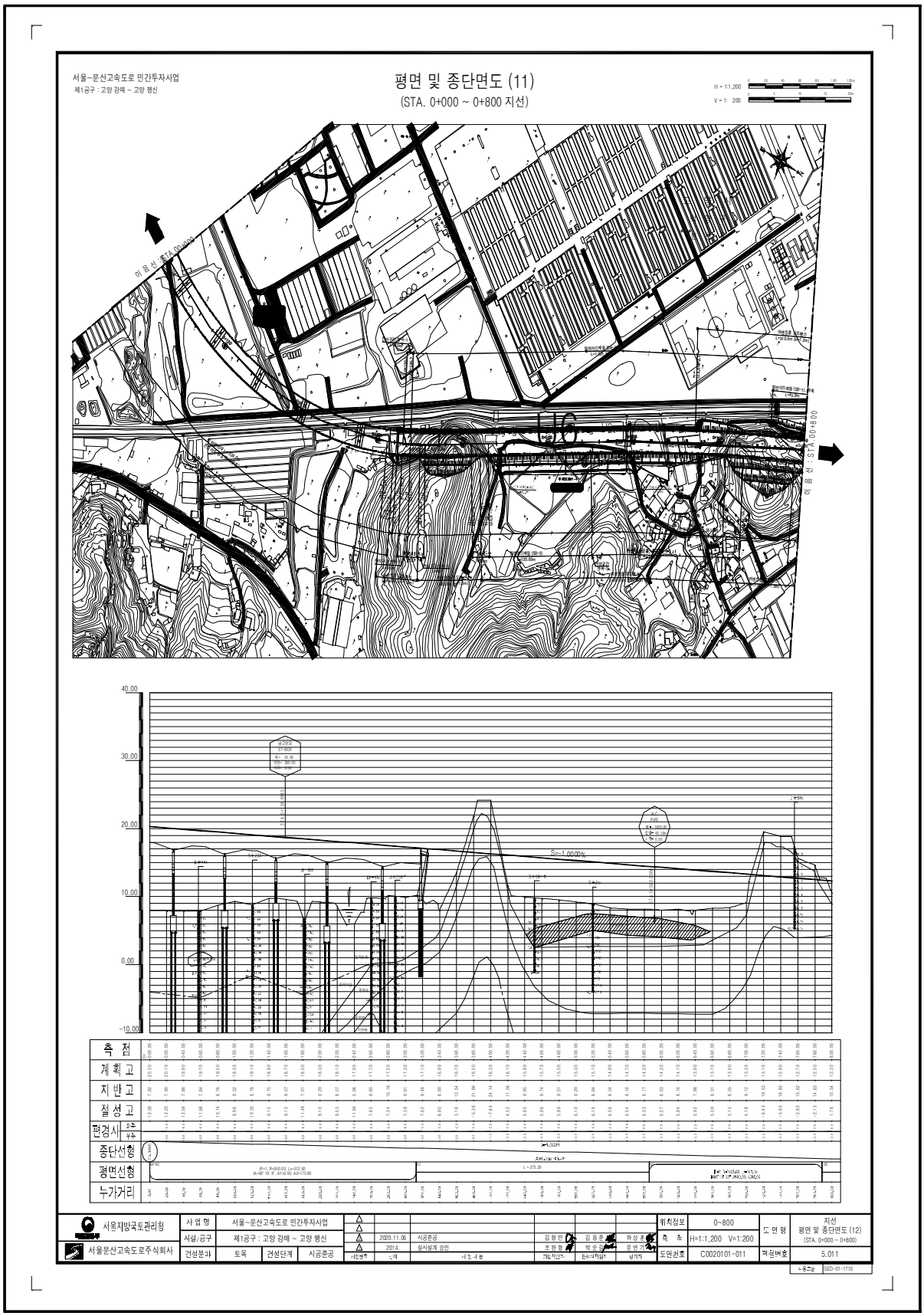
시점부 전경	종점부 전경
	

【그림 4.1.2】 전경사진

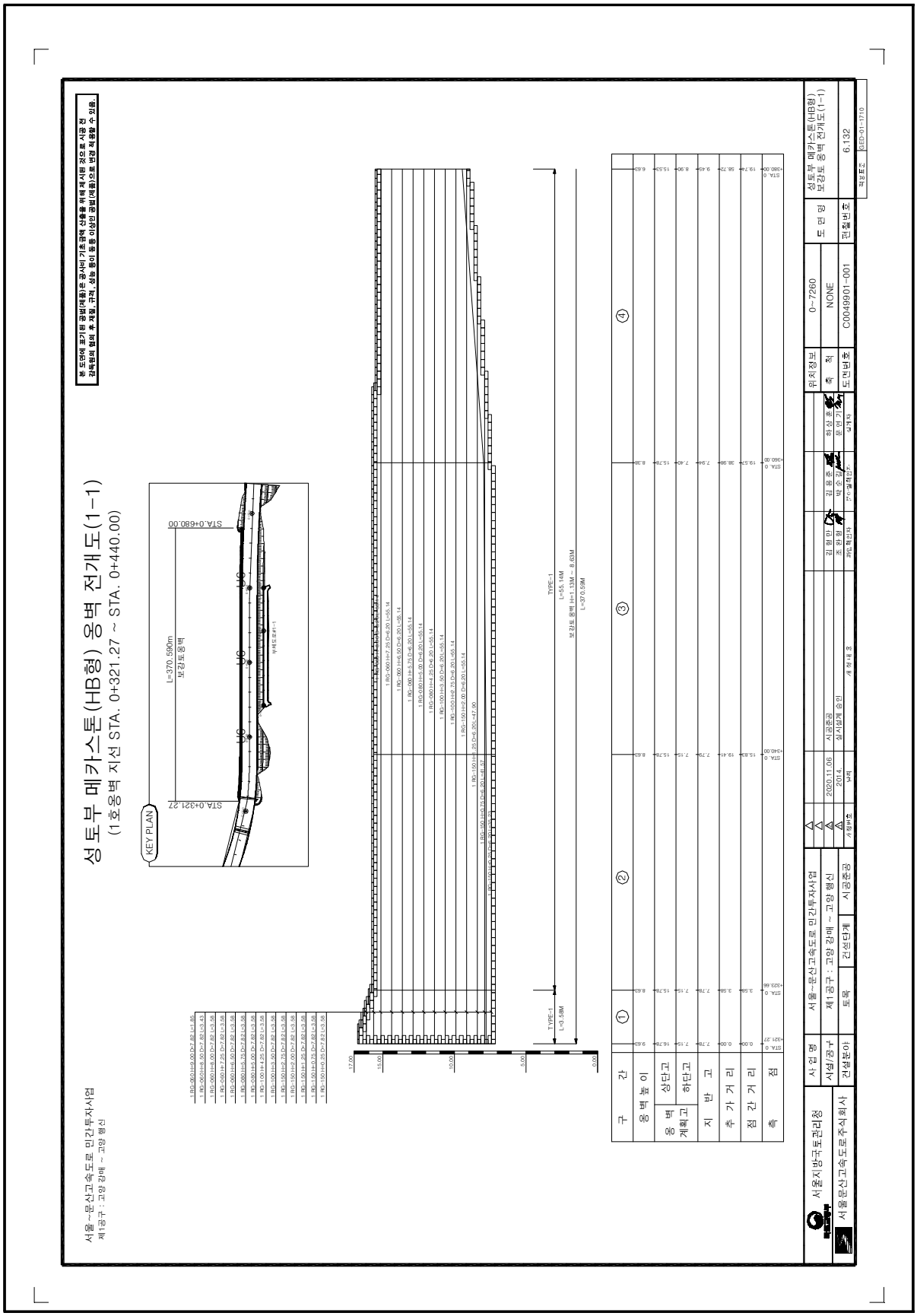
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 4.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

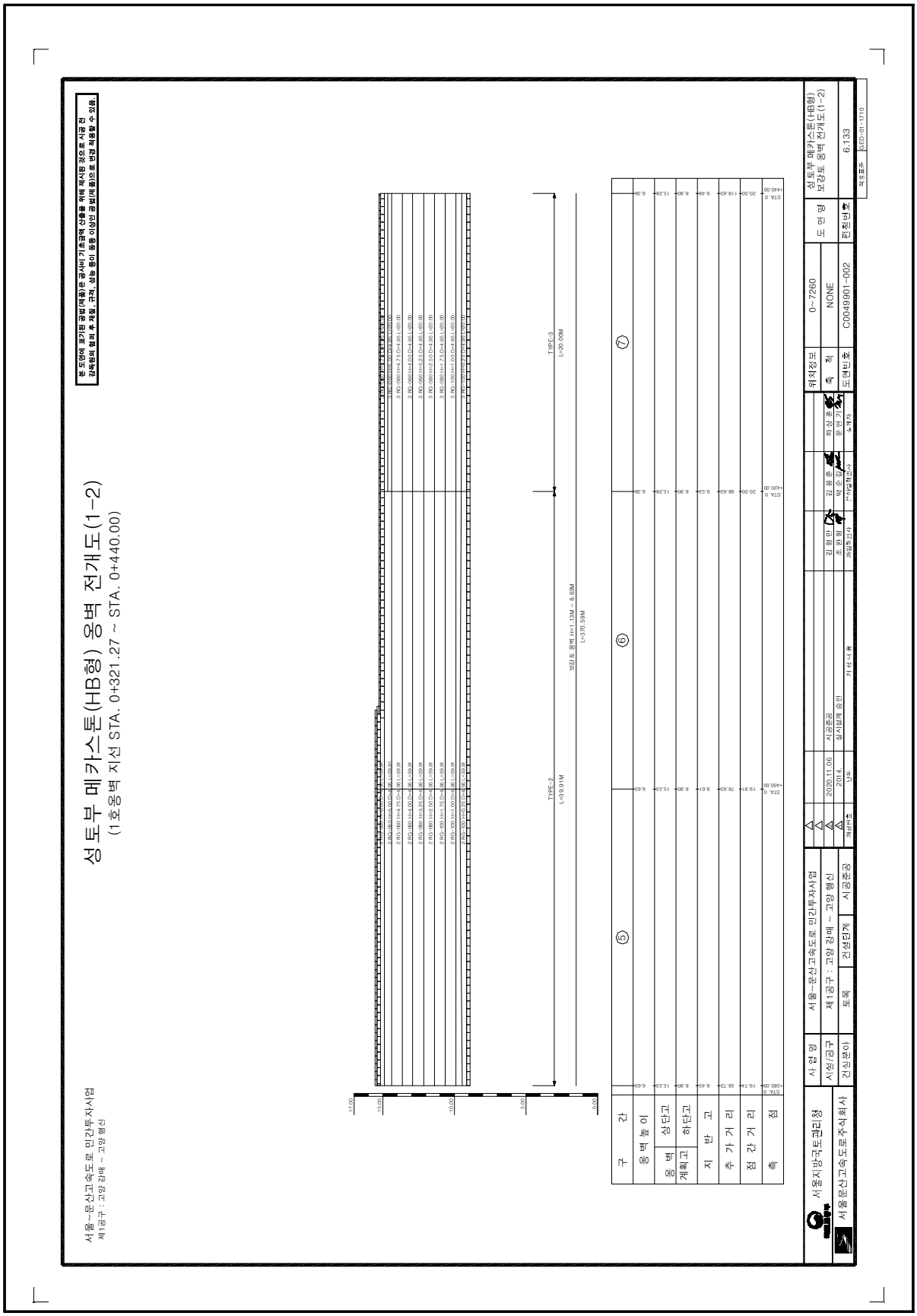
4.1.3 시설물 전개도 및 단면도



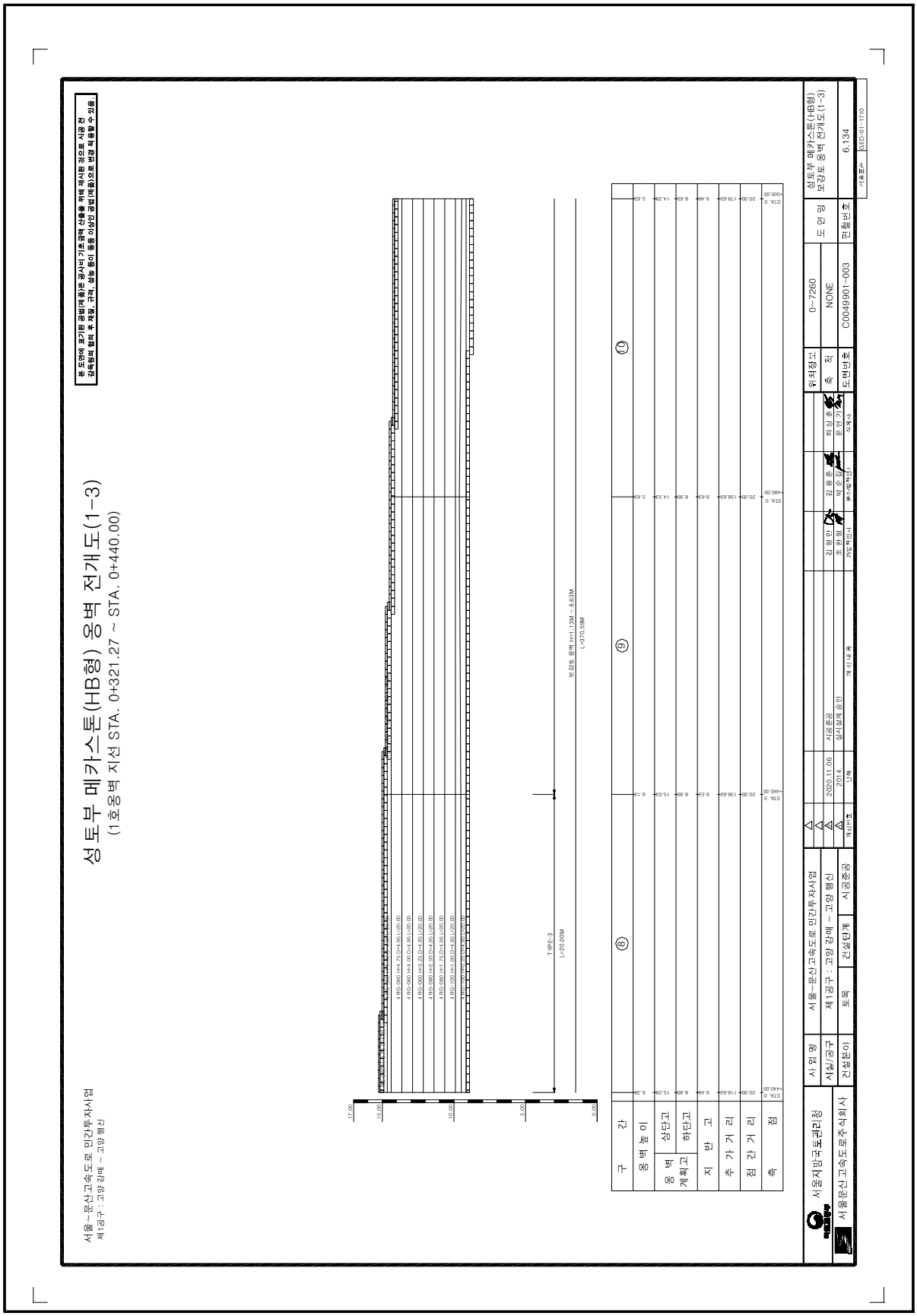
【그림 4.1.4】 종평면도



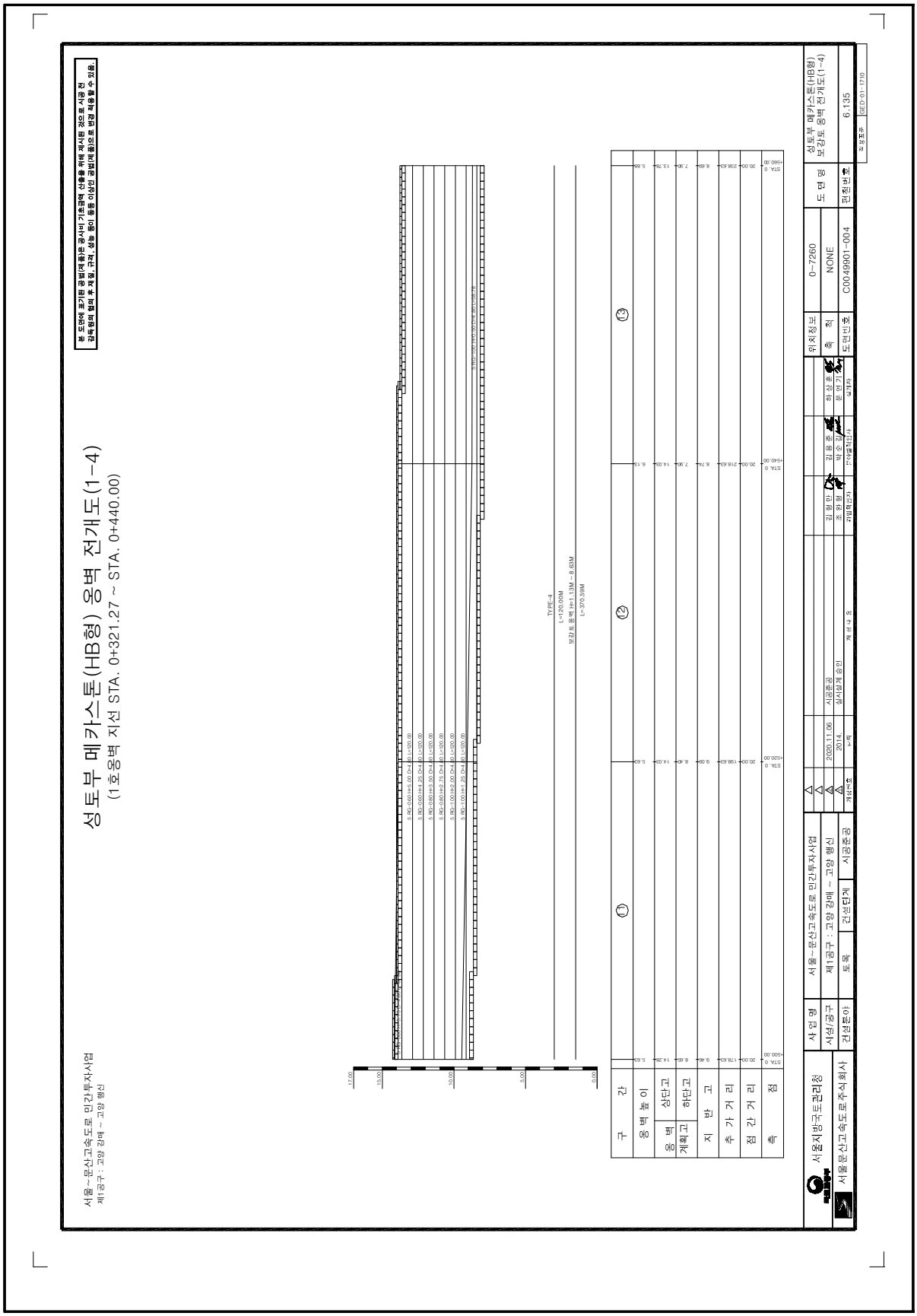
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



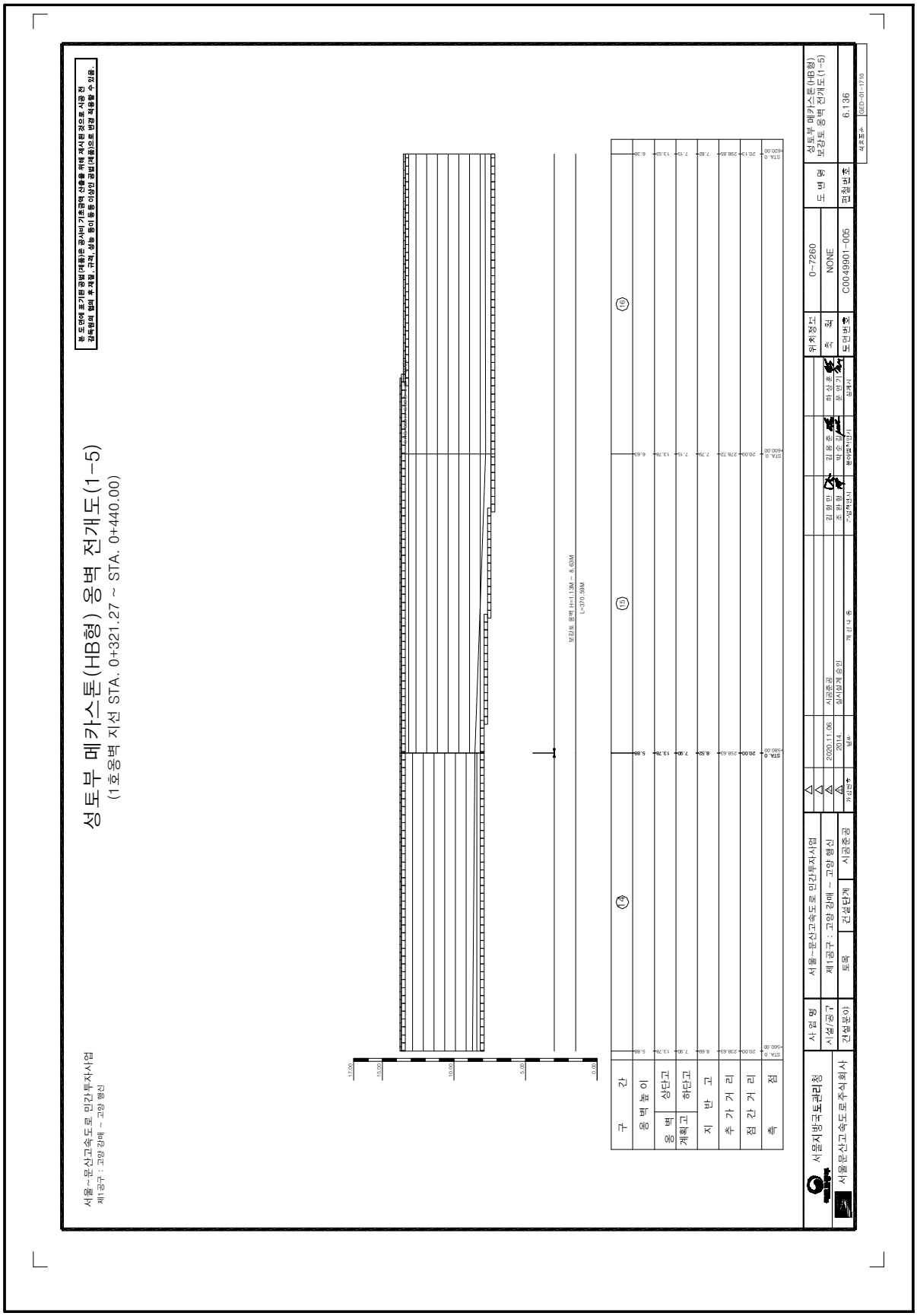
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



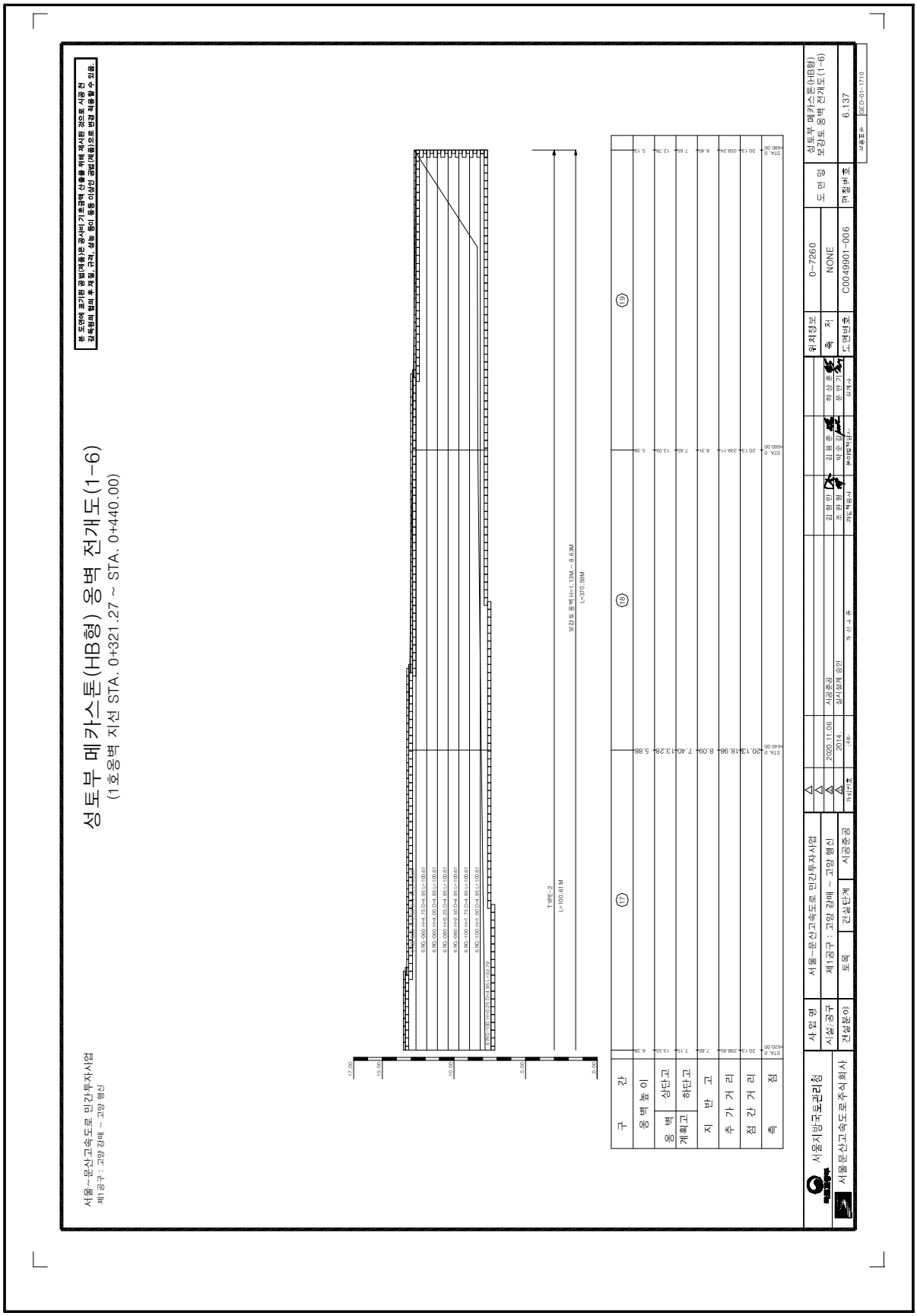
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



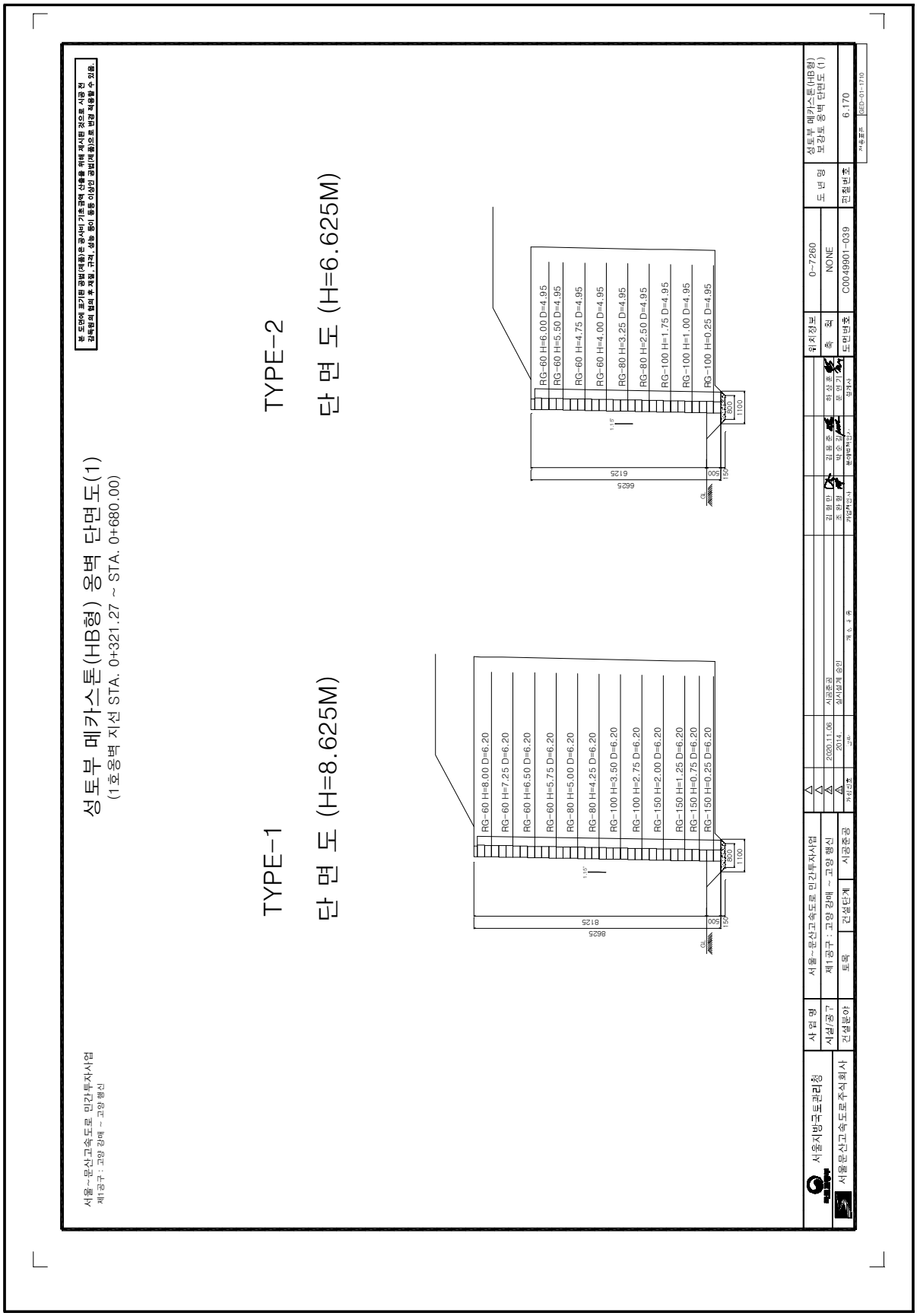
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



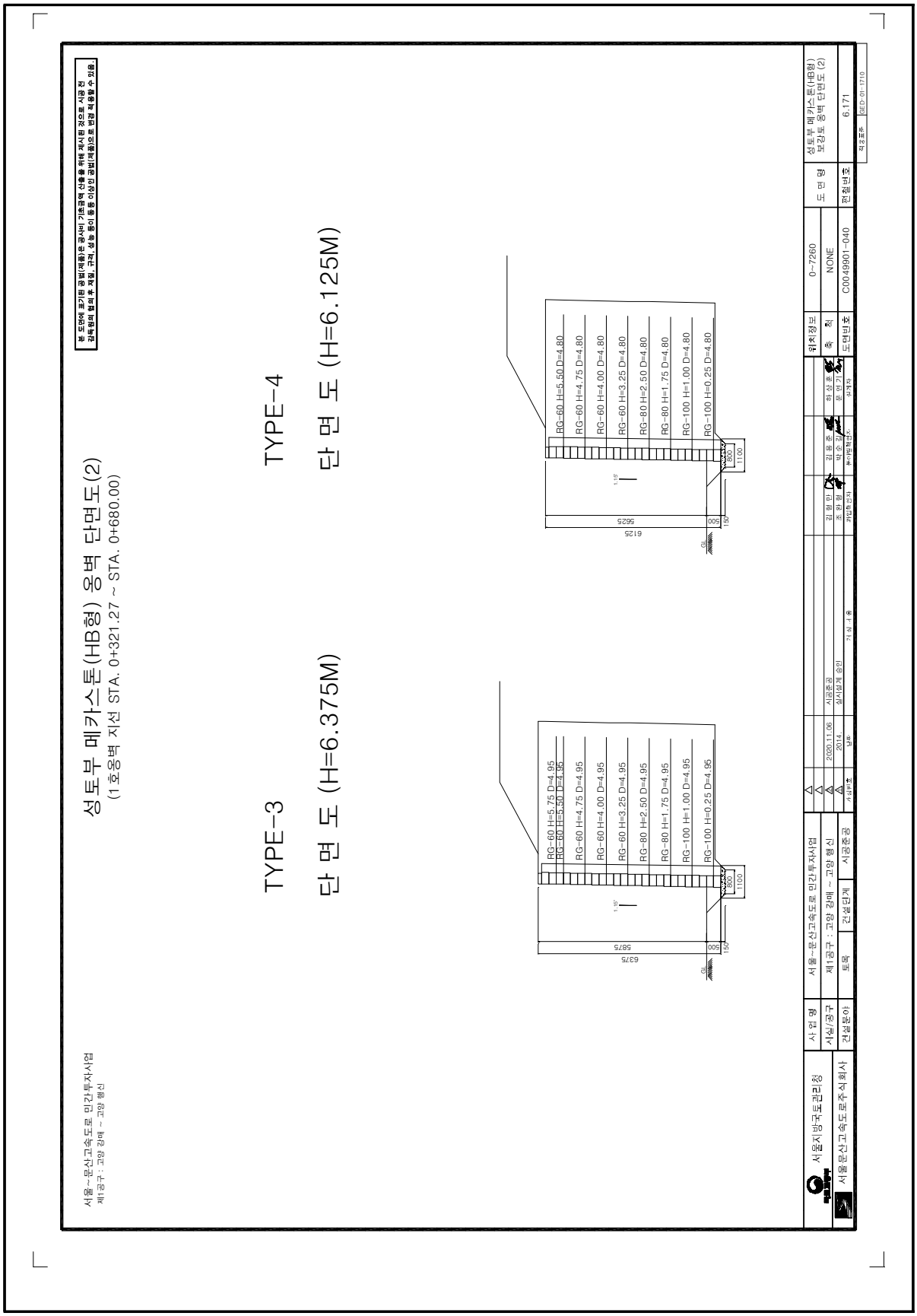
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



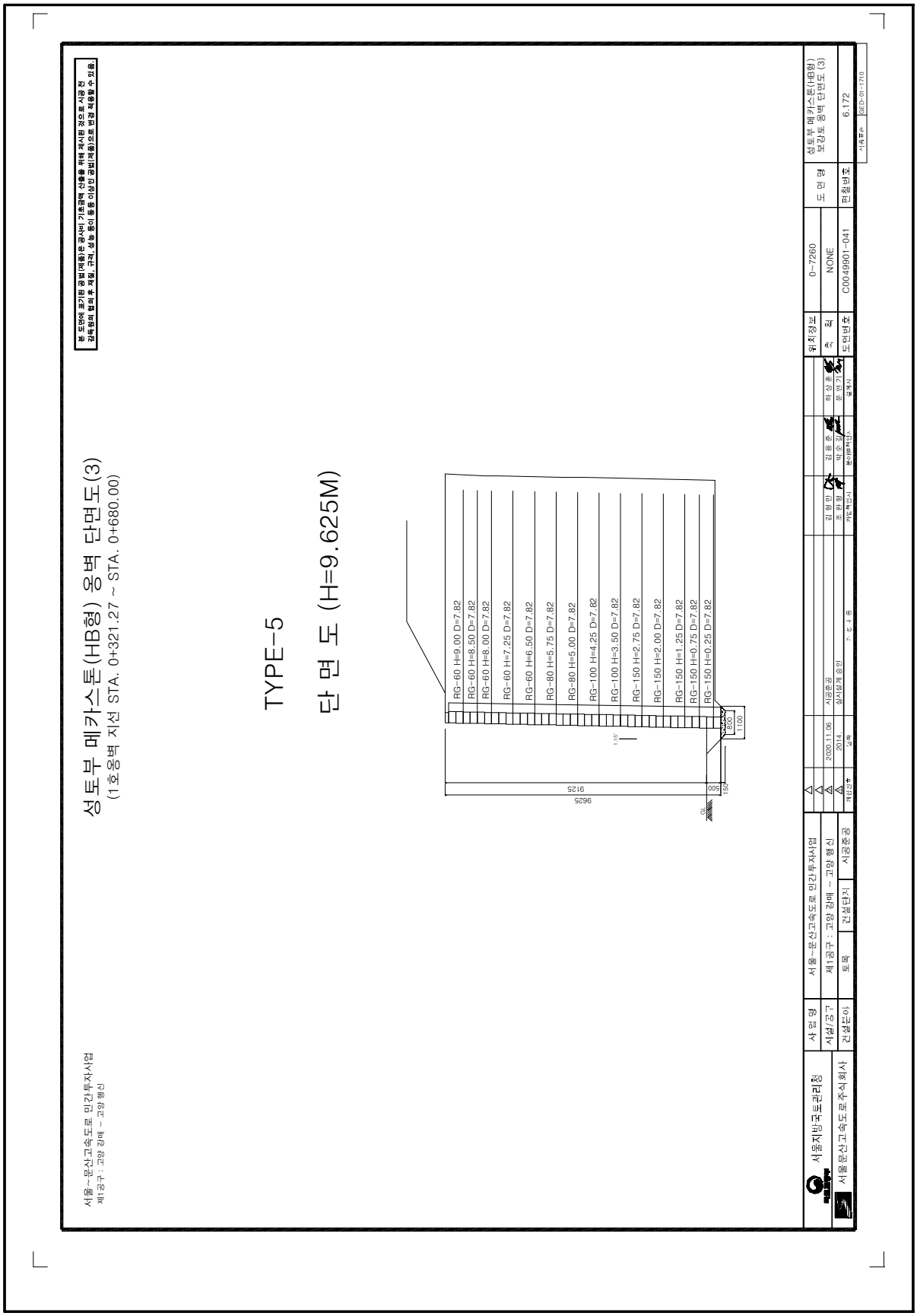
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



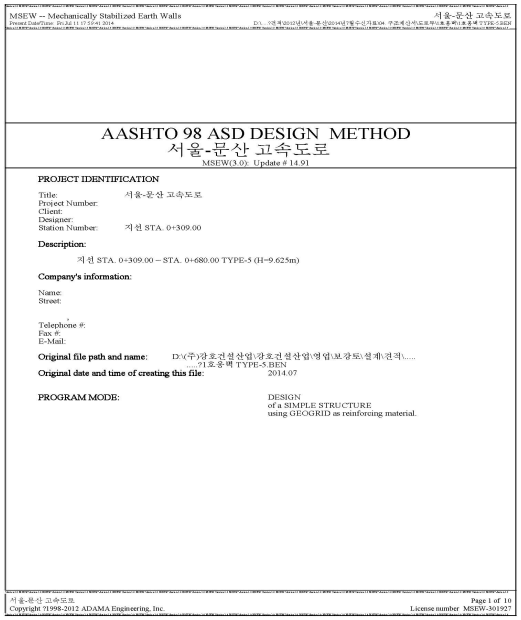
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

4.2 자료수집 및 분석

4.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
서울-문산 고속도로
MSEW(3.0) Update # 14.91

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울-문산 고속도로
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: 지선 STA. 0+309.00

Description:

지선 STA. 0+309.00 – STA. 0+680.00 TYPE-5 (H=9.625m)

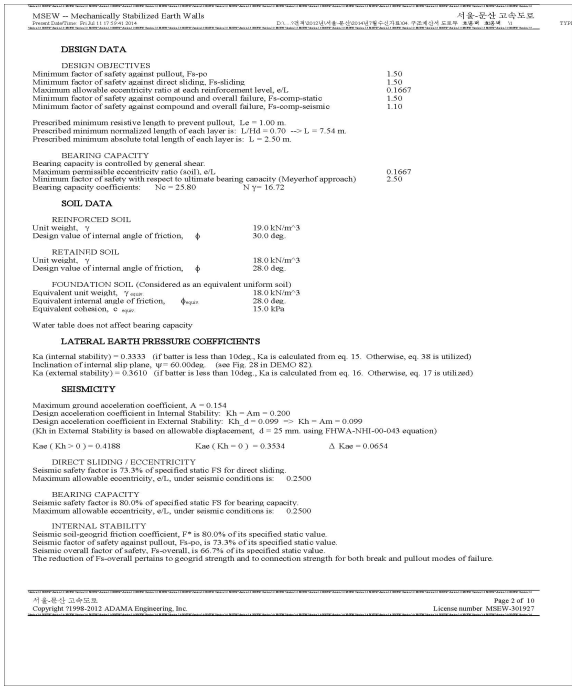
Company's information:

Name:
Street:
Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\(주)강호건설산업\강호건설산업\영업\보강토\설계\견적\.....\지선옹벽 TYPE-5.IBEN
Original date and time of creating this file: 2014.07

PROGRAM MODE: DESIGN of a SIMPLE STRUCTURE using GEOGRID as reinforcing material.

서울-문산 고속도로 Page 1 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs-po	1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, Le = 1.00 m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: L/Hd = 0.70 --> L = 7.54 m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: L = 2.50 m.

BEARING CAPACITY
Bearing capacity is controlled by general shear.

Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50
Bearing capacity coefficients: Nc = 25.80	N'γ= 16.72

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	19.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0 deg.

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	28.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	18.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	28.0 deg.
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	15.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ= 60.00deg. (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.3610 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.099 => Kh = Am = 0.099
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 25 mm. using FHWA-NHI-00-043 equation)

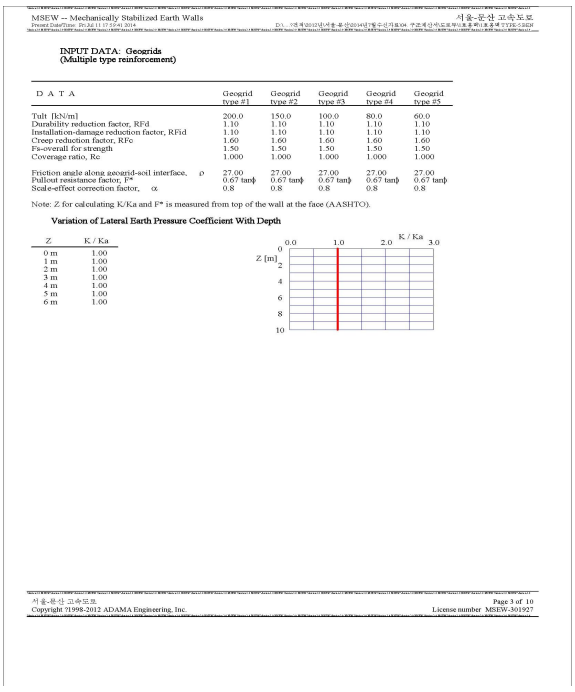
Kae (Kh > 0) = 0.4188 Kae (Kh = 0) = 0.3534 Δ Kae = 0.0654

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY
Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

BEARING CAPACITY
Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

INTERNAL STABILITY
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, Fs-po, is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, Fs-overall, is 66.7% of its specified static value.
The reduction of Fs-overall pertains to geogrid strength and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

서울-문산 고속도로 Page 2 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

INPUT DATA: Geogrids
(Multiple type reinforcement)

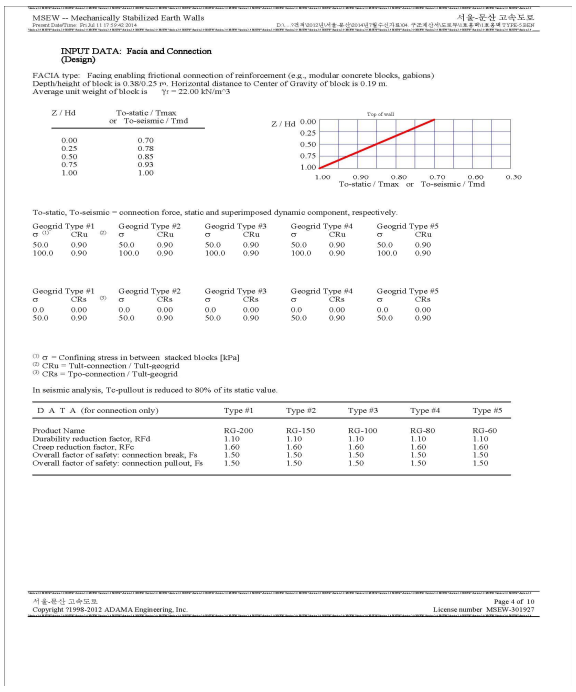
D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fs-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, F*	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/Ka and F* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

서울-문산 고속도로 Page 3 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

INPUT DATA: Facia and Connection
(Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.38/0.25 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is γ= 22.00 kN/m^3

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.70
0.25	0.78
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00

To-static, To-seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1 σ (1)	Geogrid Type #1 CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	Geogrid Type #2 CRu	Geogrid Type #3 σ	Geogrid Type #3 CRu	Geogrid Type #4 σ	Geogrid Type #4 CRu	Geogrid Type #5 σ	Geogrid Type #5 CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90

Geogrid Type #1 σ	Geogrid Type #1 CRa (3)	Geogrid Type #2 σ	Geogrid Type #2 CRa	Geogrid Type #3 σ	Geogrid Type #3 CRa	Geogrid Type #4 σ	Geogrid Type #4 CRa	Geogrid Type #5 σ	Geogrid Type #5 CRa
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-connection / Tult-geogrid
(3) CRa = Tpo-connection / Tult-geogrid

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RG-200	RG-150	RG-100	RG-80	RG-60
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety: connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

서울-문산 고속도로 Page 4 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Fri Jul 11 17:59:40 2014

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd 9.63 [m] { Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 9.13 m }

Batter, ω 1.1 [deg]
Backslope, β 0.0 [deg]
Backslope rise 0.0 [m] Broken back equivalent angle, 1 = 0.00deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa], and live load is 13.0 [kPa]

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:

0 2 4 6 8 10 [m]

서울문산 고속도로 Page 5 of 10
Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Fri Jul 11 17:59:40 2014

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND:
(1) Connection strength V Satisfactory
(2) Geogrid strength X Unsatisfactory
(3) Pullout resistance
(4) Direct sliding
(5) Eccentricity

Bearing capacity: V
Foundation Interface: Direct sliding V Eccentricity V

#	Geogrid Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.25	7.82	2	V	V	V	V	V
2	0.75	7.82	2	V	V	V	V	V
3	1.25	7.82	2	V	V	V	V	V
4	2.00	7.82	2	V	V	V	V	V
5	2.75	7.82	2	V	V	V	V	V
6	3.50	7.82	3	V	V	V	V	V
7	4.25	7.82	3	V	V	V	V	V
8	5.00	7.82	4	V	V	V	V	V
9	5.75	7.82	4	V	V	V	V	V
10	6.50	7.82	5	V	V	V	V	V
11	7.25	7.82	5	V	V	V	V	V
12	8.00	7.82	5	V	V	V	V	V
13	8.50	7.82	5	V	V	V	V	V
14	9.00	7.82	5	V	V	V	V	V

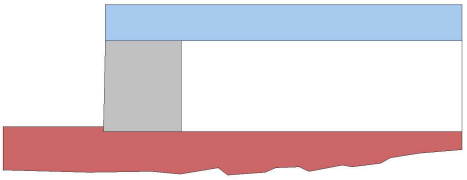
서울문산 고속도로 Page 6 of 10
Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Fri Jul 11 17:59:40 2014

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	1344.3	1231.7	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	237.72	269.4	[kPa]
Eccentricity, e	0.73	1.10	[m]
Eccentricity, e/L	0.093	0.141	
Fs calculated	5.65	4.57	
Base length	7.82	7.82	[m]



SCALE:

0 2 4 6 8 10 [m]

서울문산 고속도로 Page 7 of 10
Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Fri Jul 11 17:59:40 2014

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs-static = 1.500 and Fs-seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 2.357 and Fs-seismic = 1.778

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.82	2.129	1.607	2	RG-150
2	0.75	7.82	2.233	1.689	2	RG-150
3	1.25	7.82	2.349	1.780	2	RG-150
4	2.00	7.82	2.545	1.936	2	RG-150
5	2.75	7.82	2.777	2.121	2	RG-150
6	3.50	7.82	3.056	2.345	3	RG-100
7	4.25	7.82	3.395	2.622	3	RG-100
8	5.00	7.82	3.818	2.971	4	RG-80
9	5.75	7.82	4.361	3.426	4	RG-80
10	6.50	7.82	5.081	4.046	5	RG-60
11	7.25	7.82	6.085	4.936	5	RG-60
12	8.00	7.82	7.579	6.326	5	RG-60
13	8.50	7.82	9.060	7.784	5	RG-60
14	9.00	7.82	11.256	10.113	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1009, e/L seismic = 0.1520; Overturning: Fs-static = 4.73, Fs-seismic = 3.20

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.82	0.0960	0.1445	2	RG-150
2	0.75	7.82	0.0866	0.1301	2	RG-150
3	1.25	7.82	0.0778	0.1164	2	RG-150
4	2.00	7.82	0.0653	0.0974	2	RG-150
5	2.75	7.82	0.0540	0.0800	2	RG-150
6	3.50	7.82	0.0437	0.0644	3	RG-100
7	4.25	7.82	0.0346	0.0504	3	RG-100
8	5.00	7.82	0.0265	0.0382	4	RG-80
9	5.75	7.82	0.0194	0.0277	4	RG-80
10	6.50	7.82	0.0135	0.0188	5	RG-60
11	7.25	7.82	0.0086	0.0116	5	RG-60
12	8.00	7.82	0.0047	0.0062	5	RG-60
13	8.50	7.82	0.0027	0.0034	5	RG-60
14	9.00	7.82	0.0012	0.0014	5	RG-60

서울문산 고속도로 Page 8 of 10
Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Fri Jul 11 17:59:02 2014 D:\...구조계산\02년\서울-문산02년\설계\보강토\보강토 구조계산\서울문산고속도로\옹벽\보강토TYPE-1.BEN

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall static	Specified minimum Fs-overall seismic	Actual calculated Fs-overall seismic	Product name
1	0.25	77.5	31.9	10.2	1.500	2.432	1.000	2.025	RG-150
2	0.75	77.5	30.3	9.9	1.500	2.560	1.000	2.126	RG-150
3	1.25	77.5	35.6	9.5	1.500	2.176	1.000	1.865	RG-150
4	2.00	77.5	39.5	8.9	1.500	1.963	1.000	1.720	RG-150
5	2.75	77.5	35.9	8.4	1.500	2.158	1.000	1.883	RG-150
6	3.50	51.7	32.3	7.8	1.500	1.597	1.000	1.387	RG-100
7	4.25	51.7	28.8	7.3	1.500	1.795	1.000	1.550	RG-100
8	5.00	41.3	25.2	6.7	1.500	1.639	1.000	1.405	RG-80
9	5.75	41.3	21.7	6.2	1.500	1.908	1.000	1.620	RG-80
10	6.50	31.0	18.1	5.6	1.500	1.713	1.000	1.435	RG-60
11	7.25	31.0	14.5	5.0	1.500	2.133	1.000	1.753	RG-60
12	8.00	31.0	9.4	4.5	1.500	3.301	1.000	2.542	RG-60
13	8.50	31.0	5.7	4.1	1.500	5.409	1.000	3.734	RG-60
14	9.00	31.0	6.2	3.7	1.500	4.986	1.000	3.622	RG-60

RESULTS for PULLOUT Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.25	1.000	31.85	10.24	7.68	0.14	846.9	1.500	26.585	677.5	1.100	16.094
2	0.75	1.000	30.27	9.87	7.41	0.42	772.8	1.500	25.531	618.3	1.100	15.403
3	1.25	1.000	35.61	9.50	7.13	0.70	701.8	1.500	19.706	561.4	1.100	12.445
4	2.00	1.000	39.47	8.94	6.71	1.11	601.4	1.500	15.238	481.1	1.100	9.939
5	2.75	1.000	35.91	8.38	6.29	1.53	508.5	1.500	14.161	406.8	1.100	9.184
6	3.50	1.000	32.34	7.83	5.87	1.95	422.9	1.500	13.075	338.3	1.100	8.422
7	4.25	1.000	28.78	7.27	5.46	2.37	344.7	1.500	11.976	275.7	1.100	7.649
8	5.00	1.000	25.22	6.71	5.04	2.79	273.8	1.500	10.859	219.1	1.100	6.861
9	5.75	1.000	21.66	6.16	4.62	3.20	210.4	1.500	9.715	168.3	1.100	6.052
10	6.50	1.000	18.09	5.60	4.20	3.62	154.4	1.500	8.534	123.5	1.100	5.214
11	7.25	1.000	14.53	5.04	3.78	4.04	105.7	1.500	7.272	84.5	1.100	4.319
12	8.00	1.000	9.39	4.49	3.37	4.46	64.3	1.500	6.851	51.5	1.100	3.709
13	8.50	1.000	5.73	4.11	3.09	4.74	40.8	1.500	7.126	32.7	1.100	3.318
14	9.00	1.000	6.22	3.74	2.81	5.02	20.6	1.500	3.318	16.5	1.100	1.657

서울-문산 고속도로 Page 9 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Fri Jul 11 17:59:02 2014 D:\...구조계산\02년\서울-문산02년\설계\보강토\보강토 구조계산\서울문산고속도로\옹벽\보강토TYPE-1.BEN

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	31.6	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.43	1.50	4.27	1.50	2.45	RG-150
2	0.75	29.6	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.59	1.50	4.57	1.50	2.62	RG-150
3	1.25	34.2	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.24	1.50	3.94	1.50	2.26	RG-150
4	2.00	37.0	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.07	1.50	3.65	1.50	2.09	RG-150
5	2.75	32.8	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.34	1.50	4.11	1.50	2.36	RG-150
6	3.50	28.8	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.77	1.50	3.12	1.50	1.79	RG-100
7	4.25	25.0	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	2.05	1.50	3.60	1.50	2.07	RG-100
8	5.00	21.3	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	1.92	1.50	3.38	1.50	1.94	RG-80
9	5.75	17.8	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.30	1.50	4.05	1.50	2.32	RG-80
10	6.50	14.4	0.90	0.90	30.7	54.0	31.0	1.50	2.13	1.50	3.74	1.50	2.15	RG-60
11	7.25	11.2	0.90	0.90	30.7	54.0	31.0	1.50	2.73	1.50	4.80	1.50	2.76	RG-60
12	8.00	7.0	0.90	0.64	30.7	38.6	31.0	1.50	4.35	1.50	5.48	1.50	4.40	RG-60
13	8.50	4.2	0.90	0.45	30.7	26.7	31.0	1.50	7.29	1.50	6.35	1.50	7.36	RG-60
14	9.00	4.5	0.90	0.25	30.7	14.8	31.0	1.50	6.86	1.50	3.32	1.50	6.93	RG-60

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	41.8	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.02	1.00	2.59	1.00	2.04	RG-150
2	0.75	39.2	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.16	1.00	2.75	1.00	2.18	RG-150
3	1.25	43.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.92	1.00	2.49	1.00	1.94	RG-150
4	2.00	45.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.82	1.00	2.38	1.00	1.83	RG-150
5	2.75	40.5	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.04	1.00	2.67	1.00	2.06	RG-150
6	3.50	35.8	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.54	1.00	2.01	1.00	1.56	RG-100
7	4.25	31.3	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.77	1.00	2.30	1.00	1.79	RG-100
8	5.00	27.0	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.65	1.00	2.14	1.00	1.66	RG-80
9	5.75	22.8	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.95	1.00	2.52	1.00	1.97	RG-80
10	6.50	18.9	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.78	1.00	2.29	1.00	1.80	RG-60
11	7.25	15.2	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	2.24	1.00	2.85	1.00	2.26	RG-60
12	8.00	10.4	0.90	0.51	30.7	30.9	31.0	1.00	3.35	1.00	2.97	1.00	3.39	RG-60
13	8.50	7.2	0.90	0.36	30.7	21.4	31.0	1.00	5.03	1.00	2.96	1.00	5.08	RG-60
14	9.00	7.2	0.90	0.20	30.7	11.9	31.0	1.00	4.98	1.00	1.66	1.00	5.03	RG-60

서울-문산 고속도로 Page 10 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Wed Jul 09 16:55:10 2014 D:\...구조계산\02년\서울-문산02년\설계\보강토\보강토 구조계산\서울문산고속도로\옹벽\보강토TYPE-1.BEN

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
서울-문산 고속도로

MSEW(3.0): Update # 14.91

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울-문산 고속도로
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: 지선 STA. 0+340.00

Description:

지선 STA. 0+309.00 ~ STA. 0+680.00 TYPE-1 (H=8.625m)

Company's information:

Name:
Street:

Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\(주)강호건설산업\강호건설산업\영업\보강토\설계\견적\.....
.....?1호옹벽 TYPE-1.BEN

Original date and time of creating this file: 2014.07

PROGRAM MODE: DESIGN
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

서울-문산 고속도로 Page 1 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Wed Jul 09 16:55:10 2014 D:\...구조계산\02년\서울-문산02년\설계\보강토\보강토 구조계산\서울문산고속도로\옹벽\보강토TYPE-1.BEN

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs-po	1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, Le = 1.00 m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: L/Hd = 0.70 --> L = 6.20 m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: L = 2.50 m.

BEARING CAPACITY

Bearing capacity is controlled by general shear.	
Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50
Bearing capacity coefficients: Nc = 25.80	N γ= 16.72

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	19.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0 deg.

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, ϕ	28.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	19.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	28.0 deg.
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	3.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ= 60.00deg. (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.3622 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.099 => Kh = Am = 0.099
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 25 mm. using FHWA-NHI-00-043 equation)

Kae (Kh > 0) = 0.4244 Kae (Kh = 0) = 0.3542 Δ Kae = 0.0702

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY
Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

BEARING CAPACITY
Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L, under seismic conditions is: 0.2500

INTERNAL STABILITY
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, Fs-po, is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, Fs-overall, is 66.7% of its specified static value.
The reduction of Fs-overall pertains to geogrid strength and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

서울-문산 고속도로 Page 2 of 10
Copyright ?1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

구조계산서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

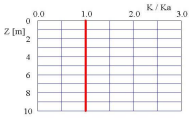
INPUT DATA: Geogrids
(Multiple type reinforcement)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fs-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, F*	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ	0.67 tanϕ
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/Ka and F* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00



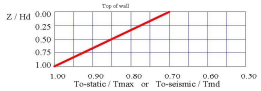
Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

INPUT DATA: Facia and Connection
(Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.38/0.25 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is γr = 22.00 kN/m^3

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.70
0.25	0.78
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00



To-static, To-seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1 σ (1)	CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90

Geogrid Type #1 σ	CRs (3)	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-connection / Tult-geogrid
(3) CRs = Tpo-connection / Tult-geogrid

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RG-200	RG-150	RG-100	RG-80	RG-60
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Creep reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety: connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

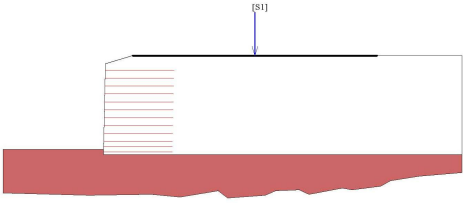
INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd 8.63 [m] { Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 8.13 m }
Batter, ω 1.1 [deg]
Backslope, β 17.6 [deg]
Backslope rise 0.8 [m] Broken back equivalent angle, 1 = 2.56deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)

U N I F O R M S U R C H A R G E
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Qv-d = 0.0 and Qv-l = 13.0 [kPa].
Footing width, b=22.0 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 13.5 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:



Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND: (1) Connection strength V Satisfactory
(2) Geogrid strength X Unsatisfactory
(3) Pullout resistance
(4) Direct sliding
(5) Eccentricity

Bearing capacity: V
Foundation Interface: Direct sliding V Eccentricity V

#	Geogrid Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.25	6.20	2	V	V	V	V	V
2	0.75	6.20	2	V	V	V	V	V
3	1.25	6.20	2	V	V	V	V	V
4	2.00	6.20	2	V	V	V	V	V
5	2.75	6.20	3	V	V	V	V	V
6	3.50	6.20	3	V	V	V	V	V

#	Geogrid Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7	4.25	6.20	4	V	V	V	V	V
8	5.00	6.20	4	V	V	V	V	V
9	5.75	6.20	5	V	V	V	V	V
10	6.50	6.20	5	V	V	V	V	V
11	7.25	6.20	5	V	V	V	V	V
12	8.00	6.20	5	V	V	V	V	V

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

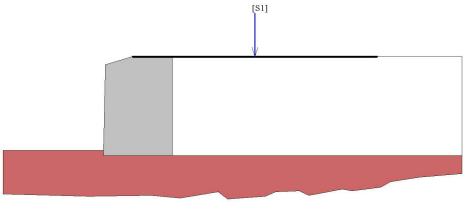
구조계산서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Wed Jul 09 16:55:19 2014 D:\...구조계산서\서울-문산고속도로\보강토옹벽\보강토옹벽 TYPE-1.SEM

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	804.6	658.6	[kPa]
Meyerhof stress, $\bar{\sigma}_v$	247.38	309.9	[kPa]
Eccentricity, e	0.81	1.27	[m]
Eccentricity, e/L	0.131	0.205	
Fs calculated	3.25	2.13	
Base length	6.20	6.20	[m]



SCALE:

0 2 4 6 [m]

서울-문산 고속도로 Page 7 of 10

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Wed Jul 09 16:55:19 2014 D:\...구조계산서\서울-문산고속도로\보강토옹벽\보강토옹벽 TYPE-1.SEM

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs-static = 1.500 and Fs-seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.823 and Fs-seismic = 1.374

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	6.20	1.731	1.306	2	RG-150
2	0.75	6.20	1.816	1.373	2	RG-150
3	1.25	6.20	1.909	1.447	2	RG-150
4	2.00	6.20	2.067	1.575	2	RG-150
5	2.75	6.20	2.254	1.727	3	RG-100
6	3.50	6.20	2.478	1.912	3	RG-100
7	4.25	6.20	2.749	2.142	4	RG-80
8	5.00	6.20	3.087	2.453	4	RG-80
9	5.75	6.20	3.515	2.870	5	RG-60
10	6.50	6.20	4.075	3.450	5	RG-60
11	7.25	6.20	4.829	4.297	5	RG-60
12	8.00	6.20	5.850	5.573	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1453, e/L seismic = 0.2226; Overturning: Fs-static = 3.15, Fs-seismic = 2.14

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	6.20	0.1378	0.2109	2	RG-150
2	0.75	6.20	0.1232	0.1884	2	RG-150
3	1.25	6.20	0.1092	0.1670	2	RG-150
4	2.00	6.20	0.0897	0.1371	2	RG-150
5	2.75	6.20	0.0716	0.1096	3	RG-100
6	3.50	6.20	0.0549	0.0845	3	RG-100
7	4.25	6.20	0.0395	0.0618	4	RG-80
8	5.00	6.20	0.0253	0.0401	4	RG-80
9	5.75	6.20	0.0120	0.0209	5	RG-60
10	6.50	6.20	-0.0013	0.0033	5	RG-60
11	7.25	6.20	-0.0162	-0.0144	5	RG-60
12	8.00	6.20	-0.0386	-0.0384	5	RG-60

서울-문산 고속도로 Page 8 of 10

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Wed Jul 09 16:55:19 2014 D:\...구조계산서\서울-문산고속도로\보강토옹벽\보강토옹벽 TYPE-1.SEM

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall static	Specified minimum Fs-overall seismic	Actual calculated Fs-overall seismic	Product name
1	0.25	77.5	30.1	11.4	1.500	2.574	1.000	2.082	RG-150
2	0.75	77.5	28.5	10.9	1.500	2.716	1.000	2.194	RG-150
3	1.25	77.5	33.5	10.3	1.500	2.316	1.000	1.941	RG-150
4	2.00	77.5	36.9	9.5	1.500	2.099	1.000	1.807	RG-150
5	2.75	51.7	33.4	8.8	1.500	1.547	1.000	1.329	RG-100
6	3.50	51.7	29.9	8.0	1.500	1.730	1.000	1.482	RG-100
7	4.25	41.3	26.3	7.2	1.500	1.569	1.000	1.340	RG-80
8	5.00	41.3	22.8	6.4	1.500	1.809	1.000	1.539	RG-80
9	5.75	31.0	19.4	5.6	1.500	1.600	1.000	1.355	RG-60
10	6.50	31.0	15.9	4.8	1.500	1.951	1.000	1.639	RG-60
11	7.25	31.0	12.4	4.1	1.500	2.497	1.000	2.073	RG-60
12	8.00	31.0	11.2	3.3	1.500	2.777	1.000	2.347	RG-60

RESULTS for PULLOUT

Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.25	1.000	30.10	11.38	6.06	0.14	640.3	1.500	21.274	512.2	1.100	12.351
2	0.75	1.000	28.53	10.85	5.78	0.42	579.0	1.500	20.293	463.2	1.100	11.760
3	1.25	1.000	33.46	10.33	5.50	0.70	520.3	1.500	15.551	416.2	1.100	9.506
4	2.00	1.000	36.91	9.55	5.09	1.11	438.1	1.500	11.869	350.5	1.100	7.544
5	2.75	1.000	33.39	8.76	4.67	1.53	362.6	1.500	10.862	290.1	1.100	6.883
6	3.50	1.000	29.86	7.98	4.25	1.95	293.8	1.500	9.840	235.1	1.100	6.212
7	4.25	1.000	26.34	7.19	3.83	2.37	231.7	1.500	8.795	185.3	1.100	5.527
8	5.00	1.000	22.85	6.41	3.41	2.79	176.4	1.500	7.719	141.1	1.100	4.822
9	5.75	1.000	19.36	5.62	3.00	3.20	128.4	1.500	6.628	102.7	1.100	4.109
10	6.50	1.000	15.89	4.84	2.58	3.62	87.7	1.500	5.522	70.2	1.100	3.386
11	7.25	1.000	12.41	4.05	2.16	4.04	54.5	1.500	4.387	43.6	1.100	2.646
12	8.00	1.000	11.16	3.27	1.74	4.46	28.6	1.500	2.560	22.9	1.100	1.584

서울-문산 고속도로 Page 9 of 10

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로

Printed Date/Time: Wed Jul 09 16:55:19 2014 D:\...구조계산서\서울-문산고속도로\보강토옹벽\보강토옹벽 TYPE-1.SEM

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	29.8	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.57	1.50	4.52	1.50	2.60	RG-150
2	0.75	27.8	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.76	1.50	4.86	1.50	2.79	RG-150
3	1.25	32.0	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.40	1.50	4.22	1.50	2.42	RG-150
4	2.00	34.3	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.23	1.50	3.93	1.50	2.26	RG-150
5	2.75	30.2	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.69	1.50	2.98	1.50	1.71	RG-100
6	3.50	26.2	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.95	1.50	3.43	1.50	1.97	RG-100
7	4.25	22.4	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	1.82	1.50	3.21	1.50	1.84	RG-80
8	5.00	18.9	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.17	1.50	3.81	1.50	2.19	RG-80
9	5.75	15.5	0.90	0.90	30.7	54.0	31.0	1.50	1.98	1.50	3.49	1.50	2.00	RG-60
10	6.50	12.3	0.90	0.84	30.7	50.5	31.0	1.50	2.50	1.50	4.11	1.50	2.52	RG-60
11	7.25	9.3	0.90	0.54	30.7	32.7	31.0	1.50	3.31	1.50	3.52	1.50	3.34	RG-60
12	8.00	8.1	0.90	0.25	30.7	14.8	31.0	1.50	3.81	1.50	1.84	1.50	3.85	RG-60

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Reduction factor for connection pullout, CRs	Available connection strength, To-break criterion [kN/m]	Available connection strength, To-pullout criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall connection pullout Specified	Fs-overall connection pullout Actual	Fs-overall Geogrid strength Specified	Fs-overall Geogrid strength Actual	Product name
1	0.25	41.1	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.08	1.00	2.63	1.00	2.10	RG-150
2	0.75	38.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.23	1.00	2.82	1.00	2.25	RG-150
3	1.25	41.9	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.01	1.00	2.58	1.00	2.03	RG-150
4	2.00	43.2	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.92	1.00	2.50	1.00	1.94	RG-150
5	2.75	38.1	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.45	1.00	1.89	1.00	1.47	RG-100
6	3.50	33.2	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.67	1.00	2.17	1.00	1.69	RG-100
7	4.25	28.6	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.56	1.00	2.02	1.00	1.57	RG-80
8	5.00	24.2	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.84	1.00	2.38	1.00	1.86	RG-80
9	5.75	20.0	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.68	1.00	2.16	1.00	1.69	RG-60
10	6.50	16.0	0.90	0.67	30.7	40.4	31.0	1.00	2.10	1.00	2.52	1.00	2.12	RG-60
11	7.25	12.3	0.90	0.44	30.7	26.1	31.0	1.00	2.74	1.00	2.12	1.00	2.77	RG-60
12	8.00	10.4	0.90	0.20	30.7	11.9	31.0	1.00	3.22	1.00	1.14	1.00	3.25	RG-60

서울-문산 고속도로 Page 10 of 10

Copyright 71998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

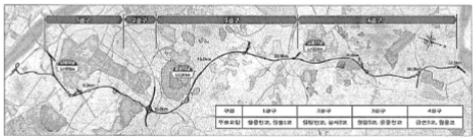
안전점토서

제 4 편 상세 및 보완조사

제 2 장 구조물별 지층현황

2.1 시추조사 현황

2.1.1 시추조사 위치



○ 터널구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (El.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (El.m)
감배 터널	BH-29	556,079.0	186,354.6	51.5	감배 터널	BH-33	556,284.0	186,638.1	61.3
	BH-30	556,106.5	186,354.6	39.5		BH-34	556,330.8	186,648.3	48.2
	BH-31	556,099.1	186,345.3	51.5		BH-35	556,297.8	186,678.7	43.5
	BH-32	556,142.0	186,447.2	50.8			–	–	–

○ 교량구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (El.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (El.m)
감매교	BH-1	555,291.9	185,380.0	2.2	경매1교	BH-15	555,768.1	185,631.6	10.1
감매교	BH-2	555,334.8	185,405.9	6.1		BH-16	555,792.2	185,655.7	10.1
감매교	BH-3	555,380.0	185,422.3	6.7	북로IC R-A1교	BH-17	555,698.3	185,607.5	9.4
	BH-4	555,429.2	185,450.1	12.5		BH-20	555,778.2	185,709.4	10.1
	BH-5	555,460.1	185,462.7	7.6	감매2교	BH-21	555,843.0	185,684.9	9.3
	BH-6	555,514.9	185,488.1	7.4		BH-24	555,937.6	185,922.0	10.8
	BH-7	555,514.9	185,488.1	9.4		BH-25	555,949.5	185,960.9	10.2
	BH-8	555,521.6	185,391.2	12.5	감매3교	BH-26	555,983.5	186,024.0	7.8
북로IC R-B교	BH-9	555,521.3	185,427.7	7.5		BH-27	556,014.9	186,106.1	7.9
	BH-10	555,547.7	185,450.2	8.5		BH-28	556,035.7	186,140.8	10.0
	BH-11	555,575.8	185,455.3	9.7		BH-41	556,797.0	187,021.0	20.5
감매1교	BH-13	555,731.2	185,593.2	10.8	램산1교	BH-42	556,833.0	187,064.0	17.4
	BH-14	555,747.3	185,610.1	10.8		BH-43	556,899.0	187,113.0	34.0

제 10 편 기타구조물 설계

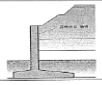
제 1 장 보강토옹벽 구조물 설계

1.1 설계개요

기본방향	•주거지역, 인근 도로 및 토공계획이 관련한 민원예상구간에 기타구조물 계획 •옹벽 형식은 지반조건, 경제성 및 시공성 분석을 통한 현지여건에 적합한 형식 선정 •주변 환경성 미관 및 안정성에 유리한 옹벽형식 선정

1.1.1 보강토옹벽 형식 검토

•옹벽의 형식은 지반조건, 미관 및 경제성 분석을 통하여 현지여건에 적합한 형식을 선정
•옹벽에 대한 내적, 외적 및 전체적 안정성을 검토하여 옹벽설계 수행

구 분		블럭식 보강토 옹벽	판넬식 보강토 옹벽	일반 콘크리트 옹벽
개요도				
시공성	높이	•1~15m (계단형)	•3~30m	•2~8m
	구성	•콘크리트 블록 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트 전면판 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트, 철근, 거푸집, 비계 등 가설재로 구성 •배수공, 뒷채움 다짐
	공기	•기성품으로 동절기 공사가능	•기성품으로 동절기 공사가능	•동절기 공사에 어려움
	미관	•자연석 문양 외관수려 •다양한 색상 옹벽축조	•조립식 Precast Con'c 이므로 형성이 정확	•현장타설로 표면이 거침 •조형미가 없음
안정성		•부등침하, 지진등 내구성이 강함 (지반, 비전토변위에 적응력우수)	•전면배수로 수압에 조절에 의해 안정성확보, 전면판 변형 미비	•배수공 막힘 현상에 따른 수압 증가로 옹벽 안정성 저하우려
선 정		◉	-	◉
검 토 결 과		•지역여건을 고려하여 미관이 우수한 블럭식 보강토 옹벽 선정 •비전 여유부지 미확보 및 중벽 높이가 높지 않은 구간은 일반 콘크리트 옹벽 선정		

1.1.2 보강토옹벽 설계기준

구 분		설계기준 및 해석방법	적용 설계기준	
적용 시방서		•French Standard NF P94-220, A 05-252 •도로교 설계기준 (건설교통부, 2000)	외적안정	•저면활동 : Fs = 1.5 •전 도 : Fs = 2.0 •지 지 력 : Fs = 2.5 •전체활동 : Fs = 1.5
참 고 문 헌		•TAI Design Guide A-01/05, A-15/16 •도로설계편람(II) (건설교통부, 2000) •도로설계실무편람 (한국도로공사, 1996)		
적용 설계법		•내적/외적안정 - 한계상태 설계법 •전체안정 - 허용응력 설계법	내적안정	•보강재인발 : Fs = 1.5 •보강재파단 : Fs = 1.0
적 용 토 압	상 사	•Coulomb 토압		
	지진시	•Mononobe-Okabe 토압		

1.2 보강토옹벽 안정성 검토

1.2.1 보강토옹벽 안정성 검토

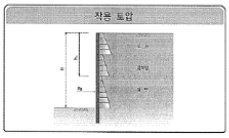
○ 외적 안정성 검토

▮ 옹벽에 작용하는 토압

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

여기서,
K_a : Coulomb주동토압계수
H : 옹벽의 높이
φ : 뒷기재의 내부 마찰각

작용 토압



▮ 활동에(Sliding) 대한 안정

•보강토체와 지반 사이에서 발생하는 활동력과 이에 대한 저항력에 근거하여 안정검토

$$F_s = \frac{\sum 수평저항력}{\sum 수평활동력} = \frac{(V_1 + V_2 + F_y)\tan\delta + C_a B}{F_H}$$

여기서, δ : 옹벽저판과 지지지반 사이 마찰각
Ca : 옹벽저판과 지지지반 사이 부착력

보강토 옹벽의 활동(Slinding)



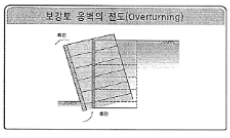
▮ 전도에(Overturning) 대한 안정

•전면판을 포함한 보강토체가 옹벽선단을 중심으로 회전하려는 모멘트와 이에 대해 저항하려는 모멘트에 근거한 안정검토

$$F_s = \frac{\sum 저항모멘트}{\sum 전도모멘트}$$

여기서,
Ms : 저항 모멘트, My : 전도 모멘트

보강토 옹벽의 전도(Overturning)



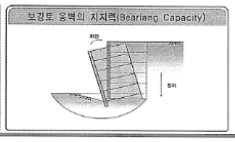
▮ 지지력에(Bearing Capacity)에 대한 안정

•보강토 옹벽의 자중 및 토압으로 인한 수직응력과 지반의 허용지지력과의 관계에 근거한 안정검토

$$\sigma_v \le q_a = \frac{q_{ult}}{Fs}$$

여기서,
σ_v : 옹벽저면의 수직응력
q_a : 기초지반의 허용지지력
q_{ult} : 기초지반의 극한지지력

보강토 옹벽의 지지력(Bearing Capacity)



제 10 편 기타구조물 설계

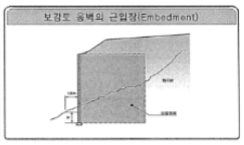
▮ 근입장에 (Embedment) 대한 안정

•적용조건
- 단단한 지반 : 최소근입장 없음
- 일반 지반조건 : 최소 근입장 Dm ≥ 40cm
벽체 전면지반의 경사에 따라 다름

•검토식 - NF P 94-220

벽체 전면지반 경사	Dmin / qref ≥ Dm
수평	1.5 X 10^{-3}
3H : 1V	3.0 X 10^{-3}
2H : 1V	4.5 X 10^{-3}
3H : 2V	6.5 X 10^{-3}

보강토 옹벽의 근입장(Embedment)



○ 내적 안정성 검토

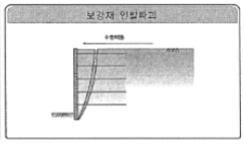
▮ 인발저항 (Pull out)

•각 보강재에 유발되는 인장력에 대해 보강재의 유효길이에 따른 인발저항력에 근거하여 안정검토

$$\frac{T_l}{T_m} > 1, T_l = \frac{2bn\sigma'_v L_e \alpha_s}{(F_s)l}$$

여기서,
Tl : 보강재의 인발저항 능력
Tm : 발생최대 인장력
Le : 보강재의 유효길이(인장파괴선 외측)
b : 보강재 폭, f* : 마찰계수

보강재 인발저항



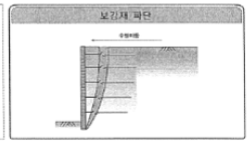
▮ 보강재 파단 (Strip rupture)

•보강재에 유발되는 인장력에 대한 보강재가 견딜 수 있는 최대허용인장력에 근거한 안정검토

$$\frac{T_t}{T_m} > 1, T_t = \frac{R_0}{(F_s)l} \times \frac{\sigma_0 - \sigma_s}{\sigma_0}$$

여기서,
Tm : 최대인장력
Ty : 보강재의 허용인장강도
R0 : 파단강도

보강재 파단



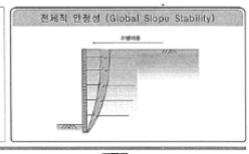
▮ 보강토 옹벽의 전체 안정성 검토

•보강토 옹벽 구조체 전체를 포함한 토체의 파괴에 대한 비원면 안정검토를 수행
•파괴면은 원호로 가정하고, Moment Equilibrium에 의한 한계평형해석으로 검토

$$F_{MP} = \frac{M_r}{M_d}$$

여기서,
Md : 보강토 옹벽에 불안정을 유발하는 Driving모멘트
My : Driving모멘트에 대한 저항 모멘트

전체적 안정성 (Global Slope Stability)



안전점토서

1.2.2 보강토옹벽 안정성 검토결과

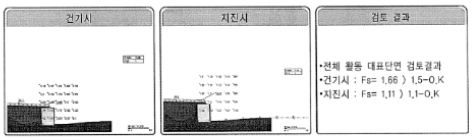
○ 내적·외적 안정성 검토 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구간 Sta.	높이(m)	내적 안정 안정파단 (>1.0)	내적 안정 인발파괴 (>1.5)	외적 안정 활동 (>1.5)	외적 안정 전도 (>2.0)	외적 안정 지지력 (>2.5)
1	지선 STA. 0+321.27 ~ STA. 0+680.00	9.63	1.55	2.56	1.79	3.09	3.25
2	본선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00	6.13	1.53	10.87	1.59	3.35	4.41
3	본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00	11.88	1.57	7.13	1.67	2.90	4.55
4	본선 STA. 2+560.00 ~ STA. 2+637.18	8.63	1.61	19.12	1.68	3.79	7.41
5	시도79호선 STA. 3+220.00 ~ sta. 3+300.00	83.13	1.58	2.51	1.66	2.74	4.14
6	본선 STA. 4+339.33 ~ STA. 4+435.21	10.63	1.51	2.65	1.68	2.91	4.06
7	램산R-C STA. 0+234.31 ~ STA. 0+269.19	4.13	1.80	15.10	1.67	4.53	9.27
8	북로JCT R-D STA. 0+478.97 ~ STA. 0+565.00	6.38	1.57	2.66	1.67	2.85	2.57
9	강매IC 1교 sta. 0+784.33 ~ sta. 0+808.31	3.13	3.08	8.61	1.61	4.07	6.59
10	강매IC 1교 sta. 0+869.70 ~ sta. 0+925.09	3.13	3.08	8.61	1.61	4.07	6.59
11	램산IC 자전거도로 STA. 0+79.30 ~ STA. 0+124.43	7.13	1.66	1.92	1.74	3.00	4.59
12	강매IC 1교	4.13	1.52	2.30	1.75	3.00	4.22
13	강매2교	10.13	1.50	2.69	1.61	3.00	2.58
14	도내지하차도	8.38	1.54	3.02	2.35	4.77	11.83
15	램산1교	7.13	1.50	2.86	1.85	3.00	4.41
16	램산3교	8.88	1.52	5.31	1.68	2.68	3.57
17	도내교	6.63	1.50	2.75	1.83	3.00	4.50
18	램산IC R-G교	6.63	1.50	2.75	1.75	3.00	2.56
19	램산IC교	9.13	1.50	2.05	1.79	3.00	3.36
20	미병교	9.13	1.50	2.53	1.78	3.06	2.60
21	미병육교	4.88	1.53	2.76	1.73	3.00	2.59
22	램산IC R-A 1교	9.13	1.51	2.44	1.68	2.94	5.20
23	램산IC R-A 2교	6.63	1.51	4.29	1.66	2.66	4.14
24	램산IC R-B교	5.63	1.50	2.62	1.74	3.00	2.57
25	원흥1교	5.38	1.50	2.50	1.73	3.00	2.59
26	원흥2교	10.63	1.50	2.75	1.75	3.00	2.56
27	생사3교	8.38	1.50	2.62	1.74	3.00	2.56
28	생사4교	7.13	1.50	2.62	1.74	3.00	2.56
29	생사5교	8.38	1.50	2.69	1.82	3.00	3.44
30	흥도육교	6.38	1.50	2.66	1.66	2.84	7.64
31	성라교	5.38	1.50	2.58	1.80	3.00	96.44
32	성라육교	6.38	1.50	2.78	1.66	2.84	7.64
33	성라6교	7.88	1.50	2.78	1.75	3.00	2.56
34	청룡천교	7.88	1.50	2.41	1.72	3.00	2.59

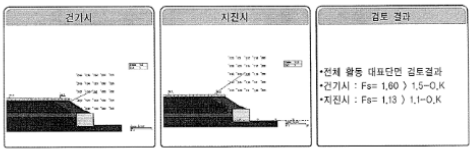
○ 전체적 안정성 검토결과 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구간 Sta.	높이(m)	전체 안정성 건기시 (>1.5)	전체 안정성 지진시 (>1.1)	비고
1	지선 STA. 0+321.27 ~ STA. 0+680.00	9.63	1.66	1.11	O.K
2	본선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00	6.13	1.60	1.13	O.K
3	본선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00	11.88	1.63	1.17	O.K
4	본선 STA. 2+560.00 ~ STA. 2+637.18	8.63	1.62	1.14	O.K
5	시도79호선 STA. 3+220.00 ~ sta. 3+300.00	83.13	1.74	1.24	O.K
6	본선 STA. 4+339.33 ~ STA. 4+435.21	10.63	1.81	1.18	O.K
7	램산R-C STA. 0+234.31 ~ STA. 0+269.19	4.13	2.05	1.38	O.K
8	북로JCT R-D STA. 0+478.97 ~ STA. 0+565.00	6.38	2.10	1.65	O.K
9	강매IC 1교 sta. 0+784.33 ~ sta. 0+808.31	3.13	1.66	1.16	O.K
10	강매IC 1교 sta. 0+869.70 ~ sta. 0+925.09	3.13	--	--	O.K
11	램산IC 자전거도로 STA. 0+79.30 ~ STA. 0+124.43	7.13	2.12	1.47	O.K
12	강매IC 1교	4.13	2.18	1.78	O.K
13	강매2교	10.13	6.69	1.11	O.K
14	도내지하차도	8.38	2.78	1.36	O.K
15	램산1교	7.13	2.12	1.46	O.K
16	램산3교	8.88	1.57	1.13	O.K
17	도내교	6.63	2.06	1.45	O.K
18	램산IC R-G교	6.63	1.68	1.14	O.K
19	램산IC교	9.13	1.51	1.12	O.K
20	미병교	9.13	1.68	1.13	O.K
21	미병육교	4.88	2.42	1.55	O.K
22	램산IC R-A 1교	9.13	1.55	1.17	O.K
23	램산IC R-A 2교	6.63	1.89	1.13	O.K
24	램산IC R-B교	5.63	1.69	1.16	O.K
25	원흥1교	5.38	2.15	1.48	O.K
26	원흥2교	10.63	1.64	1.20	O.K
27	생사3교	8.38	1.76	1.22	O.K
28	생사4교	7.13	1.83	1.11	O.K
29	생사5교	8.38	1.51	1.20	O.K
30	흥도육교	6.38	2.66	1.84	O.K
31	성라교	5.38	10.2	6.64	O.K
32	성라육교	6.38	2.66	1.84	O.K
33	성라6교	7.88	1.77	1.12	O.K
34	청룡천교	7.88	1.70	1.25	O.K

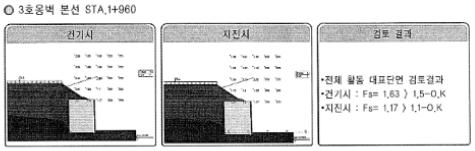
○ 1호옹벽 지선 STA.0+340



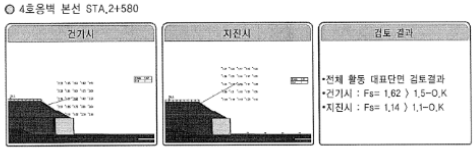
○ 2호옹벽 본선 STA.0+340



○ 3호옹벽 본선 STA.1+960



○ 4호옹벽 본선 STA.2+580



1.2.3 보강토옹벽 뒷채움재 검토

•보강토 구조물의 건설에 이용되는 뒷채움재는 이론적으로 흙과 보강재 사이의 마찰효과에 의하여 쌓기체체의 전단특성이 개량된다고 할 수 있음
•국내에서는 뒤채움재료에 대하여 상세하게 명기된 시방 및 규정은 없으며, 국내외 각 기관의 시방기준을 참조하여, 토취장 쌓기재료의 적합성 여부를 검토한 후 설계에 적용

○ 국내 뒤채움재 선정기준

구분	입도분포 체크기		통과백분율(%)	비고
국립건설시험 연구소 (1983)	254mm (10 in) 101.6mm (4 in) 74㎛ m (No 200체)		최대입경 100 ~ 75 0 ~ 15	내부마찰각 25° 이상
도로설계 실무편람 (1996)	102mm (4 in) 0.425mm 74㎛ m (No 200체)		100 0 ~ 60 0 ~ 15	-
구조물 기초설계기준 (2003)	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	-
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하
	100mm 0.425mm 0.075mm		100 0 ~ 60 0 ~ 15	-
	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	-
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하

뒤채움 재료로서 갖추어야 할 조건 : 도로설계 표준편람, 1996, 구조물 기초설계기준, 2003

최대입경	입경100mm 이상의 잠유율	입경 0.074mm 이하의 함유율	비고
250mm	5% 이하	25% 이하	•세립분이 적당하게 혼합되어 있어서 다짐효과를 얻을 수 있어야 함

○ 품질기준 설정

구분	기준 1	기준 2	비고
입도	•최대입경 : 254mm •5mm 통과량 : 20 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 15% 이하	•최대입경 : 254mm •100mm 통과량 : 75 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 25% 이하	•기준 1재료를 사용하되 기준 1재료를 현장 부근 에서 구할 수 없을 때 기준 적용
내부마찰각	25° 이상	25° 이상	
소성지수(PI)	PI < 6	PI < 6	

○ 다짐장비에 의한 시공 시 횡토압 검토

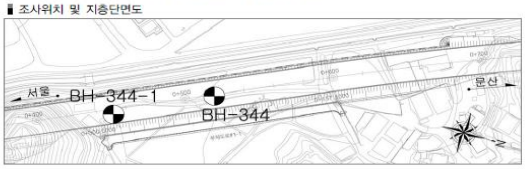
•국내·외 연구사례를 분석을 통하여 Duncan(ASCE, 1993)에 의하여 제시된 방법을 활용하여 시공 중 다짐장비에 의하여 발생되는 추가토압을 고려하여 시공 중 안정성 분석 수행
•국내 · 외 연구사례를 검토하여 Duncan(ASCE,1993)이 제안한 방법에 의하여 100kN의 진동로울러 장비를 사용한 경우 최대 횡토압은 43.6kPa으로 산정
•연구사례와 시공사례를 토대로 검토한 결과, 다짐장비와 옹벽 벽체사이의 거리를 1.0m이상으로 할 경우 옹벽에 미치는 횡토압의 영향은 적은 것으로 분석

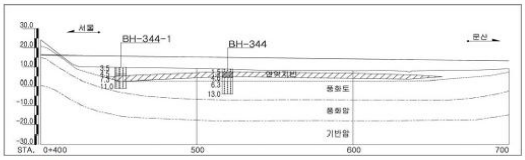
지반조사 보고서

2.1.4 쌀기구간

○ 지선 쌀기 1-1구간(STA. 0+420~0+700) : BH-344-1, 344

▮ 조사위치 및 지층단면도





▮ 지층상태

구 분		출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
매립층		0.0	1.5~3.5	실트질 모래	7/30~18/30
퇴적층	점토	1.5~4.5	2.8~4.8	실트질 점토, 점토질 실트	2/30~7/30
	모래	3.5	1.0	실트질 모래	5/30
풍화토		6.3~7.3	3.7~6.7	실트질 모래	17/30~50/11

구 분		지 층 개 요
매립층		• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 1.5~3.5m 층후로 분포하며 실트질 모래로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 매우느슨~보통조밀한 상대밀도
퇴적층	점토	• 지표하 1.5~4.5m에서 2.8~4.8m 층후로 분포하며 실트질 점토와 점토질 실트로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 매우연약~보통견고한 연경도
	모래	• BH-344-1번공 지표하 3.5m에서 1.0m 층후로 분포하며, 실트질 모래로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 느슨한 상대밀도
풍화토		• 기반암의 상부풍화대로 지표하 6.3~7.3m에서 3.7~6.7m 층후로 분포 • 회갈색~황갈색의 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 보통조밀~매우조밀한 상대밀도

▮ 깎기구간

구 분	지하수위		구 분	지하수위		구 분	지하수위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-37	7.6	54.5	BH-51-1	8.8	25.3	BH-57-1	8.8	28.6
BH-98	6.9	39.6	BH-345	4.6	20.0	-	-	-

▮ 쌀기구간

구 분	지하수위		구 분	지하수위		구 분	지하수위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-36	1.5	24.7	BH-68-1	1.7	15.6	BH-99-1	2.0	30.1
BH-44	심도이하	-	BH-71	3.0	24.4	BH-344	2.8	5.9
BH-49-1	3.2	5.5	BH-74-2	4.2	10.0	BH-344-1	4.3	4.8
BH-49-2	2.7	6.9	BH-84	7.0	18.1	BH-345-4	2.3	6.8
BH-51	3.2	9.0	BH-85	4.5	25.7	BH-346-1	6.5	1.6
BH-52	0.7	8.9	BH-86	5.0	13.2	BH-347	5.3	1.3
BH-52-1	2.0	10.0	BH-91	3.8	11.4	BH-363	심도이하	-
BH-52-2	1.8	12.3	BH-97	2.3	27.1	-	-	-

○ 결과분석

구분	지하수위	
	GL. -m	EL. m
터널구간	1.0~18.6	29.2~58.1
교량구간	0.8~11.2	-0.6~40.5
깎기구간	4.6~8.8	20.0~54.5
쌀기구간	0.7~7.0	1.3~30.1

분석결과

- 지하수위 측정결과 터널구간 GL.(-) 1.0~18.6m, 교량구간 GL.(-) 0.8~11.2m, 깎기구간 : GL.(-) 4.6~8.8m, 쌀기구간 : GL.(-) 0.7~7.0m범위로 분포
- 구조물 및 위치에 따라 편차가 나타남

(계속)

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-99	3.0~4.0	풍화토	30/30	$5.61X10^{-4}$	BH-339-1	6.0~7.0	매립층(SM)	10/30	$2.86X10^{-3}$
BH-104	5.0~6.0	매립층(SM)	7/30	$1.86X10^{-3}$	BH-345-3	0.6~1.5	매립층(SM)	5/30	$3.50X10^{-3}$
BH-105	5.0~6.0	풍화토	50/24	$3.81X10^{-4}$	BH-348	8.0~9.0	퇴적층(ML)	9/30	$7.32X10^{-5}$
BH-317-1	10.0~11.0	퇴적층(SM)	6/30	$7.08X10^{-4}$	BH-349	12.0~13.0	퇴적층(SP)	13/30	$8.29X10^{-4}$
BH-319	14.0~15.0	퇴적층(SP)	15/30	$8.33X10^{-4}$	BH-356	8.0~9.0	퇴적층(SM)	11/30	$5.04X10^{-4}$
BH-325	3.0~4.0	퇴적층(SP)	4/30	$1.90X10^{-3}$	BH-358	8.0~9.0	퇴적층(ML)	10/30	$8.50X10^{-5}$
BH-326	4.0~5.0	퇴적층(SP)	5/30	$1.09X10^{-3}$	BH-359	11.0~12.0	퇴적층(SP)	35/30	$3.69X10^{-3}$
BH-329	4.0~5.0	퇴적층(SC)	7/30	$6.03X10^{-4}$	BH-355	14.0~15.0	퇴적층(SM)	8/30	$1.45X10^{-3}$
BH-331	17.0~18.0	퇴적층(GM)	50/10	$2.63X10^{-3}$	BH-360-1	10.0~11.0	퇴적층(SP)	14/30	$2.07X10^{-3}$
BH-332	6.0~7.0	퇴적층(SC)	8/30	$7.61X10^{-4}$	BH-361	10.0~11.0	퇴적층(ML)	6/30	$6.98X10^{-5}$
BH-333	17.0~18.0	퇴적층(GM)	50/18	$3.32X10^{-3}$	BH-361-2	9.0~10.0	풍화토	38/30	$2.28X10^{-4}$
BH-334	6.0~7.0	퇴적층(SP)	5/30	$1.21X10^{-3}$	BH-361-3	6.0~7.0	풍화토	28/30	$1.31X10^{-4}$
BH-336	4.0~5.0	퇴적층(SC)	7/30	$6.47X10^{-5}$	BH-362	4.0~5.0	풍화토	34/30	$2.02X10^{-4}$
BH-339	11.0~12.0	풍화토	24/30	$5.91X10^{-4}$	-	-	-	-	-

▮ 깎기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-37	3.0~4.0	풍화토	42/30	$1.19X10^{-4}$	BH-67	12.0~13.0	풍화토	27/30	$4.27X10^{-4}$
BH-51-1	2.0~3.0	풍화토	13/30	$1.11X10^{-4}$	BH-345	9.0~10.0	풍화토	50/15	$1.76X10^{-4}$

▮ 쌀기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-44	10.0~11.0	풍화토	50/25	$4.26X10^{-4}$	BH-52-2	3.0~4.0	풍화토	15/30	$7.51X10^{-4}$
BH-49-1	0.5~1.5	매립층(SM)	6/30	$4.43X10^{-3}$	BH-68-1	3.0~4.0	풍화토	24/30	$2.90X10^{-3}$
BH-49-2	1.5~2.5	퇴적층(SM)	4/30	$8.88X10^{-4}$	BH-86	4.0~5.0	풍화토	9/30	$1.07X10^{-4}$
BH-52	7.0~8.0	퇴적층(SC)	8/30	$9.35X10^{-5}$	BH-344-1	2.0~3.0	매립층(SM)	11/30	$4.04X10^{-3}$
BH-52-1	4.0~5.0	풍화토	8/30	$6.14X10^{-4}$	BH-347	15.0~16.0	퇴적층(SM)	50/5	$6.46X10^{-4}$

○ 결과분석

구분	매립층	퇴적층			풍화토
		점토	모래	자갈	
교량구간	$2.22X10^{-3}$	$8.06X10^{-5}$	$9.76X10^{-4}$	$3.94X10^{-3}$	$3.41X10^{-4}$
깎기구간	-	-	-	-	$2.08X10^{-4}$
쌀기구간	$4.03X10^{-3}$	-	$5.43X10^{-3}$	-	$9.59X10^{-4}$

4.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 4.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)에 대한 주요 손상으로, 상부 배수로 토사퇴적이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 옹벽의 안정선에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

4.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○현장조사결과 전회 정밀안전점검에서 전면부 블럭 재균열, 배수시설 배수로 균열, 파손 등의 손상이 조사되었고, 금회 점검에서 추가적인 기 손상에 대한 진전, 신규손상 발생 여부 및 기존손상에 대한 보수여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

4.2.5 시설물 보수 이력

【표 4.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

4.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 4.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

4.3 현장조사 및 시험

4.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 서울문산고속도로 본선이 있으며, 하부로는 하천 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 곡선형을 가지며, 높이는 0.3~9.6m를 보이며, 총 연장은 355.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=355.0m, L=9.6m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 4.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2022. 10. 24.		**조 사 자**	장 진 원
시설물명	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)		**시설물 종류**	2종
일 기	맑음		**시설물번호**	RW2020-0000127
시설물위치	**행정구역**	경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16		
	위치좌표	시점 : 37 ° 35 ' 18 "		
		종점 : 126 ° 51 ' 12 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	**옹벽형식**	블록식	**옹벽재료**	무근콘크리트
	연 장	355.0m	**지면노출 높 이**	9.6m
	보 강 재 길 이	-	**저 판 폭 길 이**	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		**관리주체구분**	민간
주변환경	**옹벽상부**	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	하천		
시공현황	**준공년도**	2020년 11월 06일	**시 공 자**	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	**설 계 자**	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 18개 구간(S1~S18)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 4.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	5.4	10	180.0~200.0m	200.0	5.6
2	20.0~40.0m	40.0	5.8	11	200.0~220.0m	220.0	6.1
3	40.0~60.0m	60.0	6.4	12	220.0~240.0m	240.0	6.4
4	60.0~80.0m	80.0	6.6	13	240.0~260.0m	260.0	6.4
5	80.0~100.0m	100.0	6.6	14	260.0~280m	280.0	6.6
6	100.0~120.0m	120.0	5.8	15	280.0~300.0m	300.0	6.6
7	120.0~140.0m	140.0	6.1	16	300.0~320.0m	320.0	8.4
8	140.0~160.0m	160.0	6.1	17	320.0~340.0m	340.0	8.6
9	160.0~180.0m	180.0	5.6	18	340.0~355.0m	355.0	9.6



측점분할 작업사진



측점분할 작업사진

4.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트), 비포장, 하천이 혼합된 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 4.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 4.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S9	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S10	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

【표 4.3.3】 지반, 기초부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S11	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S12	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S13	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S14	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S15	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S16	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S17	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S18	상태양호	-	-	-	-	-	-	-



현 황	• 상태양호
원 인	• -
대 책	• -



현 황	• 상태양호
원 인	• -
대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

블럭식 보강토옹벽으로 블록의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일 구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 4.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 현장조사 결과, 전면부 블록에 블록 박리, 블록 균열이 조사되었으나, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 4.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S9	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S10	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

【표 4.3.4】 전면부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S11	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S12	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S13	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S14	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S15	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S16	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S17	블록 균열	-	0.3	-	m	3	0.90	-
S18	블록 박리	-	0.3	0.2	㎡	1	0.06	-
	블록 균열	-	0.3	-	m	4	1.20	-



현 황	• S17 블록 균열
원 인	• 시공미흡
대 책	• 균열보수



현 황	• S18 블록 박리
원 인	• 시공미흡
대 책	• 단면보수

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리, 블록 균열 등의 손상이 확인되었고, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었으나 발생한 손상에 대하여 균열보수, 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다.



【그림 4.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로, 전면부 배수관에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태이나 옹벽 내부 충진물 유실이 확인되었다.

【표 4.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

【표 4.3.5】 주변영향인자 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S9	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S10	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S11	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S12	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S13	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S14	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S15	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S16	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S17	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S18	옹벽 내부 충진물 유실	-	2.00	-	m	1	2.00	T=110.0cm



현 황	• S18 옹벽 내부 충진물 유실(22년)
원 인	• 시공미흡
대 책	• 되메우기 및 마감조치



현 황	• S18 옹벽 내부 충진물 유실(21년)
원 인	• 시공미흡
대 책	• 되메우기 및 마감조치

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 옹벽 종점 교량 접속부측에 옹벽 내부 충진물이 일부 유실된 것으로 확인되었다. 충진물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 우수유입 등에 의한 추가적인 충진물 유실 방지를 위하여 뒷채움을 실시하고 적절한 마감조치를 시행후 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료하다.

4.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 4.3.6】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	블록 균열	균열보수
	블록 박리	단면보수
주변영향인자	옹벽 내부 충전물 유실	되메우기 및 마감조치
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리, 블록 균열, 주변영향인자에 시공미흡으로 인한 옹벽 내부 충진물 유실 등의 손상이 조사되었다. 금회 점검시 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 균열보수, 단면보수, 되메우기 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단되며, 옹벽 내부 충진물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 유추된다. 본 손상부에 우수유입 등 외부 요인에 의한 추가 유실 발생 등의 손상진전을 방지하기 위하여 되메우기를 실시 후 재손상 방지를 위한 적절한 마감조치 대책을 수립하고 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.	

【표 4.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	블록 균열	m	2.10	7	
	블록 박리	㎡	0.06	1	
배수시설	상태양호	-	-	-	
성토부	옹벽 내부 충전물 유실	m	2.00	1	T=110.0cm
기초부	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680))은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 4.3.4】 측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

【표 8.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	0m	0.0	0.00	-11.4	1.15	11.4	1.15	a	전면
2	25m	-3.8	0.70	-11.4	1.15	7.6	0.45	a	전면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

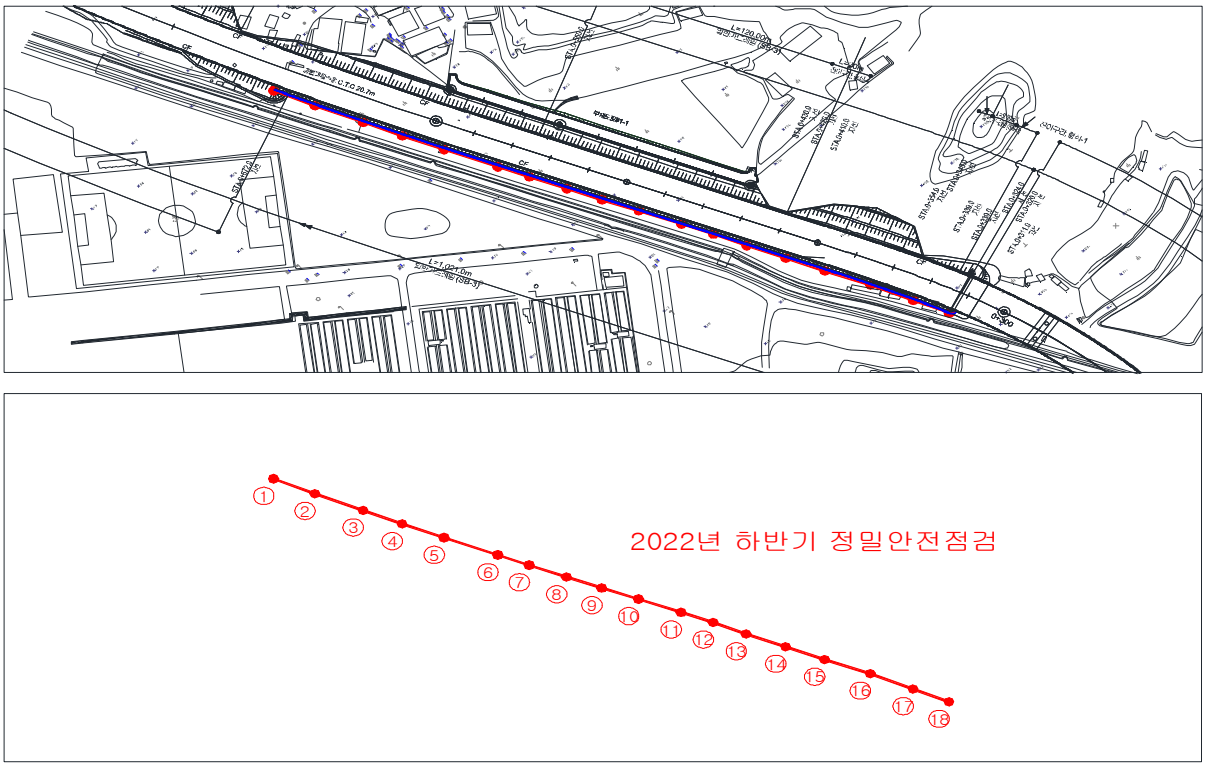
【표 8.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
3	50m	-4.2	0.69	-11.4	1.15	7.2	0.46	a	전면
4	75m	-4.8	0.72	-11.4	1.15	6.6	0.43	a	전면
5	95m	-4.8	0.79	-11.4	1.15	6.6	0.36	b	전면
6	120m	-4.6	0.79	-11.0	1.15	6.4	0.36	b	전면
7	130m	-5.2	0.90	-11.0	1.15	5.8	0.25	b	전면
8	150m	-4.8	0.83	-11.0	1.15	6.2	0.32	b	전면
9	175m	-4.4	0.83	-11.0	1.15	6.6	0.32	a	전면
10	195m	-4.5	0.85	-11.0	1.15	6.5	0.30	a	전면
11	217m	-4.4	0.75	-11.0	1.15	6.6	0.40	a	전면
12	236m	-5.0	0.78	-11.5	1.15	6.5	0.37	a	전면
13	248m	-4.5	0.70	-11.5	1.15	7.0	0.45	a	전면
14	275m	-4.2	0.63	-11.4	1.15	7.2	0.52	a	전면
15	293m	-5.2	0.79	-11.4	1.15	6.2	0.36	a	전면
16	315m	-6.3	0.77	-15.8	1.15	9.5	0.38	a	전면
17	330m	-6.7	0.78	-15.8	1.15	9.1	0.37	a	전면
18	290m	15.4	1.75	-15.8	1.15	31.2	2.90	b	전면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

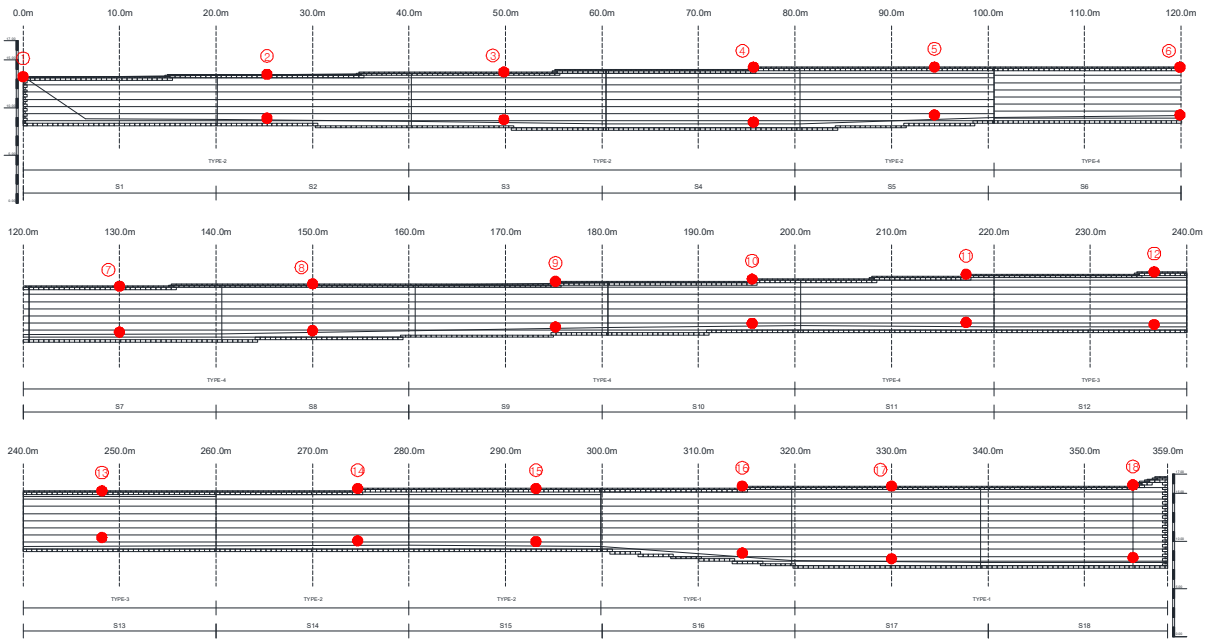
【표 4.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치	X	Y	노출 높이 (m)	측정위치	X	Y	노출 높이 (m)
①	-244.829	120.029	0.3	⑩	-65.825	50.247	5.3
②	-224.608	111.355	5.4	⑪	-44.965	42.504	5.9
③	-200.947	101.750	6.1	⑫	-29.205	36.702	6.4
④	-181.801	93.783	6.6	⑬	-13.045	29.904	6.4
⑤	-161.234	85.813	6.1	⑭	6.330	22.621	6.6
⑥	-134.875	75.778	5.8	⑮	25.393	15.122	6.6
⑦	-119.489	69.885	5.8	⑯	47.807	7.005	8.2
⑧	-101.140	62.988	5.8	⑰	68.842	-1.979	8.6
⑨	-83.885	56.621	5.3	⑱	86.433	-9.347	8.8



[선형측량 결과]

【그림 4.3.5】 선형 및 수준측량 결과



[수준측량 결과]

【그림 4.3.5】 선형 및 수준측량 결과(계속)

4.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 재료시험은 콘크리트부재(블록)에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험으로 시행하였으며, 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



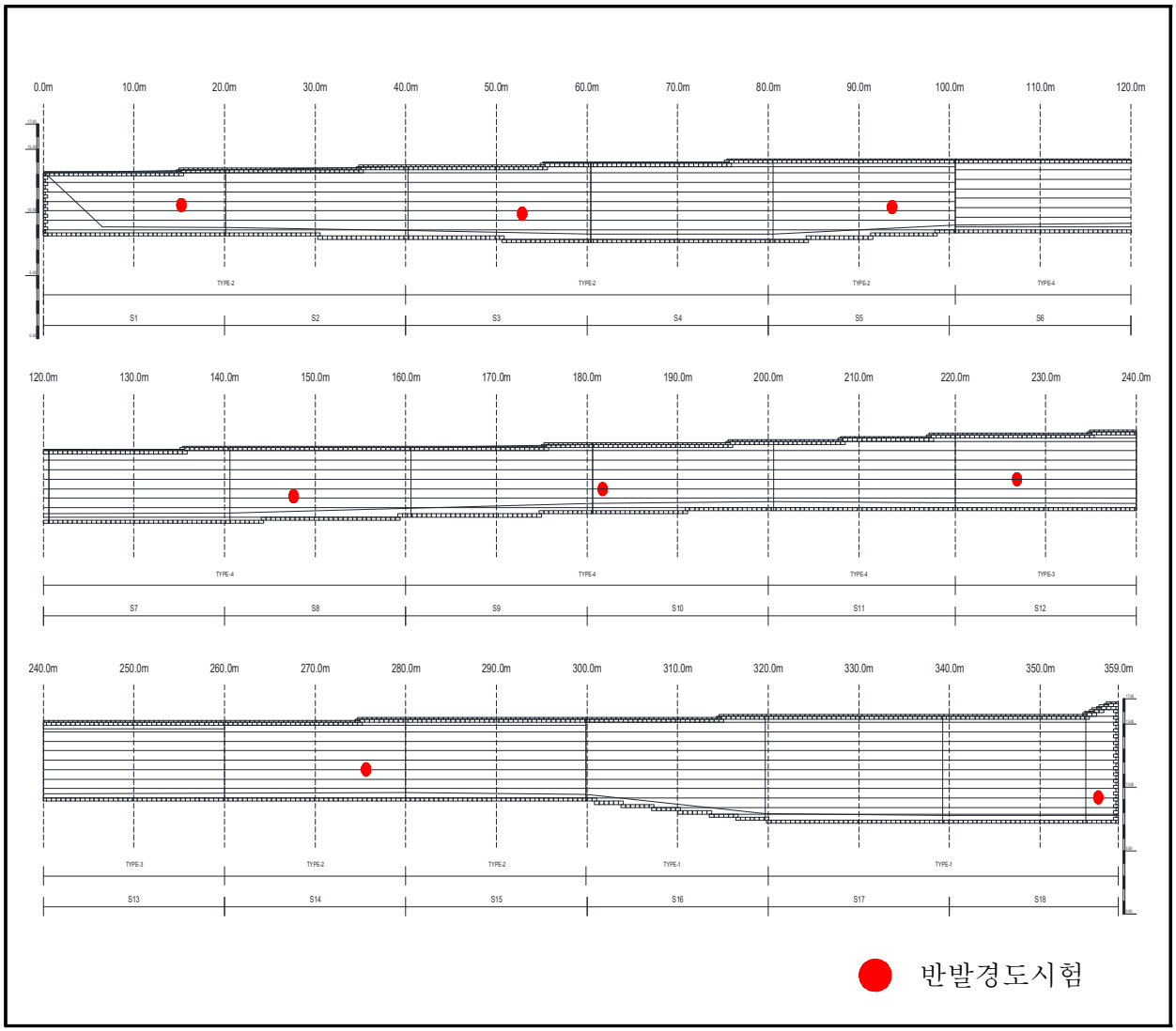
【그림 4.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 8개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다. 설계자료에 기준강도자료가 없는 상태로, 인근 공구 및 시중의 동일한 제품의 블록식 보강토옹벽의 설계기준강도를 참조하여 결과를 작성하였다.

【표 4.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전면부	S1	47.2	28.1	29.2	0.67	100.4	104.2	28.0
	S3	47.4	28.2	29.3	0.67	100.8	104.5	
	S5	48.3	29.0	29.7	0.67	103.6	106.0	
	S8	47.6	28.4	29.4	0.67	101.4	104.8	
	S10	48.7	29.4	29.9	0.67	104.9	106.8	
	S12	50.2	28.8	28.8	0.67	102.8	102.8	
	S14	48.3	29.0	29.7	0.67	103.7	106.1	
	S18	47.2	28.1	29.2	0.67	100.2	104.2	



【그림 4.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.4 상태평가

4.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

4.4.2 상태평가 결과 산정

【표 4.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획선형오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함점수 합계	평가단위 결함지수	평가단위 평가등급
									배수시설	사면조사					
										사면구배	낙석흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	a
S18	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0.04	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	a
									상태평가 결과					A	

4.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.00로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

4.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.5.1 종합평가 결과

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

【표 4.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)		표 번 호	[표 4.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.00	A	근거표번호	[표 4.4.1]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.00	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

4.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 옹벽의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 **"A등급"**으로 지정하였다.

【표 4.5.2】 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

4.6 보수·보강 및 유지관리방안

4.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 4.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

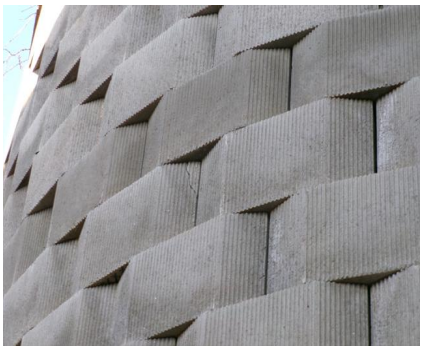
구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 균열	균열보수	2.10	3.15	m	-	-	하자
	블록 박리	단면보수	0.06	0.09	㎡	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
성토부	옹벽 내부 충진물 유실	되메우기 및 마감조치	2.00	3.00	m	-	-	하자
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

4.6.2 유지관리방안

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

【표 4.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 발생한 블록 균열의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요	
	· 발생한 블록 박리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요	
성토부	· 발생한 옹벽 내부 충진물 유실의 경우옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 우수유입 등에 의한 추가적인 충진물 유실 방지를 위하여 뒷채움을 실시하고 적절한 마감조치를 시행후 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 필요	
기초부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

4.7 종합결론

4.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리, 블록 균열, 주변영향인자에 시공미흡으로 인한 옹벽 내부 충진물 유실 등의 손상이 조사되었다. 금회 점검시 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 균열보수, 단면보수, 되메우기 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단되며, 옹벽 내부 충진물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 유추된다. 본 손상부에 우수유입 등 외부 요인에 의한 추가 유실 발생 등의 손상진전을 방지하기 위하여 되메우기를 실시 후 재손상 방지를 위한 적절한 마감조치 대책을 수립하고 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차 내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.00, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

4.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

4.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 성토부의 옹벽 내부 충진물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 유추된다. 본 손상부에 우수유입 등 외부 요인에 의한 추가 유실 발생 등의 손상진전을 방지하기 위하여 되메우기를 실시 후 재손상 방지를 위한 적절한 마감조치 대책을 수립하고 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 전면부에 발생한 블록 균열, 블록 박리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 균열보수, 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요

4.7.4 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 바람직하다고 판단된다.

5. 보강토옹벽

(설문2육교,STA.0+085~0+230)

5.1 시설물 개요

5.2 자료수집 및 분석

5.3 현장조사 및 시험

5.4 상태평가

5.5 종합평가 및 안전등급 지정

5.6 보수·보강 및 유지관리 방안

5.7 종합결론

5. 보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)

5.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4에 있는 터널부 사면에 시공된 2종 옹벽 시설물로서 연장 155.0m, 지면노출높이 17.5m의 복합식 보강토옹벽(패널+블록)이다.

5.1.1 일반사항

【표 5.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000085		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4		
	위치좌표	시점 : ° ' "		
		종점 : ° ' "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	패널식+블록식	옹벽재료	철근콘크리트 +무근콘크리트
	연 장	155.0	지면노출 높 이	17.5m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	사면		
	옹벽하부	고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	동남이엔씨(주)(오흥기)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

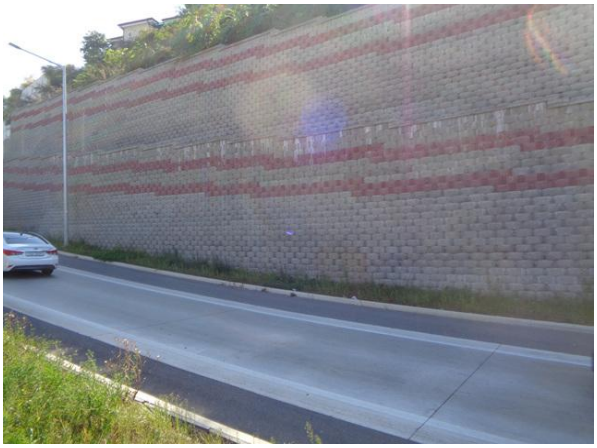
5.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 5.1.1】 위치도

시점부 전경	종점부 전경
	

【그림 5.1.2】 전경사진

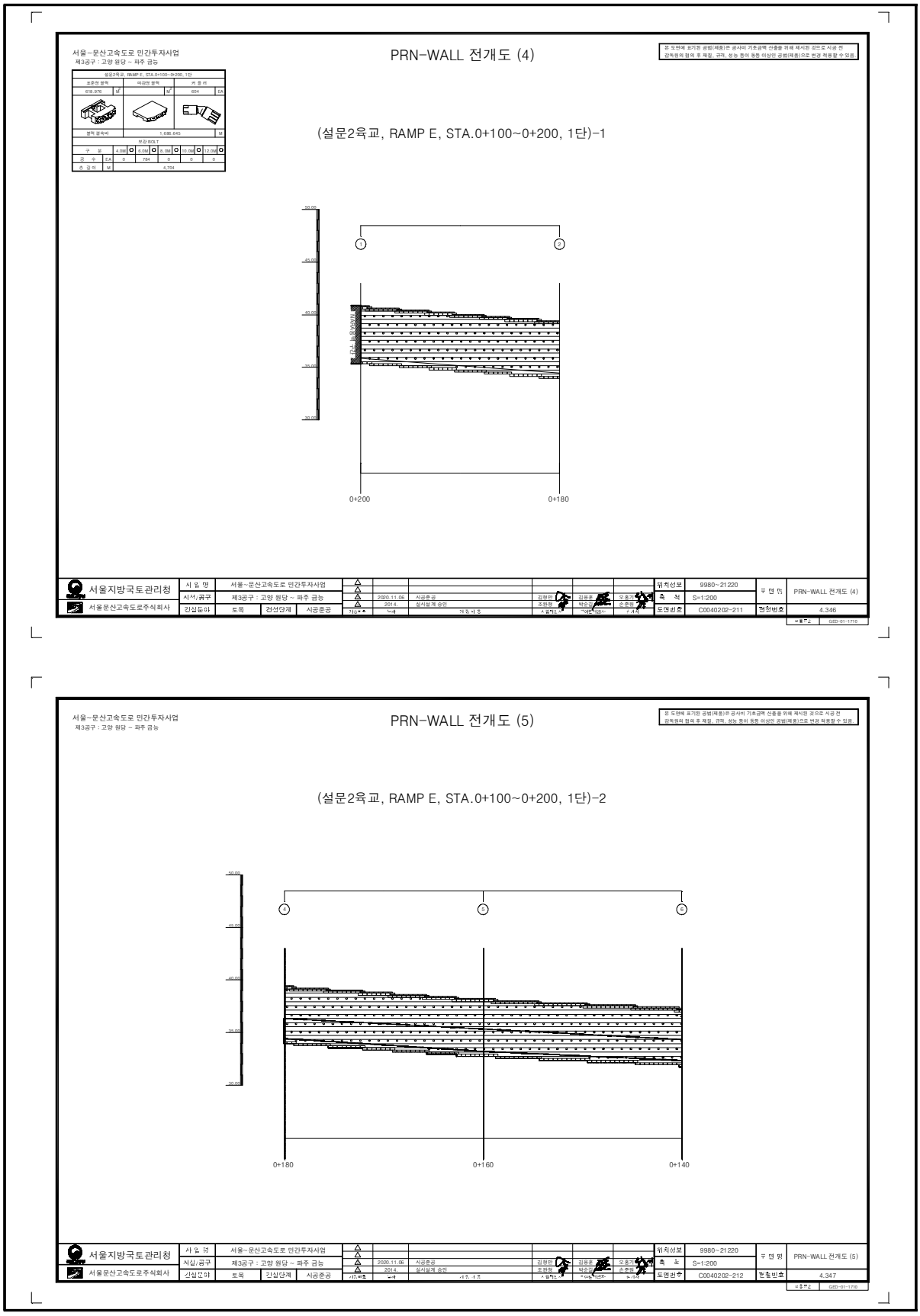
	
전면부 전경	전면부 전경
	
하부 전경	상부 절토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 5.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

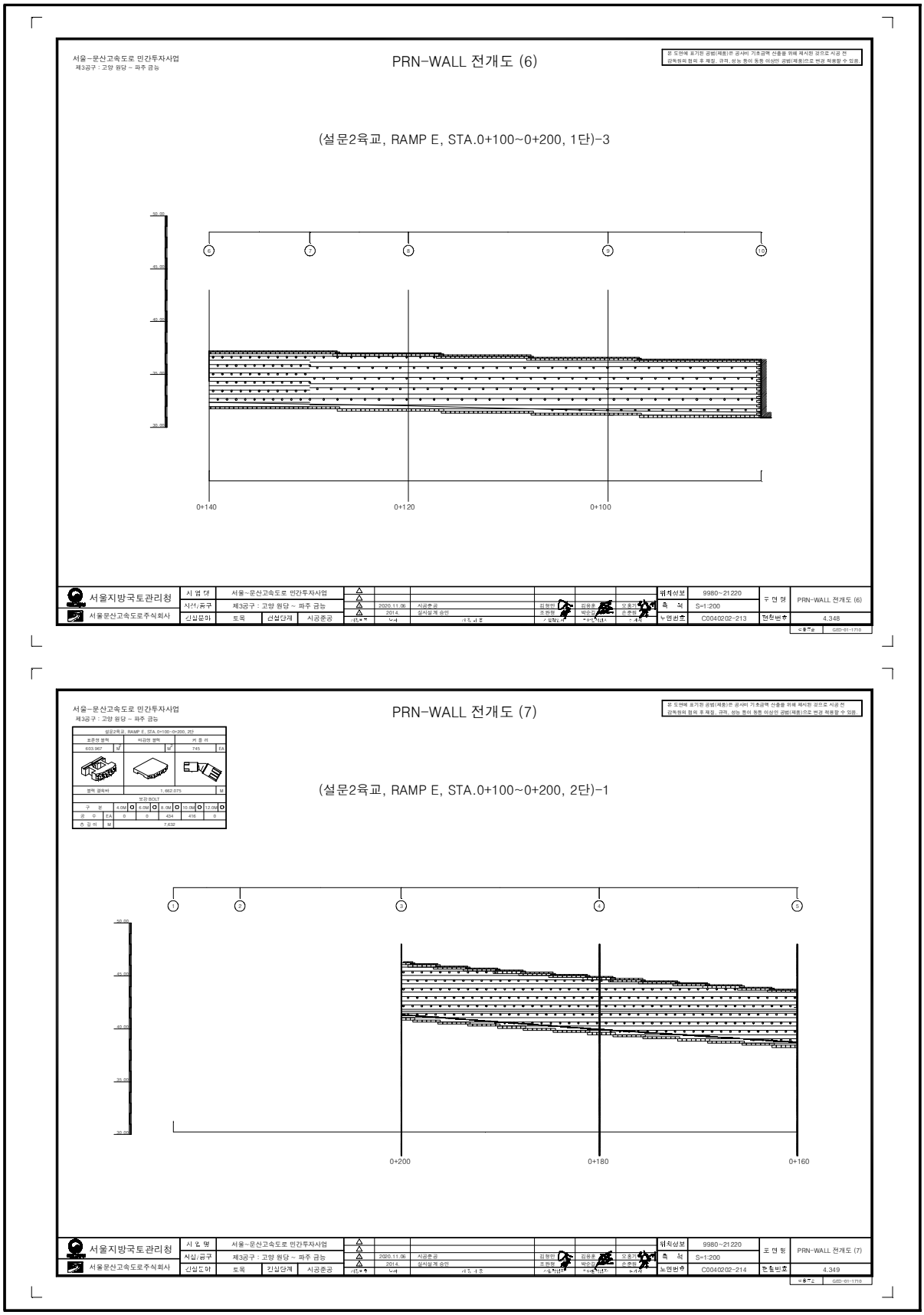
5.1.3 시설물 전개도 및 단면도



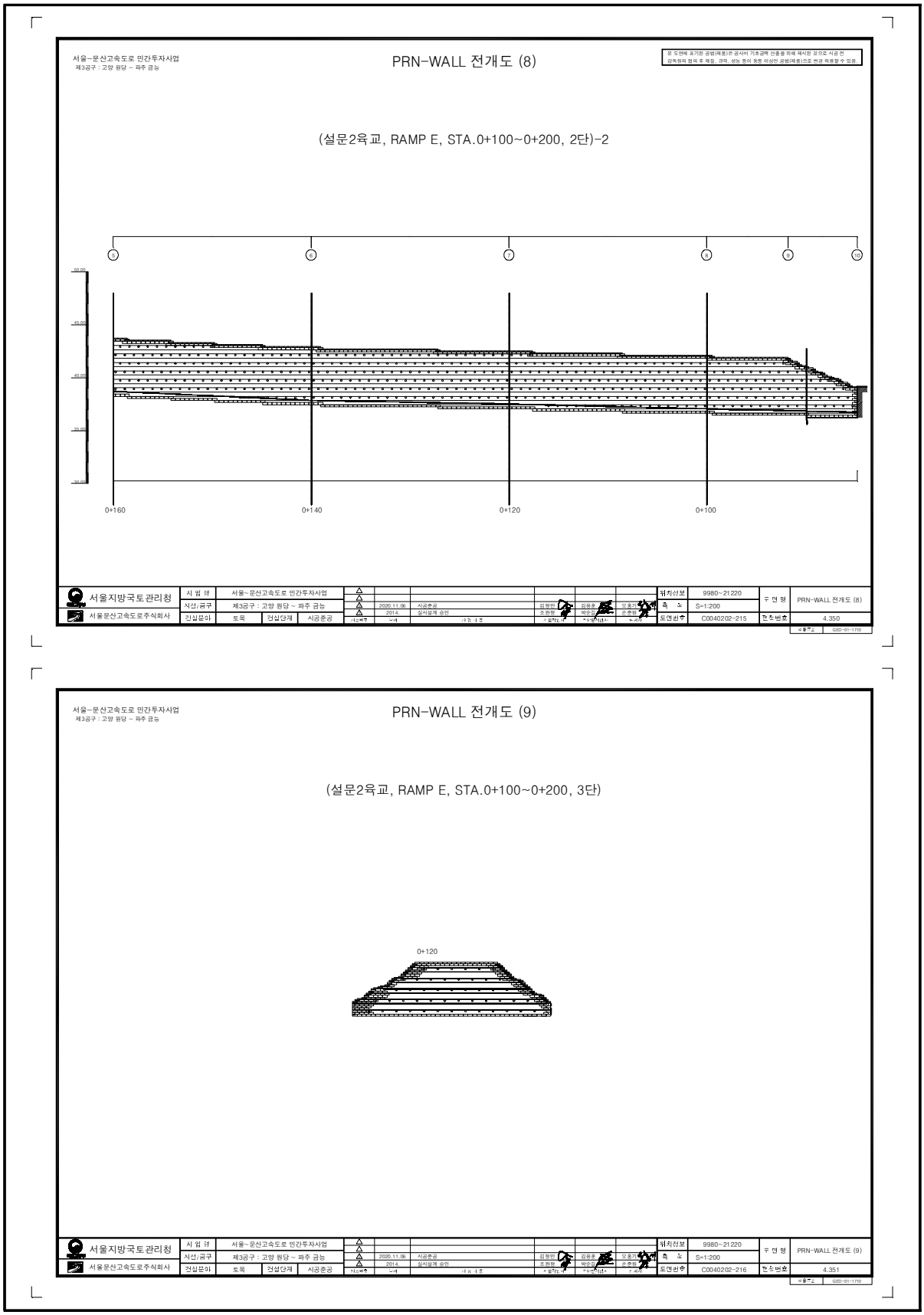
【그림 5.1.4】 종평면도



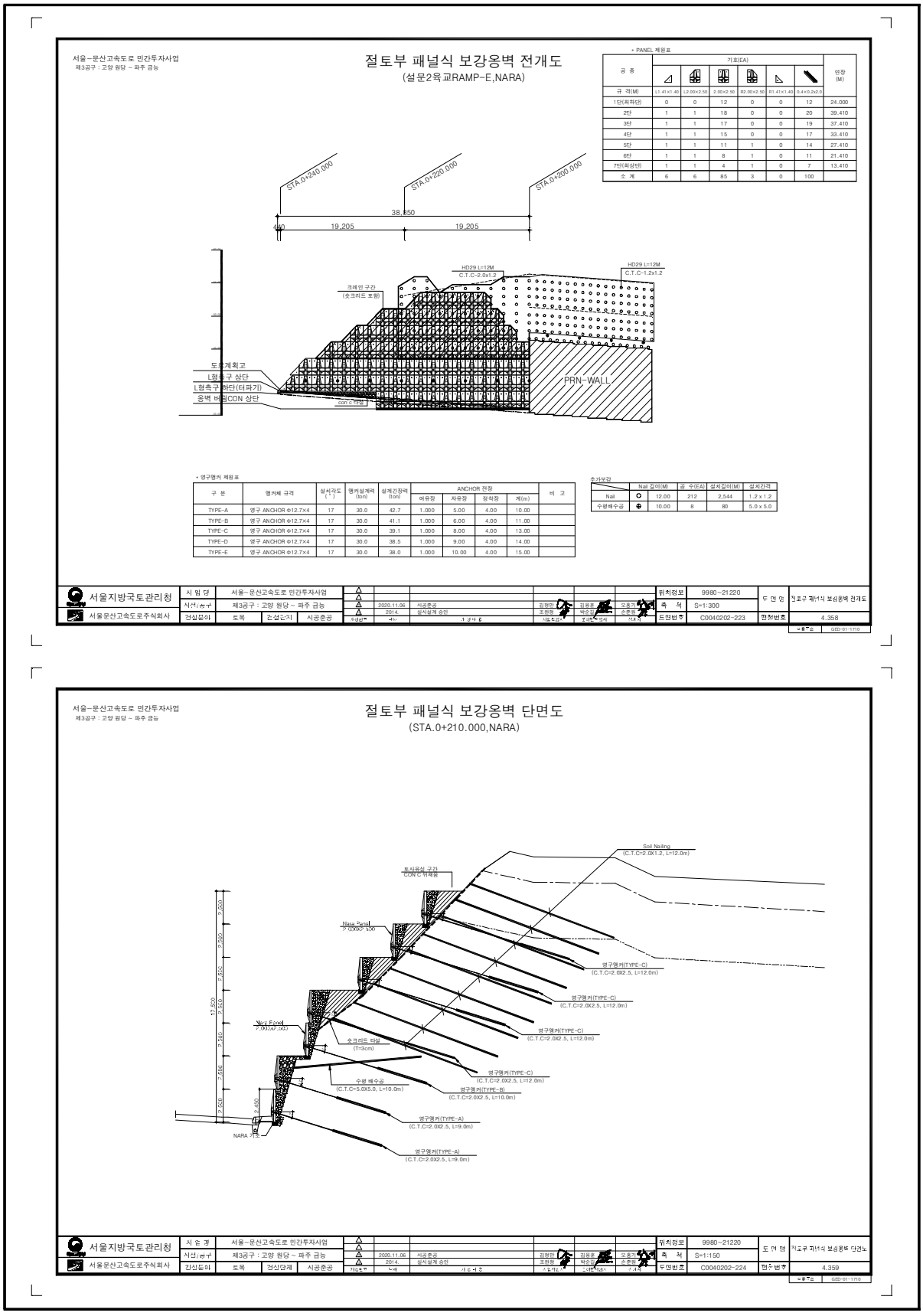
【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도



【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

5.2 자료수집 및 분석

5.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월 06일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서

PRN-WALL 구조계산서

1.검토 개요

◎ 본 현장은 " 서울~문산 고속도로 민간투자사업 " 현장으로서 도로확보를 위한 사면 처리 문제 등을 해결하고 깍기비탈면의 안정성을 확보하기 위하여 이에 따른 안정성 검토를 실시하여 당 현장에 적합한 PRN옹벽의 안정성을 검토하는데 목적이 있다.

◎ 구조검토 대상구간은 성서육교 교대 남계벽 좌측(STA.16+300) 및 STA.17+400, STA.0+160 으로 사면 절취 구간 단면이다.

2.안정성 검토

(1) 공법설명

절취사면 PRN옹벽은 원지반의 절취를 최소화하고 절취와 동시에 Top-Down방식으로 PRN-Bolt를 원지반에 삽입, 그라우팅하여 절취면을 안정시키고, PRN-Bar와 전면블럭으로 벽체를 형성하는 보강공법

◎ 사용 구성자재

구 분	전 면 판	보 강 재
내 용	·표준형 블록 ·크기 : 450×340×200 ·강도 : σck =240kgf/cm2	·PRN-Bar (TYPE-1, TYPE-2, TYPE-3)

(표. 1) 사용 구성자재

◎ 보강재(PRN-Bolt)

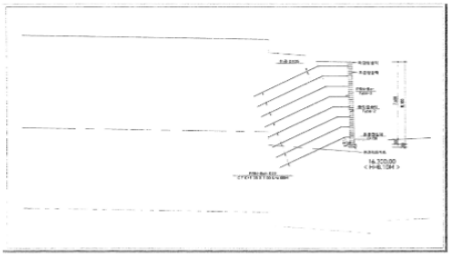
제 품 별	직 경	재 질	허용인장강도	항복강도
D29	29mm	강봉보강재(SD40)	12.8ton/EA	4000kg/cm2 이상

(표. 2) PRN-Bolt 재원

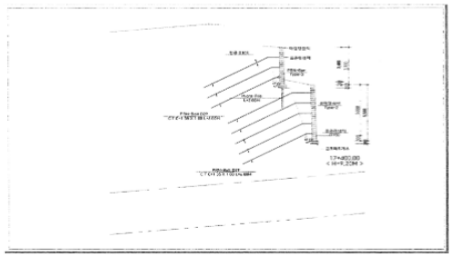
(주) 지성이씨에스

PRN-WALL 구조계산서

(2) 검토단면



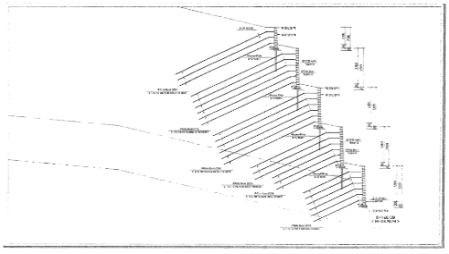
(그림. 1) 구조검토 단면 (STA.16+300)



(그림. 2) 구조검토 단면 (STA.17+400)

(주) 지성이씨에스

PRN-WALL 구조계산서



(그림. 3) 구조검토 단면 (STA.0+160)

(주) 지성이씨에스

PRN-WALL 구조계산서

(3) 적용 지반 물성치

- 설계 적용된 지반 물성치는 다음(표. 3)과 같다.

구 분	단위중량(γ)	내부마찰각(Φ)	점착력(C)	비고
풍 화 토	19.0kN/㎥	29°	19.0kN/㎡	
풍 화 암	21.0kN/㎥	32°	30.0kN/㎡	
연 암	24.0kN/㎥	33°	800.0kN/㎡	
뒤채움골재	20.0kN/㎥	33°	0.0kN/㎡	
블럭벽체(콘크리트)	24.0kN/㎥	39°	0.0kN/㎡	

(표. 3) 적용지반 물성치

(4) 검토 적용사항

◎ PRN옹벽을 설치하는 경우에 대하여 건기시 및 우기시, 지진시로 나누어 한계평형 해석을 수행하였다.

◎ 주 검토대상지반은 **풍화토, 풍화암층**으로 **원호활동파괴**를 가정한 한계평형해석(Talren 97)을 이용하였다.

◎ 각 조건별 기준안전율은 다음 (표. 4)와 같이 적용하였고, 우기시의 지하수위는 원지반으로 가정하였다.

구 분	기 준 안 전 율	비 고
건 기 시	Fs > 1.5	지하수위 : 고려안함
우 기 시	Fs > 1.2	지하수위 : 지표면
지 진 시	Fs > 1.1	지하수위 : 우기시와 동일

(표. 4) 기준안전율<비탈면 설계기준(건교부, 2011)>

(주) 지성이씨에스

구조계산서 및 안전검토서

PRN-WALL 구조계산서

3.안정성 검토결과

(1) [H=8.10]내적안정 검토결과

- 인 장 파 괴-

No.	Elev.(m)	Tall(t/m)	Ti(t/m)	FSot	FSreq	Comment
1	0.70	5.60	4.25	1.32	1.00	OK
2	1.70	5.60	3.07	1.83	1.00	OK
3	2.70	5.60	2.59	2.17	1.00	OK
4	3.70	5.60	2.11	2.66	1.00	OK
5	4.70	5.60	1.63	3.44	1.00	OK
6	5.70	5.60	1.15	4.87	1.00	OK
7	6.70	5.60	0.67	8.35	1.00	OK
8	7.70	5.60	0.17	32.48	1.00	OK

주) Tall : 허용인장력 Ti : 유발인장력 FSto = Tall / Ti

- 인 발 파 괴-

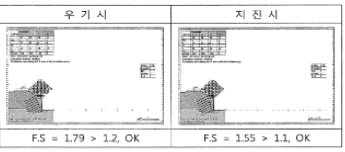
No.	Elev.(m)	Tall(t/m)	Ti(t/m)	FSot	FSreq	Comment
1	0.70	11.90	4.25	2.80	2.00	OK
2	1.70	11.90	3.07	3.88	2.00	OK
3	2.70	11.90	2.59	4.60	2.00	OK
4	3.70	11.90	2.11	5.65	2.00	OK
5	4.70	11.90	1.63	7.31	2.00	OK
6	5.70	11.90	1.15	10.35	2.00	OK
7	6.70	11.90	0.67	17.75	2.00	OK
8	7.70	11.90	0.17	69.02	2.00	OK

주) Tall : 인발저항력 Ti : 유발견장력 FSto = Tall / Ti

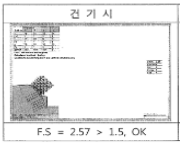
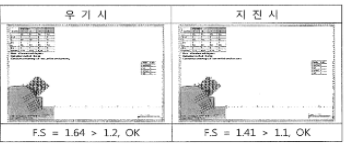
(주) 지성이씨에스

PRN-WALL 구조계산서

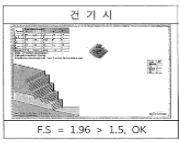
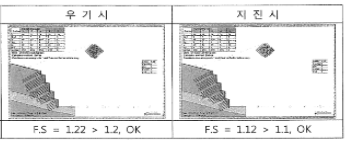
(2) STA. 16+300 검토결과

건 기 시	우 기 시	지 진 시
		
F.S = 2.73 > 1.5, OK	F.S = 1.79 > 1.2, OK	F.S = 1.55 > 1.1, OK

(3) STA. 17+400 검토결과

건 기 시	우 기 시	지 진 시
		
F.S = 2.57 > 1.5, OK	F.S = 1.64 > 1.2, OK	F.S = 1.41 > 1.1, OK

(4) STA. 0+160 검토결과

건 기 시	우 기 시	지 진 시
		
F.S = 1.96 > 1.5, OK	F.S = 1.22 > 1.2, OK	F.S = 1.12 > 1.1, OK

(주) 지성이씨에스

PRN-WALL 구조계산서

4.검토의견

● 안정성 검토 결과 요약

구 분	안정성 검토 결과					
	건기시 (>1.5)	판정	우기시 (>1.2)	판정	지진시 (>1.1)	판정
STA. 16+300	2.73	O.K	1.79	O.K	1.55	O.K
STA. 17+400	2.57	O.K	1.64	O.K	1.41	O.K
STA. 0+160	1.96	O.K	1.22	O.K	1.12	O.K

<표. 5> 안정성 검토 결과

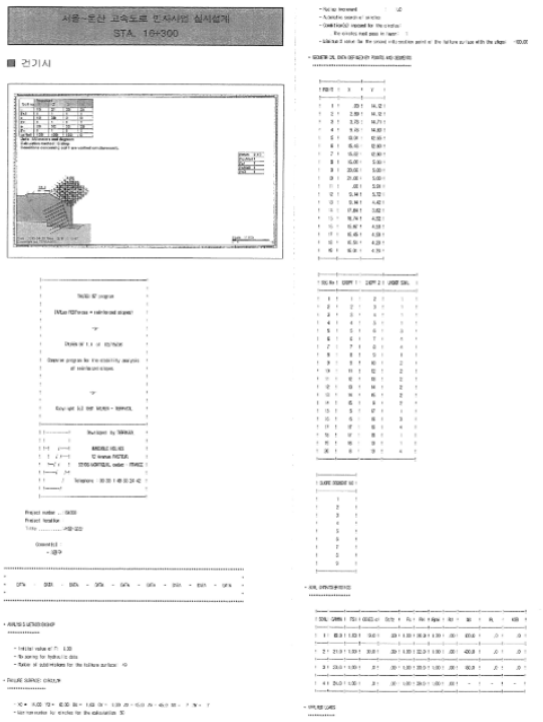
● 해석결과 사면절취 후 사면 보강을 통한 PRN옹벽 설치 후 에는 기준안전율을 만족하는 것으로 나타나 옹벽설치 시 충분한 안정성을 확보 하고 있는 것으로 판단된다.

● 용지경계 확보를 위하여 사면 구배완화 공법 적용 시 절취량의 과다할 수 있으므로 상부사면절취를 최소화 하면서 Top-Down방식으로 PRN-Bolt를 원지반에 삽입, 그라우팅하여 시공 중에도 안정성을 확보할 수 있는 절취사면 보강옹벽(PRN-WALL)의 적용이 타당할 것으로 판단된다.

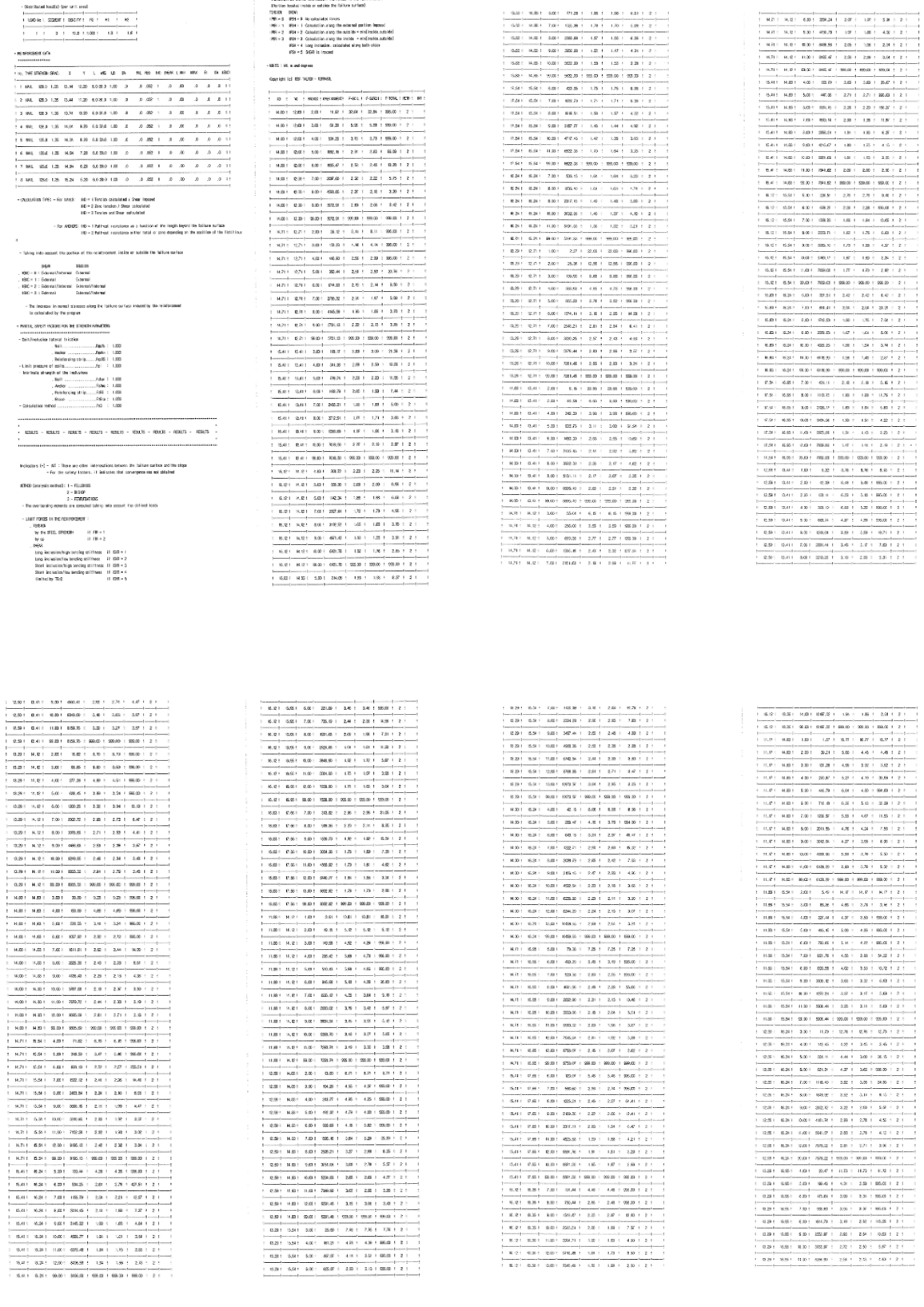
● 공사 중 설계적용 지반정수와 상이하거나 사면불안정 요소발생 및 징후가 예측될 시 에는 공사를 중단하고, 반드시 전문기술자와 협의를 통해 대책수립 후 공사를 진행하여야 한다.

[첨부] 안정성검토 부록

(주) 지성이씨에스



구조계산서 및 안전검토서

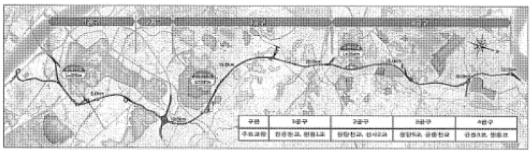


지반조사 보고서

제 2 장 공구별 지층현황

2.1 시추조사 현황

2.1.1 시추조사 위치



○ 터널구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
문봉터널	BH-179	566,046.5	184,306.2	65.5	문봉터널	BH-180	566,008.2	184,289.1	73.8

○ 교량구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
원당4교	BH-146	564,069.00	187,073.20	34	사리현IC교	BH-162	565,480.80	185,916.60	36.3
원당5교	BH-147	564,094.00	187,076.30	30.5	사리현IC R-A교	BH-163-3	565,665.97	185909.88	33.3
	BH-150-1	564,477.00	186,970.10	25.8	사리현 1교	BH-163	565,494.97	185,884.39	36.3
	BH-150-2	564,500.60	186,976.80	25.7	사리현교	BH-169	565,692.60	185,274.40	54.2
	BH-151-1	564,581.50	186,908.80	26.0	문봉교	BH-181	566,106.50	184,186.90	43.5
	BH-151-2	564,603.40	186,909.50	26.0		BH-183	566,077.00	184,135.00	50.0
	BH-151-3	564,643.80	186,901.90	26.0		BH-184	566,119.40	184,151.40	47.4
	BH-152	564,605.70	186,871.90	25.9	문봉1교	BH-185-1	566,283.80	183,850.80	41.5
	BH-152-1	564,718.70	186,804.10	26.2	문봉육교	BH-186	566,494.00	183,562.00	57.9
	BH-153	564,759.40	186,791.80	26.3		BH-187	566,461.00	183,539.00	53.9
	BH-154	564,772.60	186,761.10	26.3	장진천교	BH-189-1	566,924.50	183,010.30	22.5
	BH-154-1	564,799.80	186,757.70	26.3	성석1교	BH-191	567,081.50	182,860.10	22.3
	BH-154-2	564,827.50	186,720.00	27.3		BH-191-1	567,100.20	182,852.70	26.8
	BH-155	564,851.00	186,692.20	27.2	성석2교	BH-192-2	567,454.80	182,597.30	28.7
원당6교	BH-156-1	564,986.00	186,597.80	27.8	성석육교	BH-192-1	567,665.20	182,489.30	48.9
	BH-157	565,010.10	186,575.90	29.9	성석3교	BH-195	568,214.20	182,256.10	36.4

(계속)

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
성석3교	BH-196	568,255.00	182,245.00	37.7	장진천교	BH-222-2	571,064.22	182,048.56	7.9
성석4교	BH-198	568,334.30	182,224.20	39.8	대원교	BH-223-1	571,179.00	182,005.88	8.6
	BH-198-1	568,353.30	182,218.30	39.4	대원2교	BH-224	571,419.00	181,881.00	12.3
설문IC교	BH-201	568,863.10	182,134.80	51.2		BH-225	571,628.60	181,818.20	7.9
설문IC R-A교	BH-206	568,999.00	181,400.70	17.8		BH-226	571,662.00	181,807.50	8.4
	BH-207	569,006.80	181,432.40	18.1	공릉천교	BH-227	571,693.90	181,798.50	3.9
설문1육교	BH-208-2	569,000.70	181,859.60	37.4		BH-229	571,795.80	181,766.60	5.2
설문1교	BH-212	569,587.00	182,122.10	24.0		BH-230	571,848.40	181,750.50	7.5
	BH-213	569,622.90	182,121.30	22.5		BH-233	572,340.00	181,621.10	7.1
설문2교	BH-218-1	570,795.20	182,063.60	12.1	금촌IC교	BH-234	572,378.30	181,603.30	7.2
	BH-219	570,934.20	182,035.70	10.9		BH-235	572,457.00	181,570.70	9.8
장진천 2교	BH-219-1	570,949.60	182,018.60	10.5	금촌1교	BH-235-1	572,445.40	181,603.00	9.9
	BH-221	571,020.50	182,010.00	6.5		BH-235-2	572,484.40	181,566.50	10.4
	BH-222	571,063.60	181,996.80	11.5	-	-	-	-	-

○ 깎기구간

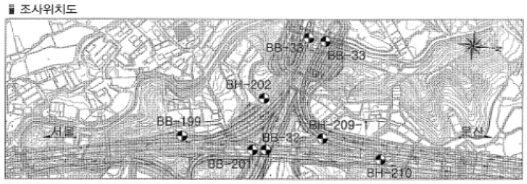
구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
깎기구간	BH-160	565,303.2	186,013.5	50.5	깎기구간	BH-198-2	568,528.3	182,178.7	51.1
	BH-161	565,378.1	186,079.7	55.4		BH-199	568,695.0	182,121.0	61.1
	BH-166	565,774.7	185,737.0	57.1		BH-202	568,875.1	182,009.9	58.3
	BH-167	565,754.3	185,617.2	61.2		BH-214	569,765.0	182,095.0	36.4
	BH-170	565,760.0	185,075.0	69.5		BH-216	570,142.0	182,107.0	31.9
	BH-188	566,626.0	183,380.0	54.2		-	-	-	-

○ 쌓기구간

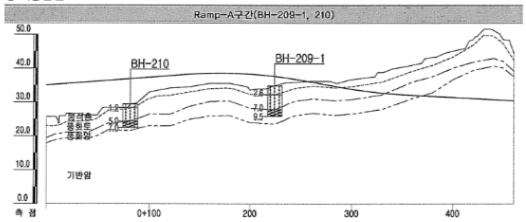
구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
쌓기구간	BH-163-1	565,578.0	185,923.1	33.0	쌓기구간	BH-208	569,078.7	181,698.5	24.1
	BH-164	565,599.8	185,853.1	37.8		BH-208-1	569,010.9	181,657.3	22.5
	BH-165	565,599.9	185,590.0	46.3		BH-209-1	569,022.7	182,091.4	34.8
	BH-171	565,816.8	185,466.7	42.6		BH-210	569,160.0	182,124.0	29.9
	BH-185	566,219.0	183,928.0	38.2		BH-211	569,402.0	182,141.0	21.3
	BH-189	566,846.0	183,109.0	27.1		BH-215	569,919.6	182,119.2	17.2
	BH-192	567,333.0	182,669.2	25.6		BH-217	570,409.5	182,104.2	16.0
	BH-193	567,989.9	182,345.6	38.1		-	-	-	-

○ 설문IC Ramp구간

조사위치도



지층단면도

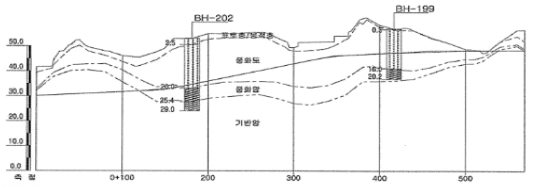


구 분		출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
붕적층	점토	0.0	1.2	점토질 실트	10/30
	모래	0.0	2.6	실트질 모래	3/30~5/30
풍화토		1.2~2.6	3.8~4.4	실트질 모래	12/30~50/11
풍화암		5.0~7.0	2.0~2.5	실트질 모래	50/9~50/7

구 분		지 층 개 요
붕적층	점토	• BH-210번공 최상부층으로 지표하 0.0m에서 1.2m 층후로 분포 • 자갈섞인 점토질 실트로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 느슨~보통조밀한 상대밀도

구 분		지 층 개 요
붕적층	모래	• BH-209-1번공 최상부층으로 지표하 0.0m에서 2.6m 층후로 분포하며 점토섞인 실트질 모래로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 매우느슨~느슨한 상대밀도
풍화토		• 지표하 1.2~2.6m에서 3.8~4.4m 층후로 분포하며 암편섞인 실트질 모래 • 습윤하며 표준관입시험 결과 보통조밀~매우조밀한 상대밀도
풍화암		• 기반암의 하부풍화대로 지표하 5.0~7.0m에서 2.0~2.5m 층후로 분포 • 굴진시 암편섞인 실트질 모래로 분해되며 표준관입시험 결과 매우조밀한 상대밀도

Ramp-B구간(BH-199, 202)

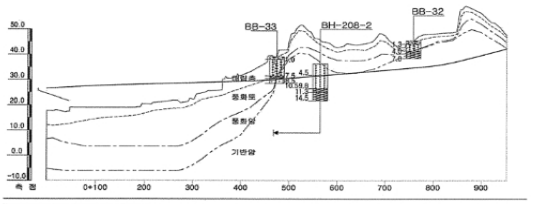


구 분	출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
표토층/붕적층	0.0	0.3~2.5	실트질 모래	11/30~13/30
풍화토	0.3~2.5	15.7~17.5	실트질 모래	13/30~50/3
풍화암	16.0~20.0	4.2~5.4	실트질 모래	50/9~50/4
연 암	25.4	3.6	편마암	90~100%/31~57%

구 분	지 층 개 요
표토층/붕적층	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 0.3~2.5m층후로 분포 • 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 보통 조밀한 상대밀도
풍화토	• 기반암의 상부풍화대로 지표하 0.3~2.5m에서 15.7~17.5m 층후로 분포 • 암편섞인 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 보통조밀~매우조밀한 상대밀도
풍화암	• 기반암의 하부풍화대로 지표하 16.0~20.0m에서 4.2~5.4m 층후로 분포 • 굴진시 암편섞인 실트질 모래로 분해되며 표준관입시험 결과 매우조밀한 상대밀도
연 암	• 지표하 25.4m에서 3.6m 이상 층후로 분포하며 암회색~담회색의 편마암으로 구성 • RQD=31~57%는 불량~보통양호한 암질상태

지반조사 보고서

Ramp-E구간(BH-208-2, 제3차 공고 : BB-32, 33)

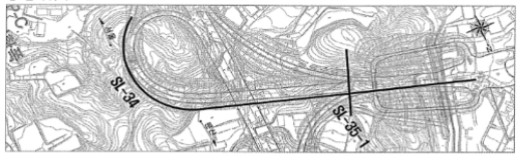


구 분	출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
매립층	0.0	4.5	실트질 모래	3/30~20/30
붕적층	0.0	1.0~1.3	점토질 모래, 모래	11/30
풍화토	1.0~4.5	2.7~6.5	실트질 모래	18/30~50/11
풍화암	9.8	1.5	실트질 모래	50/2
연 암	4.0~7.5	1.0~3.0	편마암	40~83%/12~31%
보통암	11.3	3.2	편마암	100%/58%
경 암	8.5	2.0	편마암	100%/84%

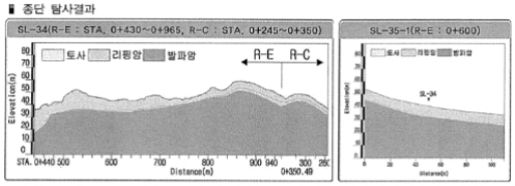
구 분	지 층 개 요
매립층	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 4.5m 층후로 분포 • 자갈섞인 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 매우느슨~보통조밀한 상대밀도
붕적층	• 지표하 1.0~1.3m 층후로 분포하며 점토질 모래, 모래로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 보통조밀한 상대밀도
풍화토	• 기반암의 상부풍화대로 지표하 1.0~4.5m에서 2.7~6.5m 층후로 분포 • 일련섞인 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 보통조밀~매우조밀한 상대밀도
풍화암	• 기반암의 하부풍화대로 지표하 9.8m에서 1.5m 층후로 분포 • 굴진시 암편섞인 실트질 모래로 분해되며 표준관입시험 결과 매우조밀한 상대밀도
연 암	• 지표하 4.0~7.5m에서 1.0~3.0m 이상 층후로 분포하며 담회색~암회색의 편마암으로 구성 • RQD=12~31%로 매우불량~불량한 암질상태
보통암	• 지표하 11.3m에서 3.2m 이상 층후로 분포하며 담회색~암회색의 편마암으로 구성 • RQD=58%로 보통양호한 암질상태
경 암	• 지표하 8.5m에서 2.0m 이상 층후로 분포하며 담회색~암회색의 편마암으로 구성 • RQD=84%로 매우양호한 암질상태

○ 설문IC Ramp구간

■ 탐사위치도



■ 종단 탐사결과



구 분		탄성파속도(m/s)	추정심도(m)	층 후(m)	평 균(m)
SL-34	토 사	700 이하	2.6~15.7	2.6~15.7	7.1
	리핑암(풍화암)	700~1,200	3.8~18.9	0.06~6.8	1.5
	연 암	1,200~1,900	7.5~22.4	2.2~6.1	3.6
	보통암	1,900~2,900	9.5~26.1	1.9~6.2	2.5
	경 암	2,900 이상	9.5~26.1 이상	–	–
SL-35-1	토 사	700 이하	0.0	6.2~8.0	7.4
	리핑암(풍화암)	700~1,200	6.2~8.0	0.5~1.4	0.8
	연 암	1,200~1,900	7.5~8.6	–	–

■ 분석결과

• 전반적으로 토사, 풍화암, 연암의 순으로 지층이 분포하며, 토사층이 우세하게 발달
• 토사를 포함하는 풍화토층(제1속도층)의 층후는 2.6~15.7m(평균 7.1m), 풍화암층(제2속도층)의 층후는 0.06~6.8m(평균 1.5m), 연암이상의 기반암층(제3속도층)의 출현심도는 지표하 7.5m이상에서 나타날 것으로 예상됨

(계속)

구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m
BH-222	5.6	5.9	BH-227	0.0	3.9	BH-235	3.2	6.6
BH-222-1	5.5	6.0	BH-229	0.3	4.9	BH-235-1	3.3	6.5
BH-224	6.4	5.9	BH-230	3.6	3.9	BH-235-2	1.7	8.7
BH-225	5.6	2.3	BH-233	0.5	6.6	–	–	–
BH-226	5.2	3.2	BH-234	1.0	6.2	–	–	–

■ 깎기구간

구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m
BH-158	10.2	39.9	BH-167	심도이하	–	BH-199	16.0	45.1
BH-159	15.5	52.1	BH-170	12.5	57.0	BH-202	15.3	43.0
BH-160	5.9	44.6	BH-171	2.9	39.7	BH-214	10.4	26.0
BH-161	10.9	44.5	BH-188	심도이하	–	BH-216	11.7	20.2
BH-166	심도이하	–	BH-198-2	1.7	49.4	–	–	–

■ 쌓기구간

구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m
BH-148	2.4	24.5	BH-192	0.5	25.1	BH-211	1.7	19.5
BH-149	3.8	22.1	BH-192-2	1.4	27.3	BH-215	7.3	9.9
BH-149-1	2.8	23.0	BH-193	7.0	31.1	BH-217	2.3	13.7
BH-150	0.5	23.2	BH-204	3.0	8.8	BH-218	1.3	10.2
BH-163-1	2.1	30.9	BH-205	1.5	12.2	BH-223	1.0	6.7
BH-164	4.1	33.7	BH-208	0.5	23.6	BH-231	0.3	6.6
BH-165	0.7	45.6	BH-208-1	1.0	21.5	BH-232	0.2	7.0
BH-185	1.7	36.5	BH-209-1	2.0	32.8	BH-236	0.2	6.7
BH-189	2.9	24.2	BH-210	2.2	27.7	–	–	–

○ 결과분석

구분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	분석결과
터널구간	7.8~9.5	57.7~64.3	• 지하수위 측정결과 터널구간 GL(-) 7.8~9.5m(EL. 57.7~64.3m) 교량구간 GL(-) 0.0~13.2m(EL. 2.3~53.7m) 깎기구간 GL(-) 1.7~16.9(EL. 20.2~57.0m) 쌓기구간 GL(-) 0.2~7.3(EL. 6.6~45.6m) • 위치 및 구조물별로 상이한 차이를 보임
교량구간	0.0~13.2	2.3~53.7	
깎기구간	1.7~16.0	20.2~57.0	
쌓기구간	0.2~7.3	6.6~45.6	

○ 깎기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-158	3.0	풍화토	10.3	2.652	N.P	N.P	96.1	84.6	25.3	–	SM
BH-159	4.0	풍화토	16.8	2.659	N.P	N.P	95.2	87.1	19.2	–	SM
BH-160	2.0	풍화토	8.4	2.652	N.P	N.P	81.2	69.8	17.9	–	SM
BH-161	1.0	붕적층	20.7	2.674	N.P	N.P	99.8	97.7	52.0	9.9	ML
BH-166	9.0	풍화토	11.2	2.655	N.P	N.P	92.4	60.8	25.2	–	SM
BH-167	6.0	풍화토	14.1	2.659	N.P	N.P	87.9	47.7	24.5	–	SM
BH-170	6.0	풍화토	13.7	2.656	N.P	N.P	98.2	91.8	20.2	–	SM
BH-188	4.0	풍화토	17.0	2.658	N.P	N.P	94.8	87.2	26.5	–	SM
BH-198-2	1.0	풍화토	12.7	2.656	N.P	N.P	91.6	73.2	18.0	–	SM
BH-199	5.0	풍화토	13.0	2.658	N.P	N.P	99.6	88.2	21.9	–	SM
BH-202	2.0	붕적층	13.9	2.658	N.P	N.P	86.9	50.9	27.4	–	SM
BH-214	4.0	풍화토	18.5	2.663	N.P	N.P	97.7	84.9	25.7	–	SM
BH-216	10.0	풍화토	24.1	2.665	N.P	N.P	98.0	84.5	22.3	–	SM

■ 지층별 결과분석

구 분	함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.200	USCS
붕적층	13.9~20.7	2.658~2.674	N.P	N.P	86.9~99.8	27.4~52.0	SM, ML
풍화토	8.4~24.1	2.652~2.665	N.P	N.P	81.2~99.6	17.9~26.5	SM

분석결과
• 깎기구간의 토질은 SM, ML로 구성됨
• 함수비 : 8.4~24.1%, 비중 : 2.652~2.674, #200통과중량 백분율 : 17.9~52.0%

○ 쌓기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-148	4.0	퇴적층	31.3	2.683	33.5	12.0	–	100.0	85.4	13.7	CL
BH-149	2.0	퇴적층	31.2	2.685	34.2	21.8	100.0	99.9	67.0	13.3	CL

지반조사 보고서

제 4 편 상세 및 보완조사

4.2.2 투수시험

개 요
- 지반의 투수성을 평가하여 교량기초 터파기시 유입량 계산 및 배수대책 수립
- 비탈면에서 강우에 의한 침투심도를 계산하여 강우강도를 고려한 비탈면 안정성 검토

○ 기존조사 자료

▮ 교량구간

공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BB-11	2.0~3.0	퇴적층(CL)	10/30	$6.78X10^{-6}$	BB-40	5.0~6.0	풍화암	50/8	$9.77X10^{-5}$
BB-22	2.0~3.0	퇴적층(ML)	2/30	$9.26X10^{-6}$	-	-	-	-	-

○ 실시설계조사 자료

▮ 교량구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-146	4.0~5.0	풍화토	36/30	$4.38X10^{-4}$	BH-191	3.0~4.0	붕적층(CL)	7/30	$6.91X10^{-6}$
BH-150-1	4.0~5.0	퇴적층(SM)	7/30	$8.13X10^{-4}$	BH-192-1	7.0~8.0	풍화토	30/30	$5.10X10^{-4}$
BH-150-2	4.0~5.0	퇴적층(SP)	9/30	$9.74X10^{-4}$	BH-196	6.0~7.0	풍화토	48/30	$6.59X10^{-4}$
BH-152	5.5~6.5	풍화토	50/30	$1.79X10^{-4}$	BH-198	3.0~4.0	퇴적층(GP)	8/30	$2.57X10^{-3}$
BH-157	5.0~5.5	붕적층(SM)	3/30	$1.78X10^{-3}$	BH-212	12.0~13.0	풍화암	50/10	$5.75X10^{-5}$
BH-162	6.0~7.0	풍화토	50/13	$4.07X10^{-4}$	BH-218-1	12.0~13.0	풍화토	50/16	$3.33X10^{-4}$
BH-169	2.0~3.0	풍화토	50/25	$4.88X10^{-4}$	BH-222	9.0~9.5	퇴적층(SP)	17/30	$2.84X10^{-3}$
BH-184	3.0~4.0	붕적층(ML)	3/30	$8.79X10^{-6}$	BH-224	7.0~7.5	퇴적층(SM)	8/30	$6.82X10^{-4}$
BH-185-1	7.0~8.0	풍화토	50/18	$3.56X10^{-4}$	BH-226	5.0~6.0	퇴적층(ML)	1/30	$2.92X10^{-5}$
BH-186	1.0~2.0	붕적층(SM)	11/30	$9.84X10^{-4}$	BH-230	5.0~6.0	퇴적층(SM)	3/30	$4.86X10^{-3}$
BH-189-1	6.0~7.0	풍화토	50/22	$3.84X10^{-4}$	BH-235	6.0~7.0	퇴적층(CL)	3/30	$1.78X10^{-5}$

▮ 깎기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-158	6.0~7.0	풍화암	50/10	$4.68X10^{-5}$	BH-166	9.0~10.0	풍화토	48/30	$5.89X10^{-4}$
BH-159	9.0~10.0	풍화암	50/10	$5.75X10^{-5}$	BH-170	1.0~2.0	풍화토	22/30	$6.88X10^{-4}$
BH-160	2.0~3.0	풍화토	40/30	$5.29X10^{-4}$	BH-198-2	1.0~2.0	풍화토	50/12	$3.13X10^{-4}$
BH-161	7.0~8.0	풍화토	50/27	$3.57X10^{-4}$	BH-216	10.0~11.0	풍화토	19/30	$6.56X10^{-4}$

4.3.2 절리면전단시험

개 요
- 기반암에 발달하는 자연절리면의 전단특성을 파악하고 불연속체의 전단강성과 수직강성 점착력과 마찰각 산정 → 불연속체 해석물성치 산정시 기초 자료로 활용

○ 시험현황

구분	기존조사				실시설계			
	터널	교량	깎기	쌓기	터널	교량	깎기	쌓기
수량(회)	3	-	2	-	3	-	9	-

○ 기존조사 자료

구 분	공 번	심도(m)	지층	점착력 (kPa)	마찰각(°) 최대	마찰각(°) 잔류	JRC	JCS (MPa)
문봉터널	TTB-1	19.3~19.4	경 암	100.0	43.2	32.0	12~14	83.0
금촌터널	TTB-4	15.3~21.0	경 암	60.0	32.1	21.1	4~6	87.0
영태터널	TTB-12	37.0~37.3	경 암	30.0	36.8	28.7	0~2	110.0
깎기구간	CCB-2	25.4~25.6	경 암	50.0	30.9	24.8	2~4	70.0
	CCB-5	37.2~37.3	경 암	100.0	26.1	22.8	0~2	84.0

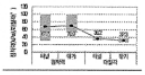
○ 실시설계조사 자료

구 분	공 번	심도(m)	지층	점착력 (kPa)	마찰각(°) 최대	마찰각(°) 잔류	JRC	JCS (MPa)
강매터널	BH-29	21.4~21.7	연 암	116.4	37.4	32.8	8~10	91.0
깎기3-1	BH-159	26.0~26.4	경 암	50.1	35.4	31.8	4~6	31.2
문봉터널	BH-180	10.1~10.6	경 암	80.6	32.6	29.2	2~4	69.1
금촌터널	BH-241	8.5~8.8	보통암	63.4	32.8	29.0	0~2	40.2
깎기	BH-99	16.3~16.8	경 암	60	32.0	28.2	4~6	24.15
깎기	BH-202	27.9~28.2	연 암	90	40.1	35.1	12~14	39.84
깎기	BH-252-1	31.4~32.0	경 암	70	30.8	27.4	2~4	43.07
깎기4-3	BH-284	25.7~25.9	보통암	90.9	35.5	31.6	4~6	81.2
깎기	BH-287	24.9~25.2	경 암	80	36.9	32.6	8~10	37.27
깎기	BH-293	29.0~29.5	보통암	70	32.8	28.5	6~8	46.77
깎기	BH-298-1	24.8~25.5	경 암	80	33.7	29.3	4~6	52.16
깎기4-7	BH-302	34.0~34.3	보통암	77.8	38.1	33.3	2~4	74.9

○ 결과분석

구 분	터널구간 연암	터널구간 보통암	터널구간 경암	깎기구간 연암	깎기구간 보통암	깎기구간 경암
점착력(kPa)	116.4	63.4	30.0~100	90.0	77.8~90.9	50.0~100
마찰각 (°) 최대	37.4	32.8	32.1~43.2	40.1	32.8~38.1	26.1~36.9
마찰각 (°) 잔류	32.8	29.0	21.1~32.0	35.1	28.5~33.3	22.8~32.6

경암의 점착력-마찰각



분석결과
- 터널구간의 점착력은 30.0~116.4kPa, 깎기구간의 점착력은 50.0~100.0kPa 범위로 분포
- 터널구간의 마찰각은 32.1~43.2°, 깎기구간의 마찰각은 26.1~40.1° 범위로 분포

○ 실시설계조사 자료

▮ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	루전값	Flow Type
문봉터널	BH-179	5.0 ~ 8.0	연암~보통암	37~40	$4.87X10^{-5}$	4.036	Dilation
	BH-179	10.0 ~ 13.0	보통암	51~55	$4.13X10^{-6}$	0.250	Dilation
	BH-179	15.5 ~ 18.5	경 암	79	$2.35X10^{-6}$	0.186	Dilation
	BH-180	8.0 ~ 12.6	경 암	76~87	$4.15X10^{-7}$	0.022	Turbulent Flow
	BH-180	12.6 ~ 15.6	경 암	96	$4.95X10^{-7}$	0.040	Dilation
	BH-180	17.0 ~ 20.1	경 암	88~100	$4.74X10^{-7}$	0.037	Dilation

▮ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	루전값	Flow Type
공릉천교	BH-230	15.0 ~ 20.0	경 암	78~95	$3.63X10^{-7}$	0.027	Dilation

▮ 깎기구간

공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	루전값	Flow Type
BH-159	20.0~25.8	경 암	85~90	$3.54X10^{-7}$	0.026	Wash-Out
BH-160	15.5~18.5	연 암	57	$9.95X10^{-5}$	9.730	Wash-Out
BH-161	12.0~15.6	연 암	0~11	$2.19X10^{-4}$	17.324	Wash-Out
BH-170	10.3~13.3	연 암	0	$4.81X10^{-5}$	4.063	Dilation
BH-202	26.0~29.0	연 암	31~57	$4.37X10^{-5}$	3.547	Dilation

○ 결과분석

구분	평균 투수계수(cm/sec) 연 암	보통암	경 암	평균 Lugeon 연 암	보통암	경 암
터널구간	-	$2.64X10^{-5}$	$9.34X10^{-7}$	-	2.143	0.071
교량구간	-	-	$3.63X10^{-7}$	-	-	0.027
깎기구간	$1.03X10^{-4}$	-	$3.54X10^{-7}$	8.66	-	0.026

분석결과
- 터널구간의 평균 투수계수는 보통암 : $2.64X10^{-5}$cm/sec, 경암 : $4.88X10^{-5}$cm/sec의 범위를 보임
- 터널구간의 평균 Lugeon은 보통암 : 2.143, 경암 : 0.071의 범위

○ 깎기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-158	3.0	풍화토	10.3	2.652	N,P	N,P	96.1	84.6	25.3	-	SM
BH-159	4.0	풍화토	16.8	2.659	N,P	N,P	95.2	87.1	19.2	-	SM
BH-160	2.0	풍화토	8.4	2.652	N,P	N,P	81.2	69.8	17.9	-	SM
BH-161	1.0	붕적층	20.7	2.674	N,P	N,P	99.8	97.7	52.0	9.9	ML
BH-166	9.0	풍화토	11.2	2.655	N,P	N,P	92.4	60.8	25.2	-	SM
BH-167	6.0	풍화토	14.1	2.659	N,P	N,P	87.9	47.7	24.5	-	SM
BH-170	6.0	풍화토	13.7	2.656	N,P	N,P	98.2	91.8	20.2	-	SM
BH-188	4.0	풍화토	17.0	2.658	N,P	N,P	94.8	87.2	26.5	-	SM
BH-198-2	1.0	풍화토	12.7	2.656	N,P	N,P	91.6	73.2	18.0	-	SM
BH-199	5.0	풍화토	13.0	2.658	N,P	N,P	99.6	88.2	21.9	-	SM
BH-202	2.0	붕적층	13.9	2.658	N,P	N,P	86.9	50.9	27.4	-	SM
BH-214	4.0	풍화토	18.5	2.663	N,P	N,P	97.7	84.9	25.7	-	SM
BH-216	10.0	풍화토	24.1	2.665	N,P	N,P	98.0	84.5	22.3	-	SM

▮ 지층별 결과분석

구 분	함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.200	USCS
붕적층	13.9~20.7	2.658~2.674	N,P	N,P	86.9~99.8	27.4~52.0	SM, ML
풍화토	8.4~24.1	2.652~2.665	N,P	N,P	81.2~99.6	17.9~26.5	SM

분석결과
- 깎기구간의 토질은 SM, ML로 구성됨
- 함수비 : 8.4~24.1%, 비중 : 2.652~2.674, #200통과중량 백분율 : 17.9~52.0%

○ 쌓기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-148	4.0	퇴적층	31.3	2.683	33.5	12.0	-	100.0	85.4	13.7	CL
BH-149	2.0	퇴적층	31.2	2.685	34.2	21.8	100.0	99.9	67.0	13.3	CL

지반조사 보고서

제 4 편 상세 및 보완조사

■ 실시설계

구분	공번	심도(m)	지층	$I_{s(50)}$(MPa)	q_u(MPa)
깍기1	BH-159	12,6~12,7	보통암	5,74	114,8
	BH-159	15,5~15,8	경 암	5,19	103,9
	BH-159	17,7~17,8	경 암	5,34	106,9
	BH-159	21,8~22,0	경 암	5,46	109,2
	BH-159	24,7~24,9	경 암	5,27	105,4
	BH-159	26,7~27,0	경 암	5,65	112,9
	BH-159	30,0~30,2	경 암	5,57	111,4
사리현IC	BH-160	12,1~12,2	연 암	2,29	45,9
	BH-160	15,2~15,4	연 암	2,64	52,8
샤틀IC	BH-160	16,8~17,0	연 암	2,91	58,2
깍기1	BH-161	12,1~12,2	연 암	1,75	34,9
	BH-161	15,5~15,6	연 암	2,41	48,1
	BH-161	15,6~15,8	보통암	3,41	68,2
	BH-161	17,7~17,9	경 암	4,65	93,1
깍기2	BH-170	12,2~12,3	연 암	1,01	20,2
깍기5	BH-198-2	5,5~5,7	보통암	4,46	89,2
설문IC	BH-202	25,9~26,0	연 암	2,83	56,6
	BH-202	27,9~28,0	연 암	3,26	65,2

■ 지층별 결과분석

구분	연암		보통암		경암	
	범위	평균	범위	평균	범위	평균
$I_{s(50)}$(MPa)	1,01~3,26	2,39	3,4~5,7	4,5	4,7~5,7	5,3
q_u(MPa)	20,2~65,2	47,7	68,2~114,8	90,7	93,1~112,9	106,1

○ 교량구간

구분	공번	심도(m)	지층	$I_{s(50)}$(MPa)	q_u(MPa)
원당천1교	BH-150-1	12,2~12,3	연 암	1,76	35,1
	BH-150-2	15,5~15,6	연 암	2,09	41,8
	BH-150-3	14,3~14,5	보통암	2,99	59,7
	BH-150-4	15,4~15,5	연 암	2,24	44,9
	BH-151-1	11,2~11,4	연 암	5,27	105,4
	BH-151-2	11,0~11,2	연 암	4,10	82,0
	BH-151-3	12,7~12,8	연 암	3,30	66,0
	BH-153	13,7~13,8	연 암	2,44	48,8
원당5교	BH-154	7,8~7,9	연 암	2,58	51,5
	BH-154-1	8,2~8,3	연 암	2,83	56,6
	BH-154-2	5,8~6,1	보통암	4,49	89,8
	BH-155	5,9~6,0	경 암	6,01	120,2
분봉교	BH-181	17,2~17,3	연 암	1,76	35,1
설문IC로	BH-201	26,7~26,9	연 암	6,95	138,9

■ 지층별 결과분석

구분	연암		보통암		경암	
	범위	평균	범위	평균	범위	평균
$I_{s(50)}$(MPa)	1,8~7,0	3,2	3,0~4,5	3,7	6,0	6,0
q_u(MPa)	35,1~138,9	64,2	59,7~89,8	74,8	120,2	120,0

분석결과 · 일축압축강도의 상관성 분석결과 $q_u=20,3I_{s(50)}$으로, 상관계수 20을 적용하여 일축강도로 환산

177 서울문산고속도로주식회사

○ 교량구간

■ 기존조사 자료

구분	공번	심도(m)	지층	점착력(MPa)	마찰각(°)	인장강도(MPa)
3공구	설문IC2육교	BB-33	경 암	19,9	50,5	10,1
4공구	금촌육교	BB-45	연 암	23,9	50,8	11,9
	능산3교	BB-60	보통암	18,9	49,6	9,6

○ 깍기구간

■ 기존조사 자료

구분	공번	심도(m)	지층	점착력(MPa)	마찰각(°)	인장강도(MPa)
4공구	깍기	CCB-5	29,0~32,0	경 암	27,0	49,7

■ 실시설계 시험결과

공번		심도(m)	지층	점착력(MPa)	마찰각(°)	인장강도(MPa)
1공구	BH-37	17,9~18,6	보통암	14,7	50,8	10,5
	BH-99	16,3~16,8	경 암	11,7	44,6	8,6
2공구	BH-109	15,47~15,77	보통암	12,0	49,9	8,3
3공구	BH-159	16,2~16,8	경 암	18,0	51,8	12,4
	BH-202	25,4~25,9	연 암	9,3	46,3	7,0
4공구	BH-252-1	31,4~32,1	경 암	16,5	50,2	10,9
	BH-282	22,8~22,95	보통암	-	-	15,4
	BH-282	30,9~31,9	보통암	21,8	53,7	-
	BH-284	24,8~24,9	보통암	-	-	16,9
	BH-284	28,85~29,5	보통암	23,4	55,9	-
	BH-287	29,2~29,7	경 암	20,1	53,9	11,8
	BH-293	25,5~26,0	보통암	12,4	47,7	8,0
	BH-298-1	24,8~25,5	경 암	19,1	53,2	11,7
	BH-302	26,7~27,25	보통암	21,5	57,3	16,7

179 서울문산고속도로주식회사

5.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 5.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	보강토옹벽(설문2육교 STA.0+085~0+230)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	보강토옹벽(설문2육교 STA.0+085~0+230)에 대한 주요 손상으로, 하부 세굴이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 옹벽의 안정선에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 하부 세굴이 조사됨	양호

5.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

5.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 전회 정밀안전점검에서 손상이 조사되지 않아, 금회 점검에서 추가적인 신규손상 발생 여부 및 기존손상에 대한 보수여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

5.2.5 시설물 보수 이력

【표 5.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

5.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 5.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

5.3 현장조사 및 시험

5.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 절토사면이 있으며, 하부로는 서울문산고속도로 본선이 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 1.5~17.5m를 보이며, 총 연장은 155.0m의 규모를 가지는 복합식 보강토옹벽(패널 : 40.0m, 블록 : 115.0m)이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=155.0m, L=17.5m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 5.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2022. 10. 21.		**조 사 자**	장 진 원
시설물명	보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)		**시설물 종류**	2종
일 기	맑음		**시설물번호**	RW2020-0000085
시설물위치	**행정구역**	경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4		
	위치좌표	시점 : ° ' "		
		종점 : ° ' "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	**옹벽형식**	패널식+블록식	**옹벽재료**	철근콘크리트+무근콘크리트
	연 장	155.0m	**지면노출 높 이**	17.5m
	보 강 재 길 이	-	**저 판 폭 길 이**	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		**관리주체구분**	민간
주변환경	**옹벽상부**	사면		
	옹벽하부	고속도로 본선		
시공현황	**준공년도**	2020년 11월 06일	**시 공 자**	지에스건설(주)
	감 리 자	동남이엔씨(주)(오흥기)	**설 계 자**	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 8개 구간(S1~S8)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 5.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	13.8	5	80.0~100.0m	100.0	10.2
2	20.0~40.0m	40.0	17.5	6	100.0~120.0m	120.0	14.9
3	40.0~60.0m	60.0	9.9	7	120.0~140.0m	140.0	15.3
4	60.0~80.0m	80.0	9.9	8	140.0~155.0m	155.0	10.1



측점분할 작업사진



측점분할 작업사진

5.3.2 부재별 외관조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트, 아스콘), 비포장이 혼합된 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



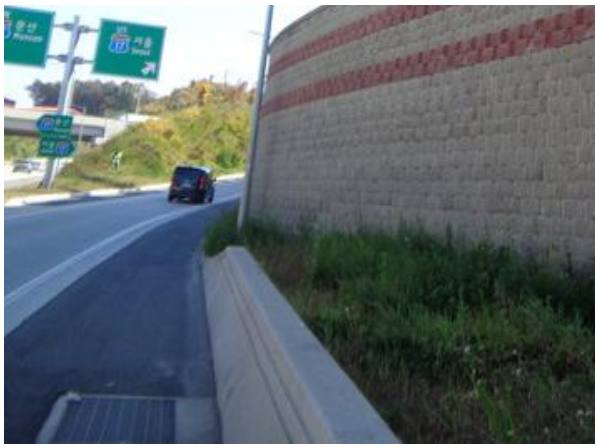
【그림 5.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함은 없는 것으로 확인되나 패널식 옹벽 구간에서 소규모의 세굴이 조사되었다.

【표 5.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치		손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
패널	S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S2	세굴	-	0.3	0.2	㎡	1	0.06	-
블록	S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td>  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• S2 세굴</td><td>현 황</td><td>• S2 세굴</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 채움 및 주의관찰</td><td>대 책</td><td>• 채움 및 주의관찰</td></tr>
<tr><td>  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 시공미흡으로 인한 소규모 세굴이 조사되었으나, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함은 없는 양호한 상태로 확인되었다. 발생한 손상에 대하여 채움 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전, 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

본 구조물은 복합식 보강토옹벽(패널+블록)으로 패널 및 블록의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 패널식 7단, 블록식 3단으로 구성되어 있고, 패널식과 블록식 사이에 시공이음부가 존재하나 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 5.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 구조적인 손상 결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 5.3.4】 전면부 손상현황

위 치		손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
패널	S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
블록	S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 이에 해당 시설물에 대하여 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

본 보강토옹벽(패널+블록)에서 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 별도의 배수시설은 설치되어 있지 않은 상태이다.



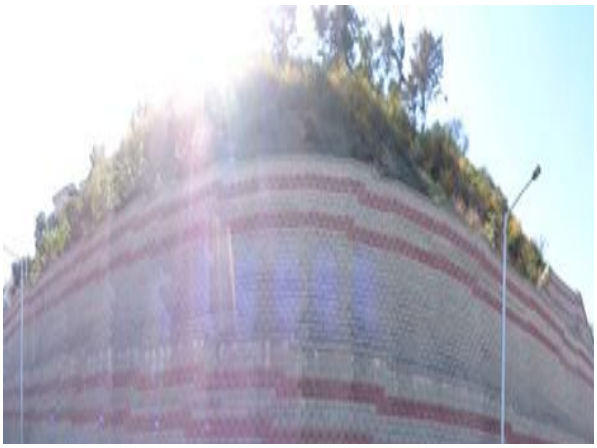
【그림 5.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽에 별도의 배수로는 설치되어 있지 않은 상태이며, 상부절토부에 절토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 5.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치		손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
패널	S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
블록	S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
	S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽에 별도의 배수로는 설치되어 있지 않은 상태이며, 상부절토부에 절토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 원활한 유지관리를 위하여 배수로 인근 정비를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

5.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 5.3.6】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	상태양호	-
주변영향인자	상태양호	-
기초부의 세굴	세굴	채움 후 주의관찰
결과요약	보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 절토부에 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 기초부에 시공미흡으로 인한 세굴이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상진전 방지, 내구성 확보 차원의 재움 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상의 발생여부 확인, 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 사료된다.	

【표 5.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	상태양호	-	-	-	
배수시설	해당없음	-	-	-	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	세굴	㎡	0.06	1	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

5.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230))은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 5.3.4】 측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 선형 및 수준측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 경사도의 경우 설계도서에 경사도를 포함한 단면도가 확인되지 않아 초기안전점검에서 실시한 경사도 측량값과 비교를 실시한 결과 근소한 차이를 확인하였다. 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 실시하여 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

【표 5.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		초기점검경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	3m	0.00	0.01	-	-	0.00	-0.01	a	배면
2	39m	0.00	0.01	-	-	0.00	-0.01	a	배면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

【표 5.3.8】 경사도 결과(계속)

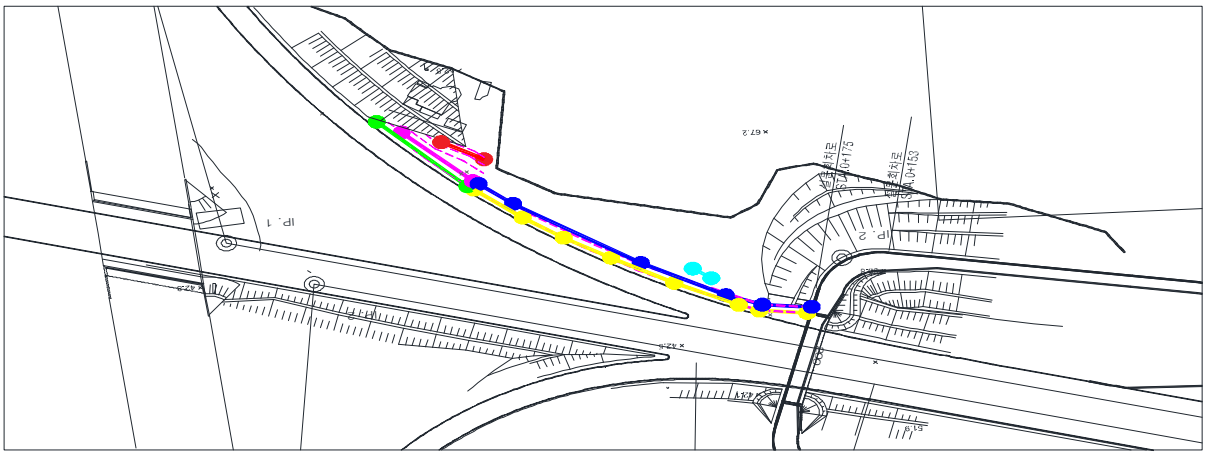
구분	측정위치 (m)	측정경사량		초기점검경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
3	41m7	-12.3	2.51	-	-	-12.3	-2.51	b	배면
4	64m8	-4.0	0.82	-16.0	3.08	12.0	2.26	b	전면
5	90m10	-12.9	2.43	-10.0	2.00	-2.9	-0.43	a	배면
6	117m11	-13.6	2.62	-12.0	2.40	-1.6	-0.22	a	배면
7	133m12	-15.0	2.94	-12.0	2.40	-3.0	-0.54	a	배면
8	155m14	-7.3	1.40	-8.0	1.57	0.7	0.17	a	전면

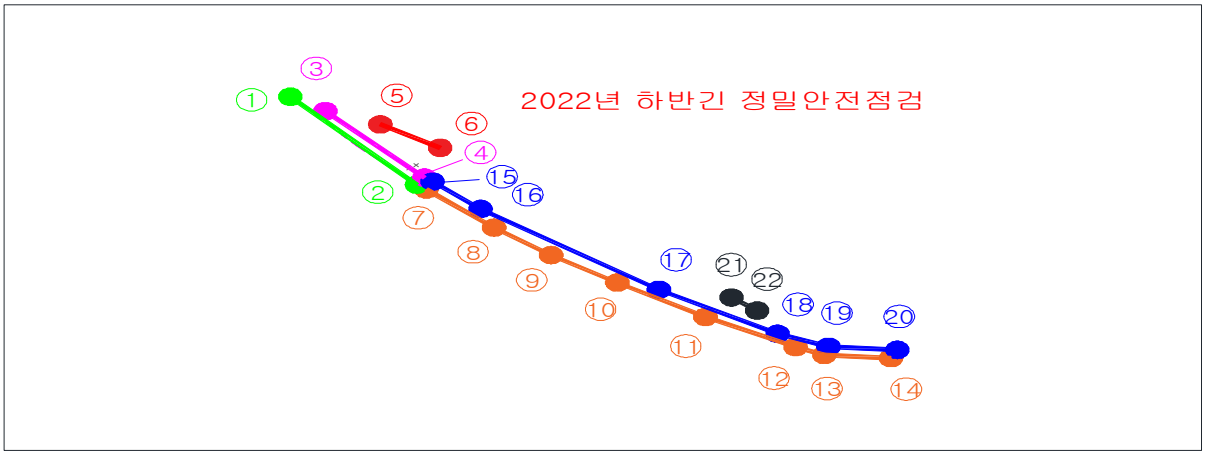
※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

【표 5.3.9】 선형 및 수준측량 결과

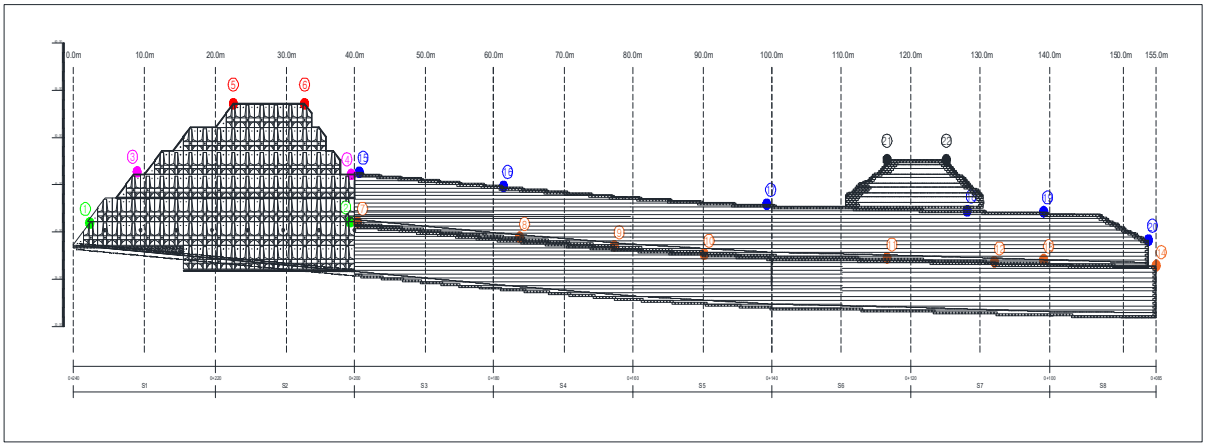
측정위치			X	Y	노출 높이 (m)
패널	2단	(1)	-59.983	63.154	2.5
		(2)	-33.085	37.794	4.7
	4단	(3)	-52.560	58.983	7.5
		(4)	-31.488	39.858	9.7
	7단	(5)	-40.864	55.179	16.6
		(6)	-28.145	48.431	17.5
블록	1단	(7)	-31.078	36.413	4.9
		(8)	-16.676	25.439	4.9
		(9)	-4.555	17.510	5.1
		(10)	9.510	9.604	5.3
		(11)	28.251	-0.300	5.2

측정위치			X	Y	노출 높이 (m)
블록	1단	(12)	47.413	-8.971	5.1
		(13)	53.505	-11.235	5.0
		(14)	67.691	-12.165	5.2
	2단	(15)	-29.744	38.687	5.0
		(16)	-19.543	30.835	5.0
		(17)	18.348	7.534	4.9
		(18)	43.557	-5.133	5.2
		(19)	54.403	-8.900	5.1
		(20)	69.038	-9.783	5.3
	3단	(21)	33.772	5.306	4.7
		(22)	39.244	1.542	5.0





[선형측량 결과]



[수준측량 결과]

【그림 5.3.5】 선형 및 수준측량 결과

5.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도 시험을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



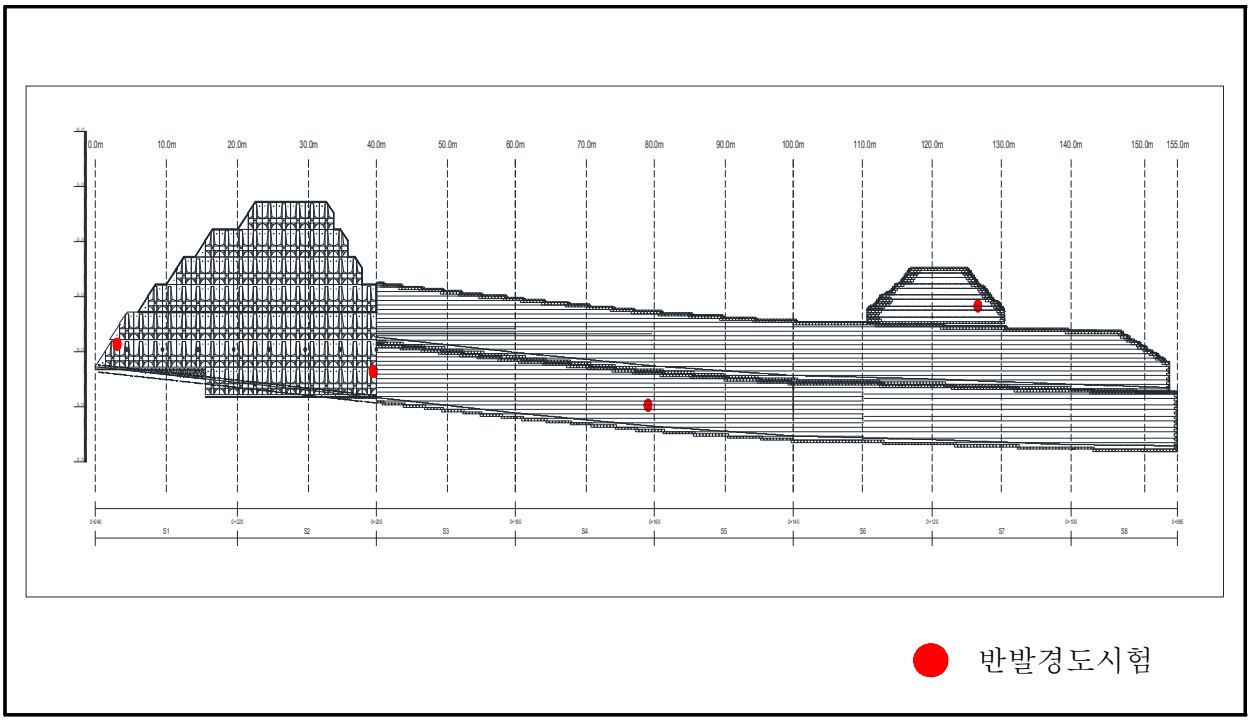
【그림 5.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 패널, 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 4개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다.

【표 5.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치			반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
				일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전면부	패널	S1	49.9	30.4	30.5	0.67	101.3	101.6	30.0
		S2	50.0	30.5	30.5	0.67	101.6	101.8	
	블록	S4	48.2	28.9	29.6	0.67	103.3	105.9	28.0
		S7	47.6	28.4	29.4	0.67	101.4	104.8	



【그림 5.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

5.4 상태평가

5.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

5.4.2 상태평가 결과 산정

【표 5.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.04	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	
									상태평가 결과					A	

5.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.00로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

5.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

5.5 종합평가 및 안전등급 지정

5.5.1 종합평가 결과

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

【표 5.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)		표 번 호	[표 5.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.00	A	근거표번호	[표 5.4.1]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.00	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

5.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 옹벽의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 **"A등급"**으로 지정하였다.

【표 5.5.2】 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

5.6 보수·보강 및 유지관리방안

5.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 5.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부절토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	세굴	채움 후 주의관찰	0.06	0.09	㎡	-	-	하자
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

5.6.2 유지관리방안

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

【표 5.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	 
절토부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기초부	· 패널식 옹벽 구간 하부에 시공초기 다짐 미흡으로 인한 세굴이 조사되었으며, 주기적인 관찰을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요	

5.7 종합결론

5.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 절토부에 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 기초부에 시공미흡으로 인한 세굴이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상진전 방지, 내구성 확보 차원의 재움 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상의 발생여부 확인, 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 사료된다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 선형 및 수준측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 경사도의 경우 설계도서에 경사도를 포함한 단면도가 확인되지 않아 초기안전점검에서 실시한 경사도 측량값과 비교를 실시한 결과 근소한 차이를 확인하였다. 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 실시하여 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.00, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

5.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 일부 손상이 확인되었으나 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 및 손상진전 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

5.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 옹벽 기초부의 패널식 옹벽 구간 하부에 시공초기 다짐 미흡으로 인한 세굴이 조사되었으며, 주기적인 관찰을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

5.7.4 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.

6. 보강토옹벽

(U-II블록 STA.11+092~11+193)

6.1 시설물 개요

6.2 자료수집 및 분석

6.3 현장조사 및 시험

6.4 상태평가

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.6 보수·보강 및 유지관리 방안

6.7 종합결론

6. 보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193)

6.1 시설물 개요

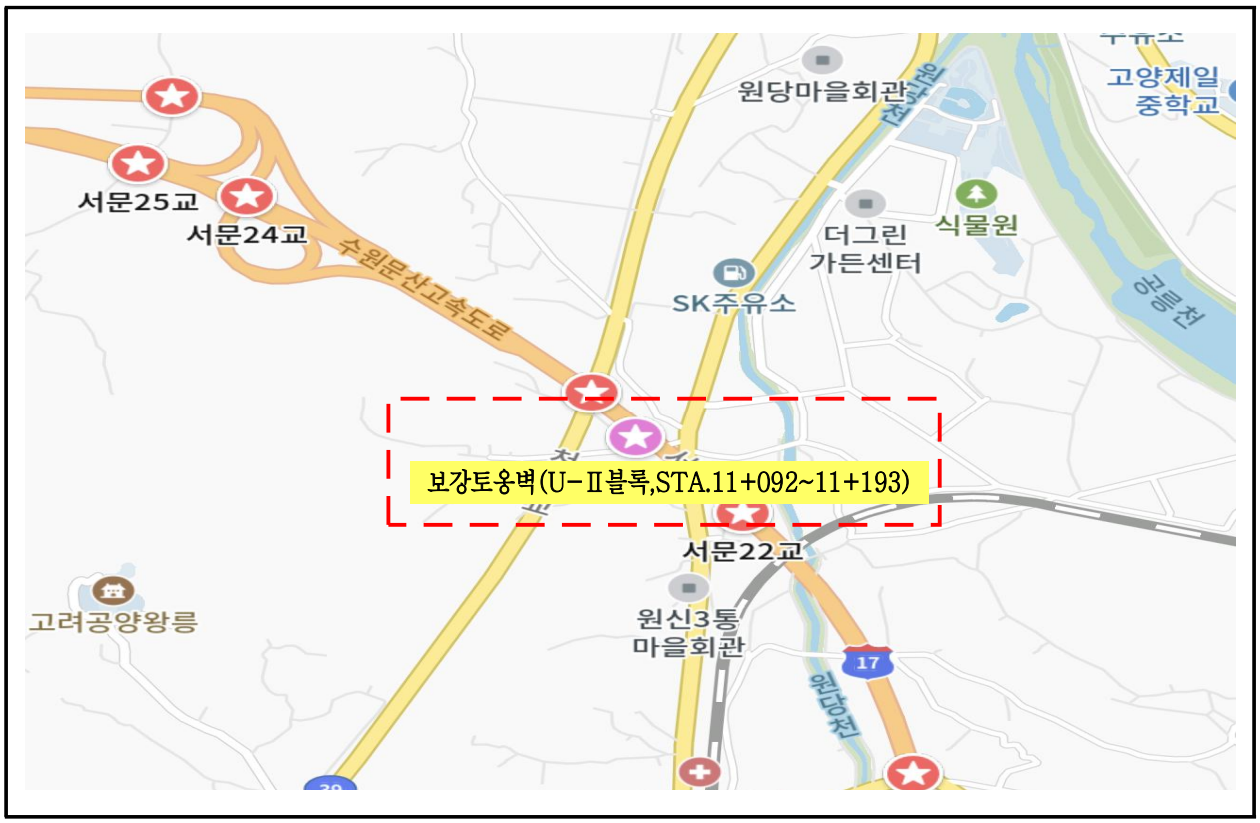
본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7에 위치한 2종 시설물로서 연장 108.0m, 지면노출높이 10.9m의 블록식 보강토옹벽이다.

6.1.1 일반사항

【표 6.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	보강토옹벽 (U-II블록 STA.11+092~11+193)		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000084		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7		
	위치좌표	시점 : ° ' "		
		종점 : ° ' "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	116.0m	지면노출 높 이	9.6m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	동남이엔씨(주)(오흥기)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

6.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 6.1.1】 위치도

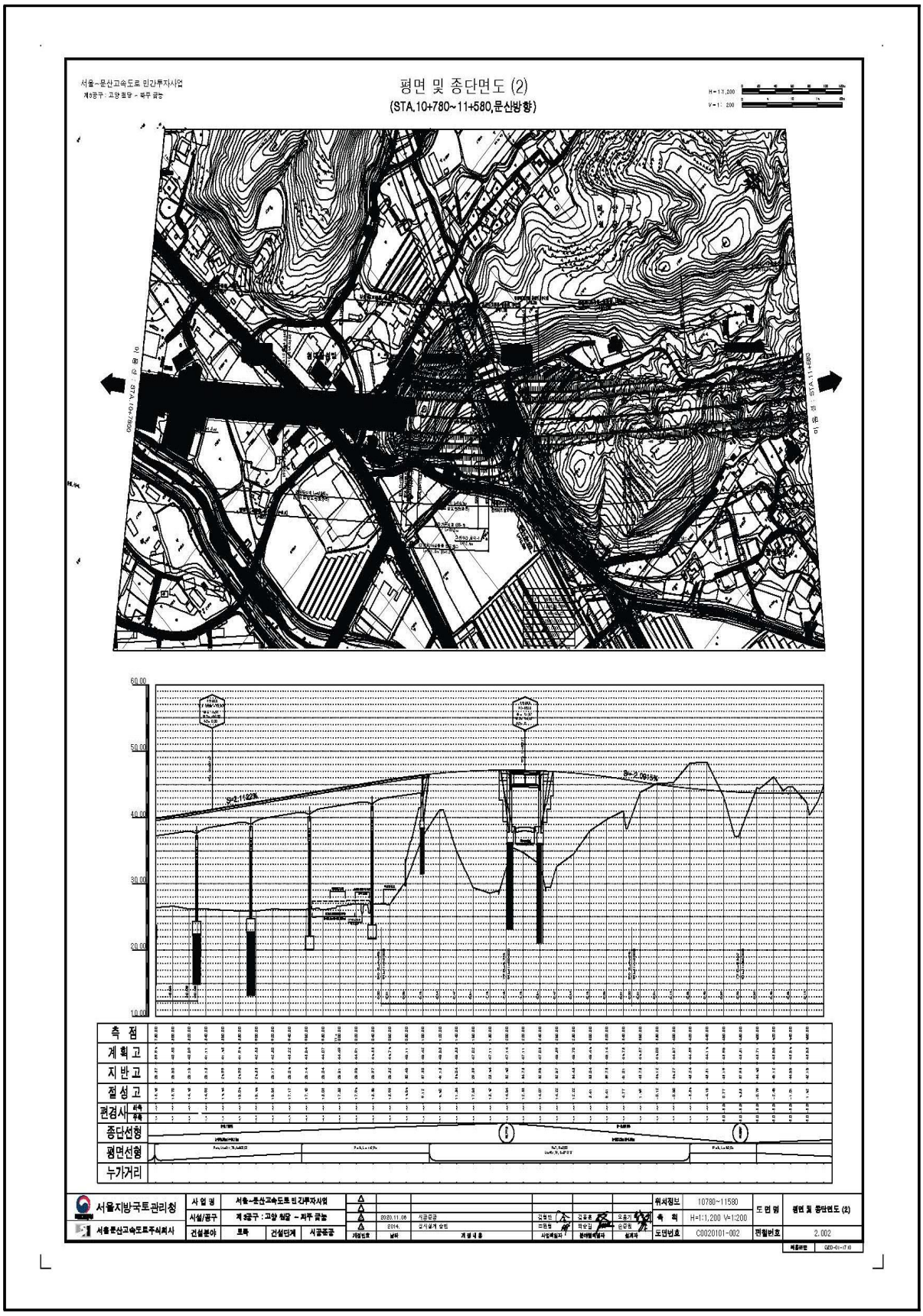
시점부 전경	종점부 전경
	

【그림 6.1.2】 전경사진

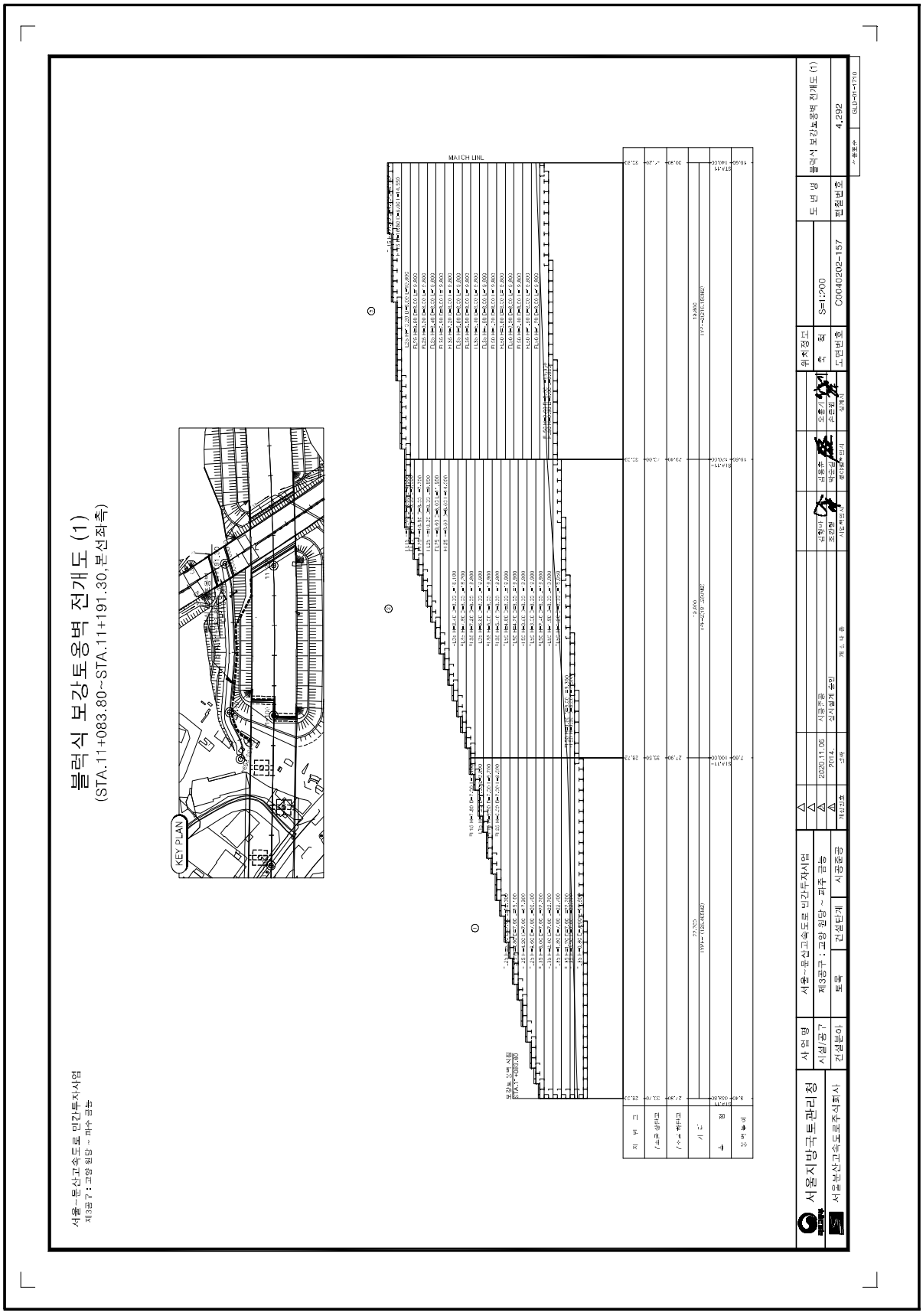
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 6.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

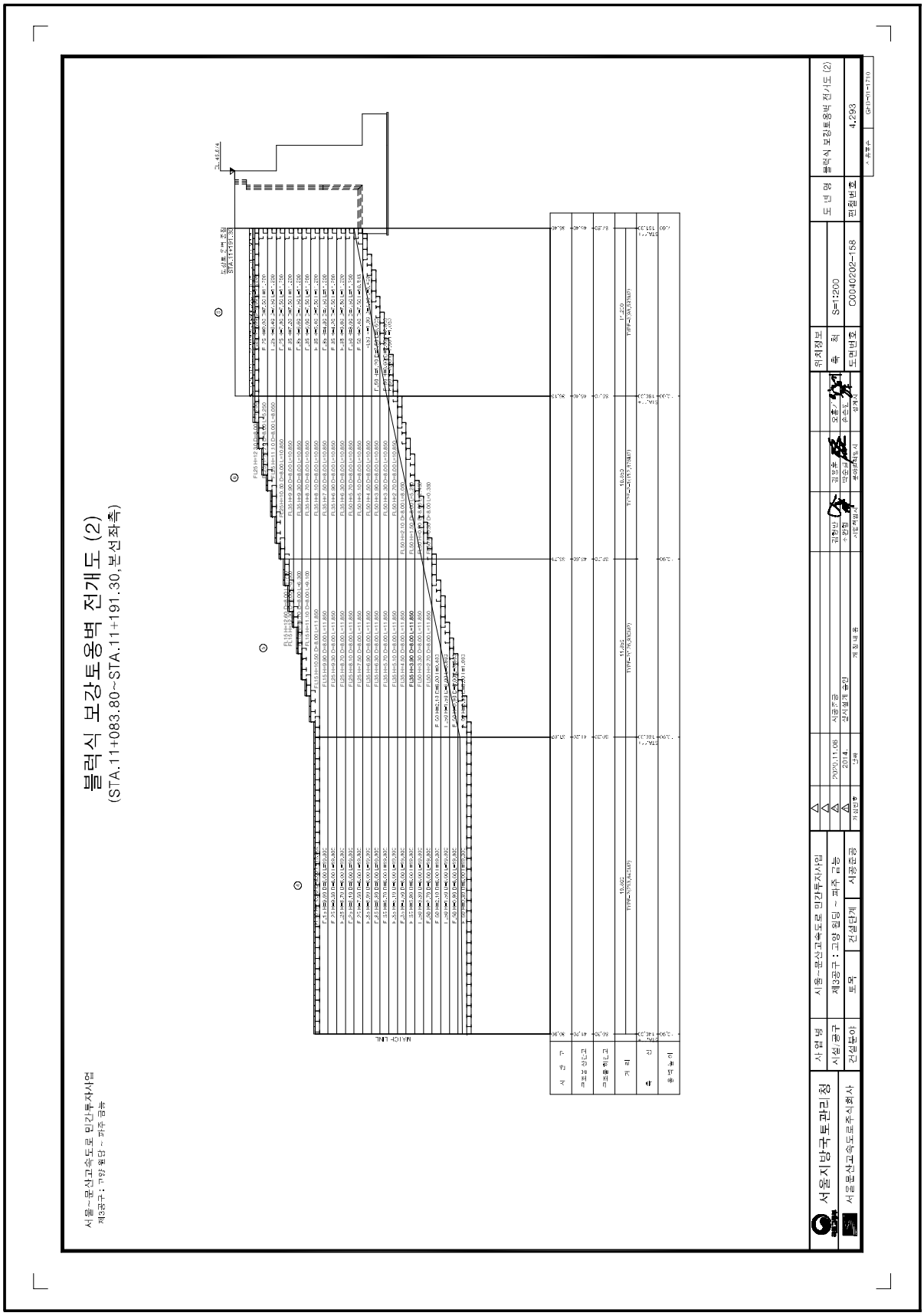
6.1.3 시설물 일반도



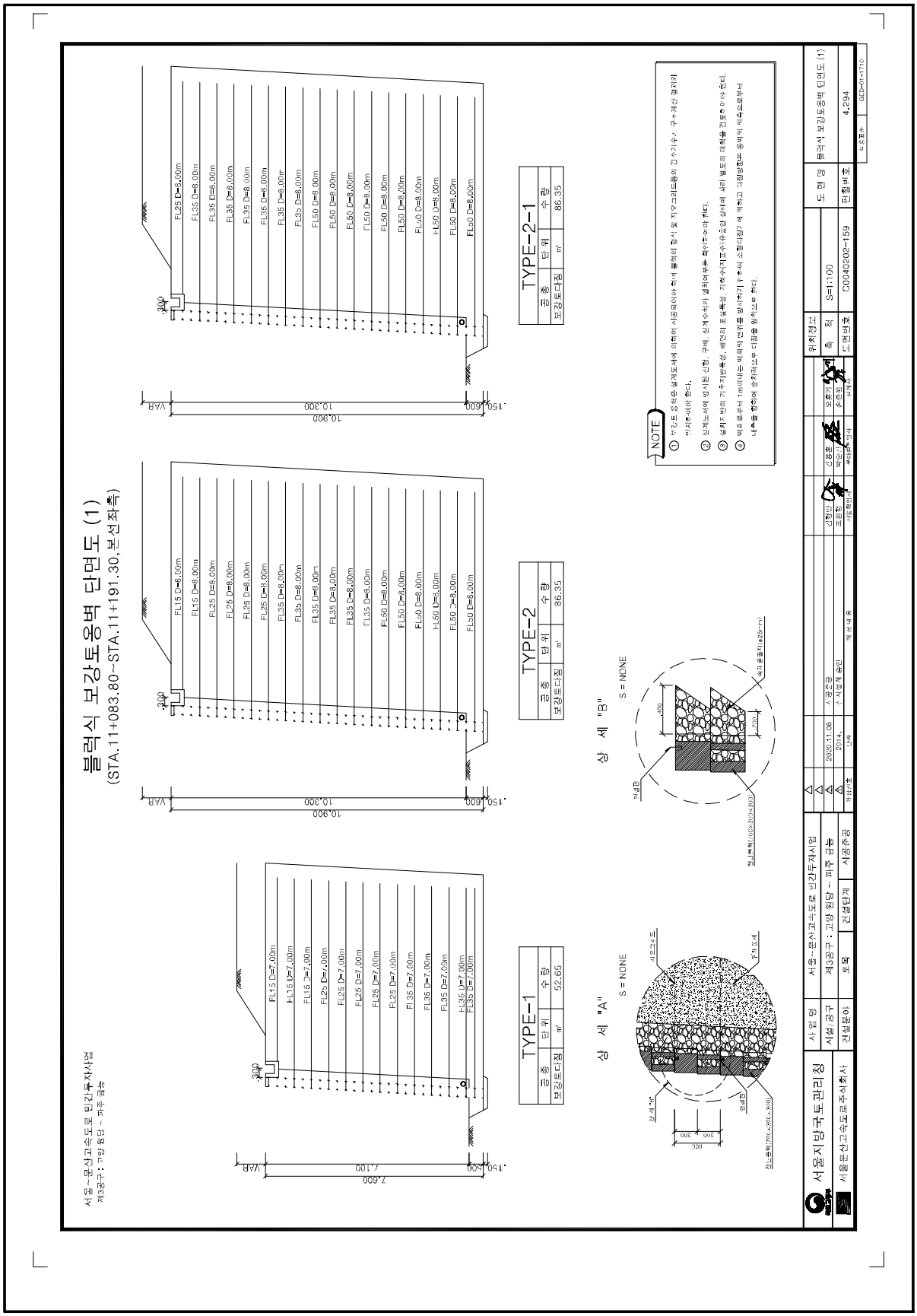
【그림 6.1.4】 종평면도



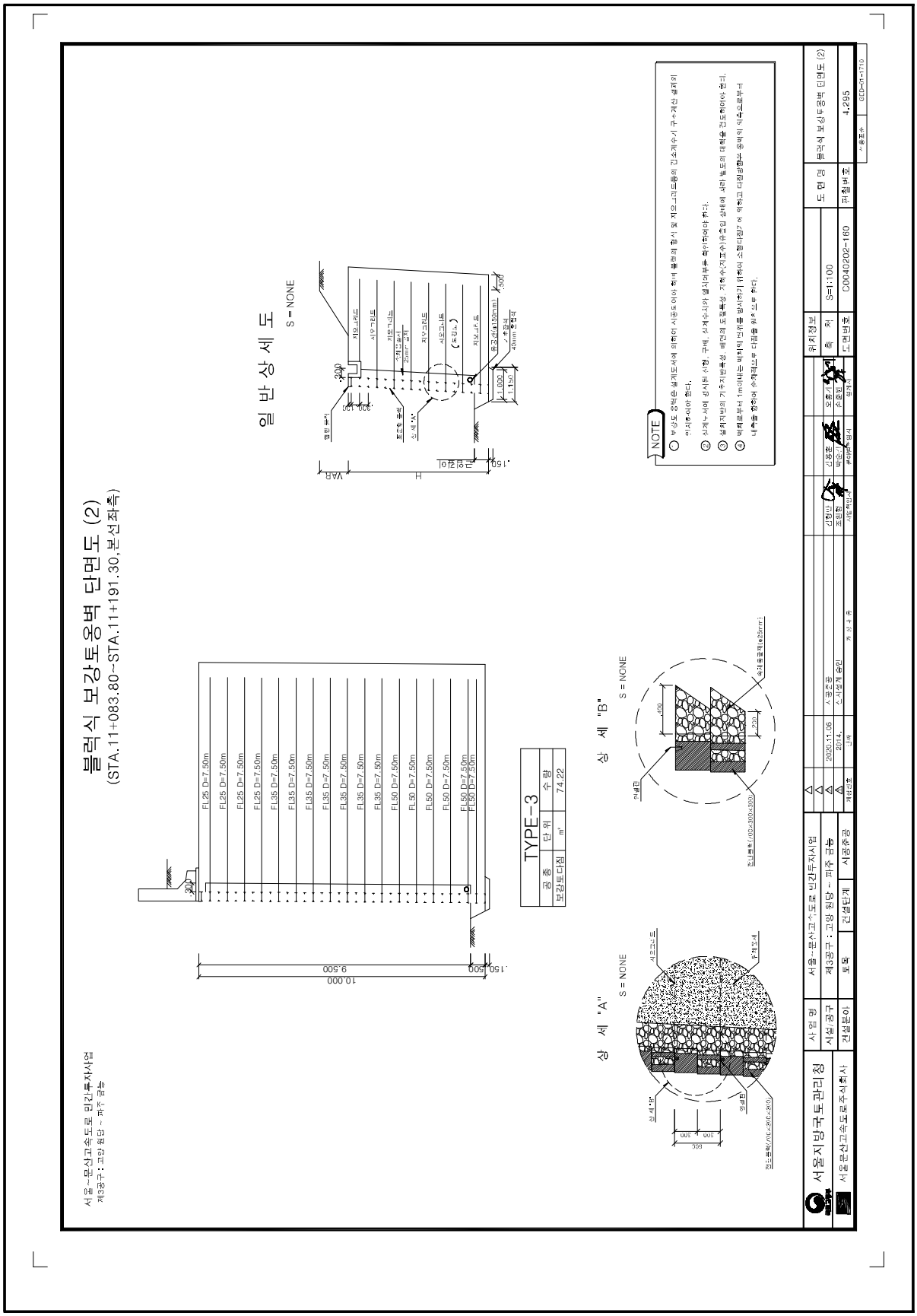
【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도



【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

6.2 자료수집 및 분석

6.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30 ~ STA.11+193.10 좌측

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(상시)

[Reinforced Soil SRM Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H = 7.560 < 8.000 O.K

보강재 최소설치길이(Lain) : 2.500 m < 8.000 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / Pa(h) = 1200.345 / 774.186 = 1.550 > 1.500 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 9913.045 / 3632.073 = 2.729 > 2.000 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 0.979 / 8.000 = 0.122

e = 0.979 < L/6.000 = 8.000 / 6.000 = 1.333 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 2563.626 / 344.094 = 7.450 > 2.500 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[m]	L[m]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT	SLIDING
1	0.300	8.000	1.584 > 1.500 O.K	O.K	8.806 > 1.500 O.K	1.902 > 1.500 O.K
2	0.900	8.000	1.665 > 1.500 O.K	O.K	8.762 > 1.500 O.K	1.556 > 1.500 O.K
3	1.500	8.000	1.755 > 1.500 O.K	O.K	8.620 > 1.500 O.K	1.616 > 1.500 O.K
4	2.100	8.000	1.856 > 1.500 O.K	O.K	8.459 > 1.500 O.K	1.681 > 1.500 O.K
5	2.700	8.000	1.969 > 1.500 O.K	O.K	8.371 > 1.500 O.K	1.753 > 1.500 O.K
6	3.300	8.000	2.095 > 1.500 O.K	O.K	8.269 > 1.500 O.K	1.829 > 1.500 O.K
7	3.900	8.000	1.559 > 1.500 O.K	O.K	7.907 > 1.500 O.K	1.908 > 1.500 O.K
8	4.500	8.000	1.686 > 1.500 O.K	O.K	7.482 > 1.500 O.K	1.991 > 1.500 O.K
9	5.100	8.000	1.777 > 1.500 O.K	O.K	7.195 > 1.500 O.K	2.080 > 1.500 O.K
10	5.700	8.000	1.843 > 1.500 O.K	O.K	6.785 > 1.500 O.K	2.177 > 1.500 O.K
11	6.300	8.000	1.929 > 1.500 O.K	O.K	6.442 > 1.500 O.K	2.283 > 1.500 O.K
12	6.900	8.000	2.043 > 1.500 O.K	O.K	6.162 > 1.500 O.K	2.398 > 1.500 O.K
13	7.500	8.000	1.566 > 1.500 O.K	O.K	5.949 > 1.500 O.K	2.523 > 1.500 O.K
14	8.100	8.000	1.708 > 1.500 O.K	O.K	5.818 > 1.500 O.K	2.656 > 1.500 O.K
15	8.700	8.000	1.867 > 1.500 O.K	O.K	5.783 > 1.500 O.K	2.797 > 1.500 O.K
16	9.300	8.000	2.164 > 1.500 O.K	O.K	5.888 > 1.500 O.K	2.939 > 1.500 O.K
17	9.900	8.000	1.535 > 1.500 O.K	O.K	6.198 > 1.500 O.K	3.072 > 1.500 O.K
18	10.500	8.000	1.915 > 1.500 O.K	O.K	6.878 > 1.500 O.K	3.157 > 1.500 O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[m]	Reinforcement Strength		Connection Break		Connection Pullout		Result
1	0.300	1.584	1.500 OK	1.585	1.500 OK	2.790	1.500 OK	OK
2	0.900	1.665	1.500 OK	1.667	1.500 OK	2.933	1.500 OK	OK
3	1.500	1.755	1.500 OK	1.757	1.500 OK	3.092	1.500 OK	OK
4	2.100	1.856	1.500 OK	1.858	1.500 OK	3.270	1.500 OK	OK
5	2.700	1.969	1.500 OK	1.971	1.500 OK	3.469	1.500 OK	OK
6	3.300	2.096	1.500 OK	2.099	1.500 OK	3.693	1.500 OK	OK
7	3.900	1.559	1.500 OK	1.571	1.500 OK	2.764	1.500 OK	OK
8	4.500	1.686	1.500 OK	1.698	1.500 OK	2.970	1.500 OK	OK
9	5.100	1.777	1.500 OK	1.779	1.500 OK	3.131	1.500 OK	OK
10	5.700	1.843	1.500 OK	1.844	1.500 OK	3.246	1.500 OK	OK
11	6.300	1.929	1.500 OK	1.931	1.500 OK	3.399	1.500 OK	OK
12	6.900	2.043	1.500 OK	2.045	1.500 OK	3.599	1.500 OK	OK
13	7.500	1.566	1.500 OK	1.567	1.500 OK	2.758	1.500 OK	OK
14	8.100	1.708	1.500 OK	1.708	1.500 OK	3.006	1.500 OK	OK

1 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(상시)

15	8.700	1.867	1.500	OK	1.899	1.500	OK	3.342	1.500	OK	OK
16	9.300	2.164	1.500	OK	2.166	1.500	OK	3.813	1.500	OK	OK
17	9.900	1.535	1.500	OK	1.537	1.500	OK	2.705	1.500	OK	OK
18	10.500	1.915	1.500	OK	1.917	1.500	OK	3.373	1.500	OK	OK

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEM Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999..'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/㎥)	내부마찰각 (ϕ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
위체움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	18.000	28.000	17.944	0.000
기초지반 :	21.000	31.000		28.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.900 m
마무리 블록 단위높이	Hou :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/㎥
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 h=0인 부분)	H'	10.100 m
근입깊이	Hemb	0.700 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	10.800 m
블록설치수		36 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	7.000 m
Broken slope angle	β'	17.944 Deg
	2 x H	21.600 m
	Case	4 Select

2 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(상시)

β'ext 17.944 Deg

β'int 25.000 Deg

[보강재 배치]

번호	높이	수직간격	길이	Rc[m]	b	Sh	제품 형태
1	0.300	0.300	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
2	0.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
3	1.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
4	2.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
5	2.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
6	3.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
7	3.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
8	4.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
9	5.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
10	5.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
11	6.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
12	6.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
13	7.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
14	8.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
15	8.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
16	9.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
17	9.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 15kN
18	10.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 15kN

[참고] Rc = b/Sh, 여기서, Rc : 보강재 면적비, b : 보강재의 폭, Sh : 보강재의 수평설치간격

[보강재 제원]

A. Ultimate Strength Criteria

번호	블록과 보강재의 상호관계 (인발저항강도)			흙과 보강재 상호관계 (인발/직접활동 계수)			블록과 블록의 상호관계 (전단강도 계수)		
	연결강도			감소계수		비보강재	보강재포함			
	acs (kN/m)	λcs	acs(max) (kN/m)	CRs	CRu	Cds	Cds	Ci+α	au (kN/m)	λu	au(max) (kN/m)
1	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
2	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
3	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
4	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
5	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
6	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
7	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
8	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
9	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
10	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
11	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
12	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
13	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
14	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
15	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
16	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
17	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
18	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-

[비고] 흙과 보강재의 상호관계(인발저항과 직접활동) 계수

1.Cds : 보강토체의 직접활동계수

2.Ci : 인발에 대한 흙과 보강재의 상호 작용계수

3.Cds : 흙과 보강재의 직접활동계수

3 페이지

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(지진시)

[Reinforcec Soil SRW Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 7.560 < 8.000 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 8.000 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / (PIR + Pa(h) + 0.5xΔPdyn(h)) = 1224.089 / 1052.461 = 1.163 > 1.100 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 10195.561 / 5596.745 = 1.822 > 1.500 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 1.831 / 8.000 = 0.229

e = 1.831 < L/4.000 = 8.000 / 4.000 = 2.000 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 2096.613 / 488.733 = 4.294 > 2.000 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[n]	L[n]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT	SLIDING
1	0.300	8.000	1.347 > 1.000 O.K	O.K	5.522 > 1.100 O.K	1.130 > 1.100 O.K
2	0.900	8.000	1.415 > 1.000 O.K	O.K	5.463 > 1.100 O.K	1.179 > 1.100 O.K
3	1.500	8.000	1.489 > 1.000 O.K	O.K	5.363 > 1.100 O.K	1.232 > 1.100 O.K
4	2.100	8.000	1.572 > 1.000 O.K	O.K	5.268 > 1.100 O.K	1.292 > 1.100 O.K
5	2.700	8.000	1.664 > 1.000 O.K	O.K	5.180 > 1.100 O.K	1.359 > 1.100 O.K
6	3.300	8.000	1.768 > 1.000 O.K	O.K	5.101 > 1.100 O.K	1.431 > 1.100 O.K
7	3.900	8.000	1.320 > 1.000 O.K	O.K	4.675 > 1.100 O.K	1.510 > 1.100 O.K
8	4.500	8.000	1.415 > 1.000 O.K	O.K	4.580 > 1.100 O.K	1.596 > 1.100 O.K
9	5.100	8.000	1.492 > 1.000 O.K	O.K	4.410 > 1.100 O.K	1.692 > 1.100 O.K
10	5.700	8.000	1.553 > 1.000 O.K	O.K	4.183 > 1.100 O.K	1.800 > 1.100 O.K
11	6.300	8.000	1.631 > 1.000 O.K	O.K	3.987 > 1.100 O.K	1.921 > 1.100 O.K
12	6.900	8.000	1.731 > 1.000 O.K	O.K	3.824 > 1.100 O.K	2.059 > 1.100 O.K
13	7.500	8.000	1.327 > 1.000 O.K	O.K	3.667 > 1.100 O.K	2.215 > 1.100 O.K
14	8.100	8.000	1.445 > 1.000 O.K	O.K	3.611 > 1.100 O.K	2.390 > 1.100 O.K
15	8.700	8.000	1.602 > 1.000 O.K	O.K	3.575 > 1.100 O.K	2.585 > 1.100 O.K
16	9.300	8.000	1.818 > 1.000 O.K	O.K	3.613 > 1.100 O.K	2.794 > 1.100 O.K
17	9.900	8.000	1.277 > 1.000 O.K	O.K	3.745 > 1.100 O.K	3.001 > 1.100 O.K
18	10.500	8.000	1.564 > 1.000 O.K	O.K	4.048 > 1.100 O.K	3.196 > 1.100 O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[n]	Reinforcement Strength		Connection Break		Connection Pullout		Result
1	0.300	1.347	1.125 OK	1.349	1.000 OK	1.743	1.000 OK	OK
2	0.900	1.415	1.125 OK	1.416	1.000 OK	1.829	1.000 OK	OK
3	1.500	1.489	1.125 OK	1.491	1.000 OK	1.924	1.000 OK	OK
4	2.100	1.572	1.125 OK	1.573	1.000 OK	2.029	1.000 OK	OK
5	2.700	1.664	1.125 OK	1.666	1.000 OK	2.147	1.000 OK	OK
6	3.300	1.768	1.125 OK	1.770	1.000 OK	2.278	1.000 OK	OK
7	3.900	1.320	1.125 OK	1.322	1.000 OK	1.699	1.000 OK	OK
8	4.500	1.415	1.125 OK	1.416	1.000 OK	1.818	1.000 OK	OK
9	5.100	1.492	1.125 OK	1.494	1.000 OK	1.919	1.000 OK	OK
10	5.700	1.553	1.125 OK	1.555	1.000 OK	2.001	1.000 OK	OK
11	6.300	1.631	1.125 OK	1.633	1.000 OK	2.104	1.000 OK	OK
12	6.900	1.731	1.125 OK	1.732	1.000 OK	2.234	1.000 OK	OK
13	7.500	1.327	1.125 OK	1.329	1.000 OK	1.714	1.000 OK	OK
14	8.100	1.445	1.125 OK	1.447	1.000 OK	1.866	1.000 OK	OK

1 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(지진시)

15	8.700	1.602	1.125 OK	1.604	1.000 OK	2.056	1.000 OK	OK
16	9.300	1.818	1.125 OK	1.820	1.000 OK	2.338	1.000 OK	OK
17	9.900	1.277	1.125 OK	1.278	1.000 OK	1.634	1.000 OK	OK
18	10.500	1.564	1.125 OK	1.566	1.000 OK	1.966	1.000 OK	OK

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999..'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/㎥)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	18.000	28.000	17.944	0.000
기초지반 :	21.000	31.000		28.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/㎥
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	10.100 m
근입길이	Hemb	0.700 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	10.800 m
블록설치수		36 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	7.000 m
Broken slope angle	β'	17.944 Deg
	2 x H	21.600 m
	Case	4 Select

2 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(지진시)

β'ext 17.944 Deg

β'int 25.000 Deg

[보강재 배치]

번호	높이	수직간격	길이	Rc[n]	b	Sh	제품 형태
1	0.300	0.300	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
2	0.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
3	1.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
4	2.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
5	2.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
6	3.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
7	3.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
8	4.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
9	5.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
10	5.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
11	6.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
12	6.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
13	7.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
14	8.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
15	8.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
16	9.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
17	9.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 15kN
18	10.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 15kN

[참고] Rc = b/Sh, 여기서, Rc : 보강재 면적비, b : 보강재의 폭, Sh : 보강재의 수평설치간격

[보강재 제원]

A. Ultimate Strength Criteria

번호	블록과 보강재의 상호관계 (인발/직접활동 계수) 연결강도 acs (kN/m)	λcs	acs(max) (kN/m)	감소계수 CRs	CRu	흙과 보강재 상호관계 (인발/직접활동 계수) 비보강재 Cds	보강재포함 Cds	Ci·α	블록과 블록의 상호관계 전단강도 계수 au (kN/m)	λu	au(max) (kN/m)
1	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
2	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
3	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
4	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
5	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
6	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
7	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
8	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
9	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
10	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
11	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
12	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
13	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
14	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
15	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
16	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
17	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
18	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-

[비고] 흙과 보강재의 상호관계(인발저항과 직접활동) 계수

1.Cds : 보강토체의 직접활동계수

2.Ci : 인발에 대한 흙과 보강재의 상호 작용계수

3.Cds : 흙과 보강재의 직접활동계수

3 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(지진시)

4.α : Scale Effect Correction Factor

5.CRu : 보강재와 블록의 파단에 대한 극한강도 감소계수

6.CRs : 보강재와 블록의 인발에 대한 극한강도 감소계수

B. Available Reinforcement Design Strength Determination : Tal

No	Product 제품	형태	Tal (kN/m)	Tult (kN/m)	RFd	RFid	RFcr	FScs
1	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
2	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
3	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
4	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
5	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
6	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
7	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
8	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
9	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
10	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
11	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
12	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
13	Fold Lock	25kN	36.90	71.43	1.10	1.10	1.60	1.50
14	Fold Lock	25kN	36.90	71.43	1.10	1.10	1.60	1.50
15	Fold Lock	25kN	36.90	71.43	1.10	1.10	1.60	1.50
16	Fold Lock	25kN	36.90	71.43	1.10	1.10	1.60	1.50
17	Fold Lock	15kN	22.14	42.86	1.10	1.10	1.60	1.50
18	Fold Lock	15kN	22.14	42.86	1.10	1.10	1.60	1.50

[Note] 블록식 보강토 옹벽에 대한 장기간 이용할 수 있는 인장강도(Tal)는 다음과 같다.

Tal = Tult / (RFd x RFid x RFcr)

여기서,

토목섬유 보강재의 극한인장강도(또는 항복인장강도) Tult kN/m

각 종 강도저하를 일으키는 감소계수

- 내구성에 대한 감소계수 RFd
  (미생물, 화학약품, 산화, 가수분해 등에 의한 토목섬유의 강도손실)
- 설치시 발생되는 피해 및 손상에 대한 감소계수 RFid
- 크리프 감소계수 RFcr
  (실내 크리프 시험에서 얻은 토목섬유의 크리프 한계강도에 대한 극한강도의 비)

복합실성에 대한 안전율 FScs
(구조물의 형상과 뒷채움의 특성, 보강재특성, 외부 작용하중 등의 블록실성 및 구조물의 중요도를 고려한 안전율)

[인발시험으로 부터 구한 수평저항재 만의 전단강도 정수]

번호	apr(kN/m)	λpr(°)	apr[max](kN/m)	Rcpr	Cpr	제품 형태
1	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
2	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
3	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
4	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
5	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
6	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
7	111.550	15.540	170.000	0.500	0.760	Fold Lock 35kN
8	111.550	15.540	170.000	0.500	0.760	Fold Lock 35kN
9	111.550	15.540	170.000	0.500	0.760	Fold Lock 35kN
10	111.550	15.540	170.000	0.500	0.760	Fold Lock 35kN

4 페이지

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(상시)

[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H = 5.880 < 6.300 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 6.300 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / Pa(h) = 747.431 / 482.460 = 1.549 > 1.500 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 4907.697 / 1777.437 = 2.761 > 2.000 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 0.732 / 6.300 = 0.116

e = 0.732 < L/6.000 = 6.300 / 6.000 = 1.050 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 2234.457 / 267.703 = 8.347 > 2.500 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[n]	L[n]	STRENGTH		SPACING		PULLOUT		SLIDING	
1	0.300	6.300	2.050 > 1.500	O.K	0.300	O.K	7.803 > 1.500	O.K	1.510 > 1.500	O.K
2	0.900	6.300	1.532 > 1.500	O.K	0.600	O.K	7.197 > 1.500	O.K	1.580 > 1.500	O.K
3	1.500	6.300	1.643 > 1.500	O.K	0.600	O.K	7.052 > 1.500	O.K	1.656 > 1.500	O.K
4	2.100	6.300	1.772 > 1.500	O.K	0.600	O.K	6.939 > 1.500	O.K	1.735 > 1.500	O.K
5	2.700	6.300	1.875 > 1.500	O.K	0.600	O.K	6.882 > 1.500	O.K	1.824 > 1.500	O.K
6	3.300	6.300	1.954 > 1.500	O.K	0.600	O.K	6.284 > 1.500	O.K	1.921 > 1.500	O.K
7	3.900	6.300	2.058 > 1.500	O.K	0.600	O.K	5.971 > 1.500	O.K	2.029 > 1.500	O.K
8	4.500	6.300	1.568 > 1.500	O.K	0.600	O.K	5.725 > 1.500	O.K	2.100 > 1.500	O.K
9	5.100	6.300	1.697 > 1.500	O.K	0.600	O.K	5.554 > 1.500	O.K	2.284 > 1.500	O.K
10	5.700	6.300	1.871 > 1.500	O.K	0.600	O.K	5.471 > 1.500	O.K	2.432 > 1.500	O.K
11	6.300	6.300	2.111 > 1.500	O.K	0.600	O.K	5.504 > 1.500	O.K	2.595 > 1.500	O.K
12	6.900	6.300	2.460 > 1.500	O.K	0.600	O.K	5.706 > 1.500	O.K	2.768 > 1.500	O.K
13	7.500	6.300	1.800 > 1.500	O.K	0.600	O.K	6.191 > 1.500	O.K	2.939 > 1.500	O.K
14	8.100	6.300	2.364 > 1.500	O.K	0.600	O.K	7.241 > 1.500	O.K	3.072 > 1.500	O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	2.050	1.500	OK	2.052	1.500	OK	3.512	1.500	OK	OK
2	0.900	1.532	1.500	OK	1.534	1.500	OK	2.703	1.500	OK	OK
3	1.500	1.643	1.500	OK	1.645	1.500	OK	2.895	1.500	OK	OK
4	2.100	1.772	1.500	OK	1.774	1.500	OK	3.122	1.500	OK	OK
5	2.700	1.875	1.500	OK	1.877	1.500	OK	3.324	1.500	OK	OK
6	3.300	1.954	1.500	OK	1.956	1.500	OK	3.443	1.500	OK	OK
7	3.900	2.058	1.500	OK	2.060	1.500	OK	3.626	1.500	OK	OK
8	4.500	1.568	1.500	OK	1.569	1.500	OK	2.762	1.500	OK	OK
9	5.100	1.697	1.500	OK	1.699	1.500	OK	2.989	1.500	OK	OK
10	5.700	1.871	1.500	OK	1.872	1.500	OK	3.296	1.500	OK	OK
11	6.300	2.111	1.500	OK	2.113	1.500	OK	3.719	1.500	OK	OK
12	6.900	2.460	1.500	OK	2.462	1.500	OK	4.333	1.500	OK	OK
13	7.500	1.800	1.500	OK	1.802	1.500	OK	3.171	1.500	OK	OK
14	8.100	2.364	1.500	OK	2.366	1.500	OK	4.164	1.500	OK	OK

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(상시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이터 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999.,'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/㎥)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	18.000	28.000	19.635	0.000
기초지반 :	21.000	31.000		28.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[감아올 때문 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록재원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Bu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/㎥
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	7.900 m
근입깊이	Hemb	0.500 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	8.400 m
블록설치수		28 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	6.000 m
Broken slope angle	β'	19.635 Deg
	2 x H	16.800 m
	Case	4 Select
	β'ext	19.635 Deg
	β'int	25.000 Deg

[보강재 배치]

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(상시)

여기서,

Ps[h,n] = 0.5 x Ka(ext) x γr x (H - E[n] + h[n])² x cos(δe)

Pq[h,n] = (ql + qd) x Ka(ext) x (H - E[n] + h[n]) x cos(δe)

Pqe[h,n] = 외부작용하중(따하중, 특별기초하중, 집중하중)

No.	H[n]	Live Pqe[h,n]				Dead Pqe[h,n]				Pqe[n]	cos(δe)	Pqe[h,n]
		S	I	P	Sum	S	I	P	Sum			
1	10.84	0.45	0.00	0.00	0.45	2.08	0.00	0.00	2.08	2.536	0.942	2.389
2	10.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.84	0.838	0.942	0.789
3	9.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
4	9.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
5	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
6	7.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
7	7.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
8	6.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
9	6.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
10	5.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
11	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
12	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
13	3.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
14	3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000

[비고] ql + qd = 0.000 + 0.000 = 0.000 kPa

Ka(ext) = 0.455

cos(δe) = cos(19.635) = 0.942

각 보강층에 대하여 내적활동파괴에 대한 안전율(FSsi[n])은 다음과 같이 계산된다.

FSsi[n] = (R's[n] + Vu[n]) / Pa[h,n] > 1.500 O.K

A. 입력된 데이타에 대한 검토 결과

No.	L[n]	R's[n]	Ww[n]	Vu[n]	R's[n]+Vu[n]	Ps[h,n]	Pq[h,n]	Pqe[h,n]	Pa[h,n]	FSsi[n]
1	6.30	688.438	39.498	0.000	688.438	453.640	0.000	2.389	456.029	1.510 > 1.500 O.K
2	6.30	642.755	39.498	0.000	642.755	405.971	0.000	0.789	406.760	1.580 > 1.500 O.K
3	6.30	597.577	39.498	0.000	597.577	360.947	0.000	0.000	360.947	1.656 > 1.500 O.K
4	6.30	552.871	39.498	0.000	552.871	318.569	0.000	0.000	318.569	1.735 > 1.500 O.K
5	6.30	508.492	39.330	0.000	508.492	278.835	0.000	0.000	278.835	1.824 > 1.500 O.K
6	6.30	464.439	35.190	0.000	464.439	241.748	0.000	0.000	241.748	1.921 > 1.500 O.K
7	6.30	420.712	31.050	0.000	420.712	207.307	0.000	0.000	207.307	2.029 > 1.500 O.K
8	6.30	377.312	26.910	0.000	377.312	175.510	0.000	0.000	175.510	2.150 > 1.500 O.K
9	6.30	334.239	22.770	0.000	334.239	146.360	0.000	0.000	146.360	2.284 > 1.500 O.K
10	6.30	291.492	18.630	0.000	291.492	119.854	0.000	0.000	119.854	2.432 > 1.500 O.K
11	6.30	249.072	14.490	0.000	249.072	95.995	0.000	0.000	95.995	2.595 > 1.500 O.K
12	6.30	206.978	10.350	0.000	206.978	74.781	0.000	0.000	74.781	2.768 > 1.500 O.K
13	6.30	165.211	6.210	0.000	165.211	56.212	0.000	0.000	56.212	2.939 > 1.500 O.K
14	6.30	123.771	2.070	0.000	123.771	40.289	0.000	0.000	40.289	3.072 > 1.500 O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안정계산]

연결강도 안정계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Tal[n]	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[s,n]	Tult[n]/Fg[s,n]	FScs	Result

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(상시)

1	0.300	35.990	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	69.676	2.050	1.500	OK
2	0.900	33.710	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	65.262	1.532	1.500	OK
3	1.500	31.430	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	60.848	1.643	1.500	OK
4	2.100	29.150	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	56.434	1.772	1.500	OK
5	2.700	27.541	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	53.320	1.875	1.500	OK
6	3.300	26.434	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	51.176	1.954	1.500	OK
7	3.900	25.098	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	48.590	2.058	1.500	OK
8	4.500	23.535	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	45.563	1.568	1.500	OK
9	5.100	21.743	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	42.095	1.697	1.500	OK
10	5.700	19.724	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	38.185	1.871	1.500	OK
11	6.300	17.476	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	33.834	2.111	1.500	OK
12	6.900	15.001	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	29.041	2.460	1.500	OK
13	7.500	12.297	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	23.807	1.800	1.500	OK
14	8.100	9.366	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	18.132	2.364	1.500	OK

Note. 1. Fg[s,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFid[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]xRFid[i]

2. Connection Break

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	CRu	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fp[p,n]	Tb[n]/Fg[p,n]	FScb	Result
1	0.300	35.990	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	53.342	2.062	1.500	OK
2	0.900	33.710	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	59.329	1.534	1.500	OK
3	1.500	31.430	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	55.316	1.645	1.500	OK
4	2.100	29.150	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	51.303	1.774	1.500	OK
5	2.700	27.541	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	48.473	1.877	1.500	OK
6	3.300	26.434	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	46.524	1.956	1.500	OK
7	3.900	25.098	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	44.173	2.060	1.500	OK
8	4.500	23.535	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	41.421	1.569	1.500	OK
9	5.100	21.743	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	38.268	1.599	1.500	OK
10	5.700	19.724	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	34.714	1.872	1.500	OK
11	6.300	17.476	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	30.758	2.113	1.500	OK
12	6.900	15.001	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	26.401	2.462	1.500	OK
13	7.500	12.297	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	21.643	1.802	1.500	OK
14	8.100	9.366	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	16.484	2.366	1.500	OK

Note. 1. Fg[p,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]

3. Tb[n] = Tult[n]xCRu

3. Connection Pullout

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[n]	Tult[n]	CRs	Tp[n]	Tp[n]/Fg[n]	FScp	Result
1	0.300	35.990	0.000	35.990	142.857	0.910	130.000	3.612	1.500	OK
2	0.900	33.710	0.000	33.710	100.000	0.910	91.000	2.700	1.500	OK
3	1.500	31.430	0.000	31.430	100.000	0.910	91.000	2.895	1.500	OK
4	2.100	29.150	0.000	29.150	100.000	0.910	91.000	3.122	1.500	OK
5	2.700	27.541	0.000	27.541	100.000	0.910	91.000	3.304	1.500	OK
6	3.300	26.434	0.000	26.434	100.000	0.910	91.000	3.443	1.500	OK
7	3.900	25.098	0.000	25.098	100.000	0.910	91.000	3.626	1.500	OK
8	4.500	23.535	0.000	23.535	71.429	0.910	65.000	2.762	1.500	OK
9	5.100	21.743	0.000	21.743	71.429	0.910	65.000	2.989	1.500	OK
10	5.700	19.724	0.000	19.724	71.429	0.910	65.000	3.296	1.500	OK
11	6.300	17.476	0.000	17.476	71.429	0.910	65.000	3.719	1.500	OK
12	6.900	15.001	0.000	15.001	71.429	0.910	65.000	4.333	1.500	OK
13	7.500	12.297	0.000	12.297	42.857	0.910	39.000	3.171	1.500	OK
14	8.100	9.366	0.000	9.366	42.857	0.910	39.000	4.164	1.500	OK

Note. 1. Tp[n] = CRs[n] x Tult[n] = PullOut ReductFactor x {acs[i] + Ww[i] x tanλcs ≤acsMax[i]}

구조계산서 및 안전검토서

STA.114092.30-STA.114193.10 본선 좌측 TYPE-2(지진시)

[Reinforced Soil SRM Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 5.880 < 6.300 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 6.300 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / (PIR + Pa(h) + 0.5x△Pdyn(h)) = 766.637 / 667.220 = 1.149 > 1.100 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 5085.442 / 2807.117 = 1.812 > 1.500 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 1.434 / 6.300 = 0.228

e = 1.434 < L/4.000 = 6.300 / 4.000 = 1.575 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 1651.223 / 386.950 = 4.784 > 2.000 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[n]	L[n]	STRENGTH		SPACING		PULLOUT		SLIDING	
1	0.300	6.300	1.746 > 1.000	O.K	0.K	4.893 > 1.100	O.K	1.124 > 1.100	O.K	
2	0.900	6.300	1.302 > 1.000	O.K	0.K	4.469 > 1.100	O.K	1.196 > 1.100	O.K	
3	1.500	6.300	1.394 > 1.000	O.K	0.K	4.384 > 1.100	O.K	1.256 > 1.100	O.K	
4	2.100	6.300	1.499 > 1.000	O.K	0.K	4.292 > 1.100	O.K	1.333 > 1.100	O.K	
5	2.700	6.300	1.588 > 1.000	O.K	0.K	4.132 > 1.100	O.K	1.420 > 1.100	O.K	
6	3.300	6.300	1.661 > 1.000	O.K	0.K	3.920 > 1.100	O.K	1.521 > 1.100	O.K	
7	3.900	6.300	1.754 > 1.000	O.K	0.K	3.740 > 1.100	O.K	1.636 > 1.100	O.K	
8	4.500	6.300	1.339 > 1.000	O.K	0.K	3.590 > 1.100	O.K	1.770 > 1.100	O.K	
9	5.100	6.300	1.450 > 1.000	O.K	0.K	3.492 > 1.100	O.K	1.927 > 1.100	O.K	
10	5.700	6.300	1.597 > 1.000	O.K	0.K	3.435 > 1.100	O.K	2.112 > 1.100	O.K	
11	6.300	6.300	1.797 > 1.000	O.K	0.K	3.440 > 1.100	O.K	2.327 > 1.100	O.K	
12	6.900	6.300	2.080 > 1.000	O.K	0.K	3.533 > 1.100	O.K	2.573 > 1.100	O.K	
13	7.500	6.300	1.505 > 1.000	O.K	0.K	3.769 > 1.100	O.K	2.836 > 1.100	O.K	
14	8.100	6.300	1.932 > 1.000	O.K	0.K	4.267 > 1.100	O.K	3.055 > 1.100	O.K	

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	1.746	1.125	OK	1.748	1.000	OK	2.259	1.000	OK	OK
2	0.900	1.302	1.125	OK	1.304	1.000	OK	1.684	1.000	OK	OK
3	1.500	1.394	1.125	OK	1.395	1.000	OK	1.800	1.000	OK	OK
4	2.100	1.499	1.125	OK	1.500	1.000	OK	1.934	1.000	OK	OK
5	2.700	1.588	1.125	OK	1.589	1.000	OK	2.049	1.000	OK	OK
6	3.300	1.661	1.125	OK	1.662	1.000	OK	2.147	1.000	OK	OK
7	3.900	1.754	1.125	OK	1.756	1.000	OK	2.271	1.000	OK	OK
8	4.500	1.339	1.125	OK	1.340	1.000	OK	1.735	1.000	OK	OK
9	5.100	1.450	1.125	OK	1.451	1.000	OK	1.879	1.000	OK	OK
10	5.700	1.597	1.125	OK	1.598	1.000	OK	2.069	1.000	OK	OK
11	6.300	1.797	1.125	OK	1.798	1.000	OK	2.325	1.000	OK	OK
12	6.900	2.080	1.125	OK	2.082	1.000	OK	2.683	1.000	OK	OK
13	7.500	1.505	1.125	OK	1.506	1.000	OK	1.931	1.000	OK	OK
14	8.100	1.932	1.125	OK	1.934	1.000	OK	2.454	1.000	OK	OK

STA.114092.30-STA.114193.10 본선 좌측 TYPE-2(지진시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999..'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/㎥)	내부마찰각 (ø)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	18.000	28.000	19.635	0.000
기초지반 :	21.000	31.000		28.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/㎥
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	7.900 m
근입깊이	Henb	0.500 m
전체높이(H = H' + Henb)	H	8.400 m
블록설치수		26 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	6.000 m
Broken slope angle	θ'	19.635 Deg
	2 x H	16.800 m
	Case	4 Select
	β'ext	19.635 Deg
	β'int	25.000 Deg

[보강재 배치]

STA.114092.30-STA.114193.10 본선 좌측 TYPE-2(지진시)

9	6.30	5.10	126.191	16.435	0.000	14.125	4.20	337.061	180.750	1.927 > 1.100 O.K
10	6.30	5.70	84.475	11.052	0.000	9.455	3.43	293.381	129.436	2.112 > 1.100 O.K
11	6.30	6.30	51.102	6.656	0.000	5.720	2.67	260.215	101.822	2.327 > 1.100 O.K
12	6.30	6.90	26.073	3.396	0.000	2.918	1.91	207.561	77.754	2.573 > 1.100 O.K
13	6.30	7.50	9.366	1.222	0.000	1.051	1.14	165.421	57.282	2.836 > 1.100 O.K
14	6.30	8.10	1.043	0.136	0.000	0.117	0.38	129.794	40.408	3.055 > 1.100 O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안정계산]

연결강도 안정계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Tal[n]	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[s,n]	Tult[n]/Fg[s,n]	FScs	Result
1	0.300	35.990	10.044	142.86	73.79	1.936	1.210	81.833	1.746	1.125	OK
2	0.900	33.710	9.529	100.00	51.65	1.936	1.210	76.732	1.302	1.125	OK
3	1.500	31.430	9.014	100.00	51.65	1.936	1.210	71.755	1.394	1.125	OK
4	2.100	29.150	8.499	100.00	51.65	1.936	1.210	66.718	1.499	1.125	OK
5	2.700	27.541	7.984	100.00	51.65	1.936	1.210	62.981	1.588	1.125	OK
6	3.300	26.434	7.469	100.00	51.65	1.936	1.210	60.214	1.661	1.125	OK
7	3.900	25.098	6.954	100.00	51.65	1.936	1.210	57.005	1.754	1.125	OK
8	4.500	23.535	6.439	71.43	36.90	1.936	1.210	53.355	1.339	1.125	OK
9	5.100	21.743	5.924	71.43	36.90	1.936	1.210	49.263	1.450	1.125	OK
10	5.700	19.724	5.409	71.43	36.90	1.936	1.210	44.730	1.597	1.125	OK
11	6.300	17.476	4.894	71.43	36.90	1.936	1.210	39.756	1.797	1.125	OK
12	6.900	15.001	4.379	71.43	36.90	1.936	1.210	34.340	2.080	1.125	OK
13	7.500	12.297	3.864	42.86	22.14	1.936	1.210	28.483	1.505	1.125	OK
14	8.100	9.366	3.349	42.86	22.14	1.936	1.210	22.184	1.932	1.125	OK

Note. 1. Fg[s,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFc[i]xRFic[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]xRFic[i]

2. Connection Break

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	CRu	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[p,n]	Tb[n]/Fg[p,n]	FScb	Result
1	0.300	35.990	10.044	142.86	0.910	1.760	1.100	74.391	1.748	1.000	OK
2	0.900	33.710	9.529	100.00	0.910	1.760	1.100	69.811	1.304	1.000	OK
3	1.500	31.430	9.014	100.00	0.910	1.760	1.100	65.232	1.395	1.000	OK
4	2.100	29.150	8.499	100.00	0.910	1.760	1.100	60.653	1.500	1.000	OK
5	2.700	27.541	7.984	100.00	0.910	1.760	1.100	57.255	1.589	1.000	OK
6	3.300	26.434	7.469	100.00	0.910	1.760	1.100	54.749	1.662	1.000	OK
7	3.900	25.098	6.954	100.00	0.910	1.760	1.100	51.823	1.756	1.000	OK
8	4.500	23.535	6.439	71.43	0.910	1.760	1.100	48.504	1.340	1.000	OK
9	5.100	21.743	5.924	71.43	0.910	1.760	1.100	44.782	1.451	1.000	OK
10	5.700	19.724	5.409	71.43	0.910	1.760	1.100	40.664	1.598	1.000	OK
11	6.300	17.476	4.894	71.43	0.910	1.760	1.100	36.142	1.798	1.000	OK
12	6.900	15.001	4.379	71.43	0.910	1.760	1.100	31.218	2.082	1.000	OK
13	7.500	12.297	3.864	42.86	0.910	1.760	1.100	25.893	1.506	1.000	OK
14	8.100	9.366	3.349	42.86	0.910	1.760	1.100	20.167	1.934	1.000	OK

Note. 1. Fg[p,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]

3. Tb[n] = Tult[n]xCRu

3. Connection Pullout

STA.114092.30-STA.114193.10 본선 좌측 TYPE-2(지진시)

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[n]	Tult[n]	CRs	To[n]	Tp[n]/Fg[n]	FScp	Result
1	0.300	35.990	10.044	46.034	142.857	0.728	104.000	2.259	1.000	OK
2	0.900	33.710	9.529	43.239	100.000	0.728	72.800	1.684	1.000	OK
3	1.500	31.430	9.014	40.444	100.000	0.728	72.800	1.800	1.000	OK
4	2.100	29.150	8.499	37.649	100.000	0.728	72.800	1.934	1.000	OK
5	2.700	27.541	7.984	35.526	100.000	0.728	72.800	2.049	1.000	OK
6	3.300	26.434	7.469	33.903	100.000	0.728	72.800	2.147	1.000	OK
7	3.900	25.098	6.954	32.053	100.000	0.728	72.800	2.271	1.000	OK
8	4.500	23.535	6.439	29.974	71.429	0.728	52.000	1.735	1.000	OK
9	5.100	21.743	5.924	27.667	71.429	0.728	52.000	1.879	1.000	OK
10	5.700	19.724	5.409	25.133	71.429	0.728	52.000	2.069	1.000	OK
11	6.300	17.476	4.894	22.370	71.429	0.728	52.000	2.325	1.000	OK
12	6.900	15.001	4.379	19.380	71.429	0.728	52.000	2.683	1.000	OK
13	7.500	12.297	3.864	16.161	42.857	0.728	31.200	1.931	1.000	OK
14	8.100	9.366	3.349	12.715	42.857	0.728	31.200	2.454	1.000	OK

Note. 1. To[n] = CRs[n] x Tult[n] = PullOut ReductFactor x (acs[i] + Ww[i] x tanλcs ≤acsMax[i])

2. CRs[n] = To[n]/Tult[n]

4. Result for connection

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	1.746	1.125	OK	1.748	1.000	OK	2.259	1.000	OK	OK
2	0.900	1.302	1.125	OK	1.304	1.000	OK	1.684	1.000	OK	OK
3	1.500	1.394	1.125	OK	1.395	1.000	OK	1.800	1.000	OK	OK
4	2.100	1.499	1.125	OK	1.500	1.000	OK	1.934	1.000	OK	OK
5	2.700	1.588	1.125	OK	1.589	1.000	OK	2.049	1.000	OK	OK
6	3.300	1.661	1.125	OK	1.662	1.000	OK	2.147	1.000	OK	OK
7	3.900	1.754	1.125	OK	1.756	1.000	OK	2.271	1.000	OK	OK
8	4.500	1.339	1.125	OK	1.340	1.000	OK	1.735	1.000	OK	OK
9	5.100	1.450	1.125	OK	1.451	1.000	OK	1.879	1.000	OK	OK
10	5.700	1.597	1.125	OK	1.598	1.000	OK	2.069	1.000	OK	OK
11	6.300	1.797	1.125	OK	1.798	1.000	OK	2.325	1.000	OK	OK
12	6.900	2.080	1.125	OK	2.082	1.000	OK	2.683	1.000	OK	OK
13	7.500	1.505	1.125	OK	1.506	1.000	OK	1.931	1.000	OK	OK
14	8.100	1.932	1.125	OK	1.934	1.000	OK	2.454	1.000	OK	OK

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(상사)

[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H = 6.510 < 7.600 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 7.600 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / Pa(h) = 959.785 / 633.866 = 1.514 > 1.500 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 8075.662 / 2649.420 = 3.049 > 2.000 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 0.719 / 7.600 = 0.095

e = 0.719 < L/6.000 = 7.600 / 6.000 = 1.267 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 1056.148 / 285.988 = 3.693 > 2.500 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[m]	L[m]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT	SLIDING
1	0.300	7.600	2.444 > 1.500 O.K	O.K	11.717 > 1.500 O.K	1.559 > 1.500 O.K
2	0.600	7.600	2.553 > 1.500 O.K	O.K	11.895 > 1.500 O.K	1.590 > 1.500 O.K
3	1.200	7.600	2.019 > 1.500 O.K	O.K	8.765 > 1.500 O.K	1.654 > 1.500 O.K
4	1.800	7.600	1.507 > 1.500 O.K	O.K	6.135 > 1.500 O.K	1.721 > 1.500 O.K
5	2.400	7.600	1.615 > 1.500 O.K	O.K	6.005 > 1.500 O.K	1.793 > 1.500 O.K
6	3.000	7.600	1.739 > 1.500 O.K	O.K	7.882 > 1.500 O.K	1.871 > 1.500 O.K
7	3.600	7.600	1.837 > 1.500 O.K	O.K	7.612 > 1.500 O.K	1.956 > 1.500 O.K
8	4.200	7.600	1.911 > 1.500 O.K	O.K	7.201 > 1.500 O.K	2.048 > 1.500 O.K
9	4.800	7.600	2.008 > 1.500 O.K	O.K	6.993 > 1.500 O.K	2.150 > 1.500 O.K
10	5.400	7.600	1.525 > 1.500 O.K	O.K	6.590 > 1.500 O.K	2.260 > 1.500 O.K
11	6.000	7.600	1.645 > 1.500 O.K	O.K	6.398 > 1.500 O.K	2.381 > 1.500 O.K
12	6.600	7.600	1.805 > 1.500 O.K	O.K	6.798 > 1.500 O.K	2.511 > 1.500 O.K
13	7.200	7.600	2.025 > 1.500 O.K	O.K	6.315 > 1.500 O.K	2.649 > 1.500 O.K
14	7.800	7.600	2.340 > 1.500 O.K	O.K	6.501 > 1.500 O.K	2.792 > 1.500 O.K
15	8.400	7.600	1.691 > 1.500 O.K	O.K	6.958 > 1.500 O.K	2.924 > 1.500 O.K
16	9.000	7.600	2.173 > 1.500 O.K	O.K	7.933 > 1.500 O.K	3.022 > 1.500 O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	2.444	1.500	OK	2.447	1.500	OK	4.306	1.500	OK	OK
2	0.600	2.553	1.500	OK	2.555	1.500	OK	4.497	1.500	OK	OK
3	1.200	2.019	1.500	OK	2.021	1.500	OK	3.557	1.500	OK	OK
4	1.800	1.507	1.500	OK	1.509	1.500	OK	2.656	1.500	OK	OK
5	2.400	1.615	1.500	OK	1.616	1.500	OK	2.845	1.500	OK	OK
6	3.000	1.739	1.500	OK	1.740	1.500	OK	3.063	1.500	OK	OK
7	3.600	1.837	1.500	OK	1.839	1.500	OK	3.237	1.500	OK	OK
8	4.200	1.911	1.500	OK	1.913	1.500	OK	3.366	1.500	OK	OK
9	4.800	2.008	1.500	OK	2.010	1.500	OK	3.537	1.500	OK	OK
10	5.400	1.525	1.500	OK	1.527	1.500	OK	2.687	1.500	OK	OK
11	6.000	1.645	1.500	OK	1.647	1.500	OK	2.898	1.500	OK	OK
12	6.600	1.805	1.500	OK	1.807	1.500	OK	3.181	1.500	OK	OK
13	7.200	2.025	1.500	OK	2.027	1.500	OK	3.568	1.500	OK	OK
14	7.800	2.340	1.500	OK	2.342	1.500	OK	4.122	1.500	OK	OK
15	8.400	1.691	1.500	OK	1.692	1.500	OK	2.979	1.500	OK	OK
16	9.000	2.173	1.500	OK	2.175	1.500	OK	3.828	1.500	OK	OK

1 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(상사)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999..'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/㎥)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(현지반)지반 :	18.000	28.000	20.599	0.000
기초지반 :	19.000	28.000		3.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기준형 블록 단위높이	Hu :	0.900 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기준형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/㎥
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	8.800 m
근입깊이	Hemb	0.500 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	9.300 m
블록설치수		31 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 최면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	7.000 m
Broken slope angle	β'	20.599 Deg
	2 x H	18.600 m
	Case	4 Select
	β'ext	20.599 Deg
	β'int	25.000 Deg

2 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(상사)

6	7.60	694.541	39.486	0.000	694.541	371.285	0.000	0.000	371.285	1.871	> 1.500 O.K
7	7.60	641.020	39.330	0.000	641.020	327.784	0.000	0.000	327.784	1.958	> 1.500 O.K
8	7.60	587.866	35.190	0.000	587.866	286.992	0.000	0.000	286.992	2.048	> 1.500 O.K
9	7.60	535.079	31.050	0.000	535.079	248.910	0.000	0.000	248.910	2.152	> 1.500 O.K
10	7.60	482.660	26.910	0.000	482.660	213.538	0.000	0.000	213.538	2.262	> 1.500 O.K
11	7.60	430.609	22.770	0.000	430.609	180.675	0.000	0.000	180.675	2.381	> 1.500 O.K
12	7.60	378.925	18.630	0.000	378.925	150.922	0.000	0.000	150.922	2.511	> 1.500 O.K
13	7.60	327.609	14.490	0.000	327.609	123.678	0.000	0.000	123.678	2.649	> 1.500 O.K
14	7.60	276.660	10.350	0.000	276.660	99.144	0.000	0.000	99.144	2.790	> 1.500 O.K
15	7.60	226.079	6.210	0.000	226.079	77.319	0.000	0.000	77.319	2.924	> 1.500 O.K
16	7.60	175.866	2.070	0.000	175.866	58.204	0.000	0.000	58.204	3.022	> 1.500 O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안정계산]

연결강도 안정계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Tal[n]	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[s,n]	Tult[n]/Fg[s,n]	FScs	Result
1	0.300	30.190	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	58.447	2.444	1.500	OK
2	0.600	28.907	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	55.964	2.553	1.500	OK
3	1.200	36.548	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	70.756	2.019	1.500	OK
4	1.800	34.268	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	66.342	1.507	1.500	OK
5	2.400	31.988	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	61.928	1.615	1.500	OK
6	3.000	29.708	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	57.514	1.739	1.500	OK
7	3.600	28.113	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	54.428	1.837	1.500	OK
8	4.200	27.034	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	52.338	1.911	1.500	OK
9	4.800	25.726	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	49.806	2.008	1.500	OK
10	5.400	24.191	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	46.833	1.525	1.500	OK
11	6.000	22.427	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	43.419	1.645	1.500	OK
12	6.600	20.435	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	39.563	1.805	1.500	OK
13	7.200	18.216	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	35.266	2.025	1.500	OK
14	7.800	15.768	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	30.527	2.340	1.500	OK
15	8.400	13.093	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	25.347	1.691	1.500	OK
16	9.000	10.189	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	19.726	2.173	1.500	OK

Note. 1. Fg[s,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFid[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]xRFid[i]

2. Connection Break

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	CRu	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[p,n]	Tb[n]/Fg[p,n]	FScb	Result
1	0.300	30.190	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	53.134	2.447	1.500	OK
2	0.600	28.907	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	50.876	2.555	1.500	OK
3	1.200	36.548	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	64.324	2.021	1.500	OK
4	1.800	34.268	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	60.311	1.509	1.500	OK
5	2.400	31.988	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	56.298	1.616	1.500	OK
6	3.000	29.708	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	52.286	1.740	1.500	OK
7	3.600	28.113	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	49.480	1.839	1.500	OK
8	4.200	27.034	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	47.580	1.913	1.500	OK
9	4.800	25.726	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	45.278	2.010	1.500	OK
10	5.400	24.191	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	42.575	1.527	1.500	OK
11	6.000	22.427	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	39.472	1.647	1.500	OK
12	6.600	20.435	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	35.966	1.807	1.500	OK
13	7.200	18.216	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	32.060	2.027	1.500	OK
14	7.800	15.768	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	27.752	2.342	1.500	OK
15	8.400	13.093	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	23.043	1.692	1.500	OK
16	9.000	10.189	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	17.933	2.175	1.500	OK

Note. 1. Fg[p,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

12 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(상사)

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]

3. Tb[n] = Tult[n]xCRu

3. Connection Pullout

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[n]	Tult[n]	CRs	Tp[n]	Tp[n]/Fg[n]	FScp	Result
1	0.300	30.190	0.000	30.190	142.857	0.910	130.000	4.306	1.500	OK
2	0.600	28.907	0.000	28.907	142.857	0.910	130.000	4.497	1.500	OK
3	1.200	36.548	0.000	36.548	142.857	0.910	130.000	3.557	1.500	OK
4	1.800	34.268	0.000	34.268	100.000	0.910	91.000	2.656	1.500	OK
5	2.400	31.988	0.000	31.988	100.000	0.910	91.000	2.845	1.500	OK
6	3.000	29.708	0.000	29.708	100.000	0.910	91.000	3.063	1.500	OK
7	3.600	28.113	0.000	28.113	100.000	0.910	91.000	3.237	1.500	OK
8	4.200	27.034	0.000	27.034	100.000	0.910	91.000	3.366	1.500	OK
9	4.800	25.726	0.000	25.726	100.000	0.910	91.000	3.537	1.500	OK
10	5.400	24.191	0.000	24.191	71.429	0.910	65.000	2.687	1.500	OK
11	6.000	22.427	0.000	22.427	71.429	0.910	65.000	2.898	1.500	OK
12	6.600	20.435	0.000	20.435	71.429	0.910	65.000	3.181	1.500	OK
13	7.200	18.216	0.000	18.216	71.429	0.910	65.000	3.568	1.500	OK
14	7.800	15.768	0.000	15.768	71.429	0.910	65.000	4.122	1.500	OK
15	8.400	13.093	0.000	13.093	42.857	0.910	39.000	2.979	1.500	OK
16	9.000	10.189	0.000	10.189	42.857	0.910	39.000	3.828	1.500	OK

Note. 1. Tp[n] = CRs[n] x Tult[n] = PullOut ReductFactor x (acs[i] + Ww[i] x tanλcs ≤ acsMax[i])

2. CRs[n] = Tp[n]/Tult[n]

4. Result for connection

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	2.444	1.500	OK	2.447	1.500	OK	4.306	1.500	OK	OK
2	0.600	2.553	1.500	OK	2.555	1.500	OK	4.497	1.500	OK	OK
3	1.200	2.019	1.500	OK	2.021	1.500	OK	3.557	1.500	OK	OK
4	1.800	1.507	1.500	OK	1.509	1.500	OK	2.656	1.500	OK	OK
5	2.400	1.615	1.500	OK	1.616	1.500	OK	2.845	1.500	OK	OK
6	3.000	1.739	1.500	OK	1.740	1.500	OK	3.063	1.500	OK	OK
7	3.600	1.837	1.500	OK	1.839	1.500	OK	3.237	1.500	OK	OK
8	4.200	1.911	1.500	OK	1.913	1.500	OK	3.366	1.500	OK	OK
9	4.800	2.008	1.500	OK	2.010	1.500	OK	3.537	1.500	OK	OK
10	5.400	1.525	1.500	OK	1.527	1.500	OK	2.687	1.500	OK	OK
11	6.000	1.645	1.500	OK	1.647	1.500	OK	2.898	1.500	OK	OK
12	6.600	1.805	1.500	OK	1.807	1.500	OK	3.181	1.500	OK	OK
13	7.200	2.025	1.500	OK	2.027	1.500	OK	3.568	1.500	OK	OK
14	7.800	2.340	1.500	OK	2.342	1.500	OK	4.122	1.500	OK	OK
15	8.400	1.691	1.500	OK	1.692	1.500	OK	2.979	1.500	OK	OK
16	9.000	2.173	1.500	OK	2.175	1.500	OK	3.828	1.500	OK	OK

13 페이지

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(지진시)

[Reinforced Soil SRM Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토(External Stability)

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 6.510 < 7.600 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 7.600 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / (PIR + Pa(h) + 0.5xΔPdyn(h)) = 986.309 / 878.766 = 1.122 > 1.100 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 8373.761 / 4177.611 = 2.004 > 1.500 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 1.484 / 7.600 = 0.195

e = 1.484 < L/4.000 = 7.600 / 4.000 = 1.900 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 813.030 / 391.275 = 2.078 > 2.000 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[n]	L[n]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT	SLIDING
1	0.300	7.600	2.017 > 1.000 O.K	O.K	7.002 > 1.100 O.K	1.160 > 1.100 O.K
2	0.600	7.600	2.099 > 1.000 O.K	O.K	7.069 > 1.100 O.K	1.188 > 1.100 O.K
3	1.200	7.600	1.735 > 1.000 O.K	O.K	5.556 > 1.100 O.K	1.247 > 1.100 O.K
4	1.800	7.600	1.292 > 1.000 O.K	O.K	5.157 > 1.100 O.K	1.311 > 1.100 O.K
5	2.400	7.600	1.380 > 1.000 O.K	O.K	5.033 > 1.100 O.K	1.382 > 1.100 O.K
6	3.000	7.600	1.481 > 1.000 O.K	O.K	4.938 > 1.100 O.K	1.462 > 1.100 O.K
7	3.600	7.600	1.564 > 1.000 O.K	O.K	4.761 > 1.100 O.K	1.552 > 1.100 O.K
8	4.200	7.600	1.631 > 1.000 O.K	O.K	4.521 > 1.100 O.K	1.653 > 1.100 O.K
9	4.800	7.600	1.717 > 1.000 O.K	O.K	4.317 > 1.100 O.K	1.768 > 1.100 O.K
10	5.400	7.600	1.305 > 1.000 O.K	O.K	4.149 > 1.100 O.K	1.900 > 1.100 O.K
11	6.000	7.600	1.406 > 1.000 O.K	O.K	4.022 > 1.100 O.K	2.050 > 1.100 O.K
12	6.600	7.600	1.538 > 1.000 O.K	O.K	3.942 > 1.100 O.K	2.222 > 1.100 O.K
13	7.200	7.600	1.716 > 1.000 O.K	O.K	3.922 > 1.100 O.K	2.416 > 1.100 O.K
14	7.800	7.600	1.965 > 1.000 O.K	O.K	3.964 > 1.100 O.K	2.629 > 1.100 O.K
15	8.400	7.600	1.398 > 1.000 O.K	O.K	4.170 > 1.100 O.K	2.843 > 1.100 O.K
16	9.000	7.600	1.749 > 1.000 O.K	O.K	4.573 > 1.100 O.K	3.009 > 1.100 O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[n]	Reinforcement Strength		Connection Break		Connection Pullout		Result
1	0.300	2.017	1.125 OK	2.019	1.000 OK	2.573	1.000 OK	OK
2	0.600	2.099	1.125 OK	2.101	1.000 OK	2.672	1.000 OK	OK
3	1.200	1.735	1.125 OK	1.737	1.000 OK	2.255	1.000 OK	OK
4	1.800	1.292	1.125 OK	1.293	1.000 OK	1.677	1.000 OK	OK
5	2.400	1.380	1.125 OK	1.381	1.000 OK	1.789	1.000 OK	OK
6	3.000	1.481	1.125 OK	1.482	1.000 OK	1.917	1.000 OK	OK
7	3.600	1.564	1.125 OK	1.566	1.000 OK	2.025	1.000 OK	OK
8	4.200	1.631	1.125 OK	1.633	1.000 OK	2.113	1.000 OK	OK
9	4.800	1.717	1.125 OK	1.718	1.000 OK	2.226	1.000 OK	OK
10	5.400	1.305	1.125 OK	1.306	1.000 OK	1.692	1.000 OK	OK
11	6.000	1.406	1.125 OK	1.407	1.000 OK	1.822	1.000 OK	OK
12	6.600	1.538	1.125 OK	1.540	1.000 OK	1.991	1.000 OK	OK
13	7.200	1.716	1.125 OK	1.718	1.000 OK	2.216	1.000 OK	OK
14	7.800	1.965	1.125 OK	1.967	1.000 OK	2.526	1.000 OK	OK
15	8.400	1.398	1.125 OK	1.400	1.000 OK	1.785	1.000 OK	OK
16	9.000	1.749	1.125 OK	1.751	1.000 OK	2.207	1.000 OK	OK

1 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(지진시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999.,'

를 기준으로 하여 작성됨.

[지층별성치 데이타]

	단위중량 (kN/㎥)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(뒤편토)지반 :	18.000	28.000	20.599	0.000
기초지반 :	19.000	28.000		3.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/㎥
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	8.800 m
근입깊이	Hemb	0.500 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	9.300 m
블록설치수		31 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	7.000 m
Broken slope angle	β'	20.599 Deg
	2 x H	18.600 m
	Case	4 Select
	β'ext	20.599 Deg
	β'int	25.000 Deg

2 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(지진시)

4	7.60	820.519	39.496	0.000	820.519	466.416	0.000	0.000	466.416	
5	7.60	763.524	39.496	0.000	763.524	417.496	0.000	0.000	417.496	
6	7.60	707.124	39.496	0.000	707.124	371.285	0.000	0.000	371.285	
7	7.60	651.320	39.330	0.000	651.320	327.784	0.000	0.000	327.784	
8	7.60	596.111	35.190	0.000	596.111	286.992	0.000	0.000	286.992	
9	7.60	541.499	31.050	0.000	541.499	248.910	0.000	0.000	248.910	
10	7.60	487.482	26.910	0.000	487.482	213.538	0.000	0.000	213.538	
11	7.60	434.061	22.770	0.000	434.061	180.875	0.000	0.000	180.875	
12	7.60	381.235	18.630	0.000	381.235	150.922	0.000	0.000	150.922	
13	7.60	329.007	14.490	0.000	329.007	123.678	0.000	0.000	123.678	
14	7.60	277.374	10.350	0.000	277.374	99.144	0.000	0.000	99.144	
15	7.60	226.338	6.210	0.000	226.338	77.319	0.000	0.000	77.319	
16	7.60	175.894	2.070	0.000	175.894	58.204	0.000	0.000	58.204	

No.	L[n]	E[n]	W'i[n]	W'B[n]	PIR[n]	H[n]	R's[n]+Wu[n]	Pae[n,n]	FSsi[n]
1	7.60	0.30	938.610	122.245	0.000	105.060	11.45	956.213	727.702	1.162 > 1.100 O.K
2	7.60	0.60	877.079	114.231	0.000	96.172	11.07	936.602	690.002	1.198 > 1.100 O.K
3	7.60	1.20	760.274	99.018	0.000	85.098	10.30	878.191	619.115	1.247 > 1.100 O.K
4	7.60	1.80	651.813	84.892	0.000	72.958	9.54	820.519	552.733	1.311 > 1.100 O.K
5	7.60	2.40	551.694	71.853	0.000	61.752	8.78	763.524	490.554	1.382 > 1.100 O.K
6	7.60	3.00	459.919	59.920	0.000	51.479	8.01	707.124	433.199	1.462 > 1.100 O.K
7	7.60	3.60	376.487	49.034	0.000	42.141	7.25	651.320	377.640	1.552 > 1.100 O.K
8	7.60	4.20	301.398	39.254	0.000	33.736	6.49	596.111	326.935	1.653 > 1.100 O.K
9	7.60	4.80	234.653	30.581	0.000	26.265	5.72	541.499	279.984	1.768 > 1.100 O.K
10	7.60	5.40	176.250	22.955	0.000	19.728	4.96	487.482	235.878	1.900 > 1.100 O.K
11	7.60	6.00	126.191	16.435	0.000	14.125	4.20	434.061	197.566	2.050 > 1.100 O.K
12	7.60	6.60	84.475	11.002	0.000	9.455	3.43	381.236	162.108	2.222 > 1.100 O.K
13	7.60	7.20	51.102	6.656	0.000	5.720	2.67	329.007	130.445	2.416 > 1.100 O.K
14	7.60	7.80	26.073	3.396	0.000	2.918	1.91	277.374	102.597	2.629 > 1.100 O.K
15	7.60	8.40	9.386	1.222	0.000	1.051	1.14	226.338	78.502	2.843 > 1.100 O.K
16	7.60	9.00	1.043	0.136	0.000	0.117	0.38	175.894	58.343	3.009 > 1.100 O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안정계산]

연결강도 안정계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Tal[n]	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fp[s,n]	Tult[n]/Fg[s,n]	FScs Result
1	0.300	30.190	10.225	142.86	73.79	1.936	1.210	70.819	2.017	1.125 OK
2	0.600	28.907	10.009	142.86	73.79	1.936	1.210	68.075	2.099	1.125 OK
3	1.200	36.548	9.576	142.86	73.79	1.936	1.210	82.315	1.735	1.125 OK
4	1.800	34.268	9.143	100.00	51.65	1.936	1.210	77.405	1.292	1.125 OK
5	2.400	31.988	8.711	100.00	51.65	1.936	1.210	72.468	1.380	1.125 OK
6	3.000	29.708	8.278	100.00	51.65	1.936	1.210	67.530	1.481	1.125 OK
7	3.600	28.113	7.845	100.00	51.65	1.936	1.210	63.920	1.564	1.125 OK
8	4.200	27.034	7.412	100.00	51.65	1.936	1.210	61.307	1.631	1.125 OK
9	4.800	25.726	6.980	100.00	51.65	1.936	1.210	58.251	1.717	1.125 OK
10	5.400	24.191	6.547	71.43	36.90	1.936	1.210	54.755	1.305	1.125 OK
11	6.000	22.427	6.114	71.43	36.90	1.936	1.210	50.817	1.406	1.125 OK
12	6.600	20.435	5.682	71.43	36.90	1.936	1.210	46.438	1.538	1.125 OK
13	7.200	18.216	5.249	71.43	36.90	1.936	1.210	41.617	1.716	1.125 OK
14	7.800	15.768	4.816	71.43	36.90	1.936	1.210	36.355	1.965	1.125 OK
15	8.400	13.093	4.383	42.86	22.14	1.936	1.210	30.651	1.398	1.125 OK
16	9.000	10.189	3.951	42.86	22.14	1.936	1.210	24.505	1.749	1.125 OK

Note. 1. Fg[s,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFid[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]xRFid[i]

2. Connection Break

13 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(지진시)

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	CRu	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[p,n]	Tb[n]/Fg[p,n]	FScb Result
1	0.300	30.190	10.225	142.86	0.910	1.760	1.100	64.361	2.019	1.000 OK
2	0.600	28.907	10.009	142.86	0.910	1.760	1.100	61.885	2.101	1.000 OK
3	1.200	36.548	9.576	142.86	0.910	1.760	1.100	74.858	1.737	1.000 OK
4	1.800	34.268	9.143	100.00	0.910	1.760	1.100	70.369	1.293	1.000 OK
5	2.400	31.988	8.711	100.00	0.910	1.760	1.100	65.880	1.381	1.000 OK
6	3.000	29.708	8.278	100.00	0.910	1.760	1.100	61.391	1.482	1.000 OK
7	3.600	28.113	7.845	100.00	0.910	1.760	1.100	58.109	1.566	1.000 OK
8	4.200	27.034	7.412	100.00	0.910	1.760	1.100	55.753	1.633	1.000 OK
9	4.800	25.726	6.980	100.00	0.910	1.760	1.100	52.956	1.718	1.000 OK
10	5.400	24.191	6.547	71.43	0.910	1.760	1.100	49.777	1.306	1.000 OK
11	6.000	22.427	6.114	71.43	0.910	1.760	1.100	46.197	1.407	1.000 OK
12	6.600	20.435	5.682	71.43	0.910	1.760	1.100	42.216	1.540	1.000 OK
13	7.200	18.216	5.249	71.43	0.910	1.760	1.100	37.833	1.718	1.000 OK
14	7.800	15.768	4.816	71.43	0.910	1.760	1.100	33.050	1.967	1.000 OK
15	8.400	13.093	4.383	42.86	0.910	1.760	1.100	27.865	1.400	1.000 OK
16	9.000	10.189	3.951	42.86	0.910	1.760	1.100	22.278	1.751	1.000 OK

Note. 1. Fg[p,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]

3. Tb[n] = Tult[n]xCRu

3. Connection Pullout

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[e]	Tult[n]	CRs	Tp[n]	Tp[n]/Fg[e]	FScp Result
1	0.300	30.190	10.225	40.415	142.857	0.728	104.000	2.573	1.000 OK
2	0.600	28.907	10.009	38.916	142.857	0.728	104.000	2.672	1.000 OK
3	1.200	36.548	9.576	46.124	142.857	0.728	104.000	2.255	1.000 OK
4	1.800	34.268	9.143	43.411	100.000	0.728	72.800	1.677	1.000 OK
5	2.400	31.988	8.711	40.698	100.000	0.728	72.800	1.789	1.000 OK
6	3.000	29.708	8.278	37.986	100.000	0.728	72.800	1.917	1.000 OK
7	3.600	28.113	7.845	35.959	100.000	0.728	72.800	2.025	1.000 OK
8	4.200	27.034	7.412	34.446	100.000	0.728	72.800	2.113	1.000 OK
9	4.800	25.726	6.980	32.706	100.000	0.728	72.800	2.226	1.000 OK
10	5.400	24.191	6.547	30.738	71.429	0.728	52.000	1.692	1.000 OK
11	6.000	22.427	6.114	28.541	71.429	0.728	52.000	1.822	1.000 OK
12	6.600	20.435	5.682	26.117	71.429	0.728	52.000	1.991	1.000 OK
13	7.200	18.216	5.249	23.465	71.429	0.728	52.000	2.216	1.000 OK
14	7.800	15.768	4.816	20.584	71.429	0.728	52.000	2.526	1.000 OK
15	8.400	13.093	4.383	17.478	42.857	0.728	31.200	1.785	1.000 OK
16	9.000	10.189	3.951	14.140	42.857	0.728	31.200	2.207	1.000 OK

Note. 1. Tp[n] = CRs[n] x Tult[n] = Pull0ut ReductFactor x {acs[i] + We[i] x tanλcs ≤acsMax[i]}

2. CRs[n] = Tp[n]/Tult[n]

4. Result for connection

No.	E[n]	Reinforcement Strength		Connection Break		Connection Pullout		Result
1	0.300	2.017	1.125 OK	2.019	1.000 OK	2.573	1.000 OK	OK
2	0.600	2.099	1.125 OK	2.101	1.000 OK	2.672	1.000 OK	OK
3	1.200	1.735	1.125 OK	1.737	1.000 OK	2.255	1.000 OK	OK
4	1.800	1.292	1.125 OK	1.293	1.000 OK	1.677	1.000 OK	OK
5	2.400	1.380	1.125 OK	1.381	1.000 OK	1.789	1.000 OK	OK
6	3.000	1.481	1.125 OK	1.482	1.000 OK	1.917	1.000 OK	OK
7	3.600	1.564	1.125 OK	1.566	1.000 OK	2.025	1.000 OK	OK
8	4.200	1.631	1.125 OK	1.633	1.000 OK	2.113	1.000 OK	OK
9	4.800	1.717	1.125 OK	1.718	1.000 OK	2.226	1.000 OK	OK
10	5.400	1.305	1.125 OK	1.306	1.000 OK	1.692	1.000 OK	OK
11	6.000	1.406	1.125 OK	1.407	1.000 OK	1.822	1.000 OK	OK
12	6.600	1.538	1.125 OK	1.540	1.000 OK	1.991	1.000 OK	OK
13	7.200	1.716	1.125 OK	1.718	1.000 OK	2.216	1.000 OK	OK

14 페이지

구조계산서 및 안전검토서

제 10 편 기타구조물 설계

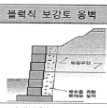
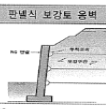
제 1 장 보강토옹벽 구조를 설계

1.1 설계개요

기본방향	•주거지역, 인근 도로 및 토공계획이 곤란한 만원예상구간에 기타구조물 계획 •옹벽 형식은 지반조건, 경제성 및 시공성 분석을 통한 현지여건에 적합한 형식 선정 •주변 환경성 미관 및 안정성에 유리한 옹벽형식 선정

1.1.1 보강토옹벽 형식 검토

•옹벽의 형식은 지반조건, 미관 및 경제성 분석을 통하여 현지여건에 적합한 형식을 선정
•옹벽에 대한 내적, 외적 및 전체적 안정성을 검토하여 옹벽설계 수행

구 분		블럭식 보강토 옹벽	판넬식 보강토 옹벽	일반 콘크리트 옹벽
개 요 도				
시공성	높이	•1~15m (계단형)	•3~30m	•2~8m
	구성	•콘크리트 블록 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트 전면판 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트, 철근, 거푸집, 비계 등 가설재로 구성 •배수공, 뒷채움 다짐
	공기	•기성품으로 동절기 공사가능	•기성품으로 동절기 공사가능	•동절기 공사에 어려움
	미관	•자연석 문양 외관수려 •다양한 색상 옹벽축조	•조립식 Precast Con'c 이므로 형상이 정확	•현장타설로 표면이 거칠 •조형미가 없음
안정성		•부등침하, 지진등 내구성이 강함 (지반, 배면토변위에 적응력우수)	•전면배수로 수압에 조절에 의해 안정성확보, 전면판 변형 미비	•배수공 막힘 현상에 따른 수압 증가로 옹벽 안정성 저하우려
선 정		◉	-	◉
검 토 결 과		•지역여건을 고려하여 미관이 우수한 블럭식 보강토 옹벽 선정 •배면 여유부지 미확보 및 옹벽 높이가 높지 않은 구간은 일반 콘크리트 옹벽 선정		

1.1.2 보강토옹벽 설계기준

구 분		설계기준 및 해석방법	적용 설계기준	
적용 시방서		•French Standard NF P94-220, A 05-252 •도로교 설계기준 (건설교통부, 2000)	외적안정	•저면활동 : Fs = 1,5 •전 도 : Fs = 2,0 •지 지 력 : Fs = 2,5 •전체활동 : Fs = 1,5
참 고 문 헌		•TAI Design Guide A-01/05, A-15/16 •도로설계편람(II) (건설교통부, 2000) •도로설계실무편람 (한국도로공사, 1996)		
적용 설계법		•내적/외적안정 - 한계상태 설계법 •전체안정 - 허용응력 설계법	내적안정	•보강재인발 : Fs = 1,5 •보강재파단 : Fs = 1,0
적 용 토 압	상 시	•Coulomb 토압		
	지진시	•Mononobe-Okabe 토압		

1.2 보강토옹벽 안정성 검토

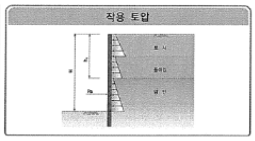
1.2.1 보강토옹벽 안정성 검토

○ 외적 안정성 검토

▮ 옹벽에 작용하는 토압

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

여기서,
K_a : Coulomb주동토압계수
H : 옹벽의 높이
φ : 쌓기재의 내부 마찰각

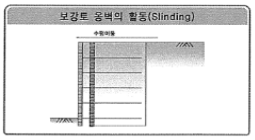


▮ 활동에(Sliding) 대한 안정

•보강토체와 지반 사이에서 발생하는 활동력과 이에 대한 저항력에 근거하여 안정검토

$$F_s = \frac{\sum 수평저항력}{\sum 수평활동력} = \frac{(V_1 + V_2 + F_v)\tan\delta + C_a B}{F_H}$$

여기서, δ : 옹벽저판과 지지지반 사이 마찰각
Ca : 옹벽저판과 지지지반 사이 부착력

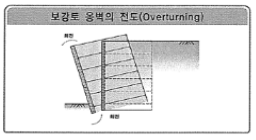


▮ 전도에(Overturning) 대한 안정

•전면판을 포함한 보강토체가 옹벽선단을 중심으로 회전하려는 모멘트와 이에 대해 저항하려는 모멘트에 근거한 안정검토

$$F_s = \frac{\sum 저항모멘트}{\sum 전도모멘트}$$

여기서,
Ms : 저항 모멘트, My : 전도 모멘트

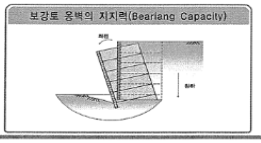


▮ 지지력에(Bearing Capacity)에 대한 안정

•보강토 옹벽의 자중 및 토압으로 인한 수직응력과 지반의 허용지지력과의 관계에 근거한 안정검토

$$\sigma_v \le q_a = \frac{q_{ult}}{Fs}$$

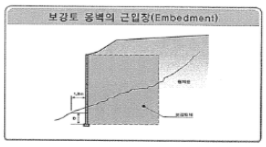
여기서,
σ_v : 옹벽저면의 수직응력
q_a : 기초지반의 허용지지력
q_{ult} : 기초지반의 극한지지력



▮ 근입장에 (Embedment) 대한 안정

•적용조건
- 단단한 지반 : 최소근입장 없음
- 일반 지반조건 : 최소 근입장 Dm ≥ 40cm
벽체 전면지반의 경사에 따라 다름
•검토식 - NF P 94-220

벽체 전면지반 경사	Dmin / qref ≥ Dm
수평	1,5 × 10⁻³
3H : 1V	3,0 × 10⁻³
2H : 1V	4,5 × 10⁻³
3H : 2V	6,5 × 10⁻³



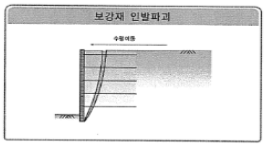
○ 내적 안정성 검토

▮ 인발저항 (Pull out)

•각 보강재에 유발되는 인장력에 대해 보강재의 유효길이에 따른 인발저항력에 근거하여 안정검토

$$\frac{T_f}{T_m} > 1, T_f = \frac{2bxf' \times L_a \times \sigma_v}{(F_s)^f}$$

여기서,
Tf : 보강재의 인발저항 능력
Tm : 발생최대 인장력
La : 보강재의 유효길이(인장파괴선 외측)
b : 보강재 폭, f* : 마찰계수

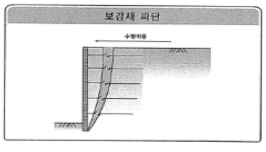


▮ 보강재 파단 (Strip rupture)

•보강재에 유발되는 인장력에 대한 보강재가 견딜 수 있는 최대허용인장력에 근거한 안정검토

$$\frac{T_f}{T_m} > 1, T_r = \frac{R_0}{(F_s)T} \times \frac{eo - es}{eo}$$

여기서,
Tm : 최대인장력
Ty : 보강재의 허용인장강도
R0 : 파단강도

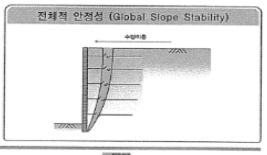


▮ 보강토 옹벽의 전체 안정성 검토

•보강토 옹벽 구조체 전체를 포함한 토체의 파괴에 대한 비탈면 안정검토를 수행
•파괴면은 원호로 가정하고, Moment Equilibrium에 의한 한계평형해석으로 검토

$$F_{ss} = \frac{M_r}{M_d}$$

여기서,
Md : 보강토 옹벽에 불안정을 유발하는 Driving모멘트
My : Driving모멘트에 대한 저항 모멘트



1.2.2 보강토옹벽 안정성 검토결과

○ 내적·외적 안정성 검토 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

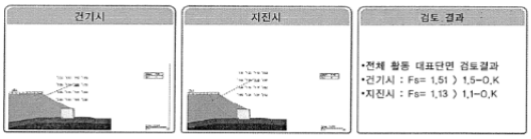
구분	구간 Sta.	높이(m)	내적안정 인장파단 (>1.0)	내적안정 인발파괴 (>1.5)	외적안정 활동 (>1.5)	외적안정 전도 (>2.0)	외적안정 지지력 (>2.5)
1	STA.10+170.60~STA.10+230.00 : 우측	7.00	1.52	6.89	1.50	3.71	5.64
2	STA.10+180.00~STA.10+270.00 : 좌측	5.80	1.53	5.86	1.51	3.42	4.87
3	STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측	6.40	1.57	6.26	1.57	3.42	4.40
4	STA.10+503.10~STA.10+571.10 : 좌측	10.90	1.53	5.06	1.51	2.92	3.22
5	STA.11+079.10~STA.11+200.00 : 우측	8.80	1.51	5.92	1.51	3.60	5.69
6	STA.11+092.30~STA.11+193.10 : 좌측	10.90	1.51	5.47	1.51	2.73	3.69
7	STA.11+220.00~STA.11+267.80 : 좌측	6.70	1.53	6.02	1.51	3.81	5.77
8	STA.11+310.00~STA.11+350.00 : 좌측	5.20	1.73	6.74	1.51	3.73	5.71
9	STA.13+790.00~STA.13+900.40 : 우측	12.40	1.53	3.55	1.66	2.83	2.64
10	STA.13+855.50~STA.13+891.00 : 좌측	7.60	1.53	4.40	1.70	2.87	3.20
11	STA.13+953.20~STA.14+032.00 : 우측	14.50	1.51	5.01	1.66	3.00	3.21
12	STA.14+123.30~STA.14+219.10 : 좌측	15.10	1.50	4.97	1.69	3.03	3.22
13	STA.15+529.00~STA.15+557.60 : 우측	5.20	1.59	3.16	5.82	1.65	5.46
14	STA.16+310.00~STA.16+370.00 : 좌측	6.10	1.55	4.98	1.57	2.99	3.47
15	STA.16+772.90~STA.16+856.50 : 우측	7.60	1.54	5.44	1.61	3.41	3.46
16	STA.16+888.50~STA.16+930.00 : 좌측	7.00	1.56	5.58	1.61	3.11	3.57
17	STA.18+195.70~STA.18+234.00 : 우측	9.40	1.52	4.56	1.58	2.96	3.33
18	STA.0+052.30~STA.0+140.00 : 좌측	9.10	1.55	3.47	1.73	3.00	2.59
19	STA.0+052.30~STA.0+120.00 : 우측	9.70	1.52	3.53	1.75	3.03	2.60
20	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 좌측	6.70	1.55	4.37	1.92	3.37	3.28
21	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 우측	7.90	1.54	4.57	1.66	3.00	3.21
22	STA.0+083.10~STA.0+130.50 : 우측	3.10	1.62	3.57	1.71	3.06	2.91
23	원당3교	7.60	1.62	3.62	1.76	2.80	4.26
24	원당4교	7.60	1.62	3.63	1.70	2.89	2.63
25	원당5교	10.90	1.53	3.69	1.74	2.95	2.66

구조계산서 및 안전검토서

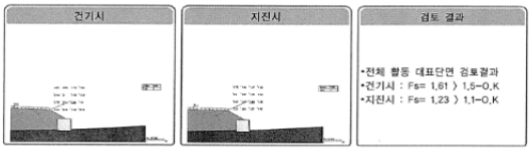
○ 전체적 안정성 검토결과 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구간 Sta.	높이(m)	전체 안정성 건기시 (>1.5)	전체 안정성 지진시 (>1.1)	비고
1	STA.10+170.60~STA.10+230.00 : 우측	7.00	1.51	1.13	O.K
2	STA.10+180.00~STA.10+270.00 : 좌측	5.80	1.50	1.11	O.K
3	STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측	6.40	1.61	1.23	O.K
4	STA.10+503.10~STA.10+671.10 : 좌측	10.90	1.51	1.13	O.K
5	STA.11+079.10~STA.11+200.00 : 우측	8.80	1.57	1.20	O.K
6	STA.11+092.30~STA.11+193.10 : 좌측	10.90	1.60	1.18	O.K
7	STA.11+220.00~STA.11+267.80 : 좌측	6.70	1.51	1.15	O.K
8	STA.11+310.00~STA.11+350.00 : 좌측	5.20	1.58	1.22	O.K
9	STA.13+790.00~STA.13+900.40 : 우측	12.40	2.02	1.58	O.K
10	STA.13+855.50~STA.13+891.00 : 좌측	7.60	2.16	1.55	O.K
11	STA.13+953.20~STA.14+032.00 : 우측	14.50	1.54	1.20	O.K
12	STA.14+123.30~STA.14+219.10 : 좌측	15.10	1.76	1.36	O.K
13	STA.15+529.00~STA.15+557.60 : 우측	5.20	2.01	1.59	O.K
14	STA.16+310.00~STA.16+370.00 : 좌측	6.10	1.67	1.29	O.K
15	STA.16+772.90~STA.16+856.50 : 우측	7.60	1.53	1.19	O.K
16	STA.16+888.50~STA.16+930.00 : 좌측	7.00	1.51	1.16	O.K
17	STA.18+195.70~STA.18+234.00 : 우측	9.40	1.53	1.18	O.K
18	STA.0+052.30~STA.0+140.00 : 좌측	9.10	1.79	1.37	O.K
19	STA.0+052.30~STA.0+120.00 : 우측	9.70	1.75	1.36	O.K
20	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 좌측	6.70	1.58	1.24	O.K
21	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 우측	7.90	1.62	1.25	O.K
22	STA.0+083.10~STA.0+130.50 : 우측	3.10	2.17	1.72	O.K
23	원당3교	7.60	1.85	1.48	O.K
24	원당4교	7.60	1.85	1.44	O.K
25	원당5교	10.90	1.64	1.28	O.K

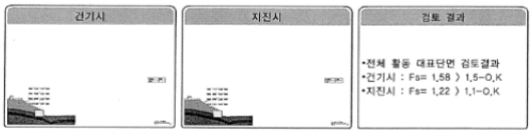
○ STA.10+170.60~STA.10+230.00 : 우측



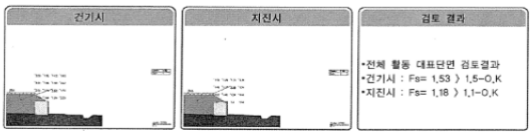
○ STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측



○ STA.11+310.00~STA.11+350.00 : 좌측



○ STA.18+195.70~STA.18+234.00 : 우측



1.2.3 보강토옹벽 뒷채움재 검토

•보강토 구조물의 건설에 이용되는 뒷채움재는 이론적으로 흙과 보강재 사이의 마찰효과에 의하여 쌓기재체의 전단특성이 개량된다고 할 수 있음
•국내에서는 뒤채움재료에 대하여 상세하게 명기된 시방 및 규정은 없으며, 국내외 각 기관의 시방기준을 참조하여, 토취장 쌓기재료의 적합성 여부를 검토한 후 설계에 적용

○ 국내 뒤채움재 선정기준

구분	입도분포 체크기		통과백분율(%)	비고
국립건설시험 연구소 (1983)	254mm (10 in) 101.6mm (4 in) 74㎛ m (No 200체)		최대입경 100 ~ 75 0 ~ 15	내부마찰각 25° 이상
도로설계 실무편람 (1996)	102mm (4 in) 0.425mm 74㎛ m (No 200체)		100 0 ~ 60 0 ~ 15	-
	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	-
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하
구조물 기초설계기준 (2003)	100mm 0.425mm 0.075mm		100 0 ~ 60 0 ~ 15	-
	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	-
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하

▮ 뒤채움 재료로서 갖추어야 할 조건 : 도로설계 표준편람, 1996, 구조물 기초설계기준, 2003

최대입경	입경100mm 이상의 함유율	입경 0.074mm 이하의 함유율	비고
250mm	5% 이하	25% 이하	•세립분이 적당하게 혼합되어 있어서 다짐효과를 발휘할 수 있어야 함

○ 품질기준 설정

구분	기준 1	기준 2	비고
입도	•최대입경 : 254mm •5mm 통과량 : 20 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 15% 이하	•최대입경 : 254mm •100mm 통과량 : 75 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 25% 이하	•기준 1재료를 사용하되 기준 1재료를 현장 부근 에서 구할 수 없을 때 기준 적용
내부마찰각	25° 이상	25° 이상	
소성지수(PI)	PI < 6	PI < 6	

○ 다짐장비에 의한 시공 시 횡토압 검토

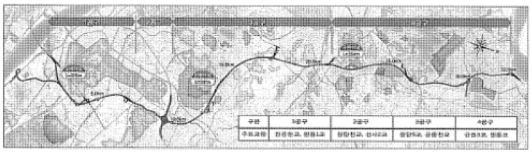
•국내·외 연구사례를 분석을 통하여 Duncan(ASCE, 1993)에 의하여 제시된 방법을 활용하여 시공 중 다짐장비에 의하여 발생되는 추가토압을 고려하여 시공 중 안정성 분석 수행
•국내 · 외 연구사례를 검토하여 Duncan(ASCE,1993)이 제안한 방법에 의하여 100kN의 진동로울러 장비를 사용한 경우 최대 횡토압은 43.6kPa으로 산정
•연구사례와 시공사례를 토대로 검토한 결과, 다짐장비와 옹벽 벽체사이의 거리를 1.0m이상으로 할 경우 옹벽에 미치는 횡토압의 영향은 적은 것으로 분석

지반조사 보고서

제 2 장 공구별 지층현황

2.1 시추조사 현황

2.1.1 시추조사 위치



○ 터널구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
문봉터널	BH-179	566,046.5	184,306.2	65.5	문봉터널	BH-180	566,008.2	184,289.1	73.8

○ 교량구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
원당4교	BH-146	564,069.00	187,073.20	34	사리현IC교	BH-162	565,480.80	185,916.60	36.3
	BH-147	564,094.00	187,076.30	30.5	사리현IC R-A교	BH-163-3	565,665.97	185909.88	33.3
	BH-150-1	564,477.00	186,970.10	25.8	사리현 1교	BH-163	565,494.97	185,884.39	36.3
	BH-150-2	564,500.60	186,976.80	25.7	사리현교	BH-169	565,692.60	185,274.40	54.2
	BH-151-1	564,581.50	186,906.80	26.0		BH-181	566,106.50	184,186.90	43.5
	BH-151-2	564,603.40	186,909.50	26.0	문봉교	BH-183	566,077.00	184,135.00	50.0
	BH-151-3	564,643.80	186,901.90	26.0		BH-184	566,119.40	184,151.40	47.4
원당5교	BH-152	564,605.70	186,871.90	25.9	문봉1교	BH-185-1	566,283.80	183,850.80	41.5
	BH-152-1	564,718.70	186,804.10	26.2	문봉육교	BH-186	566,494.00	183,562.00	57.9
	BH-153	564,759.40	186,791.80	26.3		BH-187	566,461.00	183,539.00	53.9
	BH-154	564,772.60	186,761.10	26.3	장진천교	BH-189-1	566,924.50	183,010.30	22.5
	BH-154-1	564,799.80	186,757.70	26.3	성석1교	BH-191	567,081.50	182,860.10	22.3
	BH-154-2	564,827.50	186,720.00	27.3		BH-191-1	567,100.20	182,852.70	26.8
	BH-155	564,851.00	186,692.20	27.2	성석2교	BH-192-2	567,454.80	182,597.30	28.7
원당6교	BH-156-1	564,986.00	186,597.80	27.8	성석육교	BH-192-1	567,665.20	182,489.30	48.9
	BH-157	565,010.10	186,575.90	29.9	성석3교	BH-195	568,214.20	182,256.10	36.4

(계속)

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
성석3교	BH-196	568,255.00	182,245.00	37.7	장진천2교	BH-222-2	571,064.22	182,048.56	7.9
성석4교	BH-198	568,334.30	182,224.20	39.8	대원교	BH-223-1	571,179.00	182,005.88	8.6
	BH-198-1	568,353.30	182,218.30	39.4	대원2교	BH-224	571,419.00	181,881.00	12.3
설문IC교	BH-201	568,863.10	182,134.80	51.2		BH-225	571,628.60	181,818.20	7.9
설문IC R-A교	BH-206	568,999.00	181,400.70	17.8	공릉천교	BH-226	571,662.00	181,807.50	8.4
	BH-207	569,006.80	181,432.40	18.1		BH-227	571,693.90	181,798.50	3.9
설문1육교	BH-208-2	569,000.70	181,859.60	37.4		BH-229	571,795.80	181,766.60	5.2
설문1교	BH-212	569,587.00	182,122.10	24.0		BH-230	571,848.40	181,750.50	7.5
	BH-213	569,622.90	182,121.30	22.5		BH-233	572,340.00	181,621.10	7.1
설문2교	BH-218-1	570,795.20	182,063.60	12.1	금촌IC교	BH-234	572,378.30	181,603.30	7.2
	BH-219	570,934.20	182,035.70	10.9		BH-235	572,457.00	181,570.70	9.8
장진천 2교	BH-219-1	570,949.60	182,018.60	10.5	금촌1교	BH-235-1	572,445.40	181,603.00	9.9
	BH-221	571,020.50	182,010.00	6.5		BH-235-2	572,484.40	181,566.50	10.4
	BH-222	571,063.60	181,996.80	11.5	-	-	-	-	-

○ 깎기구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
깎기구간	BH-160	565,303.2	186,013.5	50.5	깎기구간	BH-198-2	568,528.3	182,178.7	51.1
	BH-161	565,378.1	186,079.7	55.4		BH-199	568,695.0	182,121.0	61.1
	BH-166	565,774.7	185,737.0	57.1		BH-202	568,875.1	182,009.9	58.3
	BH-167	565,754.3	185,617.2	61.2		BH-214	569,765.0	182,095.0	36.4
	BH-170	565,760.0	185,075.0	69.5		BH-216	570,142.0	182,107.0	31.9
	BH-188	566,626.0	183,380.0	54.2		-	-	-	-

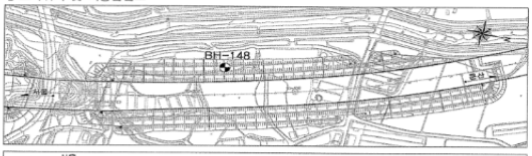
○ 쌓기구간

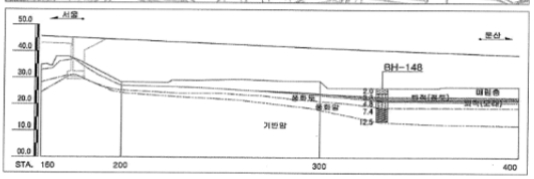
구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
쌓기구간	BH-163-1	565,578.0	185,923.1	33.0	쌓기구간	BH-208	569,078.7	181,698.5	24.1
	BH-164	565,599.8	185,853.1	37.8		BH-208-1	569,010.9	181,657.3	22.5
	BH-165	565,599.9	185,590.0	46.3		BH-209-1	569,022.7	182,091.4	34.8
	BH-171	565,816.8	185,466.7	42.6		BH-210	569,160.0	182,124.0	29.9
	BH-185	566,219.0	183,928.0	38.2		BH-211	569,402.0	182,141.0	21.3
	BH-189	566,846.0	183,109.0	27.1		BH-215	569,919.6	182,119.2	17.2
	BH-192	567,333.0	182,669.2	25.6		BH-217	570,409.5	182,104.2	16.0
	BH-193	567,989.9	182,345.6	38.1		-	-	-	-

2.1.5 쌓기구간

○ 본선 쌓기 3-1구간(STA. 10+175~11+400) : BH-148

조사위치 및 지층단면도





지층상태

구 분		출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
매립층	점토	0.0	2.0	모래질 자갈	33/30
퇴적층	점토	3.3	1.5	실트질 점토	3/30
	모래	2.0	1.3	실트질 모래	5/30~6/30
풍화토		4.8	2.6	실트질 모래	15/30~36/30
풍화암		7.4	5.1	실트질 모래	50/6~50/4

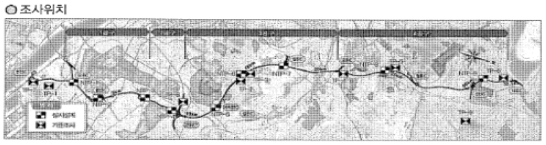
구 분		지 층 개 요
매립층	점토	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 2.0m 층후로 분포하며 모래질 자갈로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 조밀한 상대밀도
퇴적층	점토	• 지표하 3.3m에서 1.5m 층후로 분포하며 실트질 점토로 구성 • 습윤하며 표준관입시험 결과 연약한 연경도
	모래	• 지표하 2.0m에서 1.3m 층후로 분포하며 실트질 모래로 구성 • 표준관입시험 결과 느슨한 상대밀도
풍화토		• 기반암의 상부풍화대로 지표하 4.8m에서 2.6m 층후로 분포 • 표준관입시험 결과 보통조밀~조밀한 상대밀도
풍화암		• 기반암의 하부풍화대로 지표하 7.4m에서 5.1m 이상의 층후로 분포하며 • 굴진시 담회색의 암편석인 실트질 모래로 분배

2.2 시험굴조사 및 핸드오거보링

2.2.1 시험굴조사

개 요 • 지층의 구성 상태 및 성토 재료로서의 적합 여부와 다짐 특성 파악

○ 조사위치



○ 기존조사 자료

구 분		심 도 (GL. -m)	구성성분	불교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	불교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	L값
1공구	TP-1	1.8	풍화암	18.70	19.70	17.02	17.97	0.912
3공구	TP-2	1.5	풍화암	18.42	19.54	16.04	17.02	0.871
	TP-3	2.0	풍화토	15.51	17.97	12.77	14.80	0.824
4공구	TP-4	2.0	풍화토	14.41	16.47	12.08	13.80	0.838
	TP-5	1.8	풍화암	17.00	20.66	14.57	17.70	0.857
	TP-6	1.5	풍화암	17.21	19.78	16.58	19.05	0.963
1공구	TP-7	2.0	풍화토	16.54	17.69	13.06	13.97	0.790
2공구	TP-8	1.9	풍화토	15.30	17.98	12.84	15.08	0.839
4공구	TP-9	1.8	풍화토	14.13	16.31	12.66	14.61	0.896

○ 실시설계조사 자료

구 분		심 도 (GL. -m)	구성성분	불교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	불교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	L값
1공구	NTP-1	1.0	SM	18.09	14.90	14.36	11.83	1.260
	NTP-2	1.0	SM	17.68	15.49	14.22	12.46	1.244
	NTP-3	1.0	SM	18.51	16.80	13.82	12.39	1.340
2공구	NTP-4	1.0	SM	17.62	14.93	13.38	11.34	1.317
	NTP-5	1.0	SM	17.84	16.74	14.50	13.60	1.231
3공구	NTP-6	1.0	SM	18.25	15.72	13.91	11.98	1.312
	NTP-7	1.0	SM	18.01	15.00	13.93	11.60	1.293
4공구	NTP-8	1.0	SM	18.57	15.21	14.89	12.20	1.247
	NTP-9	1.0	SM	18.27	14.99	12.66	10.39	1.443

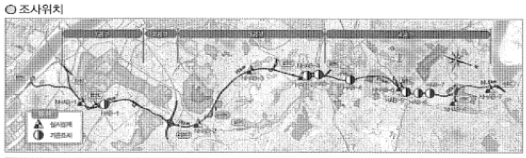
분석결과
- 불교란시료의 습윤단위중량 : 14.13~18.70kN/m³, 건조단위중량 : 14.90~20.66kN/m³
- 교란시료의 습윤단위중량 : 12.08~17.02kN/m³, 건조단위중량 : 10.39~19.05kN/m³
- L값 : 0.79~1.443의 범위로 나타남

지반조사 보고서

2.2.2 핸드오거보링

개 요
- 쌀기구간의 지층 구성 상태 파악, 토질시료 채취 및 실내시험 실시
- 연약지반 분포현황 파악 및 쌀기부 시추조사 시행여부 결정

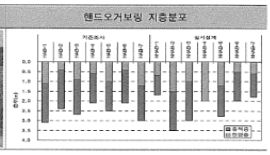
○ 조사위치



구 분			천단층		층적층	
			심도(m)	구성성분	심도(m)	구성성분
기존조사	1공구	HAB-1	0.0~1.1	암회색, 자갈섞인 실트질 모래	1.1~2.0	암회색, 모래질 실트
	3공구	HAB-2	0.0~0.4	회색, 모래질 실트	0.4~2.0	암회색, 실트질 모래
		HAB-3	0.0~0.9	암회색, 실트질 모래	0.9~1.8	암회색, 점토질모래
	4공구	HAB-4	0.0~0.6	암회색, 자갈섞인 실트질 모래	0.6~1.5	암회색, 자갈섞인 실트질 모래
		HAB-5	0.0~1.0	갈색, 실트질 모래	1.0~1.5	갈색~담갈색, 실트질 모래
		HAB-6	0.0~0.4	암회색, 자갈섞인 실트질 모래	0.4~1.7	암회색, 실트질 모래
		HAB-7	0.0~1.2	갈색, 습윤, 실트질 모래	1.2~1.8	암회색, 실트질 모래
실시설계	1공구	NHAB-1	0.0~0.7	암회색, 실트질 점토	0.7~1.0	황갈색, 실트질 모래
	3공구	NHAB-2	0.0~1.5	암갈색, 실트질 모래	1.5~2.0	암회색, 모래질 실트
		NHAB-3	0.0~1.0	암회색, 자갈섞인 실트질 모래	1.0~2.0	암갈색, 모래질 점토
		NHAB-4	0.0~2.0	암갈색, 모래섞인 실트질 점토	–	–
	4공구	NHAB-5	0.0~1.2	암갈색, 실트질 모래	1.2~1.6	암갈색~갈색, 실트질 모래
		NHAB-6	0.0~0.5	암회색, 실트질 점토	0.5~1.5	갈색, 실트질 모래
		NHAB-7	0.0~0.6	암회색, 실트질 점토	0.6~1.2	암회색~갈색, 점토질 모래

현 장 사 진(HAB-2) 핸드오거보링 지층분포





▮ 쌀기구간

공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
BH-149	8.0	풍화암	50/7	323	525	PMT
BH-231	3.5	퇴적(실트)	1/30	0.97	–	LLT

○ 결과분석

구분	변형계수(MPa)				
	퇴적층	풍화암	연 암	보통암	경 암
터널구간	–	–	914	903~9,918	9,580~18,336
교량구간	–	–	499~1,184	10,279	–
깎기구간	–	272~302	646~9,975	–	17,655

분석결과
- 연암의 변형계수는 터널구간(914MPa), 교량구간(449~1,184MPa), 깎기구간 (646~9,975MPa)로 구간별 위치 및 지층상태에 따라 편차가 크게 나타남

4.1.2 공내전단시험

개 요
- 풍화대층에 대한 비탈면의 안정성 해석을 위한 설계지반정수 자료로 활용
  → 풍화대층의 원위치 상태의 점착력(C)과 내부마찰각(ø)측정

○ 기존조사 자료

▮ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
문봉터널	TTB-1	13.0	풍화암	50/7	27.0	31.6

○ 실시설계조사 자료

▮ 깎기구간

공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
BH-161	9.0	풍화암	50/5	32.9	30.7
BH-202	7.0	풍화토	43/30	18.4	29.0

○ 결과분석

구분	점착력(kPa)		마찰각(°)	
	풍화토	풍화암	풍화토	풍화암
깎기구간	18.4	32.9	29.0	30.7

분석결과
- 점착력(C)은 풍화토 : 18.4kPa, 풍화암 : 32.9kPa로 분포
- 마찰각(°)은 풍화토 : 29.0kPa, 풍화암 : 30.7kPa로 분포로 분포

(계속)

구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-222	5.6	5.9	BH-227	0.0	3.9	BH-235	3.2	6.6
BH-222-1	5.5	6.0	BH-229	0.3	4.9	BH-235-1	3.3	6.5
BH-224	6.4	5.9	BH-230	3.6	3.9	BH-235-2	1.7	8.7
BH-225	5.6	2.3	BH-233	0.5	6.6	–	–	–
BH-226	5.2	3.2	BH-234	1.0	6.2	–	–	–

▮ 깎기구간

구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-158	10.2	39.9	BH-167	심도이하	–	BH-199	16.0	45.1
BH-159	15.5	52.1	BH-170	12.5	57.0	BH-202	15.3	43.0
BH-160	5.9	44.6	BH-171	2.9	39.7	BH-214	10.4	26.0
BH-161	10.9	44.5	BH-188	심도이하	–	BH-216	11.7	20.2
BH-166	심도이하	–	BH-198-2	1.7	49.4	–	–	–

▮ 쌀기구간

구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위		구 분	지 하 수 위	
	GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m		GL. -m	EL. m
BH-148	2.4	24.5	BH-192	0.5	25.1	BH-211	1.7	19.5
BH-149	3.8	22.1	BH-192-2	1.4	27.3	BH-215	7.3	9.9
BH-149-1	2.8	23.0	BH-193	7.0	31.1	BH-217	2.3	13.7
BH-150	0.5	23.2	BH-204	3.0	8.8	BH-218	1.3	10.2
BH-163-1	2.1	30.9	BH-205	1.5	12.2	BH-223	1.0	6.7
BH-164	4.1	33.7	BH-208	0.5	23.6	BH-231	0.3	6.6
BH-165	0.7	45.6	BH-208-1	1.0	21.5	BH-232	0.2	7.0
BH-185	1.7	36.5	BH-209-1	2.0	32.8	BH-236	0.2	6.7
BH-189	2.9	24.2	BH-210	2.2	27.7	–	–	–

○ 결과분석

구분	지하수위		분석결과
	GL. -m	EL. m	
터널구간	7.8~9.5	57.7~64.3	• 지하수위 측정결과 터널구간 GL(-) 7.8~9.5m(EL. 57.7~64.3m) 교량구간 GL(-) 0.0~13.2m(EL. 2.3~53.7m) 깎기구간 GL(-) 1.7~16.9(EL. 20.2~57.0m) 쌀기구간 GL(-) 0.2~7.3(EL. 6.6~45.6m) • 위치 및 구조물별로 상이한 차이를 보임
교량구간	0.0~13.2	2.3~53.7	
깎기구간	1.7~16.0	20.2~57.0	
쌀기구간	0.2~7.3	6.6~45.6	

▮ 쌀기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-148	5.0~6.0	풍화토	15/30	$6.55X10^{-4}$	BH-208-1	7.0~8.0	풍화토	28/30	$3.40X10^{-4}$
BH-149	3.5~4.5	퇴적층(SM)	3/30	$9.27X10^{-4}$	BH-210	5.0~6.0	풍화암	50/9	$4.77X10^{-5}$
BH-150	5.5~6.5	풍화토	50/30	$3.28X10^{-4}$	BH-211	2.0~3.0	풍화토	22/30	$6.82X10^{-4}$
BH-185	4.0~5.0	풍화토	5/30	$8.36X10^{-4}$	BH-215	7.0~8.0	풍화토	50/17	$4.84X10^{-4}$
BH-189	4.0~5.0	퇴적층(SM)	3/30	$1.01X10^{-3}$	BH-218	5.0~6.0	풍화토	37/30	$4.81X10^{-4}$
BH-192	2.0~3.0	풍화토	15/30	$6.66X10^{-4}$	BH-232	5.0~6.0	퇴적층(GP)	39/30	$3.54X10^{-3}$
BH-193	1.0~1.5	퇴적층(SM)	10/30	$2.19X10^{-3}$	BH-236	5.0~6.0	퇴적층(SM)	5/30	$2.03X10^{-3}$

○ 결과분석

구분	붕적층	퇴적층			풍화토	풍화암
		점토	모래	자갈		
교량구간	$8.96X10^{-4}$	$3.45X10^{-5}$	$1.85X10^{-3}$	$2.57X10^{-4}$	$4.17X10^{-4}$	$5.75X10^{-5}$
깎기구간	–	–	–	–	$5.22X10^{-4}$	$5.21X10^{-5}$
쌀기구간	$2.19X10^{-3}$	–	$1.32X10^{-3}$	$3.54X10^{-3}$	$5.59X10^{-4}$	$4.77X10^{-5}$

4.2.3 수압시험

개 요
- 터널구간 및 비탈면 구간내에 분포하는 기반암의 투수특성 및 암질상태 파악
- 수리지질학적 특성을 규명하여 시공을 위한 굴착시 지하수의 유출량파악 및 지하수 처리결정

○ 기존조사 자료

▮ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	루전값	Flow Type
문봉터널	TTB-1	23.0~28.0	보통암	50~53	$9.11X10^{-6}$	0.729	Laminar Flow
	TTB-2	11.4~16.4	보통암~경암	60~80	$6.14X10^{-6}$	0.528	Dilation

▮ 깎기구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	루전값	Flow Type
깎기3-3	CCB-2	10.0~15.0	보통암~경암	48~75	$3.24X10^{-6}$	0.221	Dilation

지반조사 보고서

○ 깎기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-158	3.0	풍화토	10.3	2.652	N.P	N.P	96.1	84.6	25.3	-	SM
BH-159	4.0	풍화토	16.8	2.659	N.P	N.P	95.2	87.1	19.2	-	SM
BH-160	2.0	풍화토	8.4	2.652	N.P	N.P	81.2	69.8	17.9	-	SM
BH-161	1.0	붕적층	20.7	2.674	N.P	N.P	99.8	97.7	52.0	9.9	ML
BH-166	9.0	풍화토	11.2	2.655	N.P	N.P	92.4	60.8	25.2	-	SM
BH-167	6.0	풍화토	14.1	2.659	N.P	N.P	87.9	47.7	24.5	-	SM
BH-170	6.0	풍화토	13.7	2.656	N.P	N.P	98.2	91.8	20.2	-	SM
BH-188	4.0	풍화토	17.0	2.658	N.P	N.P	94.8	87.2	26.5	-	SM
BH-198-2	1.0	풍화토	12.7	2.656	N.P	N.P	91.6	73.2	18.0	-	SM
BH-199	5.0	풍화토	13.0	2.658	N.P	N.P	99.6	88.2	21.9	-	SM
BH-202	2.0	붕적층	13.9	2.658	N.P	N.P	86.9	50.9	27.4	-	SM
BH-214	4.0	풍화토	18.5	2.663	N.P	N.P	97.7	84.9	25.7	-	SM
BH-216	10.0	풍화토	24.1	2.665	N.P	N.P	98.0	84.5	22.3	-	SM

▮ 지층별 결과분석

구 분	함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	통과중량 백분율(%) No.200	USCS
붕적층	13.9~20.7	2.658~2.674	N.P	N.P	86.9~99.8	27.4~52.0	SM, ML
풍화토	8.4~24.1	2.652~2.665	N.P	N.P	81.2~99.6	17.9~26.5	SM

분석결과
- 깎기구간의 토질은 SM, ML로 구성됨
- 함수비 : 8.4~24.1%, 비중 : 2.652~2.674, #200통과중량 백분율 : 17.9~52.0%

○ 쌓기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-148	4.0	퇴적층	31.3	2.683	33.5	12.0	-	100.0	85.4	13.7	CL
BH-149	2.0	퇴적층	31.2	2.685	34.2	21.8	100.0	99.9	67.0	13.3	CL

(계속)

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-149-1	3.0	퇴적층	17.2	2.656	NP	NP	82.5	71.8	18.8	-	SM
BH-163-1	4.0	퇴적층	8.0	2.644	N.P	N.P	51.6	37.0	7.2	-	SW-SM
BH-164	4.0	풍화토	12.6	2.655	N.P	N.P	100.0	98.6	25.8	-	SM
BH-165	4.0	풍화토	9.5	2.650	N.P	N.P	96.2	85.1	17.2	-	SM
BH-171	3.0	퇴적층	9.3	2.651	N.P	N.P	43.0	33.0	26.8	-	SM
BH-185	8.0	풍화토	14.0	2.654	N.P	N.P	98.6	94.7	28.1	-	SM
BH-189	6.0	풍화토	15.8	2.657	N.P	N.P	84.8	69.5	23.0	-	SM
BH-192	2.0	풍화토	18.0	2.662	N.P	N.P	99.4	92.2	24.6	-	SM
BH-193	4.0	풍화토	10.0	2.654	N.P	N.P	70.5	57.1	14.6	-	SM
BH-204	1.0	퇴적층	25.5	2.682	30.2	20.4	98.5	90.3	82.0	13.4	CL
BH-204	3.0	퇴적층	13.0	2.657	N.P	N.P	59.2	47.8	28.7	-	SM
BH-205	2.0	퇴적층	31.9	2.684	32.2	21.4	99.2	97.1	87.0	13.7	CL
BH-205	3.0	퇴적층	23.8	2.644	N.P	N.P	86.5	50.7	2.4	-	SP
BH-208	2.0	퇴적층	30.5	2.674	32.8	23.6	99.9	98.9	91.2	11.6	ML
BH-208-1	2.0	퇴적층	39.0	2.694	44.3	24.1	100.0	99.3	95.9	18.8	CL
BH-209-1	1.0	붕적층	8.1	2.650	N.P	N.P	87.2	53.3	27.9	-	SM
BH-210	3.0	붕화토	8.2	2.650	N.P	N.P	95.8	87.6	21.2	-	SM
BH-211	4.0	풍화토	15.4	2.659	N.P	N.P	96.9	89.2	18.5	-	SM
BH-215	6.0	풍화토	14.6	2.659	N.P	N.P	90.0	73.3	25.3	-	SM
BH-217	3.0	붕적층	23.9	2.681	31.2	10.1	99.2	98.5	76.0	12.4	CL
BH-218	3.0	퇴적층	28.4	2.683	32.6	11.0	96.0	95.3	61.6	10.9	CL
BH-223	2.0	퇴적층	30.6	2.682	33.9	12.4	-	100.0	86.3	15.6	CL
BH-231	8.0	퇴적층	6.8	2.645	N.P	N.P	30.9	28.6	3.1	-	GP
BH-232	7.0	퇴적층	9.1	2.649	N.P	N.P	36.4	36.0	2.9	-	GP
BH-236	5.0	퇴적층	27.1	2.665	N.P	N.P	99.5	98.8	15.0	-	SM

(계속)

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s) P파	탄성파속도(m/s) S파	압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
대원교	BH-224	15.7~15.9	보통암	27.62	5,183	3,313	61.3	54.28	0.33
공릉천교	BH-225	9.9~10.0	연 암	25.64	1,413	720	15.1	8.10	0.17
	BH-227	8.3~8.5	연 암	26.19	4,176	2,571	26.2	21.27	0.19
	BH-230	12.3~12.5	보통암	26.56	4,023	2,364	41.0	29.34	0.22
금촌1교	BH-235	12.0~12.1	연 암	26.72	3,652	2,235	73.0	27.06	0.24
	BH-235-2	6.8~7.0	연 암	26.52	4,504	2,823	59.1	29.48	0.27

▮ 지층별 결과분석

구 분	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s) P파	탄성파속도(m/s) S파	압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
연 암	25.64~27.33	1,413~5,019	720~3,017	15.1~92.5	8.1~46.65	0.17~0.28
보통암	26.08~27.62	2,596~5,183	1,490~3,313	20.0~77.6	10.74~54.28	0.20~0.33

분석결과
- 연 암 → 일축압축강도: 15.1~92.5MPa, 포아송비: 0.17~28 범위로 나타남
- 보통암 → 일축압축강도: 20.0~77.6MPa, 포아송비: 0.20~0.33 범위로 나타남

○ 토공구간

공 번	심 도 (m)	지 층	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s) P파	탄성파속도(m/s) S파	압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
BH-159	13.6~13.8	보통암	27.41	4,440	2,943	128.8	56.30	0.22
BH-160	18.5~18.7	연 암	25.58	2,938	1,715	39.2	17.90	0.15
BH-161	15.6~15.8	보통암	26.47	4,844	3,097	109.4	50.42	0.25
BH-198-2	3.9~4.1	보통암	26.51	4,694	3,029	114.4	56.53	0.32
BH-202	25.9~26.0	보통암	26.92	4,214	2,658	59.7	23.95	0.18
BH-236	12.5~12.7	연 암	26.23	3,590	2,085	16.6	17.07	0.21

▮ 지층별 결과분석

구 분	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s) P파	탄성파속도(m/s) S파	압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
연 암	25.58~26.23	2,938~3,590	1,715~2,085	16.6~39.2	17.07~17.9	0.15~0.21
보통암	26.47~27.41	4,214~4,844	2,658~3,097	59.7~128.8	23.95~56.38	0.18~0.32

분석결과
- 연 암 → 일축압축강도: 16.6~39.2MPa, 포아송비: 0.15~21 범위로 나타남
- 보통암 → 일축압축강도: 59.7~128.8MPa, 포아송비: 0.18~0.32 범위로 나타남

6.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 6.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	보강토옹벽(U-11블록 STA.11+092~11.193)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	보강토옹벽(U-11블록 STA.11+092~11.193)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

6.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

6.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 전회 정밀안전점검에서 전면부 블럭 재균열, 배수시설 배수로 균열, 파손 등의 손상이 조사되었고, 금회 점검에서 추가적인 기 손상에 대한 진전, 신규손상 발생 여부 및 기존손상에 대한 보수여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검 총 3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

6.2.5 시설물 보수 이력

【표 6.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

6.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 6.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

6.3 현장조사 및 시험

6.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 서울문산고속도로 본선이 있으며, 하부로는 하천 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 곡선형을 가지며, 높이는 0.5~12.3m를 보이며, 총 연장은 116.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=116.0m, L=12.3m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 6.3.1】 일반현황 조사결과

<table>
<tr><td>조사일자</td><td colspan="2">2022. 10. 21.</td><td>조 사 자</td><td>장 진 원</td></tr>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="2">보강토옹벽
(U-II블록 STA.11+092~11+193)</td><td>시설물 종류</td><td>2종</td></tr>
<tr><td>일 기</td><td colspan="2">맑음</td><td>시설물번호</td><td>RW2020-0000084</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시설물위치</td><td>행정구역</td><td colspan="3">경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치좌표</td><td colspan="3">시점 : ° ' "</td></tr>
<tr><td colspan="3">종점 : ° ' "</td></tr>
<tr><td>노선명</td><td colspan="4">고속국도17호선</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제 원</td><td>옹벽형식</td><td>블록식</td><td>옹벽재료</td><td>무근콘크리트</td></tr>
<tr><td>연 장</td><td>116.0m</td><td>지면노출
높 이</td><td>9.6m</td></tr>
<tr><td>보강재
길 이</td><td>-</td><td>저판폭
길 이</td><td>-</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="2">서울문산고속도로주식회사</td><td>관리주체구분</td><td>민간</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주변환경</td><td>옹벽상부</td><td colspan="3">서울문산고속도로 본선</td></tr>
<tr><td>옹벽하부</td><td colspan="3">지방도</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시공현황</td><td>준공년도</td><td>2020년 11월 06일</td><td>시 공 자</td><td>지에스건설(주)</td></tr>
<tr><td>감 리 자</td><td>동남이엔씨(주)(오흥기)</td><td>설 계 자</td><td>(주)다산컨설턴트</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td>비 고</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 6개 구간(S1~S6)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 6.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	9.6	4	60.0~80.0m	80.0	9.6
2	20.0~40.0m	40.0	9.6	5	80.0~100.0m	100.0	7.2
3	40.0~60.0m	60.0	9.6	6	100.0~108.0m	108.0	5.0



측점분할 작업사진



측점분할 작업사진

6.3.2 부재별 외관조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트), 비포장이 혼합된 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



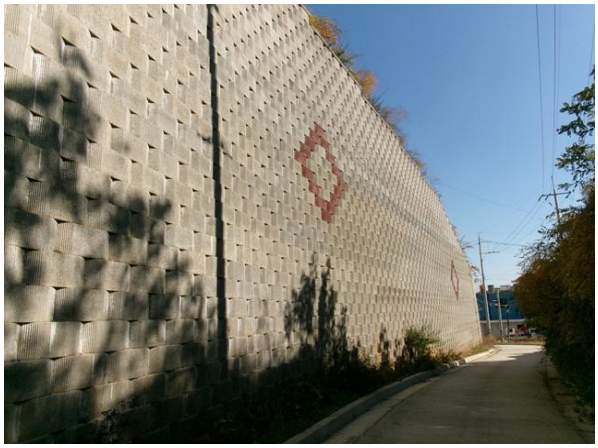
【그림 6.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 6.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –
			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

블럭식 보강토옹벽으로 블록의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일 구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 6.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 현장조사 결과, 전면부 블록에 블록 균열의 손상이 조사되었으나, 구조적인 손상결함은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 6.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	블록 균열	-	-	-	EA	4	4.00	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• S5 블록 균열</td><td>현 황</td><td>• S5 블록 균열</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡 등</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡 등</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 균열보수</td><td>대 책</td><td>• 균열보수</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• -</td><td>원 인</td><td>• -</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• -</td><td>대 책</td><td>• -</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 균열이 확인되었으나, 구조적인 손상결함은 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 신규손상 및 재손상 발생여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다.



【그림 6.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로, 전면부 배수관에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 6.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –
			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 원활한 유지관리를 위하여 배수로 인근 정비를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

6.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 6.3.6】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	블록균열	균열보수
주변영향인자	상태양호	-
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 성토부, 주변영향 인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단되며, 전면부 시공미흡으로 인한 블록 균열, 주변영향 인자 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 조푸집 조기탈거 등에 의한 균열(Cw=0.3㎜이상)의 손상이 조사되어 주입보수, 균열보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.	

【표 6.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	블록균열	EA	4.00	4	
배수시설	상태양호	-	-	-	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

6.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193))은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 6.3.4】 측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

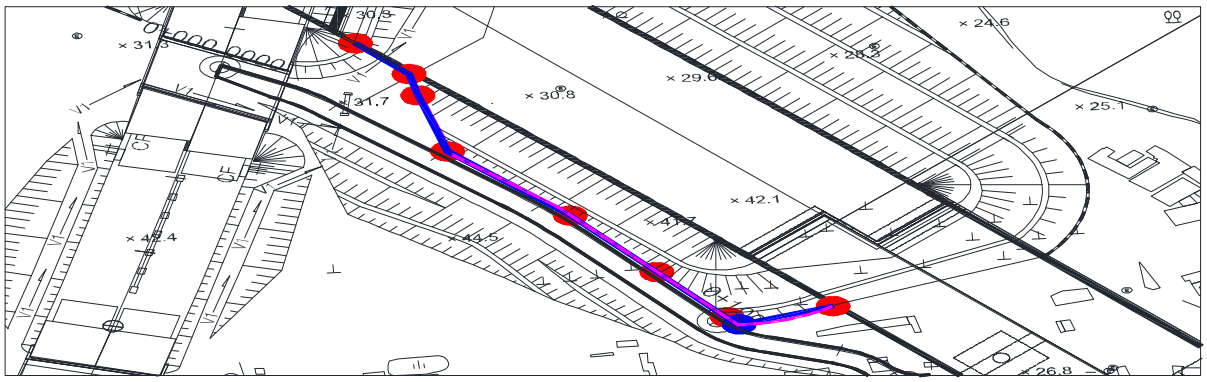
【표 6.3.8】 경사도 결과

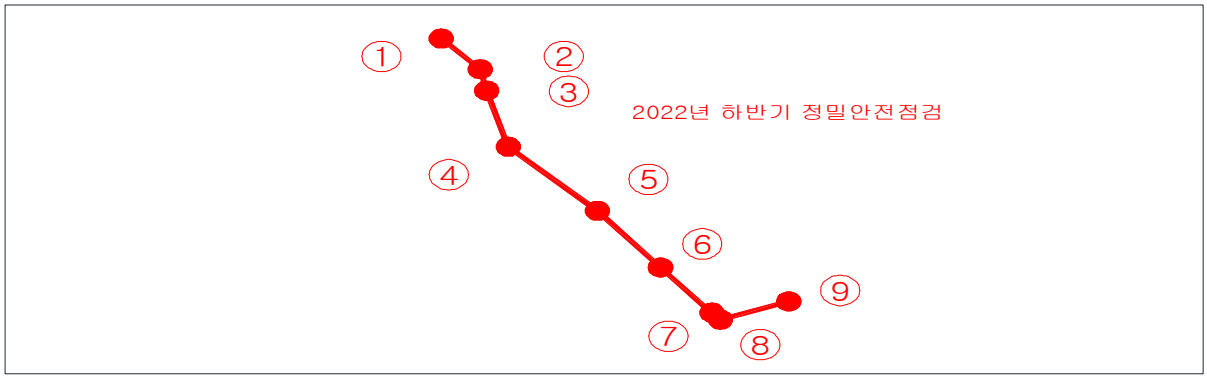
구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	12m	-53.0	5.52	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-2.2~-18.2	0.59~0.62	a	배면
2	32m	-67.0	6.98	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-16.2~-32.2	2.05~2.08	b	배면
3	53m	-60.0	6.25	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-9.2~-25.2	1.32~1.35	a	배면
4	78m	-64.9	6.75	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-14.1~-30.1	1.82~1.85	a	배면
5	91m	-42.0	5.83	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-7.2~-8.8	0.90~0.93	a	배면
6	116m	-7.0	5.83	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-24.8~-40.8	0.90~0.93	a	전면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

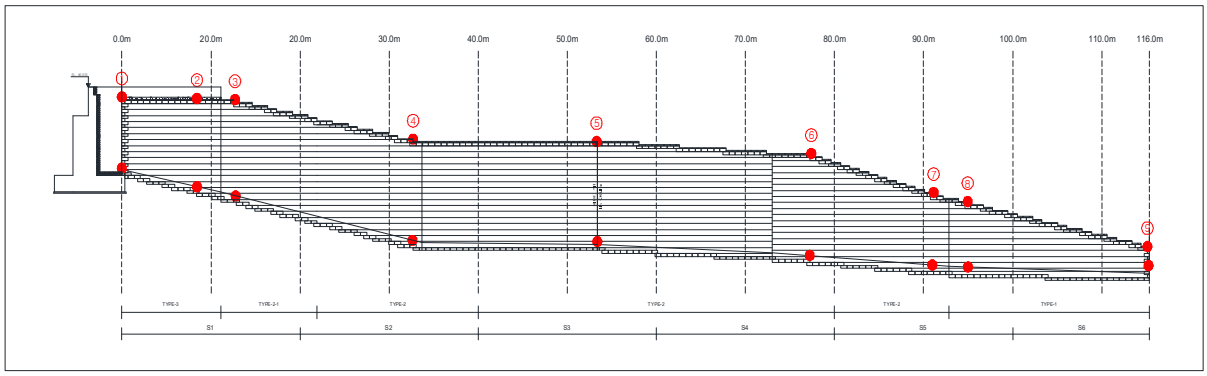
【표 6.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치	X	Y	노출 높이 (m)	측정위치	X	Y	노출 높이 (m)
①	5.616	16.867	7.2	⑥	50.232	-43.062	9.6
②	13.545	8.829	8.7	⑦	60.681	-54.878	7.2
③	14.860	3.218	9.6	⑧	62.432	-56.761	6.3
④	19.238	-11.452	9.6	⑨	76.328	-51.975	1.2
⑤	37.414	-28.254	9.6	-	-	-	-





[선형측량 결과]



[수준측량 결과]

【그림 6.3.5】 선형 및 수준측량 결과 및 비교

6.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 재료시험은 콘크리트부재(블록)에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험으로 시행하였으며, 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



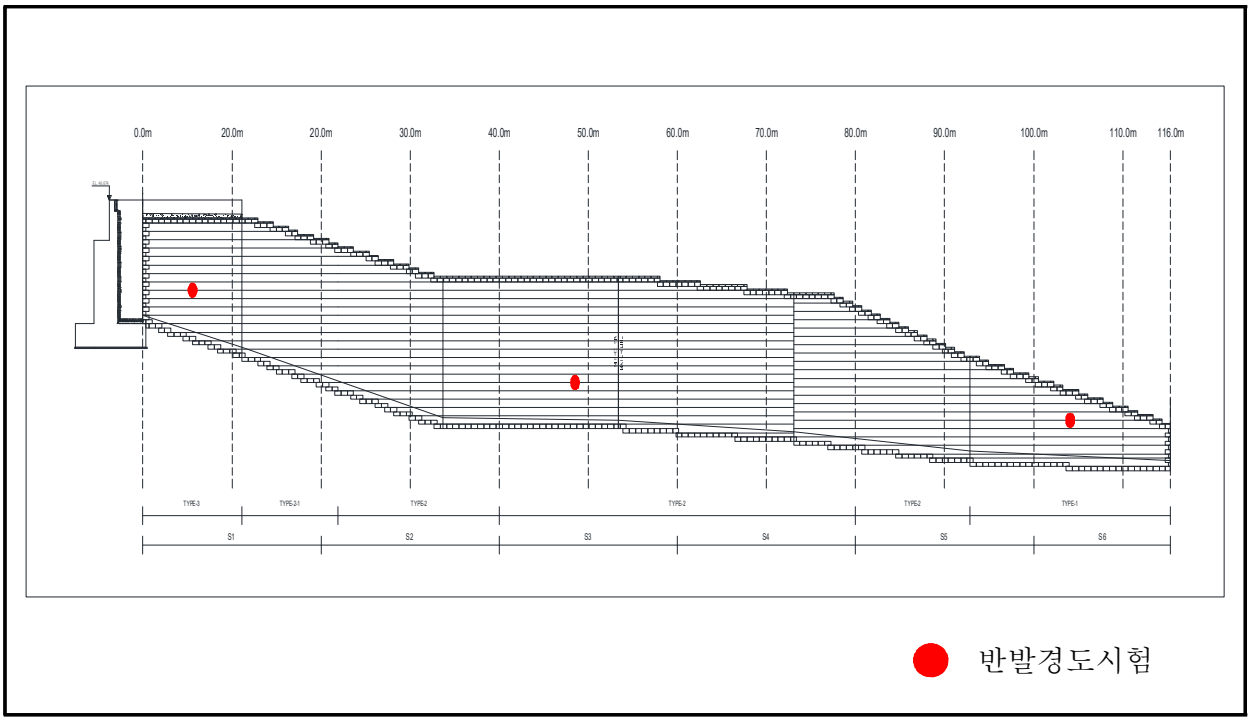
【그림 6.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 3개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다. 설계자료에 기준강도자료가 없는 상태로, 인근 공구 및 시중의 동일한 제품의 블록식 보강토옹벽의 설계기준강도를 참조하여 결과를 작성하였다.

【표 6.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전면부	S1	47.9	28.7	29.5	0.67	102.5	105.4	28.0
	S3	47.8	28.6	29.5	0.67	102.0	105.2	
	S6	48.0	28.8	29.6	0.67	102.8	105.6	



【그림 4.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

6.4 상태평가

6.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

6.4.2 상태평가 결과 산정

【표 6.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	a
									상태평가 결과					A	

6.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.00로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

6.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.5.1 종합평가 결과

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

【표 6.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	보강토옹벽 (U-II블록 STA.11+092~11+193)		표 번 호	[표 6.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.00	A	근거표번호	[표 6.4.1]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.00	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

6.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 옹벽의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 **"A등급"**으로 지정하였다.

【표 6.5.2】 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

6.6 보수·보강 및 유지관리방안

6.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 6.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 균열	균열보수	4.00	4.00	EA	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

6.6.2 유지관리방안

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

【표 6.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 발생한 블록 균열에 대하여 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요 · 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배수시설	· 배수로에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
성토부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기초부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

6.7 종합결론

6.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 성토부, 주변영향 인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단되며, 전면부 시공미흡으로 인한 블록 균열, 주변영향 인자 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 조푸집 조기탈거 등에 의한 균열(Cw=0.3㎜이상)의 손상이 조사되어 주입보수, 균열보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.00, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

6.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 일부 손상이 확인되었으나 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 및 손상진전 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

6.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부에 발생한 블록 균열에 대하여 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

6.7.4 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 바람직하다고 판단된다.

7. 판넬식옹벽

(STA.24+249~24+392)

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. 판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)

7.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 파주시 월롱면 영태리 산 120-3에 있는 사면에 시공된 2종 옹벽 시설물로서 연장 143.6m, 지면노출높이 15.0m의 패널식 보강토옹벽이다.

7.1.1 일반사항

【표 7.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000098		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 파주시 월롱면 영태리 산 120-3		
	위치좌표	시점 : 37 ° 46 ' 41 "		
		종점 : 37 ° 46 ' 45 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	패널식	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	143.6m	지면노출 높 이	15.0m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	사면		
	옹벽하부	서울문산고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	(주)대우건설
	감 리 자	(주)신성엔지니어링(오영식)	설 계 자	(주)신성엔지니어링
	부대시설	-		
비 고				

7.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 7.1.1】 위치도

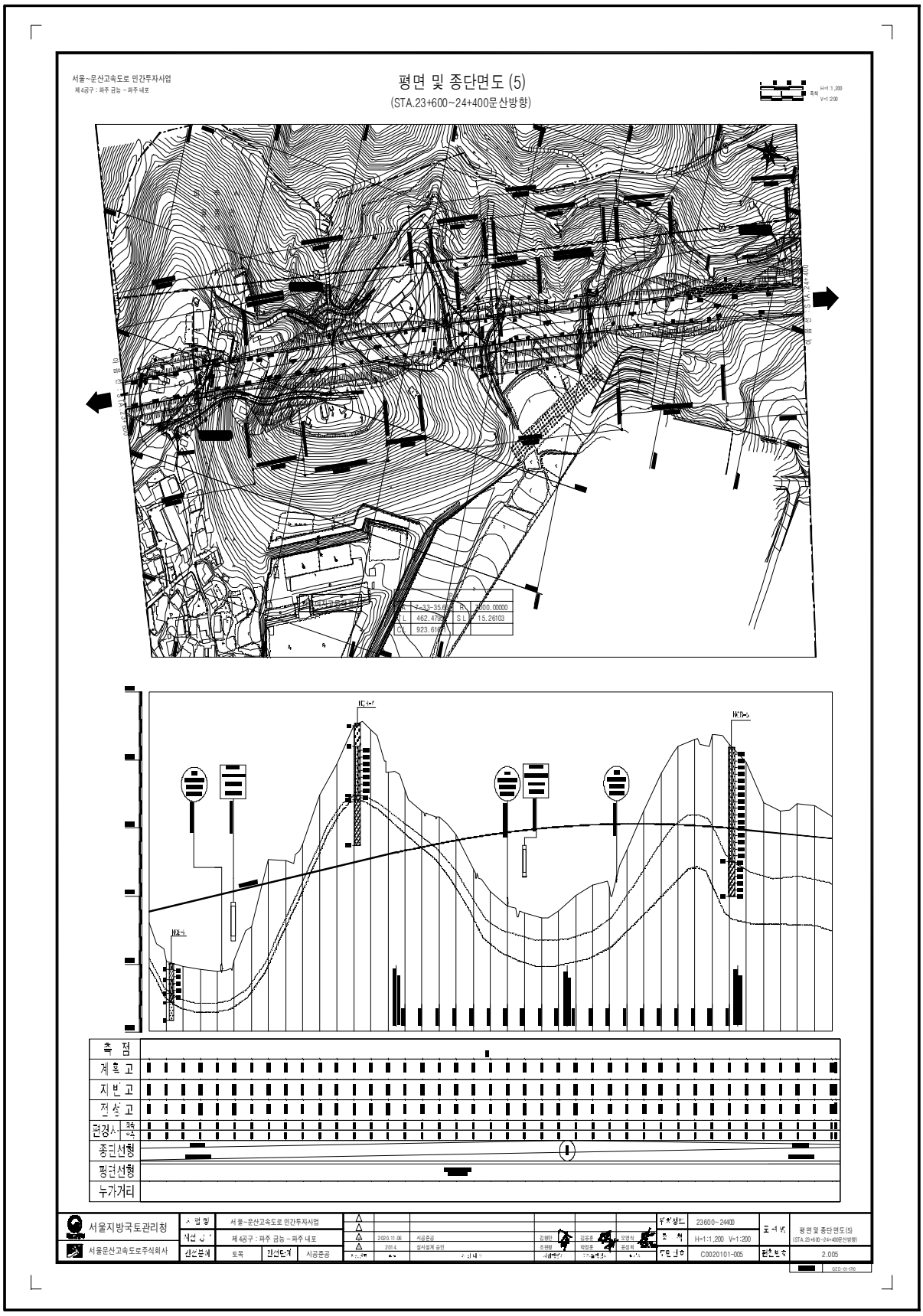
시점부 전경	종점부 전경
	

【그림 7.1.2】 전경사진

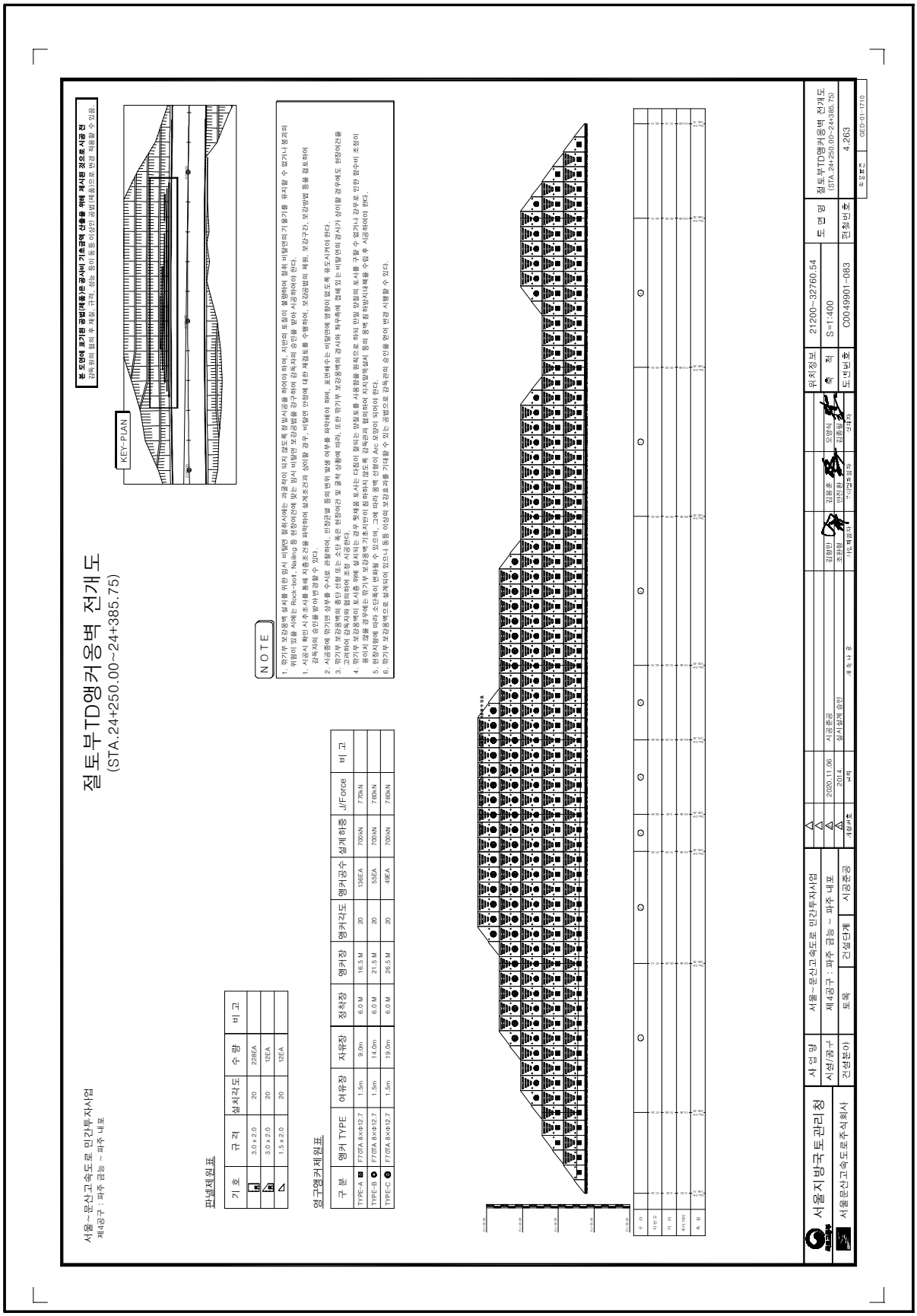
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 절토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	줄자를 이용한 구간분할 측정

【그림 7.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

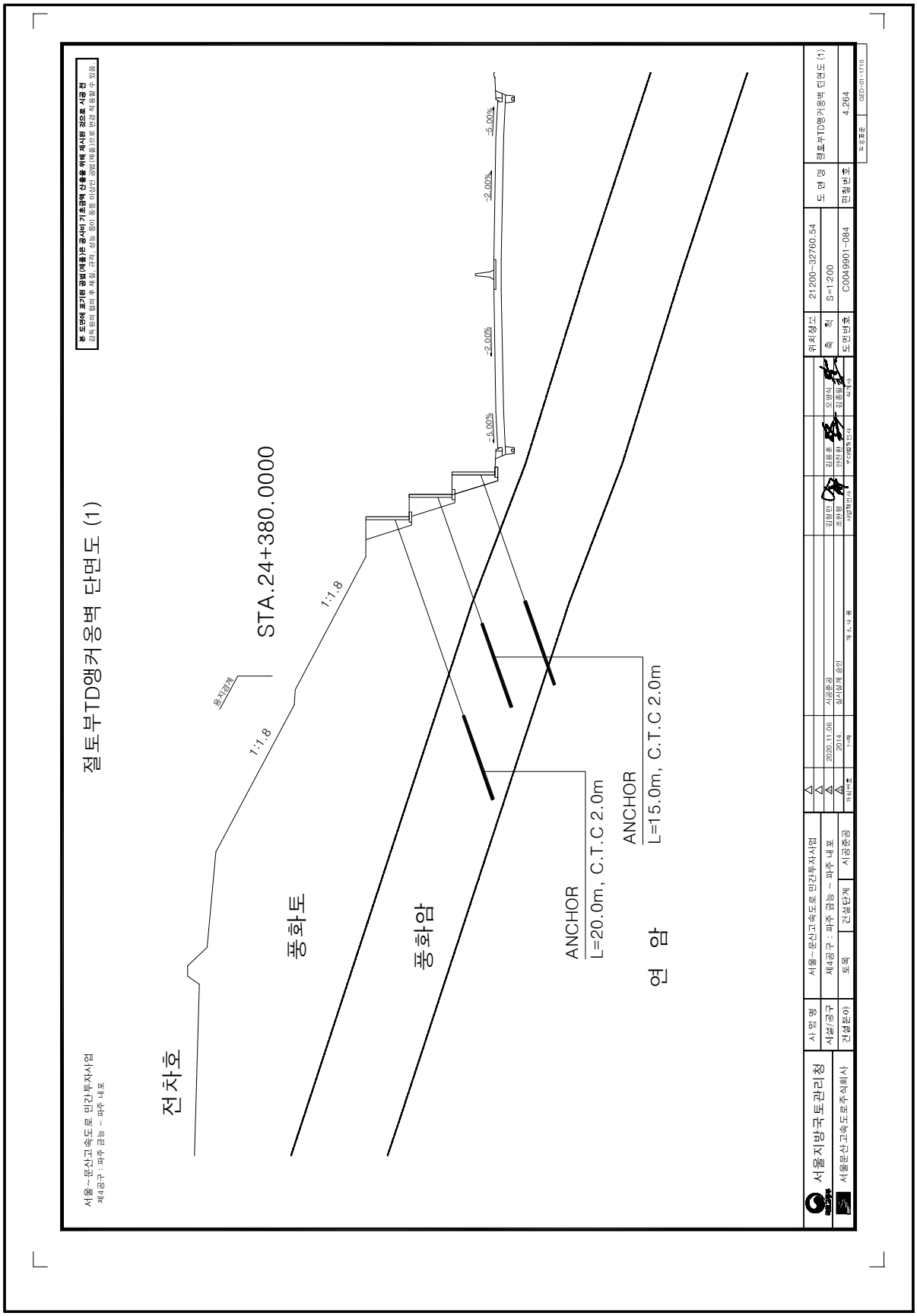
7.1.3 시설물 일반도



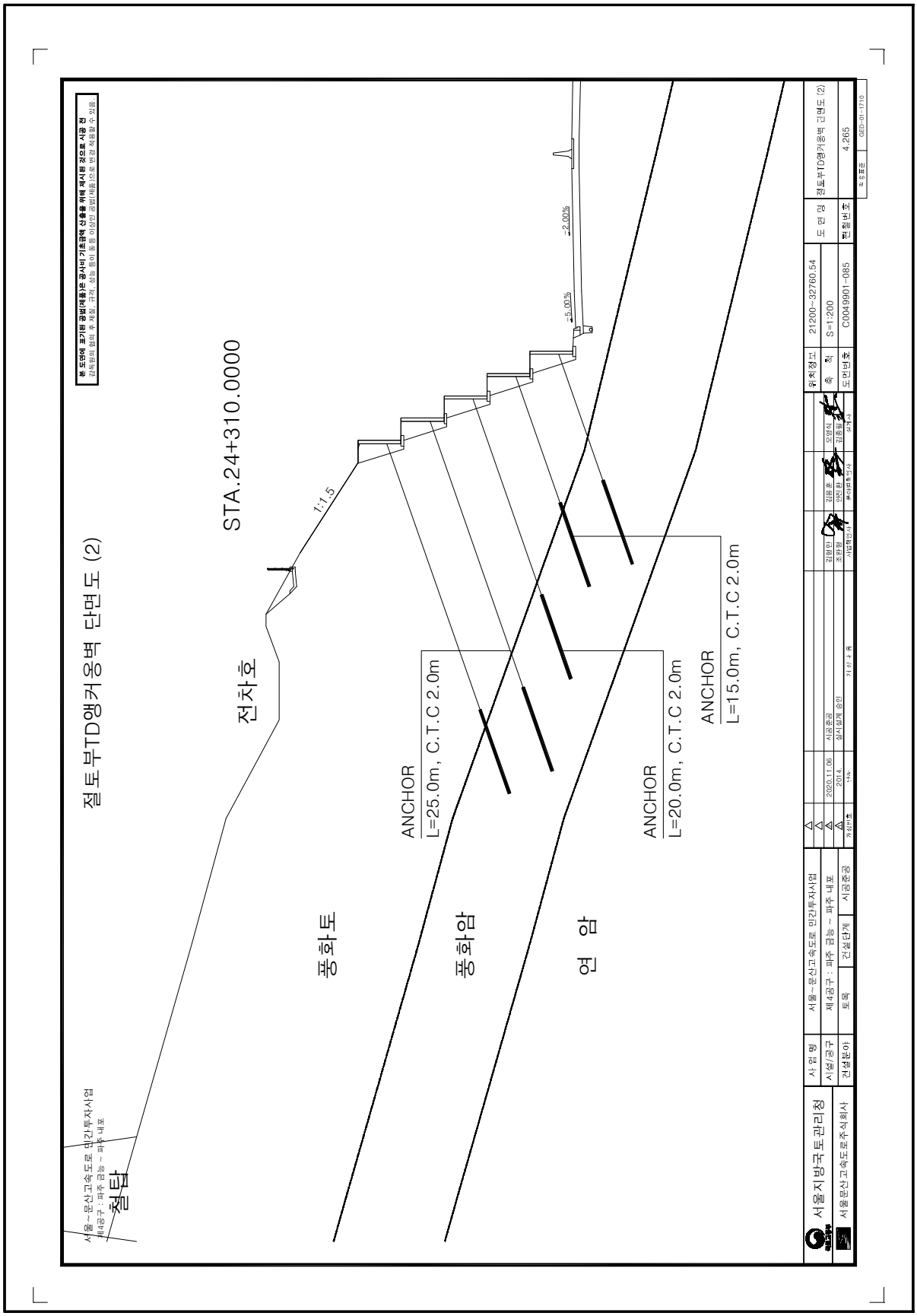
【그림 7.1.4】 종평면도



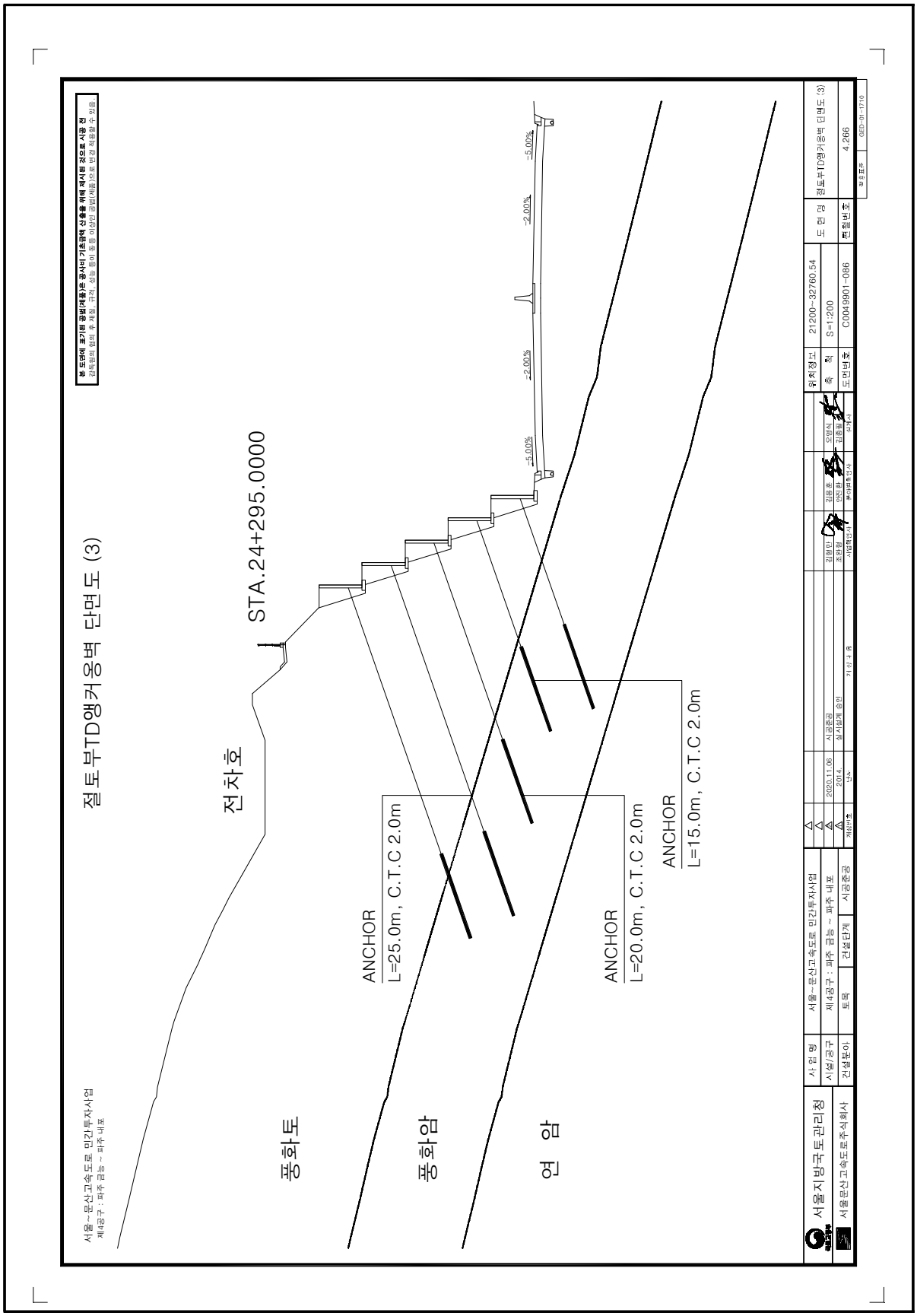
【그림 7.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



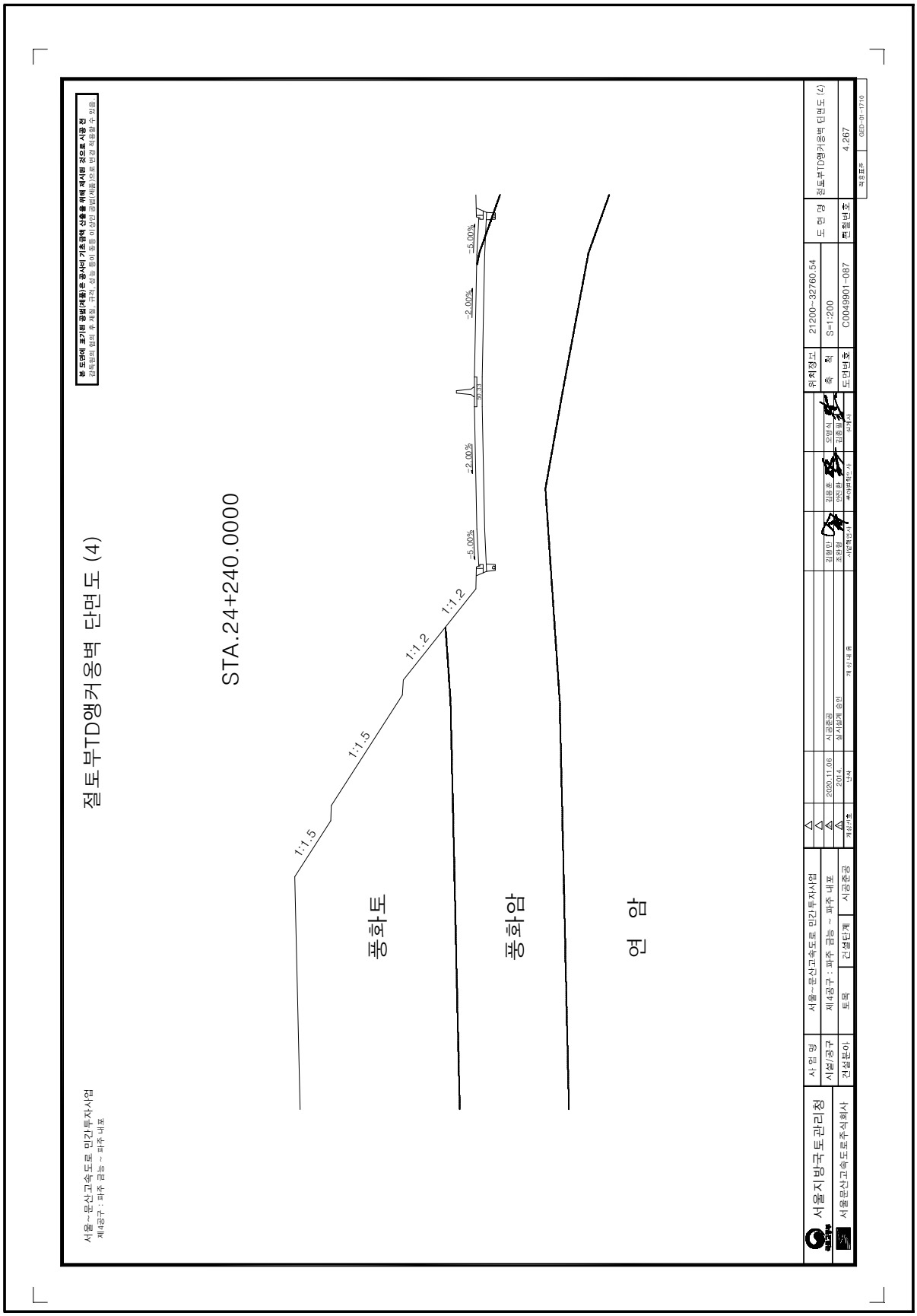
【그림 7.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 7.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 7.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 7.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

7.2 자료수집 및 분석

7.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월 06일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서

1. 검토목적

본 검토는 [서울-문산고속도로 민간투자사업 제4공구] TDA옹벽에 대하여 기 수행된 지반조사결과(미수형시 기본 값 적용)를 토대로 비탈면에 대한 안정성 검토를 실시하여 장기적인 안정성 유무 및 합리적인 절토옹벽을 계획하는데 목적이 있다.

2. 검토현황

상기 검토는 절토옹벽 구간에 대하여 다음과 같이 대표단면을 선정하여 검토하였다.

1) 검토단면 선정

구 분	연장 (m)	검토단면 (STA.)	옹벽높이 (m)	비탈면 지층현황
TDA옹벽	L=143.60M	STA.24+280.00	12.00(4단)	풍화토,풍화암,경암
		STA.24+300.00	15.00(5단)	풍화토,풍화암
		STA.24+340.00	9.00(3단)	풍화토,풍화암,연암
		STA.24+380.00	9.00(3단)	풍화토,풍화암,연암

6. 안정성 해석 결과

절토옹벽의 안정성 검토는 건기시, 우기시 및 지진시로 구분하였으며, 각 검토 대상 비탈면에 대한 안정성 검토 결과를 요약하면 다음 표와 같다.

STA.24+280.00 (무보강시)

검토단면	검토 조건 (허용 안전율)	검토결과		비고
		안전율 (Fs)	판 정	
STA.24+280.00	건기시(1.5)	1.2443	NG	
	우기시(1.2)	0.7400	NG	
	지진시(1.1)	0.6769	NG	

STA.24+280.00 (보강시)

검토단면	검토 조건 (허용 안전율)	검토결과		비고
		안전율 (Fs)	판 정	
STA.24+280.00	건기시(1.5)	2.0955	OK	
	우기시(1.2)	1.6609	OK	
	지진시(1.1)	1.5264	OK	

STA.24+300.00 (무보강시)

검토단면	검토 조건 (허용 안전율)	검토결과		비고
		안전율 (Fs)	판 정	
STA.24+300.00	건기시(1.5)	0.8999	NG	
	우기시(1.2)	0.3267	NG	
	지진시(1.1)	0.2867	NG	

STA.24+300.00 (보강시)

검토단면	검토 조건 (허용 안전율)	검토결과		비고
		안전율 (Fs)	판 정	
STA.24+300.00	건기시(1.5)	2.1983	OK	
	우기시(1.2)	1.2791	OK	
	지진시(1.1)	1.1114	OK	

STA.24+340.00 (무보강시)

검토단면	검토 조건 (허용 안전율)	검토결과		비고
		안전율 (Fs)	판 정	
STA.24+340.00	건기시(1.5)	1.0683	NG	
	우기시(1.2)	0.4721	NG	
	지진시(1.1)	0.4302	NG	

STA.24+340.00 (보강시)

검토단면	검토 조건 (허용 안전율)	검토결과		비고
		안전율 (Fs)	판 정	
STA.24+340.00	건기시(1.5)	2.2354	OK	
	우기시(1.2)	1.3425	OK	
	지진시(1.1)	1.1450	OK	

STA.24+380.00 (무보강시)

검토단면	검토 조건 (허용 안전율)	검토결과		비고
		안전율 (Fs)	판 정	
STA.24+380.00	건기시(1.5)	1.3283	NG	
	우기시(1.2)	0.7182	NG	
	지진시(1.1)	0.6438	NG	

STA.24+380.00 (보강시)

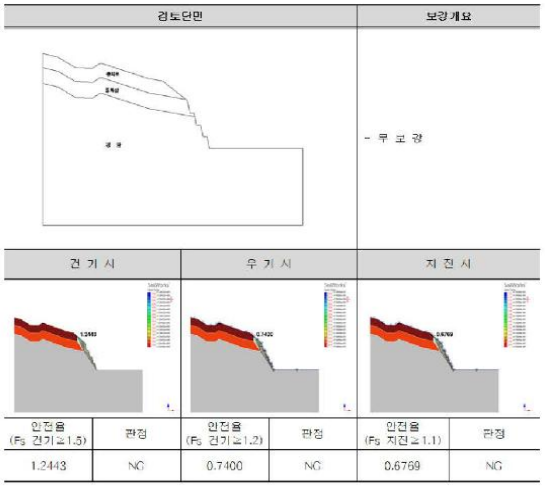
검토단면	검토 조건 (허용 안전율)	검토결과		비고
		안전율 (Fs)	판 정	
STA.24+380.00	건기시(1.5)	1.9941	OK	
	우기시(1.2)	1.2842	OK	
	지진시(1.1)	1.1365	OK	

1) STA.24+280.00 (무보강시) - 해석 결과

■ 단면 현황

구 분	구 간	옹벽높이(m)	지층현황	비고
무보강	STA.24+280.00		풍화토,풍화암,경암	

■ 검토단면 및 보강개요



안전율 (Fs 건기≥1.5)	판정	안전율 (Fs 건기≥1.2)	판정	안전율 (Fs 지진≥1.1)	판정
1.2443	NG	0.7400	NG	0.6769	NG

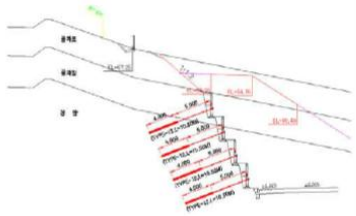
구조계산서 및 안전검토서

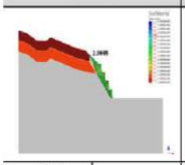
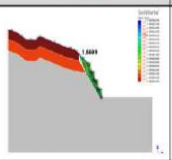
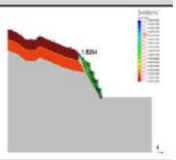
2) STA.24+280.00 (보강시) - 해석 결과

■ 단면 현황

구 분	구 간	옹벽높이(m)	지층현황	비고
TDA 옹벽	STA.24+280.00	15.00(5단)	풍화토,풍화암,경암	

■ 검토단면 및 보강개요

검토단면	보강개요
	- SW-PTF앵커-12.7×4연선 - 간격(sh×sv) : 2.0×3.0(TDA) - 길이 : L=10.5m

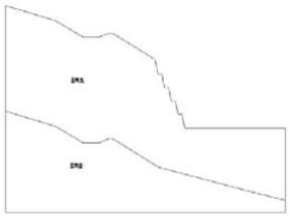
건 기 시		우 기 시		지 진 시	
					
안전율 (Fs 건기≥1.5)	판정	안전율 (Fs 건기≥1.2)	판정	안전율 (Fs 지진≥1.1)	판정
2.0955	OK	1.6609	OK	1.5264	OK

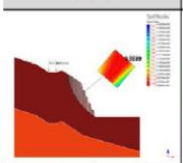
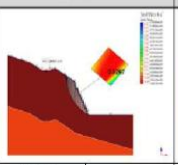
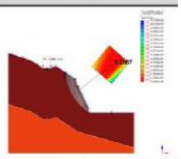
3) STA.24+300.00 (무보강시) - 해석 결과

■ 단면 현황

구 분	구 간	옹벽높이(m)	지층현황	비고
무보강	STA.24+300.00		풍화토,풍화암	

■ 검토단면 및 보강개요

검토단면	보강개요
	- 무 보 강

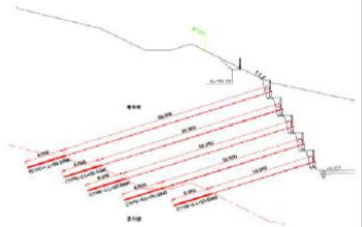
건 기 시		우 기 시		지 진 시	
					
안전율 (Fs 건기≥1.5)	판정	안전율 (Fs 건기≥1.2)	판정	안전율 (Fs 지진≥1.1)	판정
0.8999	NG	0.3267	NG	0.2867	NG

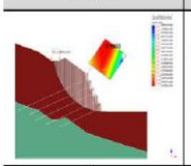
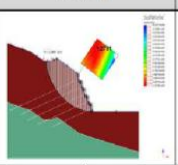
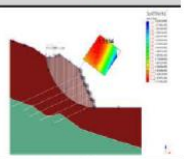
4) STA.24+300.00 (보강시) - 해석 결과

■ 단면 현황

구 분	구 간	옹벽높이(m)	지층현황	비고
TDA 옹벽	STA.24+600.00	15.00(5단)	풍화토,풍화암	

■ 검토단면 및 보강개요

검토단면	보강개요
	- SW-PTF앵커-12.7×6연선 - 간격(sh×sv) : 2.0×3.0(TDA) - 길이 : L=23.5m ~ 39.5m

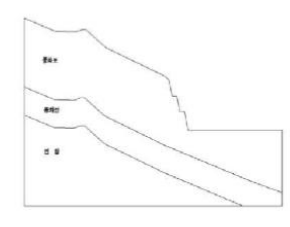
건 기 시		우 기 시		지 진 시	
					
안전율 (Fs 건기≥1.5)	판정	안전율 (Fs 건기≥1.2)	판정	안전율 (Fs 지진≥1.1)	판정
2.1983	OK	1.2791	OK	1.1114	OK

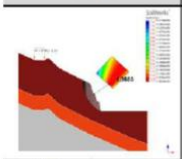
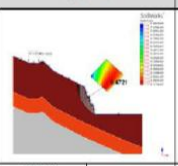
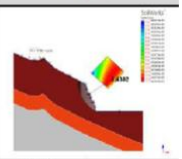
5) STA.24+340.00 (무보강시) - 해석 결과

■ 단면 현황

구 분	구 간	옹벽높이(m)	지층현황	비고
무보강	STA.24+540.00		풍화토,풍화암,연암	

■ 검토단면 및 보강개요

검토단면	보강개요
	- 무 보 강

건 기 시		우 기 시		지 진 시	
					
안전율 (Fs 건기≥1.5)	판정	안전율 (Fs 건기≥1.2)	판정	안전율 (Fs 지진≥1.1)	판정
1.0683	NG	0.4721	NG	0.4302	NG

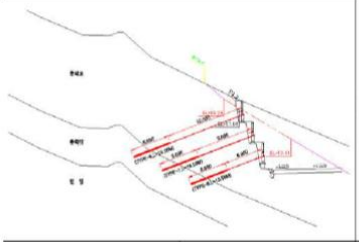
구조계산서 및 안전검토서

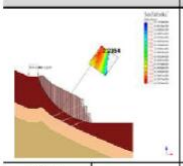
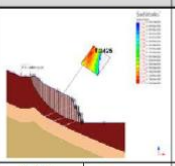
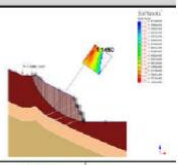
6) STA.24+340.00 (보강시) - 해석 결과

■ 단면 현황

구 분	구 간	옹벽높이(m)	지층현황	비고
TDA 옹벽	STA.24+340.00	9.00(3단)	풍화토,풍화암,연암	

■ 검토단면 및 보강개요

검토단면	보강개요
	- SW-PTF앵커-12.7×6연선 - 간격(sh×sv) : 2.0×3.0(TDA) - 길이 : L=12.5m ~ 16.5m

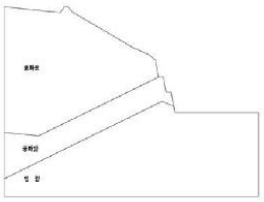
건 기 시		우 기 시		지 진 시	
					
안전율 (Fs 건기≥1.5)	판정	안전율 (Fs 건기≥1.2)	판정	안전율 (Fs 지진≥1.1)	판정
2.2354	OK	1.3425	OK	1.1450	OK

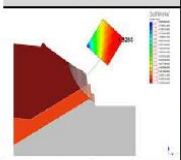
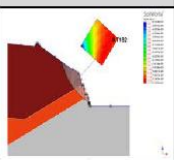
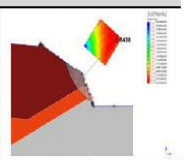
7) STA.24+380.00 (무보강시) - 해석 결과

■ 단면 현황

구 분	구 간	옹벽높이(m)	지층현황	비고
무보강	STA.24+380.00		풍화토,풍화암,연암	

■ 검토단면 및 보강개요

검토단면	보강개요
	- 무 보 강

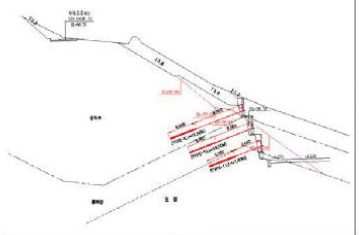
건 기 시		우 기 시		지 진 시	
					
안전율 (Fs 건기≥1.5)	판정	안전율 (Fs 건기≥1.2)	판정	안전율 (Fs 지진≥1.1)	판정
1.3283	NG	0.7182	NG	0.5438	NG

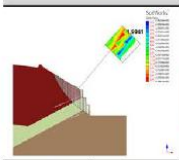
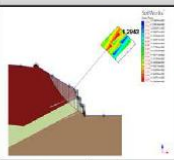
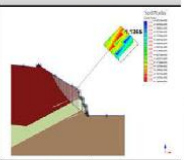
8) STA.24+380.00 (보강시) - 해석 결과

■ 단면 현황

구 분	구 간	옹벽높이(m)	지층현황	비고
TDA 옹벽	STA.24+380.00	9.00(3단)	풍화토,풍화암,연암	

■ 검토단면 및 보강개요

검토단면	보강개요
	- SW-PTF앵커-12.7×6연선 - 간격(sh×sv) : 2.0×3.0(TDA) - 길이 : L=11.5m ~ 15.5m

건 기 시		우 기 시		지 진 시	
					
안전율 (Fs 건기≥1.5)	판정	안전율 (Fs 건기≥1.2)	판정	안전율 (Fs 지진≥1.1)	판정
1.9941	OK	1.2942	OK	1.1365	OK

지반조사 보고서

제 4 장 현장조사 및 시험

4.1 강도 및 변형특성 분석

4.1.1 공내재하시험

개 요
- 지층별 변형계수 및 탄성계수를 측정하여 기초 지지력, 침하검토 및 비탈면 및 터널의 안정 해석시 입력 자료로 활용
- 점성토 : LLT, 풍화암 및 연암 : Elastometer-II, 연암~경암 : Goodman Jack 시험기로 수행

○ 기존조사 자료

■ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
금촌터널	TTB-3	8.0	풍화암	50/8	206	290	PMT
	TTB-3	25.3	경 암	94	9,290	13,000	GMJ
	TTB-4	25.0	경 암	99	13,100	15,000	GMJ
영태터널	TTB-5	23.6	경 암	90	8,470	9,930	GMJ
	TTB-6	18.0	경 암	100	9,690	11,100	GMJ
	TTB-9	37.0	경 암	93	10,400	11,100	GMJ
	TTB-14	35.0	경 암	70	9,730	11,100	GMJ
	TTB-15	32.0	경 암	80	8,370	9,960	GMJ

■ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
월롱1교	BB-53	19.3	연 암	27	1,026	1,076	PMT
능산2교	BB-59	4.5	풍화암	50/5	306	420	PMT
내포 IC RAMP-B3	BB-64	10.0	퇴적층(실트)	4/30	2.1	–	LLT
	BB-64	21.0	연 암	9	624	754	PMT

■ 깎기구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
제22깎기부	CCB-6	12.0	연 암	9	743.5	1,197	PMT

○ 실시설계조사 자료

■ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
금촌터널	BH-239	10.0	경 암	87	9,122	20,611	GMJ
	BH-239	45.0	경 암	94	23,862	67,171	GMJ

■ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
금촌3교	BH-246	25.0	풍화암	50/4	173	287	PMT
월롱교	BH-271	9.0	풍화암	50/5	244	442	PMT
능산1-1교	BH-286	13.0	연 암	31	543	1,222	PMT
내BIC R-B교	BH-309	16.0	연 암	14	621	917	PMT
내BIC R-A교	BH-315	22.0	풍화암	50/5	237	436	PMT
	BH-315	24.0	연 암	43	452	885	PMT

■ 깎기구간

공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
BH-243	11.0	풍화암	50/10	149	327	PMT
BH-252-1	15.5	풍화암	50/6	265	387	PMT
BH-252-1	28.0	경 암	65	13,418	17,970	GMJ
BH-254	12.0	풍화토	20/30	62	78	PMT
BH-261-5	14.5	풍화암	50/8	203	349	PMT
BH-282	15.0	연 암	11	625	1,210	PMT
BH-284	10.5	연 암	8	480	1,009	PMT
BH-287	18.5	연 암	28	1,390	2,003	PMT
BH-293	15.4	연 암	18	3,405	6,500	PMT
BH-293-1	10.0	풍화암	50/8	226	482	PMT
BH-299	18.0	연 암	0~9	523	858	PMT
BH-302	13.0	풍화암	50/4	258	529	PMT
	18.0	연 암	23	581	933	PMT
BH-306	25.0	연 암	32	1,192	2,190	PMT

■ 쌀기구간

공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
BH-236	3.0	퇴적(점토)	2/30	1.93	–	LLT
BH-256	8.0	풍화암	50/7	318	513	PMT
BH-268	2.0	퇴적(점토)	8/30	9.67	–	LLT
BH-277	3.5	퇴적(점토)	3/30	3.89	–	LLT

○ 결과분석

구분	변형계수(MPa) 퇴적층	풍화토	풍화암	연 암	경 암	분석결과
터널구간	–	–	–	–	9,122~23,862	• 연암 변형계수 –교량구간:452~621MPa –깎기구간:480~3,406MPa • 위치 및 구조물별로 편차가 나타남
교량구간	–	–	173~244	452~621	–	
깎기구간	–	62	149~265	480~3,405	13,418	
쌀기구간	1.93~9.67	–	318	–	–	

4.1.2 공내전단시험

개 요
- 풍화대층에 대한 비탈면의 안정성 해석을 위한 설계지반정수 자료로 활용
  → 풍화대층의 원위치 상태의 점착력(C)과 내부마찰각(ø)측정

○ 기존조사 자료

■ 터널구간

구분		심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	구분		심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
금촌터널	TTB-3	8.0	풍화토	50/8	20.0	28.0	영태터널	TTB-6	11.0	풍화암	50/6	27.4	32.0
	TTB-4	4.0	풍화암	50/9	26.0	32.5							

■ 깎기구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
깎기4-1	CCB-6	12.0	연 암	9	743.5	1,197

○ 실시설계조사 자료

■ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
금촌터널	BH-179	4.0	풍화토	50/15	18.6	28.2

■ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
내포IC R-A교	BH-315	21.0	풍화암	50/8	32.9	28.5

■ 깎기구간

구분	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	구분	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
BH-252-1	12.5	풍화토	50/13	17.4	28.2	BH-289	4.0	풍화암	50/7	32.3	29.8
BH-254	8.0	풍화토	18/30	14.6	24.6	BH-293	4.0	풍화토	50/18	19.4	29.3
BH-261-5	9.0	풍화토	50/17	17.5	29.4	BH-299	7.0	풍화토	50/28	15.8	27.1
BH-282	6.0	풍화암	50/7	32.5	31.5	BH-302	6.0	풍화토	50/27	17.2	25.9
BH-284	3.0	풍화토	50/15	18.7	27.5	BH-303-1	3.0	풍화토	50/30	18.0	28.1
BH-287	4.0	풍화암	50/8	29.7	28.3	BH-306	7.0	풍화토	50/15	19.0	25.6

○ 결과분석

구분	점착력(kPa) 풍화토	풍화암	내부마찰각(°) 풍화토	풍화암	분석결과
터널구간	18.6	–	28.2	–	• 풍화토 점착력(kPa)/마찰각(°) –교량구간:18.6/28.2 –깎기구간:14.6~19.4/24.6~29.4
교량구간	–	32.9	–	28.5	
깎기구간	14.6~19.4	29.7~32.5	24.6~29.4	28.3~31.5	

■ 깎기구간

구 분	지하수위 GL. –m	EL. m	구 분	지하수위 GL. –m	EL. m	구 분	지하수위 GL. –m	EL. m
BH-243	14.0	28.9	BH-282	29.7	28.8	BH-299	19.3	49.9
BH-243-1	8.7	18.8	BH-284	24.2	23.1	BH-299-1	심도이하	–
BH-244	2.5	16.2	BH-287	19.0	25.2	BH-299-2	심도이하	–
BH-252-1	심도이하	–	BH-289	1.4	32.7	BH-302	24.6	63.9
BH-255-2	6.0	31.4	BH-291	2.2	34.6	BH-302-1	23.7	56.2
BH-261-5	9.2	23.8	BH-293	6.8	47.3	BH-303	심도이하	–
BH-261-6	4.0	26.8	BH-293-1	7.3	41.2	BH-303-1	심도이하	–
BH-261-8	4.3	28.5	BH-298-1	심도이하	–	BH-304-1	8.1	28.4

■ 쌀기구간

구 분	지하수위 GL. –m	EL. m	구 분	지하수위 GL. –m	EL. m	구 분	지하수위 GL. –m	EL. m
BH-245	4.3	8.2	BH-261	1.4	30.9	BH-277	1.4	6.0
BH-253	2.5	36.2	BH-261-7	9.3	24.9	BH-285	6.5	1.2
BH-254	심도이하	–	BH-267	5.1	13.8	BH-287-1	1.0	5.9
BH-254-1	0.8	26.7	BH-267-1	2.1	19.1	BH-291-1	1.2	5.0
BH-255	4.0	33.4	BH-268	4.5	13.0	BH-291-2	1.6	3.5
BH-255-1	1.2	25.7	BH-269	1.1	15.4	BH-298	2.1	21.0
BH-255-3	1.4	25.5	BH-274	3.2	5.2	BH-304	0.5	26.5
BH-256	4.0	32.5	BH-275	2.2	6.8	BH-307	4.0	4.4
BH-258	5.0	27.0	BH-276	8.1	5.9	BH-314-2	7.0	2.8

○ 결과분석

구분	지하수위 GL. –m	EL. m	분석결과
터널구간	2.2~27.0	42.8~51.5	• 터널구간 지하수위는 GL(–) 2.2~27.0m, 교량구간 GL(–) 0.1~10.2m, 깎기구간 GL(–) 1.4~29.7m, 쌀기구간 지하수위는 GL(–)0.5~9.3m로 분포 • 구조물 및 위치별로 지하수위 편차가 심하게 나타남
교량구간	0.1~10.2	1.6~26.6	
깎기구간	1.4~29.7	16.2~63.9	
쌀기구간	0.5~9.3	1.2~36.2	

지반조사 보고서

4.2.2 투수시험

개 요
- 지반의 투수성을 평가하여 교량기초 터파기시 유입량 계산 및 배수대책 수립
- 비탈면에서 강우에 의한 침투심도를 계산하여 강우강도를 고려한 비탈면 안정성 검토시 활용

○ 기존조사 자료

▮ 터널구간

공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
TTB-1	11.0~12.0	풍화암	50/9	$5.41X10^{-5}$	TTB-5	2.0~3.0	풍화암	50/10	$7.41X10^{-5}$
TTB-2	5.0~6.0	풍화토	23/30	$1.74X10^{-4}$	TTB-6	6.0~7.0	풍화토	3/30	$1.45X10^{-4}$
TTB-3	3.0~4.0	풍화토	7/30	$1.12X10^{-4}$	TTB-7	4.0~5.0	풍화토	43/30	$9.30X10^{-5}$
TTB-4	2.0~3.0	붕적층(SM)	14/30	$1.18X10^{-3}$	TTB-15	5.0~6.0	풍화토	32/30	$3.99X10^{-4}$

▮ 교량구간

공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BB-40	5.0~6.0	풍화암	50/8	$9.77X10^{-5}$	BB-53	2.0~3.0	퇴적층(CL)	4/30	$6.32X10^{-5}$
BB-49	5.0~6.0	퇴적층(SM)	22/30	$5.65X10^{-4}$	–	–	–	–	–

▮ 깎기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
CCB-5	4.0~5.0	풍화토	25/30	$4.24X10^{-4}$	CCB-6	3.0~4.0	풍화토	50/20	$6.46X10^{-4}$

○ 실시설계조사 자료

▮ 교량구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-246	15.0~16.0	풍화토	50/23	$4.78X10^{-4}$	BH-281	6.0~7.0	퇴적층(CL)	4/30	$9.71X10^{-5}$
BH-247	6.0~7.0	퇴적층(SM)	21/30	$4.47X10^{-3}$	BH-285-1	5.0~6.0	퇴적층(SC)	5/30	$4.88X10^{-4}$
BH-248	3.0~4.0	퇴적층(SM)	5/30	$1.20X10^{-3}$	BH-285-2	4.0~5.0	퇴적층(ML)	2/30	$6.81X10^{-4}$
BH-249	3.0~4.0	퇴적층(SC)	7/30	$1.09X10^{-3}$	BH-286	7.0~8.0	퇴적층(SM)	17/30	$3.10X10^{-3}$
BH-250	6.0~7.0	풍화토	10/30	$5.02X10^{-4}$	BH-286-1	2.0~3.0	퇴적층(SM)	5/30	$3.77X10^{-3}$
BH-261-1	7.0~8.0	풍화토	28/30	$4.47X10^{-3}$	BH-286-2	7.0~8.0	퇴적층(SM)	11/30	$3.10X10^{-3}$
BH-261-2	4.0~5.0	풍화토	50/19	$5.43X10^{-4}$	BH-288	6.0~7.0	퇴적층(SM)	10/30	$7.74X10^{-3}$
BH-261-3	10.0~11.0	풍화토	50/18	$1.65X10^{-4}$	BH-288-1	3.0~4.0	풍화토	50/19	$2.19X10^{-4}$
BH-261-4	6.0~7.0	풍화토	28/30	$3.00X10^{-4}$	BH-294-1	3.0~4.0	퇴적층(CL)	2/30	$2.28X10^{-4}$
BH-272	3.0~4.0	퇴적층(SM)	6/30	$5.98X10^{-3}$	BH-296	15.0~16.0	풍화토	50/23	$4.78X10^{-4}$
BH-278	3.0~4.0	퇴적층(CL)	3/30	$2.00X10^{-4}$	BH-297	3.0~4.0	풍화토	50/27	$3.20X10^{-4}$
BH-279	8.0~9.0	퇴적층(GM)	19/30	$2.32X10^{-3}$	BH-304-2	5.0~6.0	퇴적층(GP)	50/2	$2.48X10^{-2}$
BH-280	5.0~6.0	퇴적층(CL)	8/30	$6.61X10^{-4}$	BH-305	4.0~5.0	퇴적층(CL)	6/30	$4.70X10^{-4}$

(계속)

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-305-1	5.0~6.0	퇴적층(SC)	4/30	$2.95X10^{-3}$	BH-313	18.0~19.0	퇴적층(SM)	15/30	$5.89X10^{-4}$
BH-305-2	8.0~9.0	풍화토	41/30	$2.32X10^{-4}$	BH-314-1	18.0~19.0	퇴적층(SM)	7/30	$6.77X10^{-4}$
BH-305-6	7.0~8.0	퇴적층(GP)	33/30	$2.37X10^{-2}$	BH-315	17.0~18.0	퇴적층(SP)	13/30	$8.55X10^{-4}$
BH-308	6.0~7.0	퇴적층(CL)	3/30	$3.30X10^{-4}$	BH-317	18.0~19.0	퇴적층(GP)	30/30	$1.01X10^{-2}$
BH-311	11.0~12.0	퇴적층(SM)	3/30	$2.63X10^{-4}$	–	–	–	–	–

▮ 깎기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-243	3.0~4.0	풍화토	21/30	$6.24X10^{-4}$	BH-291	3.0~4.0	풍화토	35/30	$2.17X10^{-4}$
BH-252-1	5.0~6.0	풍화토	22/30	$9.18X10^{-5}$	BH-293	5.0~6.0	풍화토	50/23	$1.95X10^{-4}$
BH-255	5.0~6.0	풍화토	44/30	$2.17X10^{-4}$	BH-293-1	6.0~7.0	풍화토	45/30	$2.20X10^{-4}$
BH-255-2	3.0~4.0	풍화토	22/30	$1.63X10^{-4}$	BH-298-1	3.0~4.0	풍화토	32/30	$1.70X10^{-4}$
BH-261-5	4.0~5.0	풍화토	26/30	$1.52X10^{-4}$	BH-299-1	4.0~5.0	풍화토	49/30	$2.25X10^{-4}$
BH-261-8	4.0~5.0	풍화토	4/30	$1.59X10^{-2}$	BH-299-2	3.0~4.0	풍화토	37/30	$1.25X10^{-4}$
BH-282	4.0~5.0	풍화토	50/17	$2.81X10^{-4}$	BH-303	3.0~4.0	풍화토	23/30	$2.37X10^{-4}$
BH-284	3.0~4.0	풍화토	50/15	$2.48X10^{-4}$	BH-303-1	10.0~11.0	풍화토	50/17	$6.41X10^{-5}$
BH-287	2.0~3.0	풍화토	46/30	$2.34X10^{-4}$	BH-304-1	3.0~4.0	풍화토	45/30	$1.23X10^{-4}$
BH-289	2.0~3.0	풍화토	50/14	$2.41X10^{-4}$	–	–	–	–	–

▮ 쌀기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-245	5.0~6.0	풍화토	10/30	$9.36X10^{-4}$	BH-267-1	3.0~4.0	풍화토	10/30	$3.80X10^{-4}$
BH-254	10.0~11.0	풍화토	13/30	$1.23X10^{-3}$	BH-254-1	2.0~3.0	붕적층(SM)	7/30	$1.94X10^{-3}$
BH-253	3.0~4.0	풍화토	24/30	$5.50X10^{-4}$	BH-268	8.0~9.0	풍화토	10/30	$1.65X10^{-3}$
BH-255-1	4.0~5.0	풍화토	8/30	$9.15X10^{-4}$	BH-269	5.0~6.0	풍화토	47/30	$7.42X10^{-4}$
BH-255-3	2.0~3.0	전답토(SC)	2/30	$3.49X10^{-4}$	BH-274	3.0~4.0	퇴적층(SP)	10/30	$1.32X10^{-2}$
BH-256	4.0~5.0	붕적층(CL)	3/30	$1.93X10^{-2}$	BH-276	11.0~12.0	퇴적층(SP)	11/30	$1.48X10^{-2}$
BH-258	5.0~6.0	풍화토	26/30	$1.72X10^{-3}$	BH-287-1	4.0~5.0	퇴적층(SP)	6/30	$1.08X10^{-2}$
BH-261	4.0~5.0	풍화토	9/30	$5.60X10^{-3}$	BH-291-1	2.0~3.0	퇴적층(SM)	3/30	$5.61X10^{-4}$
BH-261-6	3.0~4.0	풍화토	10/30	$3.60X10^{-4}$	BH-291-2	5.0~6.0	퇴적층(GP)	24/30	$1.52X10^{-3}$
BH-261-7	3.0~4.0	풍화토	18/30	$6.93X10^{-4}$	BH-298	4.0~5.0	붕적층(SP)	50/6	$8.27X10^{-3}$

○ 결과분석

구분	전답층	퇴적층			풍화토
		점성토	모래	자갈	
교량구간	–	$3.81X10^{-4}$	$2.59X10^{-3}$	$1.52X10^{-2}$	$7.71X10^{-4}$
깎기구간	–	–	–	–	$2.10X10^{-4}$
쌀기구간	$3.34X10^{-4}$	–	$8.72X10^{-3}$	$7.66X10^{-3}$	$1.36X10^{-3}$

▮ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	k(cm/sec)	투전값	Flow Type
월롱교	BH-272	7.5 ~ 10.5	연 암	12	$2.71X10^{-5}$	2.353	Laminar Flow

▮ 깎기구간

공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	k(cm/sec)	투전값	Flow Type
BH-252-1	28.0~33.0	경 암	65~68	$3.42X10^{-5}$	2.680	Laminar Flow
BH-282	31.5~36.5	보통암	62~67	$2.58X10^{-6}$	0.239	Dilation
BH-284	24.9~29.9	연 암	0~37	$3.72X10^{-6}$	0.292	Dilation
BH-287	18.0~21.0	보통암	28~48	$6.19X10^{-5}$	5.002	Turbulent Flow
BH-289	12.0~15.0	연 암	15	$6.55X10^{-5}$	5.570	Laminar Flow
BH-291	14.8~19.2	연 암	0~20	$7.31X10^{-6}$	6.528	Dilation
BH-293	29.0~32.2	보통암	74~90	$4.75X10^{-6}$	3.811	Dilation
BH-293	19.3~22.3	연암~보통암	36~49	$1.24X10^{-5}$	1.032	Dilation
BH-293-1	19.3~22.3	경 암	67	$7.33X10^{-6}$	0.614	Dilation
BH-293-1	25.3~28.3	경 암	90	$6.14X10^{-6}$	0.514	Dilation
BH-299	24.5~27.5	보통암	44~61	$1.73X10^{-5}$	1.456	Dilation
BH-299-1	12.0~15.0	연 암	33	$4.41X10^{-5}$	3.889	Dilation
BH-299-2	30.0~33.0	보통암	44	$4.87X10^{-6}$	0.419	Dilation
BH-302	17.0~22.0	연 암	18~23	$4.77X10^{-5}$	3.709	Laminar Flow
BH-302-1	22.0~25.0	연 암	36	$5.12X10^{-5}$	4.068	Dilation
BH-303	10.0~13.0	연 암	24	$1.48X10^{-5}$	1.257	Dilation
BH-303	20.0~23.0	경 암	78~83	$5.74X10^{-6}$	0.516	Dilation
BH-303-1	25.0~28.0	보통암	46	$4.67X10^{-5}$	4.324	Dilation
BH-304-1	11.0~14.0	연 암	24	$2.16X10^{-4}$	18.832	Dilation
BH-306	21.0~24.0	연 암	25	$5.23X10^{-5}$	4.789	Dilation

○ 결과분석

구분	평균 투수계수(cm/sec)			평균 Lugeon		
	연 암	보통암	경 암	연 암	보통암	경 암
터널구간	–	$1.91X10^{-6}$	$1.62X10^{-6}$	–	2.353	7.206
교량구간	$2.71X10^{-5}$	–	–	0.066	–	2.045
깎기구간	$8.37X10^{-5}$	$2.41X10^{-5}$	$1.59X10^{-5}$	0.142	–	1.269

4.3.2 절리면전단시험

개 요
- 기반암에 발달하는 자연절리면의 전단특성을 파악하고 불연속체의 전단강성과 수직강성
- 점착력과 마찰각 산정 → 불연속체 해석물성치 산정시 기초 자료로 활용

○ 시험현황

구분	기존조사				실시설계			
	터널	교량	깎기	쌓기	터널	교량	깎기	쌓기
수량(회)	3	–	2	–	3	–	9	–

○ 기존조사 자료

구 분	공 번	심도(m)	지층	점착력 (kPa)	마찰각(°) 최대	마찰각(°) 잔류	JRC	JCS (MPa)
문봉터널	TTB-1	19.3~19.4	경 암	100.0	43.2	32.0	12~14	83.0
금촌터널	TTB-4	15.3~21.0	경 암	60.0	32.1	21.1	4~6	87.0
영태터널	TTB-12	37.0~37.3	경 암	30.0	36.8	28.7	0~2	110.0
깎기구간	CCB-2	25.4~25.6	경 암	50.0	30.9	24.8	2~4	70.0
	CCB-5	37.2~37.3	경 암	100.0	26.1	22.8	0~2	84.0

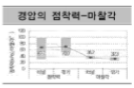
○ 실시설계조사 자료

구 분	공 번	심도(m)	지층	점착력 (kPa)	마찰각(°) 최대	마찰각(°) 잔류	JRC	JCS (MPa)
강태터널	BH-29	21.4~21.7	연 암	116.4	37.4	32.8	8~10	91.0
깎기3-1	BH-159	26.0~26.4	경 암	50.1	35.4	31.8	4~6	31.2
문봉터널	BH-180	10.1~10.6	경 암	80.6	32.6	29.2	2~4	69.1
금촌터널	BH-241	8.5~8.8	보통암	63.4	32.8	29.0	0~2	40.2
깎기	BH-99	16.3~16.8	경 암	60	32.0	28.2	4~6	24.15
깎기	BH-202	27.9~28.2	연 암	90	40.1	35.1	12~14	39.84
깎기	BH-252-1	31.4~32.0	경 암	70	30.8	27.4	2~4	43.07
깎기4-3	BH-284	25.7~25.9	보통암	90.9	35.5	31.6	4~6	81.2
깎기	BH-287	24.9~25.2	경 암	80	36.9	32.6	8~10	37.27
깎기	BH-293	29.0~29.5	보통암	70	32.8	28.5	6~8	46.77
깎기	BH-298-1	24.8~25.5	경 암	80	33.7	29.3	4~6	52.16
깎기4-7	BH-302	34.0~34.3	보통암	77.8	38.1	33.3	2~4	74.9

○ 결과분석

구 분		터널구간			깎기구간		
		연암	보통암	경암	연암	보통암	경암
점착력(kPa)		116.4	63.4	30.0~100	90.0	77.8~90.9	50.0~100
마찰각 (°)	최대	37.4	32.8	32.1~43.2	40.1	32.8~38.1	26.1~36.9
	잔류	32.8	29.0	21.1~32.0	35.1	28.5~33.3	22.8~32.6

경암의 점착력-마찰각



분석결과
- 터널구간의 점착력은 30.0~116.4kPa, 깎기구간의 점착력은 50.0~100.0kPa 범위로 분포
- 터널구간의 마찰각은 32.1~43.2°, 깎기구간의 마찰각은 26.1~40.1°범위로 분포

지반조사 보고서

제 4 편 상세 및 보완조사

(계속)

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
수로BOX	BH-305-6	4.0	매립층	18.3	2.664	N.P	N.P	86.8	78.9	33.7	4.4	SM
내포IC R-B1교	BH-308	5.0	퇴적층	34.7	2.690	36.7	17.9	–	100	98.7	20.0	CL
	BH-309	7.0	퇴적층	35.2	2.680	36.1	8.8	–	100	99.2	18.2	ML
내포IC R-B2교	BH-310	4.0	퇴적층	35.6	2.692	40.2	24.1	98.4	92.9	80.2	15.8	CL
	BH-310	7.0	퇴적층	29.9	2.677	30.5	23.2	100.0	99.1	94.1	13.6	ML
	BH-310	7.0~7.8	퇴적층	31.5	2.682	39.2	26.9	100.0	99.5	99.1	19.8	ML
	BH-310	14.0	퇴적층	7.8	2.684	N.P	100	94.8	26.8	–	–	SM
내포IC R-B3	BH-311	9.0	퇴적층	30.7	2.659	N.P	N.P	100	97.6	48.1	7.1	SM
	BH-314-1	8.0	퇴적층	20.2	2.671	30.4	23.8	–	100.0	89.8	13.5	ML
	BH-313	19.0	퇴적층	16.4	2.659	N.P	N.P	87.8	58.0	22.5	–	SM
내포IC R-A교	BH-315	9.0	퇴적층	33.5	2.673	N.P	N.P	100.0	89.5	62.0	8.6	ML
	BH-315	16.0	퇴적층	15.9	2.647	N.P	N.P	56.8	29.4	4.2	–	SP
	BH-316	10.0	퇴적층	32.9	2.677	N.P	N.P	100.0	99.9	98.4	12.3	ML
	BH-317	14.0	퇴적층	20.8	2.656	N.P	N.P	83.6	37.8	3.8	–	SP

▮ 지층별 결과분석

구 분		함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	통과중량 백분율(%) No.200	USCS
매립층		18.3	2.664	N.P	N.P	86.8	33.7	SM
붕적층		17.9~24.5	2.665~2.668	N.P	N.P	90.9~97.0	28.5~39.3	SM
퇴적층	점성토	16.3~36.3	2.673~2.695	29.4~45.4	8.8~26.9	71.8~100	54.2~99.2	CL, ML
	모래층	7.8~36.6	2.631~2.684	30.4~34.4	9.7~100	42.7~100.0	1.9~48.1	SM, SP, SC
	자갈층	5.2	2.648	N.P	N.P	27.5	7.7	GP-GM
풍화토		8.2~23.1	2.651~2.667	N.P	N.P	72.1~100.0	18.2~45.1	SM

분석결과
- 교량구간의 토질은 SM, CL, ML, SC, GP, GM으로 구성됨
- 함수비 : 5.2~36.6%, 비중 : 2.648~2.695, #200통과중량 백분율 : 7.7~99.2%

○ 깎기구간

▮ 실시설계 시험결과

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-243	3.0	풍화토	16.7	2.659	N.P	N.P	95.5	88.4	22.0	–	SM
BH-243-1	10.0	풍화토	20.4	2.661	N.P	N.P	100.0	94.8	21.6	–	SM

(계속)

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-243	3.0	풍화토	16.7	2.659	N.P	N.P	95.5	88.4	22.0	–	SM
BH-243-1	10.0	풍화토	20.4	2.661	N.P	N.P	100.0	94.8	21.6	–	SM
BH-244	8.0	풍화토	21.0	2.663	N.P	N.P	100.0	99.1	24.4	–	SM
BH-252-1	4.0	풍화토	13.5	2.658	N.P	N.P	97.9	66.2	28.6	–	SM
BH-254	9.0	풍화토	22.3	2.664	N.P	N.P	91.1	80.8	22.4	–	SM
BH-255	3.0	풍화토	8.6	2.661	N.P	N.P	96.6	90.4	25.4	–	SM
BH-255-2	5.0	풍화토	24.5	2.665	N.P	N.P	83.2	74.5	26.3	–	SM
BH-261-5	2.0	풍화토	10.5	2.655	N.P	N.P	74.8	35.1	22.8	–	SM
BH-261-8	7.0	풍화토	7.1	2.650	N.P	N.P	90.6	77.8	25.7	–	SM
BH-282	4.0	풍화토	8.2	2.652	N.P	N.P	72.3	61.1	15.8	–	SM
BH-284	3.0	풍화토	14.3	2.657	N.P	N.P	97.4	88.4	24.6	–	SM
BH-287	3.0	풍화토	7.3	2.654	N.P	N.P	89.7	59.2	28.5	–	SM
BH-289	4.0	풍화토	13.6	2.655	N.P	N.P	94.1	85.9	29.7	–	SM
BH-291	2.0	풍화토	11.2	2.654	N.P	N.P	73.0	37.2	24.1	–	SM
BH-293	5.0	풍화토	13.6	2.668	N.P	N.P	100.0	97.3	41.7	7.4	SM
BH-293-1	2.0	풍화토	10.7	2.655	N.P	N.P	92.1	59.2	28.8	–	SM
BH-298-1	5.0	풍화토	17.0	2.664	N.P	N.P	94.3	88.5	34.7	3.8	SM
BH-299	6.0	풍화토	12.9	2.656	N.P	N.P	99.2	94.9	27.4	–	SM
BH-299-1	4.0	풍화토	16.1	2.657	N.P	N.P	99.0	94.4	26.7	–	SM
BH-299-2	3.0	풍화토	15.5	2.658	N.P	N.P	96.8	93.0	20.0	–	SM
BH-302	8.0	풍화토	13.4	2.658	N.P	N.P	100.0	99.8	37.5	6.7	SM
BH-302-1	4.0	풍화토	18.9	2.662	N.P	N.P	90.7	81.7	26.1	–	SM
BH-303	3.0	풍화토	14.7	2.659	N.P	N.P	79.8	78.6	25.6	–	SM
BH-303-1	4.0	풍화토	9.2	2.648	N.P	N.P	98.3	91.4	10.6	–	SM
BH-304-1	3.0	풍화토	12.9	2.66	N.P	N.P	97.5	92.3	25.3	–	SM
BH-305-7	3.0	풍화토	8.0	2.652	N.P	N.P	86.6	49.7	28.3	–	SM
BH-306	9.0	풍화토	22.7	2.662	N.P	N.P	96.0	87.6	19.9	–	SM

분석결과
- 깎기구간의 토질은 대부분 SM으로 구성됨
- 함수비: 7.1~24.5%, 비중: 2.648~2.668, #200통과중량 백분율: 10.6~41.7%

제 4 편 상세 및 보완조사

○ 쌍기구간

▮ 실시설계 시험결과

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-245	5.0	풍화토	20.4	2.661	N.P	N.P	100.0	96.0	21.1	–	SM
BH-253	3.0	풍화토	14.1	2.656	N.P	N.P	87.9	75.1	18.7	–	SM
BH-254-1	2.0	붕적층	9.1	2.652	N.P	N.P	91.0	51.4	23.9	–	SM
BH-255-1	2.0	붕적층	12.1	2.641	N.P	N.P	86.4	31.4	1.2	–	SP
BH-255-3	3.0	전답층	20.5	2.670	30.4	20.6	75.3	64.6	46.6	7.8	SC
BH-256	4.0	붕적층	30.8	2.685	34.5	12.7	99.4	97.3	69.2	13.2	CL
BH-258	3.0	붕적층	12.6	2.655	N.P	N.P	71.2	57.4	18.4	–	SM
BH-261	5.0	풍화토	22.5	2.667	N.P	N.P	99.1	94.7	29.2	–	SM
BH-261-6	5.0	풍화토	20.2	2.661	N.P	N.P	93.9	87.5	47.6	11.3	SM
BH-261-7	6.0	풍화토	18.1	2.658	N.P	N.P	97.8	94.3	24.3	–	SM
BH-267	7.0	풍화토	17.8	2.659	N.P	N.P	96.4	87.7	22.9	–	SM
BH-267-1	5.0	풍화토	11.6	2.656	N.P	N.P	93.8	84.5	31.6	4.8	SM
BH-268	3.0	붕적층	21.8	2.679	29.5	9.9	99.7	97.7	60.4	11.9	CL
BH-269	4.0	풍화토	20.3	2.663	N.P	N.P	96.9	83.5	25.8	–	SM
BH-274	2.0	매립층	23.3	2.675	32.9	21.4	73.9	66.3	46.3	7.5	SC
BH-274	4.0	퇴적층	27.0	2.642	N.P	N.P	99.9	85.1	4.1	–	SP
BH-275	5.0	붕적층	10.3	2.650	N.P	N.P	74.7	62.3	14.3	–	SM
BH-276	9.0	퇴적층	41.5	2.694	44.2	20.0	97.5	94.0	62.3	13.2	CL
BH-277	3.0~3.8	퇴적층	34.5	2.688	38.8	15.4	–	100.0	67.9	12.7	CL
BH-277	6.0	퇴적층	8.7	2.640	N.P	N.P	52.3	37.1	4.1	–	SW
BH-287-1	3.0	퇴적층	33.6	2.689	40.0	23.7	99.6	99.2	89.1	17.6	CL
BH-287-1	4.0	퇴적층	17.4	2.635	N.P	N.P	95.7	89.8	6.0	–	SP-SM
BH-287-1	5.0	퇴적층	16.0	2.638	N.P	N.P	84.1	36.5	0.9	–	SP
BH-291-1	2.0	퇴적층	23.2	2.662	N.P	N.P	99.8	95.3	28.3	–	SM
BH-291-1	5.0	퇴적층	5.1	2.651	N.P	N.P	29.0	23.7	3.3	–	GP
BH-291-2	2.0	퇴적층	14.9	2.659	N.P	N.P	98.8	85.4	27.0	–	SM
BH-291-2	4.0	퇴적층	8.6	2.648	N.P	N.P	47.7	38.4	3.4	–	GP
BH-298	3.0	붕적층	10.4	2.640	N.P	N.P	99.2	85.8	1.5	–	SP
BH-298	5.0	붕적층	11.6	2.642	N.P	N.P	61.7	43.8	2.1	–	SP
BH-304	1.0	붕적층	15.2	2.657	N.P	N.P	83.2	75.1	26.8	–	SM

(계속)

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-307	4.0	퇴적층	30.3	2.685	34.3	21.6	99.1	98.0	85.6	14.5	CL
BH-307	4.0~4.8	퇴적층	37.8	2.698	44.2	21.3	100.0	97.5	90.9	22.1	CL
BH-307	9.0	퇴적층	9.1	2.654	N.P	N.P	98.6	87.9	24.6	–	SM
BH-314-2	8.0	퇴적층	42.9	2.681	41.4	26.2	100.0	99.4	96.6	12.4	ML
BH-314-2	9.0	퇴적층	36.0	2.687	37.2	26.8	100.0	99.7	98.8	19.4	ML
BH-314-2	12.0	퇴적층	8.7	2.655	N.P	N.P	91.8	55.4	27.0	–	SM

▮ 지층별 결과분석

구 분		함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	통과중량 백분율(%) No.200	USCS
매립층	모래층	23.3	2.675	32.9	21.4	73.9	46.3	SC
붕적층/전답층		9.1~30.8	2.64~2.685	29.5~34.5	12.7~20.6	61.7~99.7	1.2~69.2	SM,SC,SP,CL
퇴적층	점토층	30.3~42.9	2.681~2.698	34.3~44.2	15.4~26.8	97.5~100	62.3~98.8	CL
	모래층	8.7~27.0	2.635~2.662	N.P	N.P	52.3~99.9	0.9~28.3	SM,SP,SW
	자갈층	5.1~8.6	2.648~2.651	N.P	N.P	29.0~47.7	3.3~3.4	GP
풍화토		11.6~22.5	2.656~2.667	N.P	N.P	87.9~100	18.7~47.6	SM

분석결과
- 쌍기구간의 토질은 SM, CL, ML, SC, SP, GP, GM으로 구성됨
- 함수비 : 5.1~42.9%, 비중 : 2.635~2.698, #200통과중량 백분율 : 0.9~98.8%

4.7.2 직접전단시험

개 요
- 쌍기재의 흙재료를 대상으로 다심상태의 직접전단시험을 수행하여 쌍기재료의 전단강도 산출

○ 실시설계 시험결과

공 번		지 층	점착력 (kPa)	마찰각 (°)	USCS
1공구	NTP-1	풍화토	12.47	29.5	SM
	NTP-2	풍화토	13.99	29.4	SM
	NTP-3	풍화토	10.09	31.4	SM
2공구	NTP-4	풍화토	9.73	38.7	SM
3공구	NTP-5	풍화토	8.53	35.5	SM
3공구	NTP-6	풍화토	13.54	30.5	SM
	NTP-7	풍화토	5.67	32.6	SM
4공구	NTP-8	풍화토	14.11	28.4	SM
	NTP-9	풍화토	11.46	32.1	SM
–	–	–	–	–	–

분석결과
- 점착력은 5.67~14.11kPa(평균 : 11.07kPa), 마찰각은 28.4°~38.7°(평균 : 32.0°)의 범위 값을 보임

7.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 7.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)에 대한 주요 손상으로, 1단 전면부 앵커캡 누수가 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 옹벽의 안정선에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 옹벽 전면부 앵커캡 누수	양호

7.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

7.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 전회 정밀안전점검에서 손상이 조사되지 않아, 금회 점검에서 추가적인 신규손상 발생 여부 및 기존손상에 대한 보수여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

7.2.5 시설물 보수 이력

【표 7.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

7.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 7.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

7.3 현장조사 및 시험

7.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 267에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 절토사면이 있으며, 하부로는 서울문산고속도로 본선이 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 2.5~15.0m를 보이며, 총 연장은 143.6m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=143.6m, L=15.0m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 7.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2022. 10. 21.		**조 사 자**	장 진 원
시설물명	판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)		**시설물 종류**	2종
일 기	맑음		**시설물번호**	RW2020-0000098
시설물위치	**행정구역**	경기도 파주시 월롱면 영태리 산 120-3		
	위치좌표	시점 : 37 ° 46 ' 41 "		
		종점 : 37 ° 46 ' 45 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	**옹벽형식**	패널식	**옹벽재료**	철근콘크리트
	연 장	143.6m	**지면노출 높 이**	15.0m
	보 강 재 길 이	-	**저 판 폭 길 이**	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		**관리주체구분**	민간
주변환경	**옹벽상부**	사면		
	옹벽하부	서울문산고속도로 본선		
시공현황	**준공년도**	2020년 11월 06일	**시 공 자**	(주)대우건설
	감 리 자	(주)신성엔지니어링(오영식)	**설 계 자**	(주)신성엔지니어링
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 8개 구간(S1~S8)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 7.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	10.5	5	80.0~100.0m	100.0	12.0
2	20.0~40.0m	40.0	15.0	6	100.0~120.0m	120.0	9.0
3	40.0~60.0m	60.0	15.0	7	120.0~140.0m	140.0	9.0
4	60.0~80.0m	80.0	15.0	8	140.0~143.6m	143.6	3.0



측점분할 작업사진



측점분할 작업사진

7.3.2 부재별 외관조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트, 아스콘), 비포장이 혼합된 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 7.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 7.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –
			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

본 구조물은 패널식 보강토옹벽으로 패널의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 5단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 7.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었으나 전면부에 앵커캡 누수의 손상이 확인되었다.

【표 7.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	앵커캡 누수	-	-	-	EA	1.00	1.00	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	앵커캡 누수	-	-	-	EA	1.00	1.00	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 앵커캡 누수</td><td>현 황</td><td>• 앵커캡 누수</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 지하수위 상승 등</td><td>원 인</td><td>• 지하수위 상승 등</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 주의관찰</td><td>대 책</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 앵커캡 누수</td><td>현 황</td><td>• 앵커캡 누수</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 지하수위 상승 등</td><td>원 인</td><td>• 지하수위 상승 등</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• 주의관찰</td><td>대 책</td><td>• 주의관찰</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 전면부 패널에 지하수위 상승 등의 원인으로 인한 앵커캡 누수의 손상이 확인되었다, 발생한 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 배부름, 앵커캡 탈락 등의 손상진전 여부를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

패널식 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다.



【그림 7.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로, 전면부 배수공에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부 절토부에도 절토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 7.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>• 상태양호</td><td>현 황</td><td>• 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>대 책</td><td>• –</td><td>대 책</td><td>• –</td></tr>
</table>

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 원활한 유지관리를 위하여 배수로 인근 정비를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

7.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 7.3.6】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	앵커캡 누수	주의관찰
주변영향인자	상태양호	-
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)의 현장조사 결과, 기초부, 상부 절토부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 전면부에 지하수위 상승 등에 의한 앵커캡 누수 등의 손상이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 배부름, 앵커캡 탈락 등의 손상진전 여부를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	

【표 7.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	앵커캡 누수	EA	2.00	2	
배수시설	상태양호	-	-	-	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

7.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(판넬식옹벽(STA.24+249~24+392))은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 7.3.4】 측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 선형 및 수준측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 경사도의 경우 설계도서에 경사도를 포함한 단면도가 확인되 지 않아 초기안전점검에서 실시한 경사도 측량값과 비교를 실시한 결과 근소한 차이를 확인하였다. 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으며, 이에 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

【표 7.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		초기점검경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	15m	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	−0.03	a	배면
2	30m	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	−0.02	a	배면
3	46m	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	−0.02	a	배면
4	79m	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	−0.03	a	배면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (−)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

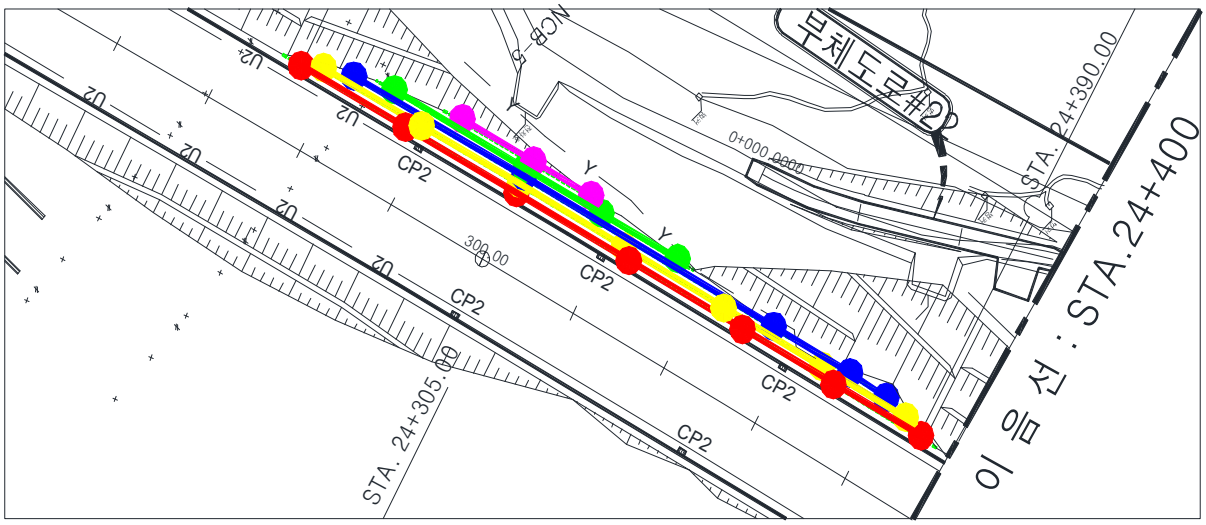
【표 8.3.8】 경사도 결과(계속)

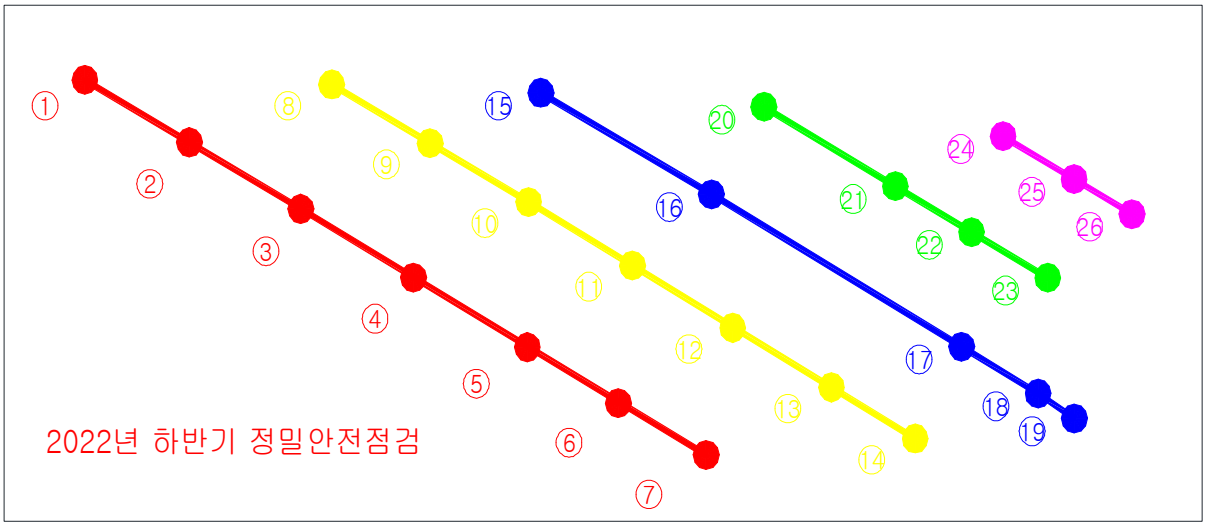
구분	측정위치 (m)	측정경사량		초기점검경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
5	98m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	a	배면
6	117m	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	a	배면
7	135m	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	a	배면
8	141m	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	a	배면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

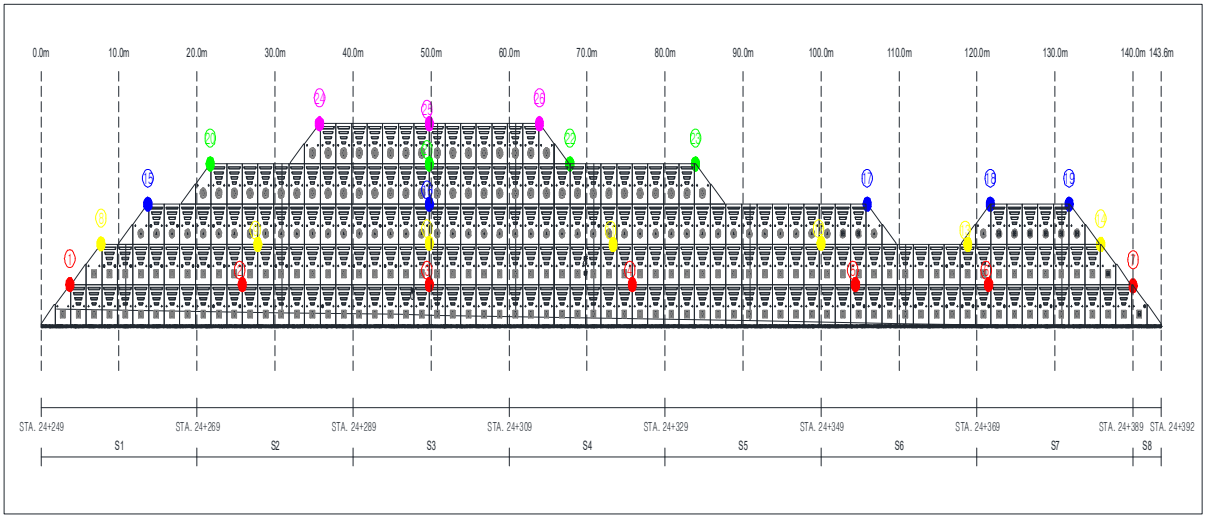
【표 7.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치		X	Y	Z	측정위치		X	Y	Z
1단	(1)	-20.128	36.734	2.7	2단	(14)	96.731	-24.803	5.8
	(2)	0.031	25.968	2.6	3단	(15)	-9.918	34.890	8.8
	(3)	21.506	14.474	2.7		(16)	22.981	17.391	8.9
	(4)	43.219	2.620	2.8		(17)	71.212	-8.91	8.8
	(5)	65.190	-9.405	2.7		(18)	85.965	-17.024	8.8
	(6)	82.736	-19.084	2.7		(19)	92.954	-21.320	8.7
	(7)	99.663	-27.997	2.7	4단	(20)	-2.102	32.480	11.5
2단	(8)	-15.788	36.336	6.0		(21)	23.233	18.774	11.7
	(9)	3.195	26.197	5.9		(22)	37.921	10.870	11.7
	(10)	22.178	16.059	6.0		(23)	52.610	2.967	11.9
	(11)	42.219	5.074	6.0	5단	(24)	11.077	27.409	14.9
	(12)	61.521	-5.680	5.9		(25)	24.762	20.009	15.0
	(13)	80.590	-15.956	6.0		(26)	35.937	13.975	14.8





[선형측량 결과]



[수준측량 결과]

【그림 3.3.5】 선형 및 수준측량 결과

7.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도, 탄산화 측정 시험을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



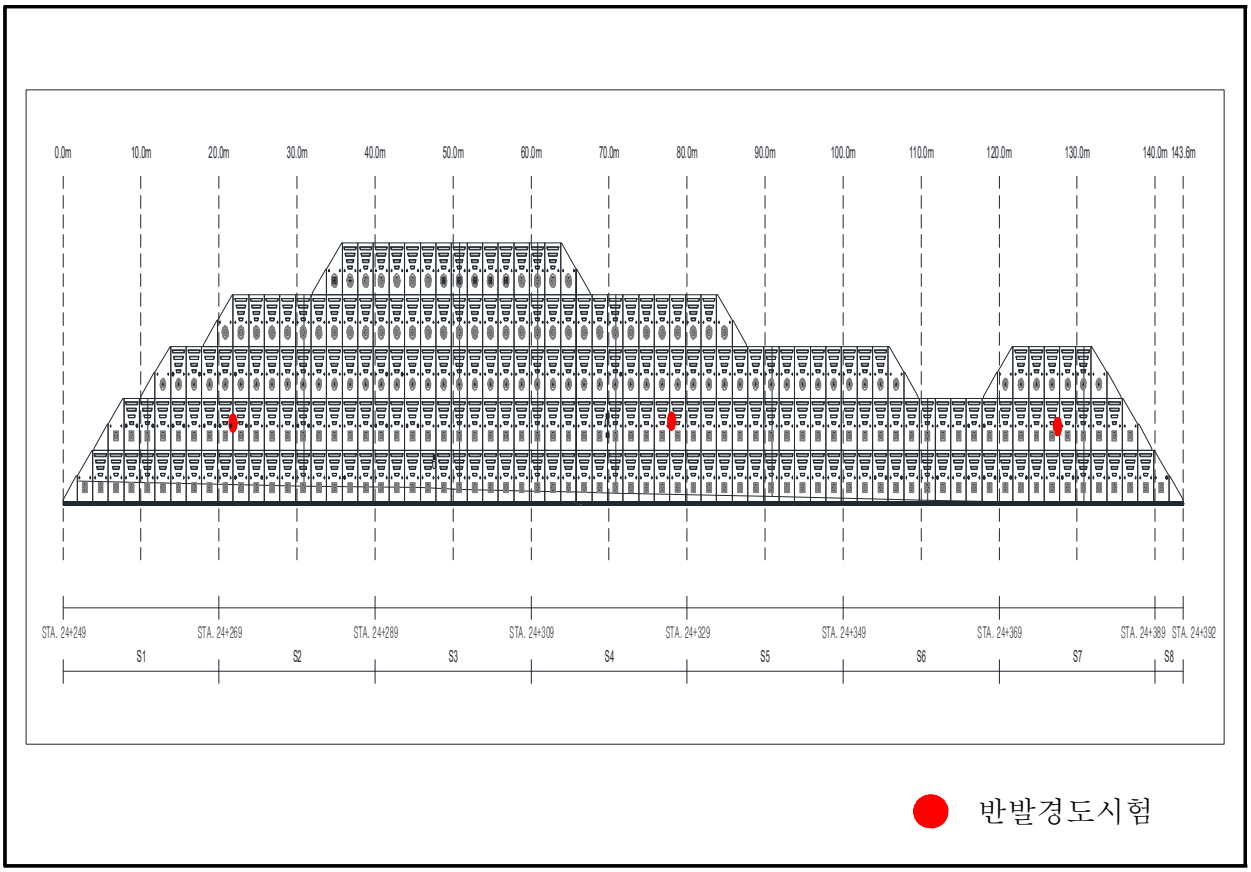
【그림 7.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 3개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다.

【표 7.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전면부	S1	51.5	31.7	31.2	0.67	105.7	104.1	30.0
	S4	52.5	32.6	31.7	0.67	108.8	105.8	
	S7	52.0	32.2	31.5	0.67	107.3	105.0	



【그림 7.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

7.4 상태평가

7.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

7.4.2 상태평가 결과 산정

【표 7.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.02	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.02	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	
									상태평가 결과					A	

7.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.00으로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

7.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

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】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)		표 번 호	[표 7.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.00	A	근거표번호	[표 7.4.1]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.00	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

7.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 옹벽의 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
전면부	앵커캡 누수	주의관찰	2.00	-	EA	-	-	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부절토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

7.6.2 유지관리방안

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

【표 7.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 전면부에 발생한 앵커캡 누수의 경우 지하수의 상승 등에 의한 손상으로 판단되며, 발생한 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 배부름, 앵커캡 탈락 등의 손상진전 여부를 파악하는 유지관리가 필요 · 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배수시설	· 배수로에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
절토부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기초부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

7.7 종합결론

7.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 판넬식옹벽(STA.24+249~24+392)의 현장조사 결과, 기초부, 상부 절토부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 전면부에 지하수위 상승 등에 의한 앵커캡 누수 등의 손상이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 상태이나 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 배부름, 앵커캡 탈락 등의 손상진전 여부를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 선형 및 수준측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 경사도의 경우 설계도서에 경사도를 포함한 단면도가 확인되 지 않아 초기안전점검에서 실시한 경사도 측량값과 비교를 실시한 결과 근소한 차이를 확인하였다. 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으며, 이에 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.00, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

7.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 일부 손상이 확인되었으나 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 및 손상진전 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

7.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부에 발생한 앵커캡 누수의 경우 지하수의 상승 등에 의한 손상으로 판단되며, 발생한 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 배부름, 앵커캡 탈락 등의 손상진전 여부를 파악하는 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.

8. PRN옹벽
(STA.27+049~27+240)

8.1 시설물 개요

8.2 자료수집 및 분석

8.3 현장조사 및 시험

8.4 상태평가

8.5 종합평가 및 안전등급 지정

8.6 보수·보강 및 유지관리 방안

8.7 종합결론

8. PRN옹벽(STA.27+049~27+240)

8.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 경기도 파주시 월롱면 덕은리 68-9에 위치한 2종 시설물로서 연장 290.0m, 지면노출높이 9.0m의 블록식 보강토옹벽이다.

8.1.1 일반사항

【표 8.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	PRN옹벽(STA.27+049~27+240)		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2020-0000099		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 파주시 월롱면 덕은리 68-9		
	위치좌표	시점 : 37 ° 48 ' 09 "		
		종점 : 37 ° 48 ' 16 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	290.0m	지면노출 높 이	9.0m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	(주)대우건설
	감 리 자	(주)신성엔지니어링(오영식)	설 계 자	(주)신성엔지니어링
	부대시설	-		
비 고				

8.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 8.1.1】 위치도

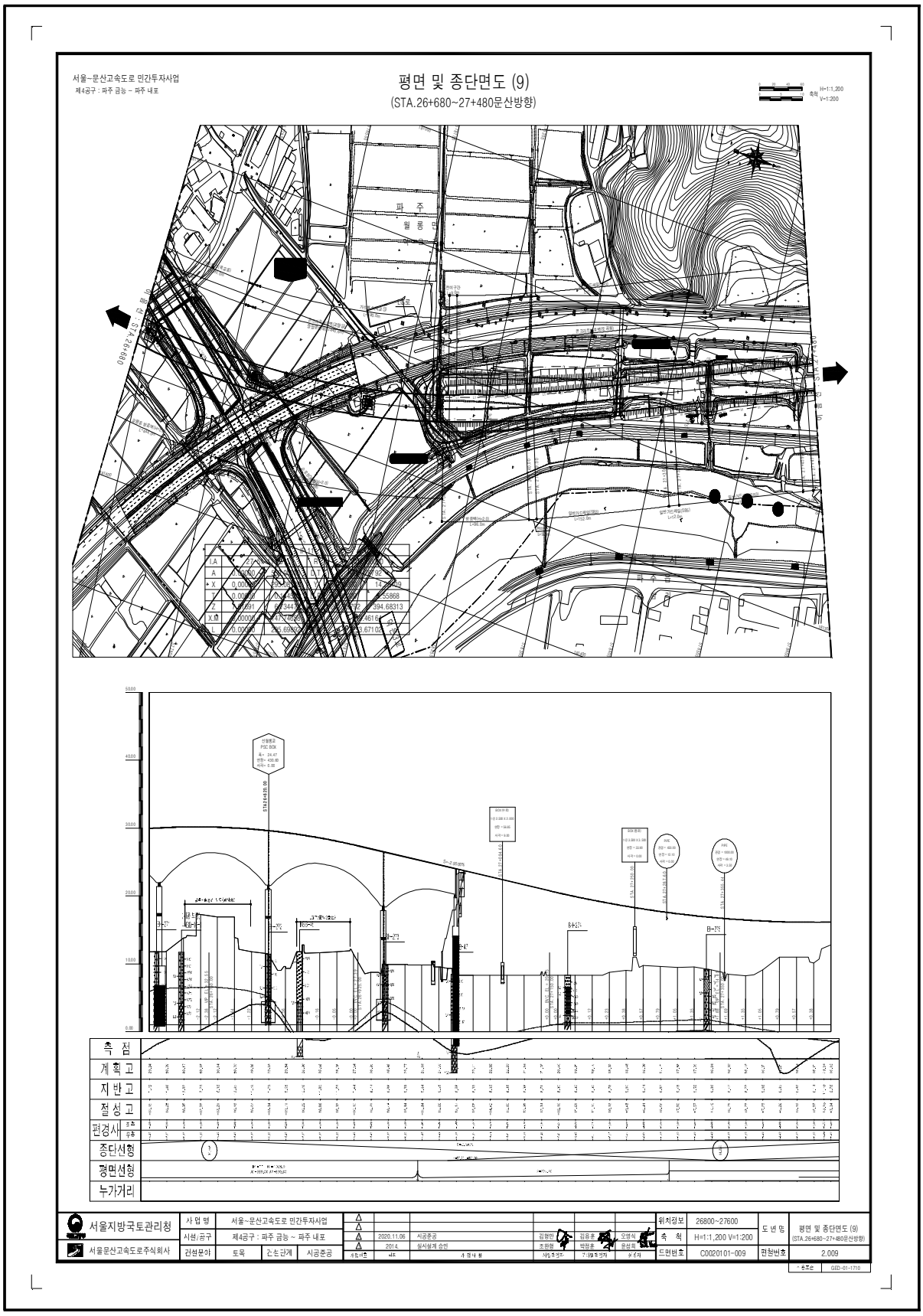
시점부 전경	종점부 전경
	

【그림 8.1.2】 전경사진

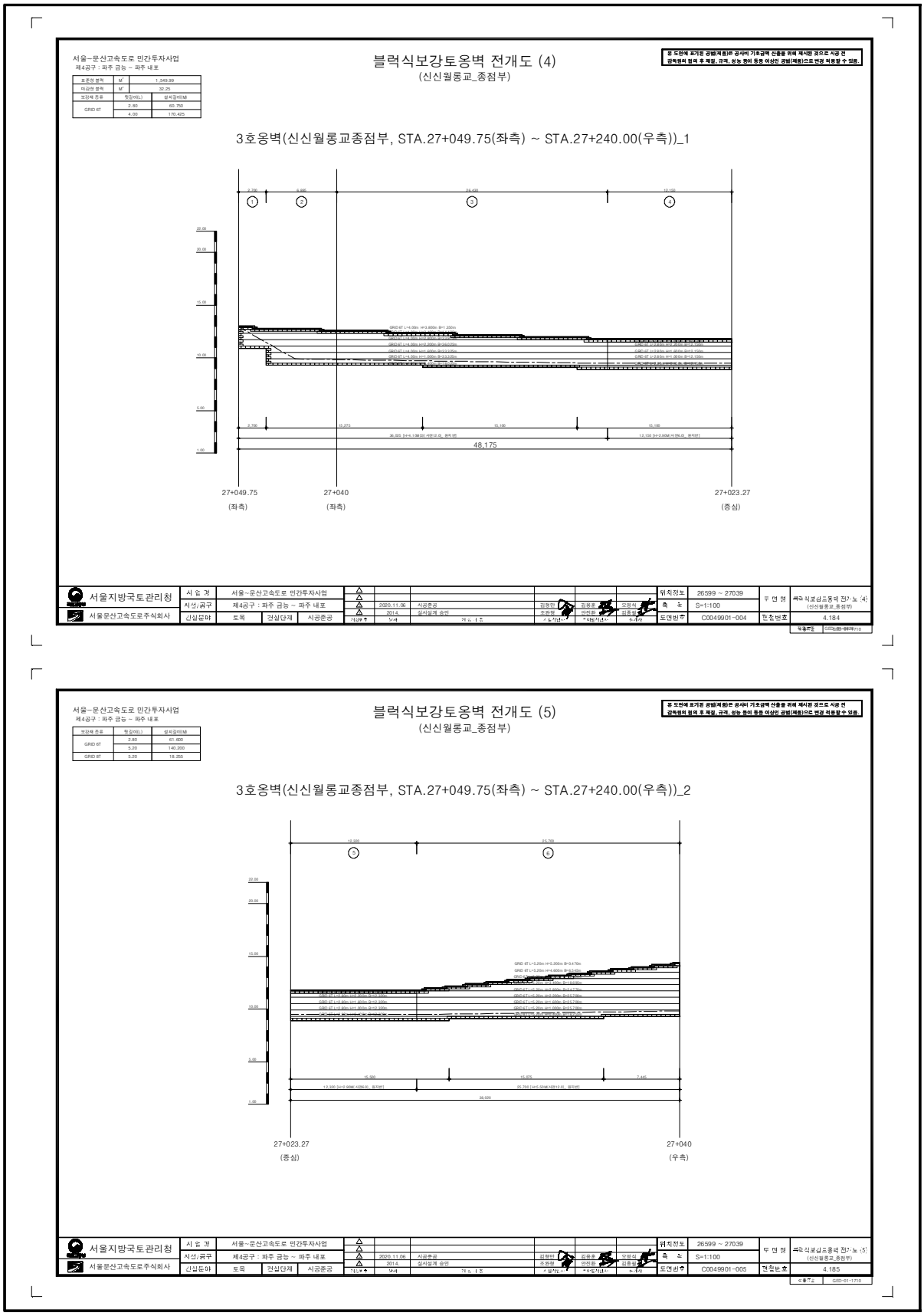
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 8.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

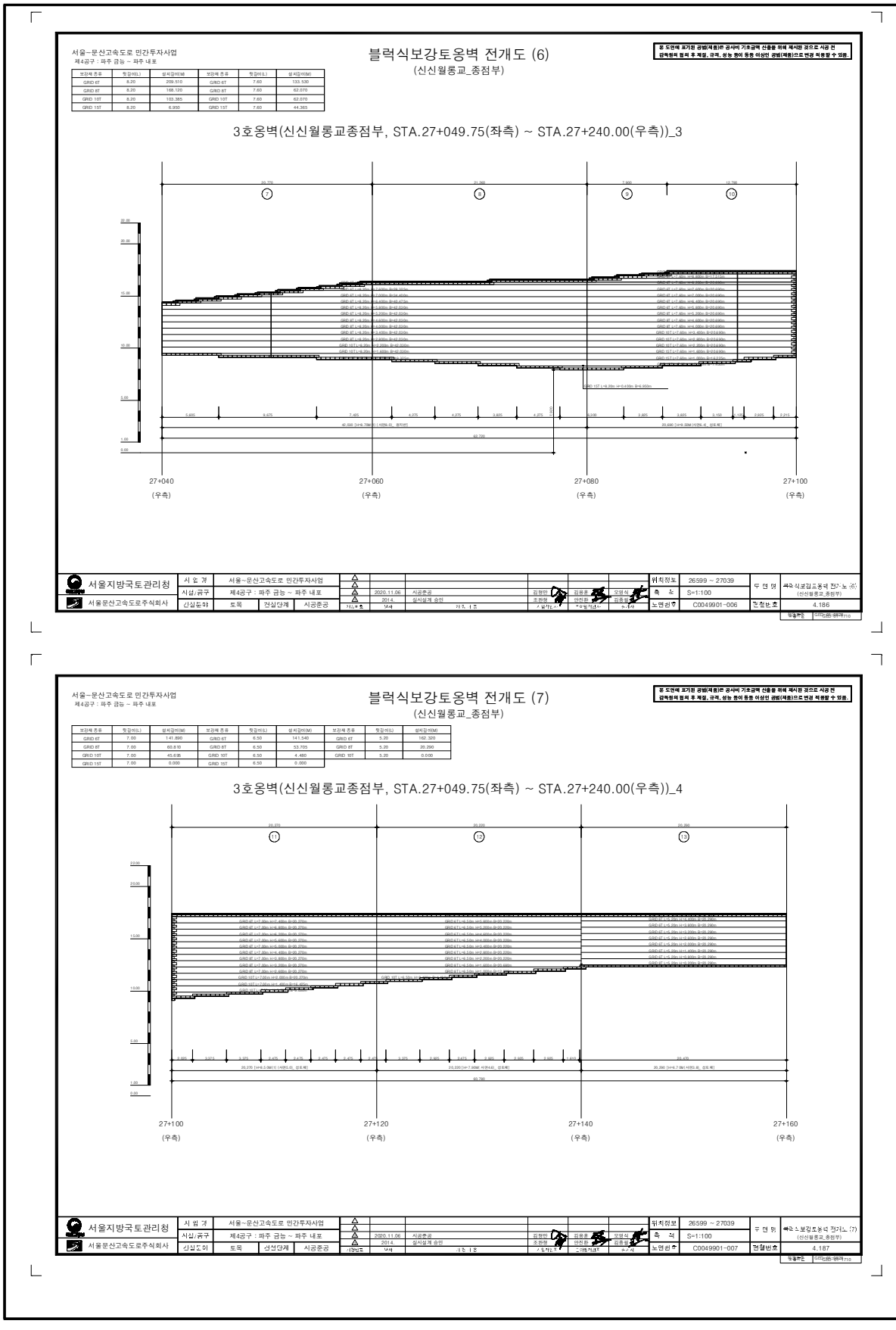
8.1.3 시설물 일반도



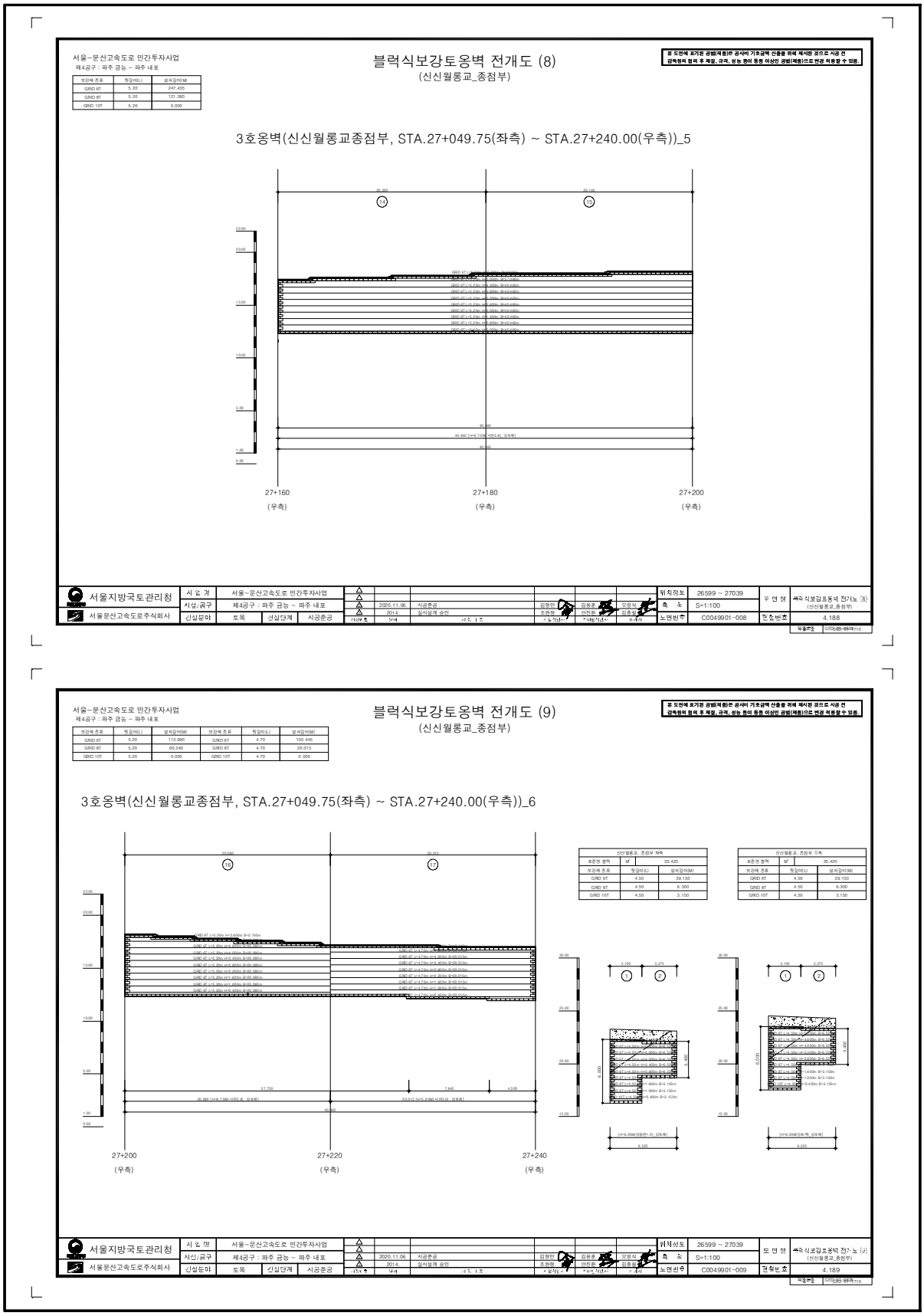
【그림 8.1.4】 종평면도



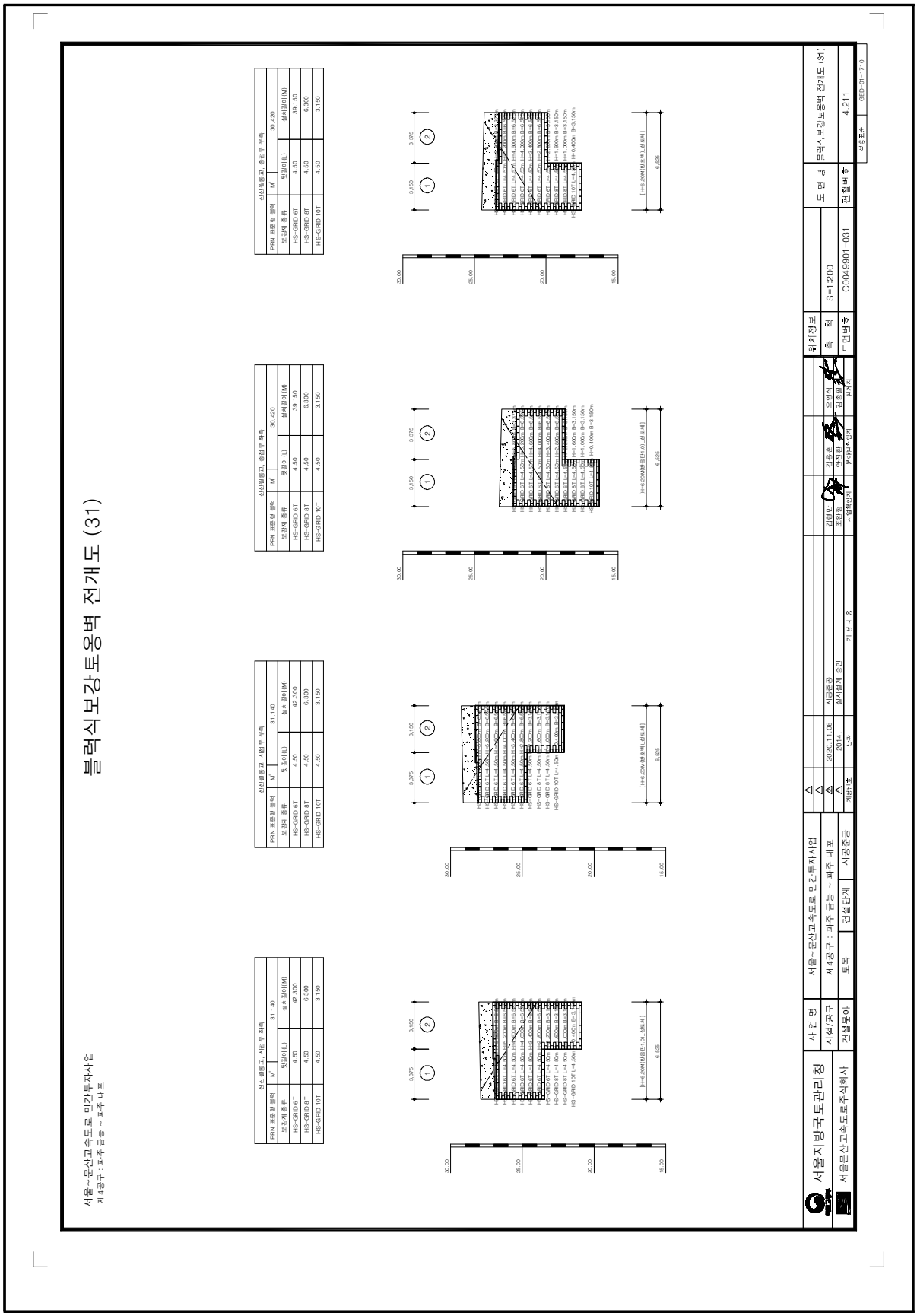
【그림 8.1.5】 전개도 및 단면도



【그림 8.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 8.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



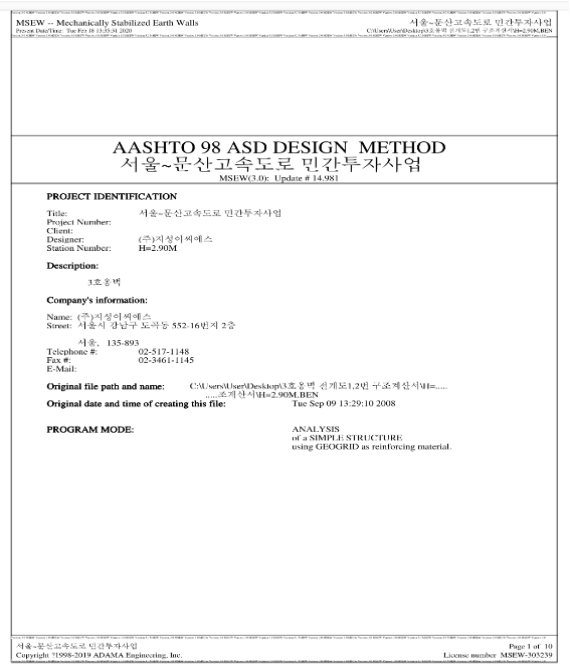
【그림 8.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

8.2 자료수집 및 분석

8.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
서울~문산고속도로 민간투자사업
MSEW(3.0)c Update # 14.981

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울~문산고속도로 민간투자사업
Project Number:
Client:
Designer: (주)지성이씨에스
Station Number: H=2.90M

Description:

3호옹벽

Company's information:

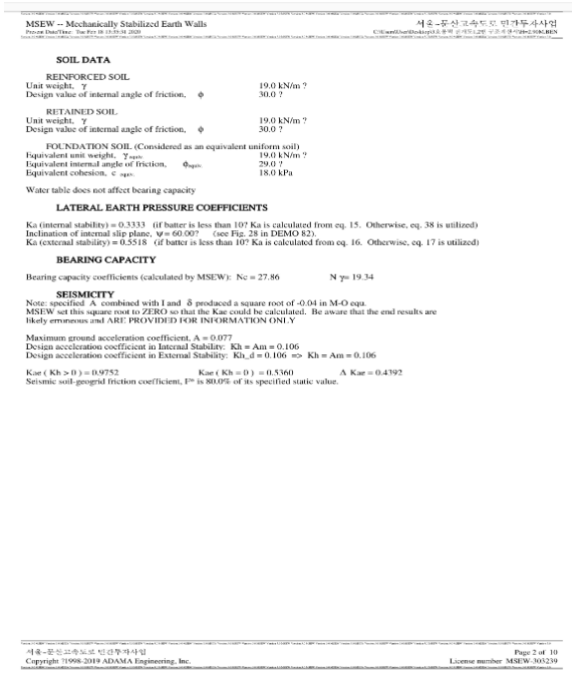
Name: (주)지성이씨에스
Street: 서울시 강남구 도곡동 552-16번지 2층

서울, 135-893
Telephone #: 02-517-1148
Fax #: 02-3461-1145
E-Mail:

Original file path and name: C:\Users\User\Desktop\3호옹벽 전계도1,2번 구조계산서\H=....\구조계산서\H=2.90M.BEN
Original date and time of creating this file: Tue Sep 09 13:29:10 2008

PROGRAM MODE: ANALYSIS of a SIMPLE STRUCTURE using GEOGRID as reinforcing material.

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 1 of 10
Copyright ?1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-303239



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

SOIL DATA

REINFORCED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m ?
Design value of internal angle of friction, ϕ 30.0 ?

RETAINED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m ?
Design value of internal angle of friction, ϕ 30.0 ?

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)
Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$ 19.0 kN/m ?
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$ 29.0 ?
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$ 18.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10? Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, Ψ = 60.00? (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.5518 (if batter is less than 10? Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

BEARING CAPACITY

Bearing capacity coefficients (calculated by MSEW): Nc = 27.86 N γ= 19.34

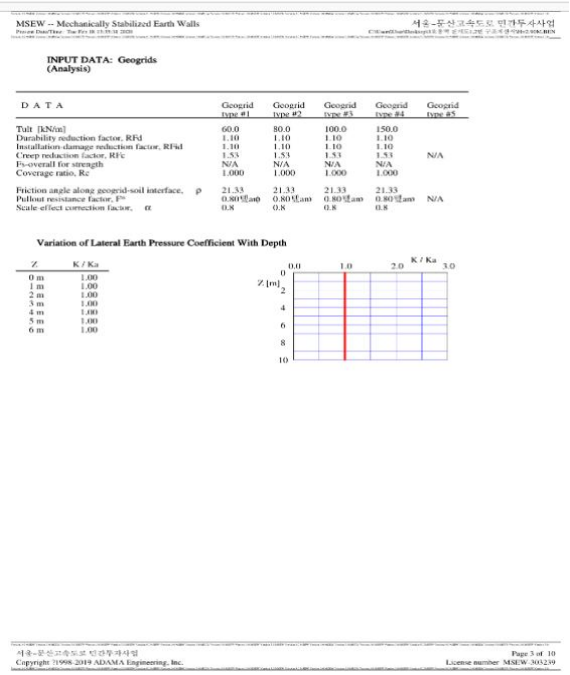
SEISMICITY

Note: specified A combined with I and δ produced a square root of -0.04 in M-O eqa.
MSEW set this square root to ZERO so that the Kae could be calculated. Be aware that the end results are likely erroneous and ARE PROVIDED FOR INFORMATION ONLY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.077
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.106
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.106 => Kh = Am = 0.106

Kae (Kh > 0) = 0.9752 Kae (Kh = 0) = 0.5360 Δ Kae = 0.4392
Seismic soil-geogrid friction coefficient, f** is 80.0% of its specified static value.

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 2 of 10
Copyright ?1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-303239



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

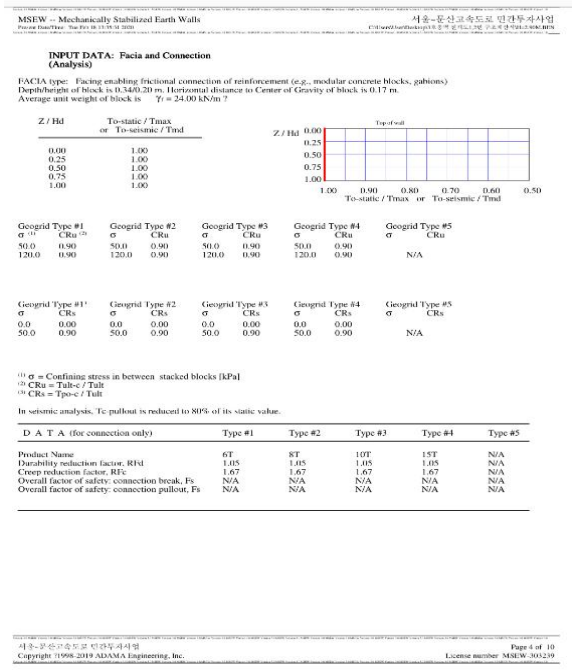
INPUT DATA: Geogrids (Analysis)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5	
Tult [kN/m]	60.0	80.0	100.0	150.0		
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10		
Installation damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10		
Creep reduction factor, RFc	1.53	1.53	1.53	1.53		N/A
Fs-overall for strength	N/A	N/A	N/A	N/A		
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000		
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	21.33	21.33	21.33	21.33		
Pullout resistance factor, F**	0.80*tanϕ	0.80*tanϕ	0.80*tanϕ	0.80*tanϕ		N/A
Scale effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8		

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 3 of 10
Copyright ?1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-303239



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

INPUT DATA: Facia and Connection (Analysis)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.34/0.20 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.17 m.
Average unit weight of block is γ = 24.00 kN/m ?

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	1.00
0.25	1.00
0.50	1.00
0.75	1.00
1.00	1.00

Geogrid Type #1 σ (1)	CRu (2)	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90		
120.0	0.90	120.0	0.90	120.0	0.90	120.0	0.90	N/A	

Geogrid Type #1 (3) σ	CRs	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00		
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	N/A	

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-c / Tult
(3) CRs = Tpo-c / Tult

In seismic analysis, Tc pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	6T	8T	10T	15T	N/A
Durability reduction factor, RFd	1.05	1.05	1.05	1.05	N/A
Creep reduction factor, RFc	1.67	1.67	1.67	1.67	N/A
Overall factor of safety: connection break, Fs	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 4 of 10
Copyright ?1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-303239

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

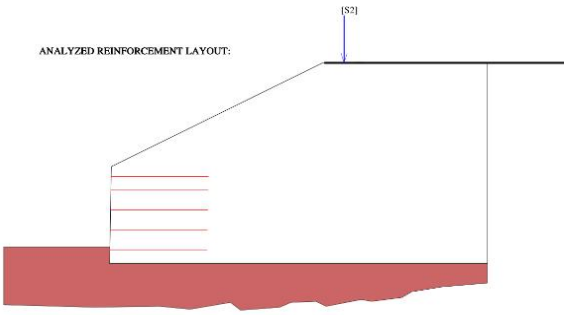
Design height, Hd 2.90 [m] [Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 2.40 m]

Batter, ω 1.0 [deg]
Backslope, β 27.0 [deg]
Backslope rise 3.1 [m] Broken back equivalent angle, I = 27.00? (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Pv-d = 0.0 and Pv-l = 10.0 [kN/m].
Footing width, b=23.7 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 18.9 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.
[S2] Strip Load, Pv-d = 46.0 and Pv-l = 0.0 [kN/m].
Footing width, b=1.1 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 6.7 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

ANALYZED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
0 2 4 6 [m]

Copyright ©1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-305239

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Static conditions)

Bearing capacity, Fs = 9.90, Meyerhof stress = 95.89 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.560, Eccentricity, e/L = 0.0652, Fs-overturning = 3.30

#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	GEOGRID / CONNECTION Fs-overall [pullout resistance]	Fs-overall [connection break]	Fs-overall [geogrid strength]	Geogrid strength Fs	Pullout resistance Fs	Direct sliding Fs	Eccentricity e/L	Product name
1	0.40	2.80	1	3.95	2.26	2.38	2.383	8.638	1.124	0.0396	6T
2	1.00	2.80	1	5.33	3.35	3.53	3.528	9.376	1.249	0.0031	6T
3	1.60	2.80	1	4.85	4.46	4.69	4.693	8.634	1.404	-0.0332	6T
4	2.20	2.80	1	4.50	7.67	8.08	8.077	9.440	1.589	-0.0750	6T
5	2.60	2.80	1	3.18	12.68	13.34	13.341	10.731	1.711	-0.1154	6T

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Seismic conditions)

Bearing capacity, Fs = 6.00, Meyerhof stress = 138.42 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.126, Eccentricity, e/L = 0.1745, Fs-overturning = 2.08

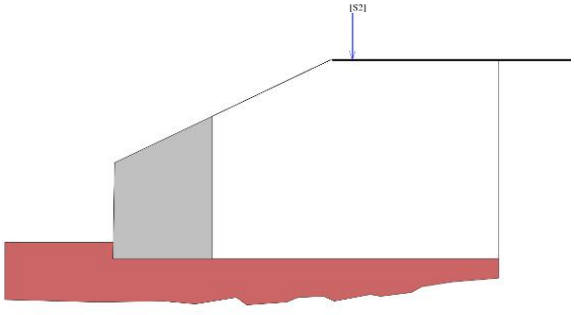
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	GEOGRID / CONNECTION Fs-overall [pullout resistance]	Fs-overall [connection break]	Fs-overall [geogrid strength]	Geogrid strength Fs	Pullout resistance Fs	Direct sliding Fs	Eccentricity e/L	Product name
1	0.40	2.80	1	2.79	2.10	2.20	2.196	6.112	0.830	0.1242	6T
2	1.00	2.80	1	3.65	3.05	3.18	3.179	6.421	0.966	0.0555	6T
3	1.60	2.80	1	3.26	4.00	4.17	4.175	5.804	1.161	-0.0064	6T
4	2.20	2.80	1	2.83	6.61	6.87	6.867	5.949	1.442	-0.0662	6T
5	2.60	2.80	1	1.84	10.32	10.68	10.678	6.214	1.663	-0.1135	6T

Copyright ©1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-305239

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

BEARING CAPACITY for GIVEN LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	948.8	830.1	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	95.89	138.4	[kPa]
Eccentricity, e	0.18	0.51	[m]
Eccentricity, e/L	0.065	0.181	
Fs calculated	9.90	6.00	
Base length	2.80	2.80	[m]



SCALE:
0 2 4 6 [m]

Copyright ©1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-305239

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

DIRECT SLIDING for GIVEN LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.560 and Fs-seismic = 1.126

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.40	2.80	1.124	0.830	1	6T
2	1.00	2.80	1.249	0.966	1	6T
3	1.60	2.80	1.404	1.161	1	6T
4	2.20	2.80	1.589	1.442	1	6T
5	2.60	2.80	1.711	1.663	1	6T

ECCENTRICITY for GIVEN LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.0652, e/L seismic = 0.1745; Overturning: Fs-static = 3.30, Fs-seismic = 2.08

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.40	2.80	0.0396	0.1242	1	6T
2	1.00	2.80	0.0031	0.0555	1	6T
3	1.60	2.80	-0.0332	-0.0064	1	6T
4	2.20	2.80	-0.0750	-0.0662	1	6T
5	2.60	2.80	-0.1154	-0.1135	1	6T

Copyright ©1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-305239

구조계산서 및 안전검토서

서울~문산고속도로 민간투자사업

AASHTO DESIGN METHOD

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울~문산고속도로 민간투자사업
Project Number:
Client:
Designer: (주)지성이씨에스
Station Number: H=6.70M

Description:

3.옹벽

Company's information:

Name: (주)지성이씨에스
Street: 서울시 강남구 도곡동 552-16번지 2층

서울, 135-893
Telephone #: 02-517-1148
Fax #: 02-3461-1145
E-Mail:

Original file path and name: C:\Documents and Settings\Administrator\바탕 화면\H=6.7....
Original date and time of creating this file: Tue Sep 09 13:29:10 2008

PROGRAM MODE: ANALYSIS
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

SOIL DATA

REINFORCED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m
Design value of internal angle of friction, ϕ 30.0

RETAINED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m
Design value of internal angle of friction, ϕ 30.0

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)
Equivalent unit weight, γ_{eq} 18.0 kN/m
Equivalent internal angle of friction, ϕ_{eq} 28.0
Equivalent cohesion, c_{eq} 15.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10? Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ = 60.00? (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.3783 (if batter is less than 10? Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

BEARING CAPACITY

Bearing capacity coefficients (calculated by MSEW): Nc = 25.80 N γ= 16.72

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, a_o = 0.08
Kae (a_o > 0) = 0.4951 Kae (a_o = 0) = 0.3689 Δ Kae = 0.1261 (see eq. 37 in DEMO 82)
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.

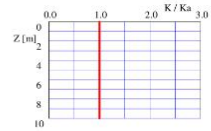
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

INPUT DATA: Geogrids (Analysis)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	60.0	80.0	100.0	150.0	
Durability reduction factor, RFd	1.1	1.1	1.1	1.1	
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	
Creep reduction factor, RFc	1.53	1.53	1.53	1.53	N/A
Fs-overall for strength	N/A	N/A	N/A	N/A	
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	21.33	21.33	21.33	21.33	
Pullout resistance factor, F*	0.80*tanϕi	0.80*tan	0.80*tan	0.80*tan	N/A
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

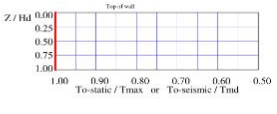


Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

INPUT DATA: Facia and Connection (Analysis)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.34/0.20 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.17 m.
Average unit weight of block is γ_f = 24.00 kN/m

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	1.00
0.25	1.00
0.50	1.00
0.75	1.00
1.00	1.00



Geogrid Type #1		Geogrid Type #2		Geogrid Type #3		Geogrid Type #4		Geogrid Type #5	
σ (1)	CRu (2)	σ	CRu	σ	CRu	σ	CRu	σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90		
120.0	0.90	120.0	0.90	120.0	0.90	120.0	0.90	N/A	

Geogrid Type #1		Geogrid Type #2		Geogrid Type #3		Geogrid Type #4		Geogrid Type #5	
σ	CRs	σ	CRs	σ	CRs	σ	CRs	σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00		
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	N/A	

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRu = Tult-c / Tult
(3) CRs = Tpo-c / Tult

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	6T	8T	10T	15T	N/A
Durability reduction factor, RFd	1.05	1.05	1.05	1.05	N/A
Creep reduction factor, RFc	1.67	1.67	1.67	1.67	N/A
Overall factor of safety: connection break, Fs	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로 민간투자사업

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

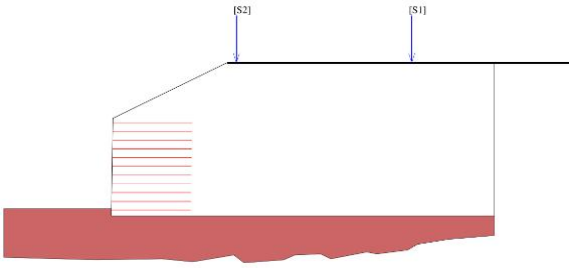
Design height, Hd 6.70 [m] { Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 6.20 m }

Batter, ω 1.0 [deg]
Backslope, β 27.0 [deg]
Backslope rise 3.8 [m] Broken back equivalent angle, I = 15.83? (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Pv-d = 0.0 and Pv-l = 10.0 [kN/m].
Footing width, b=23.7 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 19.6 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.
[S2] Strip Load, Pv-d = 46.0 and Pv-l = 0.0 [kN/m].
Footing width, b=1.1 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 8.1 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

ANALYZED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:

0 2 4 6[m]

서울-문산고속도로 민간투자사업 Page 5 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로 민간투자사업

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Static conditions)

Bearing capacity, Fs = 4.21, Meyerhof stress = 228.12 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.607, Eccentricity, e/L = 0.1341, Fs-overturning = 2.71

#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	GEOGRID / CONNECTION Fs-overall [pullout resistance]	Fs-overall [connection break]	Fs-overall [geogrid strength]	Geogrid strength Fs	Pullout resistance Fs	Direct sliding Fs	Eccentricity e/L	Product name
1	0.40	5.20	3	2.68	1.53	1.61	1.615	16.157	1.122	0.1187	10T
2	1.00	5.20	2	2.73	1.57	1.65	1.649	17.976	1.180	0.0963	8T
3	1.60	5.20	2	2.99	1.72	1.81	1.807	16.966	1.245	0.0748	8T
4	2.20	5.20	2	3.31	1.90	2.00	1.997	15.982	1.318	0.0540	8T
5	2.80	5.20	1	2.77	1.59	1.67	1.674	15.000	1.402	0.0338	6T
6	3.40	5.20	1	3.14	1.80	1.90	1.897	14.026	1.497	0.0138	6T
7	4.00	5.20	1	3.63	2.08	2.19	2.190	13.075	1.608	-0.0063	6T
8	4.60	5.20	1	4.29	2.46	2.59	2.589	12.163	1.739	-0.0272	6T
9	5.20	5.20	1	3.78	3.01	3.16	3.165	11.259	1.895	-0.0503	6T
10	5.80	5.20	1	2.91	3.87	4.07	4.071	10.477	2.082	-0.0787	6T
11	6.40	5.20	1	1.36	5.42	5.71	5.706	10.128	2.195	-0.1209	6T

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Seismic conditions)

Bearing capacity, Fs = 2.43, Meyerhof stress = 326.76 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.193, Eccentricity, e/L = 0.2390, Fs-overturning = 1.81

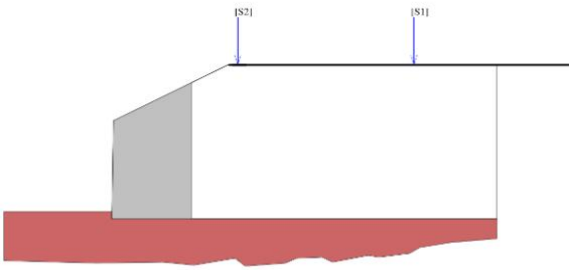
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	GEOGRID / CONNECTION Fs-overall [pullout resistance]	Fs-overall [connection break]	Fs-overall [geogrid strength]	Geogrid strength Fs	Pullout resistance Fs	Direct sliding Fs	Eccentricity e/L	Product name
1	0.40	5.20	3	1.87	1.41	1.47	1.475	11.284	0.840	0.2114	10T
2	1.00	5.20	2	1.86	1.42	1.48	1.482	12.259	0.897	0.1720	8T
3	1.60	5.20	2	2.04	1.55	1.62	1.620	11.542	0.962	0.1351	8T
4	2.20	5.20	2	2.24	1.71	1.79	1.787	10.842	1.039	0.1006	8T
5	2.80	5.20	1	1.88	1.43	1.49	1.495	10.140	1.129	0.0684	6T
6	3.40	5.20	1	2.12	1.62	1.69	1.689	9.440	1.237	0.0382	6T
7	4.00	5.20	1	2.43	1.86	1.94	1.942	8.749	1.368	0.0097	6T
8	4.60	5.20	1	2.85	2.19	2.28	2.283	8.075	1.531	-0.0178	6T
9	5.20	5.20	1	2.48	2.66	2.77	2.769	7.392	1.735	-0.0458	6T
10	5.80	5.20	1	1.88	3.38	3.52	3.520	6.760	1.989	-0.0772	6T
11	6.40	5.20	1	0.85	4.65	4.83	4.828	6.339	2.179	-0.1208	6T

서울-문산고속도로 민간투자사업 Page 6 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로 민간투자사업

BEARING CAPACITY for GIVEN LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
Ultimate bearing capacity, q-ult	959.5	792.7	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	228.12	326.8	[kPa]
Eccentricity, e	0.70	1.25	[m]
Eccentricity, e/L	0.134	0.241	
Fs calculated	4.21	2.43	
Base length	5.20	5.20	[m]



SCALE:

0 2 4 6[m]

서울-문산고속도로 민간투자사업 Page 7 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산고속도로 민간투자사업

DIRECT SLIDING for GIVEN LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.607 and Fs-seismic = 1.193

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.40	5.20	1.122	0.840	3	10T
2	1.00	5.20	1.180	0.897	2	8T
3	1.60	5.20	1.245	0.962	2	8T
4	2.20	5.20	1.318	1.039	2	8T
5	2.80	5.20	1.402	1.129	1	6T
6	3.40	5.20	1.497	1.237	1	6T
7	4.00	5.20	1.608	1.368	1	6T
8	4.60	5.20	1.739	1.531	1	6T
9	5.20	5.20	1.895	1.735	1	6T
10	5.80	5.20	2.082	1.989	1	6T
11	6.40	5.20	2.195	2.179	1	6T

ECCENTRICITY for GIVEN LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1341, e/L seismic = 0.2390; Overturning: Fs-static = 2.71, Fs-seismic = 1.81

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.40	5.20	0.1187	0.2114	3	10T
2	1.00	5.20	0.0963	0.1720	2	8T
3	1.60	5.20	0.0748	0.1351	2	8T
4	2.20	5.20	0.0540	0.1006	2	8T
5	2.80	5.20	0.0338	0.0684	1	6T
6	3.40	5.20	0.0138	0.0382	1	6T
7	4.00	5.20	-0.0063	0.0097	1	6T
8	4.60	5.20	-0.0272	-0.0178	1	6T
9	5.20	5.20	-0.0503	-0.0458	1	6T
10	5.80	5.20	-0.0787	-0.0772	1	6T
11	6.40	5.20	-0.1209	-0.1208	1	6T

서울-문산고속도로 민간투자사업 Page 8 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울~문산고속도로 민간투자사업

서울~문산고속도로 민간투자사업

AASHTO DESIGN METHOD

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울~문산고속도로 민간투자사업
Project Number:
Client:
Designer: (주)지성이씨에스
Station Number: H=9.50M

Description:

3호옹벽

Company's information:

Name: (주)지성이씨에스
Street: 서울시 장남구 도곡동 552-16번지 2층

서울, 135-893
Telephone #: 02-517-1148
Fax #: 02-3461-1145
E-Mail:

Original file path and name: C:\Documents and Settings\Administrator\바탕 화면\3호옹.....
Original date and time of creating this file: Tue Sep 09 13:29:10 2008

PROGRAM MODE: ANALYSIS
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 1 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울~문산고속도로 민간투자사업

SOIL DATA

REINFORCED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m
Design value of internal angle of friction, ϕ 30.0

RETAINED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m
Design value of internal angle of friction, ϕ 30.0

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)
Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$ 18.0 kN/m
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$ 28.0
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$ 15.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10? Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ_w= 60.00? (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.4003 (if batter is less than 10? Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

BEARING CAPACITY

Bearing capacity coefficients (calculated by MSEW): Nc = 25.80 N γ= 16.72

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, α_v = 0.08
Kae (α_v > 0) = 0.5468 Kae (α_v = 0) = 0.3900 Δ Kae = 0.1568 (see eq. 37 in DEMO 82)
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 2 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

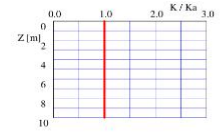
MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울~문산고속도로 민간투자사업

INPUT DATA: Geogrids (Analysis)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	60.0	80.0	100.0	150.0	
Durability reduction factor, RFd	1.1	1.1	1.1	1.1	
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	
Creep reduction factor, RFc	1.53	1.53	1.53	1.53	N/A
Fs-overall for strength	N/A	N/A	N/A	N/A	
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000	1.000	1.000	
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	21.33	21.33	21.33	21.33	
Pullout resistance factor, F*	0.80$\tan\phi$	0.80$\tan$	0.80$\tan$	0.80$\tan$	N/A
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00



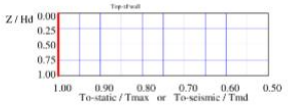
서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 3 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울~문산고속도로 민간투자사업

INPUT DATA: Facia and Connection (Analysis)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.34/0.20 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.17 m.
Average unit weight of block is γ_f = 24.00 kN/m

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	1.00
0.25	1.00
0.50	1.00
0.75	1.00
1.00	1.00



Geogrid Type #1 σ [1]	CRu [2]	Geogrid Type #2 σ	CRu	Geogrid Type #3 σ	CRu	Geogrid Type #4 σ	CRu	Geogrid Type #5 σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90		
120.0	0.90	120.0	0.90	120.0	0.90	120.0	0.90	N/A	

Geogrid Type #1 σ	CRs	Geogrid Type #2 σ	CRs	Geogrid Type #3 σ	CRs	Geogrid Type #4 σ	CRs	Geogrid Type #5 σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00		
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	N/A	

[1] σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
[2] CRu = Tult-c / Tult
[3] CRs = Tpo-c / Tult

In seismic analysis, Tc-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	6T	8T	10T	15T	N/A
Durability reduction factor, RFd	1.05	1.05	1.05	1.05	N/A
Creep reduction factor, RFc	1.67	1.67	1.67	1.67	N/A
Overall factor of safety: connection break, Fs	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울~문산고속도로 민간투자사업

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

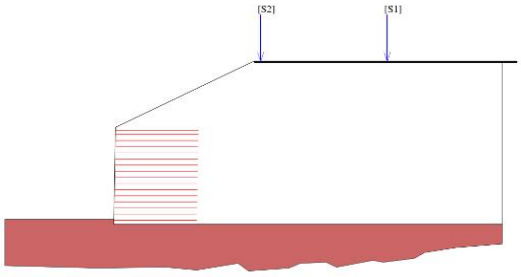
Design height, Hd 9.50 [m] { Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 9.00 m }

Batter, ω 1.0 [deg]
Backslope, β 27.0 [deg]
Backslope rise 6.4 [m] Broken back equivalent angle, I = 18.62? (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Pv-d = 0.0 and Pv-l = 10.0 [kN/m].
Footing width, b=23.7 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 24.9 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.
[S2] Strip Load, Pv-d = 46.0 and Pv-l = 0.0 [kN/m].
Footing width, b=1.1 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 13.3 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

ANALYZED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:

0 2 4 6[m]

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 5 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울~문산고속도로 민간투자사업

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Static conditions)

Bearing capacity, Fs = 4.03, Meyerhof stress = 314.51 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.651, Eccentricity, e/L = 0.1148, Fs-overturning = 2.90

#	GEOGRID Elevation [m]	Length [m]	Type #	CONNECTION Fs-overall [pullout resistance]	Fs-overall [connection break]	Fs-overall [geogrid strength]	Geogrid strength Fs	Pullout resistance Fs	Direct sliding Fs	Eccentricity e/L	Product name
1	0.40	7.60	4	2.79	1.60	1.69	1.685	23.821	1.142	0.1048	15T
2	1.00	7.60	4	3.47	1.99	2.09	2.092	26.912	1.183	0.0902	15T
3	1.60	7.60	4	3.68	2.11	2.22	2.222	25.914	1.227	0.0759	15T
4	2.20	7.60	3	2.62	1.50	1.58	1.580	24.916	1.275	0.0621	10T
5	2.80	7.60	3	2.81	1.61	1.69	1.693	23.918	1.327	0.0486	10T
6	3.40	7.60	3	3.02	1.73	1.82	1.824	22.934	1.384	0.0354	10T
7	4.00	7.60	2	2.62	1.50	1.58	1.581	21.959	1.446	0.0224	8T
8	4.60	7.60	2	2.86	1.64	1.72	1.725	21.005	1.514	0.0095	8T
9	5.20	7.60	2	3.14	1.80	1.90	1.897	20.057	1.590	-0.0033	8T
10	5.80	7.60	1	2.62	1.50	1.58	1.581	19.171	1.670	-0.0165	6T
11	6.40	7.60	1	2.95	1.69	1.78	1.779	18.316	1.753	-0.0304	6T
12	7.00	7.60	1	3.37	1.93	2.03	2.034	17.537	1.841	-0.0454	6T
13	7.60	7.60	1	3.59	2.25	2.37	2.373	16.849	1.934	-0.0624	6T
14	8.20	7.60	1	2.95	2.71	2.85	2.848	16.307	2.025	-0.0827	6T
15	8.80	7.60	1	2.33	3.98	4.19	4.187	18.831	2.105	-0.1092	6T
16	9.20	7.60	1	1.26	5.00	5.26	5.264	19.779	2.141	-0.1330	6T

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Seismic conditions)

Bearing capacity, Fs = 2.31, Meyerhof stress = 444.01 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.212, Eccentricity, e/L = 0.2193, Fs-overturning = 1.90

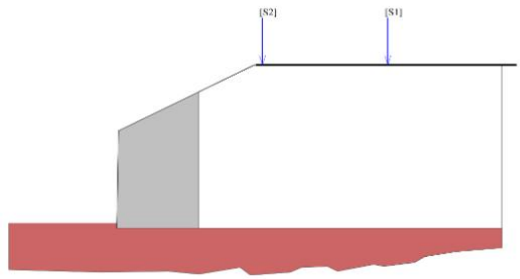
#	GEOGRID Elevation [m]	Length [m]	Type #	CONNECTION Fs-overall [pullout resistance]	Fs-overall [connection break]	Fs-overall [geogrid strength]	Geogrid strength Fs	Pullout resistance Fs	Direct sliding Fs	Eccentricity e/L	Product name
1	0.40	7.60	4	1.96	1.48	1.54	1.544	16.709	0.844	0.2008	15T
2	1.00	7.60	4	2.38	1.81	1.89	1.886	18.458	0.883	0.1741	15T
3	1.60	7.60	4	2.52	1.92	2.00	2.002	17.743	0.926	0.1485	15T
4	2.20	7.60	3	1.79	1.36	1.42	1.422	17.028	0.973	0.1240	10T
5	2.80	7.60	3	1.91	1.46	1.52	1.521	16.310	1.027	0.1007	10T
6	3.40	7.60	3	2.06	1.57	1.64	1.635	15.600	1.086	0.0785	10T
7	4.00	7.60	2	1.78	1.36	1.41	1.415	14.893	1.154	0.0574	8T
8	4.60	7.60	2	1.93	1.48	1.54	1.540	14.197	1.231	0.0372	8T
9	5.20	7.60	2	2.12	1.62	1.69	1.689	13.501	1.319	0.0178	8T
10	5.80	7.60	1	1.75	1.35	1.40	1.403	12.840	1.417	-0.0010	6T
11	6.40	7.60	1	1.96	1.51	1.57	1.572	12.191	1.527	-0.0196	6T
12	7.00	7.60	1	2.22	1.72	1.79	1.787	11.581	1.651	-0.0385	6T
13	7.60	7.60	1	2.34	1.99	2.07	2.070	11.010	1.788	-0.0585	6T
14	8.20	7.60	1	1.90	2.36	2.46	2.459	10.502	1.933	-0.0810	6T
15	8.80	7.60	1	1.42	3.35	3.47	3.470	11.445	2.068	-0.1088	6T
16	9.20	7.60	1	0.74	4.11	4.25	4.252	11.598	2.133	-0.1329	6T

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 6 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울~문산고속도로 민간투자사업

BEARING CAPACITY for GIVEN LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
Ultimate bearing capacity, q-ult	1267.8	1023.8	[kPa]
Meyerhof stress, σv	314.51	444.0	[kPa]
Eccentricity, e	0.87	1.68	[m]
Eccentricity, e/L	0.115	0.222	
Fs calculated	4.03	2.31	
Base length	7.60	7.60	[m]



SCALE:

0 2 4 6[m]

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 7 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울~문산고속도로 민간투자사업

DIRECT SLIDING for GIVEN LAYOUT
(for GEOGRID reinforcements)

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.651 and Fs-seismic = 1.212

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.40	7.60	1.142	0.844	4	15T
2	1.00	7.60	1.183	0.883	4	15T
3	1.60	7.60	1.227	0.926	4	15T
4	2.20	7.60	1.275	0.973	3	10T
5	2.80	7.60	1.327	1.027	3	10T
6	3.40	7.60	1.384	1.086	3	10T
7	4.00	7.60	1.446	1.154	2	8T
8	4.60	7.60	1.514	1.231	2	8T
9	5.20	7.60	1.590	1.319	2	8T
10	5.80	7.60	1.670	1.417	1	6T
11	6.40	7.60	1.753	1.527	1	6T
12	7.00	7.60	1.841	1.651	1	6T
13	7.60	7.60	1.934	1.788	1	6T
14	8.20	7.60	2.025	1.933	1	6T
15	8.80	7.60	2.105	2.068	1	6T
16	9.20	7.60	2.141	2.133	1	6T

ECCENTRICITY for GIVEN LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1148, e/L seismic = 0.2193; Overturning: Fs-static = 2.90, Fs-seismic = 1.90

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.40	7.60	0.1048	0.2008	4	15T
2	1.00	7.60	0.0902	0.1741	4	15T
3	1.60	7.60	0.0759	0.1485	4	15T
4	2.20	7.60	0.0621	0.1240	3	10T
5	2.80	7.60	0.0486	0.1007	3	10T
6	3.40	7.60	0.0354	0.0785	3	10T
7	4.00	7.60	0.0224	0.0574	2	8T
8	4.60	7.60	0.0095	0.0372	2	8T
9	5.20	7.60	-0.0033	0.0178	2	8T
10	5.80	7.60	-0.0165	-0.0010	1	6T
11	6.40	7.60	-0.0304	-0.0196	1	6T
12	7.00	7.60	-0.0454	-0.0385	1	6T
13	7.60	7.60	-0.0624	-0.0585	1	6T
14	8.20	7.60	-0.0827	-0.0810	1	6T
15	8.80	7.60	-0.1092	-0.1088	1	6T
16	9.20	7.60	-0.1330	-0.1329	1	6T

서울~문산고속도로 민간투자사업 Page 8 of 10
Copyright ?1998-2002 ADAMA Engineering, Inc. License number M-US-0355

지반조사 보고서

제 4 장 현장조사 및 시험

4.1 강도 및 변형특성 분석

4.1.1 공내재하시험

개 요
- 지층별 변형계수 및 탄성계수를 측정하여 기초 지지력, 침하검토 및 비탈면 및 터널의 안정 해석시 입력 자료로 활용
- 점성토 : LLT, 풍화암 및 연암 : Elastometer-II, 연암~경암 : Goodman Jack 시험기로 수행

○ 기존조사 자료

▮ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
금촌터널	TTB-3	8.0	풍화암	50/8	206	290	PMT
	TTB-3	25.3	경 암	94	9,290	13,000	GMJ
	TTB-4	25.0	경 암	99	13,100	15,000	GMJ
영태터널	TTB-5	23.6	경 암	90	8,470	9,930	GMJ
	TTB-6	18.0	경 암	100	9,690	11,100	GMJ
	TTB-9	37.0	경 암	93	10,400	11,100	GMJ
	TTB-14	35.0	경 암	70	9,730	11,100	GMJ
	TTB-15	32.0	경 암	80	8,370	9,960	GMJ

▮ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
월롱1교	BB-53	19.3	연 암	27	1,026	1,076	PMT
능산2교	BB-59	4.5	풍화암	50/5	306	420	PMT
내포 IC RAMP-B3	BB-64	10.0	퇴적층(실트)	4/30	2.1	–	LLT
	BB-64	21.0	연 암	9	624	754	PMT

▮ 깎기구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
제22깎기부	CCB-6	12.0	연 암	9	743.5	1,197	PMT

○ 실시설계조사 자료

▮ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
금촌터널	BH-239	10.0	경 암	87	9,122	20,611	GMJ
	BH-239	45.0	경 암	94	23,862	67,171	GMJ

▮ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
금촌3교	BH-246	25.0	풍화암	50/4	173	287	PMT
월롱교	BH-271	9.0	풍화암	50/5	244	442	PMT
능산1-1교	BH-286	13.0	연 암	31	543	1,222	PMT
내포IC R-B교	BH-309	16.0	연 암	14	621	917	PMT
내포IC R-A교	BH-315	22.0	풍화암	50/5	237	436	PMT
	BH-315	24.0	연 암	43	452	885	PMT

▮ 깎기구간

공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
BH-243	11.0	풍화암	50/10	149	327	PMT
BH-252-1	15.5	풍화암	50/6	265	387	PMT
BH-252-1	28.0	경 암	65	13,418	17,970	GMJ
BH-254	12.0	풍화토	20/30	62	78	PMT
BH-261-5	14.5	풍화암	50/8	203	349	PMT
BH-282	15.0	연 암	11	625	1,210	PMT
BH-284	10.5	연 암	8	480	1,009	PMT
BH-287	18.5	연 암	28	1,390	2,003	PMT
BH-293	15.4	연 암	18	3,405	6,500	PMT
BH-293-1	10.0	풍화암	50/8	226	482	PMT
BH-299	18.0	연 암	0~9	523	858	PMT
BH-302	13.0	풍화암	50/4	258	529	PMT
	18.0	연 암	23	581	933	PMT
BH-306	25.0	연 암	32	1,192	2,190	PMT

▮ 쌀기구간

공 번	심 도(m)	지 층	RQD(%)/N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
BH-236	3.0	퇴적(점토)	2/30	1.93	–	LLT
BH-256	8.0	풍화암	50/7	318	513	PMT
BH-268	2.0	퇴적(점토)	8/30	9.67	–	LLT
BH-277	3.5	퇴적(점토)	3/30	3.89	–	LLT

○ 결과분석

구분	변형계수(MPa) 퇴적층	풍화토	풍화암	연 암	경 암	분석결과
터널구간	–	–	–	–	9,122~23,862	• 연암 변형계수 –교량구간:452~621MPa –깎기구간:480~3,406MPa • 위치 및 구조물별로 편차가 나타남
교량구간	–	–	173~244	452~621	–	
깎기구간	–	62	149~265	480~3,405	13,418	
쌀기구간	1.93~9.67	–	318	–	–	

4.1.2 공내전단시험

개 요
- 풍화대층에 대한 비탈면의 안정성 해석을 위한 설계지반정수 자료로 활용
  → 풍화대층의 원위치 상태의 점착력(C)과 내부마찰각(ø)측정

○ 기존조사 자료

▮ 터널구간

구분		심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	구분		심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
금촌터널	TTB-3	8.0	풍화토	50/8	20.0	28.0	영태터널	TTB-6	11.0	풍화암	50/6	27.4	32.0
	TTB-4	4.0	풍화암	50/9	26.0	32.5							

▮ 깎기구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
깎기4-1	CCB-6	12.0	연 암	9	743.5	1,197

○ 실시설계조사 자료

▮ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
금촌터널	BH-179	4.0	풍화토	50/15	18.6	28.2

▮ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
내포IC R-A교	BH-315	21.0	풍화암	50/8	32.9	28.5

▮ 깎기구간

구분	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	구분	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
BH-252-1	12.5	풍화토	50/13	17.4	28.2	BH-289	4.0	풍화암	50/7	32.3	29.8
BH-254	8.0	풍화토	18/30	14.6	24.6	BH-293	4.0	풍화토	50/18	19.4	29.3
BH-261-5	9.0	풍화토	50/17	17.5	29.4	BH-299	7.0	풍화토	50/28	15.8	27.1
BH-282	6.0	풍화암	50/7	32.5	31.5	BH-302	6.0	풍화토	50/27	17.2	25.9
BH-284	3.0	풍화토	50/15	18.7	27.5	BH-303-1	3.0	풍화토	50/30	18.0	28.1
BH-287	4.0	풍화암	50/8	29.7	28.3	BH-306	7.0	풍화토	50/15	19.0	25.6

○ 결과분석

구분	점착력(kPa) 풍화토	풍화암	내부마찰각(°) 풍화토	풍화암	분석결과
터널구간	18.6	–	28.2	–	• 풍화토 점착력(kPa)/마찰각(°) –교량구간:18.6/28.2 –깎기구간:14.6~19.4/24.6~29.4
교량구간	–	32.9	–	28.5	
깎기구간	14.6~19.4	29.7~32.5	24.6~29.4	28.3~31.5	

▮ 깎기구간

구 분	지하수위 GL. –m	EL. m	구 분	지하수위 GL. –m	EL. m	구 분	지하수위 GL. –m	EL. m
BH-243	14.0	28.9	BH-282	29.7	28.8	BH-299	19.3	49.9
BH-243-1	8.7	18.8	BH-284	24.2	23.1	BH-299-1	심도이하	–
BH-244	2.5	16.2	BH-287	19.0	25.2	BH-299-2	심도이하	–
BH-252-1	심도이하	–	BH-289	1.4	32.7	BH-302	24.6	63.9
BH-255-2	6.0	31.4	BH-291	2.2	34.6	BH-302-1	23.7	56.2
BH-261-5	9.2	23.8	BH-293	6.8	47.3	BH-303	심도이하	–
BH-261-6	4.0	26.8	BH-293-1	7.3	41.2	BH-303-1	심도이하	–
BH-261-8	4.3	28.5	BH-298-1	심도이하	–	BH-304-1	8.1	28.4

▮ 쌀기구간

구 분	지하수위 GL. –m	EL. m	구 분	지하수위 GL. –m	EL. m	구 분	지하수위 GL. –m	EL. m
BH-245	4.3	8.2	BH-261	1.4	30.9	BH-277	1.4	6.0
BH-253	2.5	36.2	BH-261-7	9.3	24.9	BH-285	6.5	1.2
BH-254	심도이하	–	BH-267	5.1	13.8	BH-287-1	1.0	5.9
BH-254-1	0.8	26.7	BH-267-1	2.1	19.1	BH-291-1	1.2	5.0
BH-255	4.0	33.4	BH-268	4.5	13.0	BH-291-2	1.6	3.5
BH-255-1	1.2	25.7	BH-269	1.1	15.4	BH-298	2.1	21.0
BH-255-3	1.4	25.5	BH-274	3.2	5.2	BH-304	0.5	26.5
BH-256	4.0	32.5	BH-275	2.2	6.8	BH-307	4.0	4.4
BH-258	5.0	27.0	BH-276	8.1	5.9	BH-314-2	7.0	2.8

○ 결과분석

구분	지하수위 GL. –m	EL. m
터널구간	2.2~27.0	42.8~51.5
교량구간	0.1~10.2	1.6~26.6
깎기구간	1.4~29.7	16.2~63.9
쌀기구간	0.5~9.3	1.2~36.2

분석결과
- 터널구간 지하수위는 GL(–) 2.2~27.0m, 교량구간 GL(–) 0.1~10.2m, 깎기구간 GL(–) 1.4~29.7m, 쌀기구간 지하수위는 GL(–)0.5~9.3m로 분포
- 구조물 및 위치별로 지하수위 편차가 심하게 나타남

지반조사 보고서

4.2.2 투수시험

개 요
- 지반의 투수성을 평가하여 교량기초 터파기시 유입량 계산 및 배수대책 수립
- 비탈면에서 강우에 의한 침투심도를 계산하여 강우강도를 고려한 비탈면 안정성 검토시 활용

○ 기존조사 자료

▮ 터널구간

공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
TTB-1	11.0~12.0	풍화암	50/9	$5.41X10^{-5}$	TTB-5	2.0~3.0	풍화암	50/10	$7.41X10^{-5}$
TTB-2	5.0~6.0	풍화토	23/30	$1.74X10^{-4}$	TTB-6	6.0~7.0	풍화토	3/30	$1.45X10^{-4}$
TTB-3	3.0~4.0	풍화토	7/30	$1.12X10^{-4}$	TTB-7	4.0~5.0	풍화토	43/30	$9.30X10^{-5}$
TTB-4	2.0~3.0	붕적층(SM)	14/30	$1.18X10^{-3}$	TTB-15	5.0~6.0	풍화토	32/30	$3.99X10^{-4}$

▮ 교량구간

공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BB-40	5.0~6.0	풍화암	50/8	$9.77X10^{-5}$	BB-53	2.0~3.0	퇴적층(CL)	4/30	$6.32X10^{-5}$
BB-49	5.0~6.0	퇴적층(SM)	22/30	$5.65X10^{-4}$	–	–	–	–	–

▮ 깎기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
CCB-5	4.0~5.0	풍화토	25/30	$4.24X10^{-4}$	CCB-6	3.0~4.0	풍화토	50/20	$6.46X10^{-4}$

○ 실시설계조사 자료

▮ 교량구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-246	15.0~16.0	풍화토	50/23	$4.78X10^{-4}$	BH-281	6.0~7.0	퇴적층(CL)	4/30	$9.71X10^{-5}$
BH-247	6.0~7.0	퇴적층(SM)	21/30	$4.47X10^{-3}$	BH-285-1	5.0~6.0	퇴적층(SC)	5/30	$4.88X10^{-4}$
BH-248	3.0~4.0	퇴적층(SM)	5/30	$1.20X10^{-3}$	BH-285-2	4.0~5.0	퇴적층(ML)	2/30	$6.81X10^{-4}$
BH-249	3.0~4.0	퇴적층(SC)	7/30	$1.09X10^{-3}$	BH-286	7.0~8.0	퇴적층(SM)	17/30	$3.10X10^{-3}$
BH-250	6.0~7.0	풍화토	10/30	$5.02X10^{-4}$	BH-286-1	2.0~3.0	퇴적층(SM)	5/30	$3.77X10^{-3}$
BH-261-1	7.0~8.0	풍화토	28/30	$4.47X10^{-3}$	BH-286-2	7.0~8.0	퇴적층(SM)	11/30	$3.10X10^{-3}$
BH-261-2	4.0~5.0	풍화토	50/19	$5.43X10^{-4}$	BH-288	6.0~7.0	퇴적층(SM)	10/30	$7.74X10^{-3}$
BH-261-3	10.0~11.0	풍화토	50/18	$1.65X10^{-4}$	BH-288-1	3.0~4.0	풍화토	50/19	$2.19X10^{-4}$
BH-261-4	6.0~7.0	풍화토	28/30	$3.00X10^{-4}$	BH-294-1	3.0~4.0	퇴적층(CL)	2/30	$2.28X10^{-4}$
BH-272	3.0~4.0	퇴적층(SM)	6/30	$5.98X10^{-3}$	BH-296	15.0~16.0	풍화토	50/23	$4.78X10^{-4}$
BH-278	3.0~4.0	퇴적층(CL)	3/30	$2.00X10^{-4}$	BH-297	3.0~4.0	풍화토	50/27	$3.20X10^{-4}$
BH-279	8.0~9.0	퇴적층(GM)	19/30	$2.32X10^{-3}$	BH-304-2	5.0~6.0	퇴적층(GP)	50/2	$2.48X10^{-2}$
BH-280	5.0~6.0	퇴적층(CL)	8/30	$6.61X10^{-4}$	BH-305	4.0~5.0	퇴적층(CL)	6/30	$4.70X10^{-4}$

(계속)

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-305-1	5.0~6.0	퇴적층(SC)	4/30	$2.95X10^{-3}$	BH-313	18.0~19.0	퇴적층(SM)	15/30	$5.89X10^{-4}$
BH-305-2	8.0~9.0	풍화토	41/30	$2.32X10^{-4}$	BH-314-1	18.0~19.0	퇴적층(SM)	7/30	$6.77X10^{-4}$
BH-305-6	7.0~8.0	퇴적층(GP)	33/30	$2.37X10^{-2}$	BH-315	17.0~18.0	퇴적층(SP)	13/30	$8.55X10^{-4}$
BH-308	6.0~7.0	퇴적층(CL)	3/30	$3.30X10^{-4}$	BH-317	18.0~19.0	퇴적층(GP)	30/30	$1.01X10^{-2}$
BH-311	11.0~12.0	퇴적층(SM)	3/30	$2.63X10^{-4}$	–	–	–	–	–

▮ 깎기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-243	3.0~4.0	풍화토	21/30	$6.24X10^{-4}$	BH-291	3.0~4.0	풍화토	35/30	$2.17X10^{-4}$
BH-252-1	5.0~6.0	풍화토	22/30	$9.18X10^{-5}$	BH-293	5.0~6.0	풍화토	50/23	$1.95X10^{-4}$
BH-255	5.0~6.0	풍화토	44/30	$2.17X10^{-4}$	BH-293-1	6.0~7.0	풍화토	45/30	$2.20X10^{-4}$
BH-255-2	3.0~4.0	풍화토	22/30	$1.63X10^{-4}$	BH-298-1	3.0~4.0	풍화토	32/30	$1.70X10^{-4}$
BH-261-5	4.0~5.0	풍화토	26/30	$1.52X10^{-4}$	BH-299-1	4.0~5.0	풍화토	49/30	$2.25X10^{-4}$
BH-261-8	4.0~5.0	풍화토	4/30	$1.59X10^{-2}$	BH-299-2	3.0~4.0	풍화토	37/30	$1.25X10^{-4}$
BH-282	4.0~5.0	풍화토	50/17	$2.81X10^{-2}$	BH-303	3.0~4.0	풍화토	23/30	$2.37X10^{-4}$
BH-284	3.0~4.0	풍화토	50/15	$2.48X10^{-2}$	BH-303-1	10.0~11.0	풍화토	50/17	$6.41X10^{-5}$
BH-287	2.0~3.0	풍화토	46/30	$2.34X10^{-4}$	BH-304-1	3.0~4.0	풍화토	45/30	$1.23X10^{-4}$
BH-289	2.0~3.0	풍화토	50/14	$2.41X10^{-4}$	–	–	–	–	–

▮ 쌀기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-245	5.0~6.0	풍화토	10/30	$9.36X10^{-4}$	BH-267-1	3.0~4.0	풍화토	10/30	$3.80X10^{-4}$
BH-254	10.0~11.0	풍화토	13/30	$1.23X10^{-3}$	BH-254-1	2.0~3.0	붕적층(SM)	7/30	$1.94X10^{-3}$
BH-253	3.0~4.0	풍화토	24/30	$5.50X10^{-4}$	BH-268	8.0~9.0	풍화토	10/30	$1.65X10^{-3}$
BH-255-1	4.0~5.0	풍화토	8/30	$9.15X10^{-4}$	BH-269	5.0~6.0	풍화토	47/30	$7.42X10^{-4}$
BH-255-3	2.0~3.0	전답토(SC)	2/30	$3.49X10^{-4}$	BH-274	3.0~4.0	퇴적층(SP)	10/30	$1.32X10^{-2}$
BH-256	4.0~5.0	붕적층(CL)	3/30	$1.93X10^{-2}$	BH-276	11.0~12.0	퇴적층(SP)	11/30	$1.48X10^{-2}$
BH-258	5.0~6.0	풍화토	26/30	$1.72X10^{-3}$	BH-287-1	4.0~5.0	퇴적층(SP)	6/30	$1.08X10^{-2}$
BH-261	4.0~5.0	풍화토	9/30	$5.60X10^{-3}$	BH-291-1	2.0~3.0	퇴적층(SM)	3/30	$5.61X10^{-4}$
BH-261-6	3.0~4.0	풍화토	10/30	$3.60X10^{-4}$	BH-291-2	5.0~6.0	퇴적층(GP)	24/30	$1.52X10^{-3}$
BH-261-7	3.0~4.0	풍화토	18/30	$6.93X10^{-4}$	BH-298	4.0~5.0	붕적층(SP)	50/6	$8.27X10^{-3}$

○ 결과분석

구분	전답층	퇴적층			풍화토
		점성토	모래	자갈	
교량구간	–	$3.81X10^{-4}$	$2.59X10^{-3}$	$1.52X10^{-2}$	$7.71X10^{-4}$
깎기구간	–	–	–	–	$2.10X10^{-4}$
쌀기구간	$3.34X10^{-4}$	–	$8.72X10^{-3}$	$7.66X10^{-3}$	$1.36X10^{-3}$

▮ 교량구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	k(cm/sec)	투전값	Flow Type
월롱교	BH-272	7.5 ~ 10.5	연 암	12	$2.71X10^{-5}$	2.353	Laminar Flow

▮ 깎기구간

공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	k(cm/sec)	투전값	Flow Type
BH-252-1	28.0~33.0	경 암	65~68	$3.42X10^{-5}$	2.680	Laminar Flow
BH-282	31.5~36.5	보통암	62~67	$2.58X10^{-6}$	0.239	Dilation
BH-284	24.9~29.9	연 암	0~37	$3.72X10^{-6}$	0.292	Dilation
BH-287	18.0~21.0	보통암	28~48	$6.19X10^{-5}$	5.002	Turbulent Flow
BH-289	12.0~15.0	연 암	15	$6.55X10^{-5}$	5.570	Laminar Flow
BH-291	14.8~19.2	연 암	0~20	$7.31X10^{-6}$	6.528	Dilation
BH-293	29.0~32.2	보통암	74~90	$4.75X10^{-6}$	3.811	Dilation
BH-293	19.3~22.3	연암~보통암	36~49	$1.24X10^{-5}$	1.032	Dilation
BH-293-1	19.3~22.3	경 암	67	$7.33X10^{-6}$	0.614	Dilation
BH-293-1	25.3~28.3	경 암	90	$6.14X10^{-6}$	0.514	Dilation
BH-299	24.5~27.5	보통암	44~61	$1.73X10^{-5}$	1.456	Dilation
BH-299-1	12.0~15.0	연 암	33	$4.41X10^{-5}$	3.889	Dilation
BH-299-2	30.0~33.0	보통암	44	$4.87X10^{-6}$	0.419	Dilation
BH-302	17.0~22.0	연 암	18~23	$4.77X10^{-5}$	3.709	Laminar Flow
BH-302-1	22.0~25.0	연 암	36	$5.12X10^{-5}$	4.068	Dilation
BH-303	10.0~13.0	연 암	24	$1.48X10^{-5}$	1.257	Dilation
BH-303	20.0~23.0	경 암	78~83	$5.74X10^{-6}$	0.516	Dilation
BH-303-1	25.0~28.0	보통암	46	$4.67X10^{-5}$	4.324	Dilation
BH-304-1	11.0~14.0	연 암	24	$2.16X10^{-4}$	18.832	Dilation
BH-306	21.0~24.0	연 암	25	$5.23X10^{-5}$	4.789	Dilation

○ 결과분석

구분	평균 투수계수(cm/sec)			평균 Lugeon		
	연 암	보통암	경 암	연 암	보통암	경 암
터널구간	–	$1.91X10^{-6}$	$1.62X10^{-6}$	–	2.353	7.206
교량구간	$2.71X10^{-5}$	–	–	0.066	–	2.045
깎기구간	$8.37X10^{-5}$	$2.41X10^{-5}$	$1.59X10^{-5}$	0.142	–	1.269

4.3.2 절리면전단시험

개 요
- 기반암에 발달하는 자연절리면의 전단특성을 파악하고 불연속체의 전단강성과 수직강성
- 점착력과 마찰각 산정 → 불연속체 해석물성치 산정시 기초 자료로 활용

○ 시험현황

구분	기존조사				실시설계			
	터널	교량	깎기	쌓기	터널	교량	깎기	쌓기
수량(회)	3	–	2	–	3	–	9	–

○ 기존조사 자료

구 분	공 번	심도(m)	지층	점착력 (kPa)	마찰각(°) 최대	마찰각(°) 잔류	JRC	JCS (MPa)
문봉터널	TTB-1	19.3~19.4	경 암	100.0	43.2	32.0	12~14	83.0
금촌터널	TTB-4	15.3~21.0	경 암	60.0	32.1	21.1	4~6	87.0
영태터널	TTB-12	37.0~37.3	경 암	30.0	36.8	28.7	0~2	110.0
깎기구간	CCB-2	25.4~25.6	경 암	50.0	30.9	24.8	2~4	70.0
	CCB-5	37.2~37.3	경 암	100.0	26.1	22.8	0~2	84.0

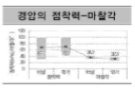
○ 실시설계조사 자료

구 분	공 번	심도(m)	지층	점착력 (kPa)	마찰각(°) 최대	마찰각(°) 잔류	JRC	JCS (MPa)
강태터널	BH-29	21.4~21.7	연 암	116.4	37.4	32.8	8~10	91.0
깎기3-1	BH-159	26.0~26.4	경 암	50.1	35.4	31.8	4~6	31.2
문봉터널	BH-180	10.1~10.6	경 암	80.6	32.6	29.2	2~4	69.1
금촌터널	BH-241	8.5~8.8	보통암	63.4	32.8	29.0	0~2	40.2
깎기	BH-99	16.3~16.8	경 암	60	32.0	28.2	4~6	24.15
깎기	BH-202	27.9~28.2	연 암	90	40.1	35.1	12~14	39.84
깎기	BH-252-1	31.4~32.0	경 암	70	30.8	27.4	2~4	43.07
깎기4-3	BH-284	25.7~25.9	보통암	90.9	35.5	31.6	4~6	81.2
깎기	BH-287	24.9~25.2	경 암	80	36.9	32.6	8~10	37.27
깎기	BH-293	29.0~29.5	보통암	70	32.8	28.5	6~8	46.77
깎기	BH-298-1	24.8~25.5	경 암	80	33.7	29.3	4~6	52.16
깎기4-7	BH-302	34.0~34.3	보통암	77.8	38.1	33.3	2~4	74.9

○ 결과분석

구 분		터널구간			깎기구간		
		연암	보통암	경암	연암	보통암	경암
점착력(kPa)		116.4	63.4	30.0~100	90.0	77.8~90.9	50.0~100
마찰각 (°)	최대	37.4	32.8	32.1~43.2	40.1	32.8~38.1	26.1~36.9
	잔류	32.8	29.0	21.1~32.0	35.1	28.5~33.3	22.8~32.6

경암의 점착력-마찰각



분석결과
- 터널구간의 점착력은 30.0~116.4kPa, 깎기구간의 점착력은 50.0~100.0kPa 범위로 분포
- 터널구간의 마찰각은 32.1~43.2°, 깎기구간의 마찰각은 26.1~40.1°범위로 분포

지반조사 보고서

(계속)

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
수로BOX	BH-305-6	4.0	매립층	18.3	2.664	N.P	N.P	86.8	78.9	33.7	4.4	SM
내포IC R-B1교	BH-308	5.0	퇴적층	34.7	2.690	36.7	17.9	–	100	98.7	20.0	CL
	BH-309	7.0	퇴적층	35.2	2.680	36.1	8.8	–	100	99.2	18.2	ML
내포IC R-B2교	BH-310	4.0	퇴적층	35.6	2.692	40.2	24.1	98.4	92.9	80.2	15.8	CL
	BH-310	7.0	퇴적층	29.9	2.677	30.5	23.2	100.0	99.1	94.1	13.6	ML
	BH-310	7.0~7.8	퇴적층	31.5	2.682	39.2	26.9	100.0	99.5	99.1	19.8	ML
	BH-310	14.0	퇴적층	7.8	2.684	N.P	100	94.8	26.8	–	–	SM
내포IC R-B3	BH-311	9.0	퇴적층	30.7	2.659	N.P	N.P	100	97.6	48.1	7.1	SM
	BH-314-1	8.0	퇴적층	20.2	2.671	30.4	23.8	–	100.0	89.8	13.5	ML
	BH-313	19.0	퇴적층	16.4	2.659	N.P	N.P	87.8	58.0	22.5	–	SM
내포IC R-A교	BH-315	9.0	퇴적층	33.5	2.673	N.P	N.P	100.0	89.5	62.0	8.6	ML
	BH-315	16.0	퇴적층	15.9	2.647	N.P	N.P	56.8	29.4	4.2	–	SP
	BH-316	10.0	퇴적층	32.9	2.677	N.P	N.P	100.0	99.9	98.4	12.3	ML
	BH-317	14.0	퇴적층	20.8	2.656	N.P	N.P	83.6	37.8	3.8	–	SP

▮ 지층별 결과분석

구 분		함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	통과중량 백분율(%) No.200	USCS
매립층		18.3	2.664	N.P	N.P	86.8	33.7	SM
붕적층		17.9~24.5	2.665~2.668	N.P	N.P	90.9~97.0	28.5~39.3	SM
퇴적층	점성토	16.3~36.3	2.673~2.695	29.4~45.4	8.8~26.9	71.8~100	54.2~99.2	CL, ML
	모래층	7.8~36.6	2.631~2.684	30.4~34.4	9.7~100	42.7~100.0	1.9~48.1	SM, SP, SC
	자갈층	5.2	2.648	N.P	N.P	27.5	7.7	GP-GM
풍화토		8.2~23.1	2.651~2.667	N.P	N.P	72.1~100.0	18.2~45.1	SM

분석결과
- 교량구간의 토질은 SM, CL, ML, SC, GP, GM으로 구성됨
- 함수비 : 5.2~36.6%, 비중 : 2.648~2.695, #200통과중량 백분율 : 7.7~99.2%

○ 깎기구간

▮ 실시설계 시험결과

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-243	3.0	풍화토	16.7	2.659	N.P	N.P	95.5	88.4	22.0	–	SM
BH-243-1	10.0	풍화토	20.4	2.661	N.P	N.P	100.0	94.8	21.6	–	SM

○ 쌍기구간

▮ 실시설계 시험결과

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-245	5.0	풍화토	20.4	2.661	N.P	N.P	100.0	96.0	21.1	–	SM
BH-253	3.0	풍화토	14.1	2.656	N.P	N.P	87.9	75.1	18.7	–	SM
BH-254-1	2.0	붕적층	9.1	2.652	N.P	N.P	91.0	51.4	23.9	–	SM
BH-255-1	2.0	붕적층	12.1	2.641	N.P	N.P	86.4	31.4	1.2	–	SP
BH-255-3	3.0	전답층	20.5	2.670	30.4	20.6	75.3	64.6	46.6	7.8	SC
BH-256	4.0	붕적층	30.8	2.685	34.5	12.7	99.4	97.3	69.2	13.2	CL
BH-258	3.0	붕적층	12.6	2.655	N.P	N.P	71.2	57.4	18.4	–	SM
BH-261	5.0	풍화토	22.5	2.667	N.P	N.P	99.1	94.7	29.2	–	SM
BH-261-6	5.0	풍화토	20.2	2.661	N.P	N.P	93.9	87.5	47.6	11.3	SM
BH-261-7	6.0	풍화토	18.1	2.658	N.P	N.P	97.8	94.3	24.3	–	SM
BH-267	7.0	풍화토	17.8	2.659	N.P	N.P	96.4	87.7	22.9	–	SM
BH-267-1	5.0	풍화토	11.6	2.656	N.P	N.P	93.8	84.5	31.6	4.8	SM
BH-268	3.0	붕적층	21.8	2.679	29.5	9.9	99.7	97.7	60.4	11.9	CL
BH-269	4.0	풍화토	20.3	2.663	N.P	N.P	96.9	83.5	25.8	–	SM
BH-274	2.0	매립층	23.3	2.675	32.9	21.4	73.9	66.3	46.3	7.5	SC
BH-274	4.0	퇴적층	27.0	2.642	N.P	N.P	99.9	85.1	4.1	–	SP
BH-275	5.0	붕적층	10.3	2.650	N.P	N.P	74.7	62.3	14.3	–	SM
BH-276	9.0	퇴적층	41.5	2.694	44.2	20.0	97.5	94.0	62.3	13.2	CL
BH-277	3.0~3.8	퇴적층	34.5	2.688	38.8	15.4	–	100.0	67.9	12.7	CL
BH-277	6.0	퇴적층	8.7	2.640	N.P	N.P	52.3	37.1	4.1	–	SW
BH-287-1	3.0	퇴적층	33.6	2.689	40.0	23.7	99.6	99.2	89.1	17.6	CL
BH-287-1	4.0	퇴적층	17.4	2.635	N.P	N.P	95.7	89.8	6.0	–	SP-SM
BH-287-1	5.0	퇴적층	16.0	2.638	N.P	N.P	84.1	36.5	0.9	–	SP
BH-291-1	2.0	퇴적층	23.2	2.662	N.P	N.P	99.8	95.3	28.3	–	SM
BH-291-1	5.0	퇴적층	5.1	2.651	N.P	N.P	29.0	23.7	3.3	–	GP
BH-291-2	2.0	퇴적층	14.9	2.659	N.P	N.P	98.8	85.4	27.0	–	SM
BH-291-2	4.0	퇴적층	8.6	2.648	N.P	N.P	47.7	38.4	3.4	–	GP
BH-298	3.0	붕적층	10.4	2.640	N.P	N.P	99.2	85.8	1.5	–	SP
BH-298	5.0	붕적층	11.6	2.642	N.P	N.P	61.7	43.8	2.1	–	SP
BH-304	1.0	붕적층	15.2	2.657	N.P	N.P	83.2	75.1	26.8	–	SM

(계속)

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-307	4.0	퇴적층	30.3	2.685	34.3	21.6	99.1	98.0	85.6	14.5	CL
BH-307	4.0~4.8	퇴적층	37.8	2.698	44.2	21.3	100.0	97.5	90.9	22.1	CL
BH-307	9.0	퇴적층	9.1	2.654	N.P	N.P	98.6	87.9	24.6	–	SM
BH-314-2	8.0	퇴적층	42.9	2.681	41.4	26.2	100.0	99.4	96.6	12.4	ML
BH-314-2	9.0	퇴적층	36.0	2.687	37.2	26.8	100.0	99.7	98.8	19.4	ML
BH-314-2	12.0	퇴적층	8.7	2.655	N.P	N.P	91.8	55.4	27.0	–	SM

▮ 지층별 결과분석

구 분		함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	Atterberg Limits(%) PI	통과중량 백분율(%) No.4	통과중량 백분율(%) No.200	USCS
매립층	모래층	23.3	2.675	32.9	21.4	73.9	46.3	SC
붕적층/전답층		9.1~30.8	2.64~2.685	29.5~34.5	12.7~20.6	61.7~99.7	1.2~69.2	SM,SC,SP,CL
퇴적층	점토층	30.3~42.9	2.681~2.698	34.3~44.2	15.4~26.8	97.5~100	62.3~98.8	CL
	모래층	8.7~27.0	2.635~2.662	N.P	N.P	52.3~99.9	0.9~28.3	SM,SP,SW
	자갈층	5.1~8.6	2.648~2.651	N.P	N.P	29.0~47.7	3.3~3.4	GP
풍화토		11.6~22.5	2.656~2.667	N.P	N.P	87.9~100	18.7~47.6	SM

분석결과
- 쌍기구간의 토질은 SM, CL, ML, SC, SP, GP, GM으로 구성됨
- 함수비 : 5.1~42.9%, 비중 : 2.635~2.698, #200통과중량 백분율 : 0.9~98.8%

4.7.2 직접전단시험

개 요 • 쌍기재의 흙재료를 대상으로 다짐상태의 직접전단시험을 수행하여 쌍기재료의 전단강도 산출

○ 실시설계 시험결과

공 번		지 층	점착력 (kPa)	마찰각 (°)	USCS
1공구	NTP-1	풍화토	12.47	29.5	SM
	NTP-2	풍화토	13.99	29.4	SM
	NTP-3	풍화토	10.09	31.4	SM
2공구	NTP-4	풍화토	9.73	38.7	SM
3공구	NTP-5	풍화토	8.53	35.5	SM
3공구	NTP-6	풍화토	13.54	30.5	SM
	NTP-7	풍화토	5.67	32.6	SM
4공구	NTP-8	풍화토	14.11	28.4	SM
	NTP-9	풍화토	11.46	32.1	SM
–	–	–	–	–	–

분석결과 • 점착력은 5.67~14.11kPa(평균 : 11.07kPa), 마찰각은 28.4~38.7°(평균 : 32.0°)의 범위 값을 보임

○ 교량구간

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	$I_{s(50)}$ (MPa)	q_u (MPa)	구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	$I_{s(50)}$ (MPa)	q_u (MPa)
금촌 3교	BH-247	21.6~21.8	보통암	4.84	96.8	능산 4교	BH-294-1	7.3~7.4	연 암	2.56	51.1
	BH-249	10.7~11.0	경 암	7.67	153.4		BH-295	10.8~10.9	보통암	2.09	41.8
	BH-250	12.1~12.3	경 암	7.14	142.8		BH-296	9.4~9.6	보통암	3.69	73.8
덕은교	BH-278	11.9~12.0	경 암	7.10	142.1	내포교	BH-297	11.3~11.4	연 암	3.94	78.8
	BH-279	12.9~13.0	보통암	4.10	82.0		BH-304-2	8.9~9.2	보통암	2.77	55.4
	BH-280	9.2~9.3	연 암	3.45	69.1		BH-305	17.8~17.9	연 암	3.10	62.1
	BH-281	11.9~12.0	연 암	3.04	60.9	내포1교	BH-305-2	13.5~13.7	보통암	2.65	53.1
능산 1교	BH-285-1	12.5~12.6	연 암	1.81	36.3	수로BOX	BH-305-6	11.5~11.6	연 암	2.32	46.4
	BH-285-2	12.0~12.1	연 암	2.05	41.0	내포IC R-B1교	BH-308	18.1~18.2	연 암	1.89	37.9
능산 2교	BH-286	13.8~13.9	연 암	1.93	38.6		BH-309	17.5~17.6	연 암	2.03	40.6
	BH-286-1	13.6~13.7	연 암	2.52	50.3	내포IC R-B3교	BH-314-1	27.5~27.6	연 암	6.44	128.8
	BH-286-2	11.3~11.4	연 암	2.24	44.9						
능산 3교	BH-288	12.0~12.1	연 암	2.89	42.2	내포IC R-A교	BH-315	24.1~24.2	연 암	2.26	45.3
	BH-288-1	10.0~10.1	연 암	1.80	35.9						

▮ 지층별 결과분석

구 분	연암 범위	연암 평균	보통암 범위	보통암 평균	경암 범위	경암 평균
$I_{s(50)}$(MPa)	1.8~6.4	2.7	2.1~4.8	3.4	7.1~7.7	7.3
q_u(MPa)	35.9~128.8	53.54	41.8~96.8	67.15	142.1~153.4	146.1

○ 쌍기구간

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	$I_{s(50)}$ (MPa)	q_u (MPa)	구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	$I_{s(50)}$ (MPa)	q_u (MPa)
쌍기9	BH-287-1	11.5~11.6	연 암	2.89	57.8	쌍기11	BH-304	2.6~2.7	연 암	2.61	52.3
산단IC	BH-291-1	11.1~11.2	연 암	3.30	66.0	내포IC	BH-314-2	18.9~19.0	연 암	2.09	41.8
쌍기10	BH-298	8.7~8.8	연 암	2.17	43.3	–	–	–	–	–	–

분석결과 • 일축압축강도의 상관성 분석결과 q_u=20.3$I_{s(50)}$으로, 상관계수 20을 적용하여 일축강도로 환산

8.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 8.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	PRN옹벽(STA.27+049~27+240)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	PRN옹벽(STA.27+049~27+240)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

8.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

8.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 전회 정밀안전점검에서 전면부 블럭 재균열, 배수시설 배수로 균열, 파손 등의 손상이 조사되었고, 금회 점검에서 추가적인 기 손상에 대한 진전, 신규손상 발생 여부 및 기존손상에 대한 보수여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

8.2.5 시설물 보수 이력

【표 8.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

8.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 8.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

8.3 현장조사 및 시험

8.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 파주시 월롱면 덕은리 68-9에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 서울문산고속도로 본선이 있으며, 하부로는 하천 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 곡선형을 가지며, 높이는 0.0~9.0m를 보이며, 총 연장은 290.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=290.0m, L=9.0m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 8.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2022. 10. 20.		조 사 자	장 진 원
시설물명	PRN옹벽(STA.27+049~27+240)		시설물 종류	2종
일 기	맑음		시설물번호	RW2020-0000099
시설물위치	행정구역	경기도 파주시 월롱면 덕은리 68-9		
	위치좌표	시점 : 37 ° 48 ' 09 "		
		종점 : 37 ° 48 ' 16 "		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	290.0m	지면노출 높 이	9.0m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	(주)대우건설
	감 리 자	(주)신성엔지니어링(오영식)	설 계 자	(주)신성엔지니어링
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 15개 구간(S1~S15)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 8.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	2.9	9	160.0~180.0m	180.0	6.9
2	20.0~40.0m	40.0	1.5	10	180.0~200.0m	200.0	5.2
3	40.0~60.0m	60.0	1.0	11	200.0~220.0m	220.0	5.2
4	60.0~80.0m	80.0	1.8	12	220.0~240.0m	240.0	5.8
5	80.0~100.0m	100.0	6.2	13	240.0~260.0m	260.0	5.8
6	100.0~120.0m	120.0	8.0	14	260.0~280m	280.0	5.0
7	120.0~140.0m	140.0	9.0	15	280.0~300.0m	300.0	4.0
8	140.0~160.0m	160.0	8.8	-	-	-	-



측점분할 작업사진



360.0~370.0m

8.3.2 부재별 외관조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트), 비포장, 하천이 혼합된 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 8.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 8.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S9	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S10	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

【표 8.3.3】 지반, 기초부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S11	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S12	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S13	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S14	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S15	상태양호	-	-	-	-	-	-	-



현 황	• 상태양호
원 인	• -
대 책	• -



현 황	• 상태양호
원 인	• -
대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

블럭식 보강토옹벽으로 블록의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일 구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 8.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 현장조사 결과, 전면부 블록은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 8.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S9	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S10	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

【표 8.3.4】 전면부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S11	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S12	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S13	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S14	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S15	상태양호	-	-	-	-	-	-	-



현 황	• 상태양호
원 인	• -
대 책	• -



현 황	• 상태양호
원 인	• -
대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과 전면부 블록은 손상이 없는 상태로 확인되었고, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었으나 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다.



【그림 8.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

■ 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로, 전면부 배수관에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 8.3.5】 주변영향인자 손상현황

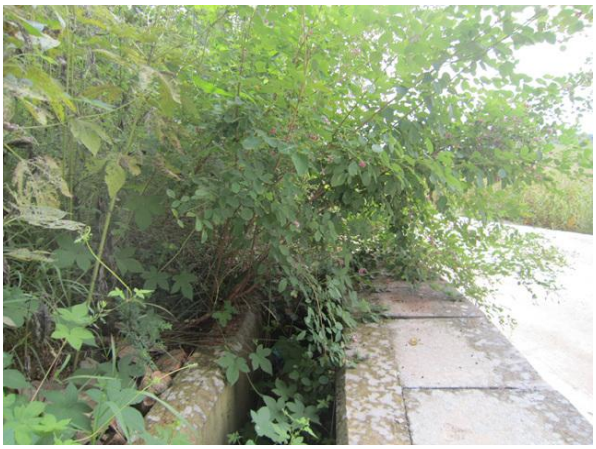
위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S2	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S3	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S4	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S5	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S6	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S7	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S8	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

【표 8.3.5】 주변영향인자 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S9	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S10	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S11	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S12	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S13	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S14	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
S15	상태양호	-	-	-	-	-	-	-



현 황	• 상태양호
원 인	• -
대 책	• -



현 황	• 상태양호
원 인	• -
대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

■ 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 원활한 유지관리를 위하여 배수로 인근 정비를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

8.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 8.3.6】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	상태양호	-
주변영향인자	상태양호	-
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	PRN옹벽(STA.27+049~27+240)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.	

【표 8.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	상태양호	-	-	-	
배수시설	상태양호	-	-	-	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

8.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(본선 STA.6+935~7+040)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 8.3.4】측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

【표 8.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	15m	-1.8	0.72	-15.0~-29.0	2.42~2.46	13.2~-27.2	1.70~1.74	a	전면
2	30m	-1.0	0.67	-15.0~-29.0	2.42~2.46	14.0~-28.0	1.75~1.79	a	전면
3	46m	-0.5	0.50	-15.0~-29.0	2.42~2.46	14.5~-28.5	1.92~1.96	a	전면
4	79m	-1.6	0.36	-15.0~-29.0	2.42~2.46	13.4~-27.4	2.06~2.10	b	전면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

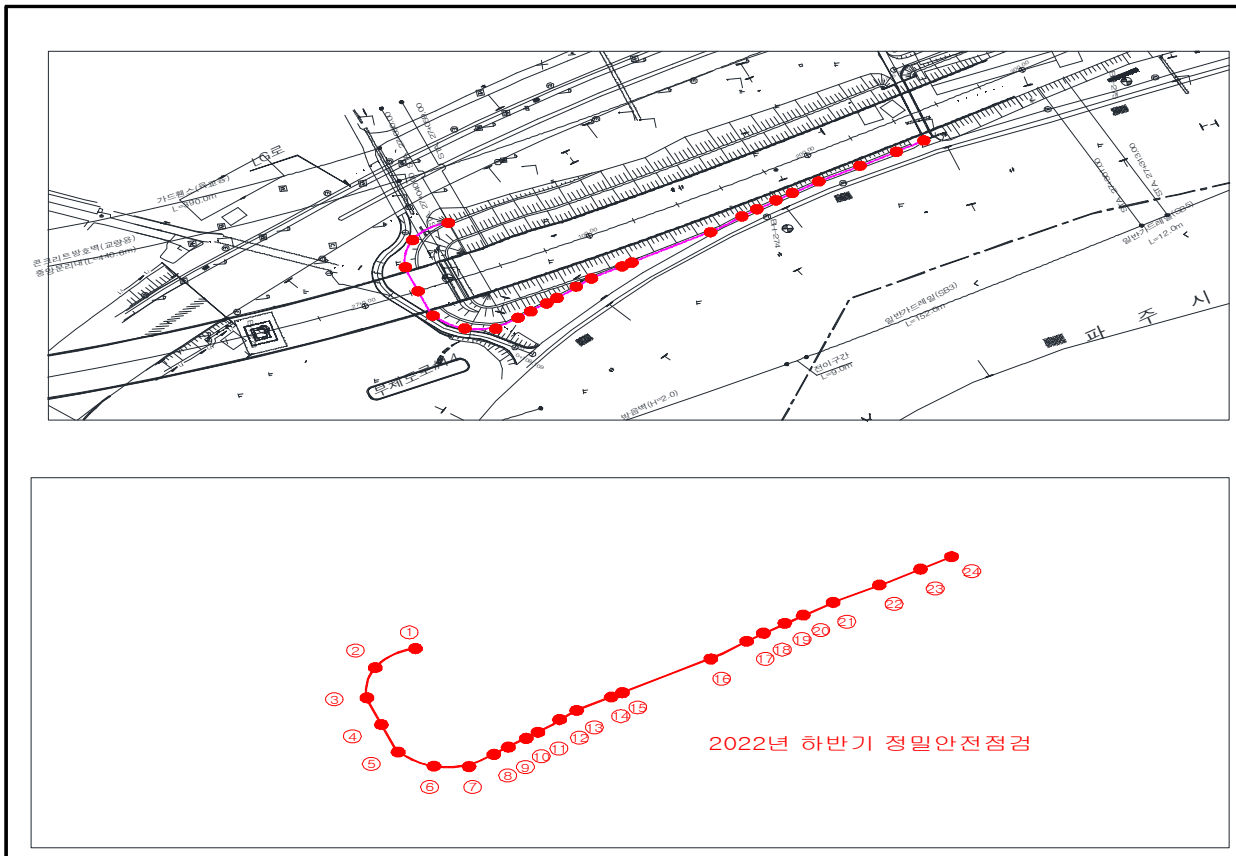
【표 8.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
5	98m	-2.4	0.39	-15.0~-29.0	2.42~2.46	12.6~-26.6	2.03~2.07	b	전면
6	117m	-3.2	0.40	-15.0~-29.0	2.42~2.46	11.8~-25.8	2.02~2.06	b	전면
7	135m	-3.2	0.36	-15.0~-29.0	2.42~2.46	11.8~-25.8	2.06~2.10	b	전면
8	141m	-3.4	0.39	-15.0~-29.0	2.42~2.46	11.6~-25.6	2.03~2.07	b	전면
9	179m	-3.3	0.63	-15.0~-29.0	2.42~2.46	11.7~-25.7	1.79~1.83	a	전면
10	199m	-3.3	0.72	-15.0~-29.0	2.42~2.46	11.7~-25.7	1.70~1.74	a	전면
11	210m	-3.0	0.65	-15.0~-29.0	2.42~2.46	12.0~-26.0	1.77~1.81	a	전면
12	225m	-4.5	1.00	-15.0~-29.0	2.42~2.46	10.5~-24.5	1.42~1.46	a	전면
13	255m	-3.5	0.64	-15.0~-29.0	2.42~2.46	11.5~-25.5	1.78~1.82	a	전면
14	270m	-4.0	0.87	-15.0~-29.0	2.42~2.46	11.0~-25.0	1.55~1.59	a	전면
15	290m	-3.0	0.75	-15.0~-29.0	2.42~2.46	12.0~-26.0	1.67~1.71	a	전면

※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

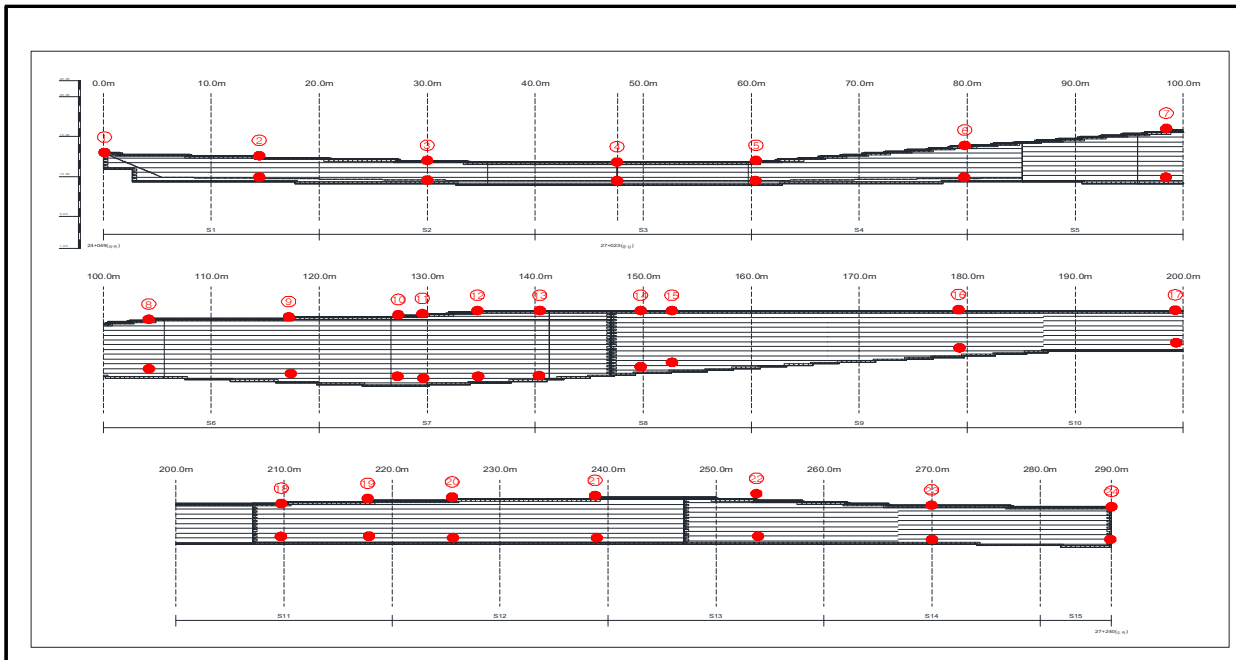
【표 8.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치	X	Y	Z	측정위치	X	Y	Z
(1)	-42.699	60.380	0.0	(13)	15.856	29.303	8.8
(2)	-57.311	50.789	2.5	(14)	28.418	36.068	7.5
(3)	-60.261	35.617	1.5	(15)	32.412	38.211	7.0
(4)	-55.093	22.183	1.0	(16)	64.614	55.172	5.2
(5)	-48.996	8.448	1.8	(17)	79.390	62.913	4.6
(6)	-35.997	1.357	4.4	(18)	85.520	66.979	4.8
(7)	-23.241	1.162	6.2	(19)	93.272	71.957	5.2
(8)	-14.187	7.275	7.0	(20)	99.968	76.042	5.6
(9)	-8.957	10.877	8.0	(21)	110.782	82.419	5.8
(10)	-2.479	15.329	8.4	(22)	127.642	91.237	5.5
(11)	1.770	18.330	9.0	(23)	140.708	100.191	4.6
(12)	9.619	24.722	9.0	(24)	152.013	106.489	4.0



[선형측량 결과]

【그림 8.3.5】 선형측량 결과



[수준측량 결과]

【그림 8.3.6】 수준측량 결과

8.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 재료시험은 콘크리트부재(블록)에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험으로 시행하였으며, 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



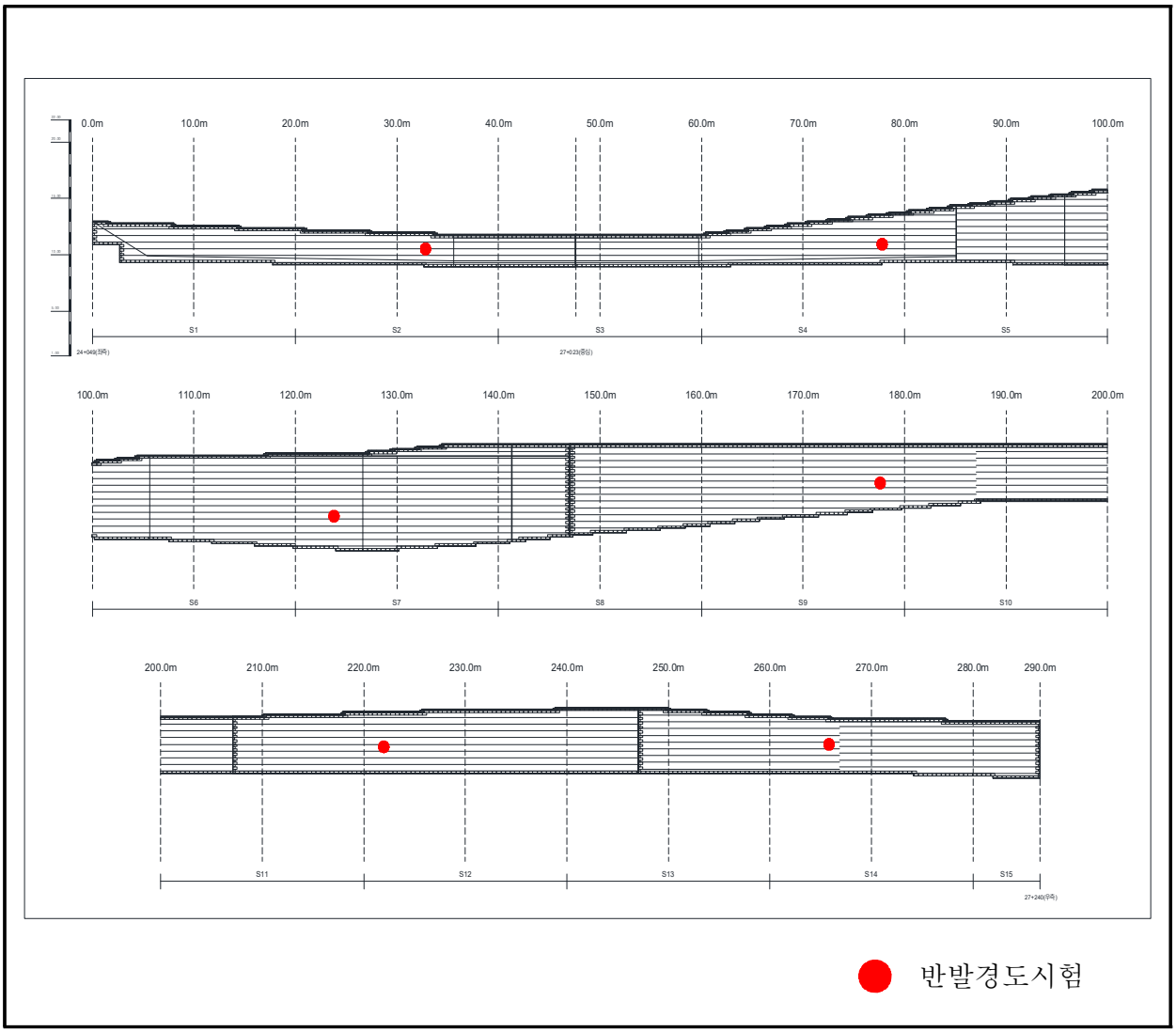
【그림 8.3.7】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 6개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다.

【표 8.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전면부	S2	47.5	28.3	29.3	0.67	101.1	104.7	28.0
	S4	47.6	28.4	29.4	0.67	101.4	104.8	
	S7	48.8	29.5	30.0	0.67	105.2	107.0	
	S9	47.6	28.4	29.4	0.67	101.4	104.8	
	S12	48.9	29.5	30.0	0.67	105.4	107.1	
	S14	49.5	28.2	28.5	0.67	100.8	101.6	



【그림 8.3.8】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

8.4 상태평가

8.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

8.4.2 상태평가 결과 산정

【표 8.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	a
									상태평가 결과					A	

8.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.00로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

8.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

8.5 종합평가 및 안전등급 지정

8.5.1 종합평가 결과

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

【표 8.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	PRN옹벽(STA.27+049~27+240)		표 번 호	[표 8.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.00	A	근거표번호	[표 8.4.1]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.00	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

8.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 옹벽의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 **"A등급"**으로 지정하였다.

【표 8.5.2】 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

8.6 보수·보강 및 유지관리방안

8.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 8.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		-			-	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		-			-	
	합계	-		-			-	
개략공사비 총계(천원)		-						

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

8.6.2 유지관리방안

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

【표 8.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배수시설	· 배수로에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
성토부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기초부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

8.7 종합결론

8.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- PRN옹벽(STA.27+049~27+240)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차 내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.00, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

8.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 일부 손상이 확인되었으나 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 및 손상진전 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

8.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 옹벽의 전면부, 상부성토부, 배수시설에서 특별한 관리가 요구되는 사항은 조사되지 않았다.

8.7.4 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 바람직하다고 판단된다.