

및 공동시설점검 기술용역
2023년 상반기 시설물 안전점검

정밀안전점검
종 외 용역

2023.04

대 (주) 명성엔지니어링
구 동부순환도로 (주) 링

2023년 상반기 시설물 안전점검
및 공동시설 점검 기술용역
정밀안전점검 보고서

[종 외 옹벽 시설물]

2023. 04

대 구 광 역 시

대구동부순환도로(주)

(주)명성엔지니어링

제 출 문

대구동부순환도로(주) 귀하

귀사와 계약 체결한 『2023년도 상반기 시설물 안전점검 및 공동시설점검 기술용역』
을 성실히 수행하고 그 결과를 본 교량 정밀안전점검 보고서에 수록하여 부속자료와 함
께 제출합니다.

2023년 04월 09일

(주) 명성엔지니어링

대표이사 김선무(인)



연호고가교 범물방향 시점부 옹벽 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	2023년도 상반기 시설물 안전점검 및 공동시설점검 기술용역	점검기간	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		
관리주체명	대구동부순환도로(주)	대표자	정 인 호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	종 류	콘크리트 옹벽	종 별	종 외
준공일	2002년 08월 24일	점검금액 (천원)		안전등급	A
시설물위치	대구광역시 수성구 연호동	시설물규모	연장 : 153.6m, 높이 : 4.5m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	－ 없음				
점검 주요결과	－ 전면부 상태양호 － 기초부 상태양호 － 주변영향인자 상태양호				
주요 보수·보강	－ 주의관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
책임기술자	이 상 훈	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
참여기술자	정 지 운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	장 진 원	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	서 동 진	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	황 상 윤	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	양 주 윤	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	손 기 영	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	전 희 균	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
라. 참고사항					
－ 차기 중점관리부위 : 신규손상의 발생 여부 확인 － 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음					

연호고가교 범물방향 시점부 옹벽 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견	
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 연호고가교 범물방향 시점부 옹벽의 현장조사 결과, 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로써 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 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	상태양호	주의관찰
SPAN 2	a	상태양호	주의관찰
SPAN 3	a	상태양호	주의관찰
SPAN 4	a	상태양호	주의관찰
SPAN 5	a	상태양호	주의관찰
SPAN 6	a	상태양호	주의관찰
SPAN 7	a	상태양호	주의관찰
SPAN 8	a	상태양호	주의관찰
SPAN 9	a	상태양호	주의관찰
SPAN 10	a	상태양호	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
해당사항 없음	—	해당사항 없음	—	—

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	30.1~31.2 MPa	설계기준강도(24MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.0~0.4%	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	—	—	—	—	—	—	—
상부 포장부	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						

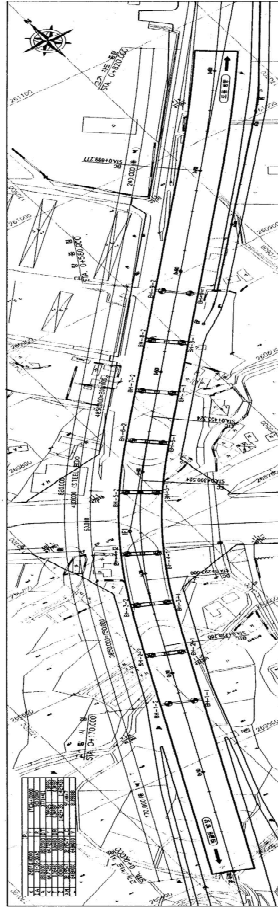
주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

연호고가교 범물방향 시점부 옹벽 중평면도

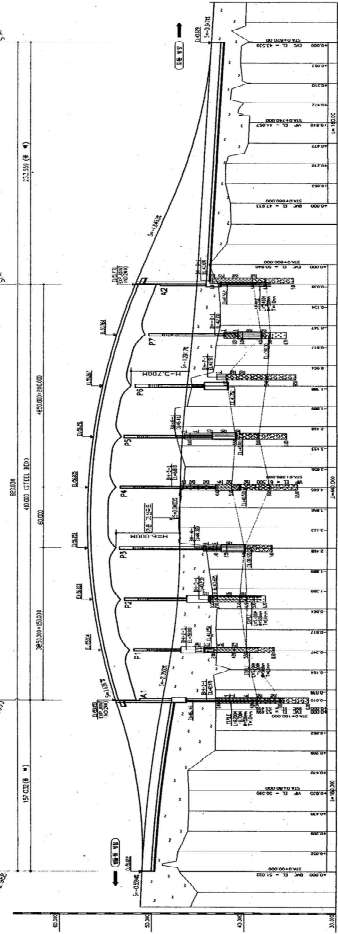
연호고가교 중평면도

중 평 면 도
5:1100

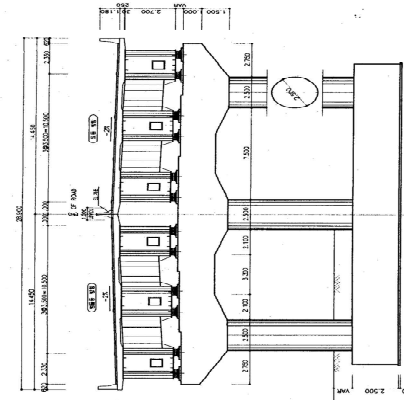


중 평 면 도

5:1100

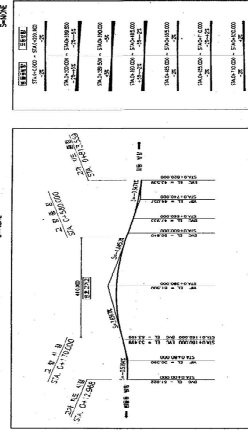


중 평 면 도
5:1100



중 평 면 도

5:1100



설계기준
1. 도로교통법 제11조 제1항
2. 도로교통법 제11조 제2항
3. 도로교통법 제11조 제3항
4. 도로교통법 제11조 제4항
5. 도로교통법 제11조 제5항
6. 도로교통법 제11조 제6항
7. 도로교통법 제11조 제7항
8. 도로교통법 제11조 제8항
9. 도로교통법 제11조 제9항
10. 도로교통법 제11조 제10항

구분	단위	수량
콘크리트	m³	1,200.00
철근	kg	1,200.00
모래	m³	1,200.00
자갈	m³	1,200.00
기타		

구분	단위	수량
콘크리트	m³	1,200.00
철근	kg	1,200.00
모래	m³	1,200.00
자갈	m³	1,200.00
기타		

구분	단위	수량
콘크리트	m³	1,200.00
철근	kg	1,200.00
모래	m³	1,200.00
자갈	m³	1,200.00
기타		

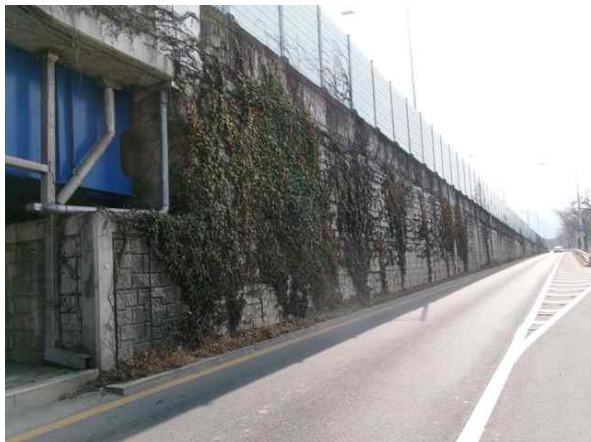
연호고가교 범물방향 시점부 옹벽 전경사진, 부위별 사진



시점부 전경



종점부 전경



하부 전경



상부 램프도로 전경



광파기를 이용한 측량 작업



스토퍼를 이용한 구간분할 측정

연호고가교 안심방향 시점부 옹벽 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	2023년도 상반기 시설물 안전점검 및 공동시설점검 기술용역		점검기간	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.	
관리주체명	대구동부순환도로(주)		대표자	정인호	
공동수급	독자수행 100%		계약방법	일반경쟁	
시설물구분	옹벽		종류	콘크리트 옹벽	종별 중외
준공일	2002년 08월 24일		점검금액 (천원)		안전등급 A
시설물위치	대구광역시 수성구 연호동		시설물규모	연장 : 153.6m, 높이 : 4.1m	
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	- 없음				
점검 주요결과	- 전면부 상태양호 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호				
주요 보수·보강	- 주의관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
책임기술자	이상훈	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
참여기술자	정지운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	장진원	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	서동진	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	황상운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	양주윤	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	손기영	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	전희균	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
라. 참고사항					
- 차기 중점관리부위 : 신규손상의 발생 여부 확인 - 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음					

연호고가교 안심방향 시점부 옹벽 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견	
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 연호고가교 안심방향 시점부 옹벽의 현장조사 결과, 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로써 현재 발생한 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 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	상태양호	주의관찰
SPAN 2	a	상태양호	주의관찰
SPAN 3	a	상태양호	주의관찰
SPAN 4	a	상태양호	주의관찰
SPAN 5	a	상태양호	주의관찰
SPAN 6	a	상태양호	주의관찰
SPAN 7	a	상태양호	주의관찰
SPAN 8	a	상태양호	주의관찰
SPAN 9	a	상태양호	주의관찰
SPAN 10	a	상태양호	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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	30.2~32.1 MPa	설계기준강도(24MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.1~0.4%	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 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
전면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부 포장부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
기초부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천 원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천 원)		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

1

연호고가교 안심방향 시점부 옹벽 전경사진, 부위별 사진



시점부 전경



중점부 전경



하부 전경



상부 램프도로 전경



광파기를 이용한 측량 작업



스토퍼를 이용한 구간분할 측정

연호고가교 범물방향 중점부 옹벽 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	2023년도 상반기 시설물 안전점검 및 공동시설점검 기술용역	점검기간	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		
관리주체명	대구동부순환도로(주)	대표자	정 인 호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	종 류	콘크리트 옹벽	종 별	종 외
준공일	2002년 08월 24일	점검금액 (천원)		안전등급	A
시설물위치	대구광역시 수성구 연호동	시설물규모	연장 : 230.0m, 높이 : 5.7m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	- 없음				
점검 주요결과	- 전면부 상태양호 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호				
주요 보수·보강	- 주의관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
책임기술자	이 상 훈	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
참여기술자	정 지 운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	장 진 원	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	서 동 진	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	황 상 윤	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	양 주 윤	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	손 기 영	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	전 희 균	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
라. 참고사항					
- 차기 중점관리부위 : 신규손상의 발생 여부 확인 - 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음					

연호고가교 범물방향 중점부 옹벽 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견	
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 연호고가교 범물방향 중점부 옹벽의 현장조사 결과, 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로써 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 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	상태양호	주의관찰
SPAN 2	a	상태양호	주의관찰
SPAN 3	a	상태양호	주의관찰
SPAN 4	a	상태양호	주의관찰
SPAN 5	a	상태양호	주의관찰
SPAN 6	a	상태양호	주의관찰
SPAN 7	a	상태양호	주의관찰
SPAN 8	a	상태양호	주의관찰
SPAN 9	a	상태양호	주의관찰
SPAN 10	a	상태양호	주의관찰
SPAN 11	a	상태양호	주의관찰
SPAN 12	a	상태양호	주의관찰
SPAN 13	a	상태양호	주의관찰
SPAN 14	a	상태양호	주의관찰
SPAN 15	a	상태양호	주의관찰
SPAN 16	a	상태양호	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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	29.3~30.5 MPa	설계기준강도(24MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.0~0.6%	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	—	—	—	—	—	—	—
상부 포장부	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(m²)으로 산출하였음.

[illegible]

연호고가교 범물방향 종점부 옹벽 전경사진, 부위별 사진



시점부 전경



종점부 전경



하부 전경



상부 램프도로 전경



광파기를 이용한 측량 작업



스토퍼를 이용한 구간분할 측정

연호고가교 안심방향 중점부 옹벽 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	2023년도 상반기 시설물 안전점검 및 공동시설점검 기술용역		점검기간	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.	
관리주체명	대구동부순환도로(주)		대표자	정인호	
공동수급	독자수행 100%		계약방법	일반경쟁	
시설물구분	옹벽		종류	콘크리트 옹벽	종별 중외
준공일	2002년 08월 24일		점검금액 (천원)		안전등급 A
시설물위치	대구광역시 수성구 연호동		시설물규모	연장 : 230.0m, 높이 : 5.8m	
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	- 없음				
점검 주요결과	- 전면부 상태양호 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호				
주요 보수·보강	- 주의관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
책임기술자	이상훈	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
참여기술자	정지운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	장진원	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	서동진	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	황상운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	양주윤	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	손기영	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	전희균	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
라. 참고사항					
- 차기 중점관리부위 : 신규손상의 발생 여부 확인 - 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음					

연호고가교 안심방향 중점부 옹벽 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견	
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 연호고가교 안심방향 중점부 옹벽의 현장조사 결과, 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로써 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 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	상태양호	주의관찰
SPAN 2	a	상태양호	주의관찰
SPAN 3	a	상태양호	주의관찰
SPAN 4	a	상태양호	주의관찰
SPAN 5	a	상태양호	주의관찰
SPAN 6	a	상태양호	주의관찰
SPAN 7	a	상태양호	주의관찰
SPAN 8	a	상태양호	주의관찰
SPAN 9	a	상태양호	주의관찰
SPAN 10	a	상태양호	주의관찰
SPAN 11	a	상태양호	주의관찰
SPAN 12	a	상태양호	주의관찰
SPAN 13	a	상태양호	주의관찰
SPAN 14	a	상태양호	주의관찰
SPAN 15	a	상태양호	주의관찰
SPAN 16	a	상태양호	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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	29.4~30.9 MPa	설계기준강도(24MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.0~0.8%	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

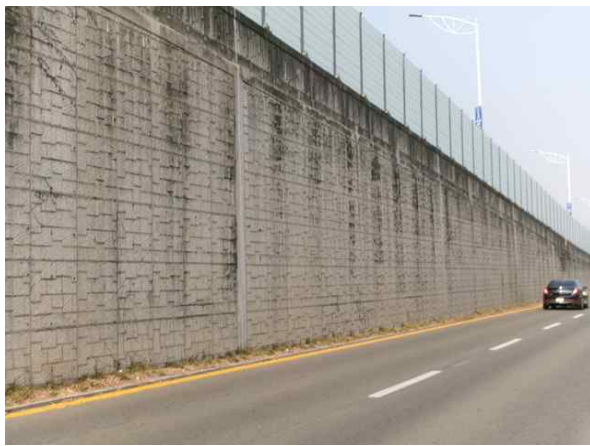
마. 보수·보강방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부 포장부	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(m²)으로 산출하였음.

연호고가교 안심방향 종점부 용벽 전경사진, 부위별 사진



시점부 전경



종점부 전경



하부 전경



상부 램프도로 전경



광파기를 이용한 측량 작업



스토퍼를 이용한 구간분할 측정

가천교 범물방향 시점부 옹벽 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	2023년도 상반기 시설물 안전점검 및 공동시설점검 기술용역	점검기간	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		
관리주체명	대구동부순환도로(주)	대표자	정인호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	옹벽	종류	보강토옹벽	종별	종외
준공일	2002년 08월 24일	점검금액 (천원)		안전등급	A
시설물위치	경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4	시설물규모	연장 : 155.0m, 높이 : 6.0m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	- 없음				
점검 주요결과	- 전면부 상태양호 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호				
주요 보수·보강	- 주의관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
책임기술자	이상훈	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
참여기술자	정지운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	장진원	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	서동진	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	황상운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	양주운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	손기영	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	전희균	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
라. 참고사항					
- 차기 중점관리부위 : 신규손상의 발생 여부 확인 - 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음					

가천교 범물방향 시점부 옹벽 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견	
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태” 으로 지정하였다. ■ 가천교 범물방향 시점부 옹벽의 현장조사 결과, 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로써 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 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	상태양호	주의관찰
SPAN 2	a	상태양호	주의관찰
SPAN 3	a	상태양호	주의관찰
SPAN 4	a	상태양호	주의관찰
SPAN 5	a	상태양호	주의관찰
SPAN 6	a	상태양호	주의관찰
SPAN 7	a	상태양호	주의관찰
SPAN 8	a	상태양호	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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	30.0~31.3 MPa	설계기준강도(30MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.0~1.0%	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

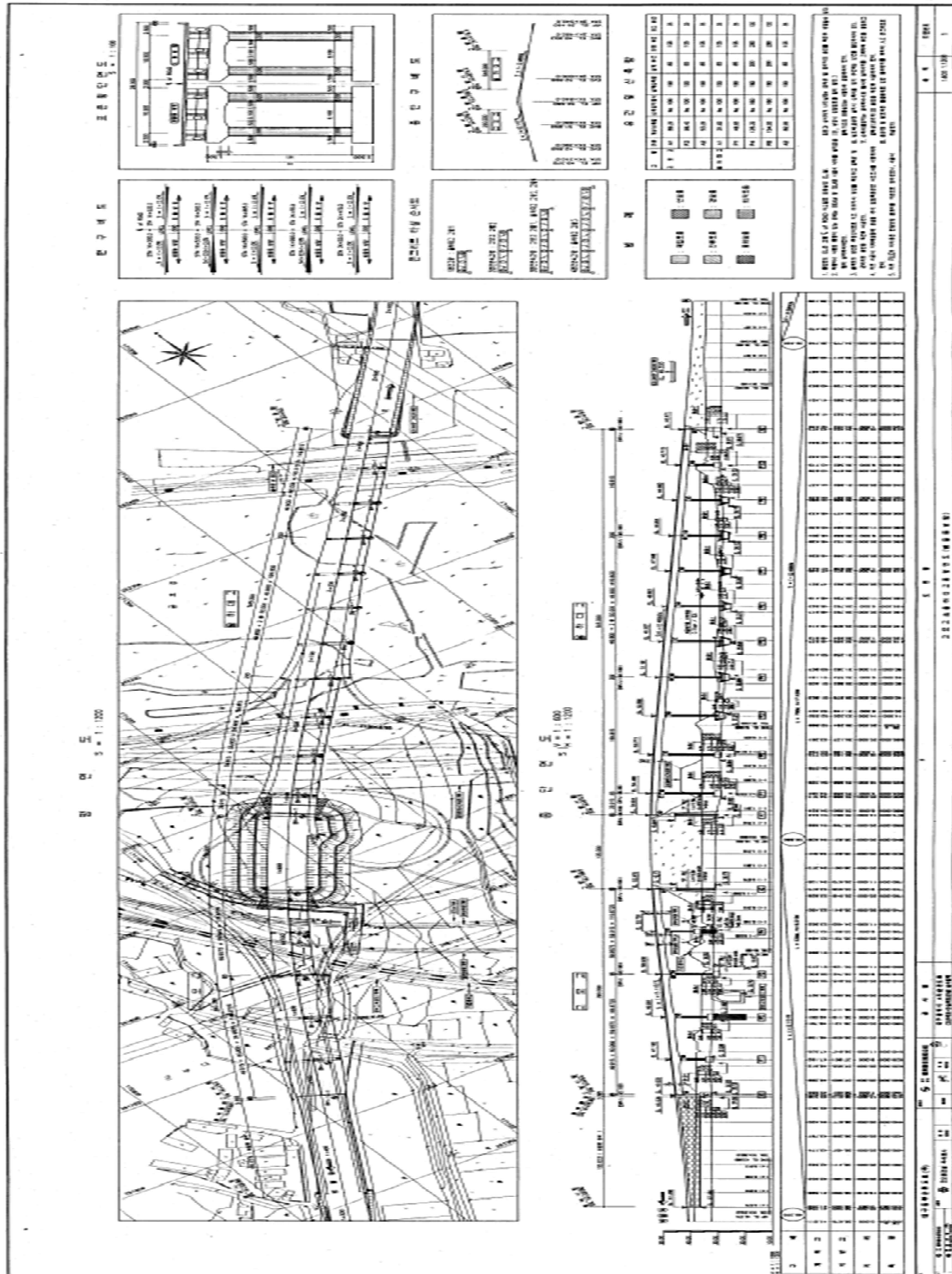
마. 보수·보강방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부 포장부	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(m²)으로 산출하였음.

가천교 범물방향 시점부 옹벽 종평면도



가천교 범물방향 시점부 옹벽 전경사진, 부위별 사진



시점부 전경



종점부 전경



하부 전경



상부 램프도로 전경



광파기를 이용한 측량 작업



스토퍼를 이용한 구간분할 측정

가천교 안심방향 시점부 옹벽 정밀안전점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	2023년도 상반기 시설물 안전점검 및 공동시설점검 기술용역		점검기간	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.	
관리주체명	대구동부순환도로(주)		대표자	정인호	
공동수급	독자수행 100%		계약방법	일반경쟁	
시설물구분	옹벽		종류	보강토옹벽	종별 종외
준공일	2002년 08월 24일		점검금액 (천원)	안전등급	A
시설물위치	대구광역시 수성구 가천동		시설물규모	연장 : 156.0m, 높이 : 6.0m	
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	- 없음				
점검 주요결과	- 전면부 콘크리트 파손, 들뜸, 철근노출, 배부름, 누수흔적 등 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 상태양호				
주요 보수·보강	- 단면보수, 단면보수(방청), 주의관찰 등				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
책임기술자	이상훈	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
참여기술자	정지운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	장진원	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	황상운	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	서동진	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		특급기술자	
	손기영	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	양주윤	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
	전희균	2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.		초급기술자	
라. 참고사항					
- 차기 중점관리부위 : 전면부 배부름 - 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 : 없음					

가천교 안심방향 시점부 옹벽 정밀안전점검 실시결과 요약문

책임기술자 종합의견	
■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태” 으로 지정하였다. ■ 가천교 안심방향 시점부 옹벽의 현장조사 결과, 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부에 콘크리트 파손, 들뜸, 판넬 파손, 철근노출, 누수흔적, 배부름 등의 손상이 조사되었다. 발생한 손상에 대하여 내구성확보 차원의 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 보수부 재손상 발생 등을 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로써 현재 발생한 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 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	콘크리트 파손 철근노출	단면보수 단면보수(방청)
SPAN 2	a	콘크리트 파손	단면보수
SPAN 3	a	콘크리트 들뜸	단면보수
SPAN 4	a	콘크리트 파손	단면보수
SPAN 5	a	상태양호	주의관찰
SPAN 6	a	상태양호	주의관찰
SPAN 7	a	패널 파손	균열보수
SPAN 8	a	배부름, 누수흔적	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
해당없음	N	해당사항 없음	—	—

라. 현장시험

시험명	시험여부	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트강도 시험	Y	30.2~31.7 MPa	설계기준강도(30MPa) 상회, 양호한 상태임
기울기	Y	0.4~2.7%	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	콘크리트 파손	단면보수	0.07	0.11	m²	230	25	3순위
	콘크리트 들뜸	단면보수	0.50	0.75	m²	230	173	3순위
	철근노출	단면보수 (방청)	0.03	0.05	m²	300	15	3순위
	패널 파손	단면보수	0.02	0.03	m²	230	7	3순위
	누수흔적	주의관찰	1.75	2.63	m²	—	—	—
	배부름	주의관찰	12.50	18.75	m²	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부 포장부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
기초부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		220		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		110		
	합계	—		—		330		
개략공사비 총계(천원)		330						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

[illegible]

가천교 안심방향 시점부 옹벽 전경사진, 부위별 사진



시점부 전경



중점부 전경



하부 전경



상부 램프로도로 전경

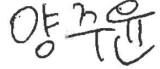
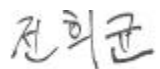


광파기를 이용한 측량 작업



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	

시설물의 위치도(1/6)



시설물의 위치도(2/6)



시설물의 위치도 (3/6)



시설물의 위치도 (4/6)



시설물의 위치도 (5/6)



시설물의 위치도 (6/6)



목 차

◎ 정밀안전점검 서두

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
제 2 장 외관조사 개요	9
2.1 외관조사 개요	11
2.2 현장조사 방법	11
제 3 장 내구성조사 개요	13
3.1 콘크리트 내구성조사 개요	15
제 4 장 상태평가 기준 및 절차	21
4.1 상태평가 개요	23
4.2 상태평가 기준	23
4.3 상태평가등급 산정절차	30
제 5 장 보수공법 및 유지관리방안	33
5.1 보수보강공법 개요	35
5.2 보수보강공법	36
5.3 유지관리방안	39

제 2 편 시설물편

1. 연호고가교 범물방향 시점부 옹벽	3
2. 연호고가교 안심방향 시점부 옹벽	3
3. 연호고가교 범물방향 종점부 옹벽	3
4. 연호고가교 안심방향 종점부 옹벽	3
5. 가천교 범물방향 시점부 옹벽	3
6. 가천교 안심방향 시점부 옹벽	3

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

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 하자 보수 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 적절한 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

2023. 03. 06. ~ 2023. 04. 09.

1.2.3 과업의 내용

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

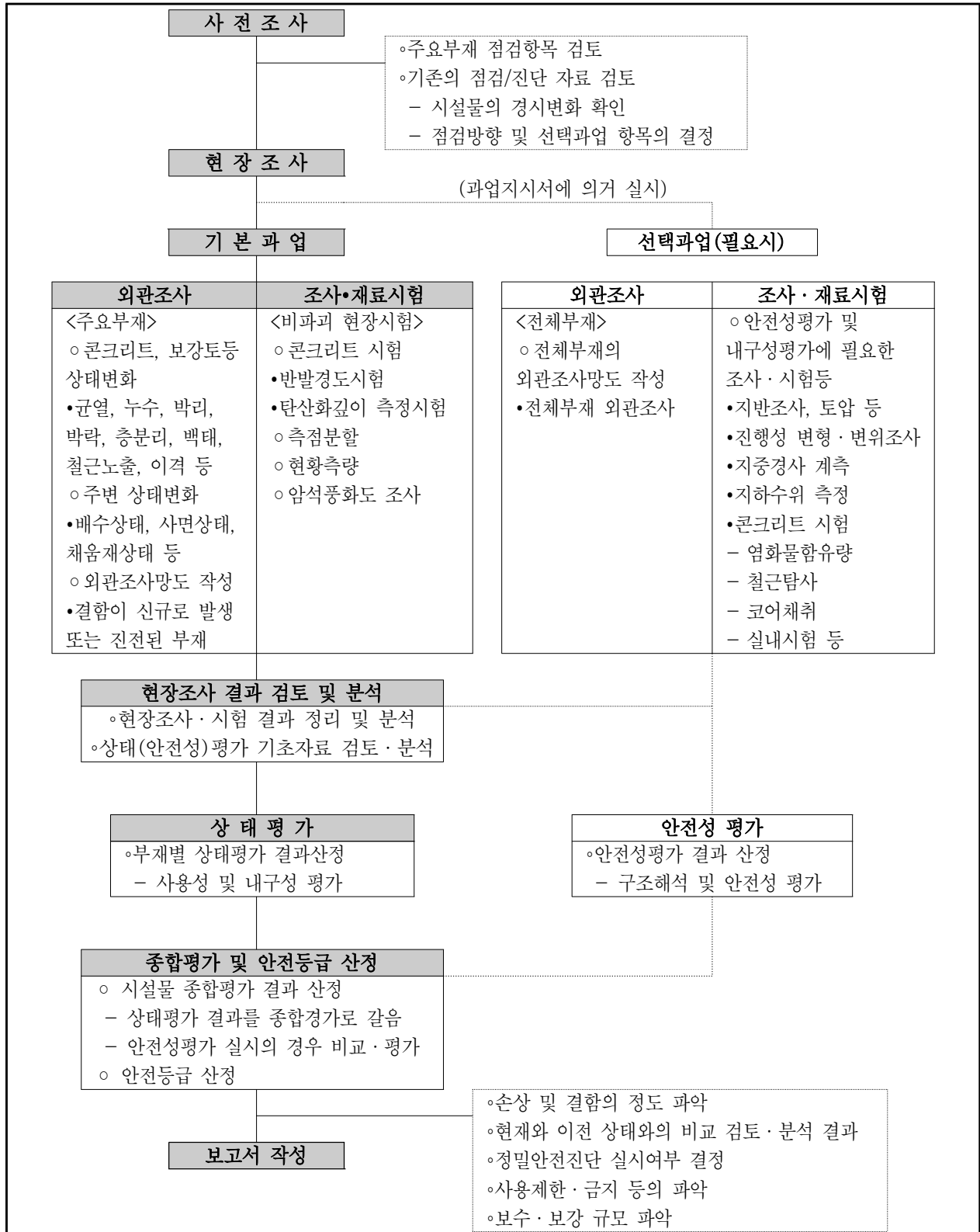
【표 1.2.1】과업의 내용

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)	안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 (2021.12) 적용
현장 조사 및 시험	현장 조사	1) 용벽의 제원 및 시공상태 조사 2) 용벽 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 유지를 위한 방안 제시	
보고서 작성		1) 보고서 작성 및 제출	

1.3 과업수행 절차 및 일정

1.3.1 과업수행 절차

본 용역의 정밀안전점검 과업수행 흐름도는 다음과 같다.



【그림 1.3.1】 용벽 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 중		2023년 3월 06일 ~ 2023년 04월 09일							비 고
		3월					4월		
		5	10	15	20	25	30	35	
1. 자료수집 및 분석 · 관계도서 수집 및 분석 현장답사 및 점검계획 수립									– 3/6 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									– 04/09 준공예정
공정율(%)	진행	10	10	20	15	15	15	15	
	누계	10	20	40	55	70	85	100	

1.4 대상시설물 개요

구 분	구조물명	규 모		형식	비고
		높 이 (m)	길 이 (m)		
연호고가교	연호고가교 범물방향 시점부 옹벽	4.5	153.6	콘크리트	
	연호고가교 안심방향 시점부 옹벽	4.1	153.6	콘크리트	
	연호고가교 범물방향 종점부 옹벽	5.7	230.0	콘크리트	
	연호고가교 안심방향 종점부 옹벽	5.8	230.0	콘크리트	
가천교	가천교 범물방향 시점부 옹벽	6.0	155.0	패널식	
	가천교 안심방향 시점부 옹벽	6.0	156.0	패널식	

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	

제2장 외관조사 개요

2.1 외관조사 개요

2.2 현장조사 방법

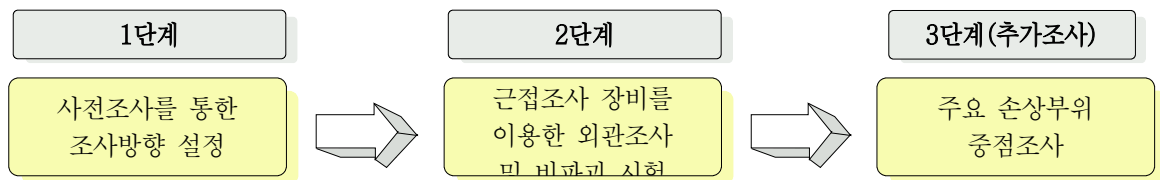
제 2 장 외관조사 개요

2.1 외관조사 개요

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

2.2 현장조사 방법

본문에서는 옹벽의 구성부재별로 외관조사 결과를 사진 중심으로 수록하였으며, 이에 따른 외관 조사망도와 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

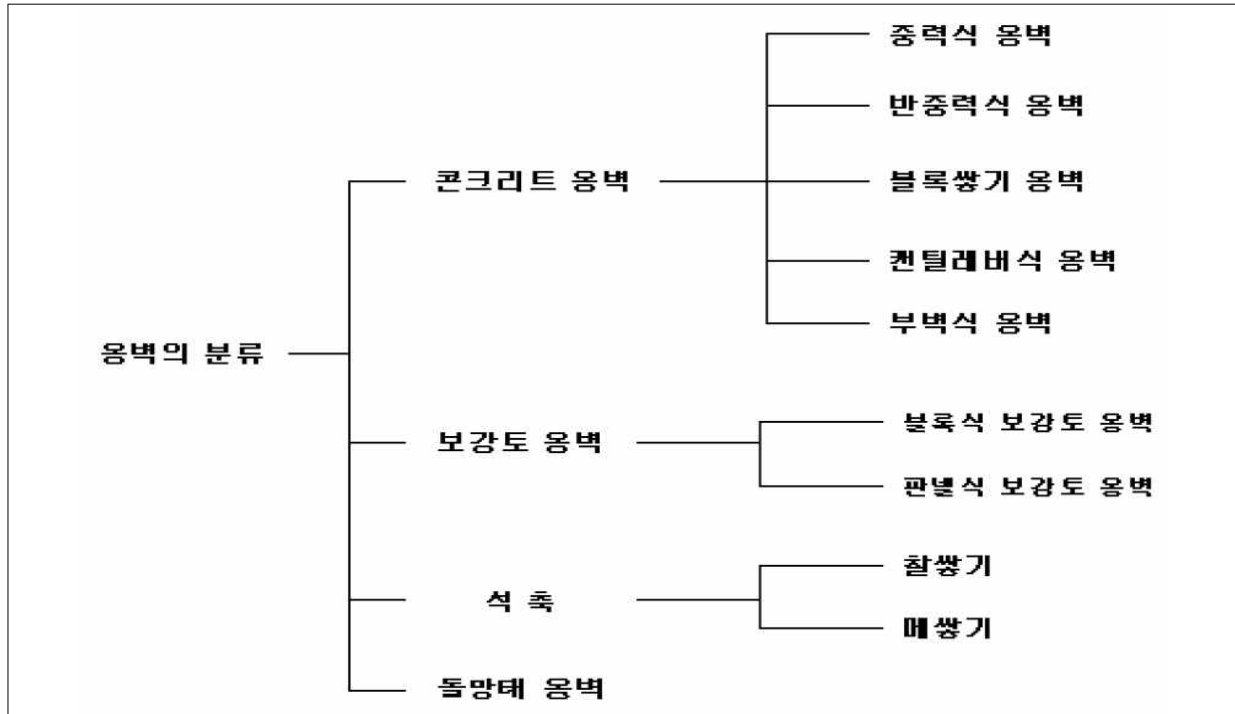
③ 절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손

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, 한국시설안전공단, 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, 계획선행오차(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, 계획선행오차(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 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 (옹벽편, 2021.12, 국토교통부, 한국시설안전공단)』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 ○ 건čit돌강도 ○ 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	○ 측정분할	○ 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

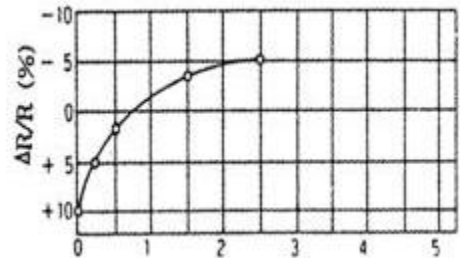
나. 재료시험 기준수량

【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 중·형 간격을 30mm기준으로 그어 직교되는 부위에 20점 이상을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값을 구하고, 각 반발경도 값이 평균값의 $\pm 20\%$ 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 건조에 따른 보정, 압축응력에 따른 반발도의 보정과 타격 방향에 대한 보정 및 재령에 따른 보정을 적용함	측정기의 기종 선정 ↓ 점검기에 의한 정도확인 ↓ 측정 장소의 확인, 요철제거 ↓ Marker 등에 의한 측정점의 표시 ↓ 측정, 20점 이상의 평균 ↓ 타격 방향, 습윤 및 재령의 보정 ↓ 강도추정식에 의한 압축강도 산출 ↓ 압축강도의 추정																																																															
보정방법	타격방향에 따른 보정($\angle R1$) <table><tr><th rowspan="2">반발경도 (R)</th><th colspan="4">수평과 이루는 각도</th><th rowspan="2">비고</th></tr><tr><th>+90°</th><th>+45°</th><th>-45°</th><th>-90°</th></tr><tr><td>10</td><td>-</td><td>-</td><td>+2.4</td><td>+3.2</td><td rowspan="6">상향수직 : +90° 하향수직 : -90°</td></tr><tr><td>20</td><td>-5.4</td><td>-3.5</td><td>+2.5</td><td>+3.4</td></tr><tr><td>30</td><td>-4.7</td><td>-3.1</td><td>+2.3</td><td>+3.1</td></tr><tr><td>40</td><td>-3.9</td><td>-2.6</td><td>+2.0</td><td>+2.7</td></tr><tr><td>50</td><td>-3.1</td><td>-2.1</td><td>+1.6</td><td>+2.2</td></tr><tr><td>60</td><td>-2.3</td><td>-1.6</td><td>+1.3</td><td>+1.7</td></tr></table> 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정($\angle R3$) 기건상태 : $\angle R3 = 0$, 습윤상태 $\angle R3 = +5$ 습하고 타격의 흔적 : $\angle R3 = +3$ 콘크리트 재령에 따른 보정(α) <table><tr><th>구분</th><th>7일</th><th>14일</th><th>21일</th><th>28일</th><th>100일</th><th>500일</th><th>750일</th><th>1000일</th><th>2000일</th><th>3000일</th></tr><tr><th>재령 (α)</th><td>1.72</td><td>1.36</td><td>1.12</td><td>1.00</td><td>0.78</td><td>0.67</td><td>0.66</td><td>0.65</td><td>0.64</td><td>0.63</td></tr></table> $R_o = R + \angle R \quad (\Rightarrow \angle R = \angle R1 + \angle R2 + \angle R3)$ 여기서, $\angle R1$: 타격방향에 따른 보정값 $\angle R2$: 압축부재의 고정하중 응력에 따른 보정값 $\angle R3$: 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값	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	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	<압축응력에 따른 반발경도 보정곡선>
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																																																													
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																																																							
압축강도 추정식	방법 1 : $F_c = -18.0 + 1.27 \times R_o$ (MPa) $\Rightarrow$ 일본 재료학회 추정식 방법 2 : $F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$ (MPa) $\Rightarrow$ 일본건축학회 추정식																																																																



<압축응력에 따른 반발경도 보정곡선>

※콘크리트 내구성 평가절차 수립(건설교통부, 시설안전기술공단, 1999.12) 참조

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조

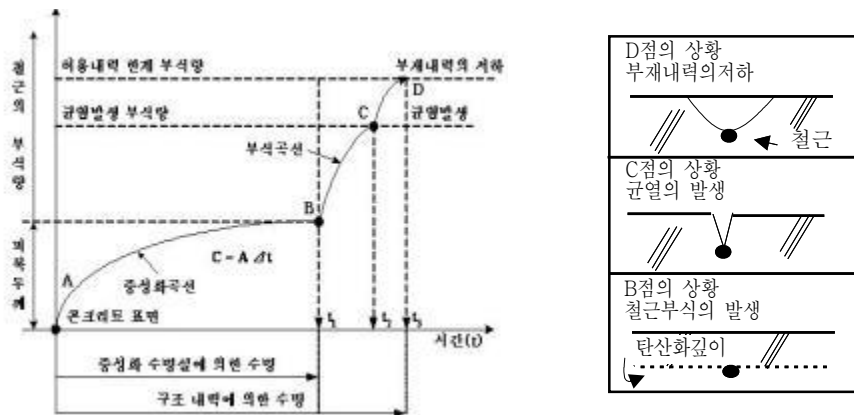
※안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토교통부, 한국시설안전공단, 2021.12) 참조

내
구
수
명
평
가

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 t_1 은 탄산화영역이 철근표면에 도달하는 시점, t_2 는 그 결과 철근이 부식되고 콘크리트에 균열을 발생시키는 시점, t_3 은 부재내력이 한계에 달하는 시점을 의미한다.

지금까지 철근콘크리트 구조물의 수명은 t_1 의 시점이라고 판단되어 왔으나 실제 구조물에 적용할 경우 많은 문제점이 나타나게 된다. 전문가에 따라서는 t_1 의 시점이 반드시 철근의 유해한 부식량의 시점이라고는 생각되지 않기 때문에, t_2 의 시점을 수명으로 산정하는 것이 적절하다는 의견이 있으므로 아직까지는 명확한 수명을 판단하기가 어렵다. 또한 다양한 환경조건에 따라 t_1 에서 t_2 도달까지의 시간이 다르기 때문에 본 과업에서는 탄산화에 대한 내구수명으로서 t_1 에 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 C 는 경과시간 t 의 평방근에 비례한다고 하는 식이 도출된다. 이것은 통상, $\sqrt{t}$ 법으로 불리며, 가장 일반적으로 사용되고 있다.

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

위의 식에서 계수 A 는 탄산화속도 계수라고 하며, A 의 수치가 큰 만큼 탄산화 속도가 크게 된다. 계수 A 는 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 t 는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C 는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A 를 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_d 는 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간, D_c 는 현장조사로부터 얻어진 철근까지의 피복두께(mm), A 는 탄산화시험으로부터 계산된 계수, t_o 는 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, 한국시설안전공단, 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 세분화였고, 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 활용하여 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	깊이	면적율 10%미만	면적율 10%이상
a	0	없음	a	a
b	1	0mm~5mm 미만	b	c
c	2	5mm~10mm 미만	c	d
d	3	10mm~20mm 미만	d	e
e	4	20mm 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 헨치하부/2 부분까지 발생한 상태
c	8	세굴이 저판의 헨치하부까지 발생한 상태
d	12	세굴이 저판의 최대두께/2 부분까지 발생한 상태
e	16	세굴이 기초저면까지 발생한 상태

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 볼투수 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(철근뿔개0이 감소되기 시작한 상태
d	1	- 철근뿔개가 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	15mm 미만	b	c
c	2	15mm~20mm 미만	c	d
d	3	20mm~25mm 미만	d	e
e	4	25mm 이상	e	e

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

【표 4.2.8】박리의 상태평가 기준

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

※ 박리는 콘크리트 벽체의 박리된 깊이를 기준으로 평가한다.

【표 4.2.9】균열의 상태평가 기준

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

【표 4.2.10】백태의 상태평가 기준

평가기준	결합점수	조사된 상태
a	0	- 없음
b	0	- 국부적으로 발견
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	•30mm 이상	- 탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	•10mm~30mm 미만	- 향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
c	•0mm~10mm 미만	- 경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
d	•0mm 미만	- 철근부식 발생
e	-	-

【표 4.2.12】 전염화물 이온량의 상태평가 기준

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	•염화물 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$	- 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	• $0.3\text{kg/m}^3 < \text{염화물} < 1.2\text{kg/m}^3$	- 콘크리트 중의 염화물 이온농도가 높으나, 부식이 발생할 가능성 적음
c	• $1.2\text{kg/m}^3 \leq \text{염화물} < 2.5\text{kg/m}^3$	- 향후 염화물에 의한 부식이 발생할 가능성 높음
d	•염화물 $\geq 0.3\text{kg/m}^3$	- 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 체체의 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

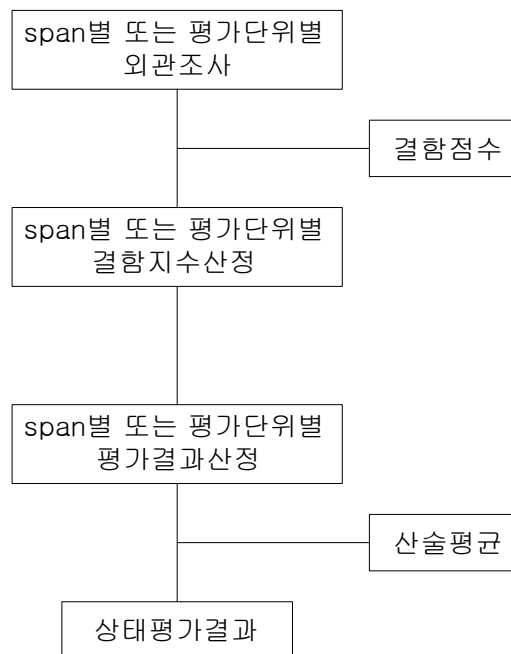
【표 4.2.5】유실 상태평가 기준

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 용벽

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 충분리	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 용벽 결함지수 (F)			①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{76}$		②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{60}$	
중력식 용벽 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 용벽의 누수에 대한 평가는 철근콘크리트 용벽에 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.

※ 수중용벽의 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	Σ 결함점수 52			②	Σ 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	$0.00 \leq F < 0.15$	F = 옹벽결함지수
B	$0.15 \leq F < 0.30$	
C	$0.30 \leq F < 0.55$	
D	$0.55 \leq F < 0.75$	
E	$0.75 \leq F$	

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, 발생한 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 발생한 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 기능장애와 노후화의 원인이 되므로, 누수방지 및 방수대책의 수립이 필요하다.

5.2.3 콘크리트 탄산화 부위 보수 공법

탄산화가 20~30mm정도 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 발생하는 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 발생하는 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 주입시킴으로써 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 뒷채움 흙의 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 충전, 주입재 충전, 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 실시절계 후 제시된 방안으로 보강하는 것이 바람직하다.
- ※ 보수·보강 수행시 공사에 따른 특기사항은 기록, 정리하여 향후 유지관리 자료로 활용할 수 있도록 하여야 한다.

1. 연호고가교 범물방향 시점부 옹벽

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. 연호고가교 범물방향 시점부 옹벽

1.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 연호고가교 범물방향 시점부에 시공된 중 외 옹벽 시설물로서 연장 153.6m, 지면노출높이 4.5m의 콘크리트옹벽이다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	연호고가교 범물방향 시점부 옹벽		종별구분	중 외
시설물번호	-		관리번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	콘크리트	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	153.6m	지면노출 높 이	4.5m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	연호고가교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

1.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 1.1.1】 위치도

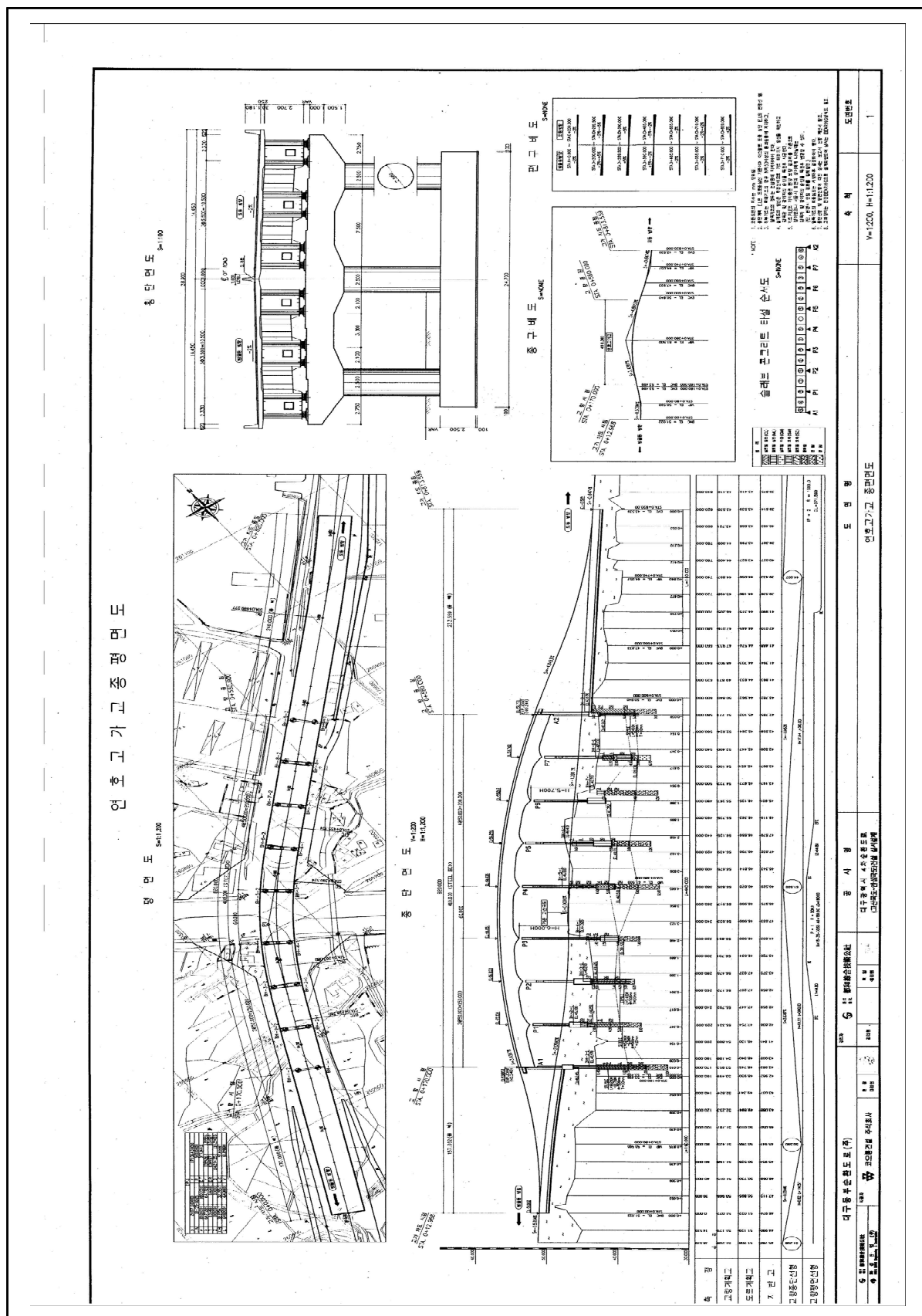


【그림 1.1.2】 전경사진

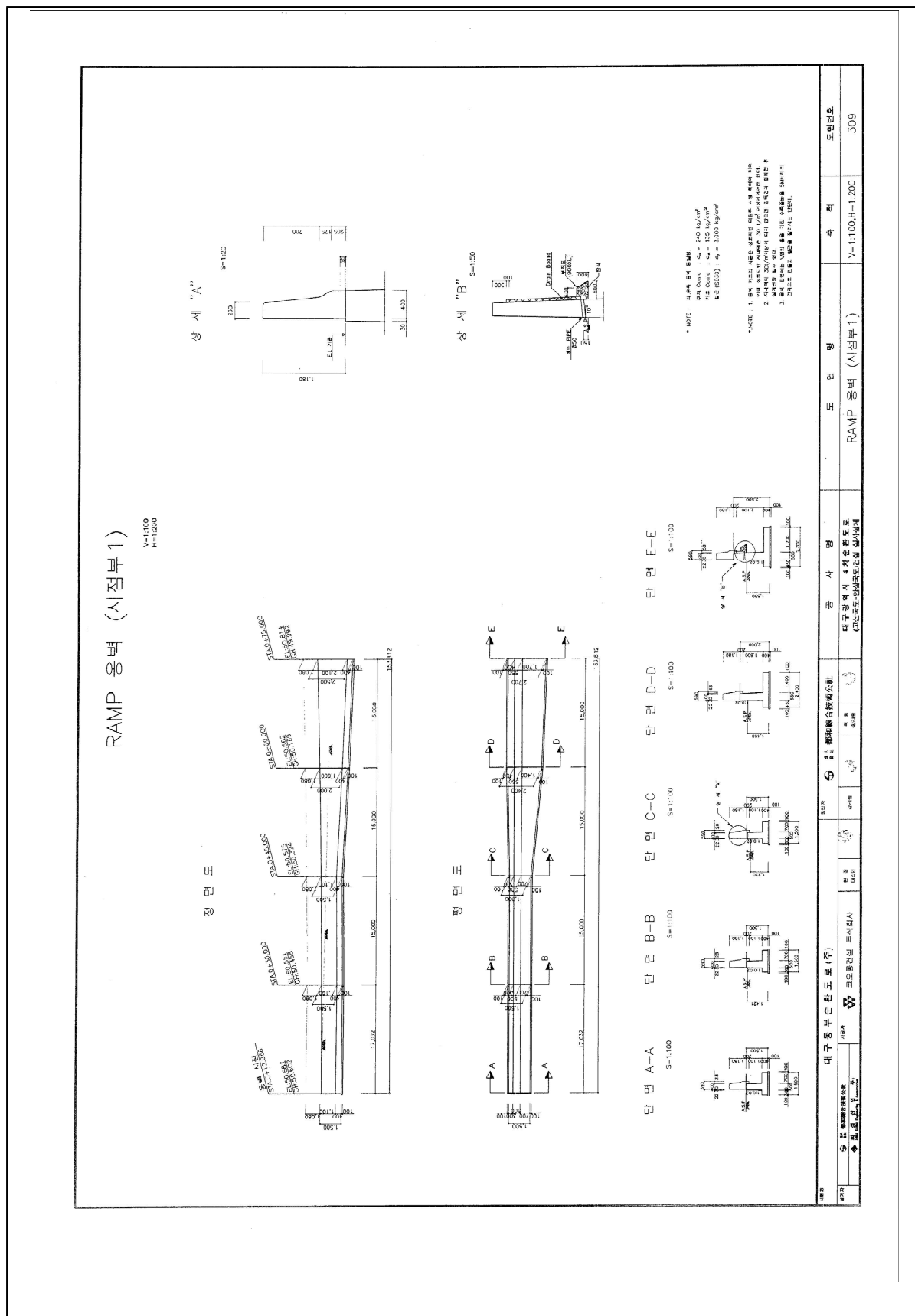
	
시점부 전경	중점부 전경
	
하부 전경	상부 램프도로 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 1.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

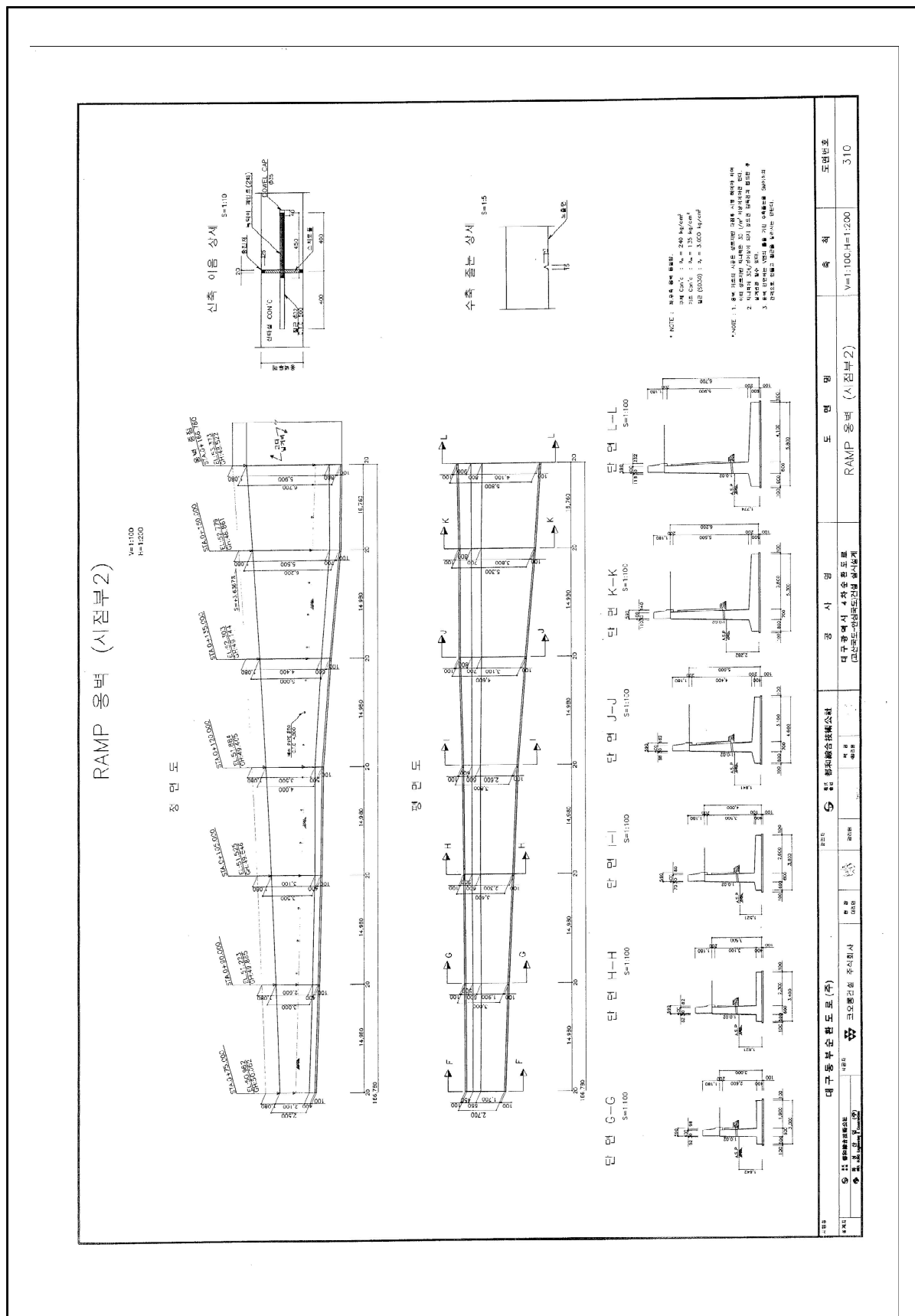
1.1.3 시설물 전개도 및 단면도



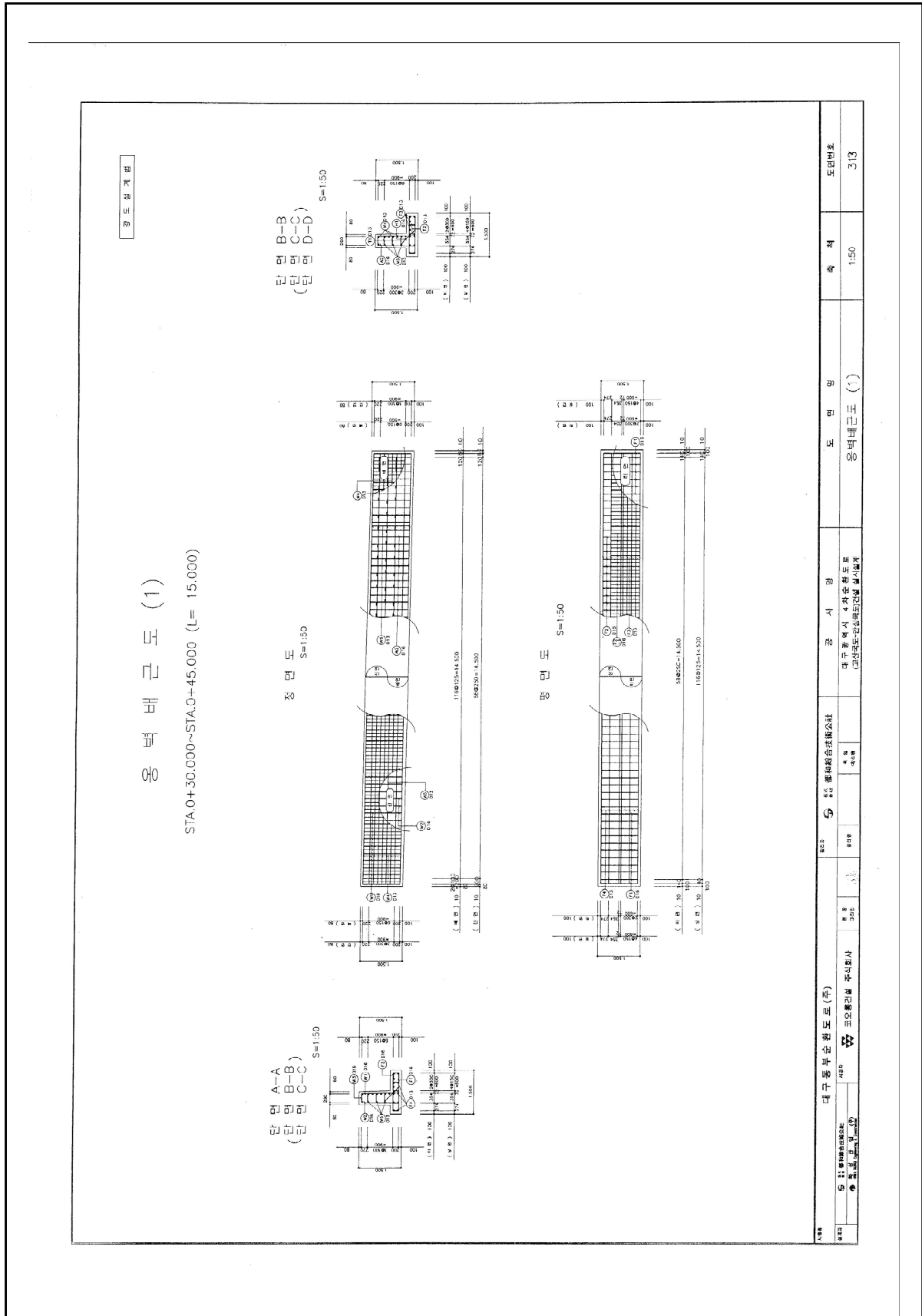
【그림 1.1.4】 종평면도



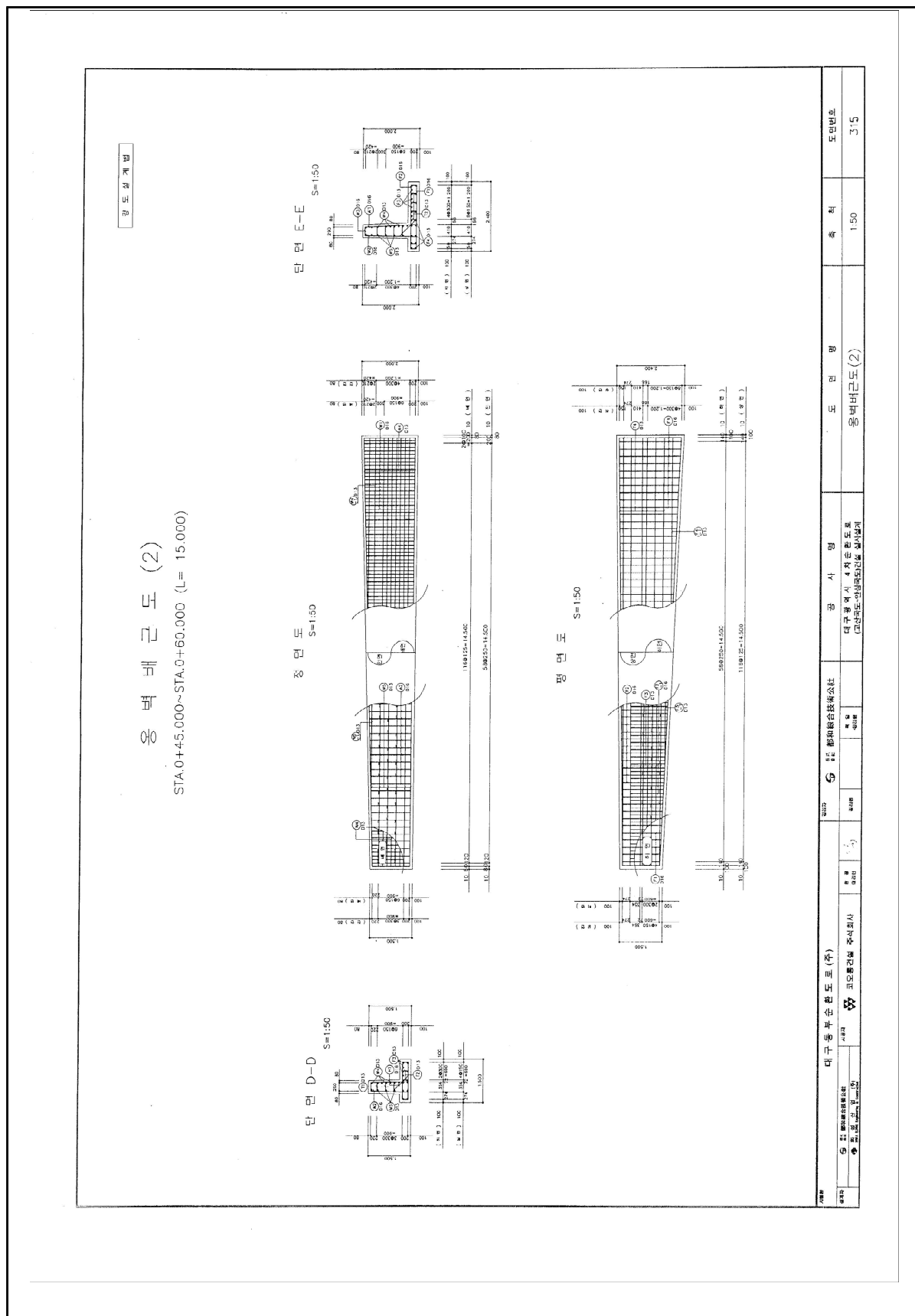
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



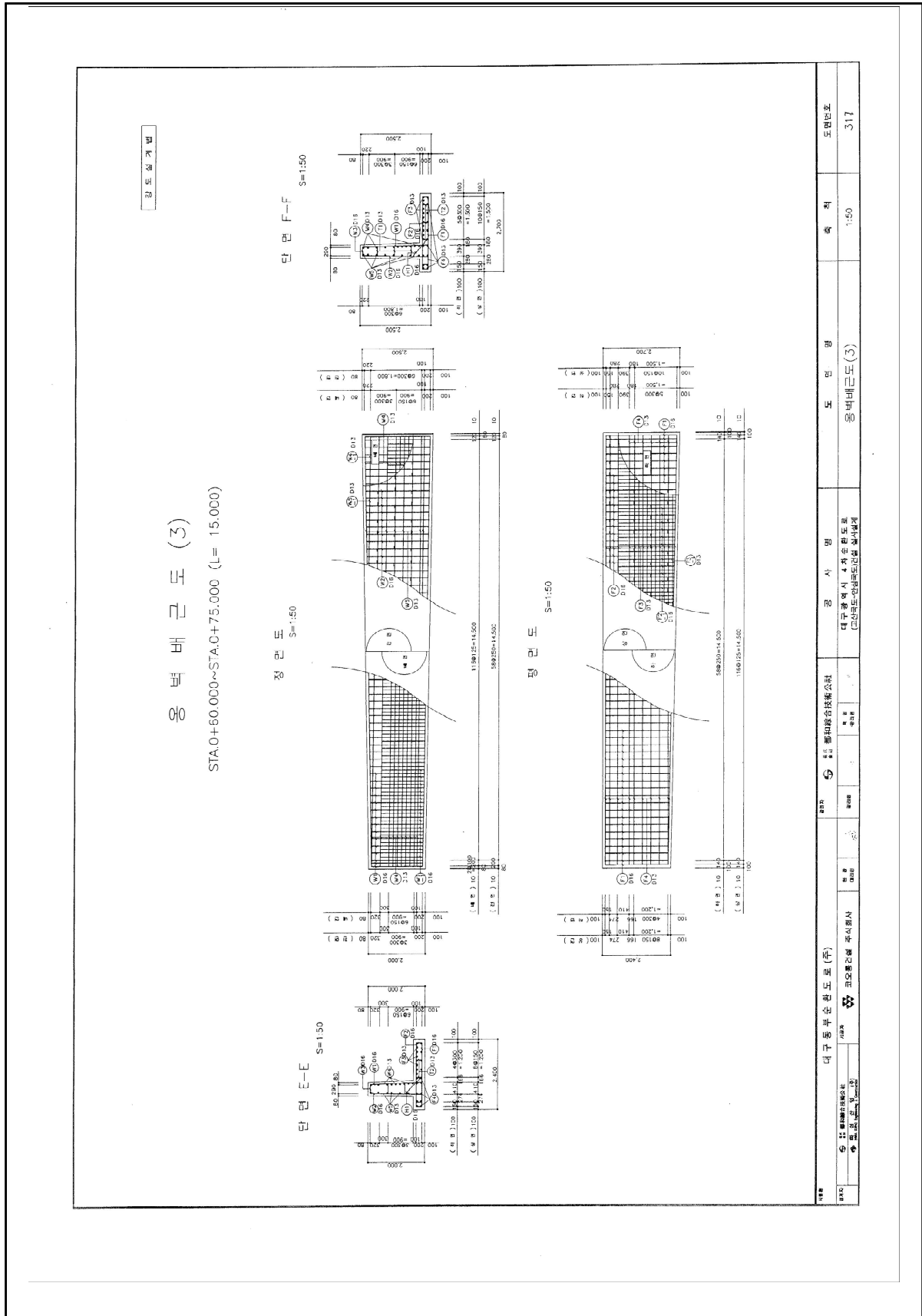
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



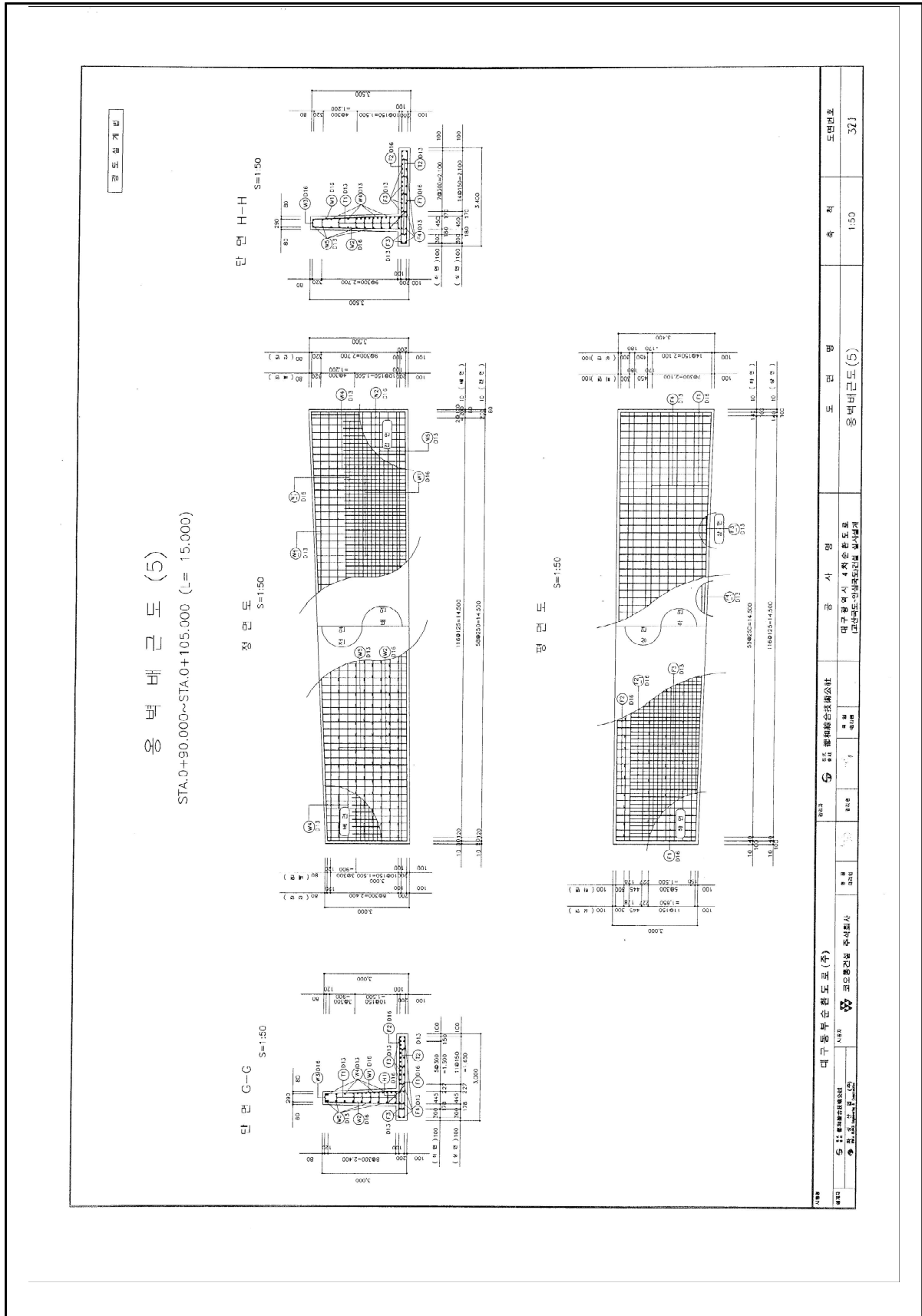
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



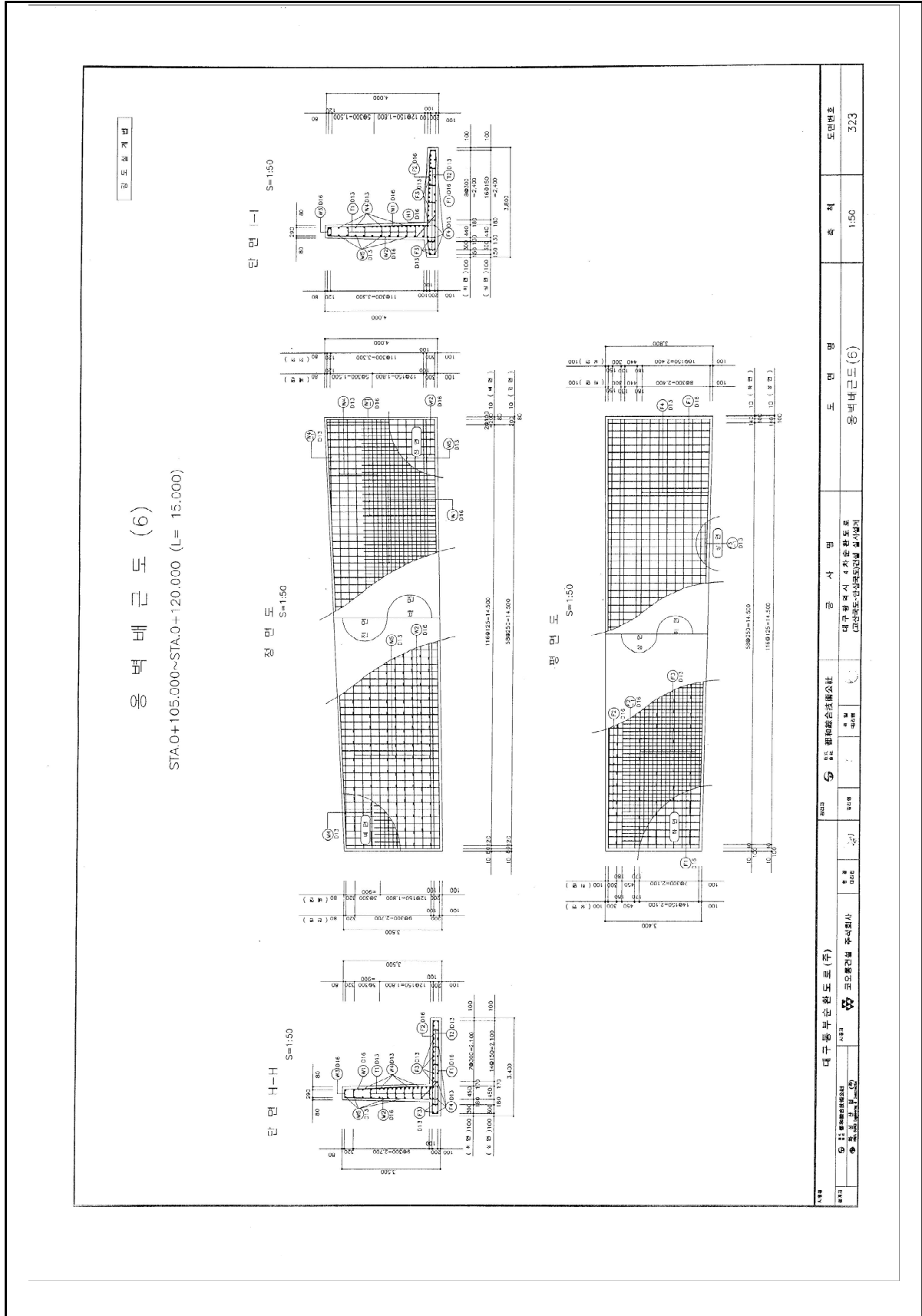
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



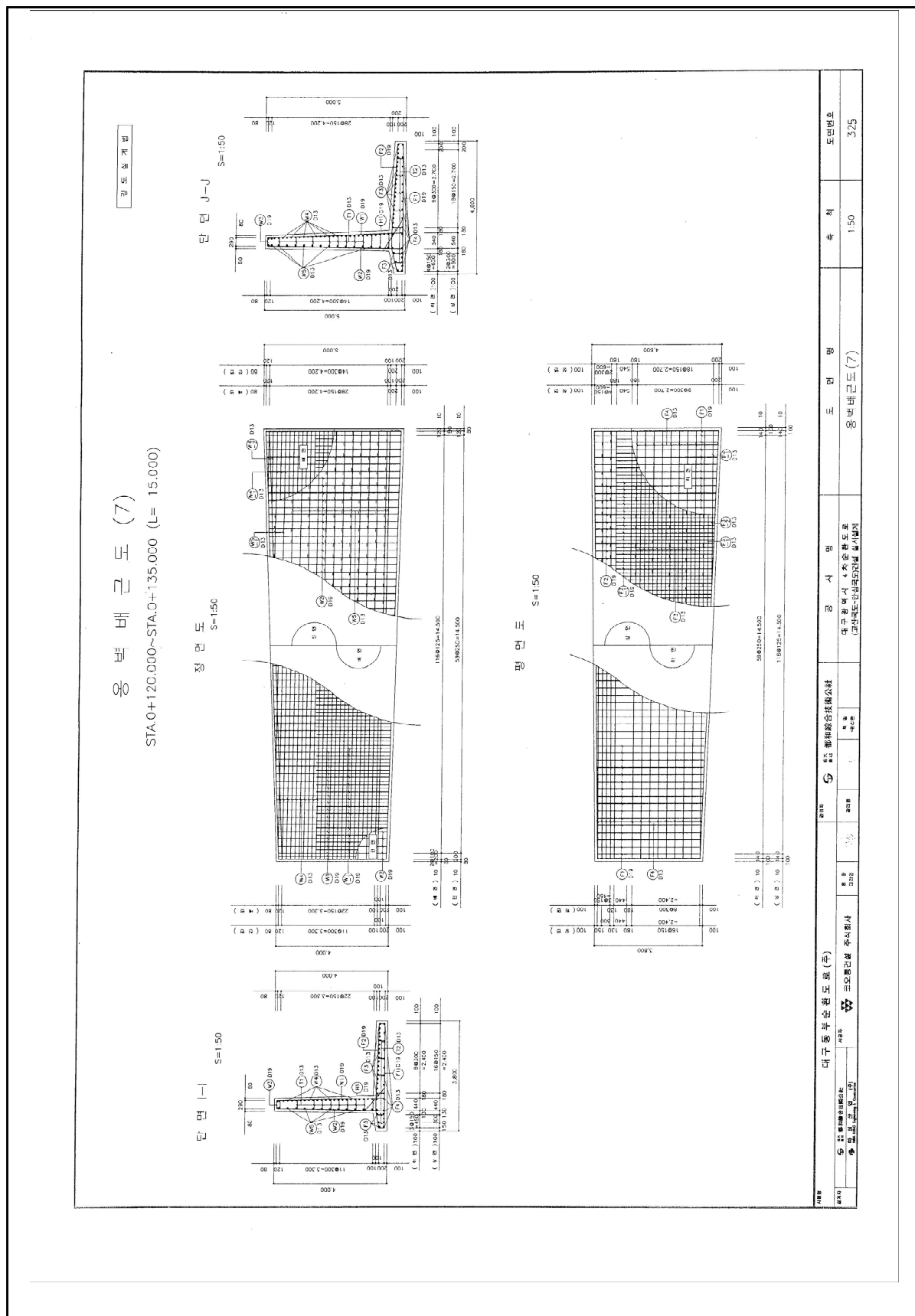
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



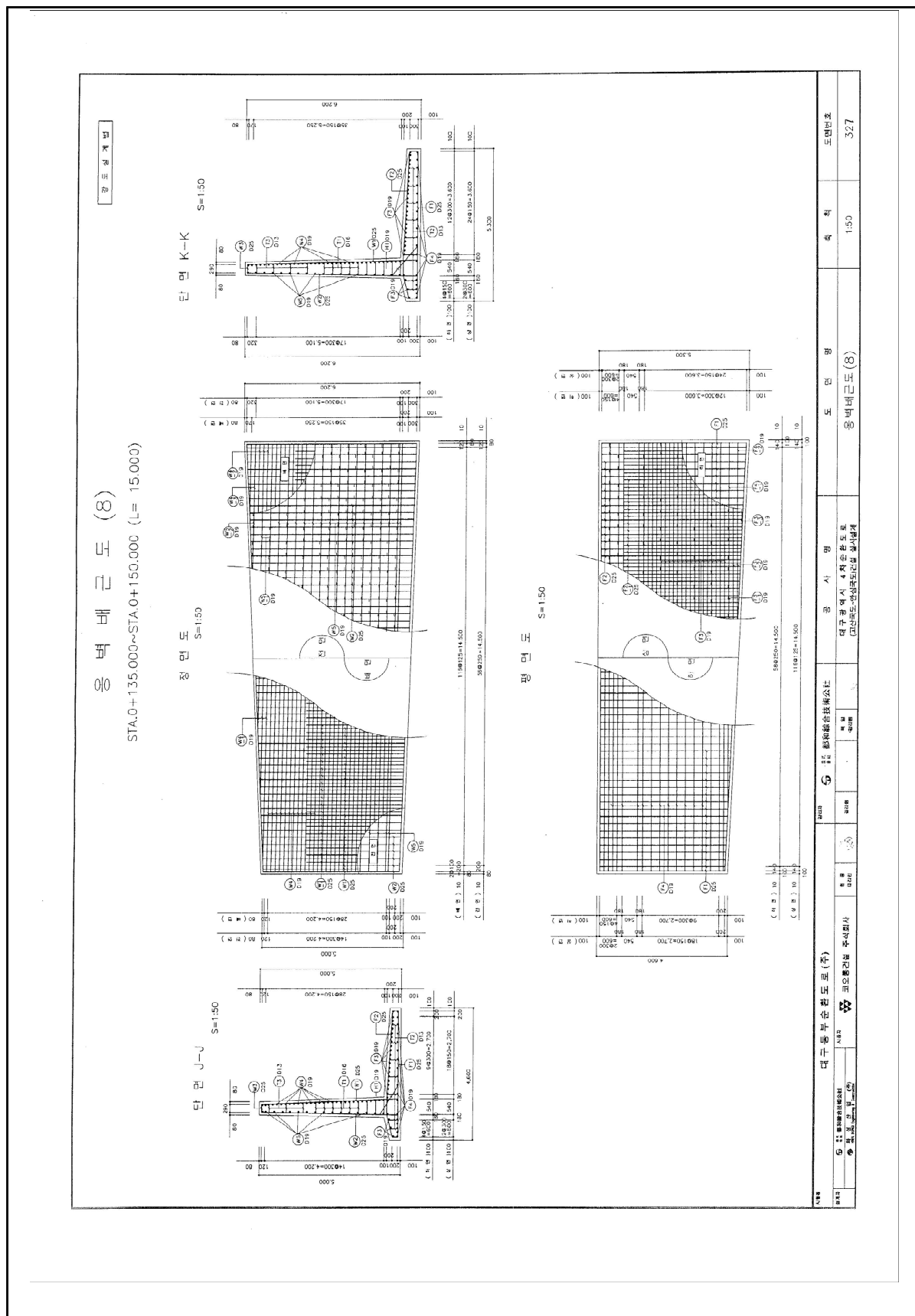
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



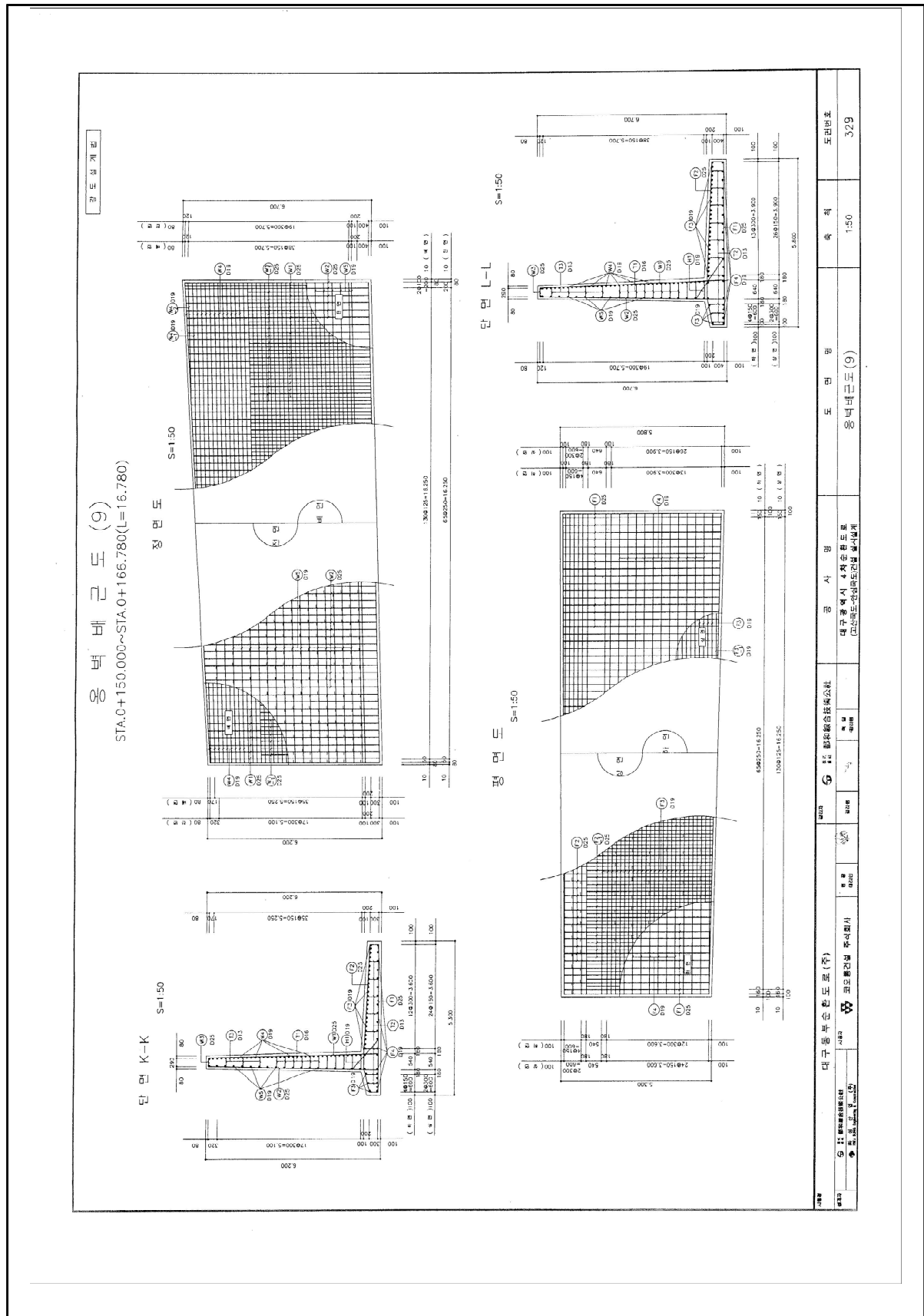
【그림 1.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【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 2002년 08월 24일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었고, 상세 내용은 부록8 에 수록하였다.

구조계산서 및 안전검토서

중 역 구 조 계 산

대구광역시 4차 순환도로(고산국도~안심국도)건설 실시설계

구조 및 수리계산서(I)

1998. 8

1. 설계 조건

- 1) 형식 : 역 T 형 옹벽 (교량 시점부)
- 2) 옹벽 제원
 - ① 옹벽의 높이 : 2.500 ~ 3.000 M
 - ② 상재하중 (q) : 1.00 t/m²
- 3) 흙의 특성
 - ① 뒷채움 토사
 - 단위 중량 : 1.90 t/m³
 - 내부 마찰각 : 30.0 °
 - ② 기초 지면
 - 내부 마찰각 : 30.0 °
 - 미활계수
 - 흙과 콘크리트 : $\tan \phi_g = \tan (2/3) \phi = 0.384$ (도 시 P 629)
- 4) 사용 재료
 - ① 콘크리트 : $\sigma_{sk} = 240$ Kg/cm²
 - ② 콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³
 - ③ 철근 (SD - 30) : $\sigma_y = 3000$ Kg/cm²
- 5) 참고 문헌
 - 도로교 표준 시방서 (건설부 1996년)
 - 철근 콘크리트 표준 시방서 (건설부 1996년)
 - 철근 콘크리트 설계편람 (건설부 1992년)

대구동부순환도로(주)

0001

-1105-
1036

방 호 벽



W1' = 0.205 M W2' = 0.175 M W3' = 0.700 M W' = 1.080 M
F1' = 0.120 M F2' = 0.070 M F3' = 0.230 M F' = 0.420 M

* 구체CONC 자중

NO	산 식	W(ton)	X(m)	Ma(t.m)
①	F1'×W1'×2.50	0.215	0.702	0.170
②	F1'×W2'×2.50	0.026	0.922	0.024
③	(F2'+F3')×W2'×2.50	0.131	0.732	0.095
④	F2'×W3×2.50+2	0.061	0.835	0.051
⑤	F3'×W3×2.50	0.403	0.697	0.281
계		0.836		0.622

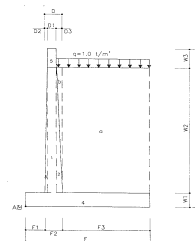
* A 점으로부터 방호벽 합력합까지 거리
 $X = 0.622 \div 0.836 = 0.744$ M

-1106-
1037

2. 하중계산

2.1 구체CONC 자중 및 뒷채움 토사

NO	산 식	W(ton)	X(m)	Ma(t.m)
①	D1×W3×2.50	2.325	0.777	2.273
②	D3×W3×2×2.50	0.319	1.025	0.330
③	D2×W3×2×2.50	0.159	0.525	0.080
④	F×W1×2.50	3.000	1.500	4.500
⑤	방 호 벽	0.836	0.744	0.622
⑥	F3×W3×1 an	0.388	2.050	0.841
⑦	D3×W3×2×1.90	0.242	1.057	0.258
계		16.877		27.314



D = 0.600 M D1 = 0.450 M D2 = 0.052 M D3 = 0.098 M
W1 = 0.400 M W2 = 2.600 M W3 = 1.080 M
F = 3.000 M F1 = 0.500 M F2 = 0.600 M F3 = 1.900 M

-1107-
1038

구조계산서 및 안전검토서

3. 토 압

3.1 토압계수 산정

1) RANKINE의 토압계수

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333 \quad (\phi = 30.0^\circ)$$

3.2 토압

1) 안침계산서 (H = 3.000 m)

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 3.000 = 0.999 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.000^2 = 2.847 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 0.999 + 2.847 = 3.846 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.999 \times 1.500 + 2.847 \times 1.000 = 4.346 \text{ t}\cdot\text{m}$$

2) 단면계산서

① 벽체 단면계산서 (h = 2.600 m)

$$P_{a1} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 2.600 = 0.866 \text{ t/m}$$

$$P_{a2} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 2.600^2 = 2.139 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1} + P_{a2} = 0.866 + 2.139 = 3.005 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1} \times h \div 2 + P_{a2} \times h \div 3 = 0.866 \times 1.300 + 2.139 \times 0.867 = 2.980 \text{ t}\cdot\text{m}$$

② 기초 단면 계산서 (H = 3.000 m)

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 3.000 = 0.999 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.000^2 = 2.847 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 0.999 + 2.847 = 3.846 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.999 \times 1.500 + 2.847 \times 1.000 = 4.346 \text{ t}\cdot\text{m}$$

4. 안정검토

구분	수직력			수평력		
	Pv	X	M _i	P _h	y	M _o
구체	①	2.925	0.777	2.273		
	②	0.319	1.035	0.330		
	③	0.169	0.635	0.000		
	④	3.000	1.500	4.500		
	⑤	0.835	0.744	0.822		
토사	⑥	9.385	2.050	19.241		
	⑦	0.242	1.057	0.258		
토압	P _{a1h}			0.999	1.500	1.499
	P _{a2h}			2.847	1.000	2.847
상재하중	1.998	2.001	3.998			
계	18.875		31.312	3.846		4.346

1) 전도에 대한 안정

$$F_{OS} = M_i \div M_o \geq 2 \text{ 일때 O.K.}$$

$$F_{OS} = M_i \div M_o = 31.312 \div 4.346 = 7.20 > 2.0 \text{ =====> O.K.}$$

2) 활동에 대한 안정

$$F_s = P_h \times \tan \phi_b \div P_v \geq 1.5 \text{ 일때 O.K.}$$

$$F_s = P_h \times \tan \phi_b \div P_v = 18.875 \times 0.364 \div 3.846 = 1.79 > 1.5 \text{ =====> O.K.}$$

$$(\tan \phi_b = 0.364 : \text{도시 P. 629})$$

3) 저반지역에 대한 안전

$$a = (M_i - M_o) \div P_v > (B \div 3) \quad e = (B \div 2) - a$$

$$FM = M_i - M_o = 31.312 - 4.346 = 26.966 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

$$a = (M_i - M_o) \div \sum P_v = 26.966 \div 18.875 = 1.429 > (B \div 3) = 3.000 \div 3 = 1.000 \text{ 이므로}$$

$$e = (B \div 2) - a \text{ 에서}$$

$$= (3.000 \div 2) - 1.429 = 0.071 < B/6 = 0.500 \text{ =====> O.K.}$$

$$Q_{max} = \sum P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 18.875 \div 3.000 \times (1 + (6 \times 0.071 \div 3.000)) = 7.185 \text{ t/m}^2 < Q_s = 30.000 \text{ =====> O.K.}$$

$$Q_{min} = \sum P_v \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 18.875 \div 3.000 \times (1 - (6 \times 0.071 \div 3.000)) = 5.388 \text{ t/m}^2$$

* 허용 지지력의 계산 (Terzaghi's Formula)

$$\text{형상 계수 (도시 P. 624) : } \alpha = 1 \quad \beta = 0.5$$

$$\text{기초 저면의 점착력 : } C = 0.0$$

$$\text{지지 저면의 내부 마찰각 : } \phi = 30.0^\circ$$

$$\text{기초의 유효 근입 길이 : } D_f = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{상재 하중 : } q = \gamma \times D_f = 1.90 \text{ t/m}^2$$

$$\text{기초의 유효 저항 폭 : } B' = B - 2 \times e = 2.858 \text{ m}$$

$$\text{기초의 지지력 계수 (도시 P. 623) : } N_q = 37.2$$

$$N_\gamma = 22.5$$

$$N_r = 19.7$$

$$\text{극한 지지력}$$

$$Q_u = \alpha \times C \times N_c + \alpha \times N_q + \beta \times \gamma \times B' \times N_\gamma$$

$$= 1.0 \times 0.0 \times 37.2 + 1.90 \times 22.5 + 0.5 \times 1.90 \times 2.858 \times 19.7$$

$$= 96.237 \text{ t/m}^2$$

$$\text{허용 지지력}$$

$$Q_b = Q_u \div 3 = 96.237 \div 3 = 32.079 \text{ t/m}^2$$

$$\therefore Q_{max} = 30.000 \text{ t/m}^2 < Q_b = 32.079 \text{ t/m}^2 \text{ =====> } 30.000 \text{ t/m}^2 \text{ 사용}$$

5. 단면 검토

$$\text{* 하중계수 적용 : 시하중 : 1.30}$$

$$\text{토 압 : 1.70}$$

$$\text{활하중 : 2.15}$$

구분	수직력			수평력		
	Pv	x	Mur	Ph	y	Muo
구체	①	3.803	0.777	2.955		
	②	0.415	1.035	0.430		
	③	0.220	0.535	0.118		
	④	3.900	1.500	5.850		
	⑤	1.067	0.744	0.839		
토사	⑥	12.232	2.050	25.914		
	⑦	0.315	1.057	0.336		
토압	P _{a1}			1.472	1.300	1.914
(벽체)	P _{a2}			3.636	0.867	3.152
트압	P _{a1h}			1.698	1.500	2.547
(기초)	P _{a2h}			4.84	1.000	4.840
상재하중	4.296	2.001	8.596			
TOTAL(벽체)	26.238		44.108	5.108		5.066
TOTAL(기초)	26.238		44.108	6.536		7.387

1) 벽체의 단면력

$$S_u = 5.108 \text{ t/m}$$

$$M_u = 5.066 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

② 벽체 1/2 지점의 단면력 (h = 1.300 m)

$$P_{a1h} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 1.300 = 0.433 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 1.3^2 = 0.535 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 0.433 + 0.535 = 0.968 \text{ t/m}$$

$$M_u = P_{a1h} \times h \div 2 + P_{a2h} \times h \div 3 = 0.433 \times 0.65 + 0.535 \times 0.433 = 0.513 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

$$S_u = 1.7 \times 0.968 = 1.646 \text{ t/m}$$

$$M_u = 1.7 \times 0.513 = 0.872 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

구조계산서 및 안전검토서

2) 뒷공회 탄변력 (지반반력 고려)

$$a = (Mur - Muo) \div P_v > (B \div 3) \text{ 일때 } e = (B \div 2) - a$$

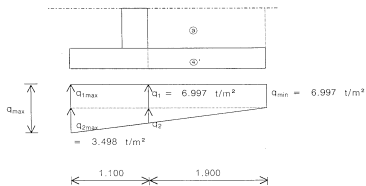
$$\sum Mu = Mur - Muo = 44.108 - 7.387 = 36.721 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$a = (Mur - Muo) \div \sum P_v = 36.721 \div 26.238 = 1.4 > (B \div 3) = 3.000 \div 3 = 1.000 \text{ 이므로}$$

$$e = (B \div 2) - a \text{ 에서 } = (3.000 \div 2) - 1.4 = 0.1 < B/6 = 0.500 \text{ =====> O.K !}$$

$$q_{max} = \sum P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 26.238 \div 3.000 \times (1 + (6 \times 0.1 \div 3.000)) = 10.495 \text{ t/m}^2 < Q_s = 30.000 \text{ 이므로 } q_{max} = 10.495 \text{ t/m}^2$$

$$q_{min} = \sum P_v \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 26.238 \div 3.000 \times (1 - (6 \times 0.1 \div 3.000)) = 6.997 \text{ t/m}^2$$



$$q_{max} : 3.000 = q_2 : 1.900 \\ q_2 = 1.900 \times 3.498 \div 3.000 = 2.215 \text{ t/m}^2$$

$$q = q_1 + q_2 = 6.997 + 2.215 = 9.212 \text{ t/m}^2$$

$$P_{v1} = \textcircled{G}' + \textcircled{G} = 1.900 + 9.386 = 11.286 \text{ t/m}$$

1043

$$P_{v2} = 1.900 \times 1.00 = 1.900 \text{ t/m (상재 하중에 의함)}$$

$$P_v = 1.3 \times P_{v1} + 2.15 \times P_{v2} = 18.757 \text{ t/m}$$

$$Q = q_1 \times 1.900 + q_2 \times 1.900 \div 2 = 6.997 \times 1.900 + 2.215 \times 1.900 \div 2 = 15.399 \text{ t/m (뒷공회면에 작용하는 상향력)}$$

$$Su = 18.757 - 15.399 = 3.358 \text{ t/m}$$

$$M_{s1} = 1.900 \times 1.900 \div 2 + 9.386 \times 1.900 \div 2 = 10.722 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_{s2} = 1.900 \times 1.900 \div 2 = 1.805 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_s = 1.3 \times 10.722 + 2.15 \times 1.805 = 17.819 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_o = 6.997 \times 1.900 \times 1.000 \div 2 + 2.215 \times 1.000 \div 2 \times 1.900 \div 3 = 13.962 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

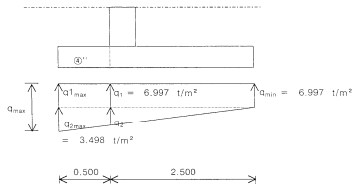
$$M_u = 17.819 - 13.962 = 3.857 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

1044

3) 앞공회 탄변력

$$q_{max} = \sum P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 26.238 \div 3.000 \times (1 + (6 \times 0.1 \div 3.000)) = 10.495 \text{ t/m}^2 < Q_s = 30.000 \text{ 이므로 } q_{max} = 10.495 \text{ t/m}^2$$

$$q_{min} = \sum P_v \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 26.238 \div 3.000 \times (1 - (6 \times 0.1 \div 3.000)) = 6.997 \text{ t/m}^2$$



$$q_{max} : 3.000 = q_2 : 2.500 \\ q_2 = 2.500 \times 3.498 \div 3.000 = 2.915 \text{ t/m}^2$$

$$q = q_1 + q_2 = 6.997 + 2.915 = 9.912 \text{ t/m}^2$$

$$Su = 0.500 \times q + 0.500 \times (q_{max} - q) \div 2 - 1.3 \times \textcircled{G}' \\ = 0.500 \times 9.912 + 0.500 \times 0.583 \div 2 - 1.3 \times (2.50 \times 0.400 \times 0.500) = 4.452 \text{ t/m}$$

$$M_u = 0.500^2 \times q \div 2 + 0.500 \times (q_{max} - q) \div 2 - 1.3 \times (\textcircled{G}' \times 0.500 \div 2) \\ = 0.250 \times 9.912 \div 2 + 0.250 \times 0.583 \div 3 - 1.3 \times (2.50 \times 0.400 \times 0.500 \div 2) = 1.125 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

1045

- 벽체 하단부 -

$$\sigma_c(\text{kg/cm}^2) = 240.000 \quad \sigma_y(\text{kg/cm}^2) = 3000.000 \\ Mu(\text{t} \cdot \text{m}) = 5.066 \quad \rho(\text{bending}) = 0.8500 \\ Su(\text{t}) = 5.108 \quad \rho(\text{shear}) = 0.7000 \\ Mu(\text{t}) = 0.000 \quad \rho(\text{column}) = 0.6500 \\ b(\text{cm}) = 100.000 \quad e(\text{cm}) = 0.000 \\ d(\text{cm}) = 52.000 \quad d'(\text{cm}) = 8.000$$

$$\text{req. } As = 3.84 \text{ cm}^2 \quad As' = 0.00 \text{ cm}^2 \quad a = 0.56 \text{ cm} \\ \text{Use } As \text{ D16 } \times 8.000 = 15.888 \text{ cm}^2$$

$$Ast = 15.888 \text{ cm}^2 > \text{req. } Ast \times (1 + \frac{1}{6}) = 5.122 \text{ cm}^2$$

은 수렴 상태 (단철근 사용)

$$c = 2.75 \text{ cm} \quad a = 2.34 \text{ cm} \\ Cc = 47.664 \text{ t} \quad Cs = 0.000 \text{ t} \quad T = 47.664 \text{ t} \\ \rho Mu = 20.594 \text{ t} \cdot \text{m} > Mu = 5.066 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{GOOD !!}$$

전단 보강 불필요!

$$Ou = 5.108 \text{ t} < \rho Vc/2 = 14.611 \text{ t}$$

- 벽체 중간부 -

$$\sigma_c(\text{kg/cm}^2) = 240.000 \quad \sigma_y(\text{kg/cm}^2) = 3000.000 \\ Mu(\text{t} \cdot \text{m}) = 0.872 \quad \rho(\text{bending}) = 0.8500 \\ Su(\text{t}) = 1.646 \quad \rho(\text{shear}) = 0.7000 \\ Mu(\text{t}) = 0.000 \quad \rho(\text{column}) = 0.6500 \\ b(\text{cm}) = 100.000 \quad e(\text{cm}) = 0.000 \\ d(\text{cm}) = 44.500 \quad d'(\text{cm}) = 8.000$$

$$\text{req. } As = 0.77 \text{ cm}^2 \quad As' = 0.00 \text{ cm}^2 \quad a = 0.11 \text{ cm} \\ \text{Use } As \text{ D16 } \times 4.000 = 7.944 \text{ cm}^2$$

$$Ast = 7.944 \text{ cm}^2 > \text{req. } Ast \times (1 + \frac{1}{6}) = 1.026 \text{ cm}^2$$

은 수렴 상태 (단철근 사용)

$$c = 1.37 \text{ cm} \quad a = 1.17 \text{ cm} \\ Cc = 23.832 \text{ t} \quad Cs = 0.000 \text{ t} \quad T = 23.832 \text{ t} \\ \rho Mu = 8.806 \text{ t} \cdot \text{m} > Mu = 0.872 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{GOOD !!}$$

전단 보강 불필요!

$$Ou = 1.646 \text{ t} < \rho Vc/2 = 12.475 \text{ t}$$

1046

구조계산서 및 안전검토서	
옹벽 구조 계산 1. 설계 조건 1) 형식 : 역 T 형 옹벽 (교량 시점부) 2) 옹벽 치형 ① 옹벽의 높이 : 3.000 ~ 4.000 M ② 상재하중 (q) : 1.00 t/m² 3) 흙의 특성 ① 뒷채움 토사 - 단위 중량 : 1.90 t/m³ - 내부 마찰각 : 30.0 ° ② 기초 저면 - 내부 마찰각 : 30.0 ° - 마찰계수 - 흙과 콘크리트 : $\tan \phi_B = \tan (2/3) \phi = 0.364$ (도식 P 629) 4) 사용 재료 ① 콘크리트 : $\sigma_{ck} = 240$ Kg/cm² ② 콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³ ③ 철근 (SD - 30) : $\sigma_y = 3000$ Kg/cm² 5) 참고 문헌 - 도로교 표준 시방서 (건설부 1996년) - 철근 콘크리트 표준 시방서 (건설부 1996년) - 철근 콘크리트 설계관리 (건설부 1992년)	3. 토 압 3.1 토압계수 산정 1) RANKINE의 토압계수 $K_A = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333 \quad (\phi = 30.0^\circ)$ 3.2 토압 1) 안장계산식 (H = 4.000 M) $P_{A1h} = q \times K_A \times H = 1.00 \times 0.333 \times 4.000 = 1.332 \text{ t/m}$ $P_{A2h} = 1/2 \times K_A \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 4.000^2 = 5.062 \text{ t/m}$ $P_{Ah} = P_{A1h} + P_{A2h} = 1.332 + 5.062 = 6.394 \text{ t/m}$ $M_o = P_{A1h} \times H \div 2 + P_{A2h} \times H \div 3 = 1.332 \times 2.000 + 5.062 \times 1.333 = 9.412 \text{ t} \cdot \text{m}$ 2) 단면계산식 ① 벽체 단면계산식 (h = 3.500 m) $P_{A1} = q \times K_A \times h = 1.00 \times 0.333 \times 3.500 = 1.166 \text{ t/m}$ $P_{A2} = 1/2 \times K_A \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.500^2 = 3.875 \text{ t/m}$ $P_{Ah} = P_{A1} + P_{A2} = 1.166 + 3.875 = 5.041 \text{ t/m}$ $M_o = P_{A1} \times h \div 2 + P_{A2} \times h \div 3 = 1.166 \times 1.750 + 3.875 \times 1.167 = 6.563 \text{ t} \cdot \text{m}$

1.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 중 외 시설물로서 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

【표 1.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	—	—	—	—

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	○준공이후 별도의 보수는 실시되지 않은 것으로 확인됨.	
중 점 관리사항	○외관조사결과 금회 점검이 최초의 점검이므로 신규손상 발생 여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.	

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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

1.3 현장조사 및 시험

1.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 연호고가교 범물방향 시점부에 시공된 기타종 옹벽 시설물로서 옹벽의 상단부는 연호고가교 시점부 접속도로가 있으며, 하부로는 지방도가 접하고 있는 상태이다. 선형은 콘크리트 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.0~4.5m를 보이며, 총 연장은 153.6m의 규모를 가지는 콘크리트 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=153.6m, L=4.5m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상 시설물에 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	2023. 03. 07.		조 사 자	이 상 훈
시설물명	연호고가교 범물방향 시점부 옹벽		시설물 종류	중 외
일 기	맑음		시설물번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	콘크리트	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	153.6m	지면노출 높 이	4.5m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	연호고가교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 신축이음부를 두고 구간분할을 실시하였다. 총 10개 구간(S1~S10)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~17.0m	17.0	4.5	6	77.0~92.0m	92.0	0.5
2	17.0~32.0m	32.0	3.4	7	92.0~107.0m	107.0	0.0
3	32.0~47.0m	47.0	2.6	8	107.0~122.0m	122.0	0.0
4	47.0~62.0m	62.0	1.8	9	122.0~137.0m	137.0	0.0
5	62.0~77.0m	77.0	0.8	10	137.0~153.6m	153.6	0.0

	
측점분할 작업사진	측점분할 작업사진

1.3.2 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 1.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 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(mm)	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	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 기초부 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 콘크리트 옹벽으로 전면부 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 본 콘크리트 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 시공이음부로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 1.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 콘크리트 옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 상부 포장상태)

1) 현황

콘크리트 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 설계도서상 옹벽 전면부에 수평배수공이 설치되어 있는 것으로 확인되었다. 옹벽 상부에도 별도의 배수시설은 설치되어 있지 않은 상태이나 포장부의 구배의 영향을 받아 배수기능에 이상은 없는 상태이다.



【그림 1.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 침하 및 구조적인 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 콘크리트 옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 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	상태양호	—
주변영향인자	상태양호	—
기초부의 세굴	상태양호	—
결과요약	연호고가교 범물방향 시점부 옹벽의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에는 문제가 없는 것으로 확인되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다고 사료된다.	

【표 1.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부 포장부	상태양호	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

1.3.4 측량

가. 개요

금회(2023년) 정밀안전점검 대상시설물(연호고가교 범물방향 시점부 옹벽)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀 안전점검으로 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 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

【표 1.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	17m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
2	32m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-

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

※ 주) 측량번호 9~11은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

【표 1.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
3	47m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
4	62m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
5	77m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
6	92m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
7	107m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
8	122m	-	-	88.8	2.0	-	-	-	-
9	137m	-	-	88.8	2.0	-	-	-	-
10	137m	-	-	88.8	2.0	-	-	-	-

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

※ 주) 측량번호 9~11은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

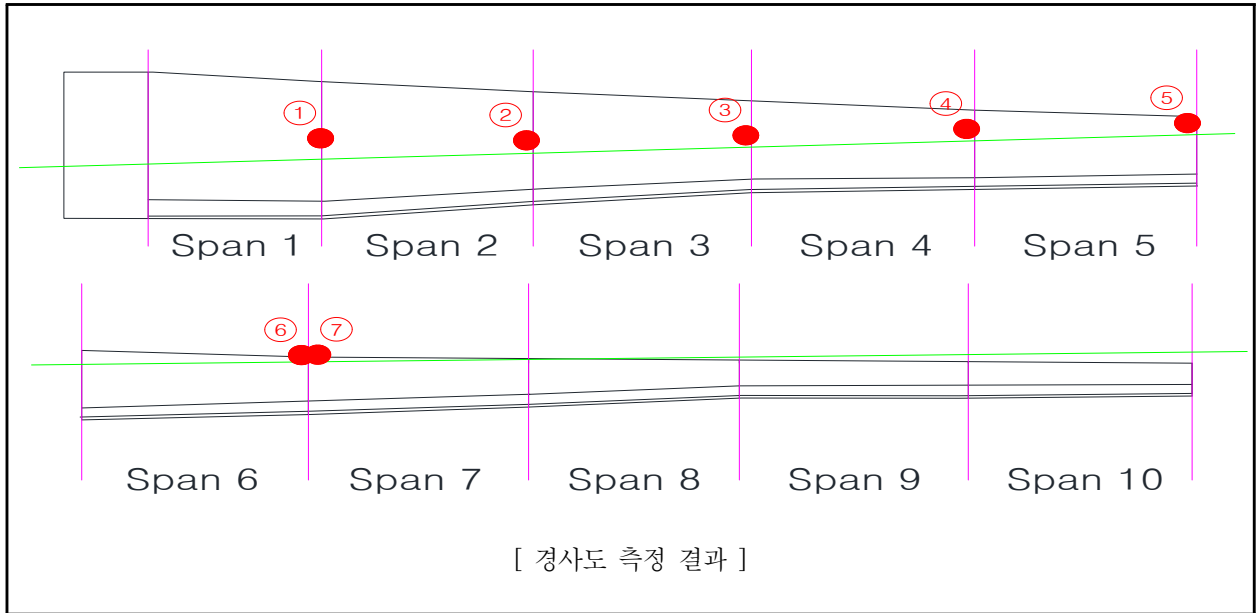
계획선형오차 경사도 측정 결과 기울기 오차는 0.0~0.4%로 근소한 차이는 있으나 측정위치에 대한 차이로 침하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토된다.

【표 1.3.9】 선형 및 수준측량 결과

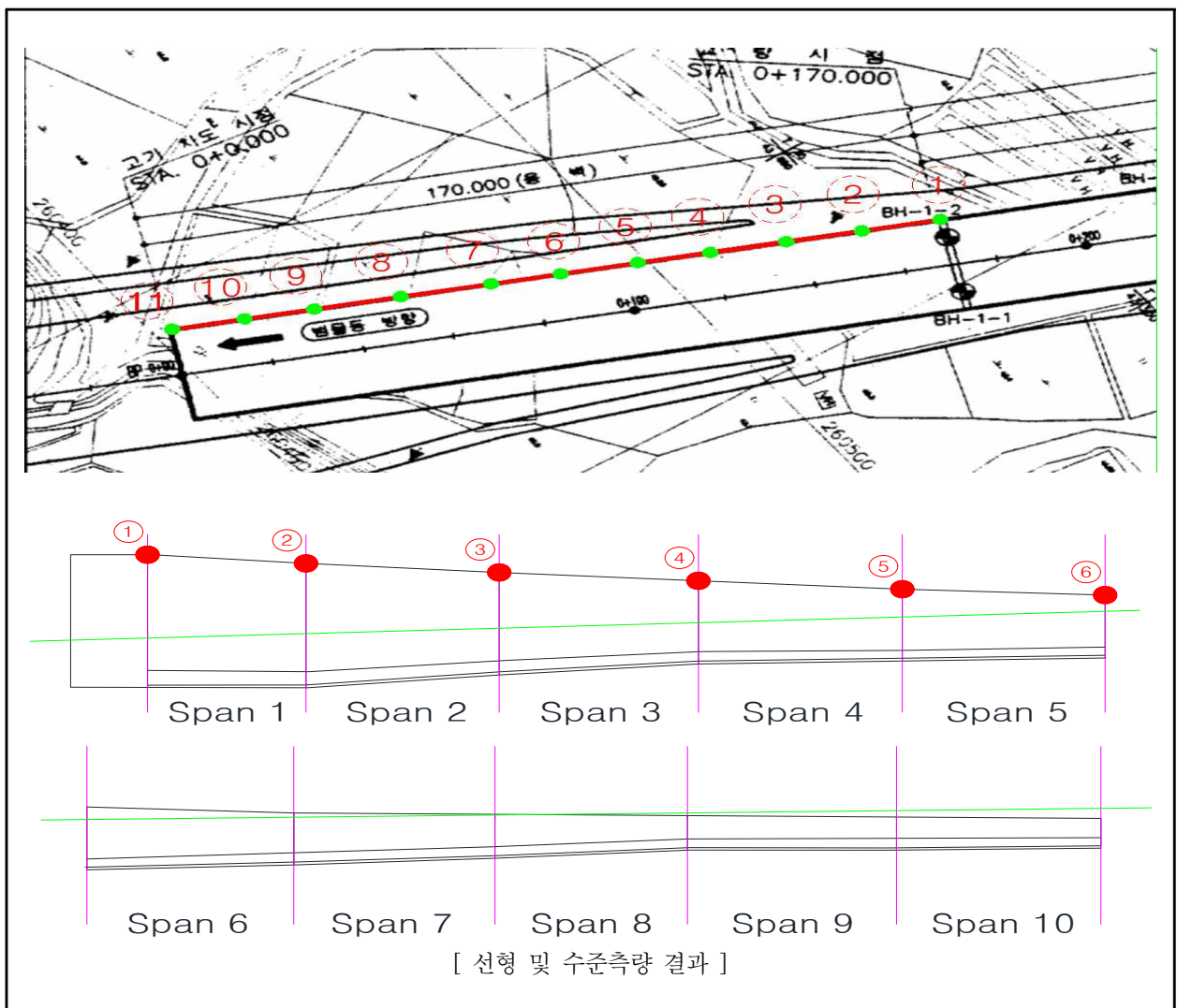
측정위치		X	Y	노출 높이 (m)	측정위치		X	Y	노출 높이 (m)
1단	(1)	-20.399	18.703	4.5	1단	(7)	57.712	-24.782	0.0
	(2)	-6.756	11.147	3.4		(8)	73.408	-33.535	0.0
	(3)	6.403	3.844	2.6		(9)	87.706	-41.907	0.0
	(4)	19.592	-3.539	1.8		(10)	99.825	-48.706	0.0
	(5)	32.164	-10.617	0.8		(11)	113.150	-55.711	0.0
	(6)	45.627	-18.040	0.5		-	-	-	-

※ 주) 측량번호 9~11은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

보강토옹벽에 선형 및 수준측량 결과, 침하, 전도, 활동에 의한 위험성은 없는 것으로 검토되었다.



【그림 1.3.5】 경사도 측정 결과



【그림 1.3.6】 선형 및 수준측량 결과

1.3.5 콘크리트 내구성 조사

가. 내구성 조사의 개요

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 콘크리트 옹벽은 재료시험으로 전면부에 반발경도를 실시하였고 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설안전공단)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 실시하였다.



【그림 1.3.6】 콘크리트 내구성 조사 현황

【표 1.3.10】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	재료시험 기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
반발경도 시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 50m)개소	4	4	
탄산화 깊이 측정	◦ 총 연장 • 100m미만 2개소 • 100m이상 최소2개소 + 100m당 1개소 추가	3	3	

1) 반발경도 시험

콘크리트 비파괴강도시험은 전면부에서 반발경도시험(총 4개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 시험결과

【표 1.3.11】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전 면 부	S1	53.1	31.1	30.1	0.63	129.8	125.4	24.0
	S2	52.9	31.0	30.0	0.63	129.1	125.1	
	S4	52.9	30.9	30.0	0.63	128.9	125.0	
	S6	53.2	31.2	30.1	0.63	129.9	125.5	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 30.1~31.2MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인하여 선정하였다.

① 시험결과

【표 1.3.12】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
전면부	S1	6.0	67.0	61.0	a	1.31	100년이상	
	S4	8.0	52.0	44.0	a	1.75	100년이상	
	S6	8.0	74.0	66.0	a	1.75	100년이상	

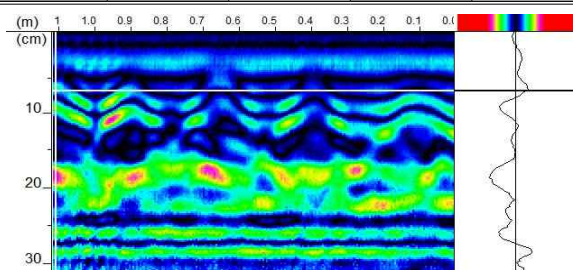
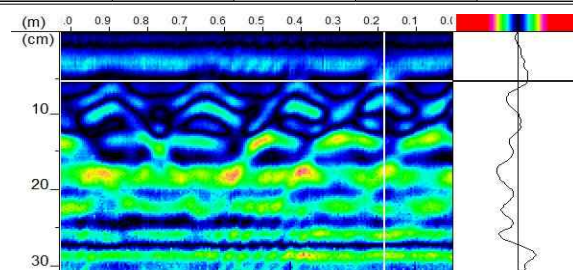
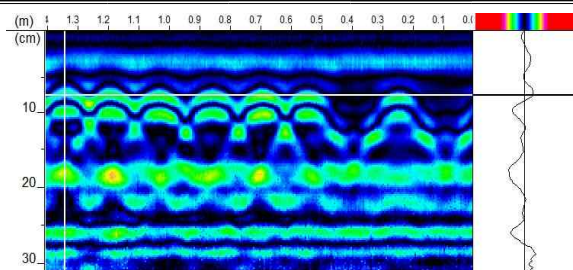
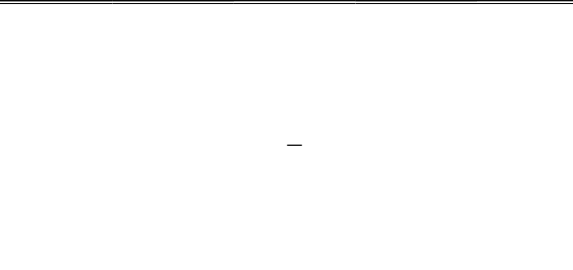
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 6.0~8.0mm로, 잔여깊이가 44.0~66.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

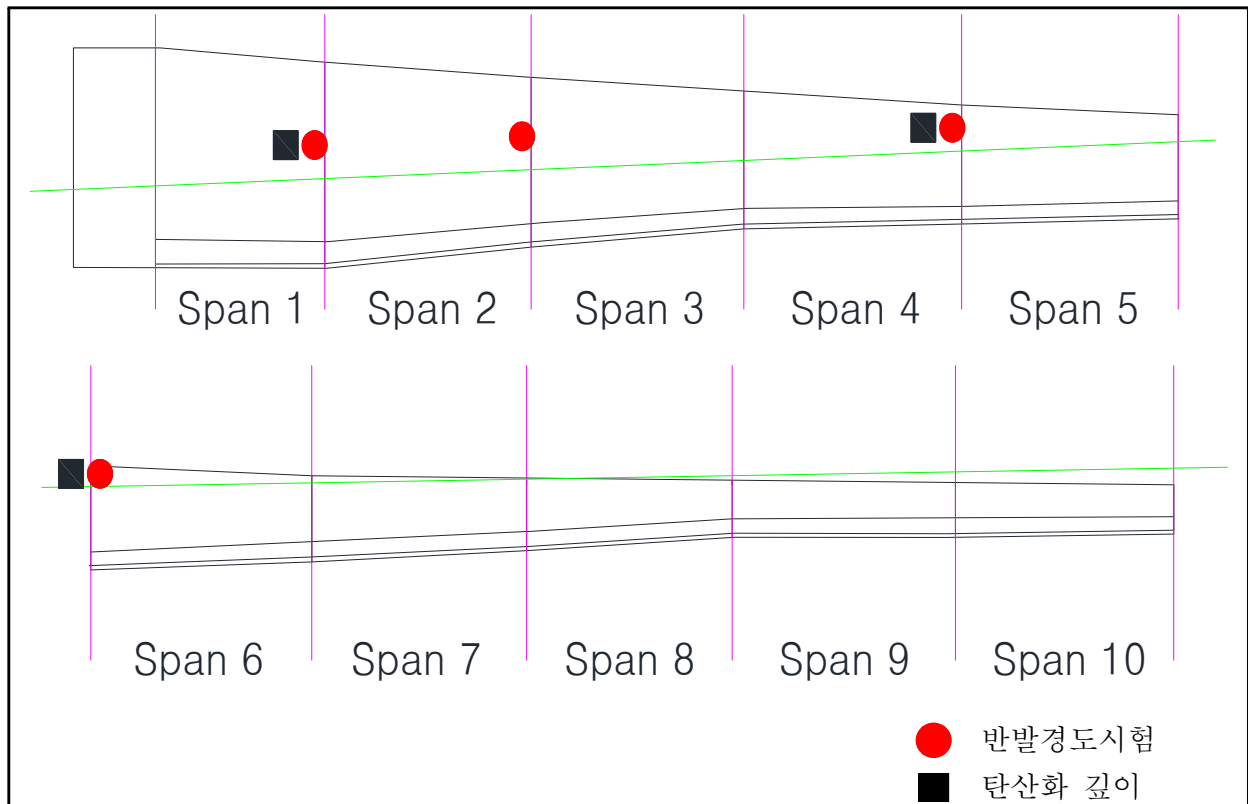
② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

③ 피복두께 측정

【표 1.3.13】 피복두께 측정 결과

No.1	위치	S1	실측 피복두께	67mm	No.2	위치	S4	실측 피복두께	52mm
									
No.3	위치	S6	실측 피복두께	74mm	No.4	위치	—	실측 피복두께	—
									



【그림 1.3.8】 콘크리트 내구성조사 위치도

나. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 1.3.14】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	전면부	30.1~31.2	24.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	전면부	44.0~66.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	- 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 - 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

1.4 상태평가

1.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 신축이음부를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사 결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설 안전공단)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

1.4.2 상태평가 결과 산정

【표 1.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	파손 · 손상	균열	마모 · 침식	박리	박락 · 충분리	탄산 화	염화 물	백태	배수 공	주변영향인자			결함 점수 합계	평가단 위 결함 지수	평가 단위 평가 등급	
													배수 시설	사면조사					
														사면 구배	낙석 흔적				침 출수
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	a

상태평가등급

A

1.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.02로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

1.4.4 이전 정밀안전점검과의 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 같음하였으며, 그 다음과 같다.

【표 1.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	연호고가교 범물방향 시점부 옹벽		표 번 호	[표 1.5.1]
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.02	A	근거표번호	[표 1.4.1]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.02	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 위협이 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 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
전면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
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(m²)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
전 면 부	균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배 수 시 설	배수공에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
포 장 부	우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기 초 부	우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

1.7 종합결론

1.7.1 정밀안전점검 결과 요약

1) 기초부 현장조사 결과

- 연호고가교 범물방향 시점부 옹벽의 기초부 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.

2) 전면부 현장조사 결과

- 콘크리트 옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3) 주변영향인자 현장조사 결과

- 콘크리트 옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 측량 결과

- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

5) 내구성조사 결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 30.1~31.2MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 6.0~8.0mm로, 잔여깊이가 44.0~66.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

6) 평가 결과

- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.02 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, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로서 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

1.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 콘크리트 옹벽에 대한 특별한 관리가 요구되는 사항은 확인되지 않았다.

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 바람직할 것으로 판단된다.

2. 연호고가교 안심방향 시점부 옹벽

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. 연호고가교 안심방향 시점부 옹벽

2.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 연호고가교 안심방향 시점부에 시공된 종 외 옹벽 시설물로서 연장 153.6m, 지면노출높이 4.1m의 콘크리트옹벽이다.

2.1.1 일반사항

【표 2.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	연호고가교 안심방향 시점부 옹벽		종별구분	종 외
시설물번호	-		관리번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	콘크리트	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	153.6m	지면노출 높 이	4.1m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	연호고가교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

2.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 2.1.1】 위치도

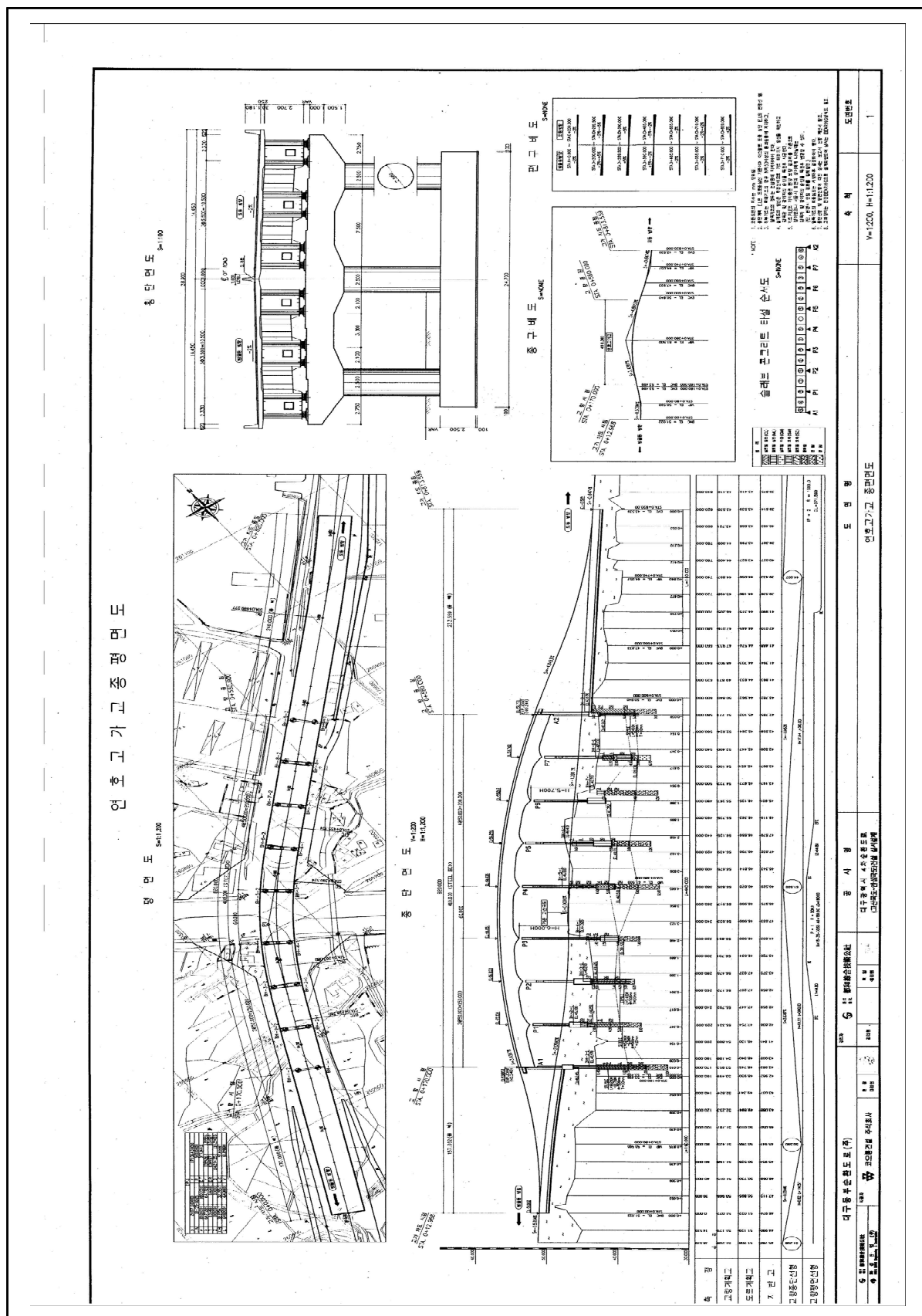


【그림 2.1.2】 전경사진

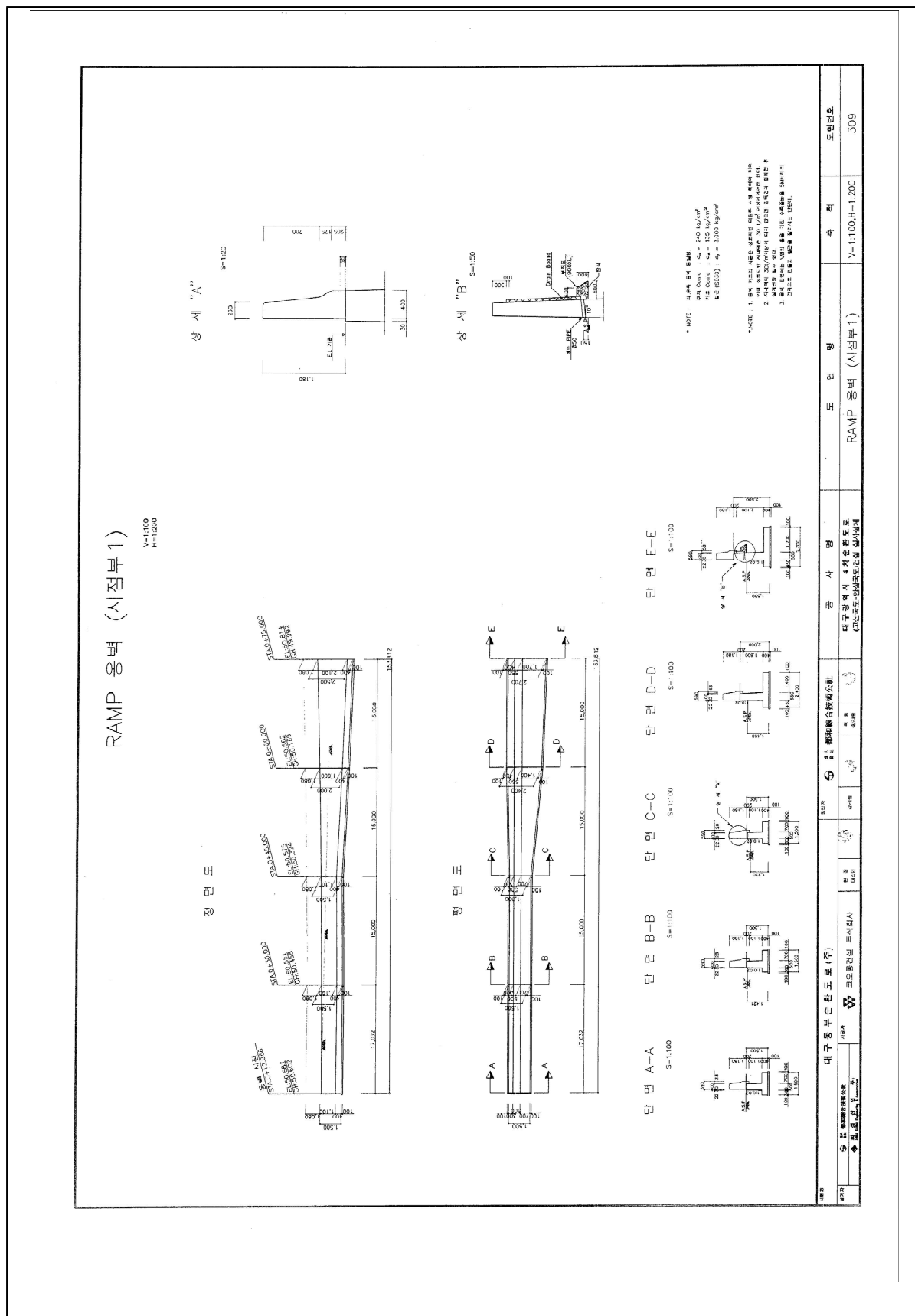
	
시점부 전경	중점부 전경
	
하부 전경	상부 램프도로 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 2.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

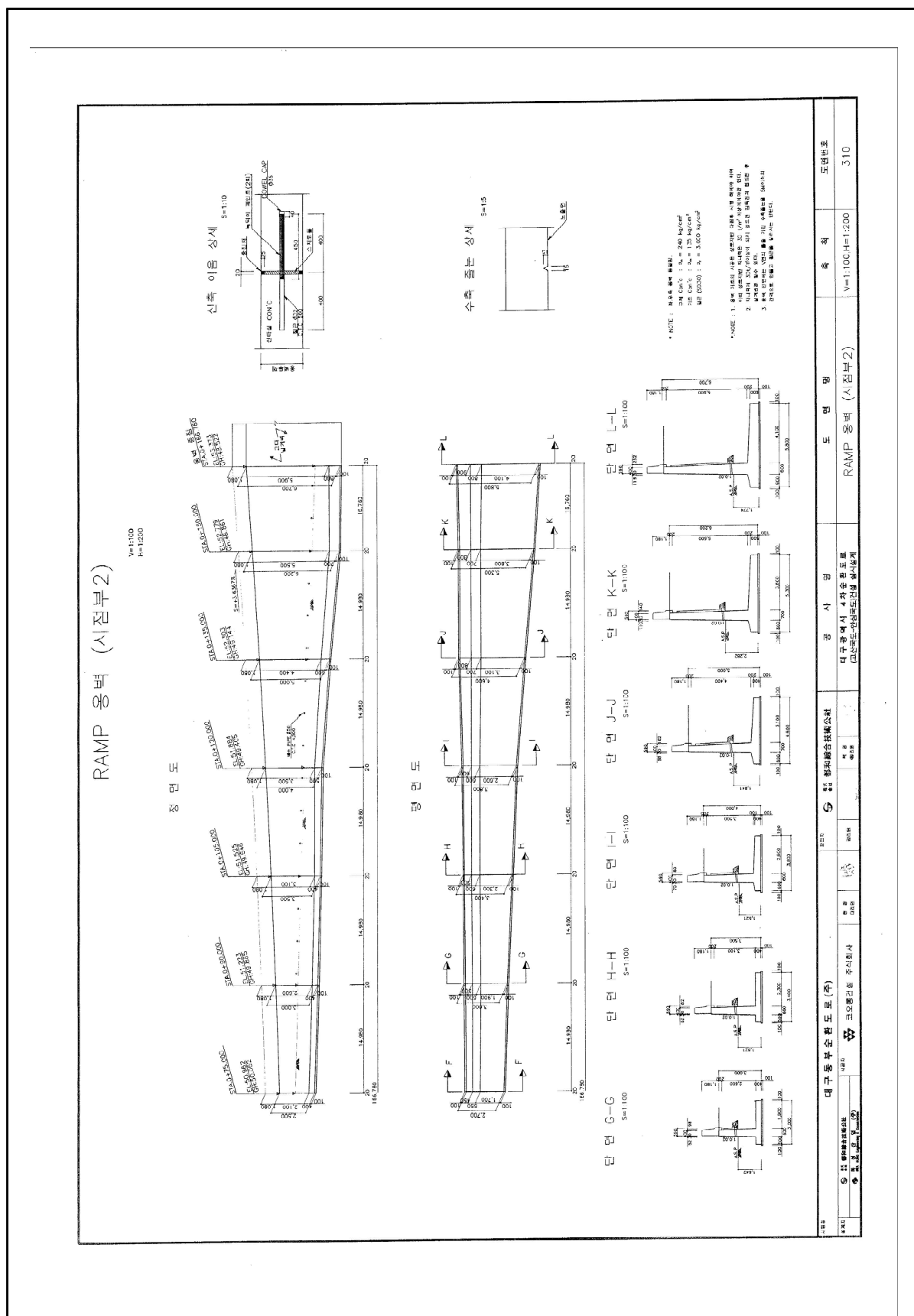
2.1.3 시설물 전개도 및 단면도



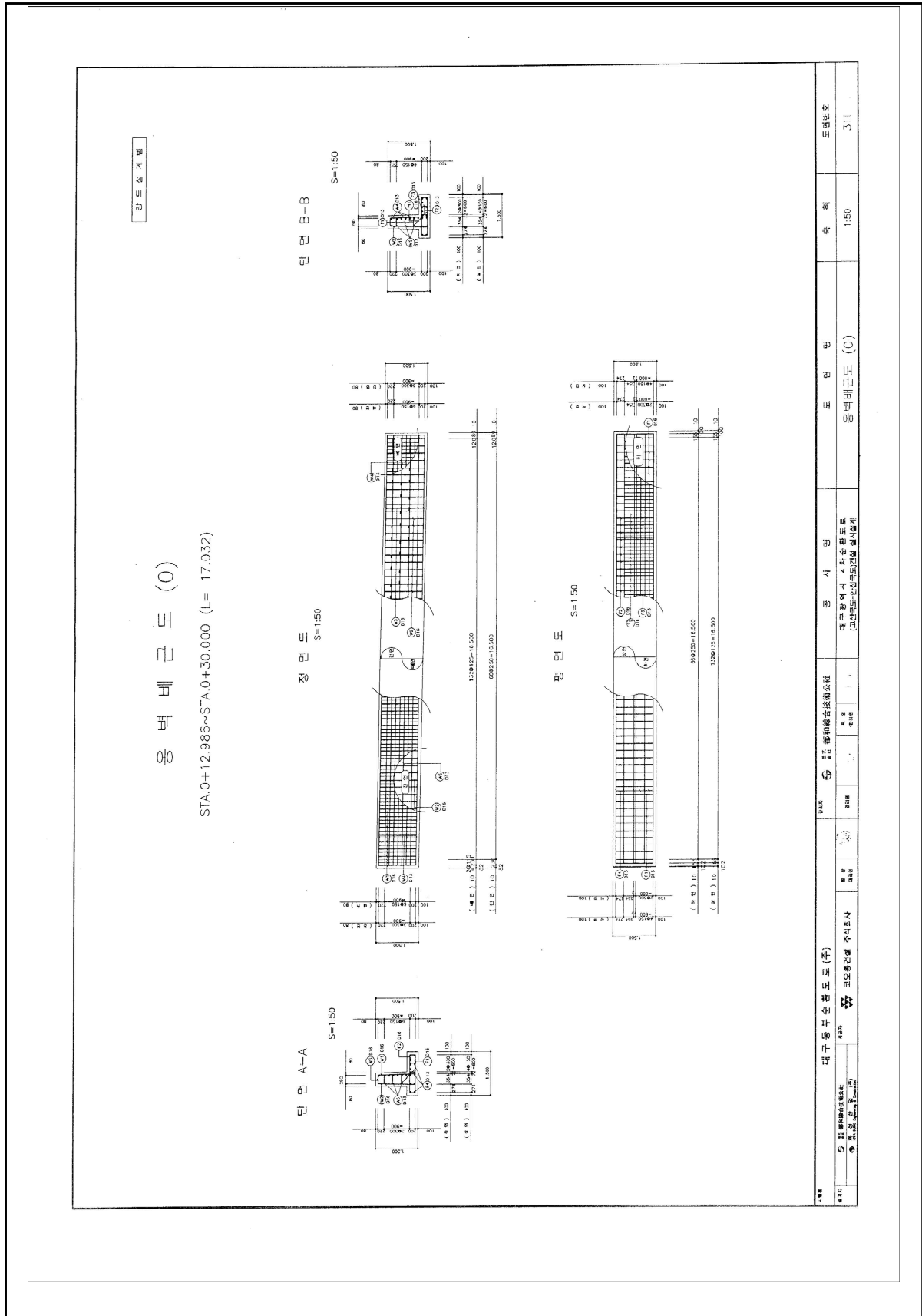
【그림 2.1.4】 종평면도



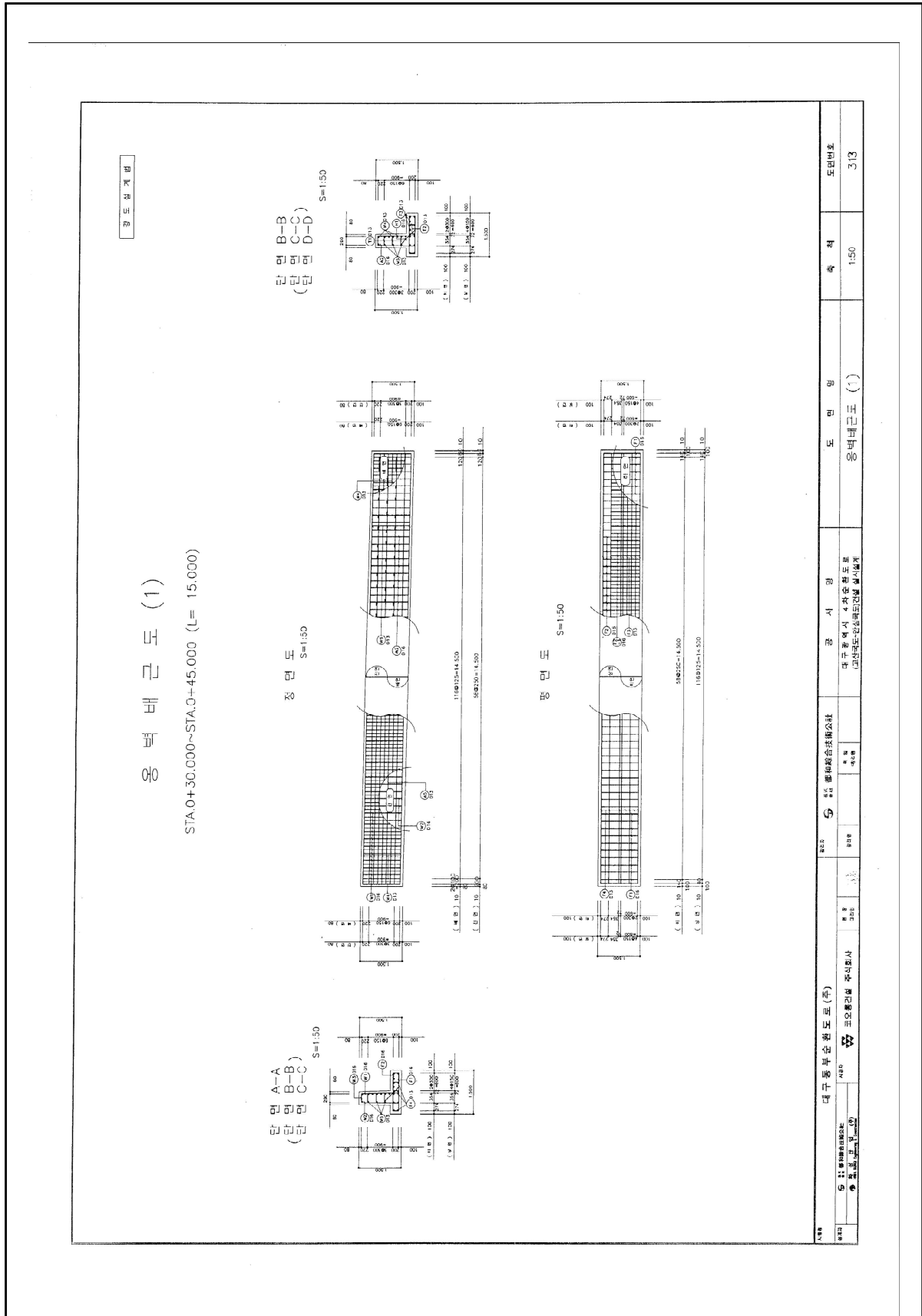
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



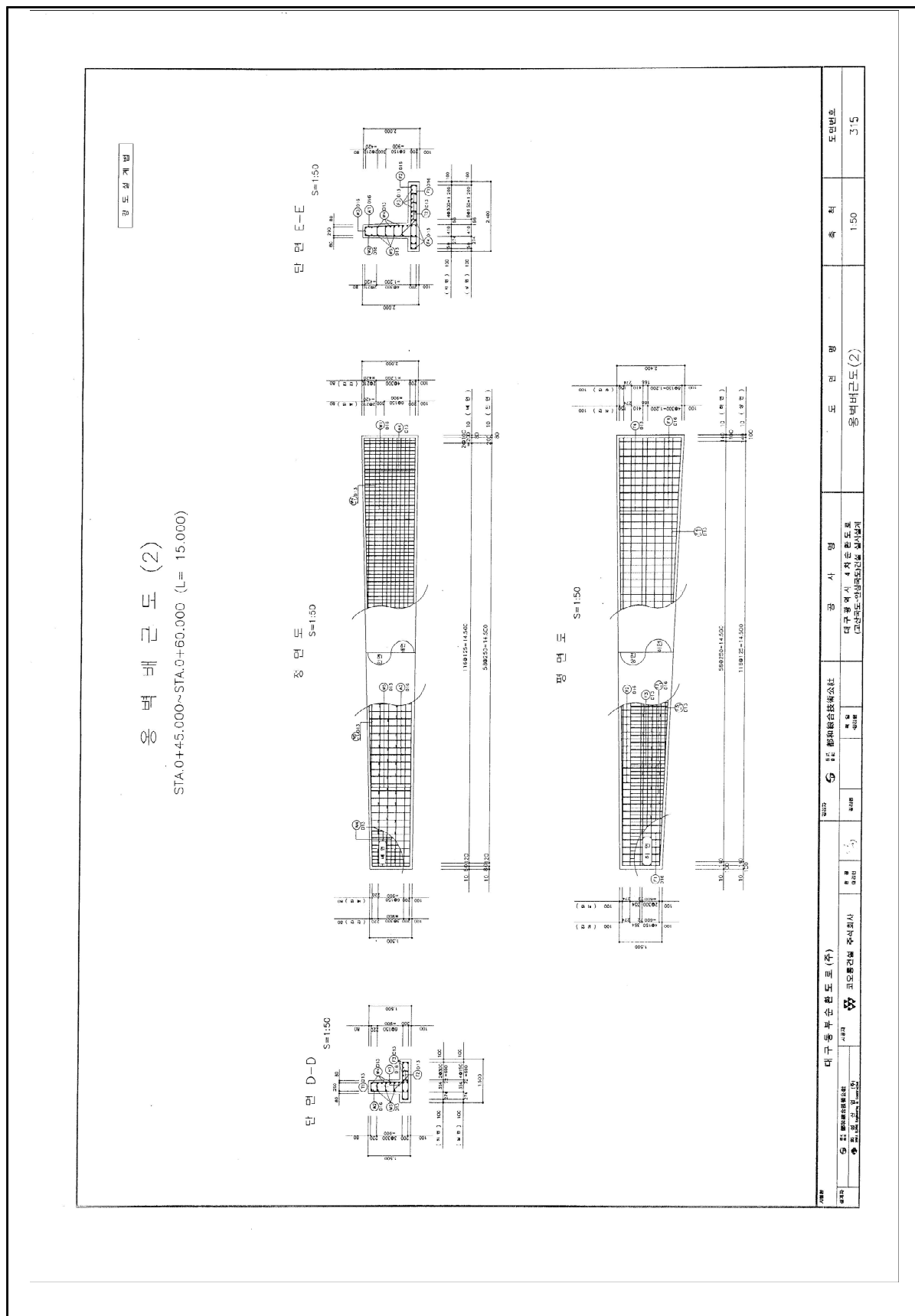
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



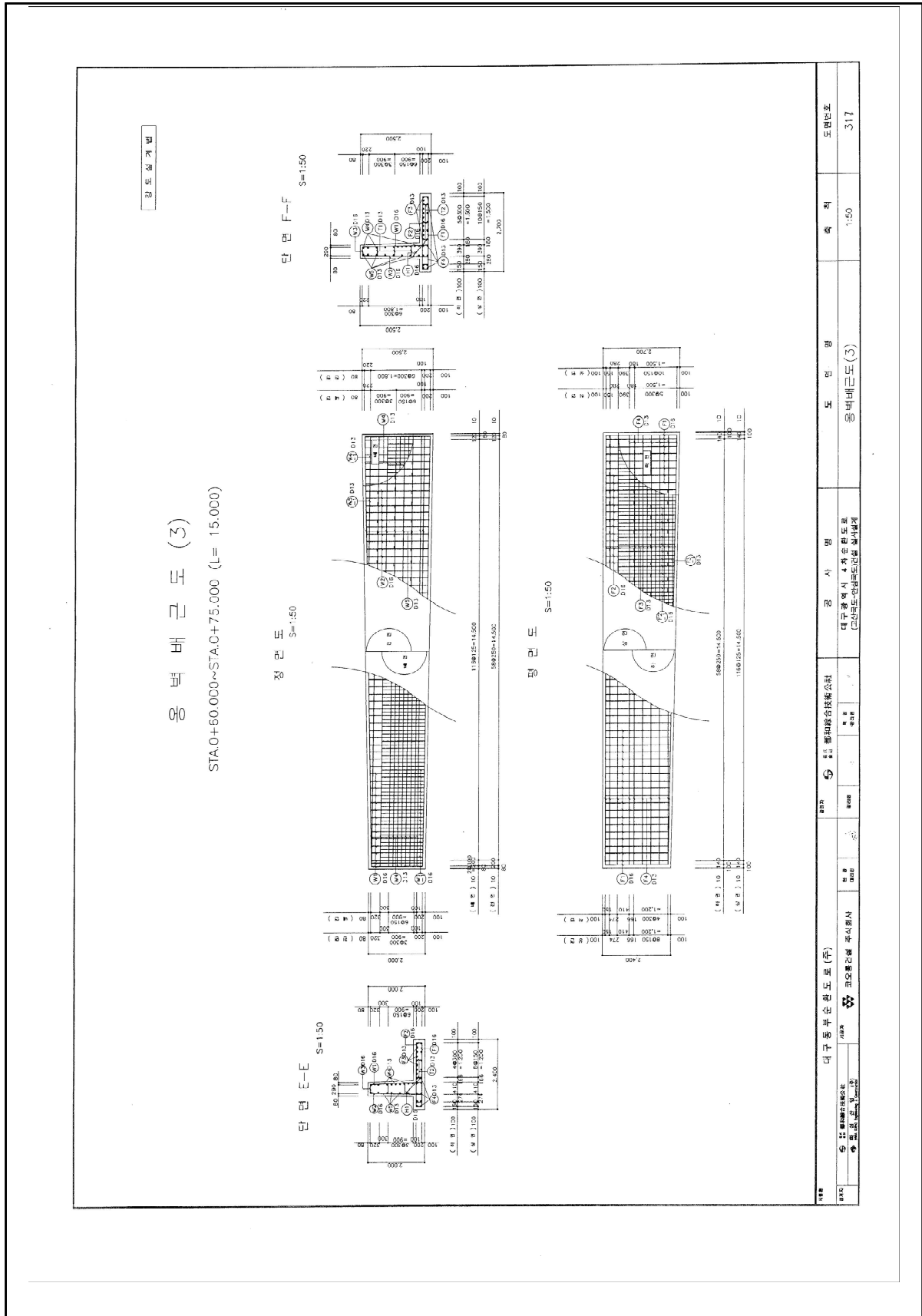
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



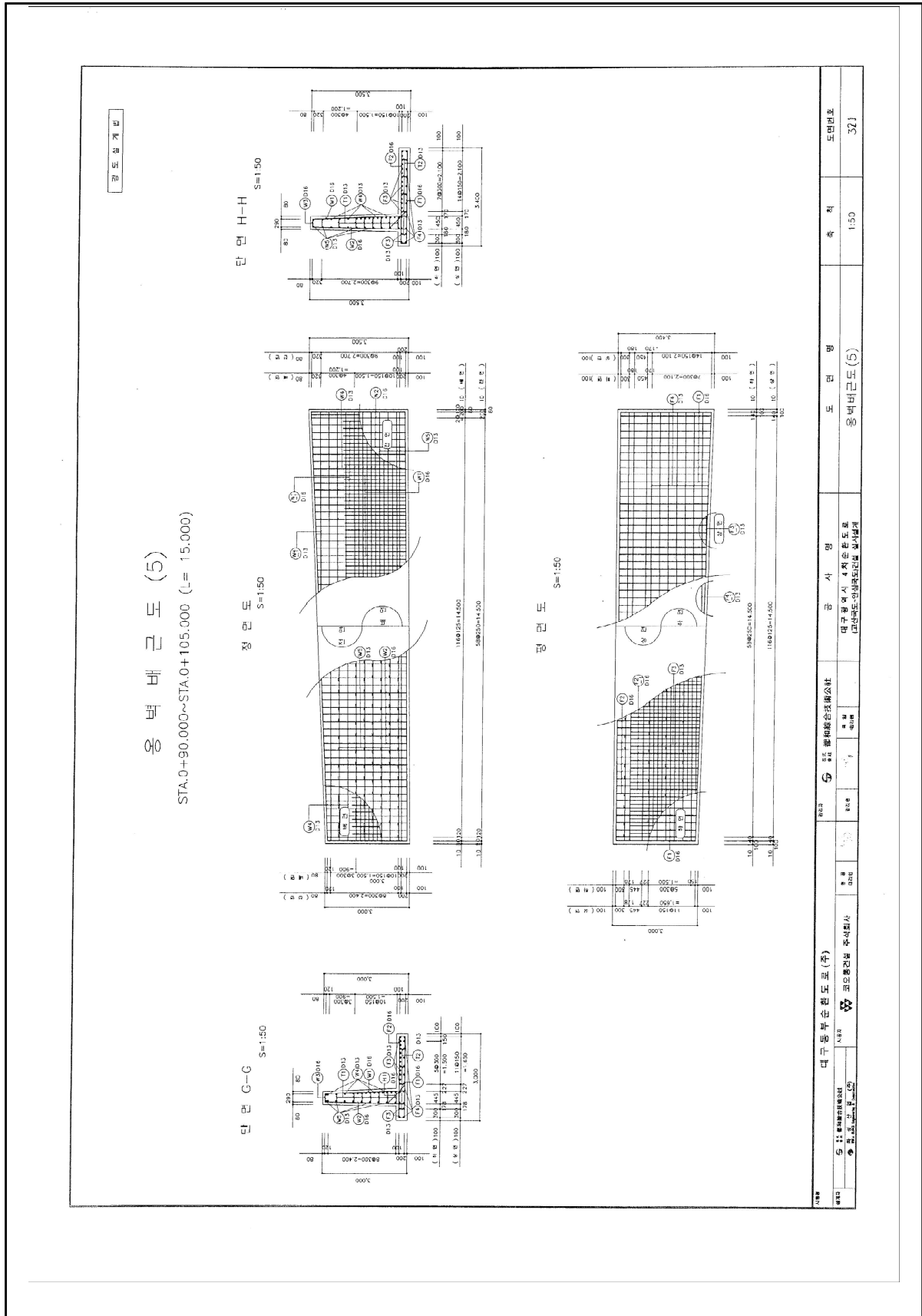
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



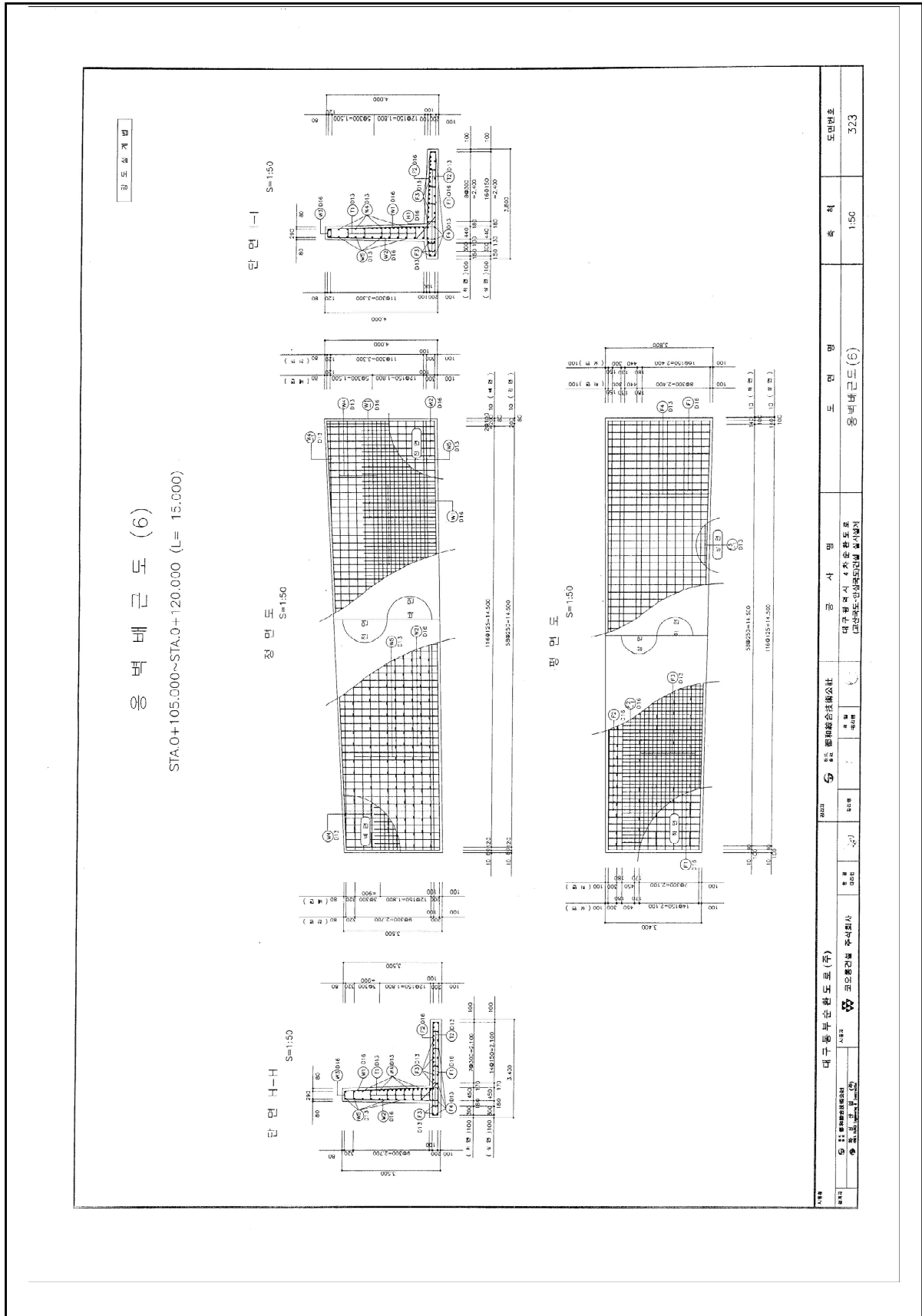
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



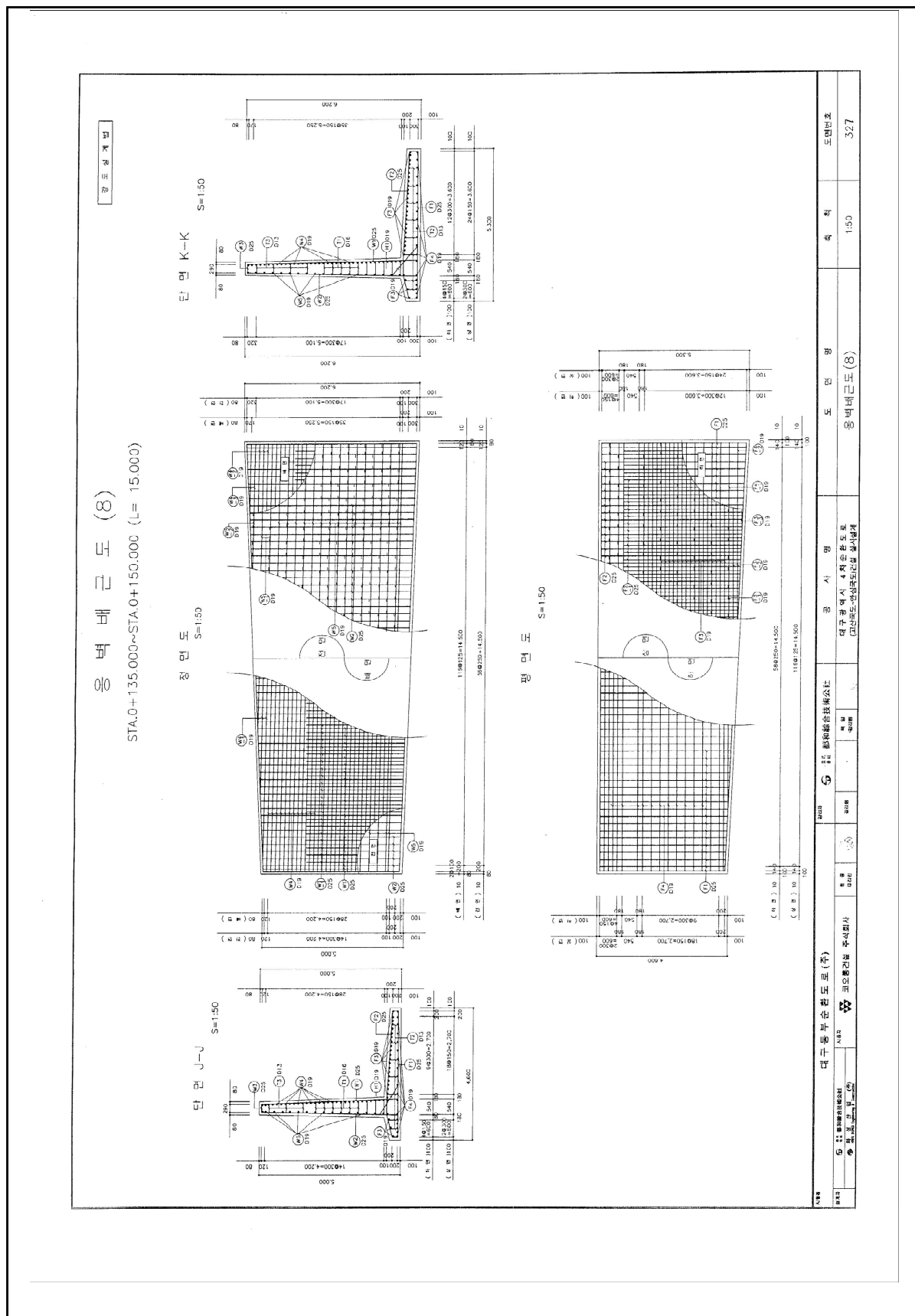
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



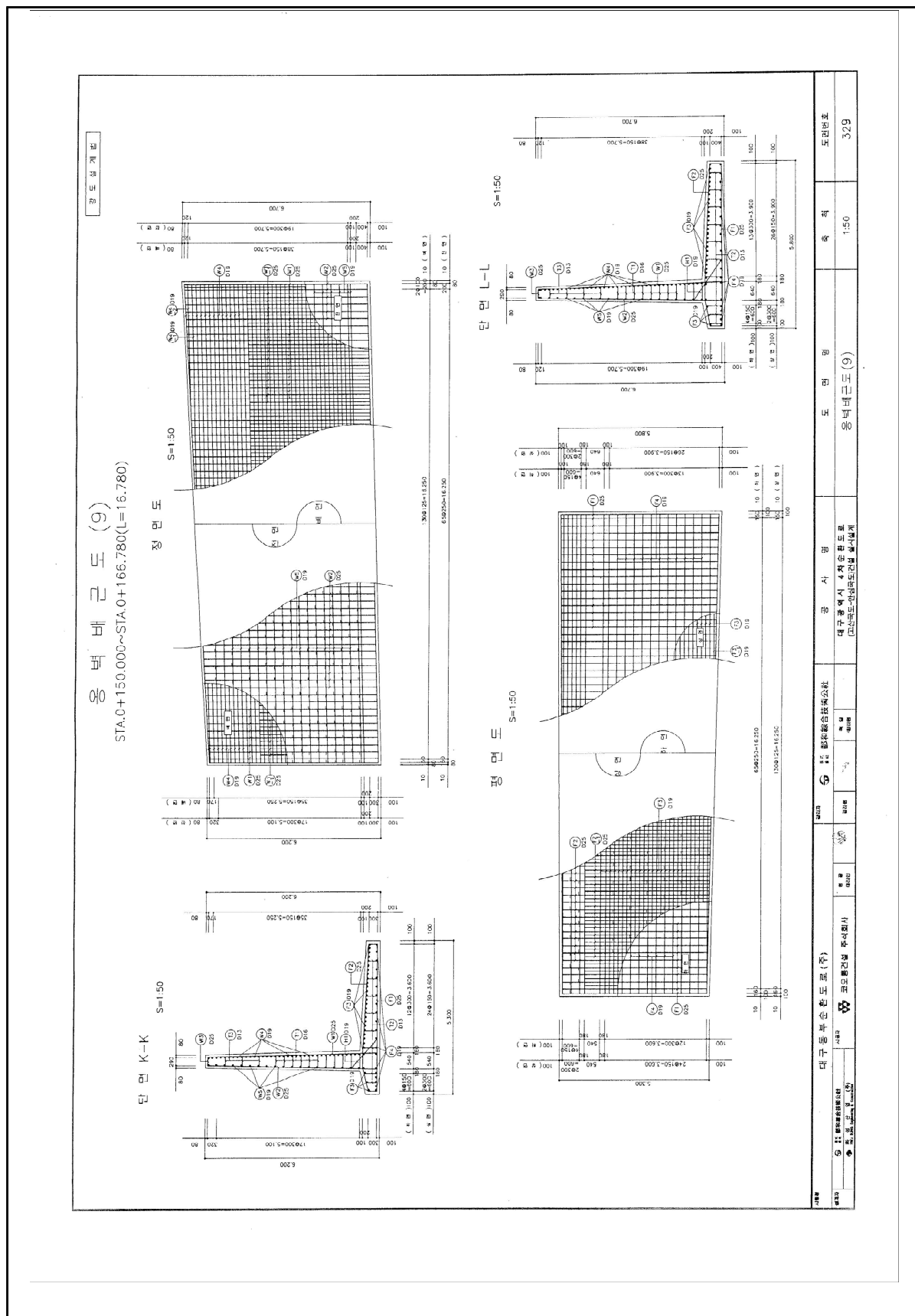
【그림 2.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【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 2002년 08월 24일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었고, 상세 내용은 부록8 에 수록하였다.

구조계산서 및 안전검토서

대구광역시 4차 순환도로(고산국도~안심국도)건설 실시설계

구조 및 수리계산서(I)

1998. 8

대구동부순환도로(주)

0001

방 호 벽

W1' = 0.205 M W2' = 0.175 M W3' = 0.700 M W' = 1.080 M
F1' = 0.120 M F2' = 0.070 M F3' = 0.230 M F' = 0.420 M

• 구제CONC 자중

NO	산 식	W(ton)	X(m)	Ma(t.m)
①	F1'×W1'×2.50	0.215	0.702	0.170
②	F1'×W2'×2.50	0.026	0.922	0.024
③	(F2'+F3')×W2'×2.50	0.131	0.732	0.095
④	F2'×W3×2.50+2	0.061	0.835	0.051
⑤	F3'×W3×2.50	0.403	0.697	0.281
계		0.836		0.622

• A 점으로부터 방호벽 합력점까지 거리
X = 0.622 ÷ 0.836 = 0.744 M

중 역 구 조 계 산

1. 설계 조건

1) 형식 : 역 T 형 옹벽 (교량 시점부)
2) 옹벽 제원
① 옹벽의 높이 : 2.500 ~ 3.000 M
② 상재하중 (q) : 1.00 t/m²
3) 흙의 특성
① 뒷채움 토사
- 단위 중량 : 1.90 t/m³
- 내부 마찰각 : 30.0 °
② 기초 지면
- 내부 마찰각 : 30.0 °
• 미활계수
- 흙과 콘크리트 : $\tan \phi_R = \tan (2/3) \phi = 0.364$ (도시 P 629)
4) 사용 재료
① 콘크리트 : $\sigma_{sk} = 240$ Kg/cm²
② 콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³
③ 철근 (SD - 30) : $\sigma_y = 3000$ Kg/cm²
5) 참고 문헌
- 도로교 표준 시방서 (건설부 1996년)
- 철근 콘크리트 표준 시방서 (건설부 1996년)
- 철근 콘크리트 설계편람 (건설부 1992년)

-1105-

1036

2. 하중계산

2.1 구제CONC 자중 및 뒷채움 토사

NO	산 식	W(ton)	X(m)	Ma(t.m)
①	D1×W3×2.50	2.325	0.777	2.273
②	D3×W3×2×2.50	0.319	1.025	0.330
③	D2×W3×2×2.50	0.159	0.525	0.080
④	F×W1×2.50	3.000	1.500	4.500
⑤	방 호 벽	0.836	0.744	0.622
⑥	F3×W3×1 an	0.386	2.050	0.791
⑦	D3×W3×2×1.90	0.242	1.057	0.258
계		16.877		27.314

D = 0.600 M D1 = 0.450 M D2 = 0.052 M D3 = 0.098 M
W1 = 0.400 M W2 = 2.600 M W3 = 1.080 M
F = 3.000 M F1 = 0.500 M F2 = 0.600 M F3 = 1.900 M

-1107-

1038

구조계산서 및 안전검토서

3. 토 압

3.1 토압계수 산정

1) RANKINE의 토압계수

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333 \quad (\phi = 30.0^\circ)$$

3.2 토압

1) 안침계산서 (H = 3.000 m)

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 3.000 = 0.999 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.000^2 = 2.847 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 0.999 + 2.847 = 3.846 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.999 \times 1.500 + 2.847 \times 1.000 = 4.346 \text{ t}\cdot\text{m}$$

2) 단면계산서

① 벽체 단면계산서 (h = 2.600 m)

$$P_{a1} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 2.600 = 0.866 \text{ t/m}$$

$$P_{a2} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 2.600^2 = 2.139 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1} + P_{a2} = 0.866 + 2.139 = 3.005 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1} \times h \div 2 + P_{a2} \times h \div 3 = 0.866 \times 1.300 + 2.139 \times 0.867 = 2.980 \text{ t}\cdot\text{m}$$

② 기초 단면 계산서 (H = 3.000 m)

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 3.000 = 0.999 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.000^2 = 2.847 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 0.999 + 2.847 = 3.846 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.999 \times 1.500 + 2.847 \times 1.000 = 4.346 \text{ t}\cdot\text{m}$$

4. 안정검토

구분	수직력			수평력		
	Pv	X	M _i	P _h	y	M _o
구체	①	2.925	0.777	2.273		
	②	0.319	1.035	0.330		
	③	0.169	0.635	0.000		
	④	3.000	1.500	4.500		
	⑤	0.835	0.744	0.822		
토사	⑥	9.385	2.050	19.241		
	⑦	0.242	1.057	0.258		
토압	P _{a1h}			0.999	1.500	1.499
	P _{a2h}			2.847	1.000	2.847
상재하중	1.998	2.001	3.998			
계	18.875		31.312	3.846		4.346

1) 전도에 대한 안정

$$F_{OS} = M_i \div M_o \geq 2 \text{ 일때 O.K.}$$

$$F_{OS} = M_i \div M_o = 31.312 \div 4.346 = 7.20 > 2.0 \text{ =====> O.K.}$$

2) 활동에 대한 안정

$$F_s = P_h \times \tan \phi_b \div P_v \geq 1.5 \text{ 일때 O.K.}$$

$$F_s = P_h \times \tan \phi_b \div P_v = 18.875 \times 0.364 \div 3.846 = 1.79 > 1.5 \text{ =====> O.K.}$$

$$(\tan \phi_b = 0.364 : \text{도시 P. 629})$$

3) 저반지역에 대한 안전

$$a = (M_i - M_o) \div P_v > (B \div 3) \quad e = (B \div 2) - a$$

$$FM = M_i - M_o = 31.312 - 4.346 = 26.966 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

$$a = (M_i - M_o) \div \sum P_v = 26.966 \div 18.875 = 1.429 > (B \div 3) = 3.000 \div 3 = 1.000 \text{ 이므로}$$

$$e = (B \div 2) - a \text{ 에서}$$

$$= (3.000 \div 2) - 1.429 = 0.071 < B/6 = 0.500 \text{ =====> O.K.}$$

$$Q_{max} = \sum P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 18.875 \div 3.000 \times (1 + (6 \times 0.071 \div 3.000)) = 7.185 \text{ t/m}^2 < Q_b = 30.000 \text{ =====> O.K.}$$

$$Q_{min} = \sum P_v \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 18.875 \div 3.000 \times (1 - (6 \times 0.071 \div 3.000)) = 5.388 \text{ t/m}^2$$

* 허용 지지력의 계산 (Terzaghi's Formula)

$$\text{형상 계수 (도시 P. 624): } \alpha = 1 \quad \beta = 0.5$$

$$\text{기초 저면의 점진력: } C = 0.0$$

$$\text{지지 지반의 내부 마찰각: } \phi = 30.0^\circ$$

$$\text{기초의 유효 근입 길이: } D_f = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{상재 하중: } q = \gamma \times D_f = 1.90 \text{ t/m}^2$$

$$\text{기초의 유효 저항 폭: } B' = B - 2 \times e = 2.858 \text{ m}$$

$$\text{기초의 지지력 계수 (도시 P. 623): } N_q = 37.2$$

$$N_\gamma = 22.5$$

$$N_r = 19.7$$

극한 지지력

$$Q_u = \alpha \times C \times N_c + \alpha \times N_q + \beta \times \gamma \times B' \times N_\gamma$$

$$= 1.0 \times 0.0 \times 37.2 + 1.90 \times 22.5 + 0.5 \times 1.90 \times 2.858 \times 19.7$$

$$= 96.237 \text{ t/m}^2$$

허용 지지력

$$Q_b = Q_u \div 3 = 96.237 \div 3 = 32.079 \text{ t/m}^2$$

$$\therefore Q_{max} = 30.000 \text{ t/m}^2 < Q_b = 32.079 \text{ t/m}^2 \text{ =====> } 30.000 \text{ t/m}^2 \text{ 사용}$$

5. 단면 검토

$$\text{* 하중계수 적용: 시하중: 1.30}$$

$$\text{토 압: 1.70}$$

$$\text{활하중: 2.15}$$

구분	수직력			수평력		
	Pv	x	Mur	Ph	y	Muo
구체	①	3.803	0.777	2.955		
	②	0.415	1.035	0.430		
	③	0.220	0.535	0.118		
	④	3.900	1.500	5.850		
	⑤	1.067	0.744	0.839		
토사	⑥	12.232	2.050	25.914		
	⑦	0.315	1.057	0.336		
토압	P _{a1}			1.472	1.300	1.914
(벽체)	P _{a2}			3.636	0.867	3.152
트압	P _{a1h}			1.698	1.500	2.547
(기초)	P _{a2h}			4.84	1.000	4.840
상재하중	4.296	2.001	8.596			
TOTAL(벽체)	26.238		44.108	5.108		5.066
TOTAL(기초)	26.238		44.108	6.536		7.387

1) 벽체의 단면력

$$S_u = 5.108 \text{ t/m}$$

$$M_u = 5.066 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

② 벽체 1/2 지점의 단면력 (h = 1.300 m)

$$P_{a1h} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 1.300 = 0.433 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 1.3^2 = 0.535 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 0.433 + 0.535 = 0.968 \text{ t/m}$$

$$M_u = P_{a1h} \times h \div 2 + P_{a2h} \times h \div 3 = 0.433 \times 0.65 + 0.535 \times 0.433 = 0.513 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

$$S_u = 1.7 \times 0.968 = 1.646 \text{ t/m}$$

$$M_u = 1.7 \times 0.513 = 0.872 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

구조계산서 및 안전검토서

2) 뒷공회 탄력력 (지반반력 고려)

$$a = (Mur - Muo) \div (B \div 3) \text{ 일때 } e = (B \div 2) - a$$

$$\sum Mu = Mur - Muo = 44.108 - 7.387 = 36.721 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$a = (Mur - Muo) \div \sum P_v = 36.721 \div 26.238 = 1.4$$

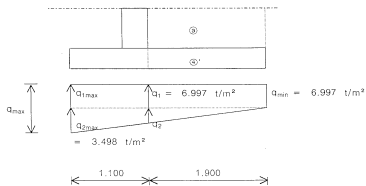
$$> (B \div 3) = 3.000 \div 3 = 1.000 \text{ 이므로}$$

$$e = (B \div 2) - a \text{ 에서}$$

$$= (3.000 \div 2) - 1.4 = 0.1 < B/6 = 0.500 \text{ =====> O.K !}$$

$$q_{max} = \sum P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 26.238 \div 3.000 \times (1 + (6 \times 0.1 \div 3.000)) = 10.495 \text{ t/m}^2 < Q_s = 30.000 \text{ 이므로 } q_{max} = 10.495 \text{ t/m}^2$$

$$q_{min} = \sum P_v \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 26.238 \div 3.000 \times (1 - (6 \times 0.1 \div 3.000)) = 6.997 \text{ t/m}^2$$



$$q_{max} : 3.000 = q_2 : 1.900$$

$$q_2 = 1.900 \times 3.498 \div 3.000 = 2.215 \text{ t/m}^2$$

$$q = q_1 + q_2 = 6.997 + 2.215 = 9.212 \text{ t/m}^2$$

$$P_{v1} = \textcircled{G}' + \textcircled{G}$$

$$= 1.900 + 9.386 = 11.286 \text{ t/m}$$

1043

$$P_{v2} = 1.900 \times 1.00 = 1.900 \text{ t/m (상재 하중에 의함)}$$

$$P_v = 1.3 \times P_{v1} + 2.15 \times P_{v2} = 18.757 \text{ t/m}$$

$$Q = q_1 \times 1.900 + q_2 \times 1.900 \div 2$$

$$= 6.997 \times 1.900 + 2.215 \times 1.900 \div 2$$

$$= 15.399 \text{ t/m (뒷공회 탄력에 작용하는 상향력)}$$

$$Su = 18.757 - 15.399 = 3.358 \text{ t/m}$$

$$M_{a1} = 1.900 \times 1.900 \div 2 + 9.386 \times 1.900 \div 2 = 10.722 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_{a2} = 1.900 \times 1.900 \div 2 = 1.805 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_B = 1.3 \times 10.722 + 2.15 \times 1.805 = 17.819 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_G = 6.997 \times 1.900 \times 1.000 \div 2 + 2.215 \times 1.000 \div 2 \times 1.900 \div 3$$

$$= 13.962 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

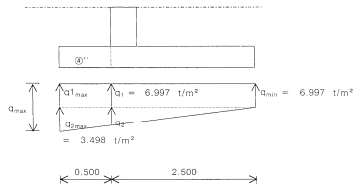
$$M_U = 17.819 - 13.962 = 3.857 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

1044

3) 앞공회 탄력력

$$q_{max} = \sum P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 26.238 \div 3.000 \times (1 + (6 \times 0.1 \div 3.000)) = 10.495 \text{ t/m}^2 < Q_s = 30.000 \text{ 이므로 } q_{max} = 10.495 \text{ t/m}^2$$

$$q_{min} = \sum P_v \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 26.238 \div 3.000 \times (1 - (6 \times 0.1 \div 3.000)) = 6.997 \text{ t/m}^2$$



$$q_{max} : 3.000 = q_2 : 2.500$$

$$q_2 = 2.500 \times 3.498 \div 3.000 = 2.915 \text{ t/m}^2$$

$$q = q_1 + q_2 = 6.997 + 2.915 = 9.912 \text{ t/m}^2$$

$$Su = 0.500 \times q + 0.500 \times (q_{max} - q) \div 2 - 1.3 \times \textcircled{G}'$$

$$= 0.500 \times 9.912 + 0.500 \times 0.583 \div 2 - 1.3 \times (2.500 \times 0.400 \times 0.500)$$

$$= 4.452 \text{ t/m}$$

$$M_U = 0.500^2 \times q \div 2 + 0.500 \times (q_{max} - q) \div 2 - 1.3 \times (\textcircled{G}' \times 0.500 \div 2)$$

$$= 0.250 \times 9.912 \div 2 + 0.250 \times 0.583 \div 2 - 1.3 \times (2.500 \times 0.400 \times 0.500 \div 2)$$

$$= 1.125 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

1045

- 벽체 하단부 -

$$\sigma_{ck}(\text{kg/cm}^2) = 240.000 \quad \sigma_y(\text{kg/cm}^2) = 3000.000$$

$$Mu(\text{t} \cdot \text{m}) = 5.066 \quad \rho(\text{bending}) = 0.8500$$

$$Su(\text{t}) = 5.108 \quad \rho(\text{shear}) = 0.7000$$

$$Mu(\text{t}) = 0.000 \quad \rho(\text{column}) = 0.6500$$

$$b(\text{cm}) = 100.000 \quad e(\text{cm}) = 0.000$$

$$d(\text{cm}) = 52.000 \quad d'(\text{cm}) = 8.000$$

$$\text{req. } As = 3.84 \text{ cm}^2 \quad As' = 0.00 \text{ cm}^2 \quad a = 0.56 \text{ cm}$$

$$\text{Use } As \text{ D16 } \times 8.000 = 15.888 \text{ cm}^2$$

$$Ast = 15.888 \text{ cm}^2 > \text{req. } Ast \times (1 + \frac{1}{6}) = 5.122 \text{ cm}^2$$

은 수렴 상태 (단철근 사용)

$$c = 2.75 \text{ cm} \quad a = 2.34 \text{ cm}$$

$$Cc = 47.664 \text{ t} \quad Cs = 0.000 \text{ t} \quad T = 47.664 \text{ t}$$

$$\rho Mu = 20.594 \text{ t} \cdot \text{m} > Mu = 5.066 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{GOOD !!}$$

전단 보강 불필요!

$$Qu = 5.108 \text{ t} < \rho Vc/2 = 14.611 \text{ t}$$

- 벽체 중간부 -

$$\sigma_{ck}(\text{kg/cm}^2) = 240.000 \quad \sigma_y(\text{kg/cm}^2) = 3000.000$$

$$Mu(\text{t} \cdot \text{m}) = 0.872 \quad \rho(\text{bending}) = 0.8500$$

$$Su(\text{t}) = 1.646 \quad \rho(\text{shear}) = 0.7000$$

$$Mu(\text{t}) = 0.000 \quad \rho(\text{column}) = 0.6500$$

$$b(\text{cm}) = 100.000 \quad e(\text{cm}) = 0.000$$

$$d(\text{cm}) = 44.500 \quad d'(\text{cm}) = 8.000$$

$$\text{req. } As = 0.77 \text{ cm}^2 \quad As' = 0.00 \text{ cm}^2 \quad a = 0.11 \text{ cm}$$

$$\text{Use } As \text{ D16 } \times 4.000 = 7.944 \text{ cm}^2$$

$$Ast = 7.944 \text{ cm}^2 > \text{req. } Ast \times (1 + \frac{1}{6}) = 1.026 \text{ cm}^2$$

은 수렴 상태 (단철근 사용)

$$c = 1.37 \text{ cm} \quad a = 1.17 \text{ cm}$$

$$Cc = 23.832 \text{ t} \quad Cs = 0.000 \text{ t} \quad T = 23.832 \text{ t}$$

$$\rho Mu = 8.806 \text{ t} \cdot \text{m} > Mu = 0.872 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{GOOD !!}$$

전단 보강 불필요!

$$Qu = 1.646 \text{ t} < \rho Vc/2 = 12.475 \text{ t}$$

1046

구조계산서 및 안전검토서

용 벽 구 조 계 산

1. 설계 조건

- 참치 : 엑 T 합 용액 (교양 시험부)
- 2) 중벽 치원
- ① 용벽의 높이 : 3.000 ~ 4.000 M
- ② 상자하중 (q) : 1.00 t/m²
- 3) 흙의 특성
- ① 깃재울 토사
- 단위 중량 : 1.90 t/m³
- 내부 마찰각 : 30.0 °
- ② 기초 지면
- 내부 마찰각 : 30.0 °
- 마찰계수 : *
- ③, 흙과 콘크리트 : $\tan \phi_B = \tan (2/3) \phi = 0.364$ (도서 P 629)
- 4) 사용 재료
- ① 콘크리트 : $\sigma_{ck} = 240$ Kg/cm²
- ② 콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³
- ③ 철 강 (SD - 30) : $\sigma_y = 3000$ Kg/cm²
- 5) 참고 문헌
- 도로교 표준 시방서 (건설부 1996년)
- 철근 콘크리트 표준 시방서 (건설부 1996년)
- 철근 콘크리트 설계편람 (건설부 1992년)

3. 토 압

3.1 토압계수 산정

1) RANKINE의 토압계수

$$K_A = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333 \quad (\phi = 30.0^\circ)$$

3.2 토압

1) 안정계산시 (H = 4.000 M)

$$P_{a1n} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 4.000 = 1.332 \text{ t/m}$$

$$P_{\text{akt}} = 1/2 \times K_A \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 4.000^2 = 5.062 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 1.332 + 5.062 = 6.394 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} M_o &= P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 \\ &= 1.332 \times 2.000 \div 2 + 5.062 \times 1.333 \div 3 = 9.412 \text{ t} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

2) 단면계산시

① 벽체 단면계산시 ($h = 3.500 \text{ m}$)

$$P_{a1} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 3.500 = 1.166 \text{ t/m}$$

$$P_{32} = 1/2 \times K_A \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.50^2 = 3.875 \text{ t/m}$$

$$P_{\text{gk}} = P_{\text{gk1}} + P_{\text{gk2}} = 1.166 + 3.875 = 5.041 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1} \times h \div 2 + P_{a2} \times h \div 3$$

$$= 1.166 \times 1.750 + 3.875 \times 1.167 = 6.563 \text{ t} \cdot \text{m}$$

1047

-1250

2.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 중 외 시설물로서 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

【표 2.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	—	—	—	—

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	○준공이후 별도의 보수는 실시되지 않은 것으로 확인됨.	
중 점 관리사항	○외관조사결과 금회 점검이 최초의 점검이므로 신규손상 발생 여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.	

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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

2.3 현장조사 및 시험

2.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 연호고가교 안심방향 시점부에 시공된 기타종 옹벽 시설물로서 옹벽의 상단부는 연호고가교 시점부 접속도로가 있으며, 하부로는 지방도가 접하고 있는 상태이다. 선형은 콘크리트 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.0~4.1m를 보이며, 총 연장은 153.6m의 규모를 가지는 콘크리트 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=153.6m, L=4.1m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상 시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 2.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 03. 07.		조 사 자	이 상 훈
시설물명	연호고가교 안심방향 시점부 옹벽		시설물 종류	중 외
일 기	맑음		시설물번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	콘크리트	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	153.6m	지면노출 높 이	4.1m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	연호고가교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 신축이음부를 두고 구간분할을 실시하였다. 총 10개 구간(S1~S10)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~17.0m	17.0	0.0	6	77.0~92.0m	92.0	1.3
2	17.0~32.0m	32.0	0.0	7	92.0~107.0m	107.0	1.7
3	32.0~47.0m	47.0	0.0	8	107.0~122.0m	122.0	2.6
4	47.0~62.0m	62.0	0.2	9	122.0~137.0m	137.0	3.3
5	62.0~77.0m	77.0	0.7	10	137.0~153.6m	153.6	4.1

	
측점분할 작업사진	측점분할 작업사진

2.3.2 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 2.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 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(mm)	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	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 기초부 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 콘크리트 옹벽으로 전면부 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 본 콘크리트 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 시공이음부로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 2.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 콘크리트 옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 상부 포장상태)

1) 현황

콘크리트 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 설계도서상 옹벽 전면부에 수평배수공이 설치되어 있는 것으로 확인되었다. 옹벽 상부에도 별도의 배수시설은 설치되어 있지 않은 상태이나 포장부의 구배의 영향을 받아 배수기능에 이상은 없는 상태이다.



【그림 2.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 침하 및 구조적인 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 콘크리트 옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

2.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 2.3.6】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	상태양호	—
주변영향인자	상태양호	—
기초부의 세굴	상태양호	—
결과요약	연호고가교 안심방향 시점부 옹벽의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에는 문제가 없는 것으로 확인되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다고 사료된다.	

【표 2.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부 포장부	상태양호	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2.3.4 측량

가. 개요

금회(2023년) 정밀안전점검 대상시설물(연호고가교 안심방향 시점부 옹벽)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀 안전점검으로 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 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

【표 2.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	17m	—	—	88.8	2.0	—	—	—	—
2	32m	—	—	88.8	2.0	—	—	—	—

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

※ 주) 측량번호 9~11은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

【표 2.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
3	47m	—	—	88.8	2.0	—	—	—	—
4	62m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	—
5	77m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
6	92m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
7	107m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	—
8	122m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	—
9	137m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
10	137m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	—

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

※ 주) 측량번호 1~4은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

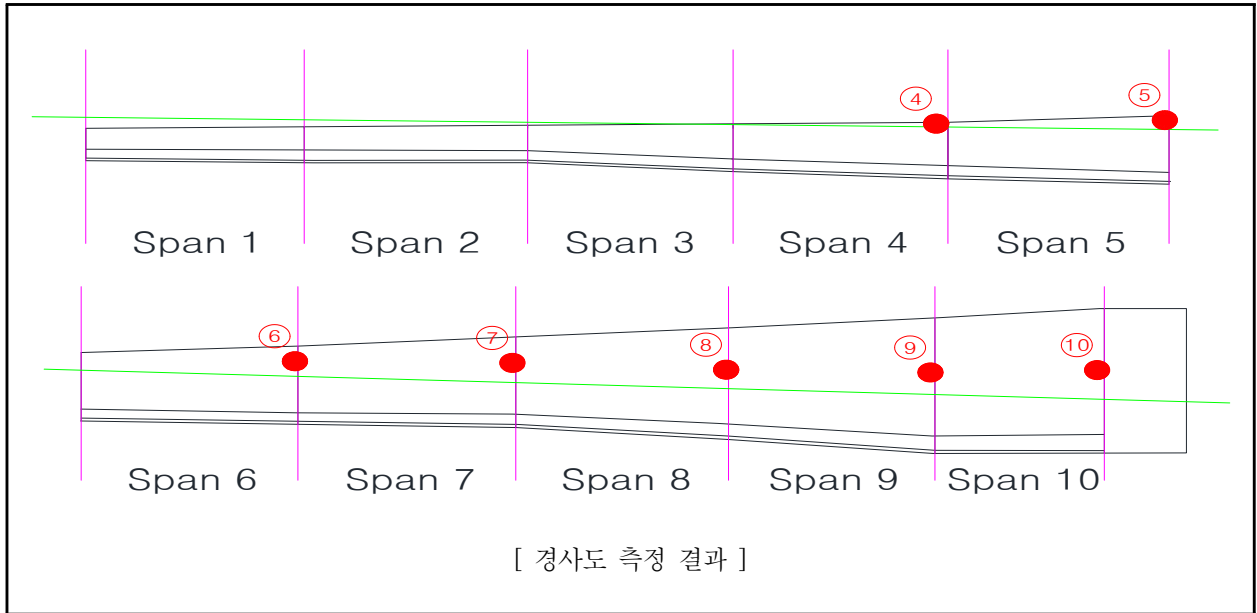
계획선형오차 경사도 측정 결과 기울기 오차는 0.0~0.4%로 근소한 차이는 있으나 측정위치에 대한 차이로 침하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토된다.

【표 2.3.9】 선형 및 수준측량 결과

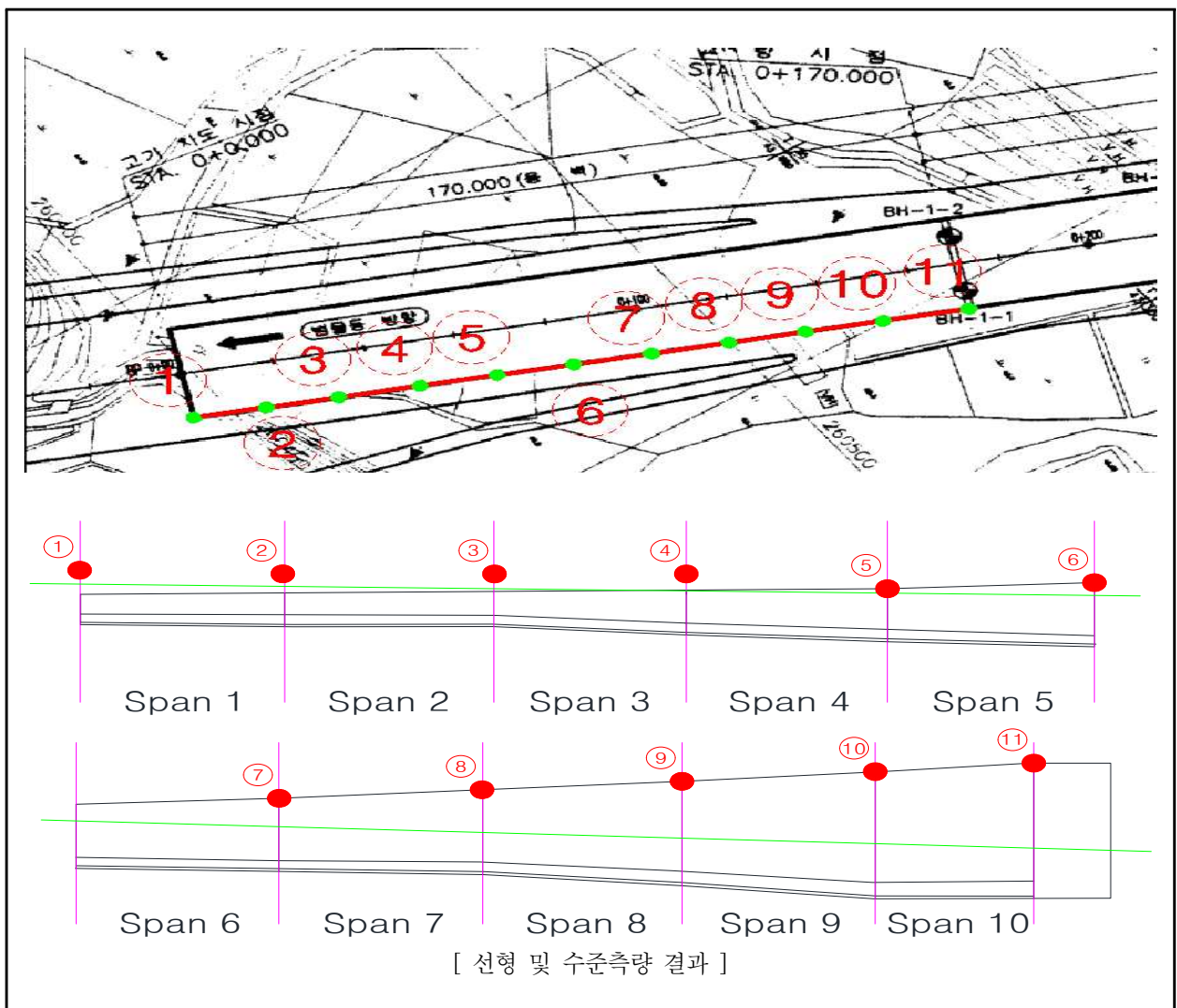
측정위치		X	Y	노출 높이 (m)	측정위치		X	Y	노출 높이 (m)
1단	(1)	48.173	-84.283	0.0	1단	(7)	8.220	-5.128	1.3
	(2)	41.847	-72.468	0.0		(8)	1.458	8.275	1.7
	(3)	35.522	-59.153	0.0		(9)	-5.193	21.515	2.6
	(4)	28.430	-45.121	0.0		(10)	-12.020	34.923	3.3
	(5)	21.727	-32.559	0.2		(11)	-19.436	49.707	4.1
	(6)	15.024	-18.554	0.7		—	—	—	—

※ 주) 측량번호 1~4은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

보강토옹벽에 선형 및 수준측량 결과, 침하, 전도, 활동에 의한 위험성은 없는 것으로 검토되었다.



【그림 2.3.5】 경사도 측정 결과



【그림 2.3.6】 선형 및 수준측량 결과

2.3.5 콘크리트 내구성 조사

가. 내구성 조사의 개요

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 콘크리트 옹벽은 재료시험으로 전면부에 반발경도를 실시하였고 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설안전공단)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 실시하였다.



【그림 2.3.6】 콘크리트 내구성 조사 현황

【표 2.3.10】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	재료시험 기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
반발경도 시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 50m)개소	4	4	
탄산화 깊이 측정	◦ 총 연장 • 100m미만 2개소 • 100m이상 최소2개소 + 100m당 1개소 추가	3	3	

1) 반발경도 시험

콘크리트 비파괴강도시험은 전면부에서 반발경도시험(총 4개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 시험결과

【표 2.3.11】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전 면 부	S5	53.2	31.2	30.2	0.63	130.1	125.6	24.0
	S6	53.6	31.5	30.3	0.63	131.3	126.3	
	S8	54.3	32.1	30.6	0.63	133.6	127.6	
	S10	53.6	31.5	30.3	0.63	131.3	126.3	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 30.2~32.1MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인하여 선정하였다.

① 시험결과

【표 2.3.12】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
전면부	S5	7.0	79.0	72.0	a	1.53	100년이상	
	S6	7.0	82.0	75.0	a	1.53	100년이상	
	S10	7.0	91.0	84.0	a	1.53	100년이상	

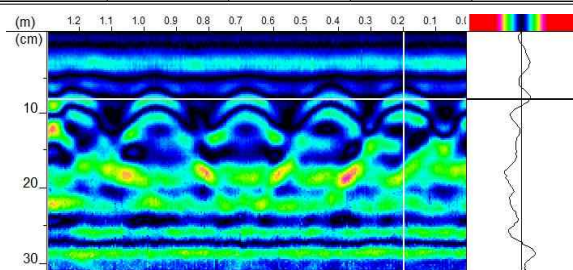
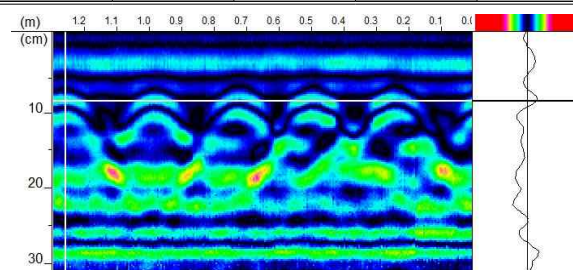
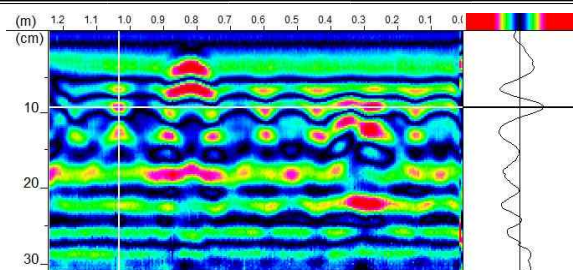
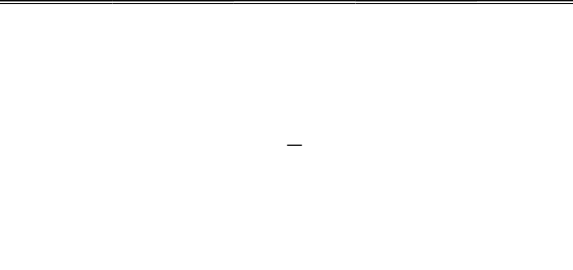
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 7.0mm로, 잔여깊이가 72.0~84.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

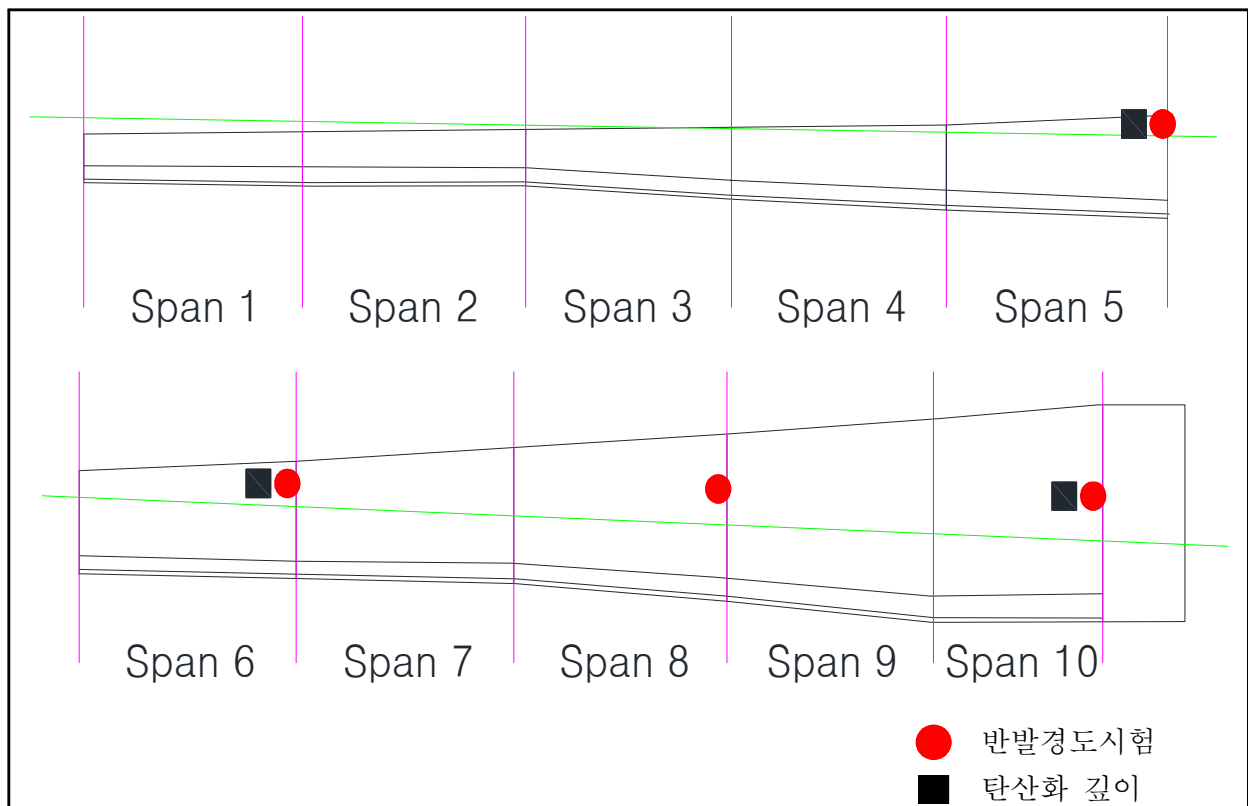
② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

③ 피복두께 측정

【표 2.3.13】 피복두께 측정 결과

No.1	위치	S5	실측 피복두께	79mm	No.2	위치	S6	실측 피복두께	82mm
									
No.3	위치	S10	실측 피복두께	91mm	No.4	위치	—	실측 피복두께	—
									



【그림 2.3.8】 콘크리트 내구성조사 위치도

나. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 2.3.14】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	전면부	30.2~32.1	24.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	전면부	72.0~84.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2.4 상태평가

2.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 신축이음부를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사 결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설 안전공단)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

2.4.2 상태평가 결과 산정

【표 2.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	파손 · 손상	균열	마모 · 침식	박리	박락 · 충분리	탄산 화	염화 물	백태	배수 공	주변영향인자			결함 점수 합계	평가단 위 결함 지수	평가 단위 평가 등급	
													배수 시설	사면조사					
														사면 구배	낙석 흔적				침 출수
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	a

상태평가등급

A

2.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.02로서 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 같음하였으며, 그 다음과 같다.

【표 2.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	연호고가교 안심방향 시점부 옹벽		표 번 호	[표 2.5.1]
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.02	A	근거표번호	[표 2.4.1]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.02	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 위협이 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 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
전면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부절토부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
기초부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천 원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천 원)		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 표면처리는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)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
전 면 부	균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배 수 시 설	배수공에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
포 장 부	우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기 초 부	우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

2.7 종합결론

2.7.1 정밀안전점검 결과 요약

1) 기초부 현장조사 결과

- 연호고가교 안심방향 시점부 옹벽의 기초부 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.

2) 전면부 현장조사 결과

- 콘크리트 옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3) 주변영향인자 현장조사 결과

- 콘크리트 옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 측량 결과

- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

5) 내구성조사 결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 30.2~32.1MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 7.0mm로, 잔여깊이가 72.0~84.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

6) 평가 결과

- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.02 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, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로서 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

2.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 콘크리트 옹벽에 대한 특별한 관리가 요구되는 사항은 확인되지 않았다.

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. 연호고가교 범물방향 종점부 용벽

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. 연호고가교 범물방향 중점부 옹벽

3.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 연호고가교 범물방향 중점부에 시공된 중 외 옹벽 시설물로서 연장 230.0m, 지면노출높이 5.7m의 콘크리트옹벽이다.

3.1.1 일반사항

【표 3.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	연호고가교 범물방향 중점부 옹벽		종별구분	중 외
시설물번호	-		관리번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	콘크리트	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	230.0m	지면노출 높 이	5.7m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	연호고가교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

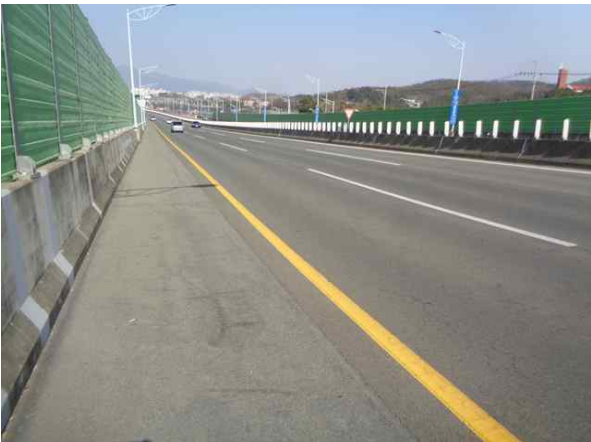
3.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 3.1.1】 위치도

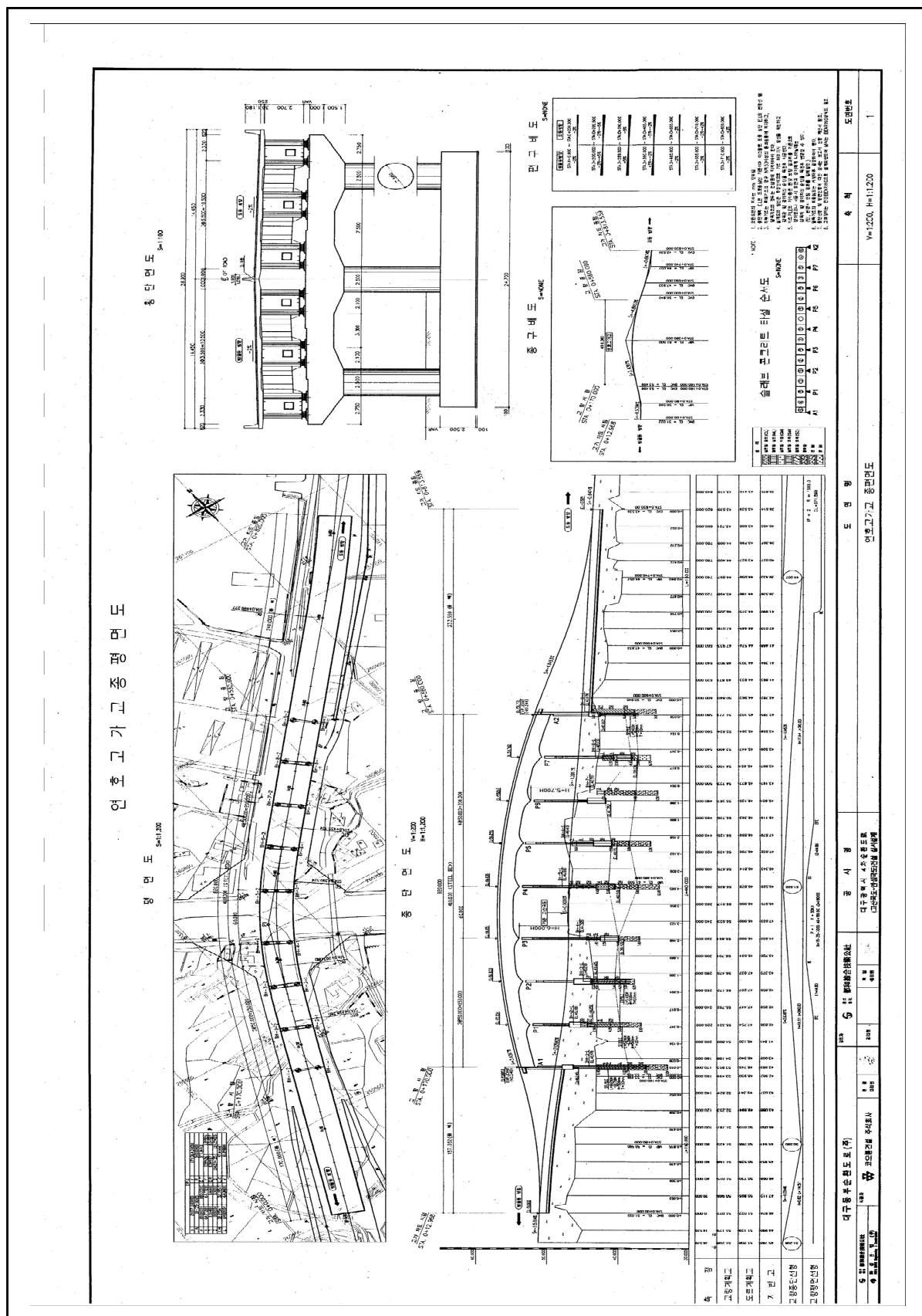


【그림 3.1.2】 전경사진

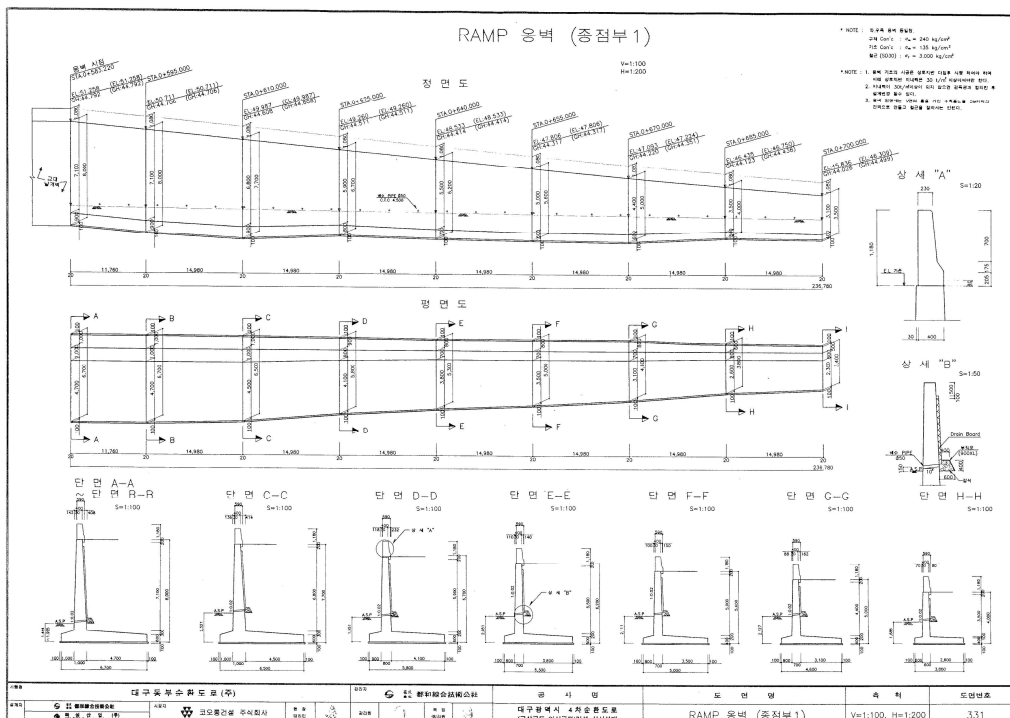
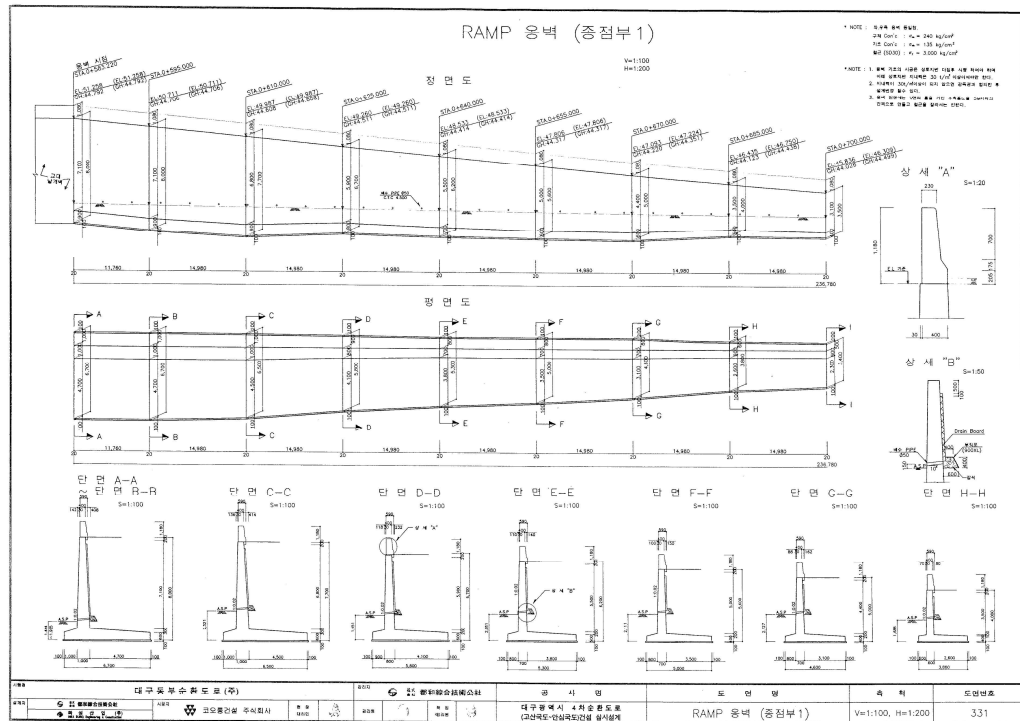
	
시점부 전경	종점부 전경
	
하부 전경	상부 램프도로 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 3.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

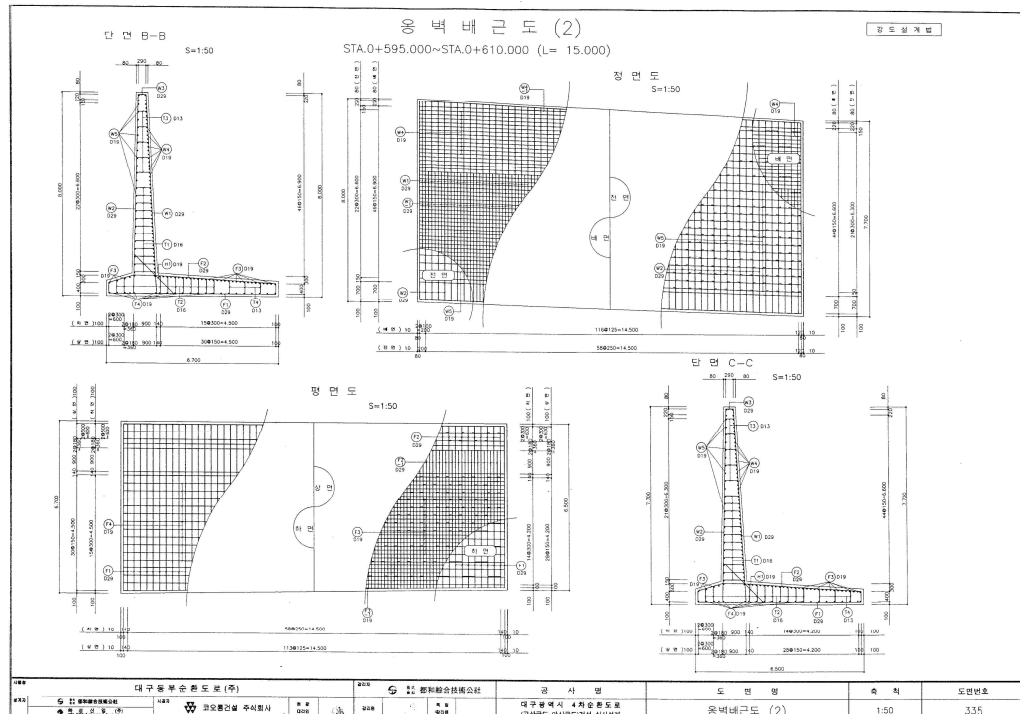
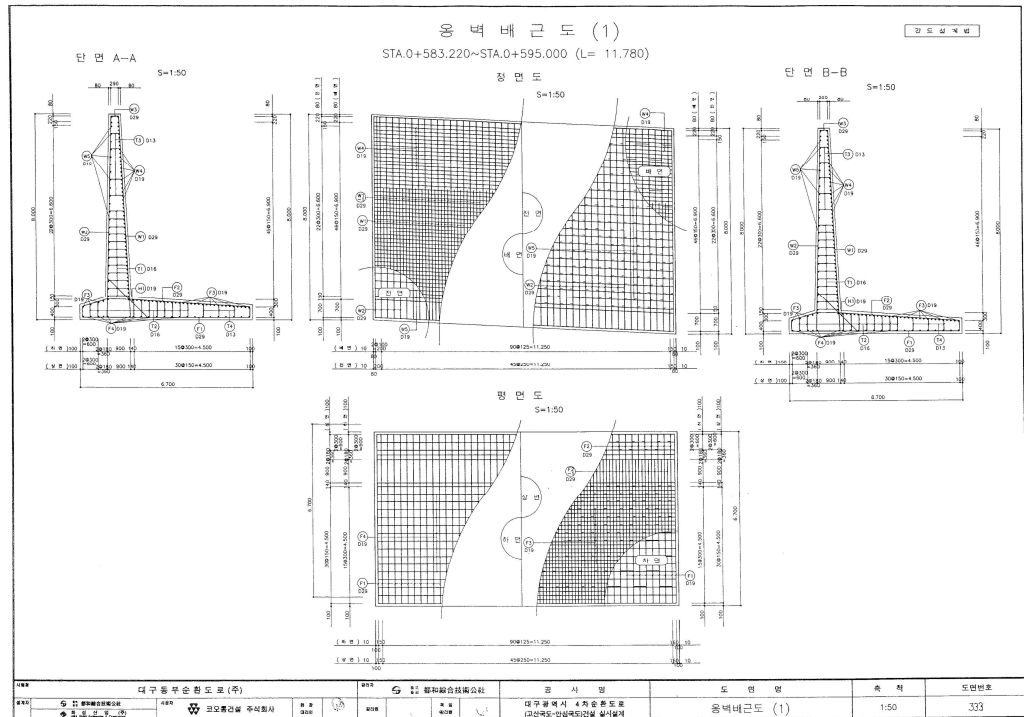
3.1.3 시설물 전개도 및 단면도



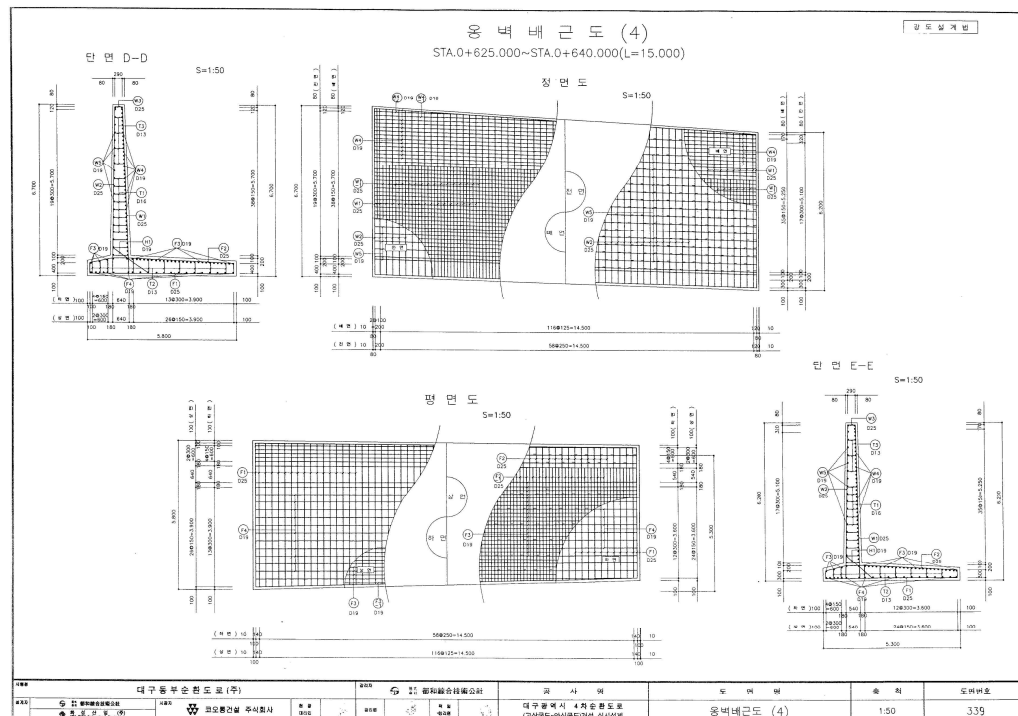
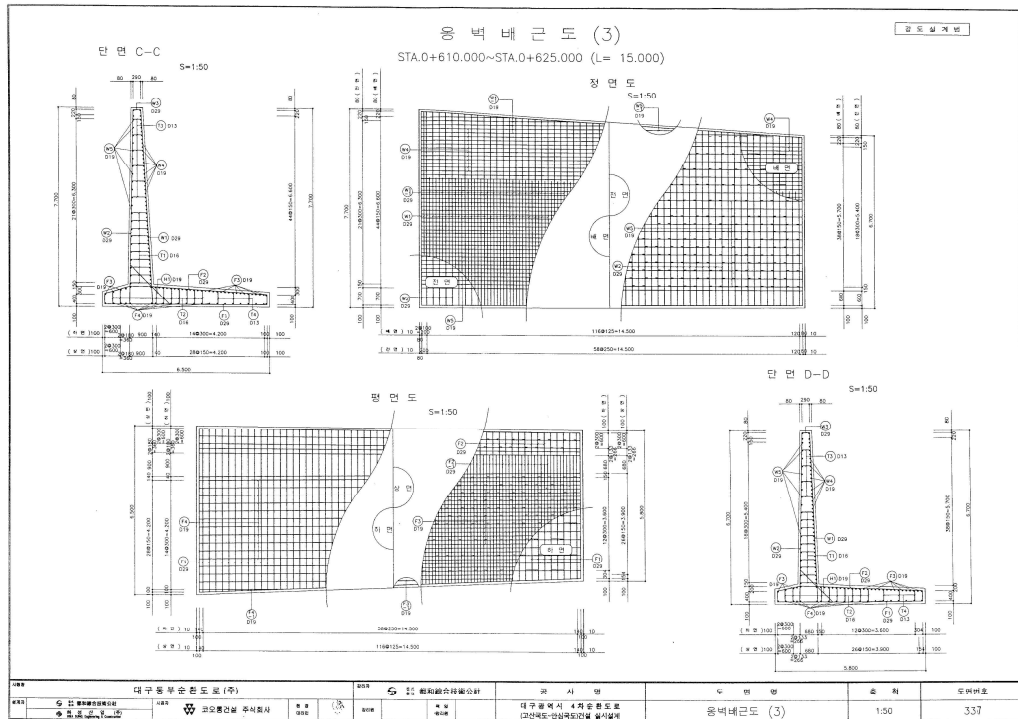
【그림 3.1.4】 종평면도



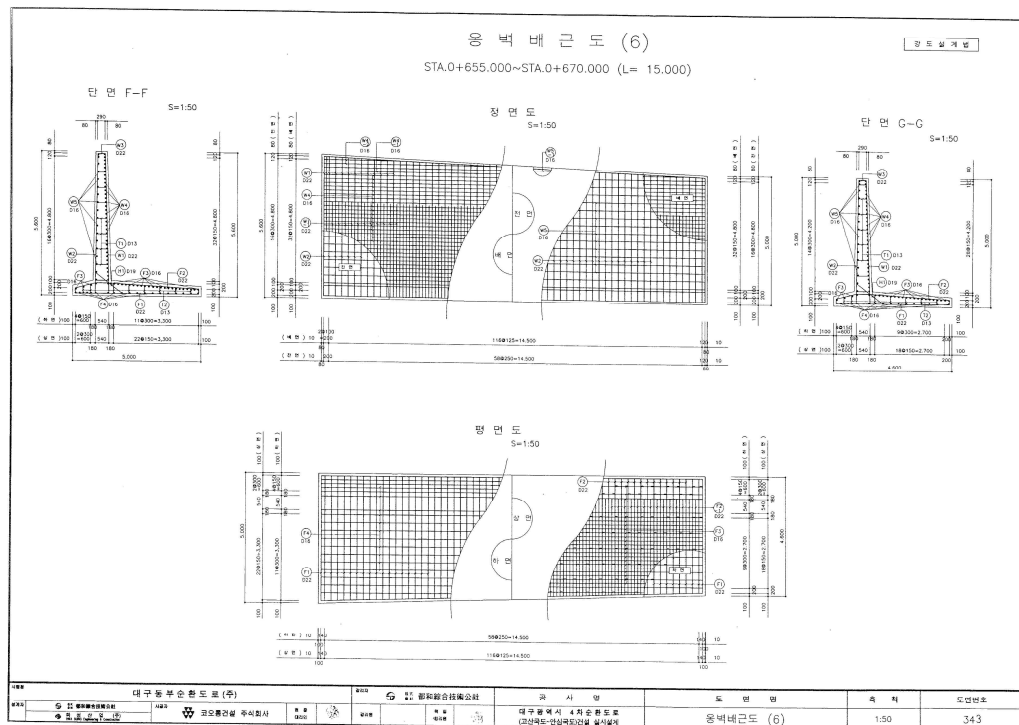
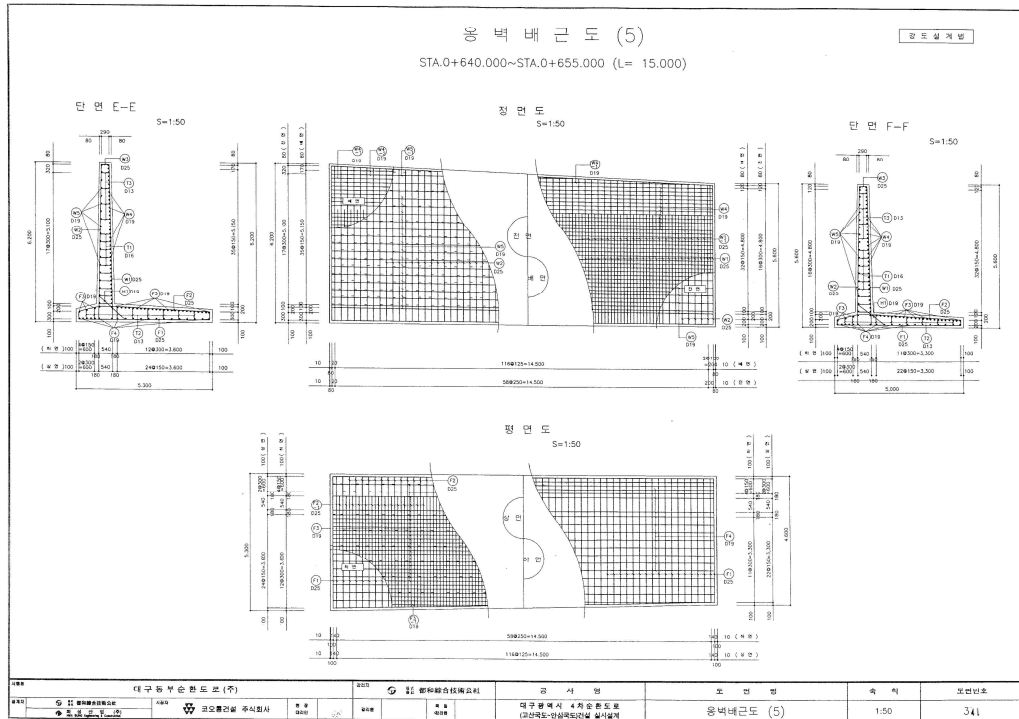
【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



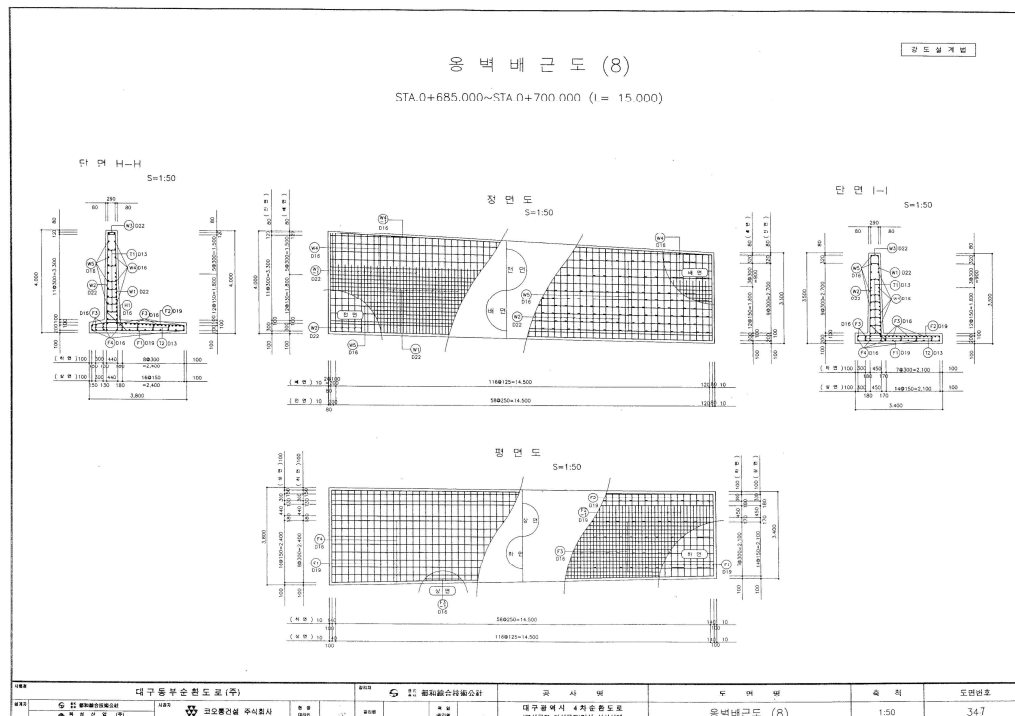
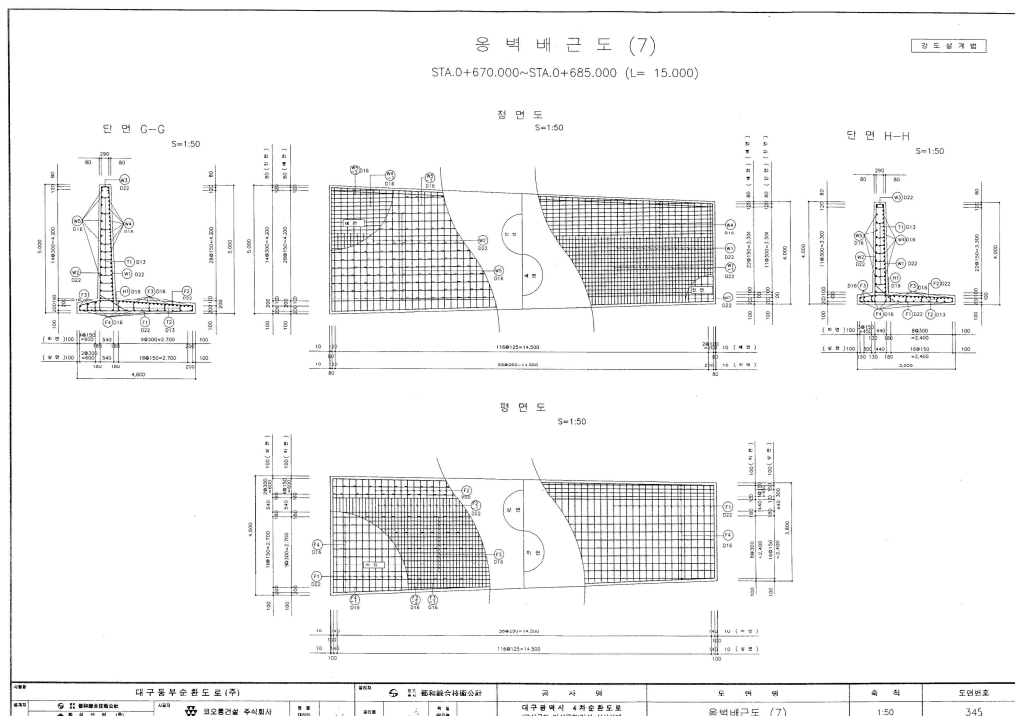
【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



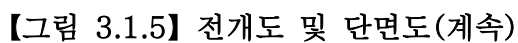
【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

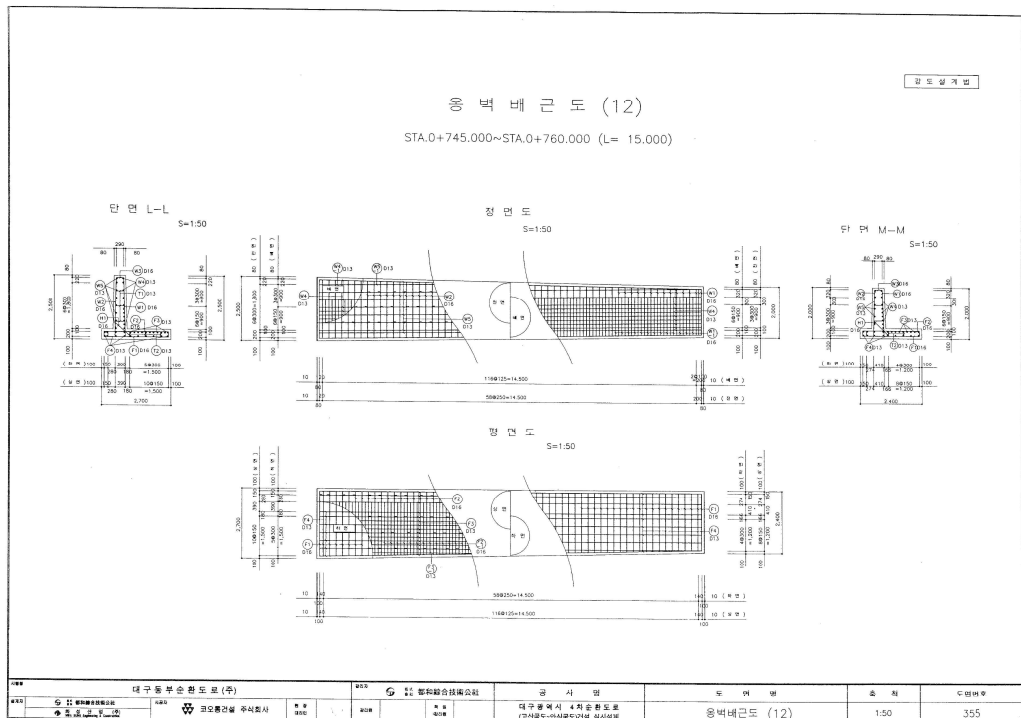
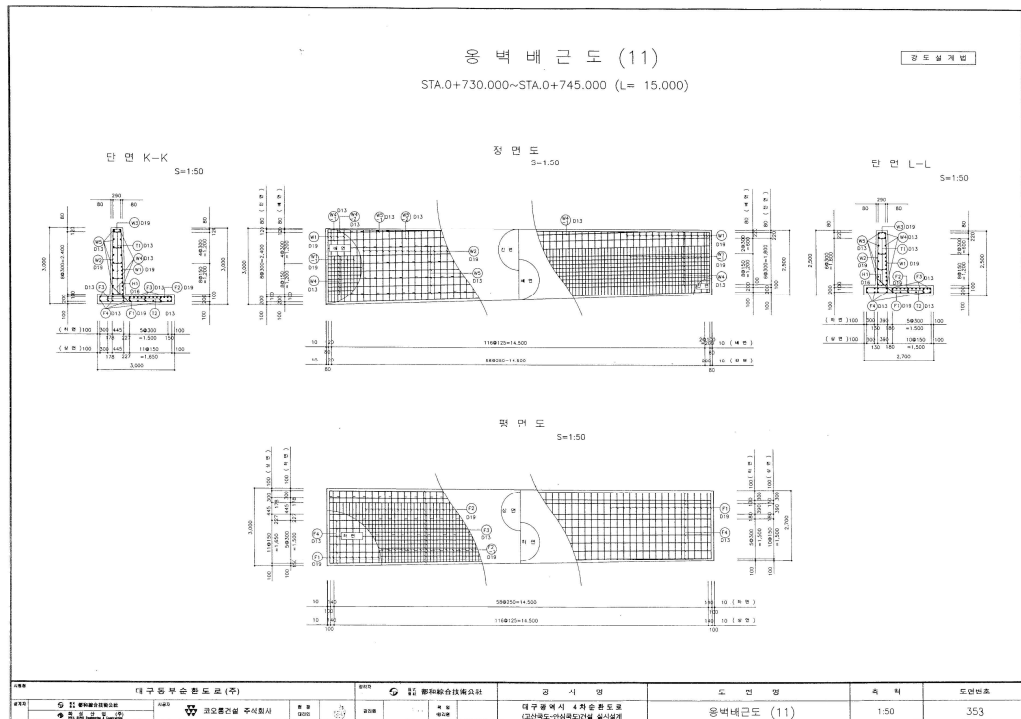


【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

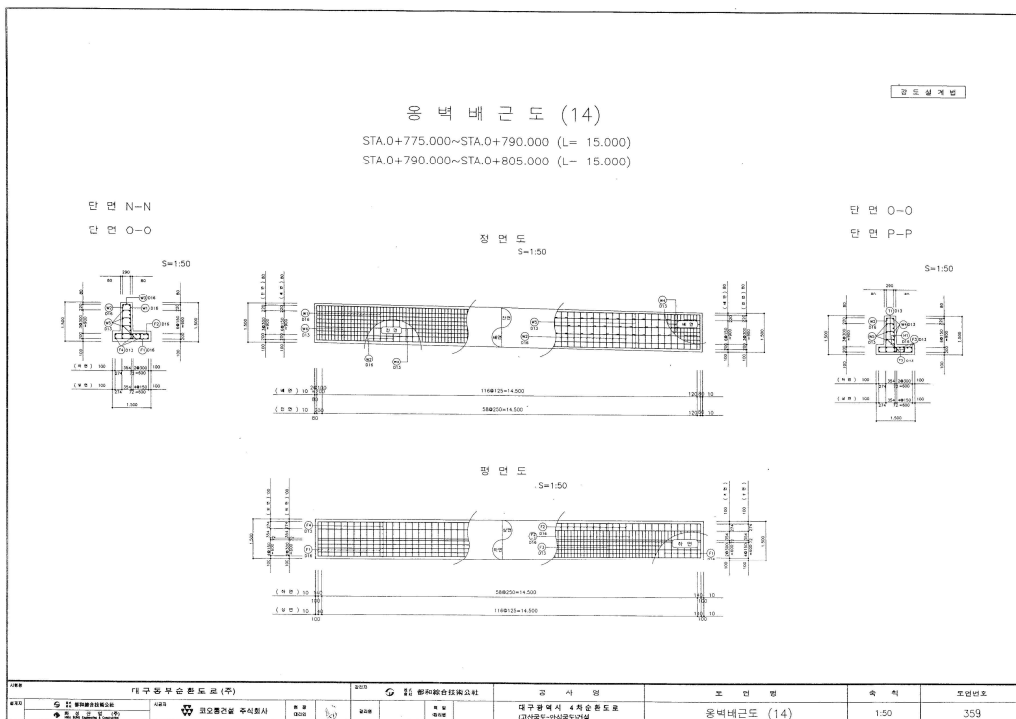
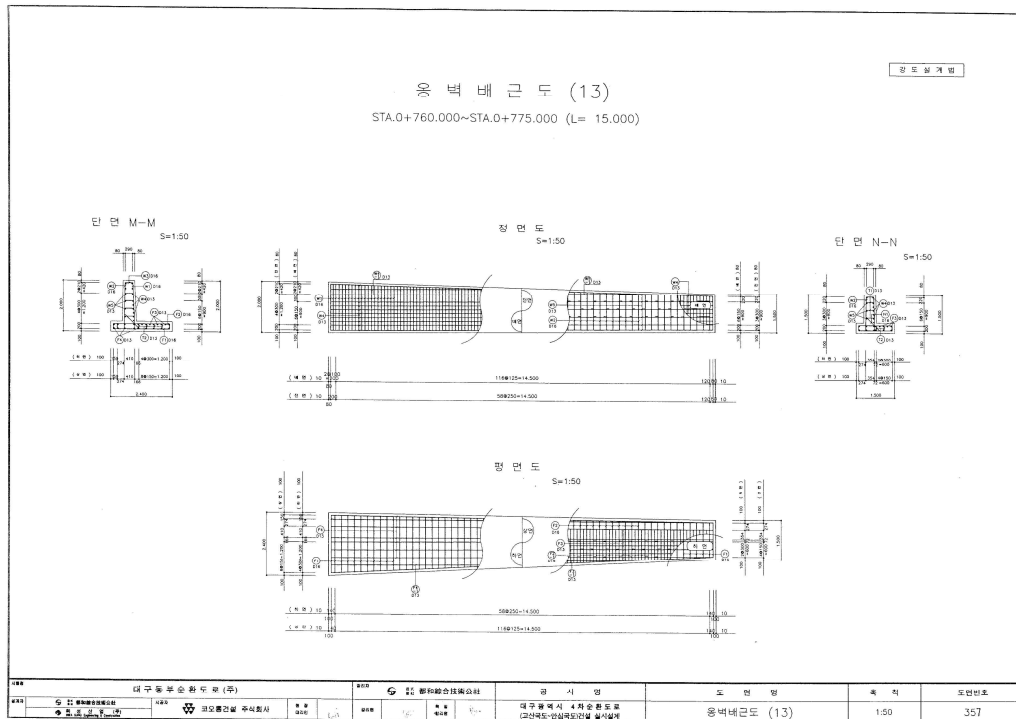


【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

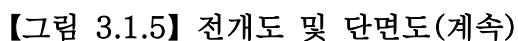




【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 3.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



3.2 자료수집 및 분석

3.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2002년 08월 24일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었고, 상세 내용은 부록8 에 수록하였다.

구조계산서 및 안전검토서

대구광역시 4차 순환도로(고산국도~안심국도)건설 실시설계

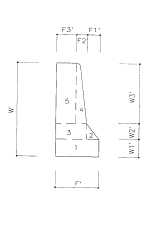
구조 및 수리계산서(I)

1998. 8

대구동부순환도로(주)

0001

방호벽



W1' = 0.205 M W2' = 0.175 M W3' = 0.700 M W' = 1.080 M
F1' = 0.120 M F2' = 0.070 M F3' = 0.230 M F = 0.420 M

• 구제 CON'C 자중

NO	산 식	W(ton)	X(m)	M _a (t.m)
①	F'×W1'×2.50	0.215	1.382	0.297
②	F1'×W2'×2×2.50	0.025	1.512	0.039
③	(F2'+F3')×W2'×2.50	0.131	1.322	0.173
④	F2'×W3'×2.50×2	0.061	1.425	0.087
⑤	F3'×W3'×2.50	0.403	1.287	0.519
계		0.836		1.115

• A 점으로부터 방호벽 합력점까지 거리
X = 1.115 ÷ 0.836 = 1.334 M

응력구조계산

1. 설계 조건

1) 형식 : 역 T 형 중벽 (교량 중점부)

2) 중력 저항

① 응력의 높이 : 1.700 ~ 8.000 M

② 상재하중 (q) : 1.00 t/m²

3) 흙의 특성

① 뒷채움 토사

- 단위 중량 : 1.90 t/m³

- 내부 마찰각 : 30.0 °

② 기초 저면

- 내부 마찰각 : 30.0 °

• 마찰계수

- 흙과 콘크리트 : tan φ_s = tan (2/3) φ = 0.364 (도시 P 629)

4) 풍 하중 : W_w = 150 kg/m² (도시 P 65)

5) 사용 재료

① 콘크리트 : σ_{sk} = 240 kg/cm²

② 콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³

③ 철근 (SD - 30) : σ_y = 3000 kg/cm²

6) 참고 문헌

- 도로교 표준 시방서 (건설부 1996년)

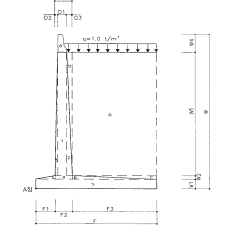
- 철근 콘크리트 표준 시방서 (건설부 1996년)

- 철근 콘크리트 설계관람 (건설부 1992년)

2. 하중계산

2.1 구제 CON'C 자중 및 뒷채움 토사

NO	산 식	W(ton)	X(m)	M _a (t.m)
①	D1×W3×2.50	7.995	1.387	10.920
②	D3×W3+2×2.50	3.621	1.728	6.237
③	D2×W3+2×2.50	1.260	1.095	1.380
④	F2×W2×2.50	0.750	1.500	1.125
⑤	F1×W2×2×2.50	0.375	0.667	0.250
⑥	F3×W2+2×2.50×5n	1.783	3.567	6.280
⑦	F×W1×2.50	10.050	3.350	33.668
⑧	방호벽	0.836	1.334	1.115
⑨	방호벽	0.200	1.592	0.318
⑩	F3×W3×1.90	63.403	4.350	275.803
⑪	D3×W3+2×1.90	2.752	1.864	5.130
⑫	F3×W2+2×1.90	1.340	5.133	6.878
계		94.338		349.133



D = 1.000 M D1 = 0.450 M D2 = 0.142 M D3 = 0.408 M
W1 = 0.600 M W2 = 0.300 M W3 = 7.100 M W4 = 1.080 M
F = 6.700 M F1 = 1.000 M F2 = 1.000 M F3 = 4.700 M

구조계산서 및 안전검토서

3. 토 압

3.1 토압계수 산정

1) RANKINE의 토압계수

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333 \quad (\phi = 30.0^\circ)$$

3.2 토압

1) 안장계산시 (H = 3.000 m)

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 3.000 = 0.999 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.000^2 = 2.847 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 0.999 + 2.847 = 3.846 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.999 \times 1.500 + 2.847 \times 1.000 = 4.346 \text{ t}\cdot\text{m}$$

2) 단면계산시

① 벽체 단면계산시 (h = 2.600 m)

$$P_{a1} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 2.600 = 0.866 \text{ t/m}$$

$$P_{a2} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 2.600^2 = 2.139 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1} + P_{a2} = 0.866 + 2.139 = 3.005 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1} \times h \div 2 + P_{a2} \times h \div 3 = 0.866 \times 1.300 + 2.139 \times 0.867 = 2.980 \text{ t}\cdot\text{m}$$

3. 토 압

3.1 토압계수 산정

1) RANKINE의 토압계수

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333 \quad (\phi = 30.0^\circ)$$

3.2 토압

1) 안장계산시 (H = 8.000 m)

$$P_w = W_w \times h' = 0.150 \times (2.400 + 1.080) = 0.522 \text{ t/m (총 압)}$$

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 8.000 = 2.664 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 8.000^2 = 20.246 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_w + P_{a1h} + P_{a2h} = 0.522 + 2.664 + 20.246 = 23.432 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_w \times (h' \div 2 + H) + P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.522 \times (1.740 + 8.000) + 2.664 \times 4.000 + 20.246 \times 2.667 = 69.736 \text{ t}\cdot\text{m}$$

2) 단면계산시

① 벽체 단면계산시 (h = 7.100 m)

$$P_w = W_w \times h' = 0.150 \times (2.400 + 1.080) = 0.522 \text{ t/m (총 압)}$$

$$P_{a1} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 7.100 = 2.364 \text{ t/m}$$

$$P_{a2} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 7.100^2 = 15.947 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_w + P_{a1} + P_{a2} = 0.522 + 2.364 + 15.947 = 18.833 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_w \times (h' \div 2 + h) + P_{a1} \times h \div 2 + P_{a2} \times h \div 3 = 0.522 \times (1.740 + 7.100) + 2.364 \times 3.550 + 15.947 \times 2.367 = 50.753 \text{ t}\cdot\text{m}$$

② 기초 단면 계산시 (H = 8.000 m)

$$P_w = W_w \times h' = 0.150 \times (2.400 + 1.080) = 0.522 \text{ t/m (총 압)}$$

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 8.000 = 2.664 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 8.000^2 = 20.246 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_w + P_{a1h} + P_{a2h} = 0.522 + 2.664 + 20.246 = 23.432 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_w \times (h' \div 2 + H) + P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.522 \times (1.740 + 8.000) + 2.664 \times 4.000 + 20.246 \times 2.667 = 69.736 \text{ t}\cdot\text{m}$$

4. 안정검토

구분	수직력			수평력		
	P_v	X	M_o	P_h	Y	M_o
구체	①	7.988	1.367	10.920		
	②	3.621	1.728	6.257		
	③	1.260	1.095	1.380		
	④	0.750	1.500	1.125		
	⑤	0.375	0.667	0.250		
	⑥	1.763	3.567	6.289		
	⑦	10.050	3.350	33.666		
	⑧	0.836	1.334	1.115		
토사	⑨	0.200	1.592	0.318		
	⑩	63.403	4.350	275.803		
	⑪	2.752	1.864	5.130		
도입	⑫	1.340	5.133	6.878		
	P_{a1h}			2.664	4.000	10.656
	P_{a2h}			20.246	2.667	53.996
총 화 령				0.022	9.740	9.084
상자화중	5.106	4.146	21.178			
계	90.446		370.311	23.432		69.736

1) 전도에 대한 안정

$$F_{os} = M_o \div M_s > 2 \text{ 일때 O.K.}$$

$$F_{os} = M_o \div M_s = 370.311 \div 69.736 = 5.31 > 2.0 \Rightarrow \text{O.K.}$$

2) 활동에 대한 안정

$$F_s = P_v \times \tan \phi_B \div P_h > 1.5 \text{ 일때 O.K.}$$

$$F_s = P_v \times \tan \phi_B \div P_h = 99.446 \times 0.364 \div 23.432 = 1.55 > 1.5 \Rightarrow \text{O.K.}$$

$$(\tan \phi_B = 0.364 : \text{도 시 P. 629})$$

3) 저반지저력에 대한 안정

$$a = (M_r - M_o) \div \sum P_y > (B \div 3) \text{ 일때 } e = (B \div 2) - a$$

$$\sum M = M_r - M_o = 370.311 - 69.736 = 300.575 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

$$a = (M_r - M_o) \div P_v = 300.575 \div 99.446 = 3.022 > (B \div 3) = 6.700 \div 3 = 2.233 \text{ 이므로}$$

$$e = (B \div 2) - a = (6.700 \div 2) - 3.022 = 0.328 < B/6 = 1.117 \Rightarrow \text{O.K.}$$

$$q_{max} = \sum P_y \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 99.446 \div 6.700 \times (1 + (6 \times 0.328 \div 6.700)) = 19.202 \text{ t/m}^2 < q_u = 30.000 \Rightarrow \text{O.K.}$$

$$q_{min} = \sum P_y \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 99.446 \div 6.700 \times (1 - (6 \times 0.328 \div 6.700)) = 10.483 \text{ t/m}^2$$

구조계산서 및 안전검토서

* . 허용 지지력의 계산 (Terzachi's Formula) (도.시 p622)

합상 계수 (도시 P 624) :	α	=	1	β	=	0.5
기초 지면의 침하량 :	C	=	0.0			
지지 지반의 내부 마찰각 :	ϕ	=	30.0			
기초의 유효 근면 깊이 :	Df	=	1.00	m		
상차 하중 :	$q = \gamma \times Df$	=	1.90	t/m ²		
기초의 유효 재하 폭 :	$B' = B - 2 \times e$	=	6.044	m		
기초의 지지력 계수 (도시 P 623)	Nc	=	37.2			
	Nq	=	22.5			
	Nr	=	19.7			

극한 지지력

$$\begin{aligned} Q_u &= a \times c \times N_c + q \times N_q + \beta \times \gamma \times B' \times N_r \\ &= 1.0 \times 0.0 \times 37.2 + 1.90 \times 22.5 + 0.5 \times 1.90 \times 6.044 \times 19.7 \\ &= 155.863 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

허용 지지력

$$Q_a = Q_u \div 3 = 155.863 \div 3 = 51.954 \text{ t/m}^2$$

$$\therefore Q_{\max} = 30.000 \text{ t/m}^2 < Q_a = 51.954 \text{ t/m}^2 \quad \therefore 30.000 \text{ t/m}^2 \text{ 사용}$$

5. 단 면 겹 토

※ 하중계수 적용 :	사하중 :	1.30
(도.시 P 79)	풍하중 :	1.30
	토 압 :	1.70
	활하중 :	1.30

구분	수직력			수평력		
	Pv	x	Mur	Ph	y	Muo
구체	①	10.384	1.367	14.195		
	②	4.707	1.728	8.134		
	③	1.638	1.005	1.704		
	④	0.975	1.500	1.463		
자중	⑤	0.488	0.667	0.325		
	⑥	2.292	3.567	8.176		
	⑦	13.065	3.350	43.760		
	⑧	1.087	1.334	1.458		
토사	⑨	0.260	1.592	0.414		
	⑩	82.424	4.350	358.541		
	⑪	3.578	1.864	6.669		
	⑫	1.742	5.133	8.942		
토압 P _{A1}				4.019	3.550	14.267
(벽체) P _{A2}				27.110	2.367	64.169
흙중량 P _B				0.679	8.840	6.002
토압 P _{A11}				4.529	4.000	18.116
(기초) P _{A21}				34.418	2.667	91.793
흙중량 P _B				0.679	9.740	6.613
상재하중	0.640	4.146	27.269			
TOTAL(벽체)	129.280		481.403	31.808		84.438
TOTAL(기초)	129.280		481.403	39.626		116.522

1) 벽체의 단면력

Su = 31.808 t/m
Mu = 84.438 t · m/m

1182

-1184-1113

㉔. 벽체 1/2 지점의 단면력 ($h = 3.550 \text{ m}$)

$$\begin{aligned} P_{\text{in}} &= W_{\text{in}} \times h' &= 0.150 \times (2.400 + 1.080) &= 0.522 \text{ t/m (총 압)} \\ P_{\text{a1h}} &= q \times K_A \times h &= 1.00 \times 0.333 \times 3.55 &= 1.182 \text{ t/m} \\ P_{\text{a2h}} &= 1/2 \times K_A \times \gamma \times h^2 &= 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.55^2 &= 3.987 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$P_w = 0.522 \text{ t/m (종압)}$$

$$P_{\text{aH}} = P_{\text{a1H}} + P_{\text{a2H}} = 1.182 + 3.987 = 5.169 \text{ l/m}$$

$$M_o = P_w \times (h' \div 2 + h)$$

$$= 0.522 \times (1.740 + 3.550) = 2.761 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$\begin{aligned} M_o &= P_{a1h} \times h \div 2 + P_{a2h} \times h \div 3 \\ &= 1.182 \times 1.775 + 3.987 \times 1.183 = 6.815 \text{ t} \cdot \text{m/m} \end{aligned}$$

$$Su = 1.30 \times 0.522 + 1.70 \times 5.169 = 9.466 \text{ t/m}$$

$$Mu = 1.30 \times 2.761 + 1.70 \times 6.815 = 15.175 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

2) 텃밭의 단면력 (지반반력 고려)

$$a = (M_{ur} - M_{uo}) \div \sum P_v > (B \div 3) \text{ 일때} \quad e = (B \div 2) - a$$

$$\Sigma \text{Mu} = \text{Mur} - \text{Muo} = 481.403 - 116.522 = 364.881 \quad 1 \cdot \text{m/m}$$

$$s = (Mur - Muo) \div \Sigma P_v = 364.881 \div 129.280 = 2.822$$

$$> (B \div 3) = 6.700 \div 3 = 2.233 \quad \text{이므로}$$

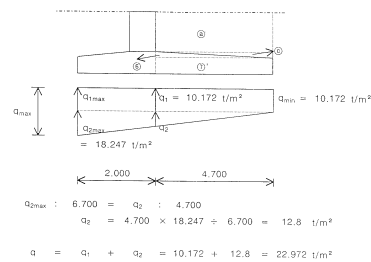
$$e = (B \div 2) - a \text{ 에서}$$

$$= (6.700 \div 2) - 2.822 = 0.528 < B/6 = 1.117 \text{ } \text{=====} > OK$$

$$q_{\max} = \sum P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 129.280 \div 6.700 \times (1 + (6 \times 0.528 \div 6.700))$$

$$= 28.419 \text{ t/m}^2 < Q_s = 30.000 \text{ 이므로 } q_{\max} = 28.419 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{min} = \sum P_v + B \times (1 - (6 \times e + B)) = 129.280 \div 6.700 \times (1 - (6 \times 0.528 \div 6.700)) = 10.172 \text{ t/m}^2$$



$$\begin{aligned} P_{V1} &= \textcircled{2} + \textcircled{7}^* + \textcircled{8} + \textcircled{9} \\ &= 1.763 + 7.050 + 63.403 + 1.340 = 73.556 \text{ t/m} \\ P_{V2} &= 4.700 \times 1.00 = 4.700 \text{ t/m (상재하중에 의한 값)} \end{aligned}$$

$$P_V = 1.3 \times P_{V1} + 1.30 \times P_{V2} = 101.733 \text{ t/m}$$

$$Q = q_1 \times 4.700 + q_2 \times 4.700 \div 2$$

$$= 10.172 \times 4.700 + 12.8 \times 4.700 \div 2$$

$$= 77.888 \text{ t/m} \quad (\text{뒷받지판에 작용하는 상하중})$$

$$S_u = 101.733 - 77.888 = 23.845 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} M_{R1} &= 1.763 \times 4.700 \div 3 + 7.050 \times 4.700 \div 2 + 63.403 \times 4.700 \\ &\quad \div 2 + 1.340 \times 4.700 \times 2 \div 3 = 172.525 \text{ t} \cdot \text{m/m} \\ M_{R2} &= 4.700 \times 4.700 \div 2 = 11.045 \text{ t} \cdot \text{m/m} \end{aligned}$$

$$M_n = 1.3 \times 172.526 + 1.30 \times 11.045 = 230.641 \text{ g/mol}$$

$$M_0 = 10.172 \times 4.700 \times 4.700 \div 2 + 12.8 \times 4.700 \div 2 \times 4.700 \div 3$$

$$= 159,475 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_U = 238.641 - 159.475 = 79.166 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

-1189-14

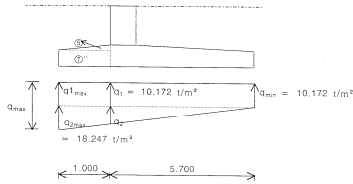
1115

구조계산서 및 안전검토서

3) 앞굽의 단면력

$$Q_{max} = F P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 129,280 \div 6,700 \times (1 + (6 \times 0.528 \div 6,700)) = 28,419 \text{ t/m}^2 < Q_a = 30,000 \text{ 이므로 } Q_{max} = 28,419 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{min} = F P_v \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 129,280 \div 6,700 \times (1 - (6 \times 0.528 \div 6,700)) = 10,172 \text{ t/m}^2$$



$$Q_{2max} : 6,700 = Q_2 : 5,700$$

$$Q_2 = 5,700 \times 18,247 \div 6,700 = 15,524 \text{ t/m}^2$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 10,172 + 15,524 = 25,696 \text{ t/m}^2$$

$$S_u = 1,000 \times Q + 1,000 \times (Q_{max} - Q) \div 2 - 1.3 \times (Q + Q_{min})$$

$$= 1,000 \times 25,696 + 1,000 \times 2,723 \div 2 - 1.3 \times (25,696 + 10,172)$$

$$= 24,620 \text{ t/m}$$

$$M_u = 1,000^2 \times Q \div 2 + 1,000^2 \times (Q_{max} - Q) \div 3$$

$$- 1.3 \times (Q + Q_{min}) \times 1,000 \div 3 + Q_{min} \times 1,000 \div 2$$

$$= 1,000 \times 25,696 \div 2 + 1,000 \times 2,723 \div 3 - 1.3 \times (25,696 + 10,172) \times 1,000 \div 3$$

$$+ 10,172 \times 1,000 \div 2$$

$$= 12,618 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

1116

1117

- 뒷굽 판의 철근량 -

$\sigma_{ck}(\text{kg/cm}^2) = 240,000$	$\sigma_y(\text{kg/cm}^2) = 3000,000$
$M_u(\text{t} \cdot \text{m}) = 79,166$	$\rho(\text{bending}) = 0.8500$
$S_u(\text{t}) = 23,845$	$\rho(\text{shear}) = 0.7000$
$N_u(\text{t}) = 0.000$	$\rho(\text{column}) = 0.6500$
$b(\text{cm}) = 100,000$	$e(\text{cm}) = 0.000$
$d(\text{cm}) = 80,000$	$d'(\text{cm}) = 10,000$

$$\text{req. } A_s = 40.30 \text{ m}^2 \quad A_s' = 0.00 \text{ m}^2 \quad a = 5.93 \text{ cm}$$

$$\text{Use } A_s \text{ D20 } \times 8,000 = 51,392 \text{ m}^2$$

$$\rho_{min} = 0.457(\%) < A_s/bd = 0.642(\%) < \rho_{max} = 2.909(\%)$$

순수 휨 상태 (단철근 사용)

$$c = 8.89 \text{ cm} \quad a = 7.56 \text{ cm}$$

$$C_c = 154,176 \text{ t} \quad C_s = 0.000 \text{ t} \quad T = 154,176 \text{ t}$$

$$\rho_{Min} = 99,888 \text{ t} \cdot \text{m} > M_u = 79,166 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{OK!!}$$

전단 보강

$$V_o/2 = 32,074 \text{ t} < Q_u = 34,064 \text{ t} < V_c = 64,147 \text{ t}$$

$$\Rightarrow \text{Min. Shear Reinforcement}$$

$$s = 30.00 \text{ cm}$$

$$\text{req. } A_v = 3.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Use } A_v \text{ D16 } \times 2,000 = 3.97 \text{ m}^2$$

- 앞굽 판의 철근량 -

$\sigma_{ck}(\text{kg/cm}^2) = 240,000$	$\sigma_y(\text{kg/cm}^2) = 3000,000$
$M_u(\text{t} \cdot \text{m}) = 12,618$	$\rho(\text{bending}) = 0.8500$
$S_u(\text{t}) = 24,620$	$\rho(\text{shear}) = 0.7000$
$N_u(\text{t}) = 0.000$	$\rho(\text{column}) = 0.6500$
$b(\text{cm}) = 100,000$	$e(\text{cm}) = 0.000$
$d(\text{cm}) = 80,000$	$d'(\text{cm}) = 10,000$

$$\text{req. } A_s = 6.22 \text{ m}^2 \quad A_s' = 0.00 \text{ m}^2 \quad a = 0.91 \text{ cm}$$

$$\text{Use } A_s \text{ D29 } \times 4,000 = 25,696 \text{ m}^2$$

$$A_s = 25,696 \text{ m}^2 > \text{req. } A_s \times (1 + \frac{1}{6}) = 8,294 \text{ m}^2$$

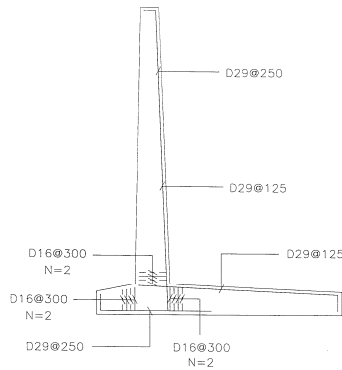
순수 휨 상태 (단철근 사용)

$$c = 4.42 \text{ cm} \quad a = 3.78 \text{ cm}$$

1118

1119

구조계산서 및 안전검토서



용 벽 구조 계산

1. 설계 조건

- 1) 형식 : 역 T 형 중벽 (교량 중점부)
- 2) 중벽 제형
- ① 중벽의 높이 : 6.700 ~ 7.700 M
- ② 산재하중 (q) : 1.00 t/m²
- 3) 흙의 특성
- ① 뒷채움 토사
- 단위 중량 : 1.90 t/m³
- 내부 마찰각 : 30.0 °
- ② 기초 하면
- 내부 마찰각 : 30.0 °
- 미탈계수
- 흙과 콘크리트 : $\tan \phi_B = \tan (2/3) \phi = 0.364$ (도식 P 629)
- 4) 흙의 중량 $W_w = 150$ Kg/m² (도식·P 65)
- 5) 사용 재료
- ① 콘크리트 : $\sigma_{ax} = 240$ Kg/cm²
- ② 콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³
- ③ 철근 (SD - 30) : $\sigma_y = 3000$ Kg/cm²
- 6) 참고 사항
- 도로교 표준 시방서 (건설부 1996년)
- 철근 콘크리트 표준 시방서 (건설부 1996년)
- 철근 콘크리트 설계편람 (건설부 1992년)

-1491-20

-1121

3.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 중 외 시설물로서 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

【표 3.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	—	—	—	—

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	○준공이후 별도의 보수는 실시하지 않은 것으로 확인됨.	
중 점 관리사항	○외관조사결과 금회 점검이 최초의 점검이므로 신규손상 발생 여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.	

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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

3.3 현장조사 및 시험

3.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 연호고가교 범물방향 중점부에 시공된 기타종 옹벽 시설물로서 옹벽의 상단부는 연호고가교 시점부 접속도로가 있으며, 하부로는 지방도가 접하고 있는 상태이다. 선형은 콘크리트 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.0~5.7m를 보이며, 총 연장은 230.0m의 규모를 가지는 콘크리트 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대상상(L=230.0m, L=5.7m)의 채원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상 시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 3.3.1】 일반현황 조사결과

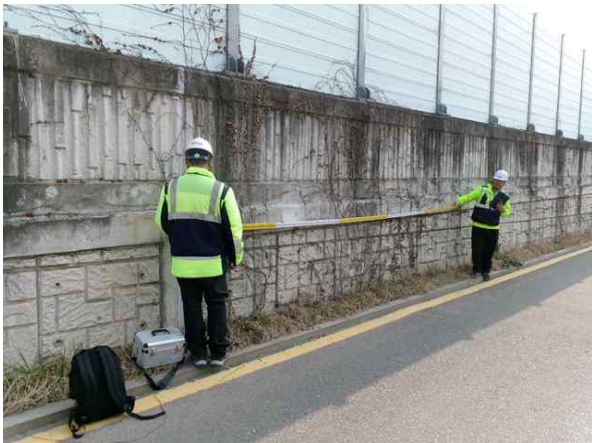
조사일자	2023. 03. 07.		조 사 자	이 상 훈
시설물명	연호고가교 범물방향 중점부 옹벽		시설물 종류	중 외
일 기	맑음		시설물번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	콘크리트	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	230.0m	지면노출 높 이	5.7m
	보 강 채 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	연호고가교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 신축이음부를 두고 구간분할을 실시하였다. 총 16개 구간(S1~S16)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~8.5m	8.5	0.0	9	113.5~128.5m	128.0	1.8
2	8.5~23.5	23.5	0.0	10	128.5~143.5m	143.0	2.3
3	23.5~38.5m	38.5	0.0	11	143.5~158.5m	158.0	2.9
4	38.5~53.5m	53.5	0.1	12	158.5~173.5m	173.0	3.5
5	53.5~68.5m	68.5	0.3	13	173.5~188.5m	188.0	4.3
6	68.5~83.5m	83.5	0.6	14	188.5~203.5m	203.0	4.5
7	83.5~98.5m	98.5	1.0	15	203.5~218.5m	218.0	5.7
8	98.5~113.5m	113.5	1.3	16	218.5~230.0m	230.0	5.7

	
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

- 콘크리트 옹벽에 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	—	—	—	—	—	—	—

【표 3.3.3】 지반, 기초부 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	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 기초부 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 콘크리트 옹벽으로 전면부 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 본 콘크리트 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 시공이음부로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 3.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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 3.3.4】 전면부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S9	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S10	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S11	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S12	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S13	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S14	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S15	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 콘크리트 옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 상부 포장상태)

1) 현황

콘크리트 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 설계도서상 옹벽 전면부에 수평배수공이 설치되어 있는 것으로 확인되었다. 옹벽 상부에도 별도의 배수시설은 설치되어 있지 않은 상태이나 포장부의 구배의 영향을 받아 배수기능에 이상은 없는 상태이다.



【그림 3.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 침하 및 구조적인 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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 3.3.5】 주변영향인자 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S9	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S10	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S11	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S12	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S13	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S14	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S15	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 콘크리트 옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 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	상태양호	—
주변영향인자	상태양호	—
기초부의 세굴	상태양호	—
결과요약	연호고가교 범물방향 중점부 옹벽의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에는 문제가 없는 것으로 확인되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다고 사료된다.	

【표 3.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부 포장부	상태양호	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

3.3.4 측량

가. 개요

금회(2023년) 정밀안전점검 대상시설물(연호고가교 범물방향 중점부 옹벽)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀 안전점검으로 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, 기울기, 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.

【표 3.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	8.5m	—	—	88.8	2.0	—	—	—	—
2	23.5m	—	—	88.8	2.0	—	—	—	—
3	38.5m	—	—	88.8	2.0	—	—	—	—
4	53.5m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	—

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

※ 주) 측량번호 1~3은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

【표 3.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
5	68.5m	88.5	2.6	88.8	2.0	-0.3	-0.6	a	배면
6	83.5m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
7	98.5m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
8	113.5m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
9	128.5m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
10	143.5m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
11	158.5m	88.5	2.6	88.8	2.0	-0.3	-0.6	a	배면
12	173.5m	88.5	2.6	88.8	2.0	-0.3	-0.6	a	배면
13	188.5m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
14	203.5m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
15	218.5m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
16	230.0m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-

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

※ 주) 측량번호 1~3은 옹벽 배립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

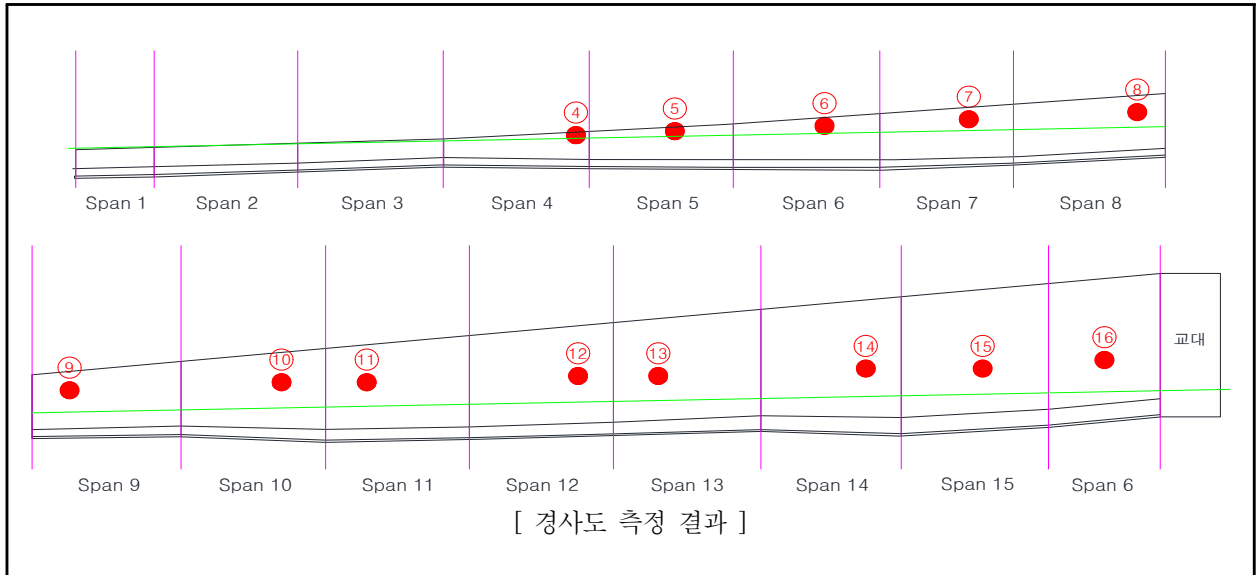
계획선형오차 경사도 측정 결과 기울기 오차는 0.0~0.6%로 근소한 차이는 있으나 측정위치에 대한 차이로 침하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토된다.

【표 3.3.9】 선형 및 수준측량 결과

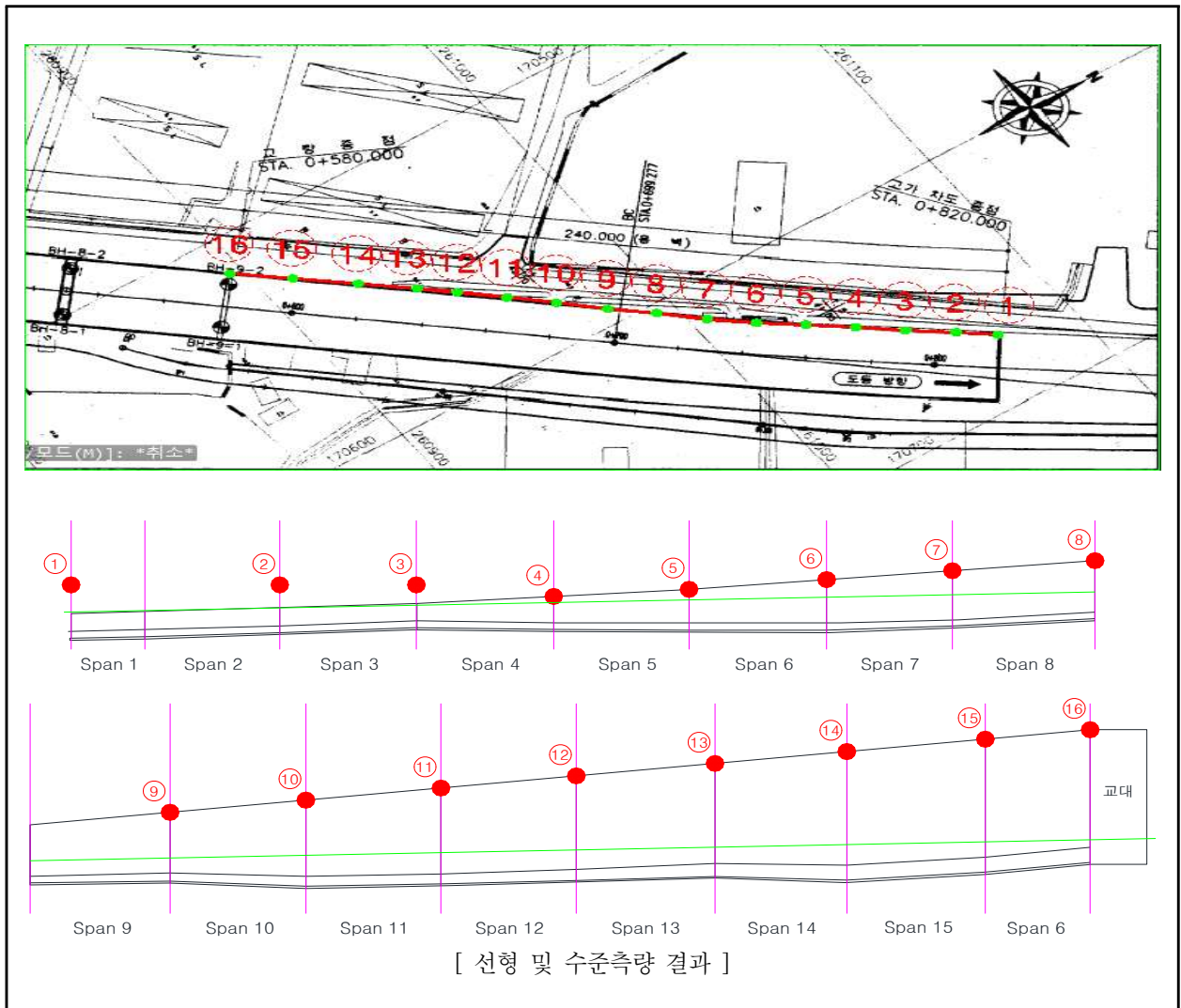
측정위치		X	Y	노출 높이 (m)	측정위치		X	Y	노출 높이 (m)
1단	(1)	87.400	-111.064	0.0	1단	(9)	17.373	-4.338	1.8
	(2)	77.576	-95.948	0.0		(10)	8.725	7.924	2.3
	(3)	67.165	-79.368	0.0		(11)	0.120	20.095	2.9
	(4)	57.880	-63.729	0.1		(12)	-8.440	32.254	3.5
	(5)	51.308	-53.668	0.3		(13)	-25.616	56.629	4.3
	(6)	43.005	-41.227	0.6		(14)	-34.451	69.138	4.5
	(7)	34.676	-29.022	1.0		(15)	-40.935	78.450	5.7
	(8)	25.947	-16.489	1.3		(16)	-40.791	78.172	5.7

※ 주) 측량번호 1~3은 옹벽 배립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

보강토옹벽에 선형 및 수준측량 결과, 침하, 전도, 활동에 의한 위험성은 없는 것으로 검토되었다.



【그림 3.3.5】 경사도 측정 결과



【그림 3.3.6】 선형 및 수준측량 결과

3.3.5 콘크리트 내구성 조사

가. 내구성 조사의 개요

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 콘크리트 옹벽은 재료시험으로 전면부에 반발경도를 실시하였고 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설안전공단)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 실시하였다.



【그림 3.3.7】 콘크리트 내구성 조사 현황

【표 3.3.10】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	재료시험 기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
반발경도 시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 50m)개소	5	5	
탄산화 깊이 측정	◦ 총 연장 • 100m미만 2개소 • 100m이상 최소2개소 + 100m당 1개소 추가	4	4	

1) 반발경도 시험

콘크리트 비파괴강도시험은 전면부에서 반발경도시험(총 5개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 시험결과

【표 3.3.11】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전 면 부	S5	50.7	29.3	29.0	0.63	121.9	121.0	24.0
	S7	52.3	30.5	29.7	0.63	126.9	123.8	
	S9	52.1	30.3	29.7	0.63	126.4	123.6	
	S13	51.9	30.2	29.6	0.63	125.8	123.2	
	S14	52.4	30.5	29.8	0.63	127.3	124.0	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 29.3~30.5MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인하여 선정하였다.

① 시험결과

【표 3.3.12】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
전면부	S5	8.0	55.0	47.0	a	1.75	100년이상	
	S7	7.0	55.0	48.0	a	1.53	100년이상	
	S9	8.0	72.0	64.0	a	1.75	100년이상	
	S14	6.0	77.0	71.0	a	1.31	100년이상	

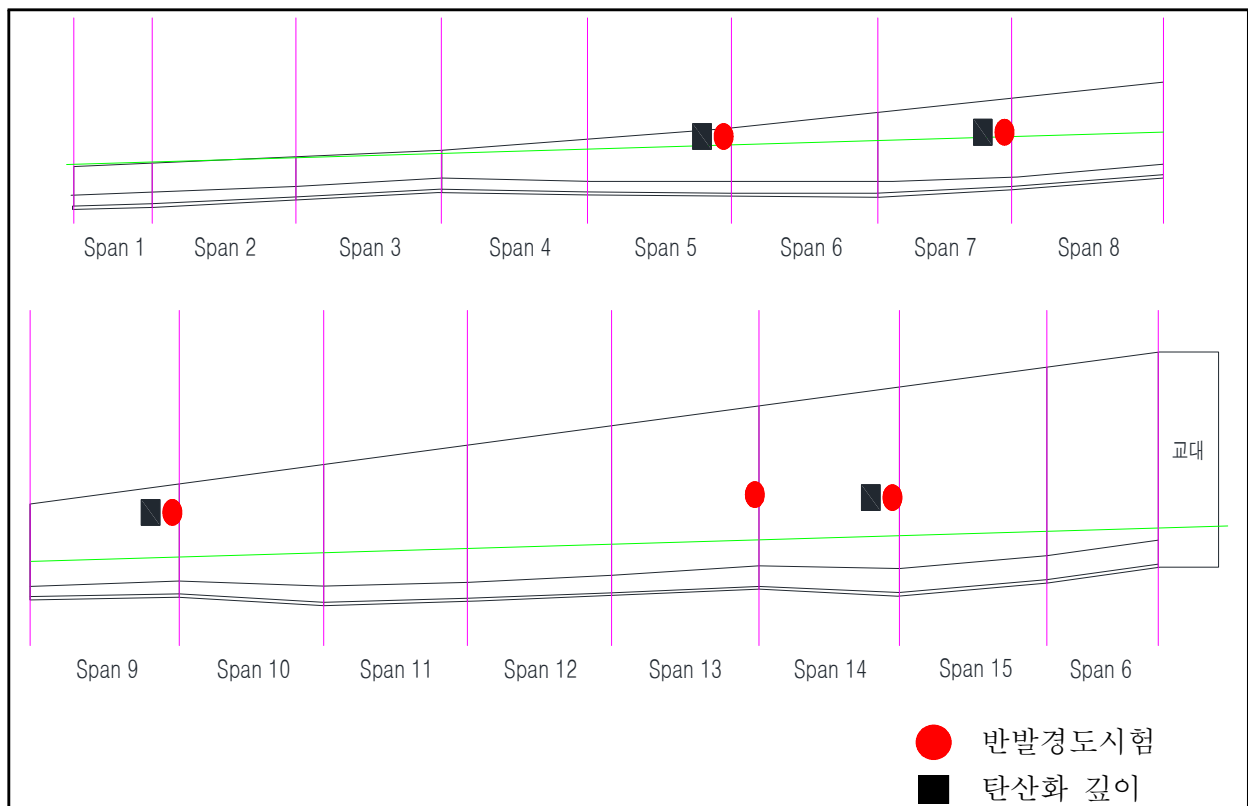
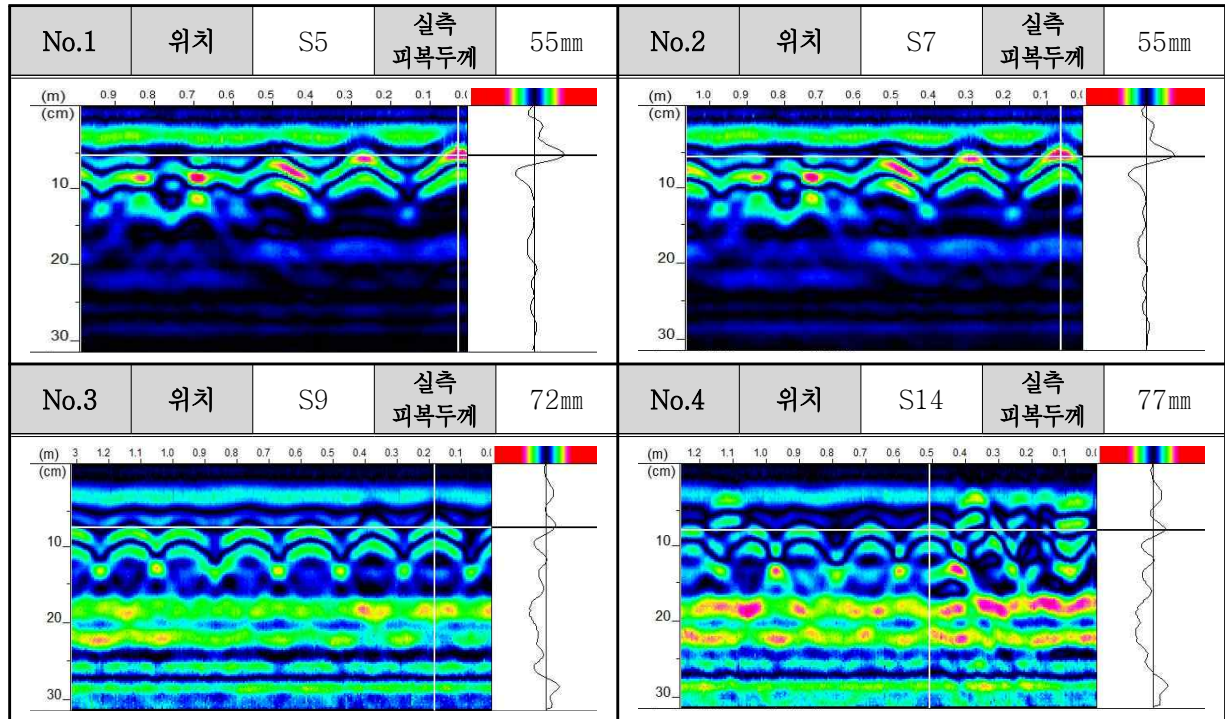
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 6.0~8.0mm로, 잔여깊이가 47.0~71.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

③ 피복두께 측정

【표 3.3.13】 피복두께 측정 결과



【그림 3.3.8】 콘크리트 내구성조사 위치도

나. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 3.3.14】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	전면부	29.0~30.5	24.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	전면부	47.0~71.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

3.4 상태평가

3.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 신축이음부를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사 결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설 안전공단)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

3.4.2 상태평가 결과 산정

【표 3.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	파손 · 손상	균열	마모 · 침식	박리	박락 · 충분리	탄산 화	염화 물	백태	배수 공	주변영향인자			결합 점수 합계	평가단 위 결합 지수	평가 단위 평가 등급	
													배수 시설	사면조사					
														사면 구배	낙석 흔적				침 출수
S1	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S3	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S5	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S7	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S9	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S11	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S13	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S15	0	0	0	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	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	0.00	0.00	0.00	a	

상태평가등급

A

3.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결합지수는 0.00로서 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 같음하였으며, 그 다음과 같다.

【표 3.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	연호고가교 범물방향 중점부 옹벽		표 번 호	[표 3.5.1]
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.00	A	근거표번호	[표 3.4.1]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.00	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 위협이 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 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
전면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
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(m²)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
전 면 부	균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배 수 시 설	배수공에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
포 장 부	우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기 초 부	우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

3.7 종합결론

3.7.1 정밀안전점검 결과 요약

1) 기초부 현장조사 결과

- 연호고가교 범물방향 중점부 옹벽의 기초부 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.

2) 전면부 현장조사 결과

- 콘크리트 옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3) 주변영향인자 현장조사 결과

- 콘크리트 옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 측량 결과

- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

5) 내구성조사 결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 29.3~30.5MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 6.0~8.0mm로, 잔여깊이가 47.0~71.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

6) 평가 결과

- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.00 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, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로서 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

3.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 콘크리트 옹벽에 대한 특별한 관리가 요구되는 사항은 확인되지 않았다.

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. 연호고가교 안심방향 종점부 용벽

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. 연호고가교 안심방향 종점부 옹벽

4.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 연호고가교 범물방향 종점부에 시공된 종 외 옹벽 시설물로서 연장 230.0m, 지면노출높이 5.8m의 콘크리트옹벽이다.

4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	연호고가교 안심방향 종점부 옹벽		종별구분	중 외
시설물번호	-		관리번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	콘크리트	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	230.0m	지면노출 높 이	5.8m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	연호고가교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

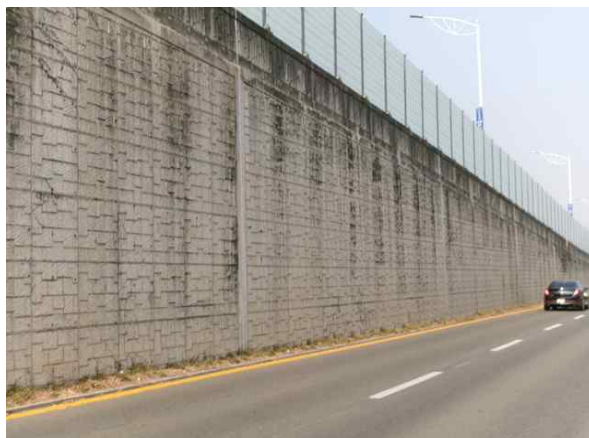
4.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 4.1.1】 위치도

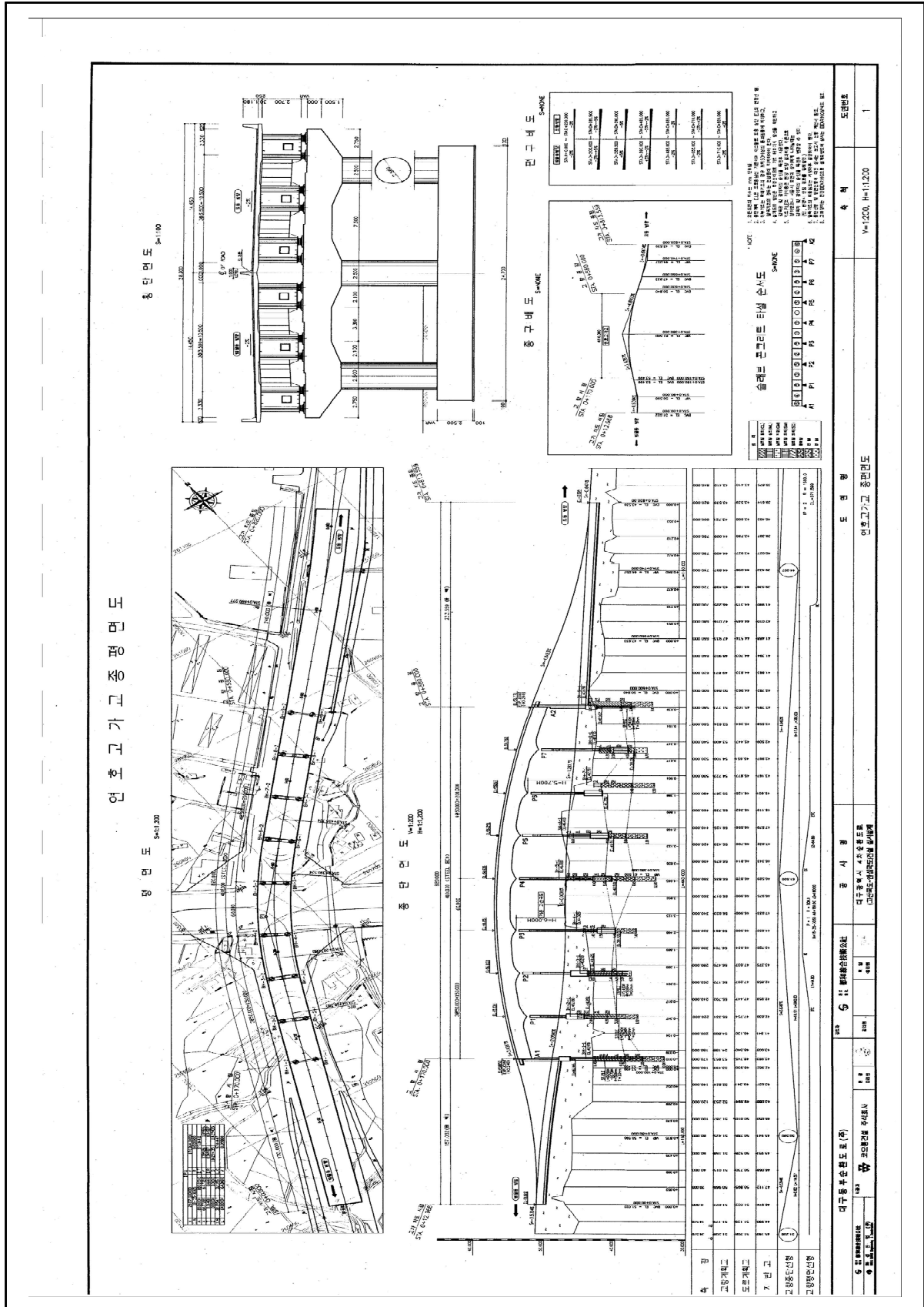


【그림 4.1.2】 전경사진

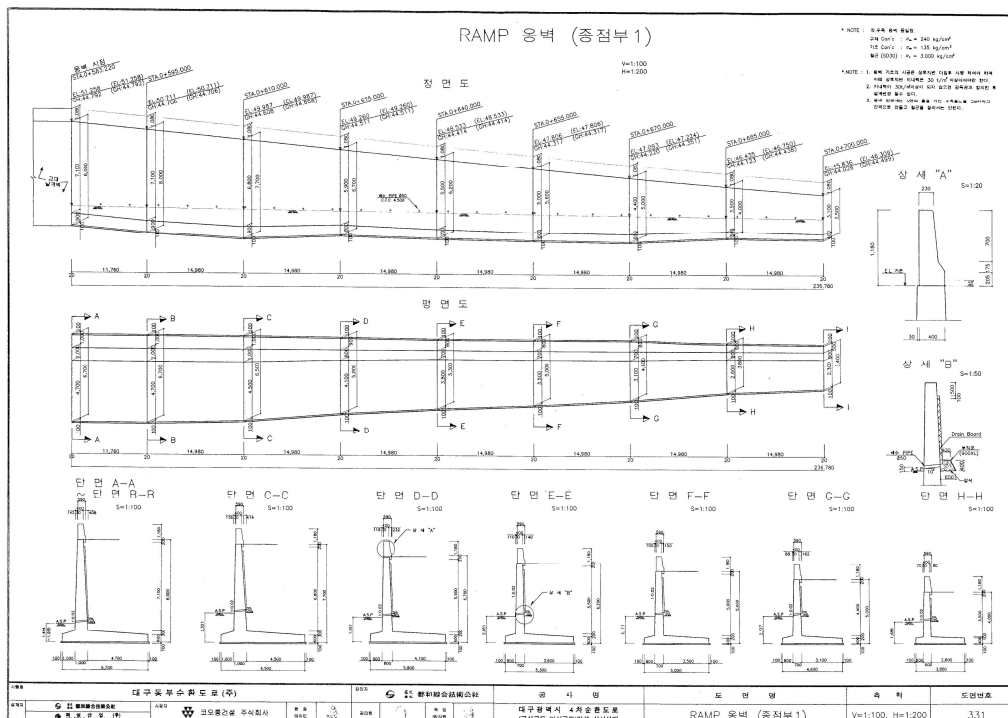
	
시점부 전경	중점부 전경
	
하부 전경	상부 램프도로 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 4.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

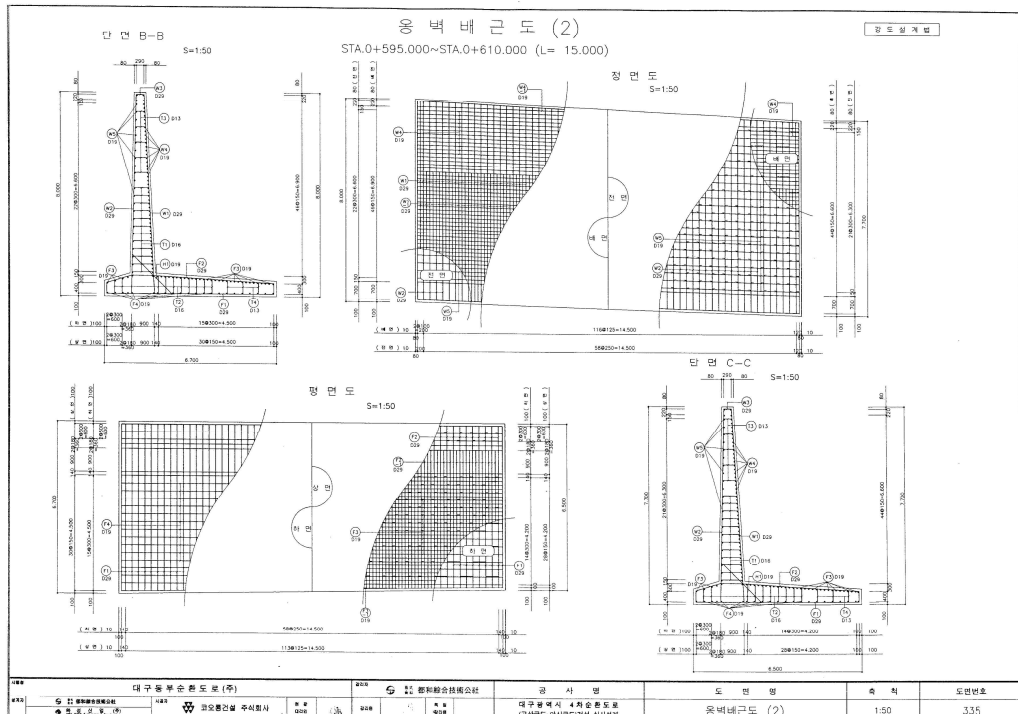
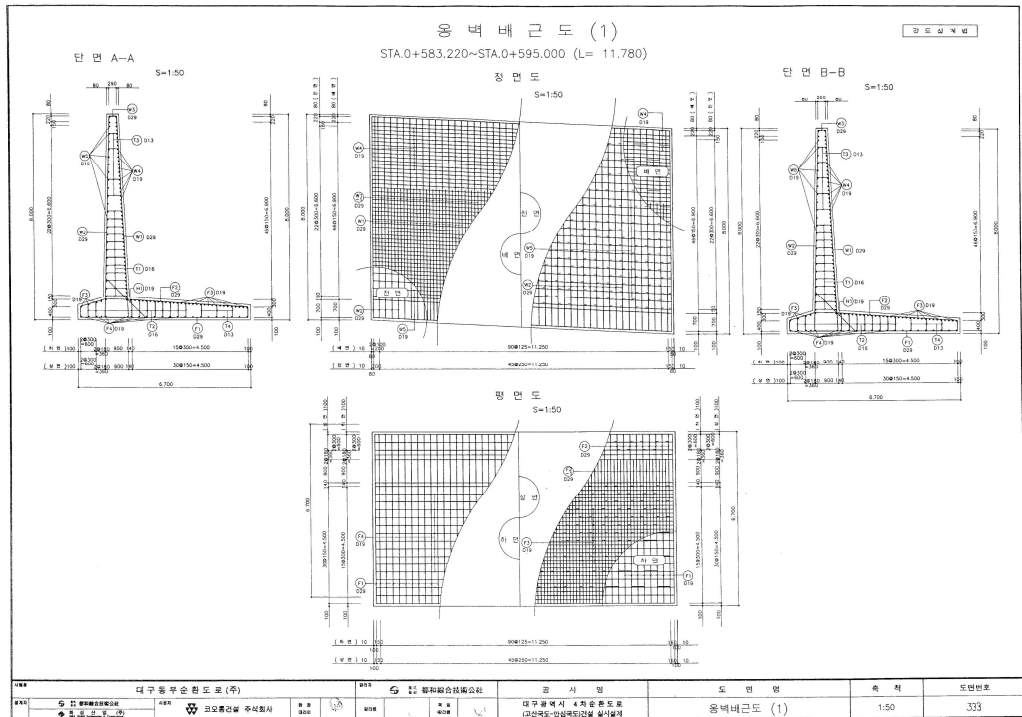
4.1.3 시설물 전개도 및 단면도



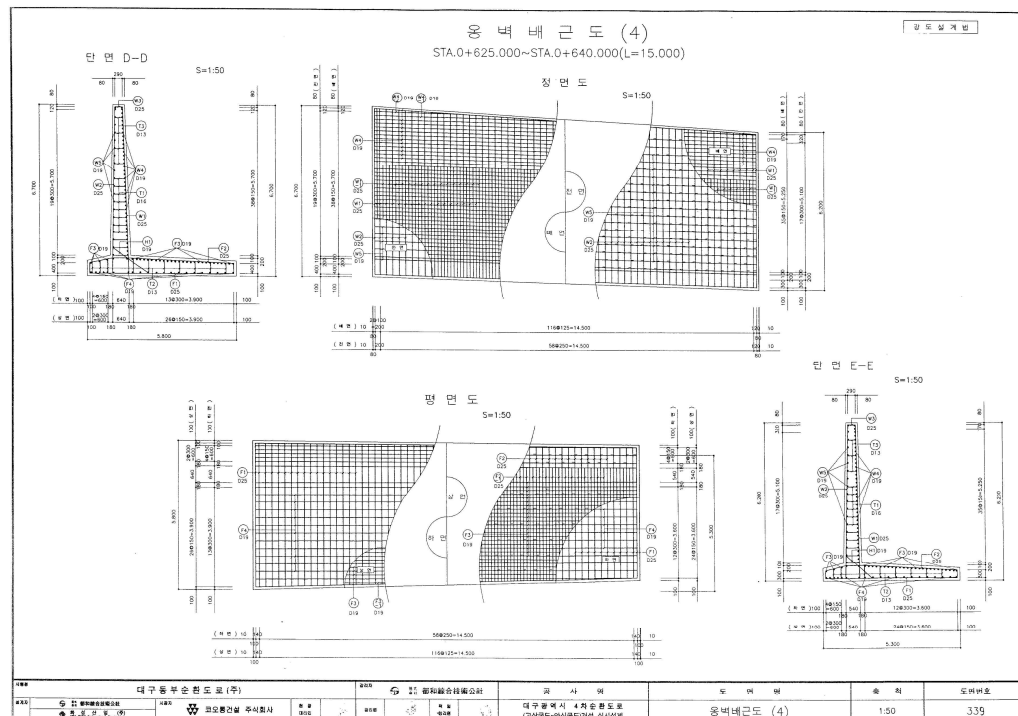
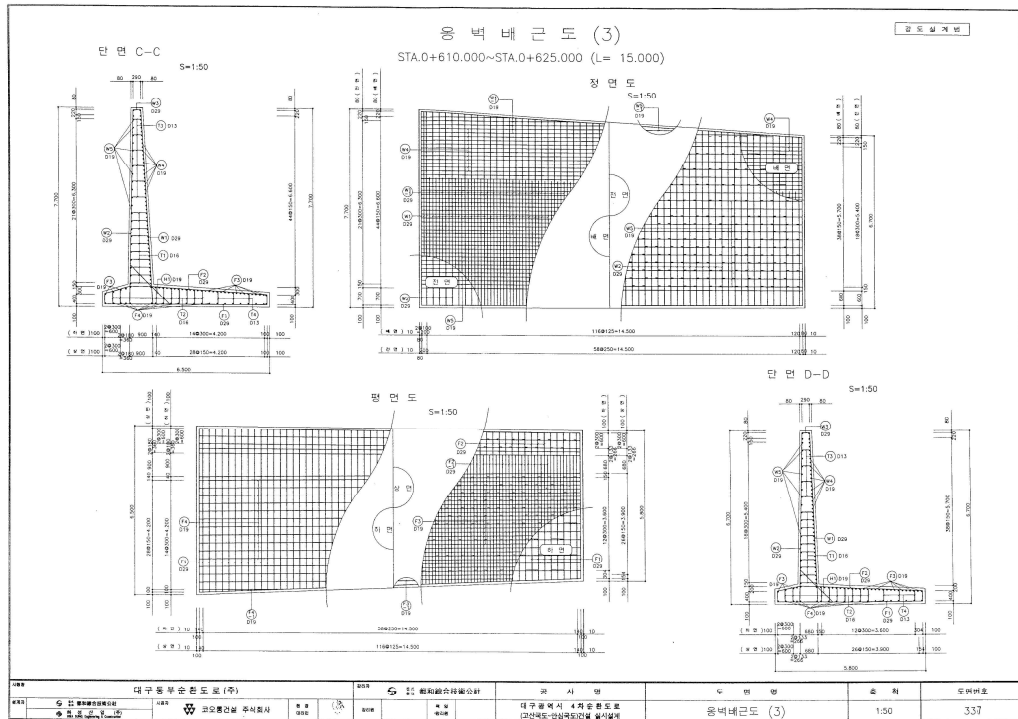
【그림 4.1.4】 중면도



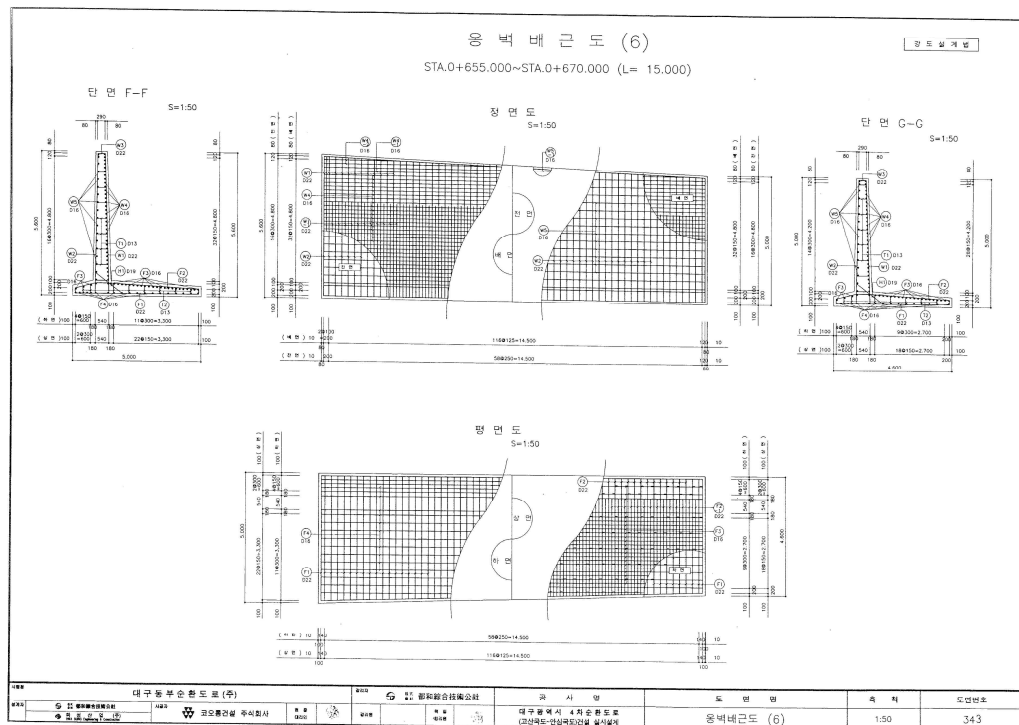
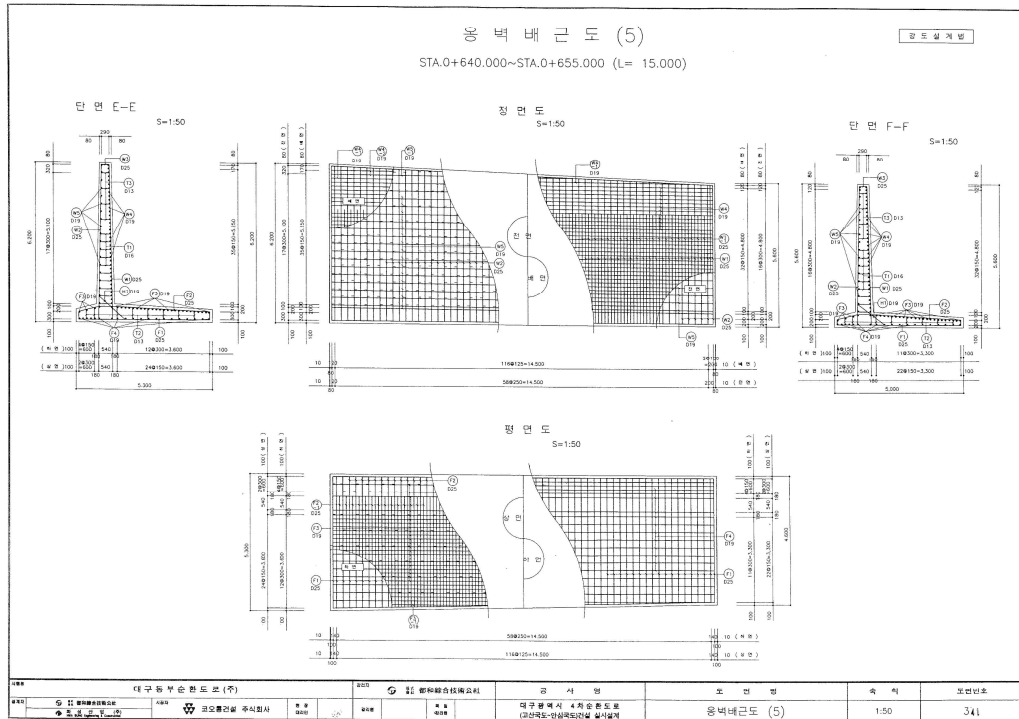
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



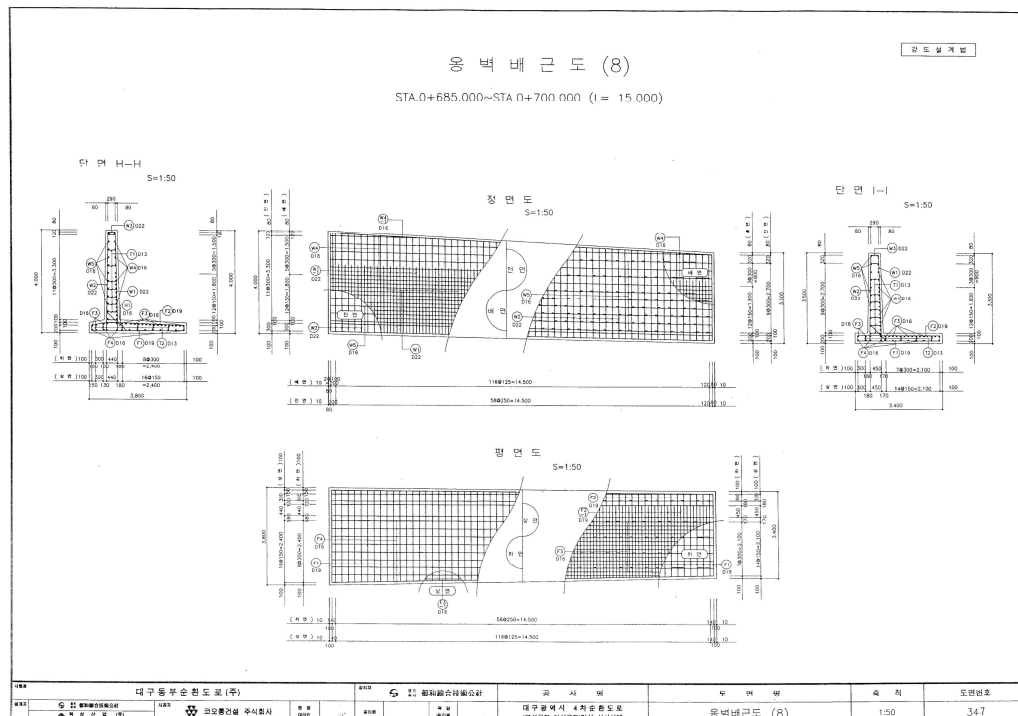
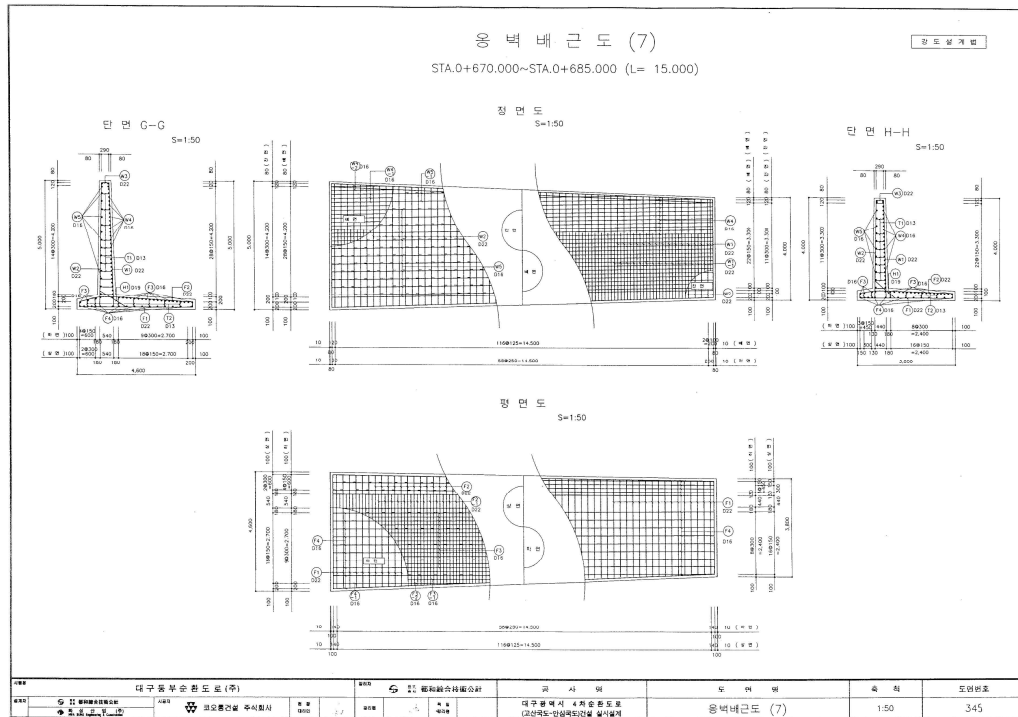
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



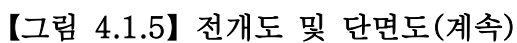
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

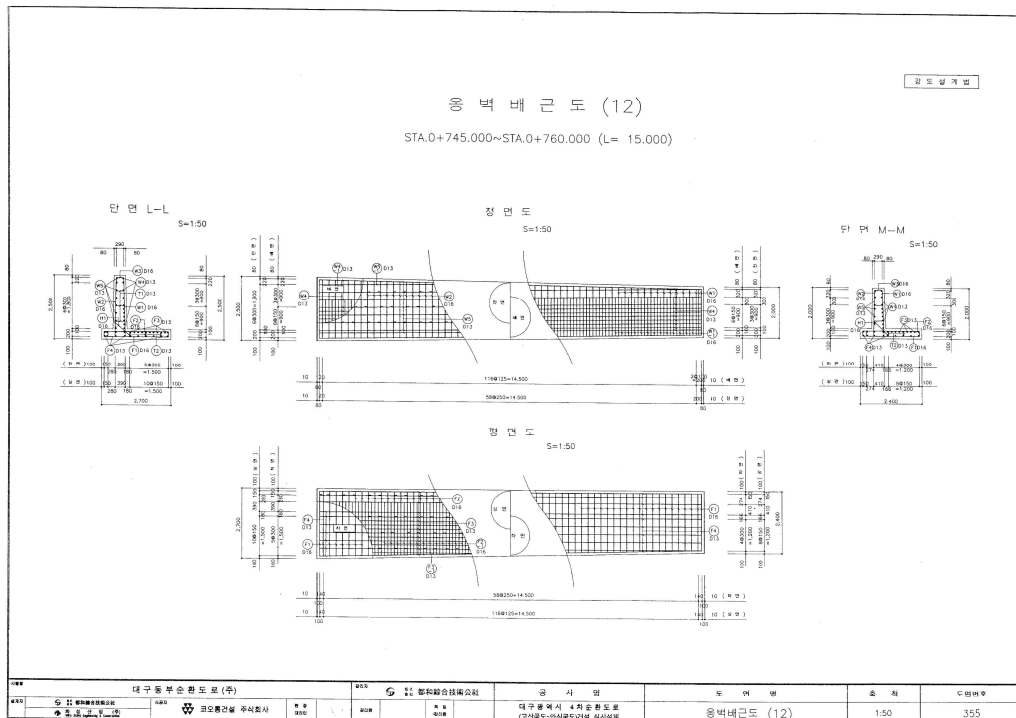
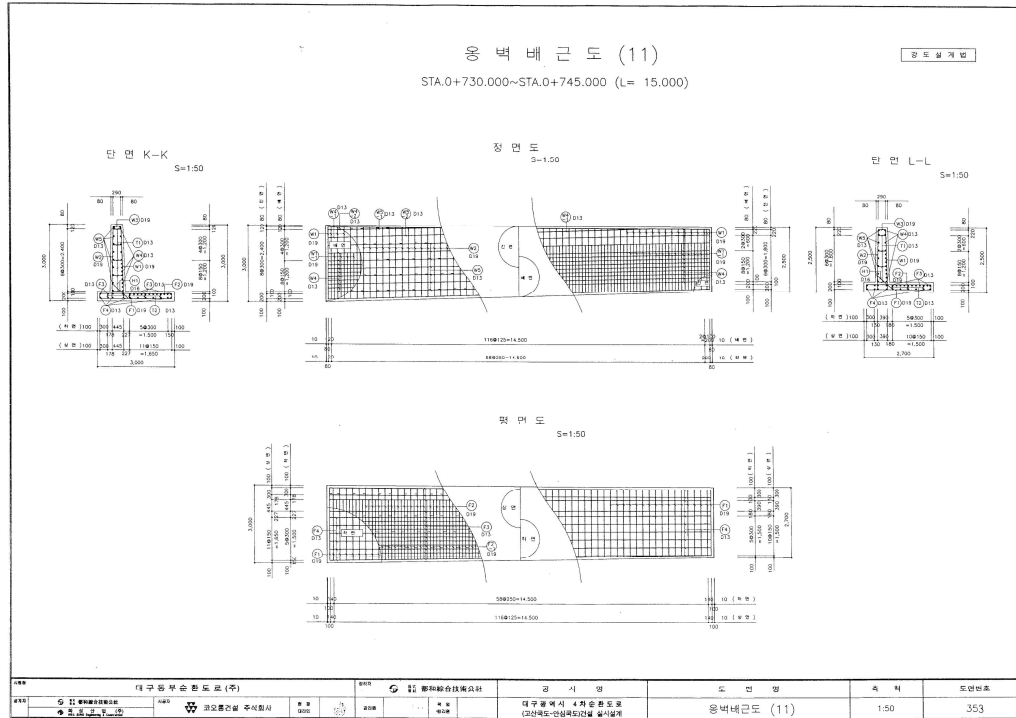


【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

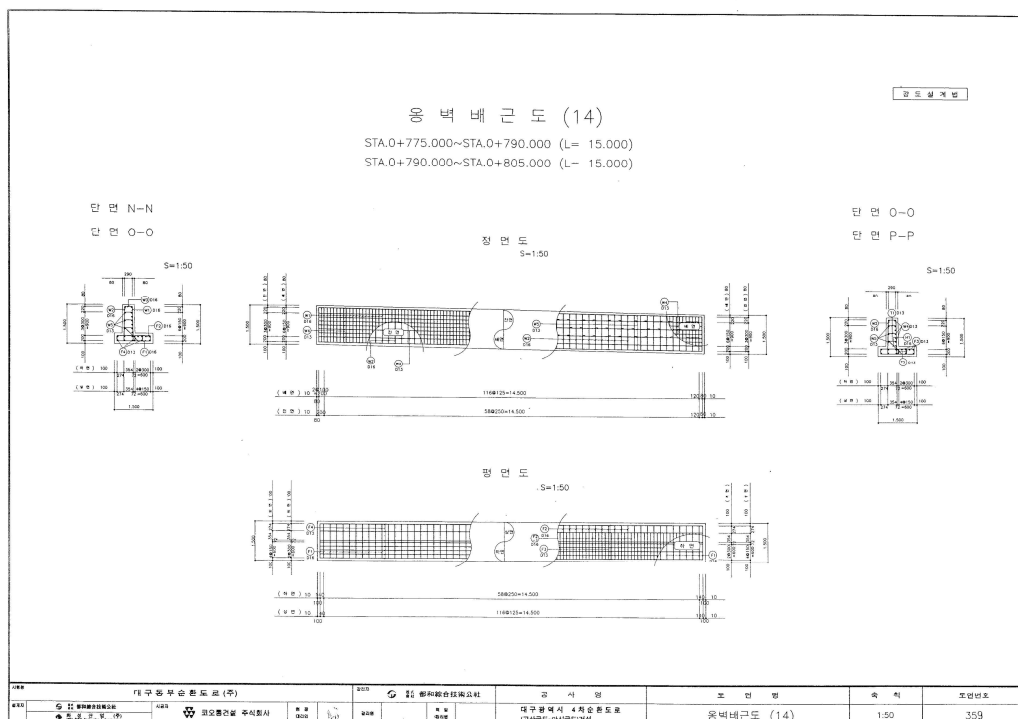
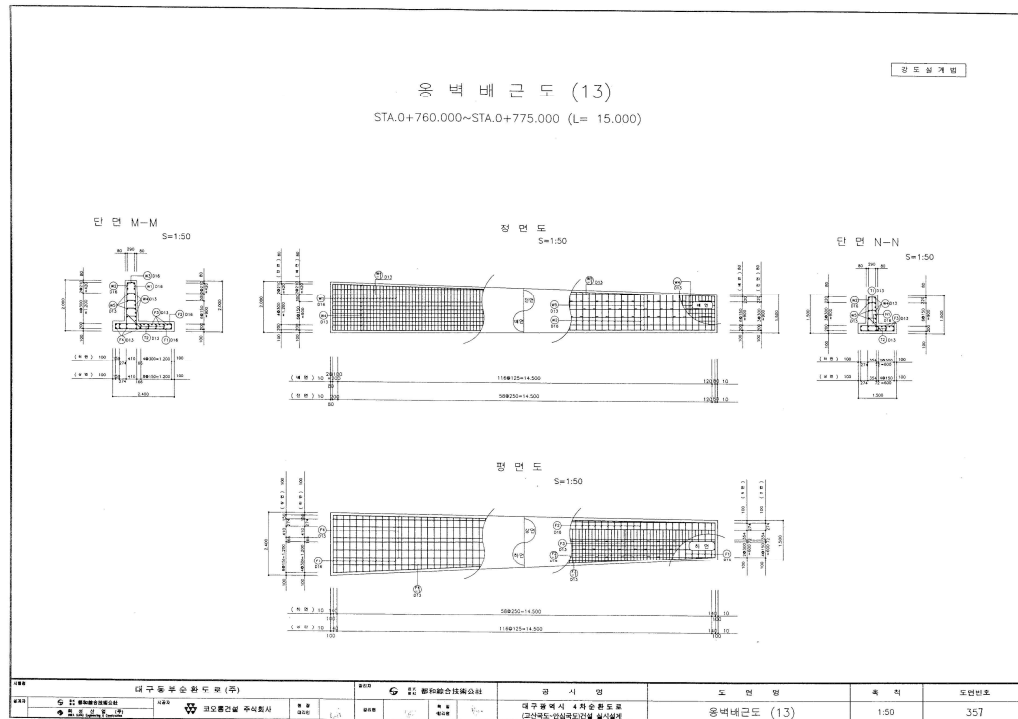


【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

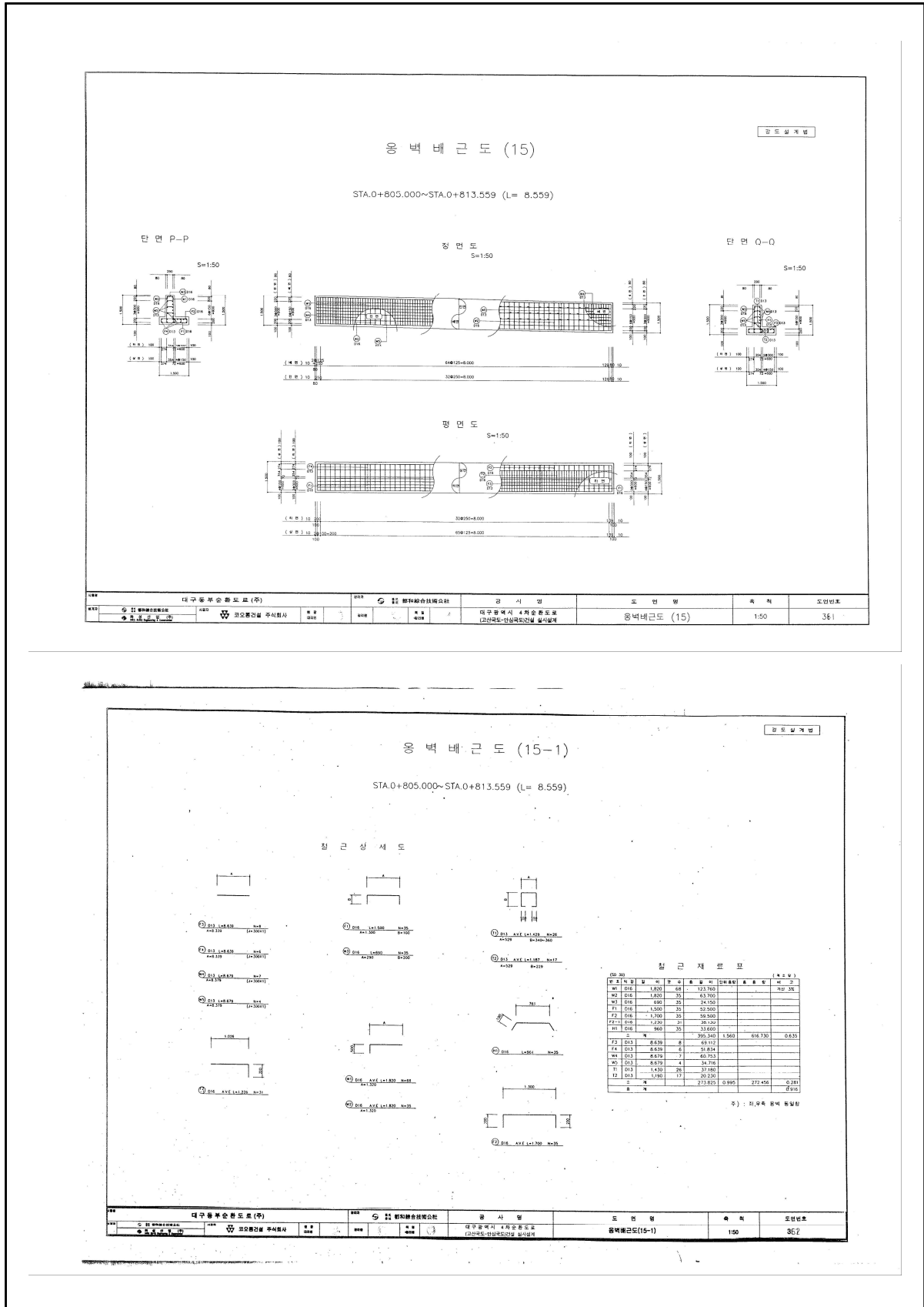




【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【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 2002년 08월 24일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었고, 상세 내용은 부록8 에 수록하였다.

구조계산서 및 안전검토서

대구광역시 4차 순환도로(고산국도~안심국도)건설 실시계획

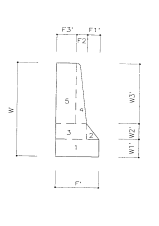
구조 및 수리계산서(I)

1998. 8

대구동부순환도로(주)

0001

방호벽



W1' = 0.205 M W2' = 0.175 M W3' = 0.700 M W' = 1.080 M
F1' = 0.120 M F2' = 0.070 M F3' = 0.230 M F = 0.420 M

• 구제 CON'C 자중

NO	산 식	W(ton)	X(m)	M _a (t.m)
①	F'×W1'×2.50	0.215	1.382	0.297
②	F1'×W2'+2×2.50	0.026	1.512	0.039
③	(F2'+F3')×W2'+2.50	0.131	1.322	0.173
④	F2'×W3'+2.50+2	0.061	1.425	0.087
⑤	F3'×W3'×2.50	0.403	1.287	0.519
계		0.836		1.115

• A 점으로부터 방호벽 합력점까지 거리
X = 1.115 ÷ 0.836 = 1.334 M

응력구조계산

1. 설계 조건

1) 형식 : 역 T 형 용벽 (교량 중점부)

2) 용역 제형

① 용역의 높이 : 7.700 ~ 8.000 M

② 상재하중 (q) : 1.00 t/m²

3) 흙의 특성

① 뒷채움 토사

- 단위 중량 : 1.90 t/m³

- 내부 마찰각 : 30.0 °

② 기초 저면

- 내부 마찰각 : 30.0 °

• 마찰계수

- 흙과 콘크리트 : $\tan \phi_s = \tan (2/3) \phi = 0.364$ (도시 P 629)

4) 풍 하중 : W_w = 150 kg/m² (도시 P 65)

5) 사용 재료

① 콘크리트 : σ_{sk} = 240 kg/cm²

② 콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³

③ 철근 (SD - 30) : σ_y = 3000 kg/cm²

6) 참고 문헌

- 도로교 표준 시방서 (건설부 1996년)

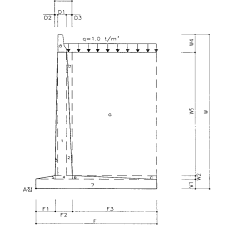
- 철근 콘크리트 표준 시방서 (건설부 1996년)

- 철근 콘크리트 설계관람 (건설부 1992년)

2. 하중계산

2.1 구제 CON'C 자중 및 뒷채움 토사

NO	산 식	W(ton)	X(m)	M _a (t.m)
①	D1×W3×2.50	7.986	1.387	10.920
②	D3×W3+2×2.50	3.621	1.728	6.237
③	D2×W3+2×2.50	1.260	1.095	1.380
④	F2×W2×2.50	0.750	1.500	1.125
⑤	F1×W2+2×2.50	0.375	0.667	0.250
⑥	F3×W2+2×2.50	1.763	3.567	6.280
⑦	F×W1×2.50	10.050	3.350	33.668
⑧	방호벽	0.836	1.334	1.115
⑨	방호벽	0.200	1.592	0.318
⑩	F3×W3×1.90	63.403	4.350	275.803
⑪	D3×W3+2×1.90	2.752	1.864	5.130
⑫	F3×W2+2×1.90	1.340	5.133	6.878
계		94.338		349.133



D = 1.000 M D1 = 0.450 M D2 = 0.142 M D3 = 0.408 M
W1 = 0.600 M W2 = 0.300 M W3 = 7.100 M W4 = 1.080 M
F = 6.700 M F1 = 1.000 M F2 = 1.000 M F3 = 4.700 M

구조계산서 및 안전검토서

3. 토 압

3.1 토압계수 산정

1) RANKINE의 토압계수

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333 \quad (\phi = 30.0^\circ)$$

3.2 토압

1) 안장계산서 (H = 3.000 m)

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 3.000 = 0.999 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.000^2 = 2.847 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1h} + P_{a2h} = 0.999 + 2.847 = 3.846 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.999 \times 1.500 + 2.847 \times 1.000 = 4.346 \text{ t}\cdot\text{m}$$

2) 단면계산서

① 벽체 단면계산서 (h = 2.600 m)

$$P_{a1} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 2.600 = 0.866 \text{ t/m}$$

$$P_{a2} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 2.600^2 = 2.139 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_{a1} + P_{a2} = 0.866 + 2.139 = 3.005 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_{a1} \times h \div 2 + P_{a2} \times h \div 3 = 0.866 \times 1.300 + 2.139 \times 0.867 = 2.980 \text{ t}\cdot\text{m}$$

-1109

3. 토 압

3.1 토압계수 산정

1) RANKINE의 토압계수

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333 \quad (\phi = 30.0^\circ)$$

3.2 토압

1) 안장계산서 (H = 8.000 m)

$$P_w = W_w \times h' = 0.150 \times (2.400 + 1.080) = 0.522 \text{ t/m (중압)}$$

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 8.000 = 2.664 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 8.000^2 = 20.246 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_w + P_{a1h} + P_{a2h} = 0.522 + 2.664 + 20.246 = 23.432 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_w \times (h' \div 2 + H) + P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.522 \times (1.740 + 8.000) + 2.664 \times 4.000 + 20.246 \times 2.667 = 69.736 \text{ t}\cdot\text{m}$$

2) 단면계산서

① 벽체 단면계산서 (h = 7.100 m)

$$P_w = W_w \times h' = 0.150 \times (2.400 + 1.080) = 0.522 \text{ t/m (중압)}$$

$$P_{a1} = q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 7.100 = 2.364 \text{ t/m}$$

$$P_{a2} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 7.100^2 = 15.947 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_w + P_{a1} + P_{a2} = 0.522 + 2.364 + 15.947 = 18.833 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_w \times (h' \div 2 + h) + P_{a1} \times h \div 2 + P_{a2} \times h \div 3 = 0.522 \times (1.740 + 7.100) + 2.364 \times 3.550 + 15.947 \times 2.367 = 50.753 \text{ t}\cdot\text{m}$$

-1109

② 기초 단면 계산서 (H = 8.000 m)

$$P_w = W_w \times h' = 0.150 \times (2.400 + 1.080) = 0.522 \text{ t/m (중압)}$$

$$P_{a1h} = q \times K_a \times H = 1.00 \times 0.333 \times 8.000 = 2.664 \text{ t/m}$$

$$P_{a2h} = 1/2 \times K_a \times \gamma \times H^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 8.000^2 = 20.246 \text{ t/m}$$

$$P_{ah} = P_w + P_{a1h} + P_{a2h} = 0.522 + 2.664 + 20.246 = 23.432 \text{ t/m}$$

$$M_o = P_w \times (h' \div 2 + H) + P_{a1h} \times H \div 2 + P_{a2h} \times H \div 3 = 0.522 \times (1.740 + 8.000) + 2.664 \times 4.000 + 20.246 \times 2.667 = 69.736 \text{ t}\cdot\text{m}$$

4. 안정검토

구분	수직력			수평력		
	P_v	X	M_o	P_h	Y	M_o
구체	①	7.988	1.367	10.920		
	②	3.621	1.728	6.257		
	③	1.260	1.095	1.380		
	④	0.750	1.500	1.125		
	⑤	0.375	0.667	0.250		
	⑥	1.763	3.567	6.289		
	⑦	10.050	3.350	33.666		
	⑧	0.836	1.334	1.115		
토사	①	0.200	1.592	0.318		
	②	63.403	4.350	275.803		
	③	2.752	1.864	5.130		
	④	1.340	5.133	6.878		
도입	P_{a1h}			2.664	4.000	10.656
	P_{a2h}			20.246	2.667	53.996
총 화 령				0.022	9.740	5.084
상자하중	5.106	4.146	21.178			
계	99.446		370.311	23.432		69.736

-1110

1) 전도에 대한 안정

$$F_{os} = M_o \div M_s > 2 \text{ 일때 O.K.}$$

$$F_{os} = M_o \div M_s = 370.311 \div 69.736 = 5.31 > 2.0 \text{ =====> O.K.}$$

2) 활동에 대한 안정

$$F_s = P_v \times \tan \phi_B \div P_h > 1.5 \text{ 일때 O.K.}$$

$$F_s = P_v \times \tan \phi_B \div P_h = 99.446 \times 0.364 \div 23.432 = 1.55 > 1.5 \text{ =====> O.K.}$$

$$(\tan \phi_B = 0.364 : \text{도시 P. 629})$$

3) 저반지저력에 대한 안정

$$a = (M_r - M_o) \div \sum P_y > (B \div 3) \text{ 일때 } e = (B \div 2) - a$$

$$\sum M = M_r - M_o = 370.311 - 69.736 = 300.575 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

$$a = (M_r - M_o) \div P_v = 300.575 \div 99.446 = 3.022 > (B \div 3) = 6.700 \div 3 = 2.233 \text{ 이므로}$$

$$e = (B \div 2) - a = (6.700 \div 2) - 3.022 = 0.328 < B/6 = 1.117 \text{ =====> O.K.}$$

$$q_{max} = \sum P_y \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 99.446 \div 6.700 \times (1 + (6 \times 0.328 \div 6.700)) = 19.202 \text{ t/m}^2 < q_a = 30.000 \text{ =====> O.K.}$$

$$q_{min} = \sum P_y \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 99.446 \div 6.700 \times (1 - (6 \times 0.328 \div 6.700)) = 10.483 \text{ t/m}^2$$

-1111

구조계산서 및 안전검토서

* 허용 지지력의 계산 (Terzachi's Formula) (도시 p622)

$$\begin{aligned}
 & \text{형상 계수 (도시 P 624) : } \alpha = 1 \quad \beta = 0.5 \\
 & \text{기초 저면의 점착력 : } C = 0.0 \\
 & \text{지지 지반의 내부 마찰각 : } \phi = 30.0^\circ \\
 & \text{기초의 유효 균압 깊이 : } Df = 1.00 \text{ m} \\
 & \text{상재 하중 : } q = \gamma \times Df = 1.90 \text{ t/m}^2 \\
 & \text{기초의 유효 재하 폭 : } B' = B - 2 \times e = 6.044 \text{ m} \\
 & \text{기초의 지지력 계수 (도시 P 623) : } N_c = 37.2 \\
 & \quad N_q = 22.5 \\
 & \quad N_r = 19.7
 \end{aligned}$$

극한 지지력

$$\begin{aligned}
 Q_u &= \alpha \times C \times N_c + q \times N_q + \beta \times \gamma \times B' \times N_r \\
 &= 1.0 \times 0.0 \times 37.2 + 1.90 \times 22.5 + 0.5 \times 1.90 \times 6.044 \times 19.7 \\
 &= 155.863 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

허용 지지력

$$\begin{aligned}
 Q_a &= Q_u \div 3 = 155.863 \div 3 = 51.954 \text{ t/m}^2 \\
 \therefore Q_{max} &= 30,000 \text{ t/m}^2 < Q_a = 51.954 \text{ t/m}^2 < \text{=====} 30,000 \text{ t/m}^2 \text{ 사용}
 \end{aligned}$$

5. 단면 검토

하중계수 적용 : 사하중 : 1.30
(도시 P 79) 풍하중 : 1.30
토압 : 1.70
활하중 : 1.30

구분	수직력	수평력
	Pv x Mur	Ph y Muo
구체	① 10.384 1.367 14.195	
	② 4.707 1.728 8.134	
	③ 1.638 1.005 1.794	
	④ 0.975 1.500 1.483	
자중	⑤ 0.488 0.667 0.325	
	⑥ 2.292 3.567 8.176	
	⑦ 13.065 3.350 43.768	
	⑧ 1.087 1.334 1.450	
	⑨ 0.260 1.592 0.414	
토사	⑩ 82.424 4.350 358.544	
	⑪ 3.578 1.864 6.669	
	⑫ 1.742 5.133 8.942	
토압	P _{st}	4.019 3.550 14.267
(벽체)	P _{st}	27.110 2.367 64.169
풍하중	P _w	0.679 8.840 6.002
토압	P _{st}	4.529 4.000 18.115
(기초)	P _{st}	34.418 2.667 91.793
풍하중	P _w	0.679 9.740 6.613
상재하중	6.640 4.146 27.529	
TOTAL(벽체)	129.280	481.403 31.808 84.438
TOTAL(기초)	129.280	481.403 39.626 116.522

1) 벽체의 단면력

$$\begin{aligned}
 S_u &= 31.808 \text{ t/m} \\
 M_u &= 84.438 \text{ t} \cdot \text{m/m}
 \end{aligned}$$

1112

1113

㉔ 벽체 1/2 지점의 단면력 (h = 3.550 m)

$$\begin{aligned}
 P_w &= W_w \times h = 0.150 \times (2.400 + 1.080) = 0.522 \text{ t/m (풍압)} \\
 P_{st1} &= q \times K_a \times h = 1.00 \times 0.333 \times 3.55 = 1.182 \text{ t/m} \\
 P_{st2} &= 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 = 1/2 \times 0.333 \times 1.90 \times 3.55^2 = 3.987 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_w &= 0.522 \text{ t/m (풍압)} \\
 P_{st} &= P_{st1} + P_{st2} = 1.182 + 3.987 = 5.169 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &= P_w \times (h^2 \div 2 + h) = 0.522 \times (1.740 + 3.550) = 2.761 \text{ t} \cdot \text{m/m} \\
 M_u &= P_{st1} \times h \div 2 + P_{st2} \times h \div 3 = 1.182 \times 1.775 + 3.987 \times 1.183 = 6.815 \text{ t} \cdot \text{m/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_u &= 1.30 \times 0.522 + 1.70 \times 5.169 = 9.466 \text{ t/m} \\
 M_u &= 1.30 \times 2.761 + 1.70 \times 6.815 = 15.175 \text{ t} \cdot \text{m/m}
 \end{aligned}$$

2) 횡풍의 단면력 (지반반력 고려)

$$a = (Mur - Muo) \div \sum P_v \quad (B \div 3) \text{ 일때} \quad e = (B \div 2) - a$$

$$\sum Mu = Mur - Muo = 481.403 - 116.522 = 364.881 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$a = (Mur - Muo) \div \sum P_v = 364.881 \div 129.280 = 2.822$$

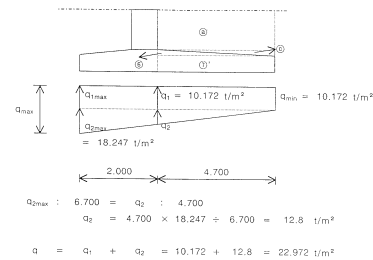
$$> (B \div 3) = 6.700 \div 3 = 2.233 \text{ 이므로}$$

$$e = (B \div 2) - a \text{ 에서}$$

$$= (6.700 \div 2) - 2.822 = 0.528 < B/6 = 1.117 \text{ =====> OK!}$$

$$Q_{max} = \sum P_v \times B \div (1 + (6 \times e \div B)) = 129.280 \div 6.700 \times (1 + (6 \times 0.528 \div 6.700)) = 28.419 \text{ t/m}^2 < Q_a = 30,000 \text{ 이므로 } Q_{max} = 28.419 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{min} = \sum P_v \times B \div (1 - (6 \times e \div B)) = 129.280 \div 6.700 \times (1 - (6 \times 0.528 \div 6.700)) = 10.172 \text{ t/m}^2$$



$$\begin{aligned}
 P_{v1} &= \text{㉔} + \text{㉕} + \text{㉖} + \text{㉗} = 1.763 + 7.050 + 63.403 + 1.340 = 73.556 \text{ t/m} \\
 P_{v2} &= 4.700 \times 1.00 = 4.700 \text{ t/m (상재하중에 의한)}
 \end{aligned}$$

$$P_v = 1.3 \times P_{v1} + 1.30 \times P_{v2} = 101.733 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= q_1 \times 4.700 + q_2 \times 4.700 \div 2 \\
 &= 10.172 \times 4.700 + 12.8 \times 4.700 \div 2 \\
 &= 77.888 \text{ t/m (횡풍저항에 작용하는 상하력)}
 \end{aligned}$$

$$S_u = 101.733 - 77.888 = 23.845 \text{ t/m}$$

$$M_{st} = 1.763 \times 4.700 \div 3 + 7.050 \times 4.700 \div 2 + 63.403 \times 4.700 \div 2 + 1.340 \times 4.700 \times 2 \div 3 = 172.525 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_{st} = 4.700 \times 4.700 \div 2 = 11.045 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_{st} = 1.3 \times 172.525 + 1.30 \times 11.045 = 230.641 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_u = 10.172 \times 4.700 \times 4.700 \div 2 + 12.8 \times 4.700 \div 2 \times 4.700 \div 3 = 159.475 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

$$M_u = 238.641 - 159.475 = 79.166 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

1114

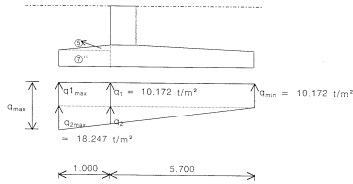
1115

구조계산서 및 안전검토서

3) 앞굽의 단면력

$$Q_{max} = \sum P_v \div B \times (1 + (6 \times e \div B)) = 129,280 \div 6,700 \times (1 + (6 \times 0.528 \div 6,700)) = 28,419 \text{ t/m}^2 < Q_a = 30,000 \text{ 이므로 } Q_{max} = 28,419 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{min} = \sum P_v \div B \times (1 - (6 \times e \div B)) = 129,280 \div 6,700 \times (1 - (6 \times 0.528 \div 6,700)) = 10,172 \text{ t/m}^2$$



$$Q_{2max} : 6,700 = Q_2 : 5,700$$

$$Q_2 = 5,700 \times 18,247 \div 6,700 = 15,524 \text{ t/m}^2$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 10,172 + 15,524 = 25,696 \text{ t/m}^2$$

$$S_u = 1,000 \times Q + 1,000 \times (Q_{max} - Q) \div 2 - 1.3 \times (Q + Q_{min})$$

$$= 1,000 \times 25,696 + 1,000 \times 2,723 \div 2 - 1.3 \times (25,696 + 10,172)$$

$$= 24,620 \text{ t/m}$$

$$M_u = 1,000^2 \times Q \div 2 + 1,000^2 \times (Q_{max} - Q) \div 3$$

$$- 1.3 \times (Q + Q_{min}) \times 1,000 \div 3 + Q_{min} \times 1,000 \div 2$$

$$= 1,000 \times 25,696 \div 2 + 1,000 \times 2,723 \div 3 - 1.3 \times (25,696 + 10,172) \times 1,000 \div 3$$

$$+ 10,172 \times 1,000 \div 2$$

$$= 12,618 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

1116

1117

- 뒷굽 판의 휨근량 -

$$\sigma_{ck}(\text{kg/cm}^2) = 240,000 \quad \sigma_y(\text{kg/cm}^2) = 3000,000$$

$$M_u(\text{t} \cdot \text{m}) = 79,166 \quad \rho(\text{bending}) = 0,8500$$

$$S_u(\text{t}) = 23,845 \quad \rho(\text{shear}) = 0,7000$$

$$N_u(\text{t}) = 0,000 \quad \rho(\text{column}) = 0,6500$$

$$b(\text{cm}) = 100,000 \quad e(\text{cm}) = 0,000$$

$$d(\text{cm}) = 80,000 \quad d'(\text{cm}) = 10,000$$

$$\text{req. } A_s = 40,30 \text{ cm}^2 \quad A_s' = 0,00 \text{ cm}^2 \quad a = 5,93 \text{ cm}$$

$$\text{Use } A_s \text{ D20 } \times 8,000 = 51,392 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0,467(\%) < A_s/bd = 0,642(\%) < \rho_{max} = 2,909(\%)$$

순수 휨 상태 (단철근 사용)

$$c = 8,89 \text{ cm} \quad a = 7,56 \text{ cm}$$

$$C_c = 154,176 \text{ t} \quad C_s = 0,000 \text{ t} \quad T = 154,176 \text{ t}$$

$$\rho M_u = 99,888 \text{ t} \cdot \text{m} > M_u = 79,166 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{OK!!}$$

전단 보강

$$V_o/2 = 32,074 \text{ t} < Q_u = 34,064 \text{ t} < V_o = 64,147 \text{ t}$$

$$\Rightarrow \text{Min. Shear Reinforcement}$$

$$s = 30,00 \text{ cm}$$

$$\text{req. } A_v = 3,50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } A_v \text{ D16 } \times 2,000 = 3,97 \text{ cm}^2$$

- 앞굽 판의 휨근량 -

$$\sigma_{ck}(\text{kg/cm}^2) = 240,000 \quad \sigma_y(\text{kg/cm}^2) = 3000,000$$

$$M_u(\text{t} \cdot \text{m}) = 12,618 \quad \rho(\text{bending}) = 0,8500$$

$$S_u(\text{t}) = 24,620 \quad \rho(\text{shear}) = 0,7000$$

$$N_u(\text{t}) = 0,000 \quad \rho(\text{column}) = 0,6500$$

$$b(\text{cm}) = 100,000 \quad e(\text{cm}) = 0,000$$

$$d(\text{cm}) = 80,000 \quad d'(\text{cm}) = 10,000$$

$$\text{req. } A_s = 6,22 \text{ cm}^2 \quad A_s' = 0,00 \text{ cm}^2 \quad a = 0,91 \text{ cm}$$

$$\text{Use } A_s \text{ D29 } \times 4,000 = 25,696 \text{ cm}^2$$

$$A_{st} = 25,696 \text{ cm}^2 > \text{req. } A_{st} \times (1 + \frac{1}{6}) = 8,294 \text{ cm}^2$$

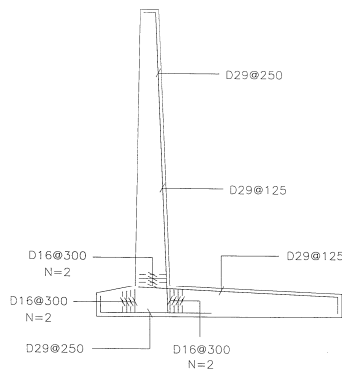
순수 휨 상태 (단철근 사용)

$$c = 4,42 \text{ cm} \quad a = 3,78 \text{ cm}$$

1118

1119

구조계산서 및 안전검토서



옹벽구조계산

1. 설계 조건

- 1) 형식 : 역 T 형 중벽 (교량 중점부)
- 2) 중벽 제형
- ① 중벽의 높이 : 6.700 ~ 7.700 M
- ② 산재하중 (q) : 1.00 t/m²
- 3) 흙의 특성
- ① 뒷채움 토사
- 단위 중량 : 1.90 t/m³
- 내부 마찰각 : 30.0 °
- ② 기초 하면
- 내부 마찰각 : 30.0 °
- 미탈계수
- 흙과 콘크리트 : $\tan \phi_B = \tan (2/3) \phi = 0.364$ (도식 P 629)
- 4) 흙 저항 : $W_w = 150 \text{ Kg/m}^2$ (도식 P 65)
- 5) 사용 재료
- ① 콘크리트 : $\sigma_{\text{ax}} = 240 \text{ t/cm}^2$
- ② 콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³
- ③ 철근 (SD - 30) : $\sigma_y = 3000 \text{ Kg/cm}^2$
- 6) 참고 사항
- 도로교 표준 시방서 (건설부 1996년)
- 철근 콘크리트 표준 시방서 (건설부 1996년)
- 철근 콘크리트 설계편람 (건설부 1992년)

-191-20

-1121

4.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 중 외 시설물로서 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

【표 4.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	—	—	—	—

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	○준공이후 별도의 보수는 실시하지 않은 것으로 확인됨.	
중 점 관리사항	○외관조사결과 금회 점검이 최초의 점검이므로 신규손상 발생 여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.	

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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

4.3 현장조사 및 시험

4.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 연호고가교 범물방향 중점부에 시공된 기타종 옹벽 시설물로서 옹벽의 상단부는 연호고가교 시점부 접속도로가 있으며, 하부로는 지방도가 접하고 있는 상태이다. 선형은 콘크리트 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.0~5.8m를 보이며, 총 연장은 230.0m의 규모를 가지는 콘크리트 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=230.0m, L=5.8m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상 시설물에 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	2023. 03. 07.		조 사 자	이 상 훈
시설물명	연호고가교 안심방향 중점부 옹벽		시설물 종류	중 외
일 기	맑음		시설물번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	콘크리트	옹벽재료	철근콘크리트
	연 장	230.0m	지면노출 높 이	5.8m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	연호고가교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 신축이음부를 두고 구간분할을 실시하였다. 총 16개 구간(S1~S16)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~11.5m	11.5	5.8	9	113.0~128.0m	131.5	0.8
2	8.5~23.0	26.5	4.6	10	128.0~143.0m	146.5	0.4
3	23.0~38.0m	41.5	4.0	11	143.0~158.0m	161.5	0.2
4	38.0~53.0m	56.5	3.5	12	158.0~173.0m	176.5	0.0
5	53.0~68.0m	71.5	2.8	13	173.0~188.0m	191.5	0.0
6	68.0~83.0m	86.5	2.4	14	188.0~203.0m	206.5	0.0
7	83.0~98.0m	101.5	1.8	15	203.0~218.0m	221.5	0.0
8	98.0~113.0m	116.5	1.3	16	218.0~230.0m	230.0	0.0
							
측점분할 작업사진				측점분할 작업사진			

4.3.2 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 4.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

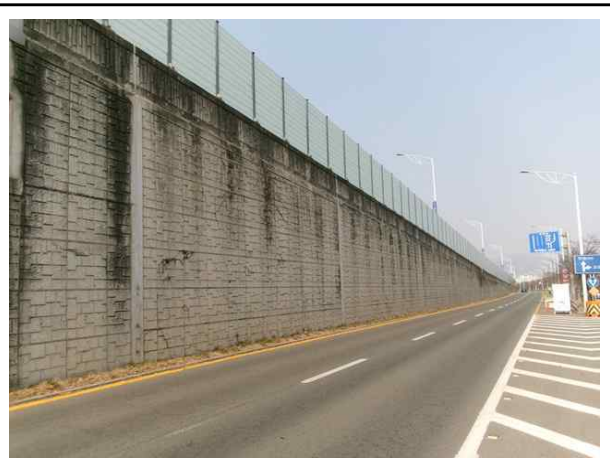
- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 4.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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 4.3.3】 지반, 기초부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S9	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S10	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S11	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S12	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S13	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S14	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S15	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—



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.

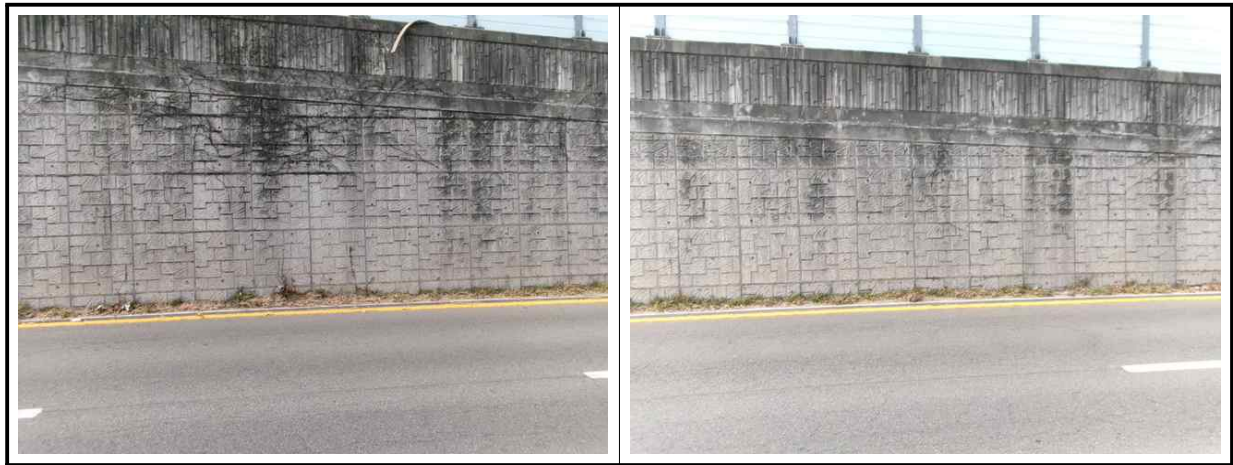
4) 검토의견

- 기초부 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 콘크리트 옹벽으로 전면부 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 본 콘크리트 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 시공이음부로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 4.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 4.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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 4.3.4】 전면부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S9	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S10	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S11	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S12	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S13	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S14	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S15	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

			
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

- 콘크리트 옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 상부 포장상태)

1) 현황

콘크리트 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 설계도서상 옹벽 전면부에 수평배수공이 설치되어 있는 것으로 확인되었다. 옹벽 상부에도 별도의 배수시설은 설치되어 있지 않은 상태이나 포장부의 구배의 영향을 받아 배수기능에 이상은 없는 상태이다.



【그림 4.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

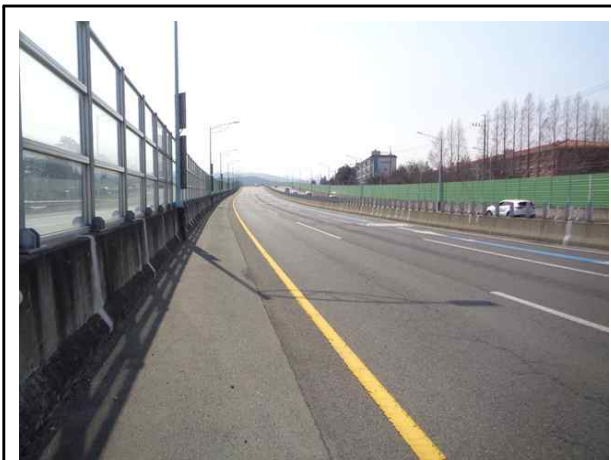
- 콘크리트 옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 침하 및 구조적인 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 4.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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 4.3.5】 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	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—



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

- 콘크리트 옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 4.3.6】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	상태양호	—
주변영향인자	상태양호	—
기초부의 세굴	상태양호	—
결과요약	연호고가교 안심방향 중점부 옹벽의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에는 문제가 없는 것으로 확인되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다고 사료된다.	

【표 4.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부 포장부	상태양호	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.3.4 측량

가. 개요

금회(2023년) 정밀안전점검 대상시설물(연호고가교 안심방향 중점부 옹벽)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀 안전점검으로 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 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

【표 4.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	11.5m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
2	26.5m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
3	41.5m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
4	56.5m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면

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

※ 주) 측량번호 1~3은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

【표 4.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
5	71.5m	88.4	2.8	88.8	2.0	-0.6	-0.8	a	배면
6	86.5m	88.8	0.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
7	101.5m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
8	116.5m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
9	131.5m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
10	146.5m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
11	161.5m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
12	176.5m	-	-	88.8	2.0	-	-	-	-
13	191.5m	-	-	88.8	2.0	-	-	-	-
14	206.5m	-	-	88.8	2.0	-	-	-	-
15	221.5m	-	-	88.8	2.0	-	-	-	-
16	230.0m	-	-	88.8	2.0	-	-	-	-

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

※ 주) 측량번호 12~16은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

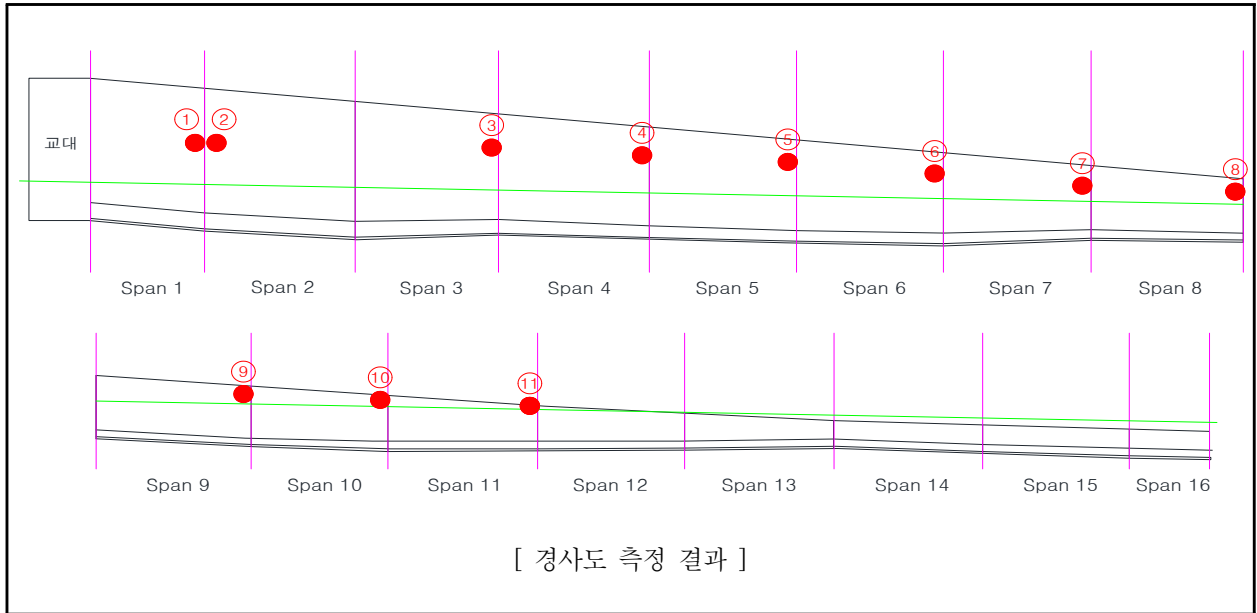
계획선형오차 경사도 측정 결과 기울기 오차는 0.0~0.8%로 근소한 차이는 있으나 측정위치에 대한 차이로 침하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토된다.

【표 4.3.9】 선형 및 수준측량 결과

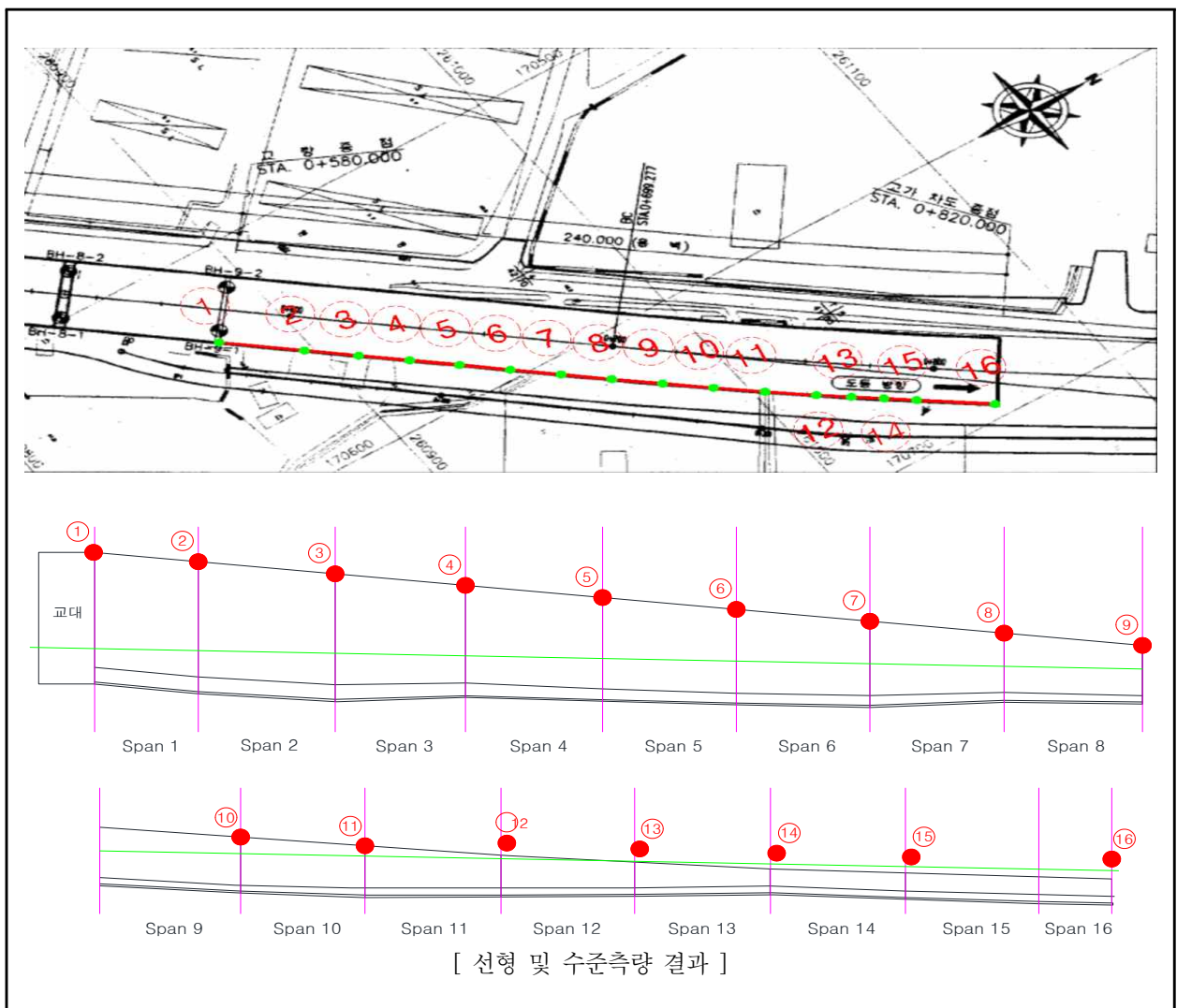
측정위치		X	Y	노출 높이 (m)	측정위치		X	Y	노출 높이 (m)
1단	(1)	61.049	-90.063	5.8	1단	(9)	-10.671	36.788	0.8
	(2)	40.677	-54.273	4.6		(10)	-17.845	50.212	0.4
	(3)	33.263	-41.215	4.0		(11)	-24.821	63.552	0.2
	(4)	26.018	-28.414	3.5		(12)	-29.360	72.041	0.0
	(5)	18.610	-15.401	2.8		(13)	-33.511	80.619	0.0
	(6)	11.219	-2.393	2.4		(14)	-37.775	89.183	0.0
	(7)	3.838	10.608	1.8		(15)	-42.833	99.236	0.0
	(8)	-3.460	23.679	1.3		(16)	-47.965	110.499	0.0

※ 주) 측량번호 12~16은 옹벽 매립구간이므로 방호벽 상단 및 하단을 측량함.

보강토옹벽에 선형 및 수준측량 결과, 침하, 전도, 활동에 의한 위험성은 없는 것으로 검토되었다.



【그림 4.3.5】 경사도 측정 결과



【그림 4.3.6】 선형 및 수준측량 결과

4.3.5 콘크리트 내구성 조사

가. 내구성 조사의 개요

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 콘크리트 옹벽은 재료시험으로 전면부에 반발경도를 실시하였고 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설안전공단)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 실시하였다.



【그림 4.3.7】 콘크리트 내구성 조사 현황

【표 4.3.10】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	재료시험 기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
반발경도 시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 50m)개소	5	5	
탄산화 깊이 측정	◦ 총 연장 • 100m미만 2개소 • 100m이상 최소2개소 + 100m당 1개소 추가	4	4	

1) 반발경도 시험

콘크리트 비파괴강도시험은 전면부에서 반발경도시험(총 5개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 시험결과

【표 4.3.11】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전 면 부	S1	51.7	30.0	29.5	0.63	124.9	122.7	24.0
	S3	52.5	30.7	29.8	0.63	127.8	124.3	
	S5	52.3	30.5	29.7	0.63	126.9	123.8	
	S7	51.5	29.8	29.4	0.63	124.3	122.3	
	S9	52.9	30.9	30.0	0.63	128.9	125.0	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 29.4~30.9MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인하여 선정하였다.

① 시험결과

【표 4.3.12】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
전면부	S1	5.0	76.0	71.0	a	1.09	100년이상	
	S5	7.0	86.0	79.0	a	1.53	100년이상	
	S7	5.0	77.0	72.0	a	1.09	100년이상	
	S19	6.0	93.0	87.0	a	1.31	100년이상	

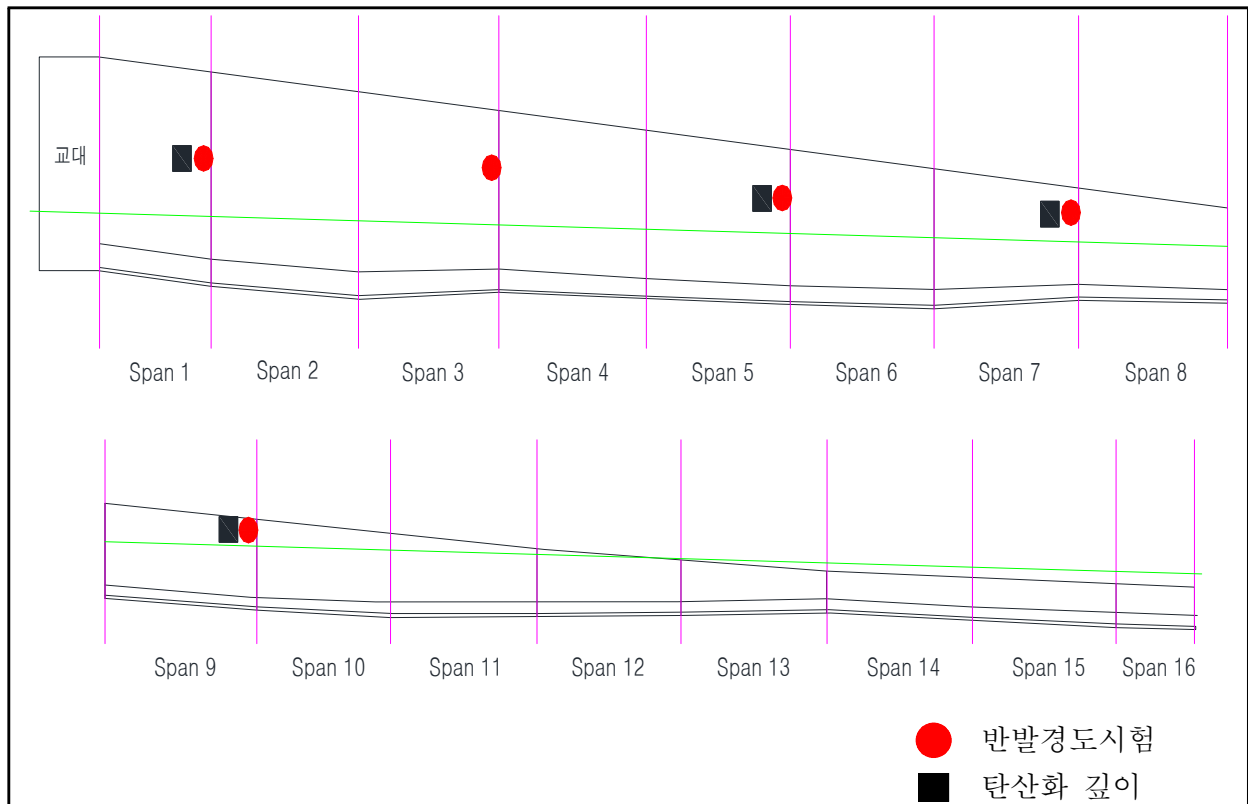
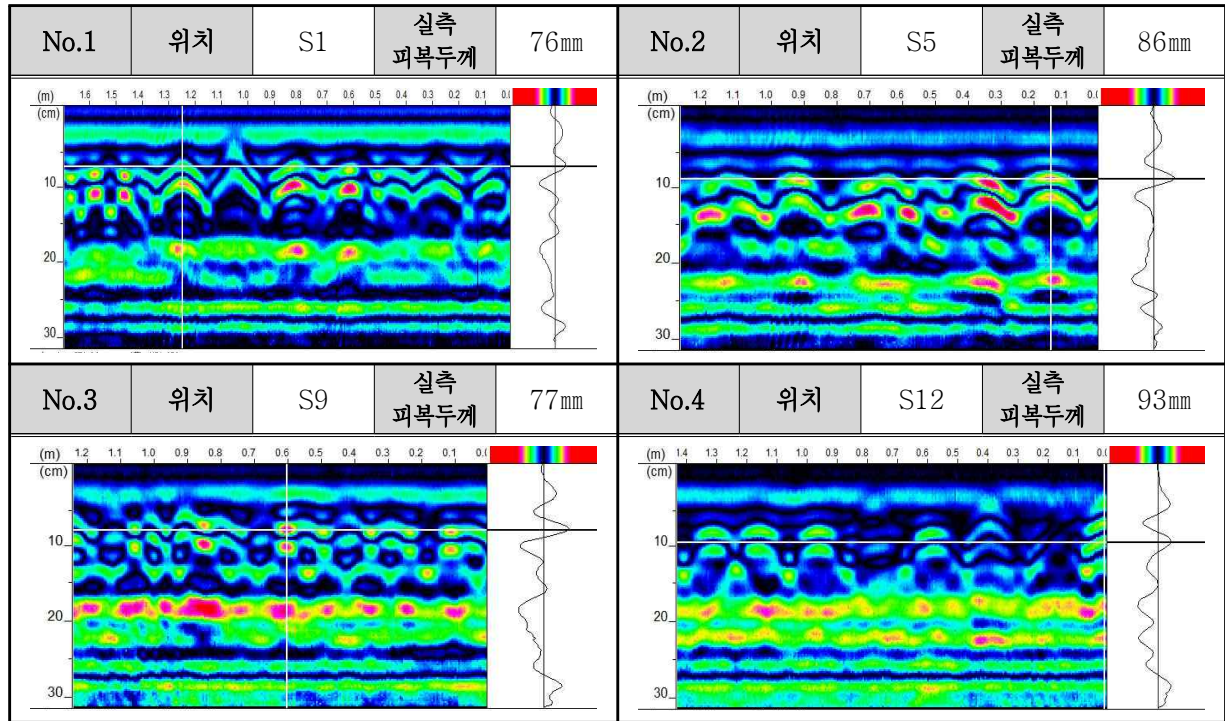
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 5.0~7.0mm로, 잔여깊이가 71.0~87.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

③ 피복두께 측정

【표 4.3.13】 피복두께 측정 결과



【그림 4.3.8】 콘크리트 내구성조사 위치도

나. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 4.3.14】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	전면부	29.4~30.9	24.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	전면부	71.0~87.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	- 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 - 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.4 상태평가

4.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 신축이음부를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사 결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설 안전공단)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

4.4.2 상태평가 결과 산정

【표 4.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	파손 · 손상	균열	마모 · 침식	박리	박락 · 충분리	탄산 화	염화 물	백태	배수 공	주변영향인자			결합 점수 합계	평가단 위 결합 지수	평가 단위 평가 등급	
													배수 시설	사면조사					
														사면 구배	낙석 흔적				침 출수
S1	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S3	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S5	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S7	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S9	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S11	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S13	0	0	0	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	0	0	0.00	a	
S15	0	0	0	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	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	0.00	0.00	0.00	a	

상태평가등급

A

4.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결합지수는 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 같음하였으며, 그 다음과 같다.

【표 4.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	연호고가교 안심방향 중점부 옹벽		표 번 호	[표 4.5.1]
평가구분	결합지수	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 위협이 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 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
전면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부절토부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
기초부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천 원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천 원)		—						

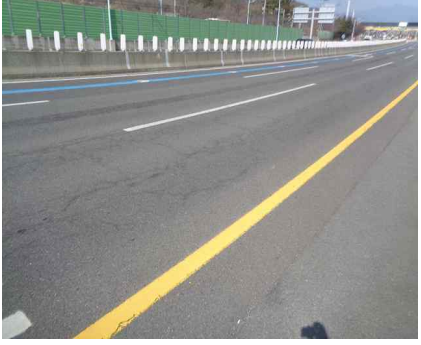
주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 표면처리는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)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
전 면 부	균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배 수 시 설	배수공에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
포 장 부	우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기 초 부	우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

4.7 종합결론

4.7.1 정밀안전점검 결과 요약

1) 기초부 현장조사 결과

- 연호고가교 안심방향 중점부 옹벽의 기초부 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.

2) 전면부 현장조사 결과

- 콘크리트 옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3) 주변영향인자 현장조사 결과

- 콘크리트 옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 측량 결과

- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

5) 내구성조사 결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 29.4~30.9MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 5.0~7.0mm로, 잔여깊이가 71.0~87.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

6) 평가 결과

- 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, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로써 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

4.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 콘크리트 옹벽에 대한 특별한 관리가 요구되는 사항은 확인되지 않았다.

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 바람직할 것으로 판단된다.

5. 가천교 범물방향 시점부 옹벽

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. 가천교 범물방향 시점부 옹벽

5.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 가천교 범물방향 시점부에 시공된 중 외 옹벽 시설물로서 연장 155.0m, 지면노출높이 6.0m의 패널식 보강토옹벽이다.

5.1.1 일반사항

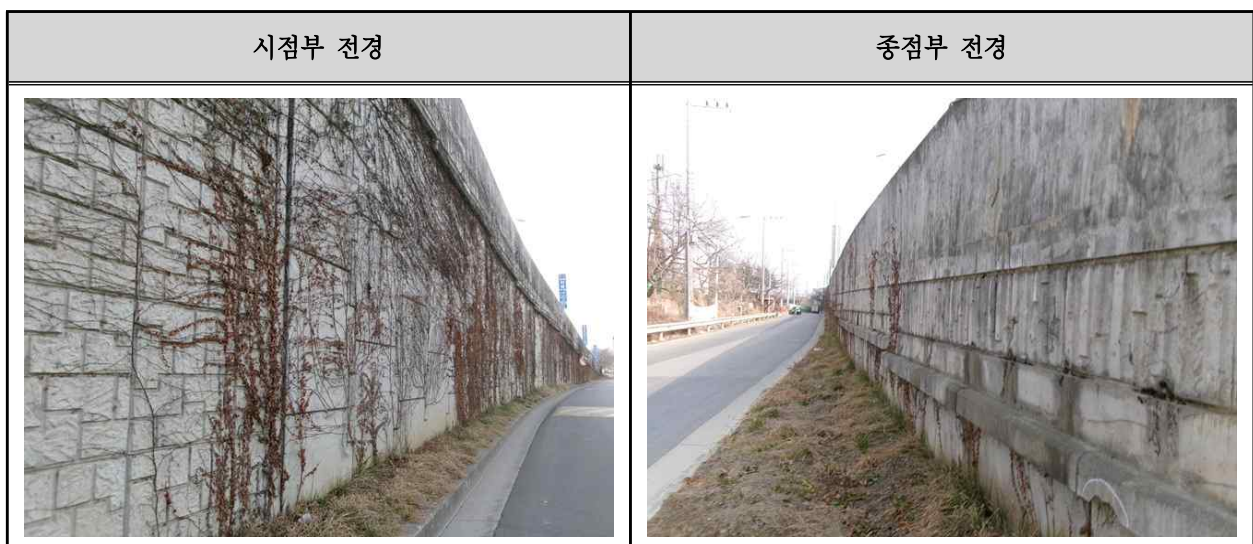
【표 5.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	가천교 범물방향 시점부 옹벽		종별구분	중 외	
시설물번호	-		관리번호	-	
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 가천동			
	위치좌표	-			
		-			
노선명	범안로(대로 1-19호선)				
제 원	옹벽형식	보강토		옹벽재료	패널식
	연 장	155.0m		지면노출 높 이	6.0m
	보 강 재 길 이	-		저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로			관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	가천교 접속도로			
	옹벽하부	지방도			
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일		시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-		설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-			
비 고					

5.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 5.1.1】 위치도

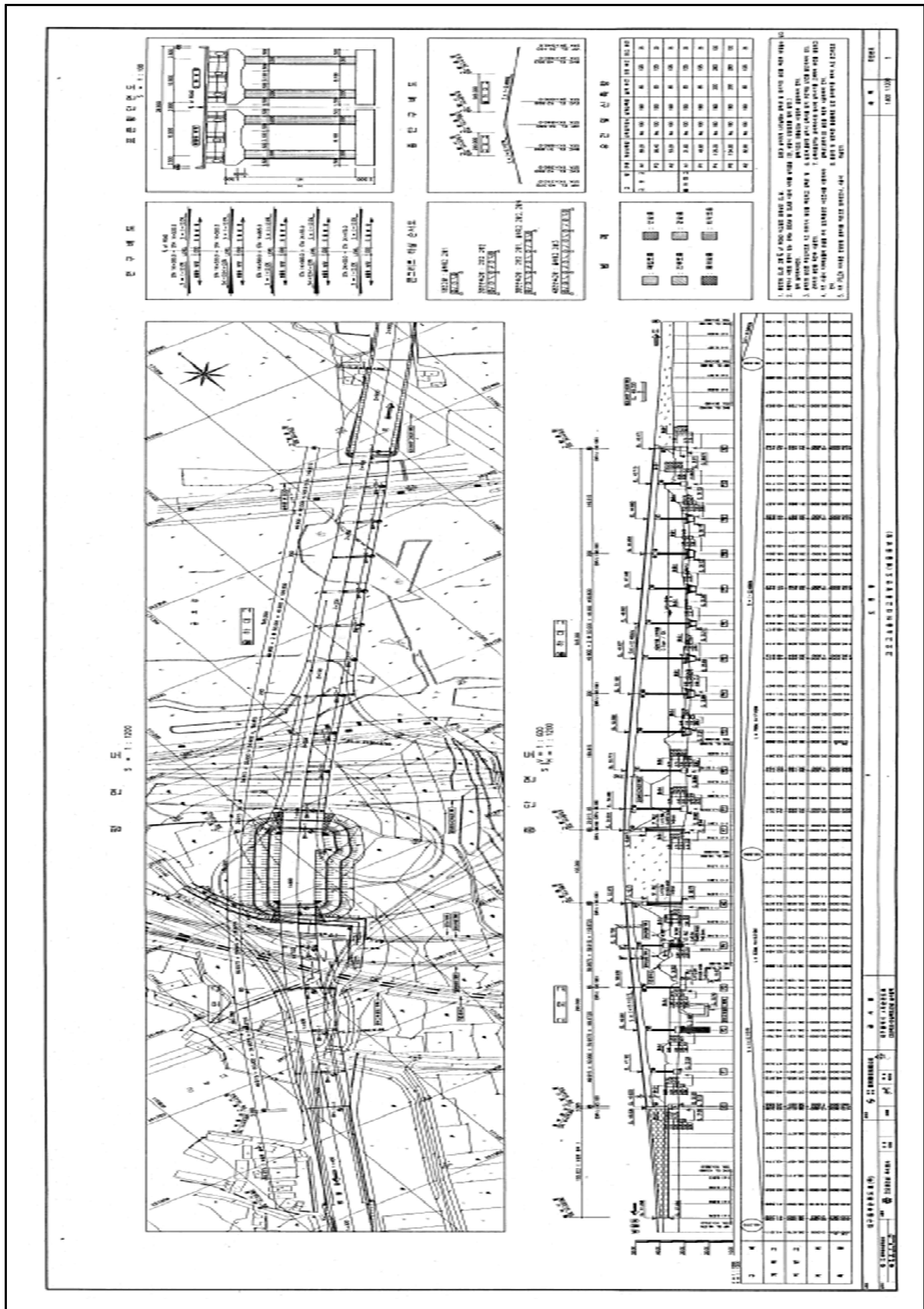


【그림 5.1.2】 전경사진

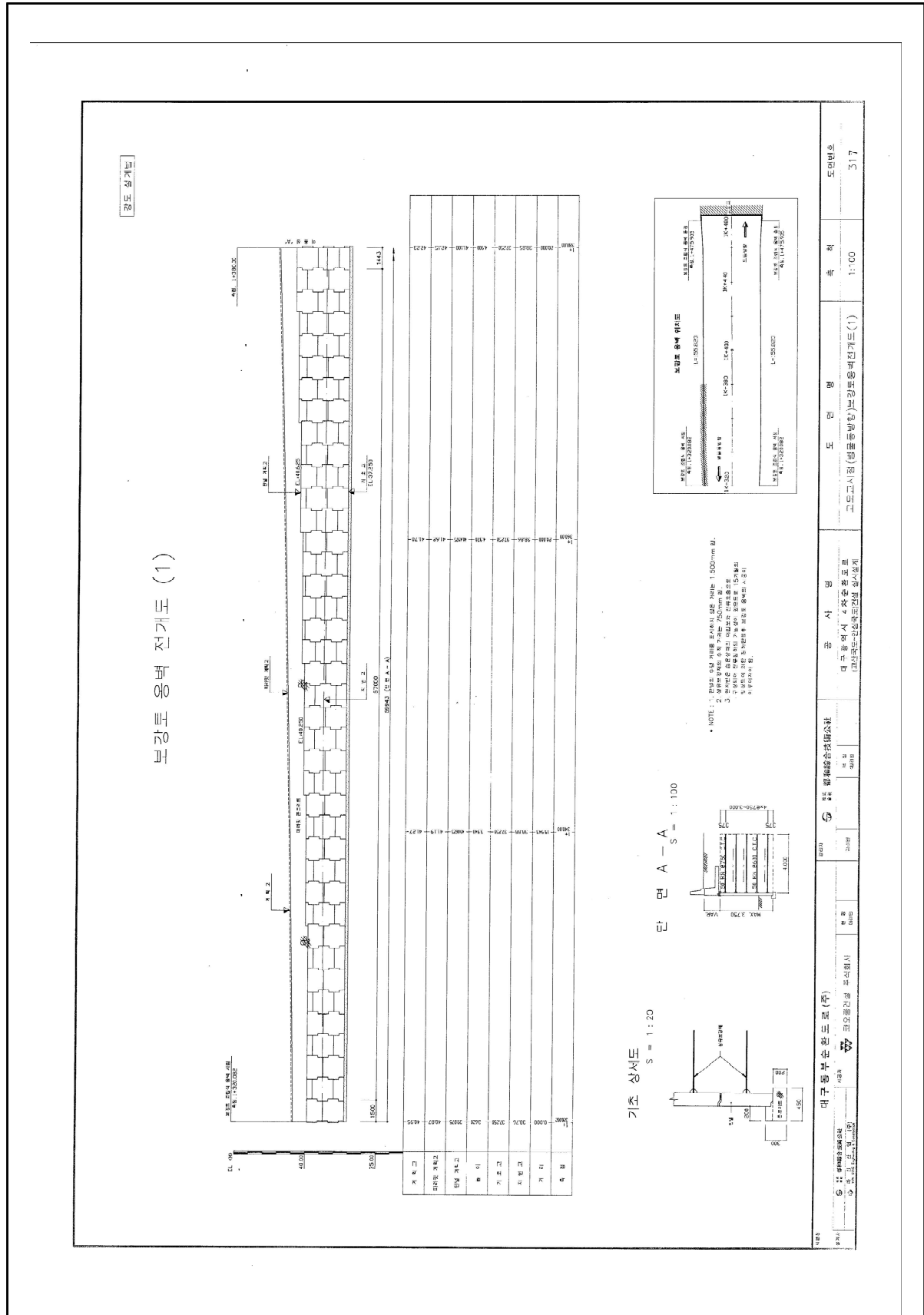
	
시점부 전경	중점부 전경
	
하부 전경	상부 램프도로 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 5.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

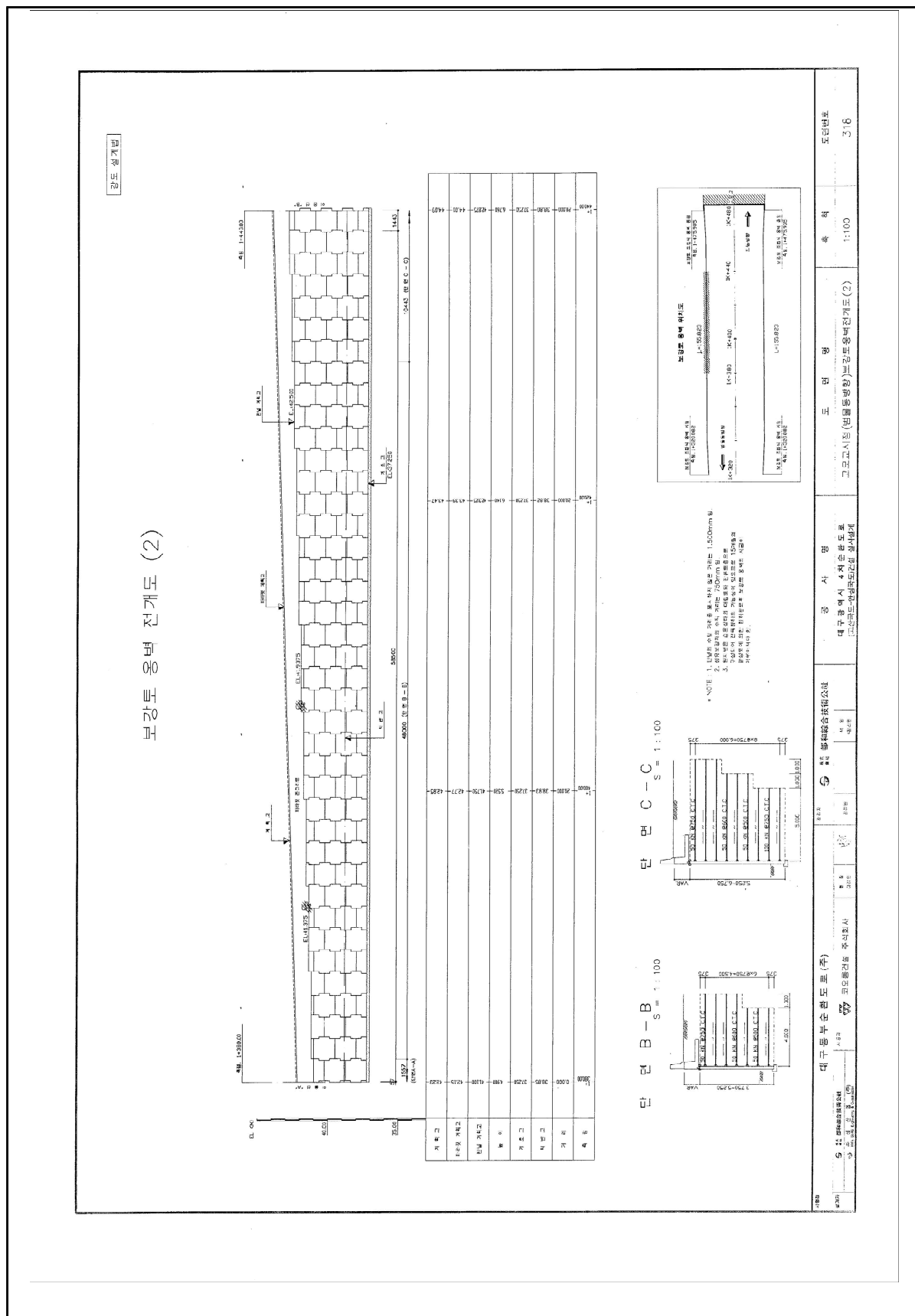
5.1.3 시설물 전개도 및 단면도



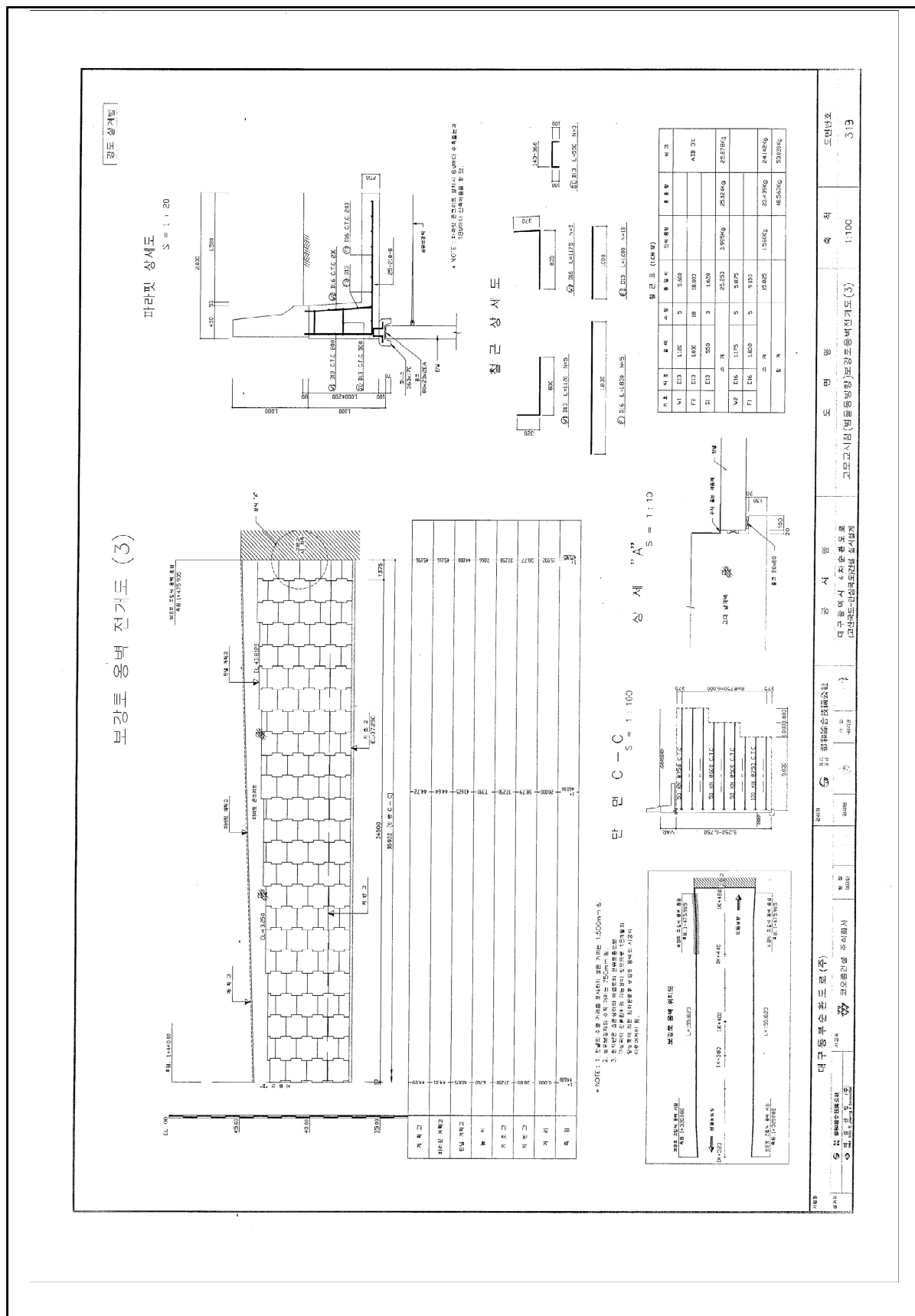
【그림 5.1.4】 종평면도



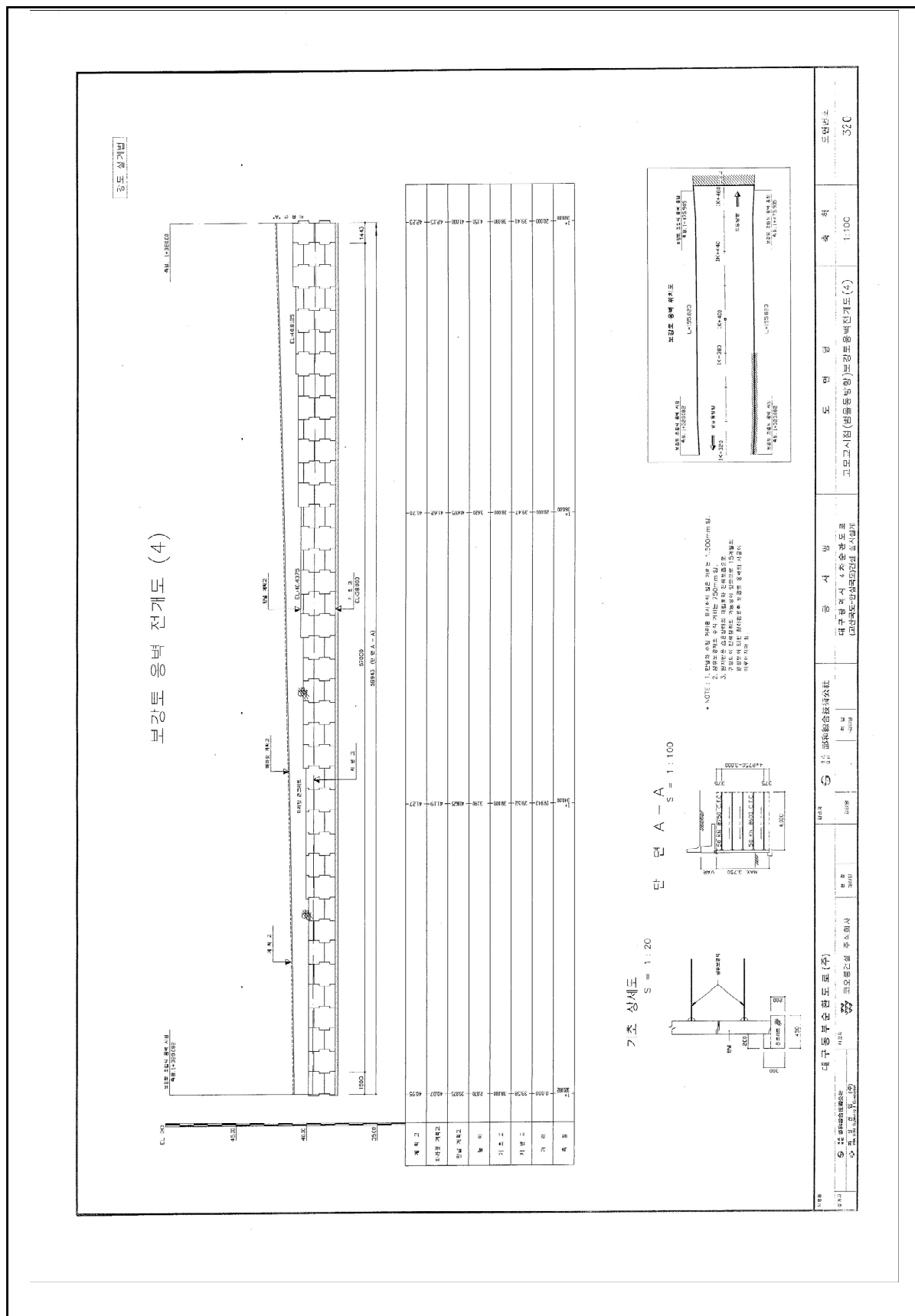
【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



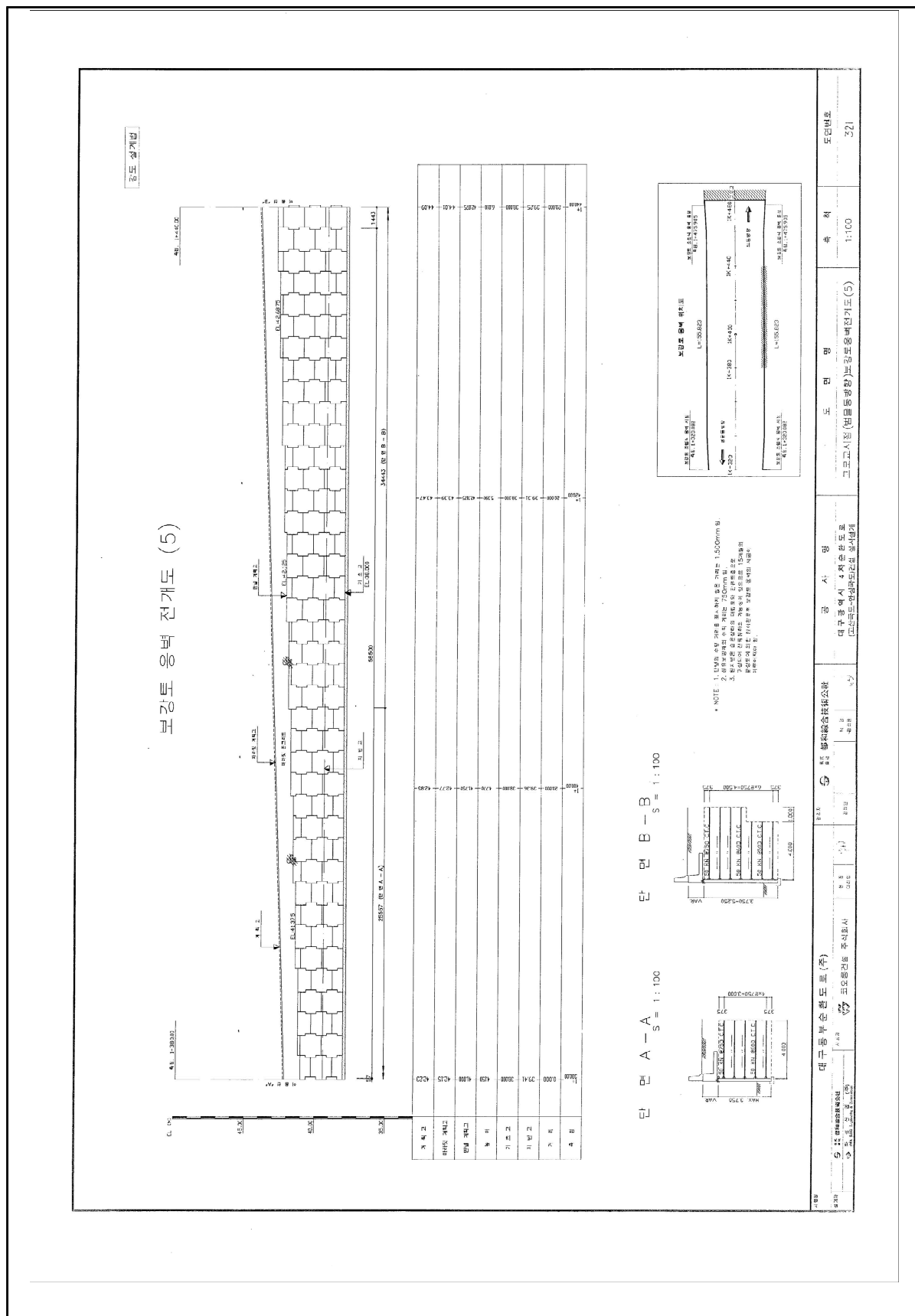
【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



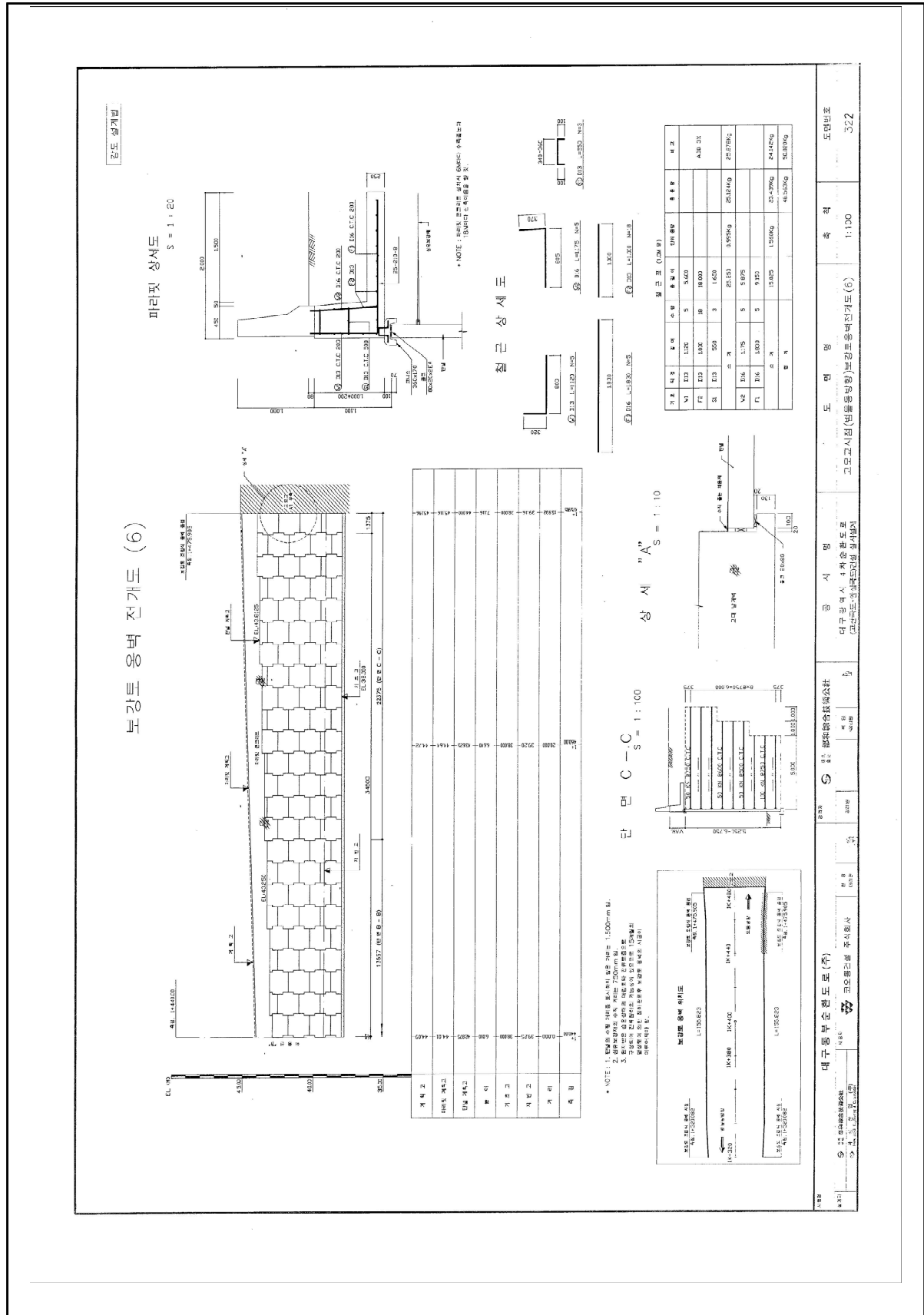
【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



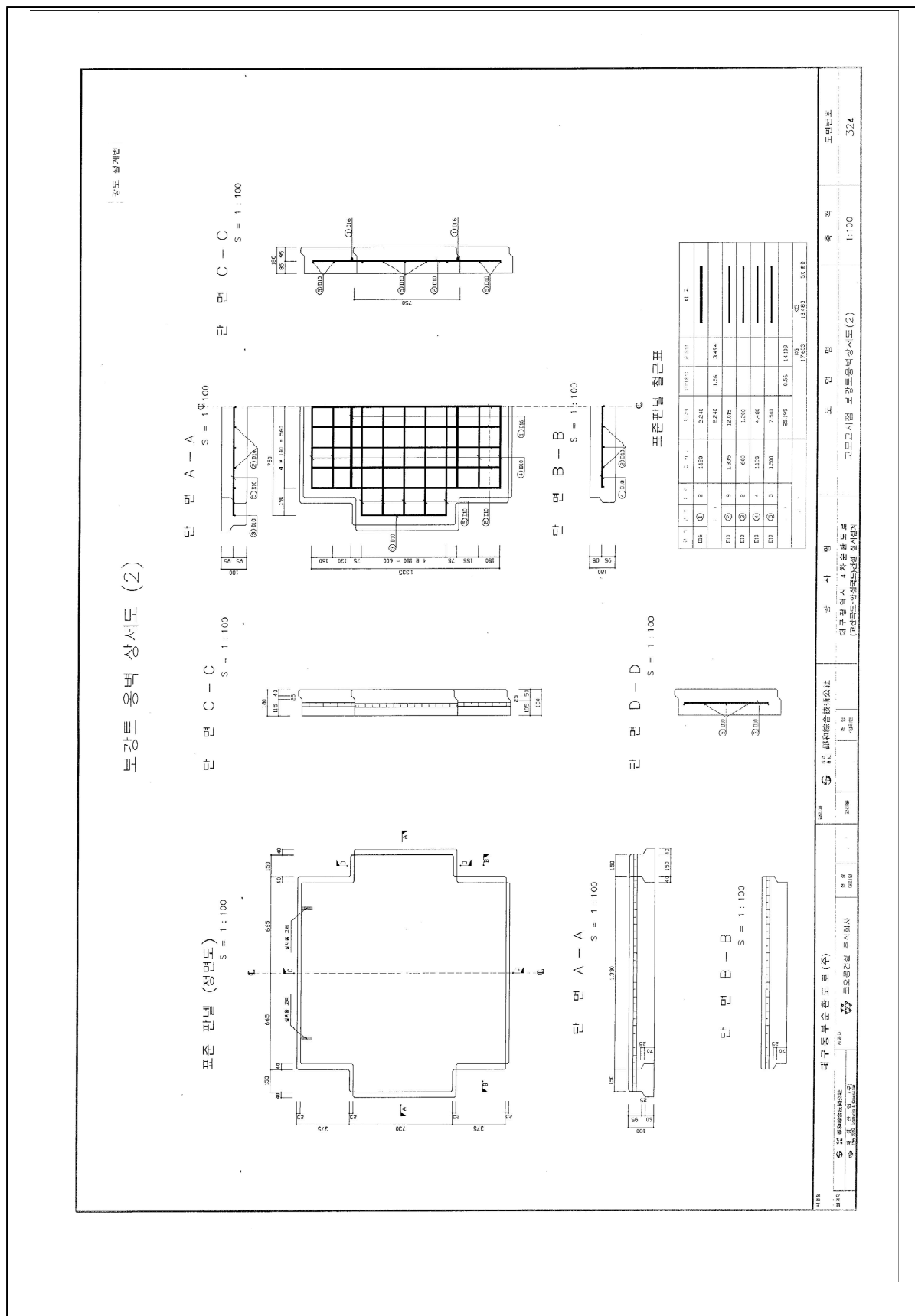
【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



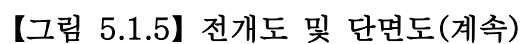
【그림 5.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【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 2002년 08월 24일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었고, 구조계산서는 부록5에 첨부하였다.

안전검토서

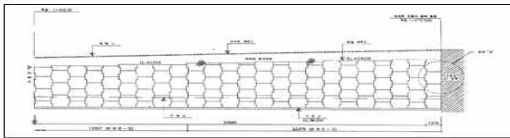
보강토옹벽 장안면관련된 기술용역

제6장 안정성검토

제 6 장 안정성검토

6.1 보강토옹벽 내·외적안정성 검토 개요

대구동부순환도로 가천교 범물방 방향 제1식 보강토옹벽(STA No.1+475)의 내·외적 안정성을 검토함.



6.2 검토조건

가. 보강재 조건

보강토 옹벽내 보강재는 폴리머 스트립으로서 보강재 강도별 장기인장강도는 아래와 같이 적용

	$T_1 = \frac{T_{ult}}{RF} = \frac{T_{ult}}{RF_{OK} \cdot RF_D \cdot RF_{LD}}$
	강도감소계수 및 장기인장강도는 아래 표 참조

구 분	폴리머 보강재			
	50kN	50kN	50kN	100kN
수명간격(m)	0.5	0.6	0.75	0.75
극한인장강도(T _{ult}) (kN/m)	100	98.8	66.7	133.3
크리프 감소계수(CR _C)	1.24	1.24	1.24	1.24
내구성 감소계수(CR _D)	1.1	1.1	1.1	1.1
사공상 감소계수(CR _{LD})	1.1	1.1	1.1	1.1
충 감소계수(CR _F)	1.5	1.5	1.5	1.5
장기인장강도(T ₁) (kN/m)	66.7	55.5	44.5	55.5
변형비(%)	0.36	0.3	0.24	0.24

보강토옹벽 장안면관련된 기술용역

제6장 안정성검토

6.3 보강토 옹벽 안정성 해석결과

가천교 구간의 제1식 보강토옹벽의 내·외적 안정성 해석결과 상시 및 지진시에서 안정한 것으로 확인되었다.

【표 6.3.1】 상시 안정성 해석결과

검토 구간	STA.	제안		외적안정성			내적안정성	
		구조 계단 높이 (m)	보강재 간격 (m)	활동	전도	사지력	파단	인발
옹벽	1+475	6.75	6~7	2.084	2.400	6.406	1.410	2.906

참조 : 부록5, 대구동부순환도로 교묘교(범물방 방향) 보강토옹벽 구조계산서

【표 6.3.2】 지진시 안정성 해석결과

검토 구간	STA.	제안		지진시 외적안정성			지진시 내적안정성	
		구조 계단 높이 (m)	보강재 간격 (m)	활동	전도	사지력	파단	인발
옹벽	1+475	6.75	6~7	1.402	1.533	8.120	1.245	1.920

참조 : 부록5, 대구동부순환도로 교묘교(범물방 방향) 보강토옹벽 구조계산서

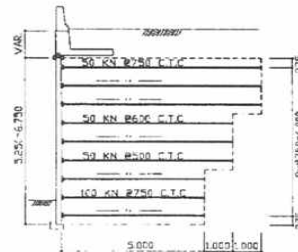
보강토옹벽 장안면관련된 기술용역

제6장 안정성검토

나. 검토 단면

보강토 옹벽(STA No.1+320.000~1+475.905, L=155.3)의 해석단면은 기초 근원깊이까지 고려된 STA No.1+475.905(H=6.75m)를 대상으로 함.

구 분	STA.	단수	연장 (m)	높이 (m)	전면부 형식	보강재
옹벽	1	1단	155.3	6.75	패널식	폴리머 스트립



다. 지반물성치 적용

유연 보강토옹벽 안정 해석에 반영된 보강토 및 채면토 및 기초지반의 설계 물성치는 아래와 같음

구 분	보강토	채면토	기초지반
단위중량(kN/m³)	19	19	19
점착력(kN/m²)	-	-	-
내부마찰각(°)	30	30	35

지반조사 보고서

보강토옹벽 장안면천연면 기술용역

제5장 지반조사

제 5 장 지반조사

5.1 지반조사 개요

5.1.1 개요

본 조사는 "옹벽 정밀안전진단 용역"에 대한 지반조사로서 시추조사와 현장시험 및 실내시험을 실시하여 과업지역의 지질층 분포상태 및 지반특성을 파악하여 구조물의 설계 및 시공에 필요한 정확한 지반공학 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

5.1.2 지반조사 위치

대구광역시 수성구 가천동 920번지 일원



【그림 5.1.1】 과업지역 위치도

보강토옹벽 장안면천연면 기술용역

제5장 지반조사

5.1.3 조사내용

본 과업지역의 조사구분별 세부사항은 다음과 같다.

【표 5.1.1】 지반조사 내용

조 사 물 목		수량	조 사 및 시험목적
현장조사	시추조사	3 공	지층분포상태 및 특성파악
현장시험	표준관입시험	10 회	지층의 연경도 및 상대밀도 파악
	저하수확득량	3 회	지하수위 파악

5.1.4 조사기간

본 과업을 수행하는 조사기간은 현장이전을 고려하고 현장관리자와 협의하여 조사기간을 계획 하였으며, 세부조사 기간은 다음과 같다.

【표 5.1.2】 지반조사 기간

구 분	조사기간	비 고
현장조사 및 시험	2021년 02월 17일	
성적분석 및 보고서 작성	2021년 02월 24일 ~ 2021년 06월 30일	

5.1.5 조사장비

【표 5.1.3】 조사 및 시험장비 목록

	구 분	장비명 및 규격	수 량
	시추조사	시추기 Power 4500CD 가나 무대장비 도트, 케이싱 등	1대 1조
현장시험	표준관입시험	Colt Geon Sampler (Q F 2307)	1조
	저하수확득량	자동수확득 장치	1대

보강토옹벽 장안면천연면 기술용역

제5장 지반조사

5.4.2 시추조사 결과

가. 시추조사 위치

공 번	조사위치	비고
BH-1	대구광역시 수성구 가천동 920번지 일원	
BH-2		
BH-3		

나. 시추공별 지층 현황

【표 5.4.1】 시추공별 지층 현황

공 번	매립층	퇴적층	꽃화반	연탄층	조 계
BH-1	3.1	3.5	0.9	2.0	9.5
BH-2	5.5	-	-	-	5.5
BH-3	9.9	3.0	1.1	2.0	16.0

(단위 : m)

【표 5.4.2】 지층분포 및 구성상태

공 번	구성상태	선도 (GL(-)-m)	층두 (m)	구성상태	NG(40cm) (TCR/ROD %)
BH-1	매립층	0.0~3.1	3.1	선토질 모래 관사갈 혼재 황갈색, 습윤 조밀	89/30~41/30
	퇴적층	3.1~6.6	3.5	선토질 점토 반관색, 습윤 보통~단단	5/30~6/30
	꽃화반	6.6~7.6	0.9	선토질 모래로 분해 단갈색, 밀집조 매우 조밀	50/4
	연탄층	7.6~9.5	2.0	회색 단회색 반면상-단주상 코어로 채워 아간 꽃화, 보통 강함	-

보강토옹벽 장안면천연면 기술용역

제5장 지반조사

【표 5.4.2】 지층분포 및 구성상태 - 계속

공 번	구성상태	선도 (GL(-)-m)	층두 (m)	구성상태	NG(40cm) (TCR/ROD %)
BH-2	매립층	0.0~0.5	0.5	아스콘	-
	매립층	0.5~5.5	5.0	선토질 모래 관사갈 혼재 황갈색, 습윤 보통~조밀	27/30~39/30
BH-3	매립층	0.0~0.9	0.9	아스콘	-
	매립층	0.9~9.9	9.0	선토질 점토 관사갈 혼재 황갈색, 반회색, 습윤 보통~조밀	19/30~41/30
	퇴적층	9.9~12.9	3.0	선토질 점토 반관색, 습윤 단단	6/30~12/30
	꽃화반	12.9~14.0	1.1	선토질 모래로 분해 단갈색, 밀집조 매우 조밀	50/3
	연탄층	14.0~16.0	2.0	회색 단회색 반면상-단주상 코어로 채워 아간 꽃화, 보통 강함	-

지반조사 보고서

보경도출력 장안면천연단 기술용역

제5장 지반조사

라. 공내지하수위 측정결과

— 지속적인 시추공 지하수위를 측정하여 안정된 지하수위 분포현황을 파악하기 위해 각 시추공별 지하수위는 작업종료 후(24시간 이후) 안정된 지하수위를 측정하였다.

【표 5.4.3】공내지하수위 측정결과

공번	지하수위 (m, (-)m)	측면 지층
BH-1	1.3	매립층
BH-2	선도이하	—
BH-3	7.9	매립층

5.4.3 표준관입시험 결과

가. 개요

지반의 연경도 및 상대밀도와 구성성분을 파악하기 위하여 한국산업규격(KS F 3307) 규정에 의거하여 1.5m 마다 실시하여 총 10회를 실시하였다.

【표 5.4.4】시추공별 표준관입시험 결과

선도 (m)	표준관입시험 결과 N값 (N/cm)		
	BH-1	BH-2	BH-3
1.0	83/30	29/30	23/30
2.5	41/30	27/30	19/30
4.0	6/30	33/30	21/30
5.5	6/30	39/30	23/30
7.0	50/4	—	32/30
8.5	—	—	41/30
10.0	—	—	12/30
11.5	—	—	6/30
13.0	—	—	50/3

보경도출력 장안면천연단 기술용역

제5장 지반조사

SOIL TEST DATA														
TEST NO.	DEPTH (m)	TEST TYPE	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT
BH-1-1	1.0	ST	83	30	23	19	21	23	23	23	23	23	23	23
BH-1-2	2.5	ST	41	30	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
BH-1-3	4.0	ST	6	30	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
BH-1-4	5.5	ST	6	30	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-1-5	7.0	ST	50	4	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
BH-1-6	8.5	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-1-7	10.0	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-1-8	11.5	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-1-9	13.0	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-1	1.0	ST	29	30	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-2-2	2.5	ST	27	30	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
BH-2-3	4.0	ST	33	30	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
BH-2-4	5.5	ST	39	30	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-2-5	7.0	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-6	8.5	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-7	10.0	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-8	11.5	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-9	13.0	ST	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-3-1	1.0	ST	23	30	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-3-2	2.5	ST	19	30	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
BH-3-3	4.0	ST	21	30	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
BH-3-4	5.5	ST	23	30	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-3-5	7.0	ST	32	30	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
BH-3-6	8.5	ST	41	30	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
BH-3-7	10.0	ST	12	30	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
BH-3-8	11.5	ST	6	30	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BH-3-9	13.0	ST	50	3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

BH-12-1 실내도입시험 DATE(지반조사보고서)

【그림 5.4.3】실내도입시험 DATE

【표 5.4.6】지반조사 비교 결과

구분	관수비 (%C, %)	연도 (G)	액상 한계 (L)	소성 한계 (PL)	소성 계수 (PI)	동과중량계분율				
						#4	#10	#40	#100	크기
지반조사 보고서	86.8	2.68	33.5	21.2	12.3	100	100	93.7	91.0	82.9
전단 (공회)	BH-1	27.17	2.608	42.2	18.4	22.4	100	99.7	99.1	40.6
	BH-3	21.03	2.612	35.7	20.7	15.0	73.0	63.3	54.5	21.5

지반조사 결과, 자갈 섞인 모래질 저소성 점토(CL)로 분석되었으며, 실험자료(지반조사보고서)와 비교시 연도, 액상한계, 소성한계 등 전반적으로 유사한 상태로 확인되었다. 따라서, 옹벽에 대한 안전성평가 시 실험자료 상의 지반점수(지반조사보고서, 구조 및 수리개안)를 적용하여 평가를 실시 하여야 한다.

5.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 중 외 시설물로서 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

【표 5.2.1】점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	—	—	—	—

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	○준공이후 보수는 실시되지 않은 것으로 확인됨.	
중 점 관리사항	○외관조사결과 금회 점검이 최초의 점검이므로 신규손상 발생 여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.	

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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

5.3 현장조사 및 시험

5.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 가천교 범물방향 시점부에 시공된 종 외 옹벽 시설물로서 옹벽의 상단부는 가천교 시점부 접속도로가 있으며, 하부로는 지방도가 접하고 있는 상태이다. 선형은 콘크리트 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.0~6.0m를 보이며, 총 연장은 155.0m의 규모를 가지는 콘크리트 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물 관리대상상(L=155.0m, L=6.0m)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 5.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 03. 07.		조 사 자	이 상 훈
시설물명	가천교 범물방향 시점부 옹벽		시설물 종류	종 외
일 기	맑음		시설물번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 가천동		
	위치좌표	-		
		-		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	155.0m	지면노출 높 이	6.0m
	보 강 채 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	가천교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	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	6.0	5	80.0~100.0m	100.0	3.1
2	20.0~40.0m	40.0	5.2	6	100.0~120.0m	120.0	2.5
3	40.0~60.0m	60.0	4.5	7	120.0~140.0m	140.0	2.2
4	60.0~80.0m	80.0	3.9	8	140.0~155.0m	155.0	1.0

	
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 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 5.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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.

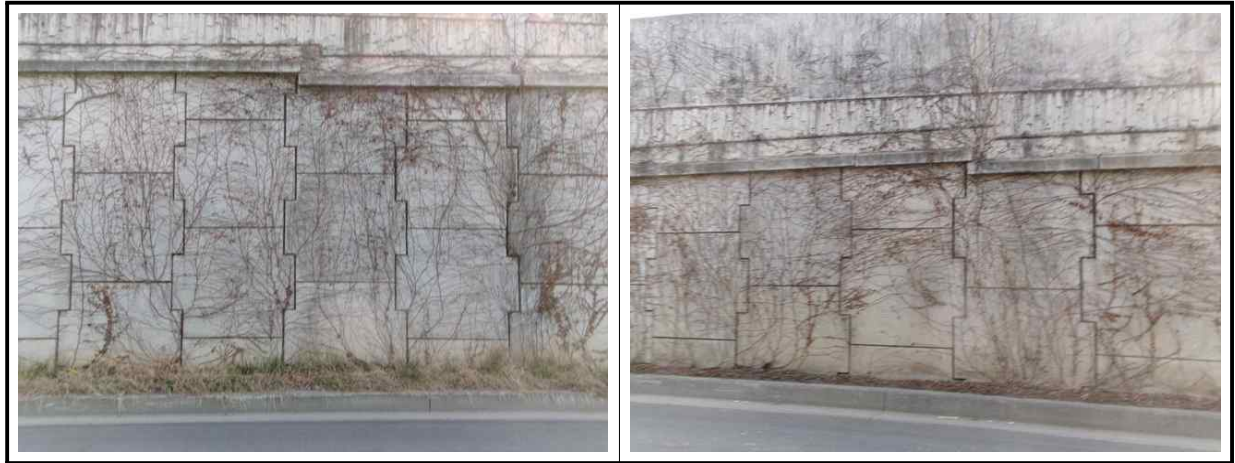
4) 검토의견

- 기초부 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 전면부 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 본 콘크리트 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 접합부 및 신축이음부로 연속화 되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 5.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

- 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상이 발생하지 않은 양호한 상태이나 콘크리트 파손, 박리의 손상이 확인되었다.

【표 5.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S2	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S3	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S4	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S5	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S6	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S7	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S8	콘크리트 박리	—	0.3	0.1	m ²	1	0.03	—
	콘크리트 파손	—	0.3	0.1	m ²	1	0.03	—

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -
			
현 황	• 콘크리트 파손	현 황	• 콘크리트 박리
원 인	• 외부충격	원 인	• 외부충격
대 책	• 단면보수	대 책	• 단면보수

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 보강토옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 외부충격에 의한 콘크리트 파손, 박리 등의 손상이 확인되었으며, 내구성 확보차원의 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 손상발생 및 재발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 상부 포장상태)

1) 현황

패널식 보강토옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 설계도서상 본 보강토 옹벽에 별도의 배수시설은 설치되지 않은 것으로 확인되었으나 포장부의 구배의 영향을 받아 배수기능에 이상은 없는 상태이다.



【그림 5.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

- 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 침하 및 구조적인 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 5.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 보강토옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 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	콘크리트 파손, 박리	단면보수
주변영향인자	상태양호	—
기초부의 세굴	상태양호	—
결과요약	가천교 범물방향 시점부 옹벽의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 전면부에서 외부충격에 의한 콘크리트 파손, 박리의 손상이 확인되었다. 본 시설물은 사용성에는 문제가 없는 것으로 확인되었으나 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 및 재발생 확인 등의 유지관리가 필요하다고 사료된다.	

【표 5.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	콘크리트 파손, 박리	m ²	0.06	2	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부 포장부	상태양호	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

5.3.4 측량

가. 개요

금회(2023년) 정밀안전점검 대상시설물(가천교 범물방향 시점부 옹벽)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전 점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설 치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 5.3.4】 측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 선형 및 수준측량결과 값 에 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.

【표 5.3.8】 경사도 결과

구 분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	15m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
2	35m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-

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

【표 5.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
3	55m	88.4	2.8	88.8	2.0	-0.4	-0.8	a	배면
4	75m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
5	95m	88.7	2.2	88.8	2.0	-0.1	-0.2	a	배면
6	115m	88.3	3.0	88.8	2.0	-0.5	-1.0	a	배면
7	135m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-
8	145m	88.8	2.0	88.8	2.0	0.0	0.0	a	-

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

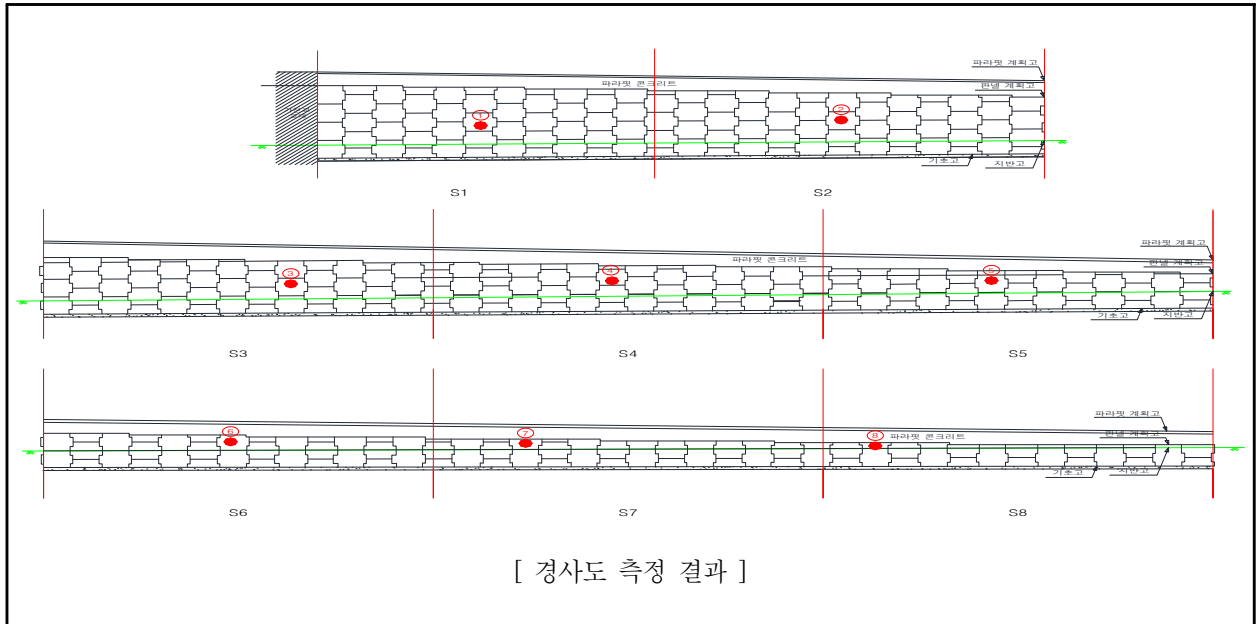
계획선형오차 경사도 측정 결과 기울기 오차는 0.0~1.0%로 근소한 차이는 있으나 측정위치에 대한 차이로 침하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토된다.

【표 5.3.9】 선형 및 수준측량 결과

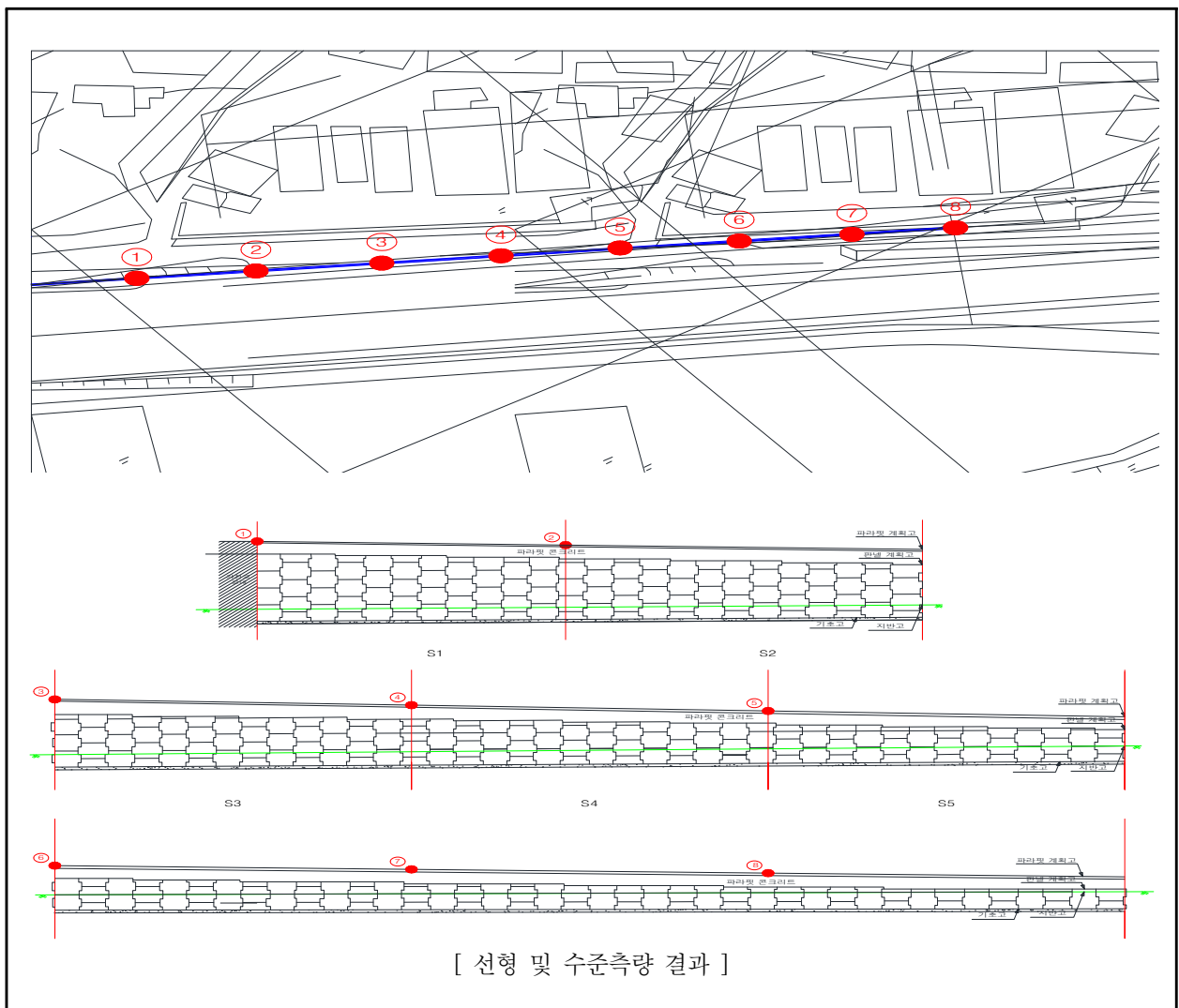
측정위치		X	Y	노출 높이 (m)	측정위치		X	Y	노출 높이 (m)
1단	(1)	33.197	-35.978	6.0	1단	(5)	-14.094	27.850	3.1
	(2)	22.988	-21.278	5.2		(6)	-25.817	43.054	2.5
	(3)	10.357	-4.523	4.5		(7)	-38.160	59.302	2.2
	(4)	-2.007	11.769	3.9		(8)	-43.196	65.98	1.0

※ 주) 노출높이의 경우 파라핏 콘크리트 상단을 측량함.

보강토옹벽에 선형 및 수준측량 결과, 침하, 전도, 활동에 의한 위험성은 없는 것으로 검토되었다.



【그림 5.3.5】 경사도 측정 결과



【그림 5.3.6】 선형 및 수준측량 결과

5.3.5 콘크리트 내구성 조사

가. 내구성 조사의 개요

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 패널식 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부에 반발경도 및 탄산화 시험을 실시하였고 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설안전공단)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 실시하였다.



【그림 5.3.7】 콘크리트 내구성 조사 현황

【표 5.3.10】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	재료시험 기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
반발경도 시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 50m)개소	4	4	
탄산화 깊이 측정	◦ 총 연장 • 100m미만 2개소 • 100m이상 최소2개소 + 100m당 1개소 추가	3	3	

1) 반발경도 시험

콘크리트 비파괴강도시험은 전면부에서 반발경도시험(총 4개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 시험결과

【표 5.3.11】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전 면 부	S1	53.0	31.1	30.1	0.63	103.6	100.2	30.0
	S2	53.3	31.3	30.2	0.63	104.2	100.6	
	S4	53.2	31.2	30.1	0.63	104.0	100.4	
	S6	53.0	31.0	30.0	0.63	103.4	100.1	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 30.0~31.3MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (30.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인하여 선정하였다.

① 시험결과

【표 5.3.12】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
전면부	S1	7.0	84.0	77.0	a	1.53	100년이상	
	S4	7.0	93.0	86.0	a	1.53	100년이상	
	S6	8.0	84.0	76.0	a	1.75	100년이상	

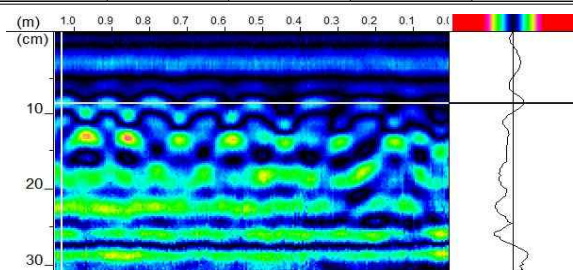
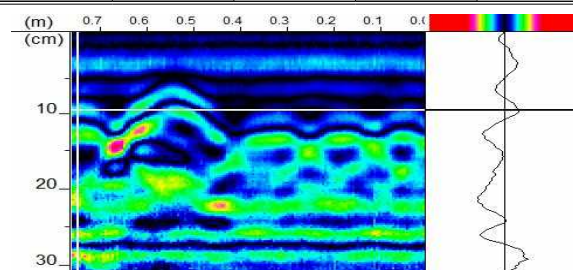
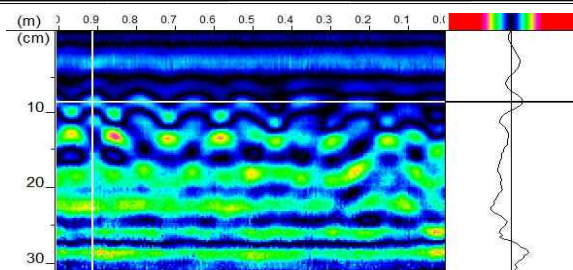
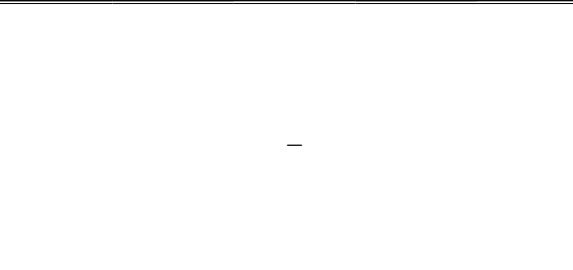
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 7.0~8.0mm로, 잔여깊이가 76.0~86.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

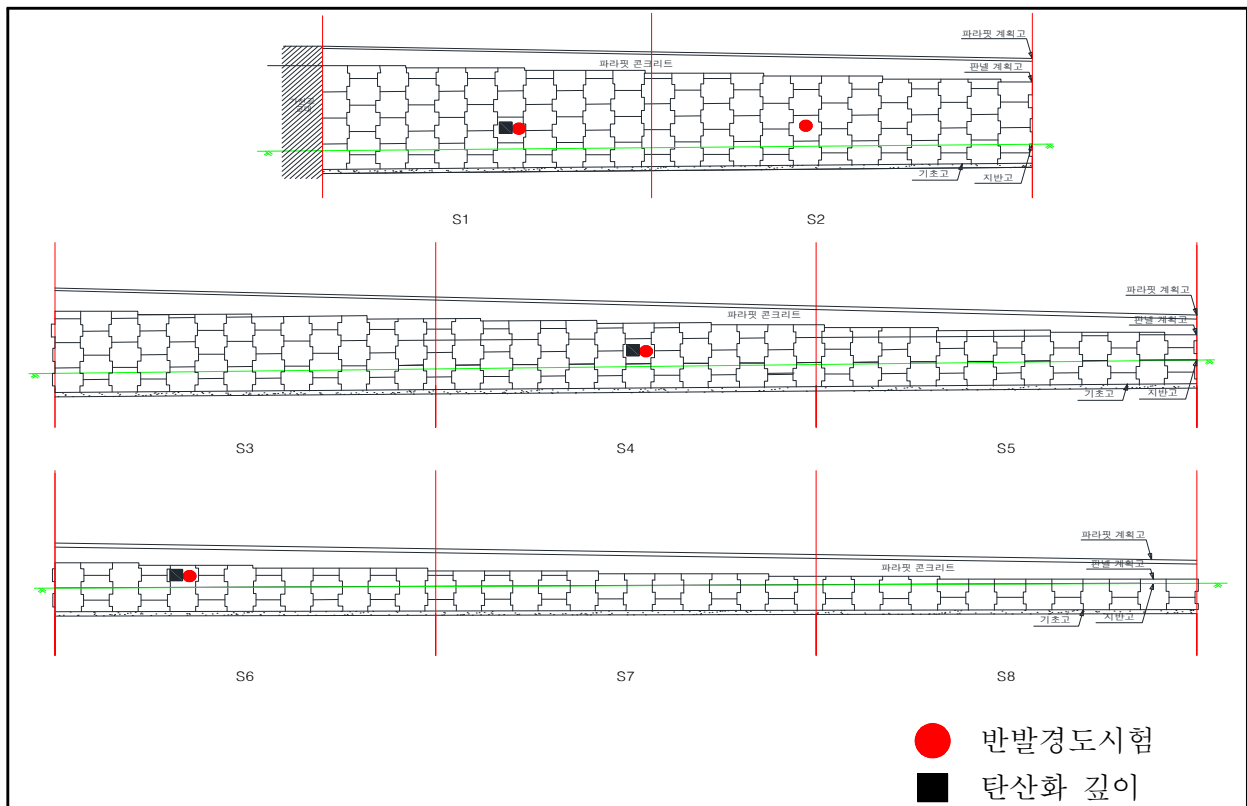
② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

③ 피복두께 측정

【표 5.3.13】 피복두께 측정 결과

No.1	위치	S1	실측 피복두께	84.0mm	No.2	위치	S4	실측 피복두께	93.0mm
									
No.3	위치	S6	실측 피복두께	84.0mm	No.	위치	—	실측 피복두께	—
									



【그림 5.3.8】 콘크리트 내구성조사 위치도

나. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 5.3.14】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	전면부	30.0~31.3	30.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	전면부	76.0~86.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	- 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 - 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

5.4 상태평가

5.4.1 구간분할

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

5.4.2 상태평가 결과 산정

【표 5.4.1】 상태평가 결과 산정

NO	침하	계획 선형 오차	활동	세굴	파손 및 손상	이격	유실	진행 성 변형	주변영향인자			평가 단위 결합 지수	평가 단위 평가 등급	
									배수 시설	사면조사				
										사면 구배	낙석 흔적			침출 수
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S8	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0.06	A
평 균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	－
										상태평가 결과			A	

5.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결합지수는 0.03로서 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 같음하였으며, 그 다음과 같다.

【표 5.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	가천교 범물방향 시점부 옹벽		표 번 호	[표 5.5.1]
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.03	A	근거표번호	[표 5.4.1]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.03	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 위협이 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	콘크리트 파손, 박리	단면보수	0.06	0.09	m²	230	21	3순위
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부절토부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
기초부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		21		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		11		
	합계	—		—		32		
개략공사비 총계(천원)		32						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 표면처리는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)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
전 면 부	• 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요 • 콘크리트 파손, 박리에 대한 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시	
배 수 시 설	• 별도의 배수시설은 시동되지 않은 것으로 확인되었다.	
포 장 부	• 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기 초 부	• 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

5.7 종합결론

5.7.1 정밀안전점검 결과 요약

1) 기초부 현장조사 결과

- 가천교 범물방향 시점부 옹벽의 기초부 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.

2) 전면부 현장조사 결과

- 보강토옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 외부충격에 의한 콘크리트 파손, 박리 등의 손상이 확인되었으며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 손상발생 및 재발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3) 주변영향인자 현장조사 결과

- 보강토옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 측량 결과

- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

5) 내구성조사 결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 30.0~31.3MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (30.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 7.0~8.0mm로, 잔여깊이가 76.0~86.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

6) 평가 결과

- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.03, 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, 기초부, 상부 배수시설에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 전면부에서 외부충격에 의한 콘크리트 파손, 박리의 손상이 확인되었다. 본 시설물은 사용성에는 문제가 없는 것으로 확인되었으나 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 및 재발생 확인 등의 유지관리가 필요하다고 사료된다.
- 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로서 현재 발생한 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

5.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 콘크리트 옹벽에 대한 특별한 관리가 요구되는 사항은 확인되지 않았다.

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. 가천교 안심방향 시점부 옹벽

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. 가천교 안심방향 시점부 옹벽

6.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 가천교 범물방향 시점부에 시공된 종 외 옹벽 시설물로서 연장 156.0m, 지면노출높이 6.0m의 패널식 보강토옹벽이다.

6.1.1 일반사항

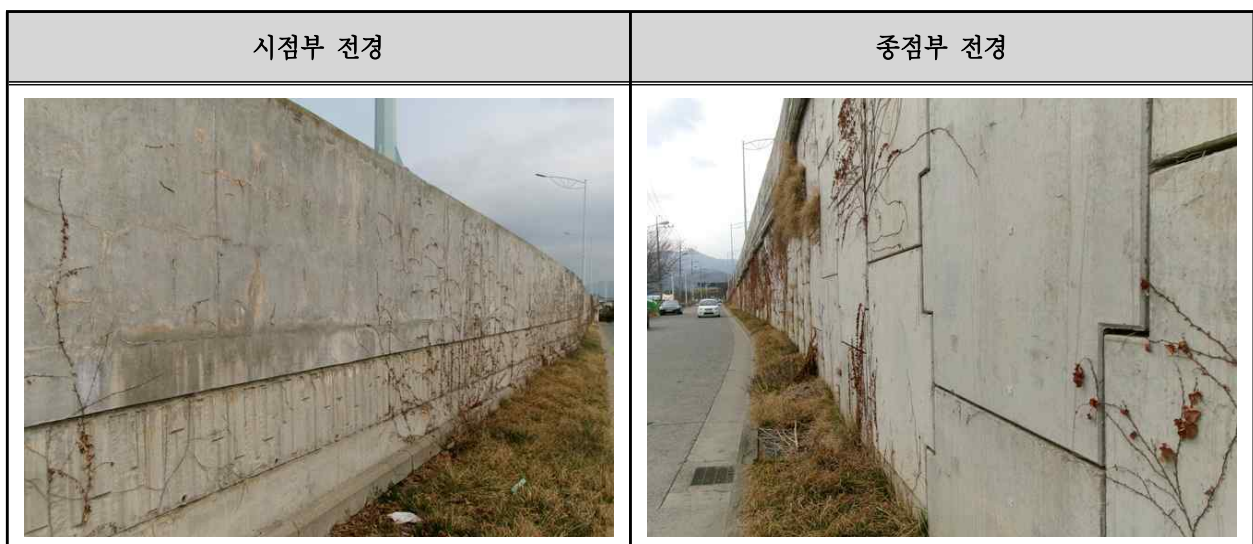
【표 6.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	가천교 안심방향 시점부 옹벽		종별구분	종 외
시설물번호	-		관리번호	-
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 가천동		
	공구이정	STA.1+320 ~ STA.1+475		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	156.0m	지면노출 높 이	6.0m
	보 강 재 길 이	5~7	저 판 폭 길 이	-
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	가천교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	-	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

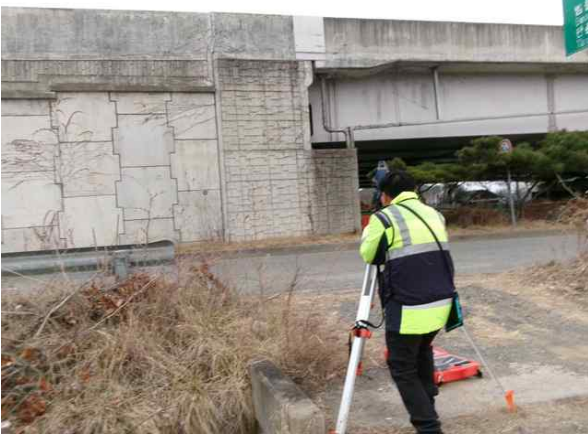
6.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 6.1.1】 위치도

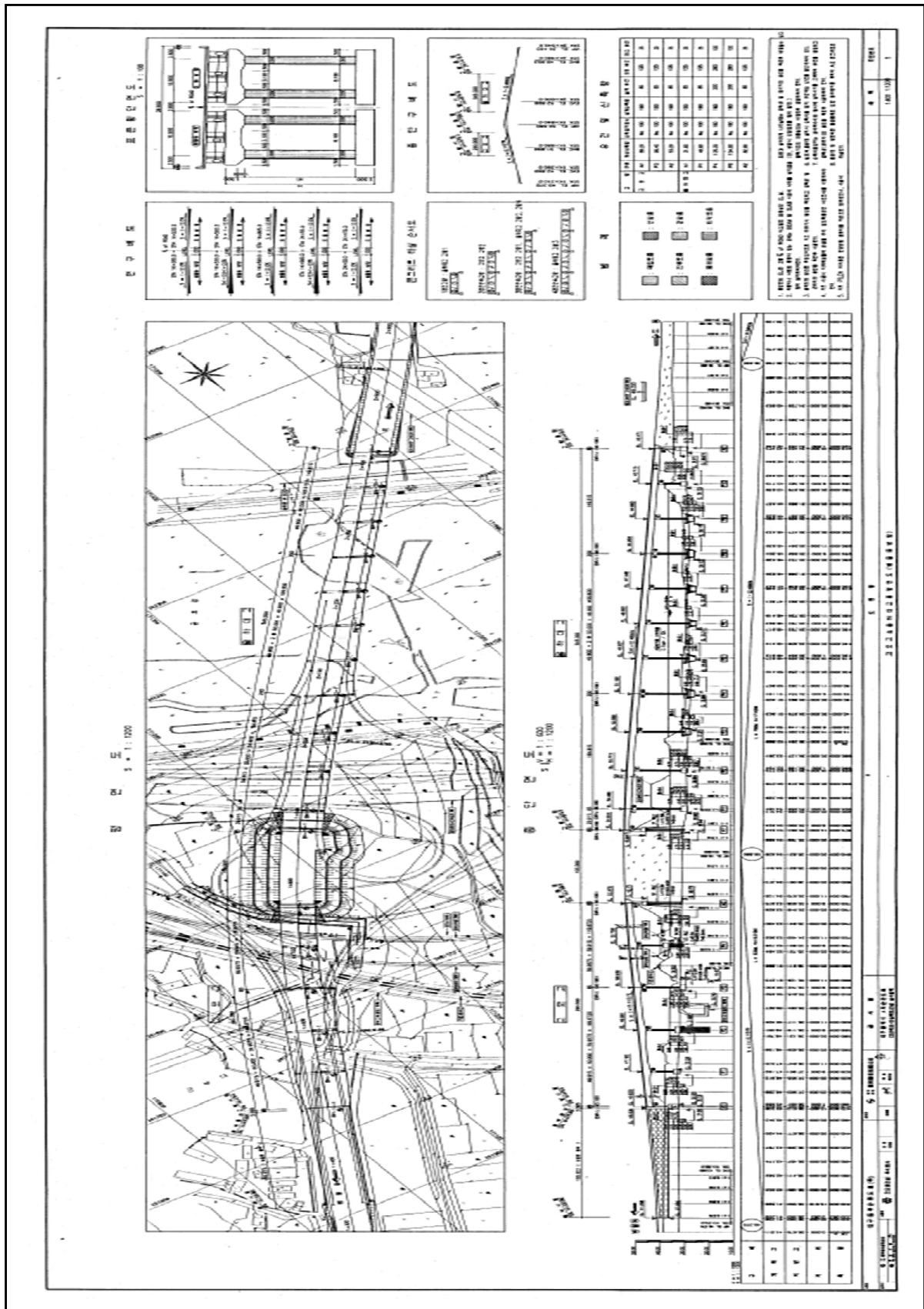


【그림 6.1.2】 전경사진

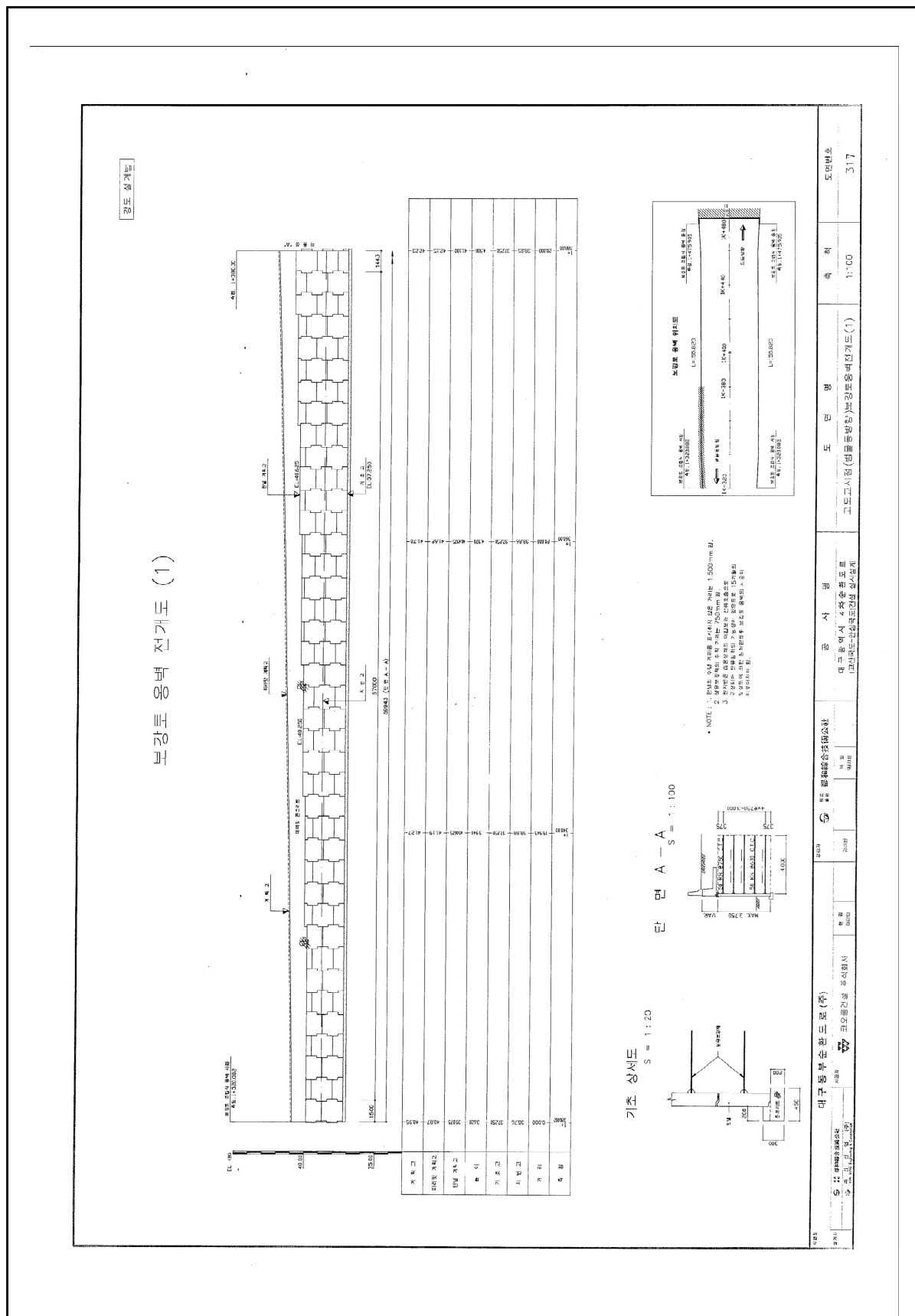
	
시점부 전경	중점부 전경
	
하부 전경	상부 램프도로 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 6.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

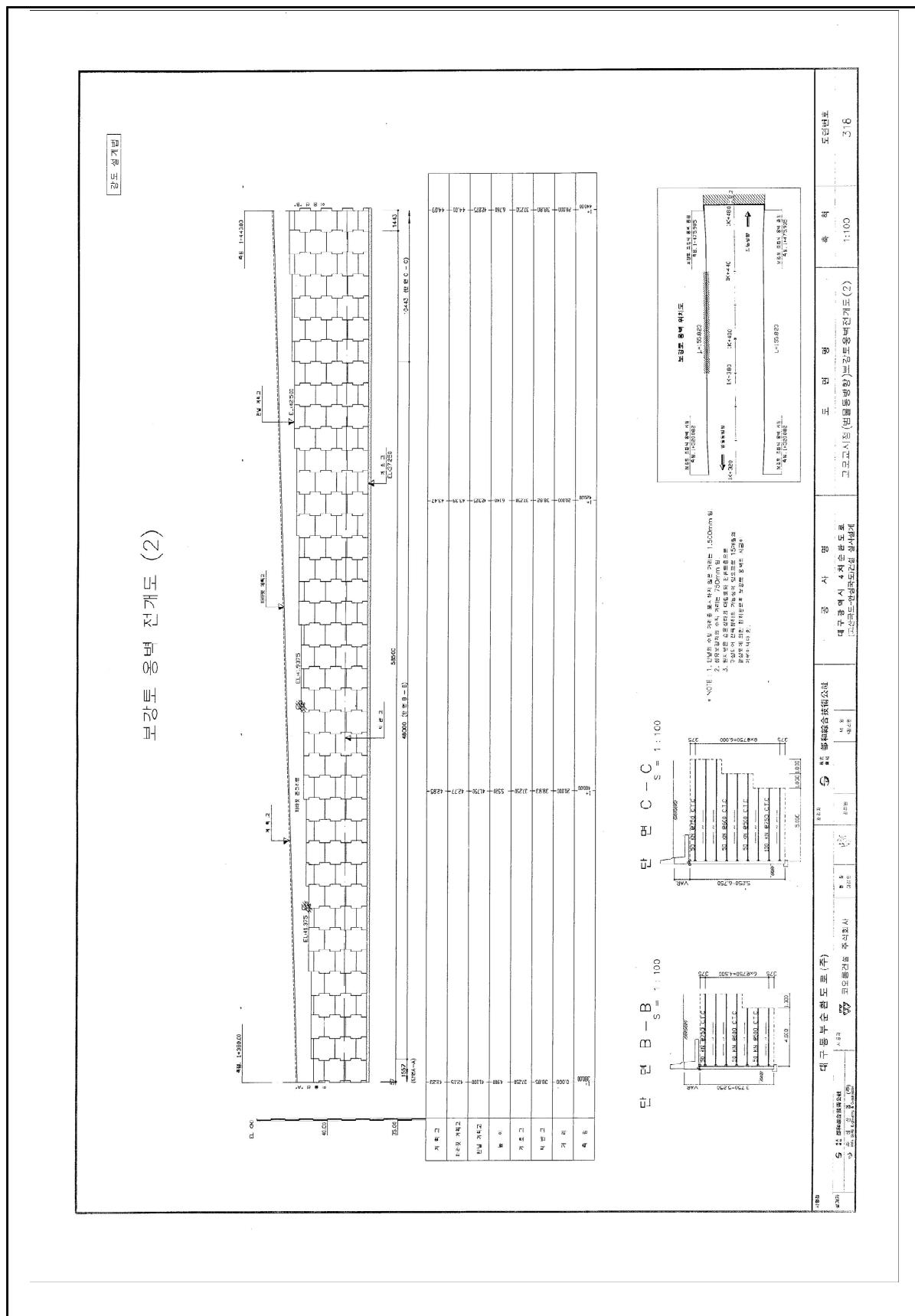
6.1.3 시설물 전개도 및 단면도



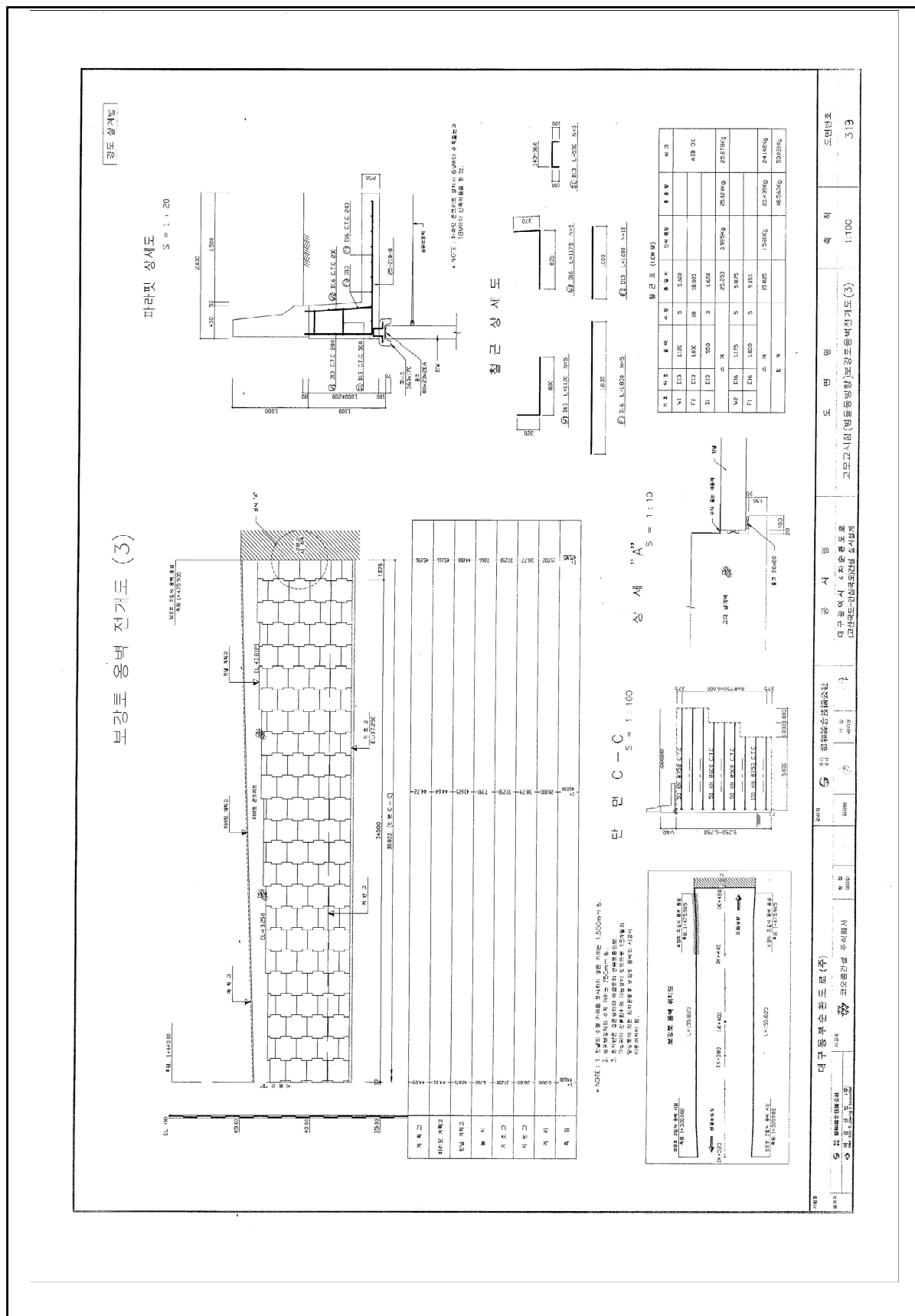
【그림 6.1.4】 종평면도



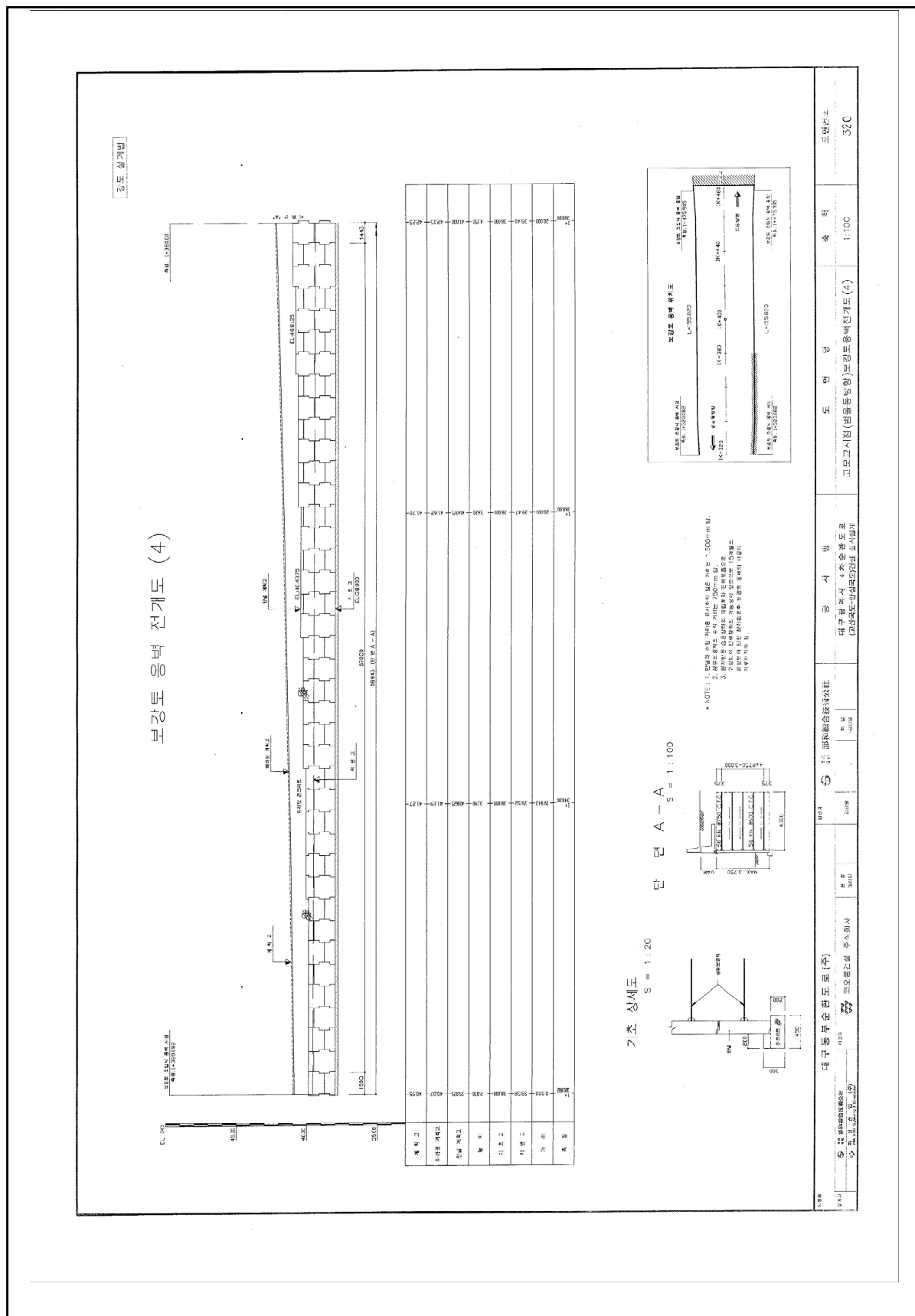
【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



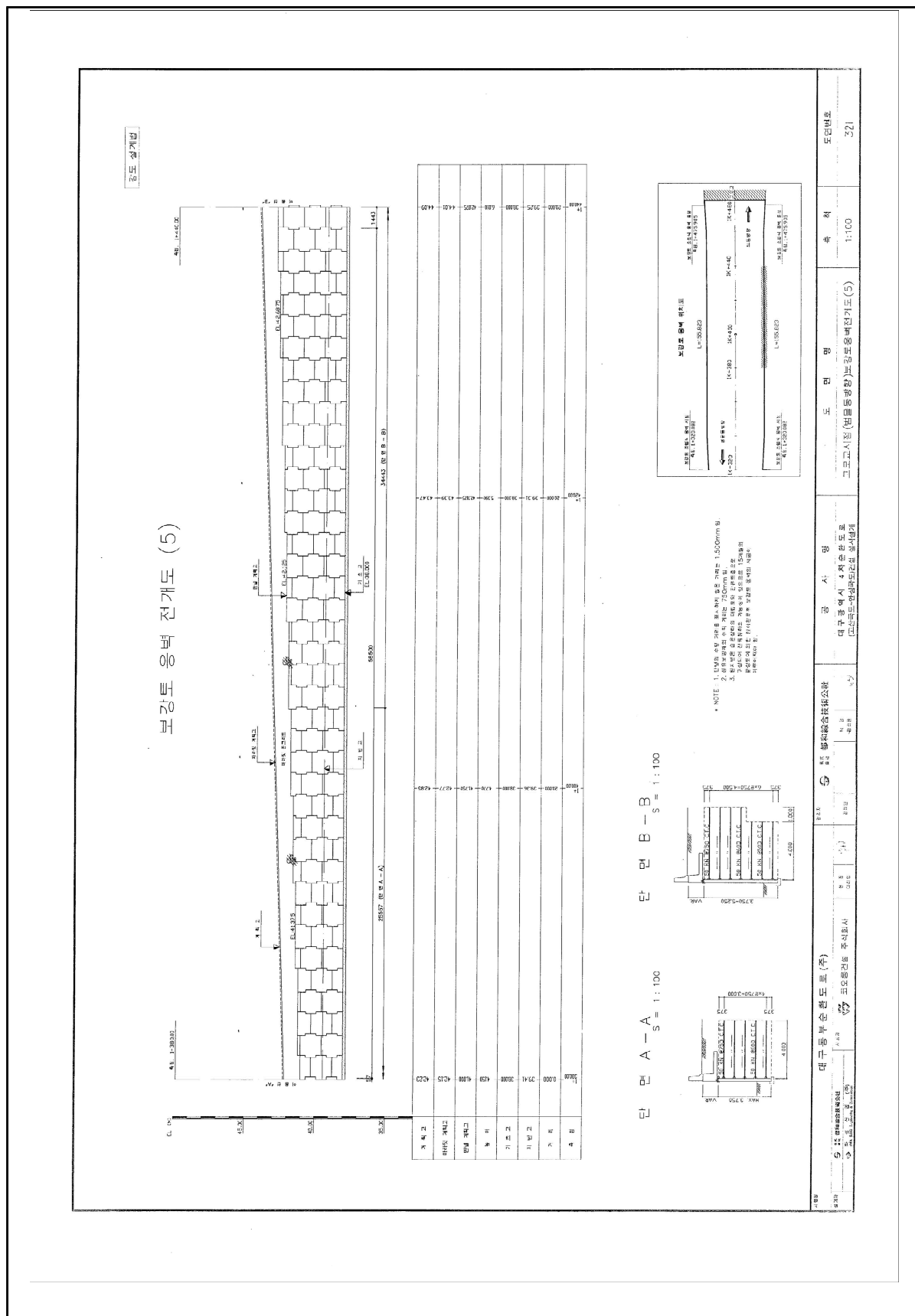
【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



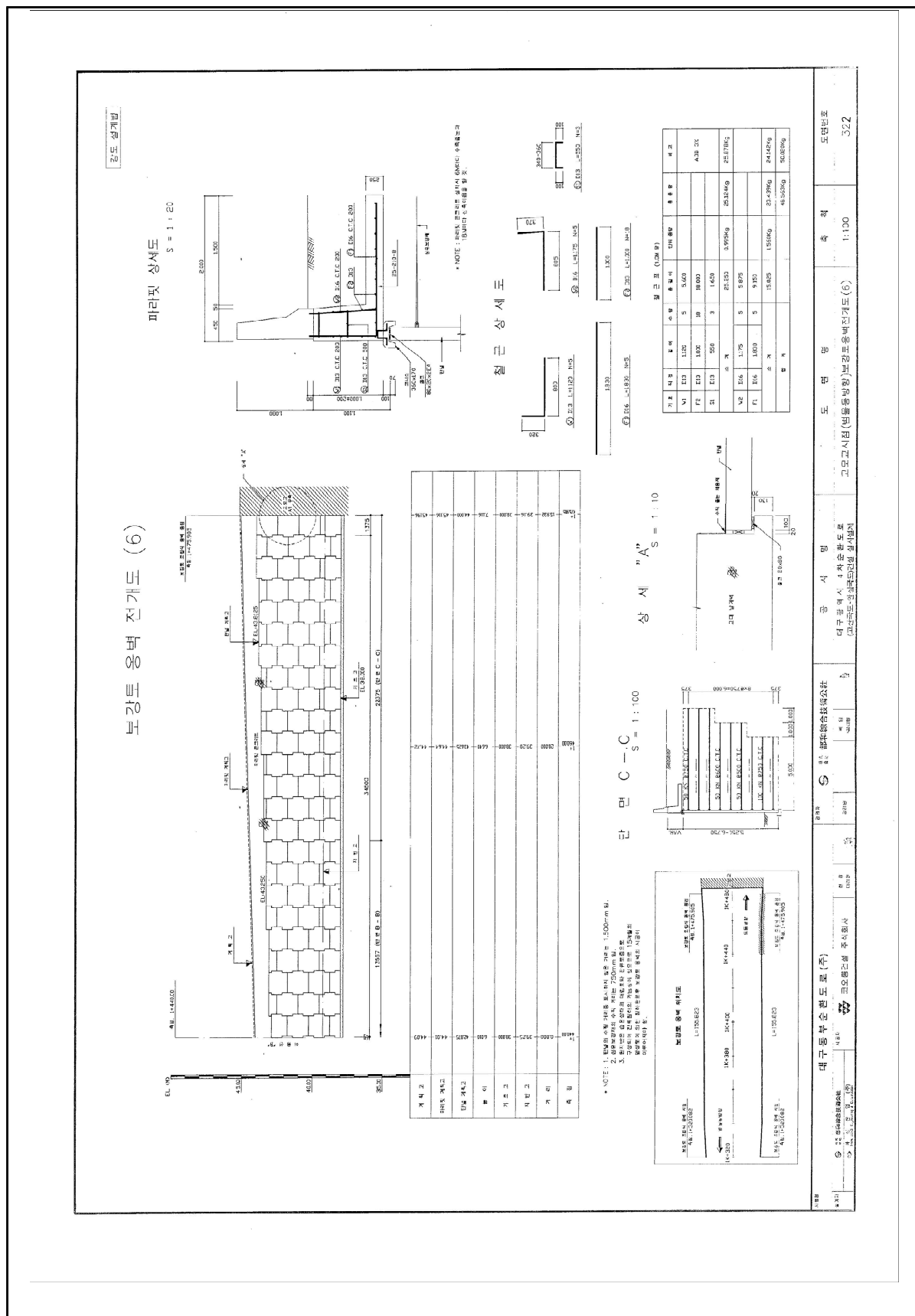
【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



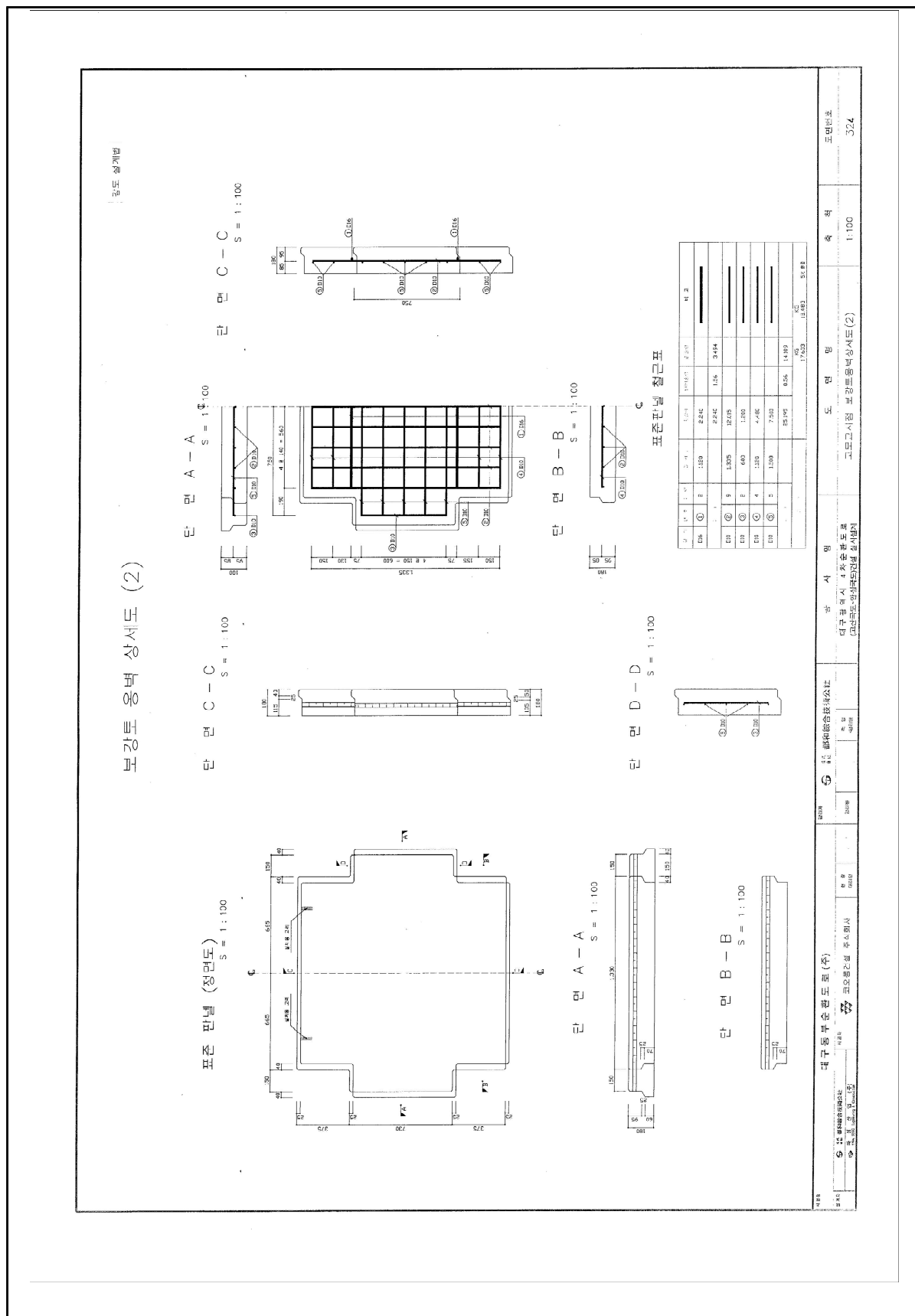
【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



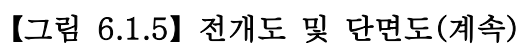
【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【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 2002년 08월 24일에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었고, 구조계산서는 부록5에 첨부하였다.

안전검토서

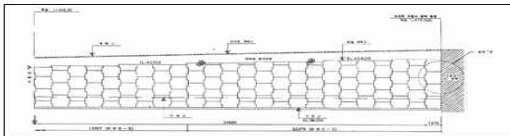
보강토옹벽 장안면관련된 기술용역

제6장 안정성검토

제 6 장 안정성검토

6.1 보강토옹벽 내·외적안정성 검토 개요

대구동부순환도로 가천교 밑물통 방랑 제설식 보강토옹벽(STA No.1+475)의 내·외적 안정성을 검토함.



6.2 검토조건

가. 보강제 조건

보강토 옹벽내 보강제는 폴리머 스트립으로서 보강제 강도별 장기인장강도는 아래와 같이 적용

	$T_1 = \frac{T_{ult}}{RF} = \frac{T_{ult}}{RF_{OK} \cdot RF_D \cdot RF_{LD}}$ 강도감소계수 및 장기인장강도는 아래 표 참조
--	---

구 분	폴리머 보강제			
	50kN	50kN	50kN	100kN
수평간격(m)	0.5	0.6	0.75	0.75
극한인장강도(T _{ult}) (kN/m)	100	100	133.3	133.3
크리프 감소계수(CR _{CR})	1.24	1.24	1.24	1.24
내구성 감소계수(CR _{DR})	1.1	1.1	1.1	1.1
사공상 감소계수(CR _{LD})	1.1	1.1	1.1	1.1
총 감소계수(RF)	1.5	1.5	1.5	1.5
장기인장강도(T ₁) (kN/m)	66.7	66.7	88.9	88.9
변형률(%)	0.36	0.3	0.24	0.24

보강토옹벽 장안면관련된 기술용역

제6장 안정성검토

6.3 보강토 옹벽 안정성 해석결과

가천교 구간의 제설식 보강토옹벽의 내·외적 안정성 해석결과 상시 및 저전시에서 안정한 것으로 확인되었다.

【표 6.3.1】 상시 안정성 해석결과

검토 구간	STA.	제안		외적안정성			내적안정성	
		구조 계단 높이 (m)	보강제 길이 (m)	활동	전도	사재비	파단	인발
옹벽	1+475	6.75	6~7	2.084	2.400	6.406	1.410	2.906

참조 : 부록5, 대구동부순환도로 교묘교(명물통 방랑) 보강토옹벽 구조계산서

【표 6.3.2】 저전시 안정성 해석결과

검토 구간	STA.	제안		저전시 외적안정성			저전시 내적안정성	
		구조 계단 높이 (m)	보강제 길이 (m)	활동	전도	사재비	파단	인발
옹벽	1+475	6.75	6~7	1.402	1.533	8.120	1.245	1.920

참조 : 부록5, 대구동부순환도로 교묘교(명물통 방랑) 보강토옹벽 구조계산서

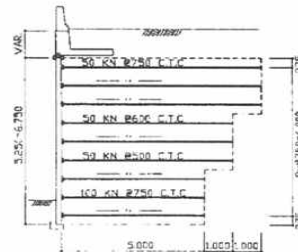
보강토옹벽 장안면관련된 기술용역

제6장 안정성검토

나. 검토 단면

보강토 옹벽(STA No.1+320.000~1+475.905, L=155.3)의 해석단면은 기초 근원깊이까지 고려된 STA No.1+475.905(H=6.75m)를 대상으로 함.

구 간	STA.	단수	연장 (m)	높이 (m)	전면부 형식	보강제
옹벽	1	1단	155.3	6.75	패널식	폴리머 스트립



다. 지반물성치 적용

유연 보강토옹벽 안정 해석에 반영된 보강토 및 채반 토 및 기초지반의 설계 물성치는 아래와 같음

구 분	보강토	채반토	기초지반
단위중량(kN/m³)	19	19	19
점착력(kN/m²)	-	-	-
내聚力(%)	30	30	35

지반조사 보고서

보강토옹벽 장안면권면단 기술용역

제5장 지반조사

제 5 장 지반조사

5.1 지반조사 개요

5.1.1 개요

본 조사는 "옹벽 정밀안전진단 용역"에 대한 지반조사로서 시추조사와 현장시험 및 실내시험을 실시하여 파일지역의 지지층 분포상도 및 지반특성 등 파악하여 구조물의 설계 및 시공에 필요한 정확한 지반공학 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

5.1.2 지반조사 위치

대구광역시 수성구 가천동 920번지 일원



【그림 5.1.1】 파일지역 위치도

보강토옹벽 장안면권면단 기술용역

제5장 지반조사

5.1.3 조사내용

본 파일지역의 조사공목별 세부사공은 다음과 같다.

【표 5.1.1】 지반조사 내용

조 사 공 목		수량	조사 및 시험목적
현장조사	시추조사	3 공	지층분포상도 및 특성파악
현장시험	표준관입시험	10 회	지층의 연경도 및 상대밀도 파악
	저각수위측정	3 회	지하수위 파악

5.1.4 조사기간

본 파일을 수행하는 조사기간은 현장이전을 고려하고 현장관리자와 협의하여 조사기간을 계획 하였으며, 세부조사 기간은 다음과 같다.

【표 5.1.2】 지반조사 기간

구 분	조사기간	비 고
현장조사 및 시험	2021년 02월 17일	
성적분석 및 보고서 작성	2021년 02월 24일 ~ 2021년 06월 30일	

5.1.5 조사장비

【표 5.1.3】 조사 및 시험장비 규격

구 분		장비명 및 규격	수 량
시추조사	시추기	Power 4500CD	1대
	가나 무대장비	로트, 케이싱 등	1조
현장시험	표준관입시험	Colt Socon Sampler (Q/F 2307)	1조
	저각수위측정	자동수위측정기	1대

보강토옹벽 장안면권면단 기술용역

제5장 지반조사

5.4.2 시추조사 결과

가. 시추조사 위치

공 번	조사위치	비 고
BH-1	대구광역시 수성구 가천동 920번지 일원	
BH-2		
BH-3		

나. 시추공별 지층 현황

【표 5.4.1】 시추공별 지층 현황

공 번	매설층	퇴적층	포화한	연탄층	조 계
BH-1	3.1	3.5	0.9	2.0	9.5
BH-2	5.5	-	-	-	5.5
BH-3	9.9	3.0	1.1	2.0	16.0

(단위 : m)

【표 5.4.2】 지층분포 및 구성상태

공 번	구성상대	선도 (GL, (-)m)	층두 (m)	구성상태	NG(%) (TCR/ROD %)
BH-1	매설층	0.0~3.1	3.1	선도층 모래 관사관 혼재 화강석, 습윤 조밀	89/30~41/30
	퇴적층	3.1~6.6	3.5	선도층 점토 반관색, 습윤 보통~단단	5/30~6/30
	포화한	6.6~7.6	0.9	선도층 모래로 분해 단관색, 밀집조 매우 조밀	50/4
	연탄층	7.6~9.5	2.0	회색 단관색 반관상-단관상 코어로 채워 아간 중화, 보통 강함	-

보강토옹벽 장안면권면단 기술용역

제5장 지반조사

【표 5.4.2】 지층분포 및 구성상태 - 계속

공 번	구성상대	선도 (GL, (-)m)	층두 (m)	구성상태	NG(%) (TCR/ROD %)
BH-2	매설층	0.0~0.5	0.5	아스콘	-
	매설층	0.5~5.5	5.0	선도층 모래 관사관 혼재 화강석, 습윤 보통~조밀	27/30~39/30
BH-3	매설층	0.0~0.9	0.9	아스콘	-
	매설층	0.9~9.9	9.0	선도층 점토 관사관 혼재 화강석, 반관색, 습윤 보통~조밀	19/30~41/30
	퇴적층	9.9~12.9	3.0	선도층 점토 반관색, 습윤 단단	6/30~12/30
	포화한	12.9~14.0	1.1	선도층 모래로 분해 단관색, 밀집조 매우 조밀	50/3
	연탄층	14.0~16.0	2.0	회색 단관색 반관상-단관상 코어로 채워 아간 중화, 보통 강함	-

지반조사 보고서

보경토목공학 장안면천연단 기술용역

제5장 지반조사

라. 공내지하수위 측정결과

— 지속적인 시추공 지하수위를 측정하여 안정된 지하수위 분포현황을 파악하기 위해 각 시추공별 지하수위는 작업종료 후(24시간 이후) 안정된 지하수위를 측정하였다.

【표 5.4.3】공내지하수위 측정결과

공번	지하수위 (m, (-)m)	측면 지층
BH-1	1.3	매립층
BH-2	선도이하	—
BH-3	7.9	매립층

5.4.3 표준관입시험 결과

가. 개요

지반의 연경도 및 상대밀도와 구성성분을 파악하기 위하여 한국산업규격(KS F 2307) 규정에 의거하여 1.5m 마다 실시하여 총 10회를 실시하였다.

【표 5.4.4】시추공별 표준관입시험 결과

선도 (m)	표준관입시험 결과 N값 (kN/cm)		
	BH-1	BH-2	BH-3
1.0	83/30	29/30	23/30
2.5	41/30	27/30	19/30
4.0	6/30	33/30	21/30
5.5	6/30	39/30	23/30
7.0	50/4	—	32/30
8.5	—	—	41/30
10.0	—	—	12/30
11.5	—	—	6/30
13.0	—	—	50/3

보경토목공학 장안면천연단 기술용역

제5장 지반조사

SOIL TEST DATA														
TEST NO.	DEPTH (m)	TEST TYPE	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT
NO.	DEPTH (m)	TEST TYPE	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT	TEST RESULT
BH-1-1	1.0	SD	83	30	29	23	19	21	23	23	23	23	23	23
BH-1-2	2.5	SD	41	30	27	19	19	21	23	23	23	23	23	23
BH-1-3	4.0	SD	6	30	33	21	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-1-4	5.5	SD	6	30	39	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-1-5	7.0	SD	50	4	—	32	30	41	30	12	6	50	—	—
BH-1-6	8.5	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-1-7	10.0	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-1-8	11.5	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-1-9	13.0	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-1	1.0	SD	29	30	23	19	21	23	23	23	23	23	23	23
BH-2-2	2.5	SD	27	30	19	19	21	23	23	23	23	23	23	23
BH-2-3	4.0	SD	33	30	21	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-2-4	5.5	SD	39	30	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-2-5	7.0	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-6	8.5	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-7	10.0	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-8	11.5	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-2-9	13.0	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-3-1	1.0	SD	23	30	19	21	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-3-2	2.5	SD	19	30	21	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-3-3	4.0	SD	21	30	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-3-4	5.5	SD	23	30	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
BH-3-5	7.0	SD	32	30	41	30	12	6	50	—	—	—	—	—
BH-3-6	8.5	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-3-7	10.0	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-3-8	11.5	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BH-3-9	13.0	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

BH-12-1 실내도관시험 DATE(지반조사보고서)

【그림 5.4.3】실내도관시험 DATE

【표 5.4.6】지반조사 비교 결과

구분	관수비 (%C, %)	연도 (G)	액상 한계 (LL)	소성 한계 (PL)	소성 계수 (PI)	동과중량계분율				
						#4	#10	#40	#100	Gr ₂₀
지반조사 보고서	86.8	2.68	38.5	21.2	17.3	100	100	93.7	91.0	82.9
전단 (공위)	BH-1	27.17	2.608	42.2	18.4	22.4	100	100	99.7	99.1
	BH-3	21.03	2.612	35.7	20.7	15.0	73.0	73.0	63.3	54.5

지반조사 결과, 자갈 섞인 모래질 저소성 점토(CL)로 분석되었으며, 실험자료(지반조사보고서)와 비교시 연도, 액상한계, 소성한계 등 전반적으로 유사한 상태로 확인되었다. 따라서, 옹벽에 대한 안전성평가 시 실험자료 상의 지반점수(지반조사보고서, 구조 및 수리개안)를 적용하여 평가를 실시 하여야 한다.

6.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 중 외 시설물로서 준공이후 2021년에 정밀안전진단을 실시하였다.

【표 6.2.1】점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 02. 15. ~ 2021. 06. 30.	정밀안전진단	— 콘크리트 들뜸 및 파손, 패널 파손 — 배부름 — 누수흔적	A

6.2.3 전차 정밀안전진단 실시결과(2021년)

가 외관조사결과

구분	정밀안전진단 결과	비고
결과요약	■ 본 옹벽에 대한 정밀안전점검 결과, 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. ■ 대상 옹벽에 대한 정밀안전진단 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다. ■ 배부름구간은 현재 비진행성으로 판단되며, 금회 진단시 배부름 구간에 측량 타겟지 및 기준점을 설치하였다. 추후 가천교 정밀안전점검 및 정밀안전진단시 측량을 실시하여 배부름에 대한 진행성 여부 추가 확인 등의 유지관리가 필요하며, 진행시 보강에 대한 실시설계 등을 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ 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.	

나 재료시험 결과

시험명	시험부위		시험 결과		비고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	전면부	패널	30.9~32.5	30.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	전면부	패널	72.0~89.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
보강토옹벽	0.05	A	1.418	A	A
종합평가	•종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태” 으로 지정하였다.				

라 안전등급 지정

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

마 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	수량	단위	단가(천원)	공사비(천원)	비고
콘크리트 파손 및 들뜸	0.57	m ²	230	131	
패널 파손	0.02	m ²	230	5	
순 공사비(천원)				136	
재 경 비(천원)				68	
총 공사비(천원)				204	

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바 종합결론

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

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	○준공이후 별도의 보수는 실시하지 않은 것으로 확인됨.	
중 점 관리사항	○외관조사결과 금회 점검이 최초의 점검이므로 신규손상 발생 여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.	

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
해당사항 없음	N	해당사항 없음	—	—

6.3 현장조사 및 시험

6.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 가천교 안심방향 시점부에 시공된 종 외 옹벽 시설물로서 옹벽의 상단부는 가천교 시점부 접속도로가 있으며, 하부로는 지방도가 접하고 있는 상태이다. 선형은 콘크리트 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.0~6.0m를 보이며, 총 연장은 156.0m의 규모를 가지는 콘크리트 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물 관리대상상(L=156.0m, L=6.0m)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 6.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 03. 07.		조 사 자	이 상 훈
시설물명	가천교 안심방향 시점부 옹벽		시설물 종류	종 외
일 기	맑음		시설물번호	—
시설물위치	행정구역	대구광역시 수성구 가천동		
	공구이정	STA.1+320 ~ STA.1+475		
노선명	범안로(대로 1-19호선)			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	156.0m	지면노출 높 이	6.0m
	보 강 채 길 이	—	저 판 폭 길 이	—
관리주체	(주)대구동부순환도로		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	가천교 접속도로		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2002년 08월 24일	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
	감 리 자	—	설 계 자	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	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 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	1.4	5	80.0~100.0m	100.0	3.7
2	20.0~40.0m	40.0	1.8	6	100.0~120.0m	120.0	4.3
3	40.0~60.0m	60.0	2.4	7	120.0~140.0m	140.0	5.0
4	60.0~80.0m	80.0	3.0	8	140.0~155.0m	155.0	6.0

	
측점분할 작업사진	측점분할 작업사진

6.3.2 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 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(mm)	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	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회(2021) 정밀안전진단의 자료 확인결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 금회(2023년) 정밀안전점검에서 추가적인 신규 손상 등은 조사되지 않았다.

【표 6.3.4】 지반, 기초부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
지반, 기초부	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

4) 검토의견

- 기초부 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 전면부 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 본 콘크리트 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 접합부 및 신축이음부로 연속화 되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【그림 6.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

- 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 콘크리트 파손, 들뜸, 패널 파손, 누수흔적, 배부름 등의 손상이 조사되었으며, 구조적인 손상결합 및 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 6.3.5】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	콘크리트 파손	—	0.1	0.2	m ²	1	0.02	—
	철근노출	—	0.3	0.1	m ²	1	0.03	신규손상
S2	콘크리트 파손	—	0.2	0.2	m ²	1	0.04	—
S3	콘크리트 들뜸	—	1.0	0.5	m ²	1	0.50	—
S4	콘크리트 파손	—	0.1	0.1	m ²	1	0.01	—
S5	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S6	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S7	패널 파손	—	0.1	0.1	m ²	2	0.02	—
S8	배부름	—	2.5	5.0	m ²	1	12.50	—
	누수흔적	—	0.5	3.5	m ²	1	1.75	—

			
현 황	• S1 철근노출	현 황	• S2 콘크리트 파손
원 인	• 외부충격	원 인	• 시공시 외부충격
대 책	• 단면보수(방청)	대 책	• 단면보수
			
현 황	• S3 콘크리트 들뜸	현 황	• S7 패널 파손
원 인	• 시공시 외부충격	원 인	• 외부충격
대 책	• 단면보수	대 책	• 단면보수
			
현 황	• S8 누수흔적	현 황	• S8 배부름
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 시공초기침하
대 책	• 주의관찰	대 책	• 주의관찰

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회(2021) 정밀안전진단의 자료 확인결과 콘크리트 파손, 들뜸, 누수흔적, 배부름 등의 손상이 확인되었고, 금회(2023년) 정밀안전점검에서 추가적으로 철근노출의 신규 손상이 조사되었다.

【표 6.3.6】 전면부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
전면부	콘크리트 파손	m ²	0.07	3	0.07	3	—	
	콘크리트 들뜸	m ²	0.50	1	0.50	1	—	
	철근노출	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규손상
	패널 파손	m ²	0.02	2	0.02	2	—	
	누수흔적	m ²	1.75	1	1.75	1	—	
	배부름	m ²	12.50	1	12.50	1	—	

4) 검토의견

- 보강토옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결합 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 기존손상인 외부충격 및 외부 우수유입으로 인한 패널 파손, 콘크리트 파손 및 들뜸, 누수흔적이 확인었고, 신규손상으로 외부충격에 의한 철근노출이 추가로 조사되었다. 사용성에 문제는 없는 상태로 내구성 확보차원의 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 보수부 재손상 등을 확인하는 유지관리가 필요하다.
- S8에 배부름이 조사되었고, 손상원인은 보강토 옹벽의 원지반이 연약지반상의 습윤상태 매립토로 구성되어 장기간의 잔류침하와 지진 등의 복합적인 요인으로 추정되며, 이에 비 진행성 배부름으로 판단되며 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 상부 포장상태)

1) 현황

패널식 보강토옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 설계도서상 본 보강토 옹벽에 별도의 배수시설은 설치되지 않은 것으로 확인되었으나 포장부의 구배의 영향을 받아 배수기능에 이상은 없는 상태이다.



【그림 6.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

- 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 침하 및 구조적인 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 6.3.7】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	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	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회(2021) 정밀안전점검의 자료 확인결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 금회(2023년) 정밀안전점검에서 추가적인 신규 손상 등은 조사되지 않았다.

【표 6.3.8】 주변영향인자(배수시설 및 사면상태) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
주변영향인자 (배수시설 및 사면상태)	상태양호	-	-	-	-	-	-	

4) 검토의견

- 보강토옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

6.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 6.3.9】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	콘크리트 파손	단면보수
	콘크리트 들뜸	단면보수
	철근노출	단면보수(방청)
	패널 파손	단면보수
	누수흔적	주의관찰
	배부름	주의관찰
주변영향인자	상태양호	—
기초부의 세굴	상태양호	—
결과요약	가천교 안심방향 시점부 옹벽의 현장조사 결과, 기초부, 주변영향인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 전면부에 기 손상인 외부충격 및 외부 우수유입, 시공초기 침하에 의한 콘크리트 파손, 들뜸, 패널 파손, 누수흔적, 배부름 등이 확인되었고, 신규손상으로 외부충격에 의한 철근노출이 조사되었다. 사용성에는 문제가 없는 것으로 확인되었으나 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.	

【표 6.3.10】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	콘크리트 파손	m ²	0.07	3	
	콘크리트 들뜸	m ²	0.50	1	
	철근노출	m ²	0.03	1	
	패널 파손	m ²	0.02	2	
	누수흔적	m ²	1.75	1	
	배부름	m ²	12.50	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부 포장부	상태양호	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 전차 점검과 금회 점검결과의 비교를 실시한 결과 기 손상인 콘크리트 파손, 들뜸, 패널 파손, 누수흔적, 배부름 등이 확인되었고, 신규손상으로 철근노출이 조사되었다.

【표 6.3.11】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2021)	금회(2023)	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
전면부	콘크리트 파손	m ²	0.07	0.07	—	
	콘크리트 들뜸	m ²	0.50	0.50	—	
	철근노출	m ²	—	0.03	▲ 0.03	신규손상
	패널 파손	m ²	0.02	0.02	—	
	누수흔적	m ²	1.75	1.75	—	
	배부름	m ²	12.50	12.50	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	—	
상부 포장부	상태양호	—	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	—	

6.3.4 측량

가. 개요

금회(2023년) 정밀안전점검 대상시설물(가천교 안심방향 시점부 옹벽)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 이전 정밀안전진단과의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:363179.012, Y:351758.739으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 6.3.4】 측량작업 전경

나. 측량결과

전회 정밀안전진단과 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

1) 경사도 측정

【표 6.3.12】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	15m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
2	35m	88.0	3.5	88.8	2.0	-0.8	-1.5	a	배면
3	55m	88.1	3.3	88.8	2.0	-0.7	-1.3	a	배면

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

【표 6.3.12】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
4	75m	87.6	4.2	88.8	2.0	-1.2	-2.2	b	배면
5	95m	87.3	4.7	88.8	2.0	-1.5	-2.7	b	배면
6	115m	88.6	2.4	88.8	2.0	-0.2	-0.4	a	배면
7	135m	87.6	4.2	88.8	2.0	-1.2	-2.2	b	배면
8	145m	87.8	3.8	88.8	2.0	-1.0	-1.8	a	배면

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

전회 정밀안전진단과 비교 결과 전회 기울기 오차는 0.0~0.0%, 금회 0.4~2.7%로 근소한 차이는 있으나 측정위치에 대한 차이로 짐하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토된다.

2) 선형 및 수준측량, 배부름구간 측량 결과

【표 6.3.13】 선형 및 수준측량 및 비교 결과

측정 위치	X(2021년)	X(2023년)	비교	Y(2021년)	Y(2023년)	비교	노출높이
1	361809.452	361809.460	-0.008	171018.150	171018.150	0.000	1.4
2	361826.882	361826.883	-0.001	171027.560	171027.555	0.005	1.8
3	361844.487	361844.489	-0.002	171037.102	171037.108	-0.006	2.4
4	361862.083	361862.090	-0.007	171046.541	171046.540	0.001	3.0
5	361879.924	361879.926	-0.002	171056.088	171056.082	0.006	3.7
6	361897.369	361897.373	-0.004	171065.577	171065.579	-0.002	4.3
7	361915.055	361915.061	-0.006	171075.224	171075.226	-0.002	5.0
8	361928.550	361928.553	-0.003	171083.466	171083.465	0.001	6.0

※ 주) 기준위치(T.B.M) : X = 363179.012, Y = 351758.739

※ 주) 후시(B.S) : X = 363189.326, Y = 351755.902

※ 주) 통합기준점 : X = 361844.288, Y = 169186.094, Z = 85.116

※ 주) 통합기준점 측정 : X = 361844.275, Y = 169186.114, Z = 85.053

※ 주) 위 표에 표기된 Z값은 : 방호벽높이 = -1.08, 통합기준점과의 측정 차 = -0.063와

전회 정밀안전진단과 비교 결과 선형 및 수준측량 오차는 0.000~0.008로 근소한 차이는 있으나 측정기기 오차로 인한 차이로 짐하, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토된다.

【표 6.3.14】 광파기 배부름 의심구간 측량 및 비교 결과

측정위치	X(2021년)	X(2023년)	비교	Y(2021년)	Y(2023년)	비교
1	363186.281	—	—	351750.015	—	—
2	363186.198	363186.199	-0.001	351750.000	351750.001	-0.001
3	363186.198	363186.198	0.000	351750.011	351750.012	-0.001
4	363186.198	363186.195	0.003	351750.009	351750.011	-0.002
5	363186.196	363186.197	-0.001	351750.008	351750.009	-0.001
6	363186.196	363186.200	-0.004	351749.998	351749.999	-0.001
7	363186.202	363186.203	-0.001	351749.981	351749.980	0.001
8	363186.199	363186.202	-0.003	351749.971	351749.974	-0.003
9	363186.194	363186.196	-0.002	351749.952	351749.953	-0.001
10	363186.987	363186.989	-0.002	351750.870	351750.871	-0.001
11	363187.000	363187.001	-0.001	351750.960	351750.964	-0.004
12	363187.002	363187.004	-0.002	351750.970	351750.972	-0.002
13	363186.983	363186.985	-0.002	351750.957	351750.959	-0.002
14	363186.979	363186.981	-0.002	351750.951	351750.953	-0.002
15	363186.972	363186.973	-0.001	351750.946	351750.947	-0.001
16	363186.967	363186.967	0.000	351750.935	351750.938	-0.003
17	363186.961	363186.963	-0.002	351750.933	351750.934	-0.001
18	363186.978	363186.979	-0.001	351750.932	351750.934	-0.002
19	363186.991	363186.993	-0.002	351750.933	351750.934	-0.001

※ 주) 기준위치(T.B.M) : X = 363179.012, Y = 351758.739

※ 주) 후시(B.S) : X = 363189.326, Y = 351755.902

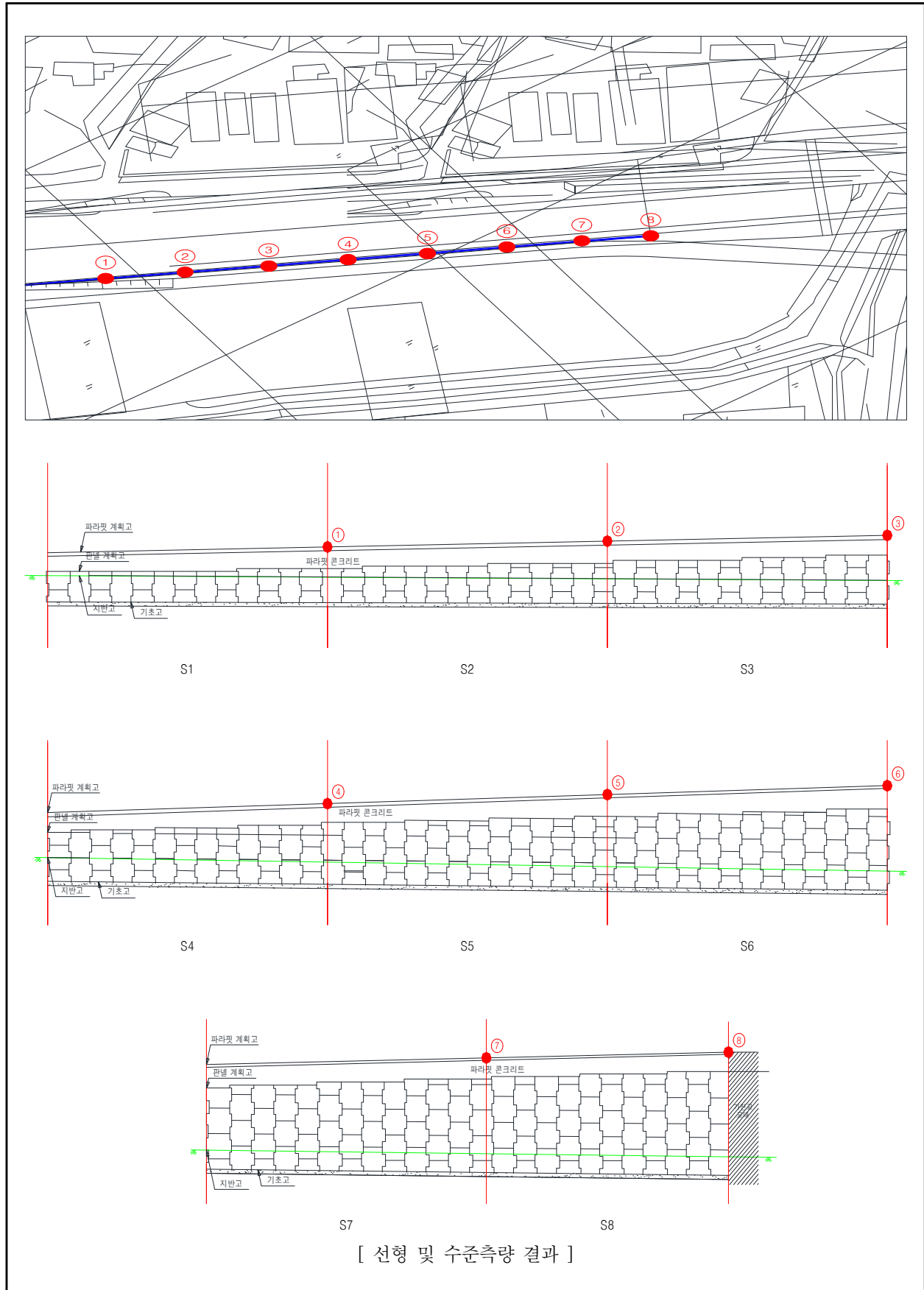
※ 주) 통합기준점 : X = 361844.288, Y = 169186.094, Z = 85.116

※ 주) 통합기준점 측정 : X = 361844.275, Y = 169186.114, Z = 85.053

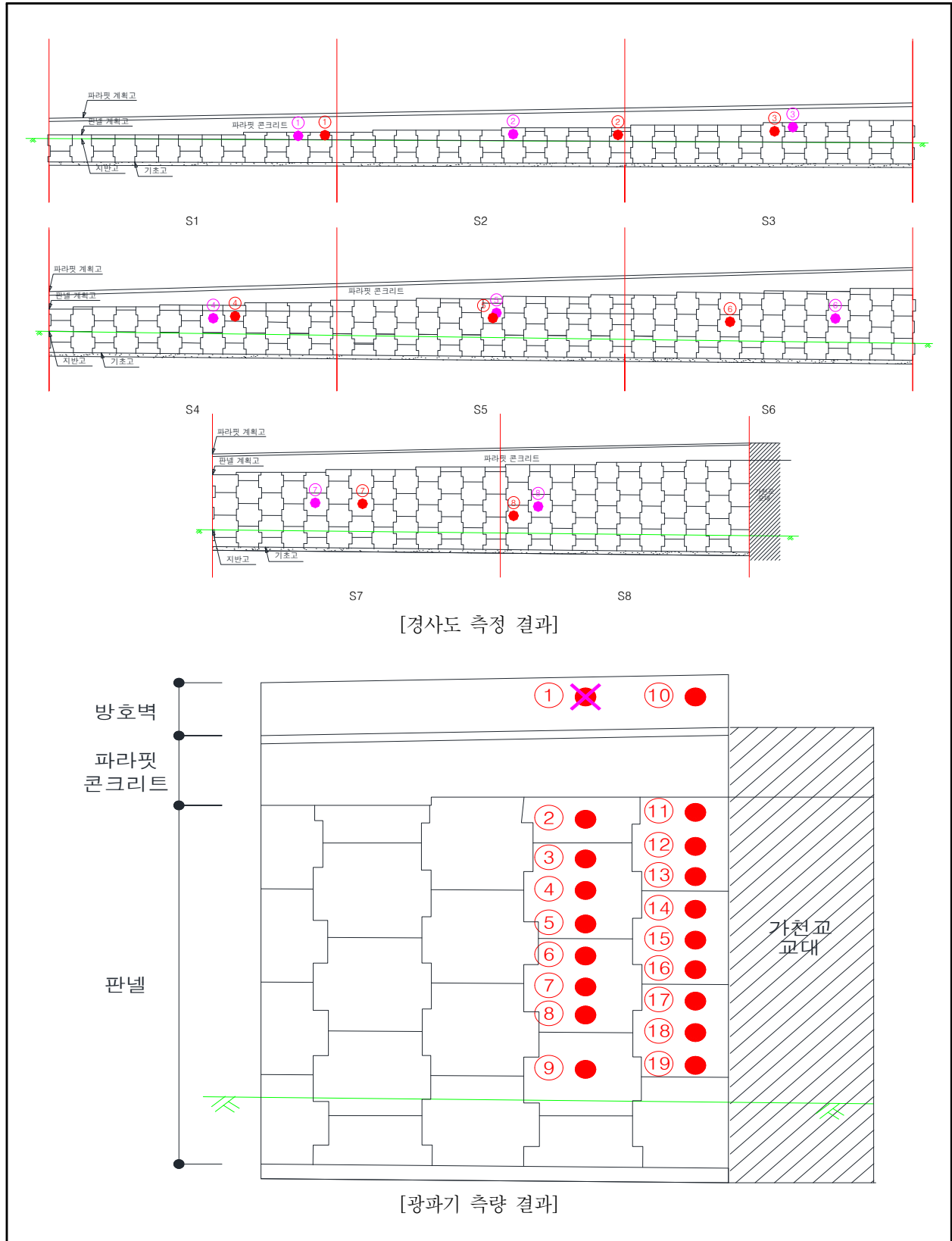
※ 주) 위 표에 표기된 Z값은 : 방호벽높이 = -1.08, 통합기준점과의 측정 차 = -0.063와

보강토옹벽에 선형 및 수준측량 결과를 전회 정밀안전진단과 비교를 실시하였고, 측량의 정확도를 높이기 위하여, 통합기준점(U대구13)에서 위도, 경도, 표고의 측량 실시 및 보정 후 현장측량을 실시하였다. 설계도서 중 “시공 시 침하자료” 확인 결과, 옹벽의 종점부에 초기침하 0.027m가 확인되었다. 시공 이후 잔류침하가 발생한 것으로 추정되며, 금회 점검 시 침하의 진행성 여부를 확인한 바, 비진행성으로 확인되었다. 따라서 침하, 전도, 활동에 의한 위험성은 없는 것으로 검토되었다. “시공 시 침하자료”는 부록에 첨부 하였다.

배부름 의심구간의 경우 시공초기에 발생한 침하에 의한 것으로 추정되며, 이에 해당구간에 별도로 광파기를 이용한 측량을 실시하고 전회 정밀안전진단과 비교 분석한 결과 1개소의 타켓지가 손상된 것으로 확인되었고, 다수의 측량값이 전회 측량값과 근소한 차이를 보이거나 이는 측량기기 오차값 이내의 차이로 배부름의 진전은 없는 것으로 판단된다.



【그림 6.3.5】 선형 및 수준측량 결과



※ 주) 선홍색 : 2023년 정밀안전점검, 빨간색 : 2021년 정밀안전진단

【그림 6.3.6】 경사도 측정 결과



【그림 6.3.7】 기존 손상 게이지 현황 비교

해당 옹벽은 2019년도부터 방호벽 단차의 손상게이지를 설치하여 침하의 진전여부를 확인하였다. 2021년 정밀안전진단과 금회 정밀안전점검을 사진으로 부착되어있는 게이지를 비교한 결과, 일부 게이지가 파손되어 진전의 확인은 어려우나, 잔여 수량의 게이지를 확인한 결과 전회차 단차 수치와 비교시 별도의 추가적인 진행성은 조사되지 않았고, 선형 및 수준측량의 결과, 침하는 비진행성으로 확인되었다. 진전에 대한 추가적인 발생가능성은 적으나 정밀안전점검시 손상의 게이지 비교, 측량을 통한 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

6.3.5 콘크리트 내구성 조사

가. 내구성 조사의 개요

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 패널식 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부에 반발경도 및 탄산화 시험을 실시하였고 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 한국시설안전공단)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 실시하였다.



【그림 6.3.8】 콘크리트 내구성 조사 현황

【표 6.3.15】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	재료시험 기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
반발경도 시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 50m)개소	4	4	
탄산화 깊이 측정	◦ 총 연장 • 100m미만 2개소 • 100m이상 최소2개소 + 100m당 1개소 추가	3	3	

1) 반발경도 시험

콘크리트 비파괴강도시험은 전면부에서 반발경도시험(총 4개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 시험결과

【표 6.3.16】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전 면 부	S3	53.2	31.2	30.2	0.63	104.1	100.5	30.0
	S4	53.5	31.5	30.3	0.63	104.9	101.0	
	S5	53.6	31.5	30.3	0.63	105.2	101.1	
	S6	53.8	31.7	30.4	0.63	105.6	101.3	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 30.2~31.7MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (30.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

② 기 점검결과와의 비교분석

- 전회 정밀안전진단과 금회 정밀안전점검의 반발경도 시험 비교 결과 전반적으로 경년에 따른 강도저하의 우려는 없는 것으로 판단된다.

【표 6.3.17】 기 정밀안전진단과 비교분석

구조물명		2021년 정밀안전진단	2023년 정밀안전점검	설계강도	평 가
보강토옹벽	패널부	30.9~32.5MPa	30.2~31.7MPa	30.0MPa	강도저하 없음

2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인하여 선정하였다.

① 시험결과

【표 6.3.17】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
전면부	S3	5.0	84.0	79.0	a	1.09	100년이상	
	S4	7.0	82.0	75.0	a	1.53	100년이상	
	S6	4.0	86.0	82.0	a	0.87	100년이상	

- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 5.0~7.0mm로, 잔여깊이가 75.0~82.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

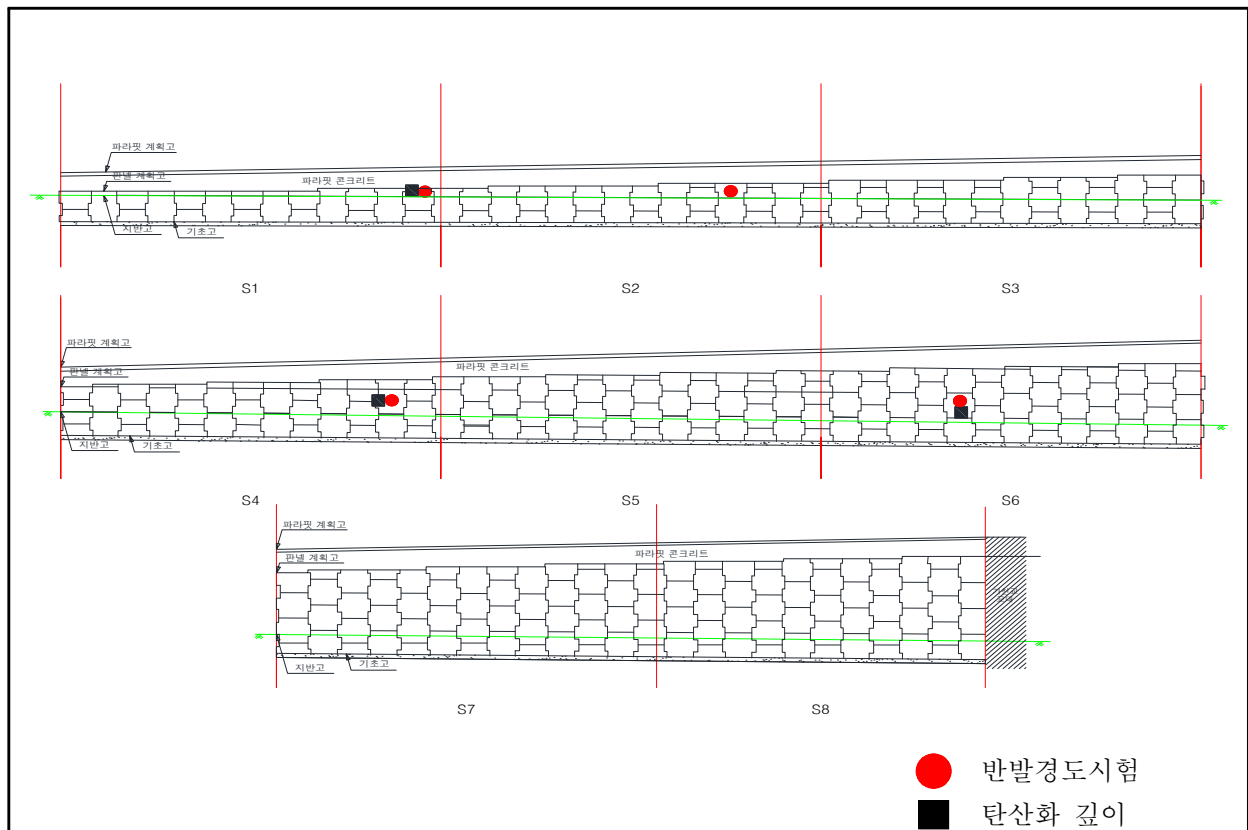
② 기 점검결과와의 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

【표 6.3.18】 기 정밀안전진단과 탄산화시험 비교표

구조물명		2021년 정밀안전진단	2023년 정밀안전진단	등급
보강토옹벽	패널부	1.0~1.5mm	5.0~7.0mm	a

【표 6.3.19】 피복두께 측정 결과



가천교 안심방향 시점부 옹벽 - 41

나. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 6.3.20】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	전면부	30.0~31.3	30.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	전면부	75.0~82.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	- 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 - 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

다. 기 점검 비교분석

【표 6.3.21】기 정밀안전진단과의 결과 비교

시 험 명	시험부위	시험 결과		설계기준	비 고
		2021년 정밀안전진단	2023년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	패널	30.9~32.5	30.2~31.7	30.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	패널	72.0~89.0	75.0~82.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	- 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 - 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

6.4 상태평가

6.4.1 구간분할

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

6.4.2 상태평가 결과 산정

【표 6.4.1】 상태평가 결과 산정

NO	침하	계획 선형 오차	활동	세굴	파손 및 손상	이격	유실	진행 성 변형	주변영향인자				평가 단위 결합 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사				
										사면 구배	낙석 흔적	침출 수		
S1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0.08	A
S2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0.08	A
S3	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0.08	A
S4	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0.08	A
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.03	A
S7	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0.08	A
S8	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0.08	A
평 균	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	007	－
											상태평가 결과		A	

6.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결합지수는 0.07로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

6.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

전회 정밀안전진단과 비교결과 신규손상의 발생 및 산정식 변경으로 인하여 결합지수는 “0.05 → 0.07”로 0.02 소폭 상승하였으나 등급은 “A”로 동일하게 산정되었다.

【표 6.4.2】 이전 안전진단과의 비교

구 분	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		비 교
	결합지수	등급	결합지수	등급	
가천교 안심방향 시점부 옹벽	0.05	A	0.07	A	

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.5.1 종합평가 결과

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

【표 6.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	가천교 안심방향 시점부 옹벽		표 번 호	[표 6.5.1]
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.07	A	근거표번호	[표 6.4.1]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.07	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 위협이 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	콘크리트 파손	단면보수	0.07	0.11	m²	230	25	3순위
	콘크리트 들뜸	단면보수	0.50	0.75	m²	230	173	3순위
	철근노출	단면보수 (방청)	0.03	0.05	m²	300	15	3순위
	패널 파손	단면보수	0.02	0.03	m²	230	7	3순위
	누수흔적	주의관찰	1.75	2.63	m²	—	—	—
	배부름	주의관찰	12.50	18.75	m²	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부절토부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
기초부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		220		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		110		
	합계	—		—		330		
개략공사비 총계(천원)		330						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 표면처리는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)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
전 면 부	· 배부름 구간 → 배부름은 현재 비진행성으로 판단되며, 전회(2021년) 정밀안전진단시 배부름 구간에 설치된 측량 타켓지 및 기준점을 기준으로 배부름에 대한 진행성 여부를 확인하였으나 금회 정밀안전점검에서 배부름의 추가적인 진행은 없는 것으로 조사되었다. 추후 가천교 정밀안전점검 및 정밀안전진단시 측량을 실시하여 배부름에 대한 진행성 여부를 확인 등의 지속적인 유지관리가 필요하며, 진행시 보강에 대한 실시설계를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
		
		
		

6.7 종합결론

6.7.1 정밀안전점검 결과 요약

1) 기초부 현장조사 결과

- 가천교 안심방향 시점부 옹벽의 기초부 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.

2) 전면부 현장조사 결과

- 보강토옹벽의 전면부 현장조사 결과, 구조적인 손상결함 및 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으나 기존손상인 외부충격 및 외부 우수유입으로 인한 패널 파손, 콘크리트 파손 및 들뜸, 누수흔적이 확인었고, 신규손상으로 외부충격에 의한 철근노출이 추가로 조사되었다. 사용성에 문제는 없는 상태로 내구성 확보차원의 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 보수부 재손상 등을 확인하는 유지관리가 필요하다.
- S8에 배부름이 조사되었고, 손상원인은 보강토 옹벽의 원지반이 연약지반상의 습윤상태 매립토로 구성되어 장기간의 잔류침하와 지진 등의 복합적인 요인으로 추정되며, 이에 비 진행성 배부름으로 판단되며 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

3) 주변영향인자 현장조사 결과

- 보강토옹벽의 주변영향인자의 현장조사 결과, 옹벽 상부 포장부에 차량의 주행으로 인한 손상 이외에 배수불량 등으로 인한 침하 등의 구조적인 손상은 확인되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 측량 결과

- 보강토옹벽에 선형 및 수준측량 결과, 전회 정밀안전진단과 비교하여 선형 및 수준측량, 기울기를 검토한 결과, 기울기, 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.

5) 내구성조사 결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 전면부 30.2~31.7MPa로 측정되었으며, 설계 압축강도 (30.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 전면부 5.0~7.0mm로, 잔여깊이가 75.0~82.0로 측정되어 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

6) 평가 결과

- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.07, 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, 상부포장부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부에 콘크리트 파손, 들뜸, 판넬 파손, 철근노출, 누수흔적, 배부름 등의 손상이 조사되었다. 발생한 손상에 대하여 내구성확보 차원의 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 보수부 재손상 발생 등을 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 본 시설물은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로써 현재 발생된 손상에 대해 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

6.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 콘크리트 옹벽에 대한 특별한 관리가 요구되는 사항은 확인되지 않았다.

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 바람직할 것으로 판단된다.