

제5장 보강토옹벽

[설문2육교,STA.0+085~0+230]

5.1 개요

5.2 자료수집

5.3 현장조사 및 시험

5.4 안전성능평가

5.5 내구성능평가

5.6 종합평가

5.7 종합결론

제5장 보강토옹벽(설문2육교, STA.0+085~0+230)

5.1 개요

5.1.1 시설물 현황

보강토옹벽(설문2육교, STA.0+085~0+230)은 연직최고높이 17.5m, 총 연장 155.0m의 보강토 옹벽으로 행정구역상 경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4 인근에 위치하고 있으며, 고속국도 17호선(서울문산고속도로)에 시공되어 있다.

대상 옹벽은 보강토옹벽(패널+블록식)으로 시공되어 있으며, 2020년 준공 후 약 2년이 경과된 시설물로 옹벽 하단부는 고속도로 Ramp(서울방향)가 위치하고 있다.

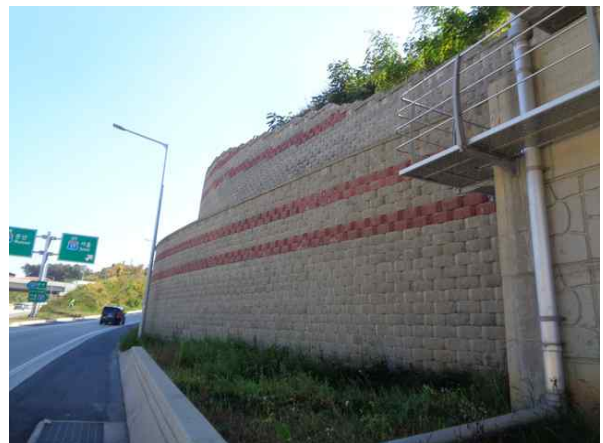
위치도



【그림 5.1】 조사지역의 위치도

【표 5.1】 시설물 일반현황

시설물번호	RW2020-0000085		관리번호	-
시설물명	보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)		시설물구분	도로옹벽(2종)
위 치	행정구역	경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4		
	위치좌표	시점 : 37 ° 43 ' 07 "N 126 ° 47 ' 49 "E		
		종점 : 37 ° 43 ' 11 "N 126 ° 47 ' 42 "E		
제 원	형 식	패널식+블록식	노 선	고속국도 17호선
	연 장	155.0m	높 이	17.5m
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	서울문산고속도로 본선		
	주변지형	-	상부사면경사	-
시공현황	준공년도	2020.11.06.	시 공 자	지에스건설(주)
	부대시설	-		
비 고	-			



【사진 5.1】 대상옹벽 전경

5.1.2 옹벽 현황

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

5.2 자료수집

5.2.1 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다.

대상구조물의 관련자료 수집내용은 다음 표와 같다.

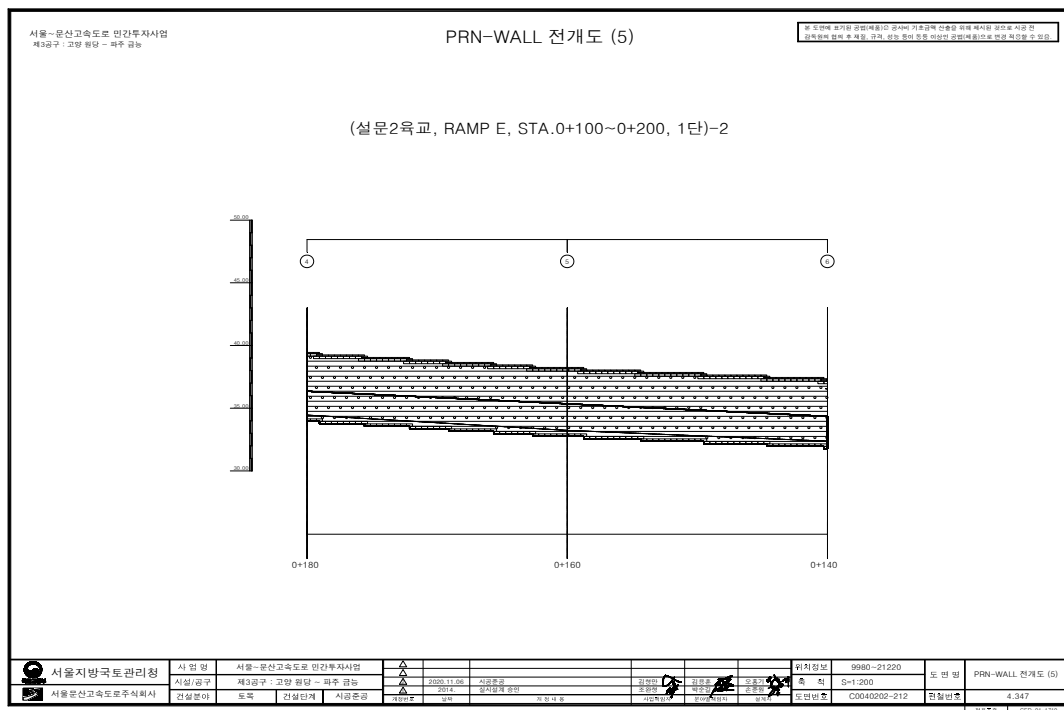
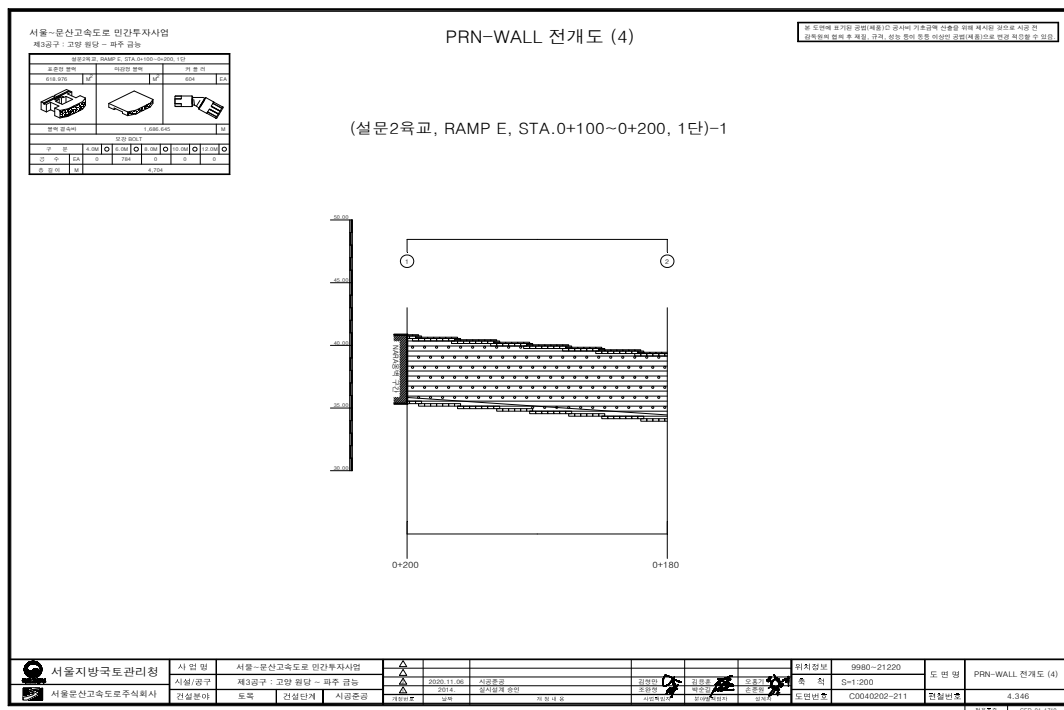
【표 5.2】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦공통		· FMS자료
	-준공내역서	보유	
	-공사시방서	보유	
	-각종계산서	보유	
	-토질조사 보고서	보유	
	-기타 특이사항 보고서	보유	
	◦설계도면		· FMS자료
	-공통	보유	
	-토목	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황	보유	· FMS자료
	◦상세제원	보유	
	◦유지관리 이력	보유	
시공관련 자료	◦시공관련 자료	일부보유	· FMS자료
	◦품질관리 관련자료		
	-재료증명서		
	-품질시험기록		
	-관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록		
	-시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료		
	◦사고기록		
기존 점검 및 정밀안전진단 자료		보유	· FMS자료
보수·보강이력 자료		-	

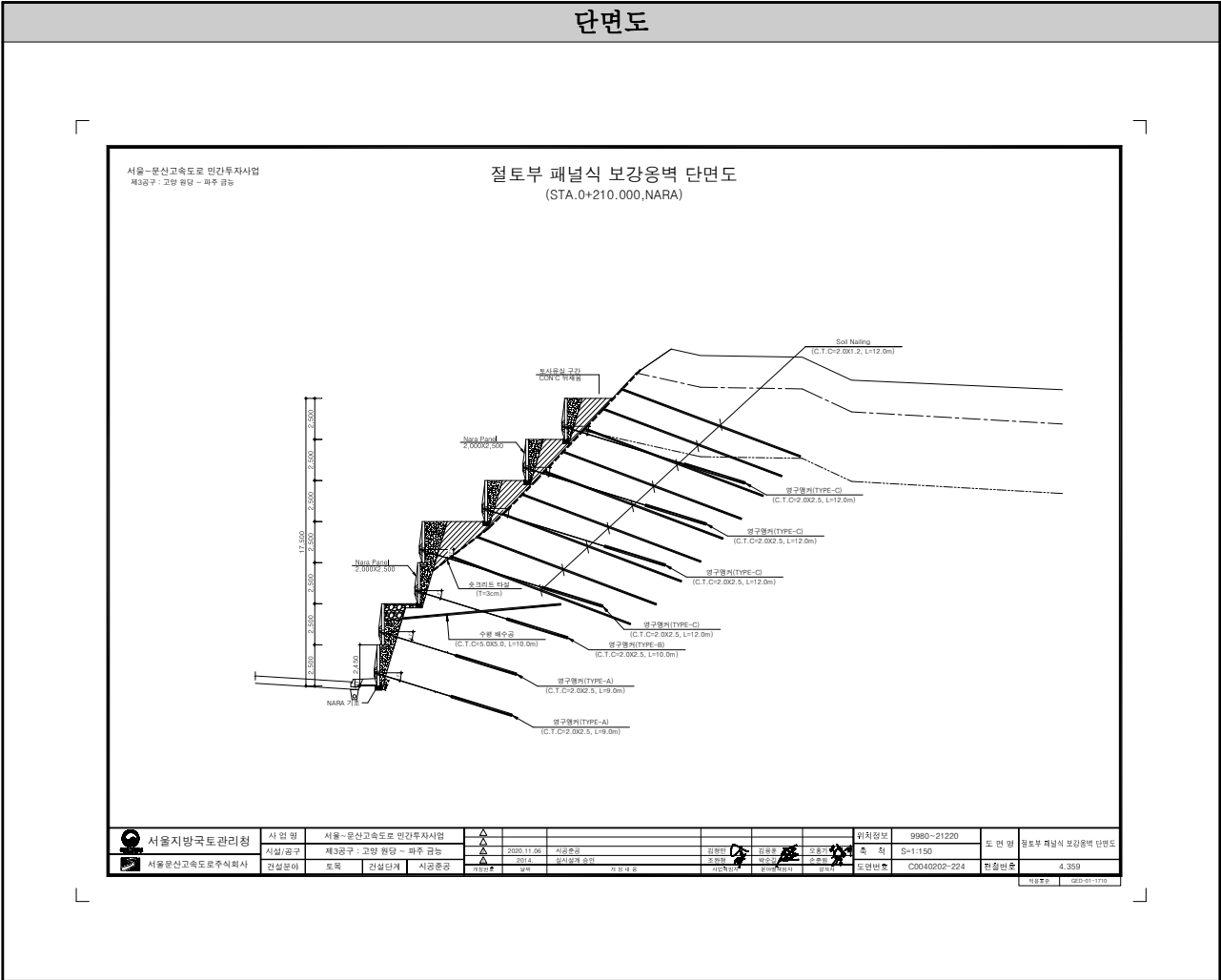
설계도서, 시설물관리대장, 시공관련자료, 기존 점검자료는 관리주체와 시설물통합정보관리시스템에 보유하고 있는 것을 확인되었으며, 현재 보수·보강은 실시되지 않은 것으로 확인되었다. 또한 정밀안전진단은 실시되지 않은 것으로 확인되었다.

5.2.2 설계도면

용벽 전개도



【그림 5.2】 용벽 전개도 - 1

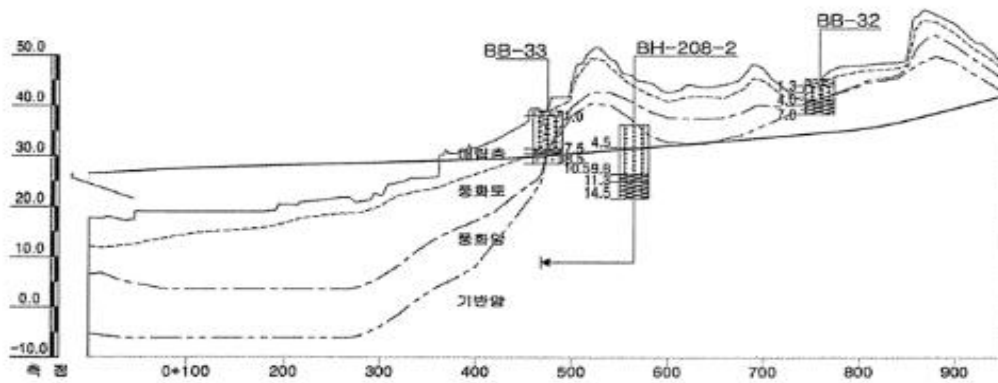


【그림 5.4】 옹벽 단면도 - 1

지반조사보고서

sm 서울~문산고속도로 민간투자사업

Ramp-E구간(BH-208-2, 제3차 공교 : BB-32, 33)



구 분	출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
매립층	0,0	4,5	실트질 모래	3/30~20/30
봉적층	0,0	1,0~1,3	점토질 모래, 모래	11/30
풍화토	1,0~4,5	2,7~6,5	실트질 모래	18/30~50/11
풍화암	9,8	1,5	실트질 모래	50/2
연 암	4,0~7,5	1,0~3,0	편마암	40~83%/12~31%
보통암	11,3	3,2	편마암	100%/58%
경 암	8,5	2,0	편마암	100%/84%

구 분	지 층 개 요
매립층	- 최상부층으로 지표하 0,0m에서 4,5m 층후로 분포 - 자갈섞인 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 매우느슨~보통조밀한 상대밀도
봉적층	- 지표하 1,0~1,3m 층후로 분포하며 점토질 모래, 모래로 구성 - 습윤하며 표준관입시험 결과 보통조밀한 상대밀도
풍화토	- 기반암의 상부풍화대로 지표하 1,0~4,5m에서 2,7~6,5m 층후로 분포 - 암편석인 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 보통조밀~매우조밀한 상대밀도
풍화암	- 기반암의 하부풍화대로 지표하 9,8m에서 1,5m 층후로 분포 - 굴진시 암편석인 실트질 모래로 분해되며 표준관입시험 결과 매우조밀한 상대밀도
연 암	- 지표하 4,0~7,5m에서 1,0~3,0m 이상 층후로 분포하며 담회색~암회색의 편마암으로 구성 - RQD=12~31%로 매우불량~불량한 암질상태
보통암	- 지표하 11,3m에서 3,2m 이상 층후로 분포하며 담회색~암회색의 편마암으로 구성 - RQD=58%로 보통양호한 암질상태
경 암	- 지표하 8,5m에서 2,0m 이상 층후로 분포하며 담회색~암회색의 편마암으로 구성 - RQD=84%로 매우양호한 암질상태

국토교통부

120

【그림 5.5】 지반조사보고서 - 1

지반조사보고서

제 4 편 상세 및 보완조사

4.2.2 투수시험

개 요

- 지반의 투수성을 평가하여 교량기초 터파기시 유입량 계산 및 배수대책 수립
- 비탈면에서 강우에 의한 침투심도를 계산하여 강우강도를 고려한 비탈면 안정성 검토

○ 기존조사 자료

■ 교량구간

공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	공 번	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BB-11	2.0~3.0	퇴적층(CL)	10/30	6.78×10^{-5}	BB-40	5.0~6.0	풍화암	50/8	9.77×10^{-5}
BB-22	2.0~3.0	퇴적층(ML)	2/30	9.26×10^{-5}	-	-	-	-	-

○ 실시설계조사 자료

■ 교량구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-146	4.0~5.0	풍화토	36/30	4.38×10^{-4}	BH-191	3.0~4.0	붕적층(CL)	7/30	6.91×10^{-6}
BH-150-1	4.0~5.0	퇴적층(SM)	7/30	8.13×10^{-4}	BH-192-1	7.0~8.0	풍화토	30/30	5.10×10^{-4}
BH-150-2	4.0~5.0	퇴적층(SP)	9/30	9.74×10^{-4}	BH-196	6.0~7.0	풍화토	48/30	6.58×10^{-4}
BH-152	5.5~6.5	풍화토	50/30	1.79×10^{-4}	BH-198	3.0~4.0	퇴적층(GP)	8/30	2.57×10^{-3}
BH-157	5.0~5.5	붕적층(SM)	3/30	1.78×10^{-3}	BH-212	12.0~13.0	풍화암	50/10	5.75×10^{-5}
BH-162	6.0~7.0	풍화토	50/13	4.07×10^{-4}	BH-218-1	12.0~13.0	풍화토	50/16	3.33×10^{-4}
BH-169	2.0~3.0	풍화토	50/25	4.88×10^{-4}	BH-222	9.0~9.5	퇴적층(SP)	17/30	2.84×10^{-3}
BH-184	3.0~4.0	붕적층(ML)	3/30	8.79×10^{-5}	BH-224	7.0~7.5	퇴적층(SM)	8/30	6.82×10^{-4}
BH-185-1	7.0~8.0	풍화토	50/18	3.56×10^{-4}	BH-226	5.0~6.0	퇴적층(ML)	1/30	2.92×10^{-5}
BH-186	1.0~2.0	붕적층(SM)	11/30	9.84×10^{-4}	BH-230	5.0~6.0	퇴적층(SM)	3/30	4.86×10^{-3}
BH-189-1	6.0~7.0	풍화토	50/22	3.84×10^{-4}	BH-235	6.0~7.0	퇴적층(CL)	3/30	1.78×10^{-5}

■ 깎기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-158	6.0~7.0	풍화암	50/10	4.68×10^{-5}	BH-166	9.0~10.0	풍화토	48/30	5.89×10^{-4}
BH-159	9.0~10.0	풍화암	50/10	5.75×10^{-5}	BH-170	1.0~2.0	풍화토	22/30	6.88×10^{-4}
BH-160	2.0~3.0	풍화토	40/30	5.29×10^{-4}	BH-198-2	1.0~2.0	풍화토	50/12	3.13×10^{-4}
BH-161	7.0~8.0	풍화토	50/27	3.57×10^{-4}	BH-216	10.0~11.0	풍화토	19/30	6.56×10^{-4}

【그림 5.6】 지반조사보고서 - 2

지반조사보고서

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

○ 깎기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%)		통과중량 백분율(%)				USCS
					LL	PI	No.4	No.10	No.200	0.002mm	
BH-158	3.0	풍화토	10.3	2,652	N,P	N,P	96.1	84.6	25.3	—	SM
BH-159	4.0	풍화토	16.8	2,659	N,P	N,P	95.2	87.1	19.2	—	SM
BH-160	2.0	풍화토	8.4	2,652	N,P	N,P	81.2	69.8	17.9	—	SM
BH-161	1.0	붕적층	20.7	2,674	N,P	N,P	99.8	97.7	52.0	9.9	ML
BH-166	9.0	풍화토	11.2	2,655	N,P	N,P	92.4	60.8	25.2	—	SM
BH-167	6.0	풍화토	14.1	2,659	N,P	N,P	87.9	47.7	24.5	—	SM
BH-170	6.0	풍화토	13.7	2,656	N,P	N,P	98.2	91.8	20.2	—	SM
BH-188	4.0	풍화토	17.0	2,658	N,P	N,P	94.8	87.2	26.5	—	SM
BH-198-2	1.0	풍화토	12.7	2,656	N,P	N,P	91.6	73.2	18.0	—	SM
BH-199	5.0	풍화토	13.0	2,658	N,P	N,P	99.6	88.2	21.9	—	SM
BH-202	2.0	붕적층	13.9	2,658	N,P	N,P	86.9	50.9	27.4	—	SM
BH-214	4.0	풍화토	18.5	2,663	N,P	N,P	97.7	84.9	25.7	—	SM
BH-216	10.0	풍화토	24.1	2,665	N,P	N,P	98.0	84.5	22.3	—	SM

■ 지층별 결과분석

구 분	함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%)		통과중량 백분율(%)		USCS
			LL	PI	No.4	No.200	
붕적층	13.9~20.7	2,658~2,674	N,P	N,P	86.9~99.8	27.4~52.0	SM, ML
풍화토	8.4~24.1	2,652~2,665	N,P	N,P	81.2~99.6	17.9~26.5	SM

분석결과

- 깎기구간의 토질은 SM, ML로 구성됨
- 함수비 : 8.4~24.1%, 비중 : 2,652~2,674, #200통과중량 백분율 : 17.9~52.0%

○ 쌓지구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%)		통과중량 백분율(%)				USCS
					LL	PI	No.4	No.10	No.200	0.002mm	
BH-148	4.0	퇴적층	31.3	2,683	33.5	12.0	—	100.0	85.4	13.7	CL
BH-149	2.0	퇴적층	31.2	2,685	34.2	21.8	100.0	99.9	67.0	13.3	CL

국토교통부

170

【그림 5.7】 지반조사보고서 - 3

5.2.3 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물은 정기안전점검 3회를 실시한 것으로 조사되었으며, 점검 및 진단 이력은 다음표와 같다.

【표 5.3】 점검 및 진단 이력

No.	점검일자	점검종류	점검기관	평가 등급	점검 결과
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	(주)명성엔지니어링	양호	보 강 토 용 벽 (설 문 2 육 교 STA.0+085~0+230)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
2	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	(주)명성엔지니어링	양호	보 강 토 용 벽 (설 문 2 육 교 STA.0+085~0+230)에 대한 주요 손상으로, 하부 세굴이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 용벽의 안정선에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
3	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	(주)명성엔지니어링	양호	- 하부 세굴이 조사됨

5.2.4 보수보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 5.4】 보수·보강 이력

구분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비고
-	-	-	-	-

5.2.5 내진설계적용 여부

본 과업대상 시설물은 2020년 11월 06일에 준공된 시설물로, 내진설계 적용, 내진성능평가 및 내진보강 유무는 미실시한 것으로 시설물관리대장에서 확인되었다.

5.2.6 기 실시 점검결과 분석

【표 5.5】 기 점검자료 분석 및 금회 점검방향

수집 자료	자료 분석 결과	성능평가 방향
점검 및 진단 이력	-22년 하반기 점검이 최초의 정밀안전점검이다.	◦옹벽 손상 발생여부 ◦변위(활동, 침하, 전도)의 발생여부 -지반, 기울기, 옹벽 형상 등 측량을 통한 조사 -간단한 현장시험(반발경도) 등을 실시 ◦금회 성능평가 자료를 활용하여, 차후 안정성 변화 여부에 대한 기준자료를 활용 가능한 외관조사망도 작성
상태평가	-22년 하반기 점검이 최초의 정밀안전점검이다.	-
보수·보강 이력	◦보수 보강 이력 없음	◦금회 성능평가 결과에 따라 적정한 보수·보강 방안 제시

5.3 현장조사 및 시험

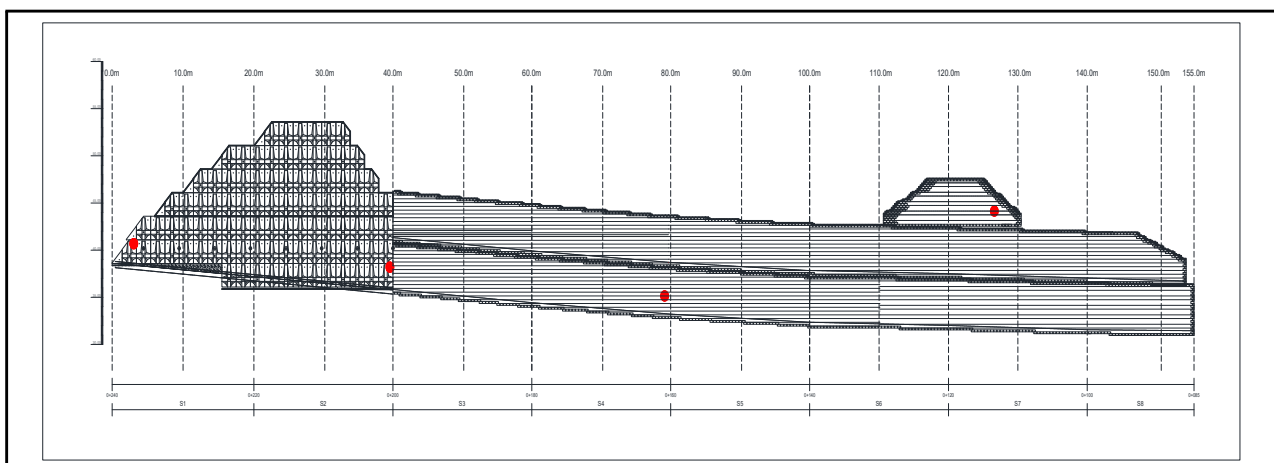
5.3.1 개요

본 시설물의 제원은 연장 155.0m, 최대 높이 17.5m(2단)로 시공된 보강토 용벽으로 현장조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(용벽편)』의 내용에 따라 20.0m 간격으로 총 8Span으로 나누어 측점을 분할하여 조사를 실시하였다.

금회 성능평가를 수행하기 위하여 다음 표와 같이 금회 실측치를 이용하여 측점분할, 외관조사 및 상태평가를 수행하였으며, 주요 손상에 대한 위치는 외관조사망도에 작성 및 손상사진에 SPAN으로 표기하여, 추후 점검 시 추적조사가 가능하도록 하였다.

【표 5.6】 용벽 조사 분할구간

SPAN	이정(m)	연장(m)	누적(m)	최고높이(m)	형식	비고
1	시점~20.0	20.0	20.0	13.8	패널식 보강토 용벽	2단
2	20.0~40.0	20.0	40.0	17.5	패널식 보강토 용벽	7단
3	40.0~60.0	20.0	60.0	9.9	블럭식 보강토 용벽	2단
4	60.0~80.0	20.0	80.0	9.9	블럭식 보강토 용벽	2단
5	80.0~100.0	20.0	100.0	10.2	블럭식 보강토 용벽	2단
6	100.0~120.0	20.0	120.0	14.9	블럭식 보강토 용벽	3단
7	120.0~140.0	20.0	140.0	15.3	블럭식 보강토 용벽	3단
8	140.0~155.0	15.0	155.0	10.1	블럭식 보강토 용벽	2단



【그림 5.8】 용벽 조사 분할구간

5.3.2 현황조사 체크리스트

【표 5.7】 일반현황

조사일자	2022년 11월 24일	조 사 자	손 기 영	
일 기	맑음	현황코드	-	
행정구역	경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4			
위 경 도	시점 : 37 ° 43 ’ 07 “N 126 ° 47 ’ 49 “E			
	종점 : 37 ° 43 ’ 11 “N 126 ° 47 ’ 42 “E			
도 로	거 리 표 : -			
	편도 1차선	도 로 폭 : 5.0m		
	교통량 : 1만대 미만			
옹벽현황	길 이 : 155.0m		높 이 : 17.5m	
	종 류 : 패널식 보강토 옹벽			
	도로와의 이격거리 : -			
	성토사면 구성물질 : 토사		성토사면 경사 : 1:1.0 이하	
	계단식 유무 : 7단			
옹 벽 시공현황	종 류	위 치		상 태
	패널식+블럭식 옹벽	전구간		상태양호
	기초부	전구간		부분불량
	성토사면	전구간		상태양호
붕괴이력	유 형	규 모		위 치
		보수 및 붕괴이력 없음		
기 타	-			

【표 5.8】 점검 현황표

■ 일반 현황			
· 옹벽의 규모 → 높이 : 17.5m, 연장 : 155.0m, 2종시설물 여부 (○)			
· 옹벽의 용도 : 서울문산고속도로 영구 토류벽			
· 옹벽의 위치 : 깎기 ■, 쌓기 □, 수변부 □			
점 검 항 목	점 검 결 과		세부 점검 사항
	○,×	내용(위치, 상태)	
■ 외 관 조 사			
· 높이 10m 이상 여부	○	변위발견(), 변위없음(○)	활동, 전도, 침하 등의 변위여부
· 파손 및 손상, 균열(블럭) 발생 여부	×	패널+블록	손상 발생여부
· 블럭(판넬)유실 여부	×		
· 배부름 발생 유무	×		
· 이격 및 단차 발생 여부	×		
· 전면벽체 누수 발생 여부	×	마름(), 젖음(), 흐름()	
· 소단 혹은 블럭에 목본류 식생 여부	×		
· 화재 발생시 보강재 손상가능성 여부	×		
· 우각부 여부	×		
· 옹벽 하부 상태(경사 / 평지)	경사 □ 평지 ■		
· 다단식 옹벽	×	7단	침하 등의 변위 여부
· 채움재 유실 여부	×		
· 계측 시행 여부	○		
■ 기초지반 조사			
· 전도, 활동, 발생 유무	×		
· 침하, 세굴 발생 유무	○	세굴발생	손상 진전여부
· 하부 기초지반 특성	견고(), 연약(○), 사질토()		
■ 주변시설 조사			
· 주변배수시설(배수로, 측구)의 존재 유무	×		
· 주변배수시설의 관리상태	양호(), 보통(), 불량()		
· 도로용기 발생 여부(도로시설)	×		
· 상부 사면 존재시 낙석의 유무	×		
· 상부 배수관 등 배면 시설물 존재 여부	×		
· 상부 지반침하의 발생 여부	×		
· 상재하중 여부	×		
■ 긴급상황대비			
· 수방자재 가용 여부	×		
· 주민 대피시설 확보 여부	×		

5.3.3 외관조사 결과



【그림 5.9】 외관조사 전경

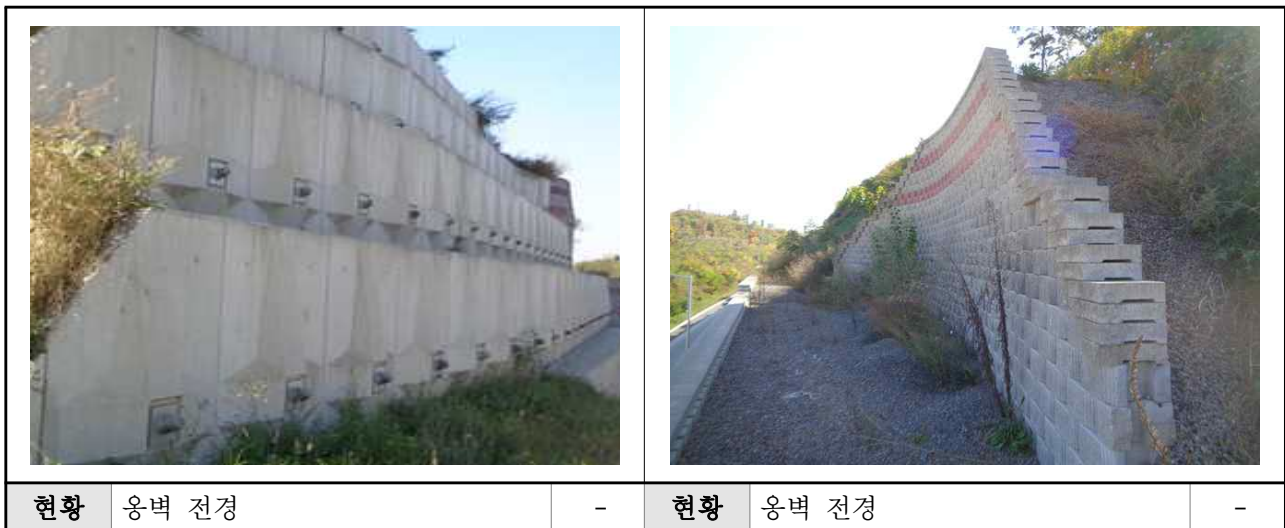
【표 5.9】 외관조사 결과요약

구분		현장조사 결과	비고
옹벽	지반, 기초부	• 옹벽 기초는 지반에 매립되어 있어 육안점검이 불가능한 상태이며, 기초 상부 지반의 점검결과, 지반의 침하, 활동 등의 손상 및 변위는 없는 양호한 상태임, 국부적인 세굴이 조사됨	
	전면부	• 옹벽은 패널식+블록식 7단으로 구성되어 있으며, 전면부의 상태는 전반적으로 양호한 상태임 • 금회 계측결과를 전차와 비교 시 옹벽의 활동, 전도, 침하 등의 변위는 없는 것으로 판단됨	
기타	배수시설	• 배수시설 없음	
	상부 성토사면	• 옹벽 상부 성토사면은 전반적으로 양호한 상태로 유지관리되고 있음	
	하부지반	• 옹벽 하부는 고속도로 Ramp로 아스콘+콘크리트 포장인 시공된 상태로 손상이 없는 양호한 상태로 조사됨	

가. 옹벽 전면부

1) 개요

- 대상 시설물은 2020년에 준공된 패널식+블럭식 보강토 옹벽(7단)으로서 총연장 155.0m, 높이 17.5m의 2중 시설물이다.
- 옹벽 전면부는 Ramp가 위치하고 있으며, 상부는 사면이 위치하고 있다.



【사진 5.2】 대상옹벽 전경

2) 점검결과

옹벽 전면부에 대한 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

나. 지반 및 기초부

1) 개요

- 옹벽 기초는 지반에 매립되어 있어 육안점검이 불가능한 상태이며, 기초상부 지반의 경우 비포장 상태로 침하, 유실 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다.



【사진 5.3】 지반 및 기초부 현황

2) 점검결과

외관조사 결과, 지반의 침하, 활동 등의 손상 및 변위는 없는 양호한 상태로 조사되었고, 국부적인 세굴이 확인되었다.



【사진 5.4】 옹벽 전면부 주요 손상 및 현황

다. 옹벽 상부

1) 개요

- 옹벽 상부는 성토사면이 위치하고 있다.



【사진 5.5】 옹벽 상단부 현황

2) 점검결과

옹벽 상부 점검결과, 옹벽의 침하, 활동, 전도 등 변위 발생으로 인한 손상징후는 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

라. 배수시설

1) 개요

- 옹벽 배수시설은 없는 것으로 확인 되었다.

-		-	
현황	배수시설 현황	-	현황 배수시설 현황

【사진 5.6】 배수시설 현황

2) 점검결과

배수시설은 없는 것으로 확인 되었다.

5.3.4 기 점검과 조사결과 비교

【표 5.10】 기 점검과의 물량비교

부재	손상내용	단 위	-		금차 성능평가 (2022년)		손상물량 비		비고
			개소	물량	개소	물량			
지반/기초부	세굴	m ²	-	-	1	0.06	↑	2.10	신규손상
옹벽 전면부	블록 균열	m	-	-	-	-	-	-	-
	블록 박리	m ²	-	-	-	-	-	-	-
	배면 토사유실	m	-	-	-	-	-	-	-
배수시설	해당없음	-	-	-	-	-	-	-	-
옹벽 상부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-	-
◦금회 최초정밀안전점검 및 성능평가임 ◦기초부 세굴이 신규 조사됨 ◦손상의 급격한 증감이나 구조적 안전성을 저해할만한 손상은 발생하지 않은 것으로 조사됨									

5.3.5 현장시험

가. 개 요

본 과업의 시험 및 측정은 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-옹벽편(2021.12)”에 의거 기본과업 항목을 수행하였다.

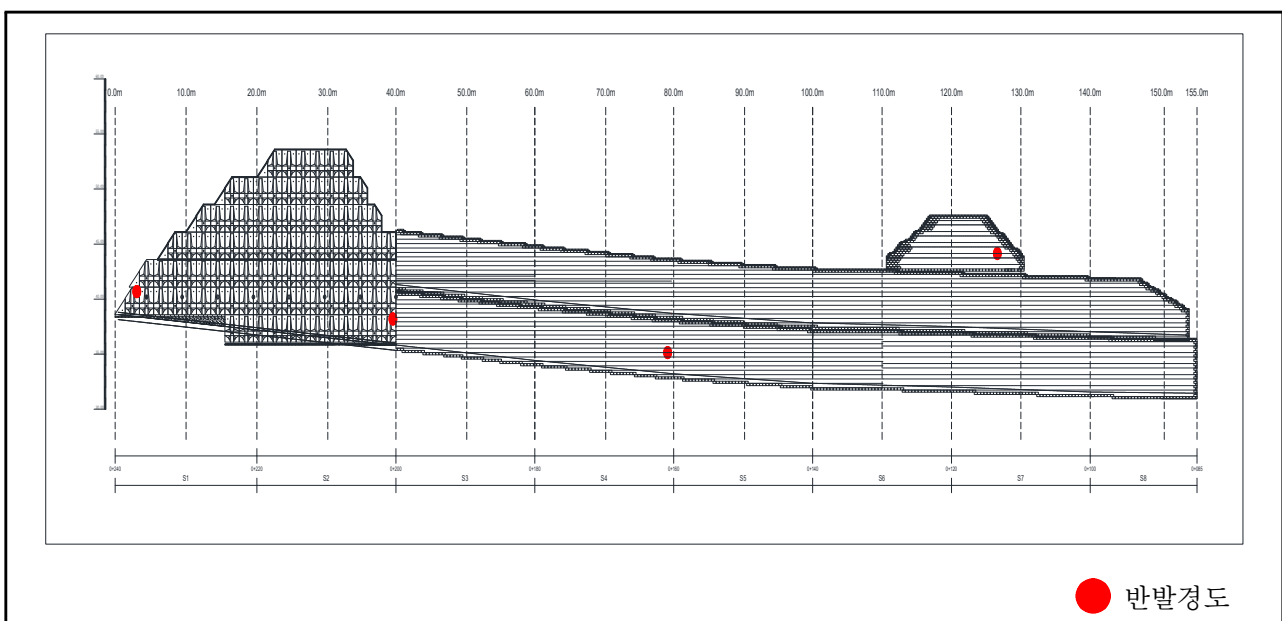
나. 재료시험 항목 및 수량

【표 5.11】 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준수량	실시수량
측점분할	•신축이음부 또는 20m 간격	8개소
측 량	•옹벽의 선형 및 수준측량	-
반발경도 시험	•총수량 = (총연장 ÷ 50m)개소	4개소
탄산화 깊이	<총 연장> ◦ 100m 미만: 2개소 ◦ 100m 이상: 최소 2개소 + 100m 당 1개소 추가	-
염화물침투량		-

◦ 보강토 옹벽의 전면판에 철근이 포함되지 않은 경우, 탄산화 깊이, 염화물 침투량에 대한 재료시험 제외

다. 현장시험 위치도



【그림 5.10】 재료시험 위치도

라. 반발경도 시험

콘크리트 강도시험은 Schmidt Hammer를 이용하여 콘크리트 표면의 반발경도를 측정, 비파괴 강도 추정식으로 분석하였으며, 분석결과는 다음과 같다.

【표 5.12】 반발경도 시험에 의한 비파괴 강도 분석결과

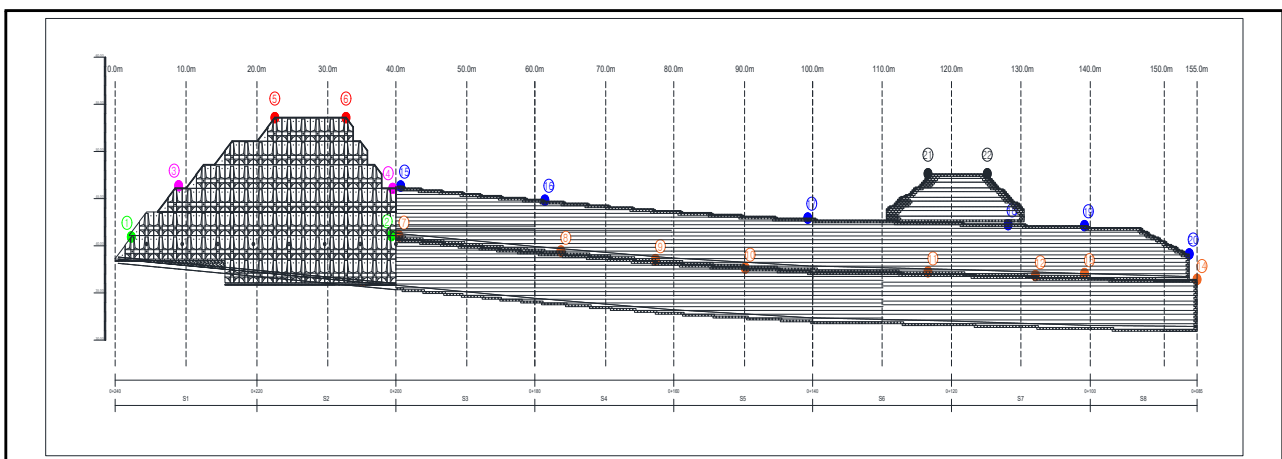
측정위치		반발경도 (Ro)	재령 계수 (α)	Fc : 추정강도(MPa)					비고
				재료학회	건축학회	설계 강도	강도비(%)		
							재료학회	건축학회	
패널	S1	49.9	0.67	30.4	30.5	30.0	101.3	101.6	건전부
	S2	50.0	0.67	30.5	30.5		101.6	101.8	건전부
블록	S4	48.2	0.67	28.9	29.6	28.0	103.3	105.9	건전부
	S7	47.6	0.67	28.4	29.4		101.4	104.8	건전부
설계강도와 비교				- 추정강도 : 28.4~29.6MPa(블록), 30.4~30.5MPa(패널) - 설계강도 : 28.0MPa(블록), 30.0MPa(패널) ▷ 강도비(추정강도/설계강도) : 101.3~105.9%					
▷ 반발경도 시험에 의한 콘크리트강도 측정결과, 설계기준강도 대비 100% 이상을 유지하고 있는 것으로 확인되었으며, 공용년수 증가에 따른 콘크리트 강도의 저하는 없는 것으로 판단됨.									

마. 측점분할 및 현황측량

옹벽의 측점분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업이며, 진행방향으로 위치를 표시하는 작업이다. 옹벽의 측점분할은 바탕으로 옹벽 시점부터 시작하여 20m 내외 간격으로 분할하여 종점에서 끝나며, 분할에 따른 오차를 최소화하고, 단면변화구간이나 굴곡구간 등 현장에서 직접 확인 가능한 위치는 현장답사, 사전조사 시 미리 확인하여 측점분할을 실시하였으며, 상태평가 시 평가단위로 활용하였다.

【표 5.13】 옹벽 조사 분할구간

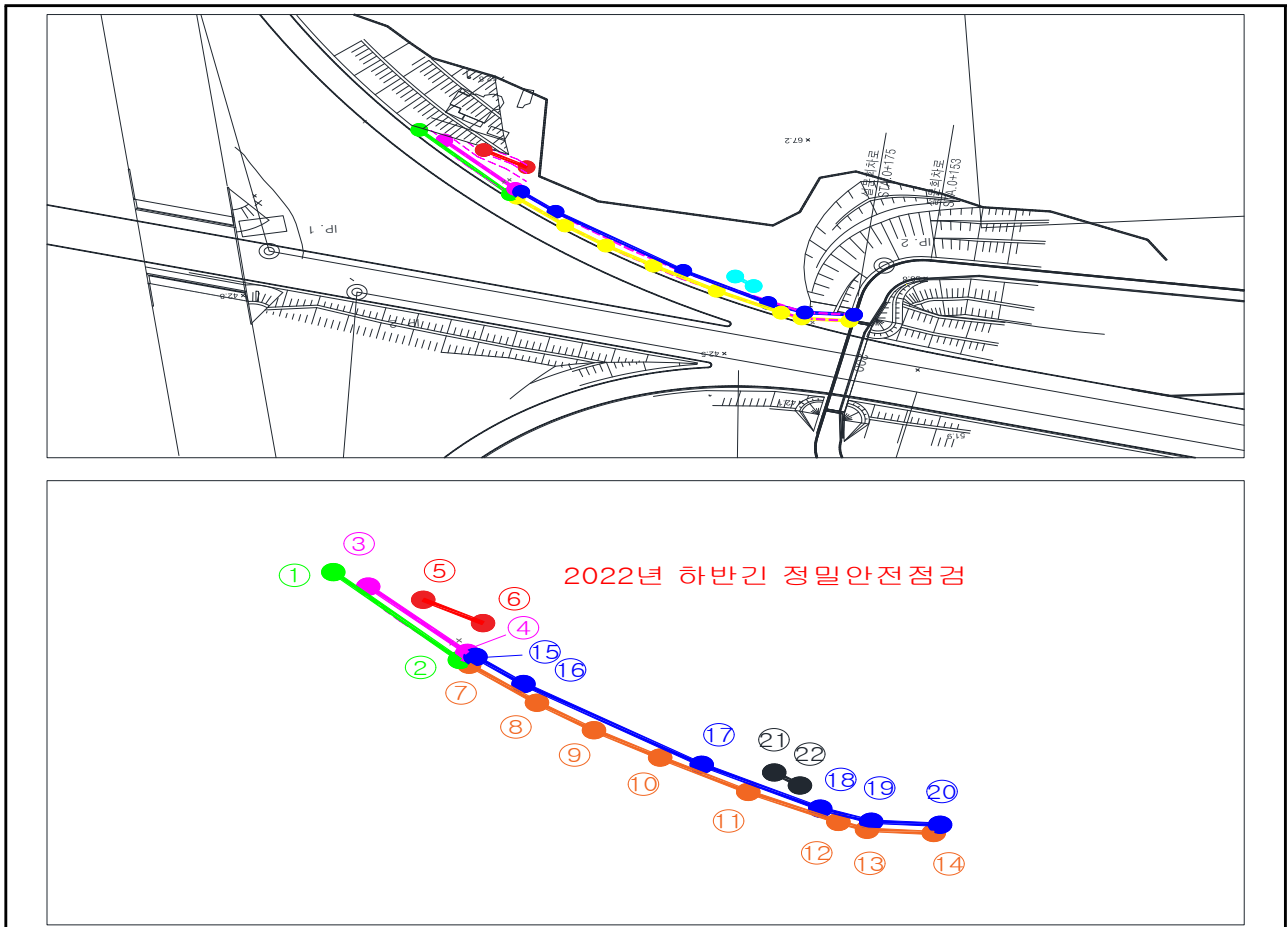
SPAN	이정(m)	연장(m)	누적(m)	최고높이(m)	형식	비고
1	시점~20.0	20.0	20.0	13.8	패널식 보강토 옹벽	2단
2	20.0~40.0	20.0	40.0	17.5	패널식 보강토 옹벽	7단
3	40.0~60.0	20.0	60.0	9.9	블럭식 보강토 옹벽	2단
4	60.0~80.0	20.0	80.0	9.9	블럭식 보강토 옹벽	2단
5	80.0~100.0	20.0	100.0	10.2	블럭식 보강토 옹벽	2단
6	100.0~120.0	20.0	120.0	14.9	블럭식 보강토 옹벽	3단
7	120.0~140.0	20.0	140.0	15.3	블럭식 보강토 옹벽	3단
8	140.0~155.0	15.0	155.0	10.1	블럭식 보강토 옹벽	2단



【그림 5.11】 측점분할 현황

바. 계획선형 및 기울기 측량

옹벽의 계획선형은 대상 시설물의 정확한 단면 및 시공상태, 손상(결함)의 정도 및 진행성 여부를 판단하고, 기울기는 시설물의 진행성 변형 및 변위, 단차 등의 결함 발생여부 평가하기 위하여 광파기를 이용한 측량을 실시하였으며, 그 결과는 아래와 같다.



【그림 5.12】 계획선형 측량 현황

【표 5.14】 계획선형 측정 결과

No			금회 (2022년) 계획선형 좌표값		비고
			X	Y	
패널	2단	1	-59.983	63.154	초기치
		2	-33.085	37.794	
	4단	3	-52.560	58.983	
		4	-31.488	39.858	
	7단	5	-40.864	55.179	
		6	-28.145	48.431	
블록	1단	7	-31.078	36.413	
		8	-16.676	25.439	
		9	-4.555	17.510	
		10	9.510	9.604	
		11	28.251	-0.300	
		12	47.413	-8.971	
		13	53.505	-11.235	
		14	67.691	-12.165	
	2단	15	-29.744	38.687	
		16	-19.543	30.835	
		17	18.348	7.534	
		18	43.557	-5.133	
		19	54.403	-8.900	
		20	69.038	-9.783	
	3단	21	33.772	5.306	
		22	39.244	1.542	
평가결과			◦ 계획선형은 초기점검자료의 좌표 미기입으로 정확한 선형비교는 불가하고, 금회 점검 시 측량한 계측치를 초기값으로 하여 추후 점검 시 변위 발생 여부를 파악하는 것이 필요한 것으로 판단됨		

【표 5.15】 기울기 측정 결과

구 분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	3	0.00	0.01	-	-	0.00	-0.01	a	배면
2	39	0.00	0.01	-	-	0.00	-0.01	a	배면
3	41	-12.3	2.51	-	-	-12.3	-2.51	b	배면
4	64	-4.0	0.82	-16.0	3.08	12.0	2.26	b	전면
5	90	-12.9	2.43	-10.0	2.00	-2.9	-0.43	a	배면
6	117	-13.6	2.62	-12.0	2.40	-1.6	-0.22	a	배면
7	133	-15.0	2.94	-12.0	2.40	-3.0	-0.54	a	배면
8	155	-7.3	1.40	-8.0	1.57	0.7	0.17	a	전면

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



【사진 5.7】 현황측량 전경

5.4 안전성능평가

5.4.1 개요

시설물의 안전성능 평가는 “상태안전성능 평가”와 “구조안전성능 평가”로 구분되며, 그 결과를 비교하여 최저 등급을 안전성능 등급으로 결정한다.

5.4.2 상태안전성능 평가

본 오백의 연장은 155.0m로 측점분할은 총 8개 구간으로 분할하였으며, 현장조사 및 유지관리 자료를 이용하여 성능평가를 시행하기로 한다.

【표 5.16】 상태안전성능 평가결과

SPAN NO.	침하	계 획 선형 오차	활 동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유 실	이 격	세 굴	주변영향인자				결 합 점수 합계	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	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.04	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	a
									상태안전성능평가 결과					A	

※ 결함지수 산정 : 결함점수 합계 / 결함지수(F)

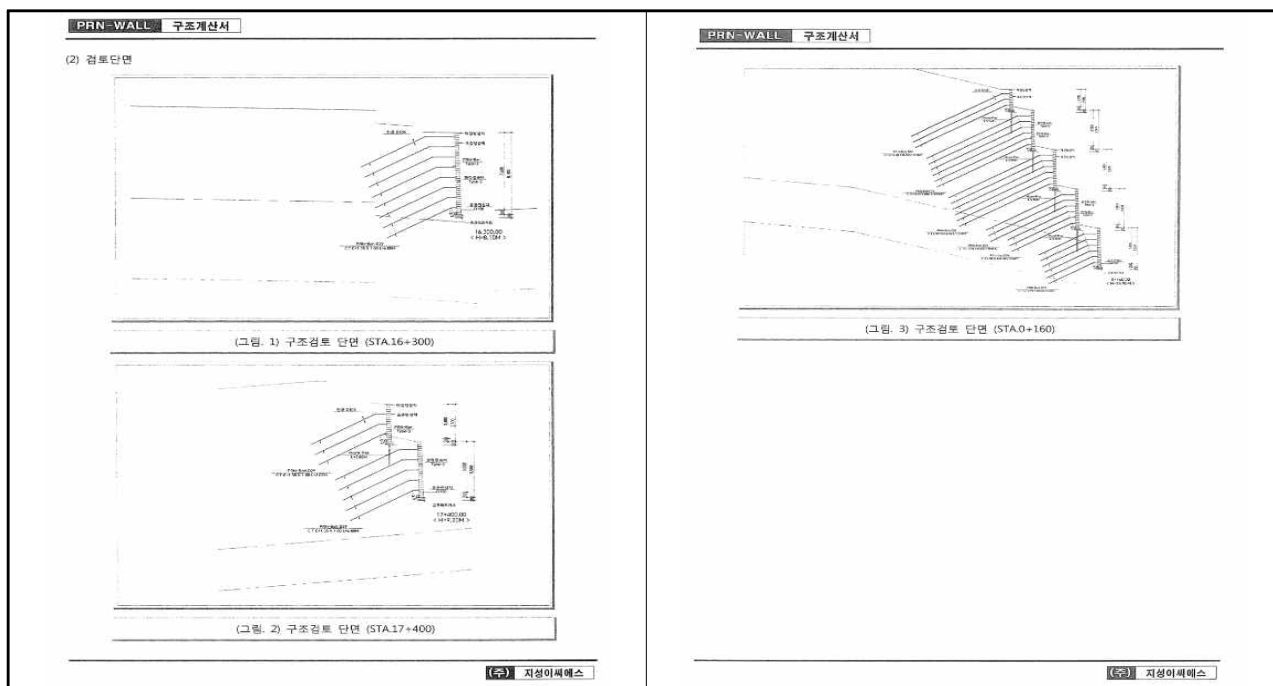
※ 결함지수(F) : 52 를 적용함.

※ 공중이 이용하는 부위의 경우 추락방지시설, 도로부 신축이음, 환기구 등의 덮개는 미시공된 상태이며, 상부 도로포장의 경우 포장상태가 최상의 문제가 없는 상태인 ‘a’ 로 확인되었다.

5.4.3 구조안전성능 평가

구조안전성능평가를 위해 설계 당시와 현재의 설계기준의 변경, 공용 중 성능개선(보강) 등을 통한 구조계의 변경유무 등을 검토하였다. 현장외관조사와 비파괴시험결과를 토대로 비교 검토한 결과 대체로 일치하는 것으로 평가되어 실측치와 준공도서를 활용하여 구조안전성능평가를 수행하였다.

가. 점토단면도



나. 기존 구조계산서 검토 결과

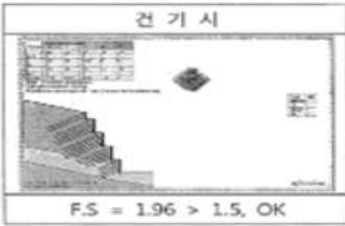
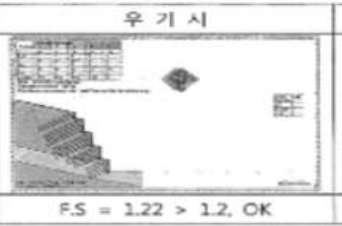
1) 적용설계정수

토 층	단위중량 (kN/m^3)	점착력 (kN/m^2)	내부마찰각 ($^\circ$)	비 고
풍화토	19.0	19.0	29.0	
풍화암	21.0	30.0	32.0	
연암	24.0	800.0	33.0	
뒤채움골재	20.0	0.0	33.0	
블럭벽체	24.0	0.0	39.0	

2) 내적·외적 안전성 검토

구분	벽체높이 (m)	안전율(F.S)				
		내 적 안 전 성		-		
		인장(≥ 1.0)	인발(≥ 2.0)	-	-	-
도로부	8.1	1.32	2.80	-	-	-

3) 전체 안전성

STA.0+160									
(4) STA. 0+160 검토결과									
건 기 시			우 기 시			지 진 시			
									
F.S = 1.96 > 1.5, OK			F.S = 1.22 > 1.2, OK			F.S = 1.12 > 1.1, OK			

구분	건기시			우기시			지진시			비고
	안전율	기준	판정	안전율	기준	판정	안전율	기준	판정	
STA.0+160	1.96	1.5	O.K	1.22	1.2	O.K	1.12	1.1	O.K	

다. 검토결과

【표 5.17】 안전성 검토 결과

평가항목 구분	안전율	평가기준	평가결과	비 고
인장 파단	1.32	1.0이상	a	평상시 안전율 적용
인발 파괴	2.80	2.0이상	a	평상시 안전율 적용
전체 안전성(건기시)	1.96	1.5이상	a	-
전체 안전성(우기시)	1.22	1.2이상	a	-
전체 안전성(지진시)	1.12	1.1이상	a	-
안전성 검토 결과	°안전성 검토 결과 = A			

라. 보강토 옹벽의 구조안전성능 평가 결과

【표 5.18】 보강토 옹벽의 구조안전성능 평가 결과

구조안전성능 평가 결과 산정표				
시설물명		보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)		
평가항목구분		안전율	평가결과	비 고
내적안정	인장파단	1.32	a	평상시 안전율 적용
	인발파괴	2.80	a	평상시 안전율 적용
전체 안전성	건기시	1.96	a	-
	우기시	1.22	a	-
	지진시	1.12	a	-
구조안전성능 평가 결과		· 구조안전성능 평가 등급 = a · 구조안전성능 평가 결함지수 = 0.14		

5.4.4 안전성능 평가 결과

구조안전성능 평가시 안정해석을 실시할 경우 과업구간 설계도서, 준공도서 및 초기점검보고서 등을 활용하여 응벽 안정성 평가 결과에 대한 검토를 실시하였다.

안전성능평가는 상태안전성능평가 결과와 구조안전성능평가 결과 중 낮은 등급인 A 등급을 안전성능평가 등급으로 결정하였다.

【표 5.19】 안전성능평가 결과표

안전성능 평가 결과 산정표				
시설물 명	보강토응벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)		표번호	【표 5.19】
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태안전성능	0.00	A	근거표번호	【표 5.16】
구조안전성능	0.14	A	근거표번호	【표 5.18】
안전성능평가 결과	· 안전성능평가 등급 = A · 안전성능평가 지수 = 0.14			

【표 5.20】 안전성능 평가결과에 따른 시설물 상태 정의

안전등급	평가지수	시설물의 상태
A (우수)	$0.00 \leq P < 0.15$	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	$0.15 \leq P < 0.30$	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	$0.30 \leq P < 0.55$	광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	$0.55 \leq P < 0.75$	성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	$0.75 \leq P$	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

5.5 내구성능평가

5.5.1 개요

옹벽의 내구성능 평가는 콘크리트 내구성능 평가 및 강재 내구성능 평가로 구성되며, 본 보강토 옹벽의 경우 콘크리트내구성능 평가를 실시하여 내구성능등급을 산정하였다.

【표 5.21】 대상 옹벽 개요

옹벽형식	보강토 옹벽
지 역	경기도 고양시
공용연수	2년
연장	155.0m
지면노출높이	H=17.5m

5.5.2 열화환경 평가

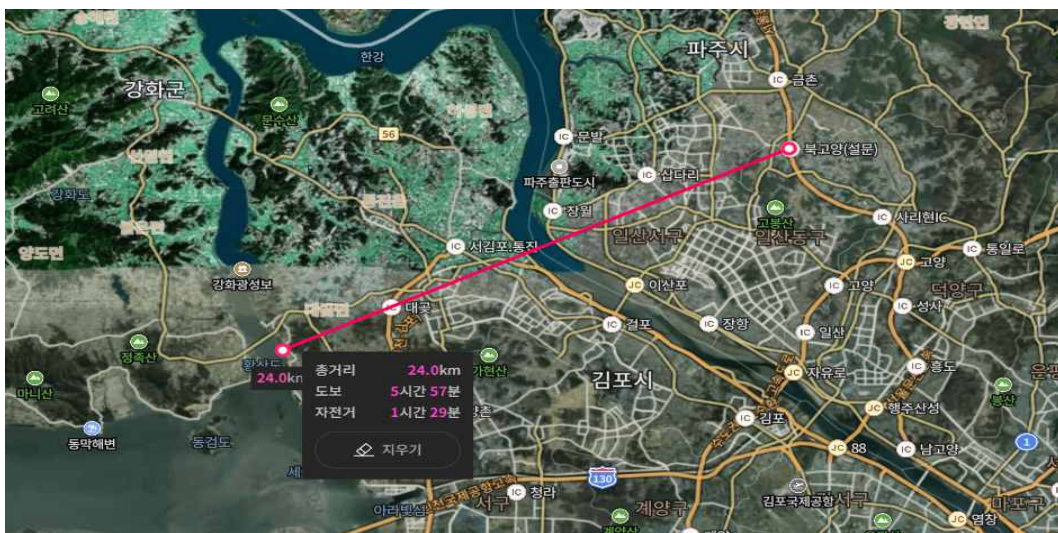
가. 염해환경

1) 해안거리

보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)의 이격거리는 서해안으로부터 24.0km 거리에 위치하며, 해안 거리에 따른 비래염분 염해환경은 “A”로 평가되었다.

【표 5.22】 해안 이격거리

구조물명	주 소	해안까지의 최단거리 (직선거리)(km)	평가기준
보강토옹벽 (설문2육교,STA.0+085~0+230)	경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4	24.0	서해안 1,000m 초과



2) 강설일수

본 용역의 가장 가까운 관측소는 파주시이나, 파주시 관측소의 최심신적설에 대한 자료가 없으므로, 서울특별시 관측소의 자료를 활용하였으며, 강설일수는 최심신적설(하루동안 내린 눈이 최대로 깊었던 적설량)이 발생한 일수의 최근 10년간 평균값으로 취하므로 평균 강설일수는 12.5일($7 \leq \text{강설일수} < 14$)로 제설제 염해환경은 “B”로 평가되었다.

【표 5.23】 강설일수 및 최심신적설량

연번	동절기 년도	기간	최심신적설(cm)	강설일수(일)	비 고
1	2012년	2012.11.01.~2013.03.31	0.0~9.0	21	
2	2013년	2013.11.01.~2014.03.31	0.0~5.8	14	
3	2014년	2014.11.01.~2015.03.31	0.0~5.1	11	
4	2015년	2015.11.01.~2016.03.31	0.0~6.5	10	
5	2016년	2016.11.01.~2017.03.31	0.0~6.6	10	
6	2017년	2017.11.01.~2018.03.31	0.1~5.1	17	
7	2018년	2018.11.01.~2019.03.31	0.0~8.8	8	
8	2019년	2019.11.01.~2020.03.31	0.0~3.9	6	
9	2020년	2020.11.01.~2021.03.31	0.0~5.0	16	
10	2021년	2021.11.01.~2022.03.31	0.1~4.4	12	
평균	-	-	-	12.5	

(주1) 강설일수는 최근 10년간 최심신적설이 발생한 일수의 연간 평균값

(주2) 참고 : 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)

나. 동해환경

보강토옹벽(설문2육교, STA.0+085~0+230) 옹벽은 도로옹벽으로서 하천옹벽은 아니므로 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 시설물이다.

최근 10년간(2012~2021년) 기상청에서 제공하는 관측 데이터를 분석한 결과, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우 연평균 9.9회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 연평균 49.8회로서 동결염해 환경은 “B” 등급으로 평가되었다.

【표 5.24】 동해환경 평가 결과

연번	동절기 년도	기간	지속적 접촉하지 않는 부재	지속적 접촉하는 부재
1	2012년	2012.11.01.~2013.03.31	10	38
2	2013년	2013.11.01.~2014.03.31	10	45
3	2014년	2014.11.01.~2015.03.31	11	56
4	2015년	2015.11.01.~2016.03.31	11	56
5	2016년	2016.11.01.~2017.03.31	10	62
6	2017년	2017.11.01.~2018.03.31	10	48
7	2018년	2018.11.01.~2019.03.31	6	53
8	2019년	2019.11.01.~2020.03.31	9	49
9	2020년	2020.11.01.~2021.03.31	10	36
10	2021년	2021.11.01.~2022.03.31	12	55
{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} & {강수량 > 0} 인 연평균 일수			{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} 인 연평균 일수	최종 등급
9.9			49.8	B

- (주1) 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재의 경우 X값
 { 일 최저기온 < -2.2℃ } & { 일 최고기온 > 0℃ } & { 강수량 > 0 } 인 연평균 일수
- (주2) 수분과 지속적으로 접촉하는 부재의 경우 X값
 { 일 최저기온 < -2.2℃ } & { 일 최고기온 > 0℃ } 인 연평균 일수
- (주3) 지난 10년간 동절기 기상청 데이터 기준
 - 동절기 기간 : 11월 1일 ~ 3월 31일
- (주4) 참고 : 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)

5.5.3 열화진전평가

가. 염화물 침투량

보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230) 옹벽은 전면판에 철근이 포함되어 있지 않아 염화물 침투량에 대한 재료시험은 제외하였다.

나. 탄산화 깊이

보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230) 옹벽은 전면판에 철근이 포함되어 있지 않아 탄산화 깊이에 대한 재료시험은 제외하였다.

다. 피복 콘크리트 품질

보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)의 피복 콘크리트 품질 측정은 8개소에서 측정하였으며, 피복(표면부) 콘크리트 품질에 따른 평가 및 설계값 대비 상대적 비교에 따른 평가에 따라 평가등급은 “a” 로 판정되었다.

【표 5.25】 피복 콘크리트 품질 평가 결과

열화진전 평가 항목	시설물	세부 부재명	설계값 대비 강도추정 값(%)	비건전부/ 건전부 비율(%)	개별평가등급		평가 등급
피복 콘크리트 품질	보강토 옹벽	S1	101.3	-	a(0.08)	-	a
		S2	101.6	-	a(0.08)	-	
		S4	103.3	-	a(0.08)	-	
		S7	101.4	-	a(0.08)	-	
		평균값			a(0.08)	-	

(주1) 피복(표면부) 콘크리트 품질에 따른 평가기준 : 강도 추정값이 설계값 대비 100% 이상(a)

(주2) 건전부/비건전부의 상대적 비교에 따른 평가기준 : 반발경도값이 건전부 대비 95% 이상(a)

5.5.4 콘크리트 내구성능 평가

열화진전평가는 염화물 침투량 및 탄산화 깊이는 전면판에 철근이 포함되어 있지 않아 재료를 시험을 실시하지 않았으며, 피복콘크리트의 품질 “a” 로 평가되어 내구성능평가 최종 등급은 “a” 등급으로 산정되었다.

열화환경평가는 해당 환경지표를 독립적으로 평가하여 도출하였으며, 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 “A”, 제설제 염해환경 “B”, 동해환경 “B” 로 평가되었다.

열화환경평가 결과는 종합 내구성 등급에 반영하지 않고 대상 구조물의 유지관리에 활용한다.

가. 콘크리트 내구성능 평가

【표 5.26】 용벽의 콘크리트 내구성능 평가

대상 시설물	항목별 평가결과			
	염화물 침투량	탄산화 깊이	피복콘크리트 품질	평가등급
보강토옹벽 (설문2육교,STA.0+085~0+230)	-	-	a	a (0.08)
	최저등급제			

나. 열화환경지표의 평가 결과

【표 5.27】 열화환경지표의 평가

열화환경지표	평가등급
비래염분 염해환경	A
제설제 염해환경	B
동해환경	B

5.5.5 내구성능 평가결과

본 보강토옹벽은 콘크리트 내구성능평가만 실시하였고, 그 결과를 내구성능 평가로 갈음한다.

【표 5.28】 보강토옹벽의 종합 내구성능 평가결과 및 시설물 상태 정의

내구성능 평가결과 산정표			
평가항목구분	시설물명 보강토옹벽(설문2육교,STA.0+231~0+680)	표번호	비 고
콘크리트 내구성평가	a (0.08)	【표 5.26】	
강재 내구성평가	-	-	
내구성능 평가결과	◦ 내구성능 평가결과 : 0.08 ◦ 내구성능 등급 : a등급		

안전등급	평가지수	시설물의 상태
A (우수)	$0.00 \leq P < 0.15$	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	$0.15 \leq P < 0.30$	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	$0.30 \leq P < 0.55$	광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	$0.55 \leq P < 0.75$	성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	$0.75 \leq P$	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

5.6 종합평가

5.6.1 종합평가 결과

본 점검에서 수행한 시설물평가는 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 성능평가편 (국토교통부/국토안전관리원, 2021. 12.)“에 준하여 실시하였으며 안전성능평가와 내구성능평가를 통하여 종합평가를 실시하였다.

【표 5.29】 종합평가 결과산정표

종합평가 결과산정표				
시설물명	보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)			
평가구분	성능평가지수(p_n)	평가결과	성능간가중치(W_n)	근거표번호
안전성능 평가	0.14	a	0.80	【표 5.19】
내구성능 평가	0.08	a	0.20	【표 5.28】
종합평가 결과	•옹벽의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능 평가지수}(p_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.14 \times 0.80 + 0.08 \times 0.20 = 0.128$ •옹벽의 종합평가 지수 : 0.128 •옹벽의 종합평가 결과 : A			

5.6.2 종합성능등급 지정

본 점검에서 수행한 상태평가 등을 종합적으로 평가하여 안전등급을 “A” 등급으로 지정하였다.

【표 5.30】 종합평가등급 산정기준

안전등급	평가지수	시설물의 상태
A (우수)	$0.00 \leq P < 0.15$	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	$0.15 \leq P < 0.30$	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	$0.30 \leq P < 0.55$	광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	$0.55 \leq P < 0.75$	성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	$0.75 \leq P$	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위협이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

5.7 시설물의 유지관리 전략 제언

5.7.1 시설물의 성능목표 설정

응벽의 성능목표 설정 시 고려되어야 할 사항인 동해환경, 강설일수, 지진구역계수, 공용연수에 대해 다음과 같이 정리하였다.

【표 5.31】 사용성 및 기능성 등급 선정

구분	항목	내용	평가등급	
			모든 조건 해당	나머지
도로교량	일교통량1)	구간당 일반국도: 10,000대 이상	상B	하B
		구간당 고속국도: 20,000대 이상		
	중차량 통행량	차선당 일반국도: 1,000대 이상		
		차선당 고속국도: 2,000대 이상		
대상교량의 차단 시 우회거리		5km 이상		
도로터널	일교통량	일반국도: 10,000대 이상	상B	하B
		고속국도: 20,000대 이상		
	대상교량의 차단 시 우회거리			
응벽	-	-	B	
절토사면	-	-	B	

【표 5.32】 주변환경 성능목표 등급 선정

구분		내용	평가등급
동해환경	지속적인 수분접촉	$50 \leq X$	A
		$3 \leq X < 50$	B
		$X < 3$	C
	지속적인 수분접촉 없음	$50 \leq X$	B
		$3 \leq X < 50$	C
		$X < 3$	D
강설일수	$14 \leq Z$		A
	$7 \leq Z < 14$		B
	$Z < 7$		C

【표 5.33】 지진구역계수 성능목표 등급 선정

지진구역	내용		평가등급
I	시	서울특별시, 부산광역시, 인천광역시, 대구광역시, 대전광역시, 광주광역시, 울산광역시, 세종특별자치시	A
	도	경기도, 강원도 남부1), 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도	
II	도	강원도 북부2), 제주도	B

주1) 강릉시, 동해시, 삼척시, 원주시, 태백시, 영월군, 정선군

주2) 속초시, 춘천시, 고성군, 양구군, 양양군, 인제군, 철원군, 평창군, 화천군, 홍천군, 횡성군

【표 5.34】 공용연수 성능목표 등급 선정

공용연수(년)	평가등급
40년 이상	A
30년 이상 ~ 40년 미만	B
20년 이상 ~ 30년 미만	C
10년 이상 ~ 20년 미만	D
10년 미만	E

5.7.2 시설물의 성능목표 산정

【표 5.35】 등급별 대표점수 및 평가지표별 가중치

구분		A	B		C	D	E
			상B	하B			
용벽	점수	0.08	0.23		0.43	0.65	0.88
			0.18	0.27			
	범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.23$	$0.23 \leq X < 0.3$	$0.3 \leq X < 0.55$	$0.55 \leq X < 0.75$	$0.75 \leq X$

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경			지진 구역계수 (5)	공용 연수 (6)
		동해환경 (2)	해안 이격거리 (3)	강설일수 (4)		
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표 = (1)×0.8 + [(2)+(3)+(4)}{3}×0.1 + (5)×0.08 + (6)×0.02						

- * 성능목표 선정 시 제외되는 지표가 있는 경우 원 가중치의 비율을 고려하여 가중치의 합이 1이 되도록 가중치를 조정할 수 있다.
- * 주변 환경은 조사된 동해환경, 해안이격거리, 강설일수 성능목표의 평균값을 적용한다. 만약 성능목표 선정 시 제외되는 지표가 있는 경우 해당 지표를 제외한 나머지 지표의 평균값을 적용한다.

【표 5.36】 성능목표 등급 산정

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경			지진 구역계수 (5)	공용 연수 (6)
		동해환경 (2)	해안 이격거리(3)	강설일수 (4)		
평가등급	B	C	-	B	A	E
평가점수	0.23	0.43	-	0.23	0.08	0.88
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표	= 0.23×0.8 + [{0.43+0.23}/2]×0.1 + 0.08×0.08 + 0.88×0.02 = 0.241(B)					

보강토옹벽의 성능목표는 B로 산정되었다.

5.7.3 시설물의 성능목표 및 성능평가 실시결과

대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 합리적인 시설물의 성능목표를 다음과 같이 설정하였다.

성능목표 등급 : B등급 (결함도 범위 : $0.15 \leq X < 0.30$)

【표 5.37】 성능평가 실시결과

시설물명	종합성능 지수	종합성능 등급	평가
보강토옹벽(설문2육교, STA.0+085~0+230)	0.128	A	성능목표 등급 확보

금회 실시한 성능평가등급은 “A” 로, 성능목표 등급을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

5.7.4 보수·보강 우선순위 선정

가. 보수·보강방안 및 개략공사비

【표 5.38】 보수·보강방안

구분	손상내용	단 위	손상 수량	보수 물량	보수·보강 방안	비고
지반/기초부	세굴	m ²	0.06	0.09	채움	-
옹벽 전면부	상태양호	-	-	-	-	-
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-
옹벽 상부	상태양호	-	-	-	-	-

【표 5.39】 개략공사비 산출

구분	공종	수량	단위	단가(원)	금액(원)	우선순위
기초부	채움	0.09	m ²	-	-	하자
소계(직접공사비)					-	
총공사비(직접공사비×1.5)					-	

나. 우선순위지수 산정

현장조사결과 및 종합성능 평가결과에 기초하여 보수비용 효과대비 성능목표를 유지 또는 상회할 수 있는 유지관리 전략을 제시하기 위하여 각 보수방안에 의한 우선순위지수 및 부재별 우선순위지수를 산정하여야 하나, 본 보강토옹벽은 하자기간 내의 시설물로 산정을 제외하였다.

【표 5.40】 우선순위지수 산정

구 분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	요소별 가중치		성능별(EI)		합계 (EI)	우선순위 지수(PD) EI/Cost	순 위
					안전성능 (E1)(%)	내구성능 (E2)(%)	안전성능 (E1×P1)	내구성능 (E2×P2)			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- 성능간 가중치 : - - 본 구조물에 조사된 손상은 우선순위지수 산정에 해당사항이 없음.											

5.7.5 유지관리 전략 제안

본 보강토옹벽은 향후 중점점검 부위에 발생된 또는 발생되었던 손상의 재발생 여부 및 진행 여부 확인을 통한 시설물의 유지관리가 요구된다.

5.7.6 중점유지관리 사항

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

【표 5.41】 중점유지관리 항목

구분	중점유지관리 항목	
기 초 부	•세굴	
		
	- 채움	
종합 의견	• 발생한 세굴은 시공미흡, 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 채움 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요	

5.8 종합결론

5.8.1 성능평가 실시결과 종합결론

본 보강토옹벽(설문2육교,STA.0+085~0+230)은 경기도 고양시 일산동구 설문동 산 159-4 인근에 위치한 구조물로서 성능평가를 통한 옹벽 상태를 종합적으로 평가한 결과와 대책방안은 다음과 같다.

- 옹벽 기초는 지반에 매립되어 있어 육안점검이 불가능한 상태이며, 기초 상부 지반의 점검결과, 지반의 침하, 활동 등의 손상 및 변위는 없는 양호한 상태이나, 국부적인 세굴이 조사됨
- 옹벽은 7단으로 구성되어 있으며, 패널+블록의 상태는 전반적으로 양호한 상태이다.
- 금회 계측결과를 전차와 비교 시 옹벽의 활동, 전도, 침하 등의 변위는 없는 것으로 판단됨
- 본 보강토옹벽의 성능평가 결과, “A” 등급의 우수한 상태로 산정되었다.
- 본 보강토옹벽의 성능목표 등급 “B” 등급 이상인 “A” 등급의 우수한 상태이므로 별도의 유지관리 전략수립은 불필요한 상태이다.

5.8.2 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 성능평가 결과 옹벽의 전체적인 안정성에는 문제가 없으며, 정밀안전진단 및 사용제한 필요성은 없는 것으로 판단됨

5.8.3 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 일부구간에서 발생한 세굴은 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 채움 및 마감 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단된다.

5.8.4 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 판단됨