

5. 패널식 옹벽 05

5.1 시설물 개요

5.2 자료수집 및 분석

5.3 현장조사

5.4 콘크리트 재료시험 조사

5.5 상태평가

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.7 보수·보강 및 유지관리 방안

5. 패널식 옹벽 05

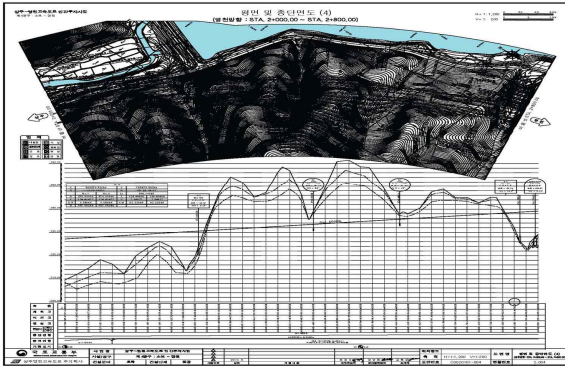
5.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 산법리(상주영천고속도로 31.230~31.335km)에 위치한 2중 시설물로서 연장 155.0m, 지면노출높이 25.5m의 패널식 보강토옹벽이다.

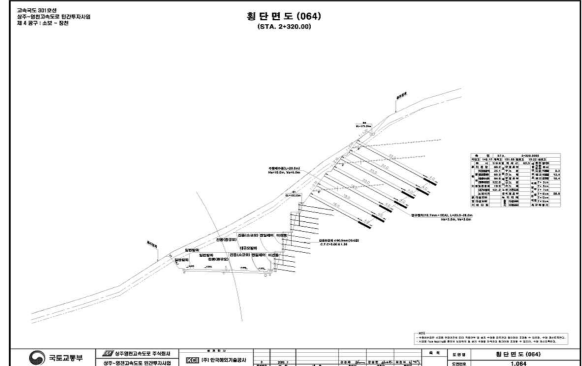
5.1.1 일반사항

【표 5.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	패널식 옹벽 05		종별구분	2중 시설물
시설물번호	RW2017-0000085		관리번호	SY RW5
시설물위치	행정구역	대구광역시 군위군 소보면 산법리		
	위치좌표	시점 : 36° 23' 11.1" 128° 50' 45.0"		
		종점 : 36° 23' 03.3" 128° 50' 54.0"		
노선명(이정)	고속국도 301호선 31.230~31.335km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	155.0m	지면노출 높 이	25.5m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	자연사면		
	옹벽하부	상주영천고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2017년 06월 27일	시 공 자	(주)대림산업
	부대시설	-		
비 고				



위치도

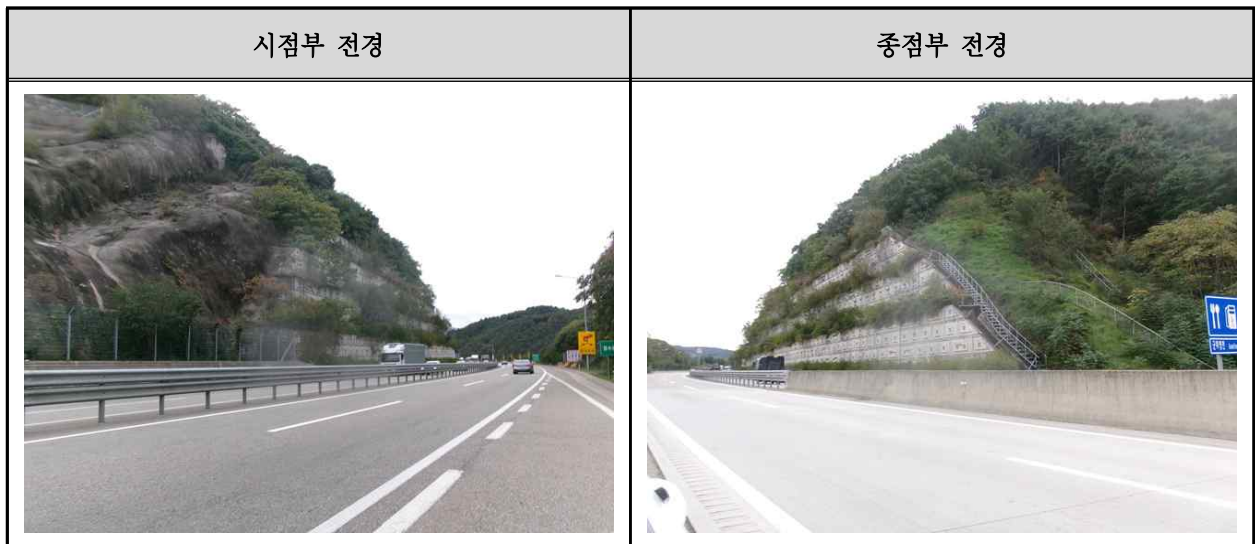


단면도

5.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 5.1.1】 위치도

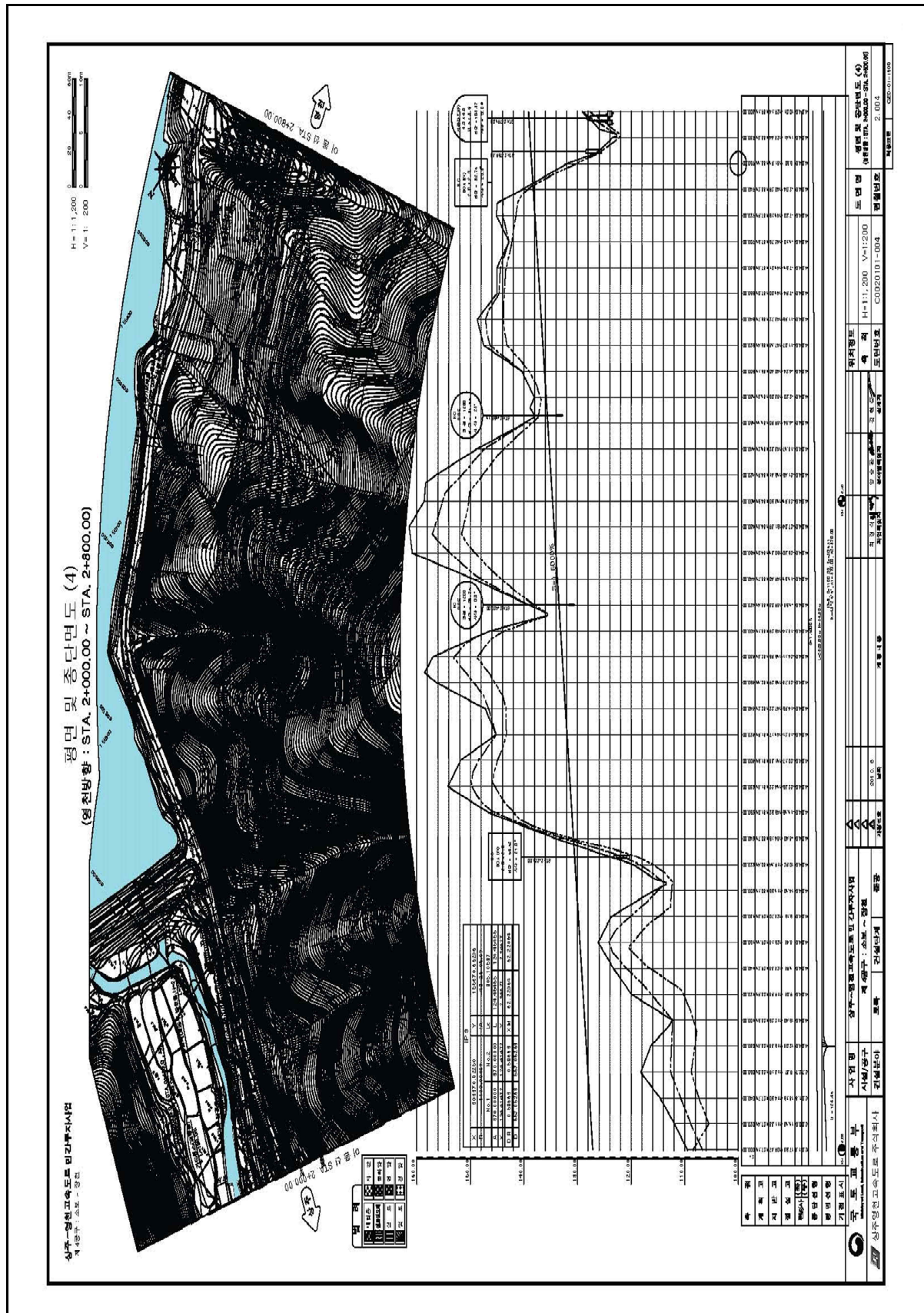


【사진 5.1.1】 전경사진

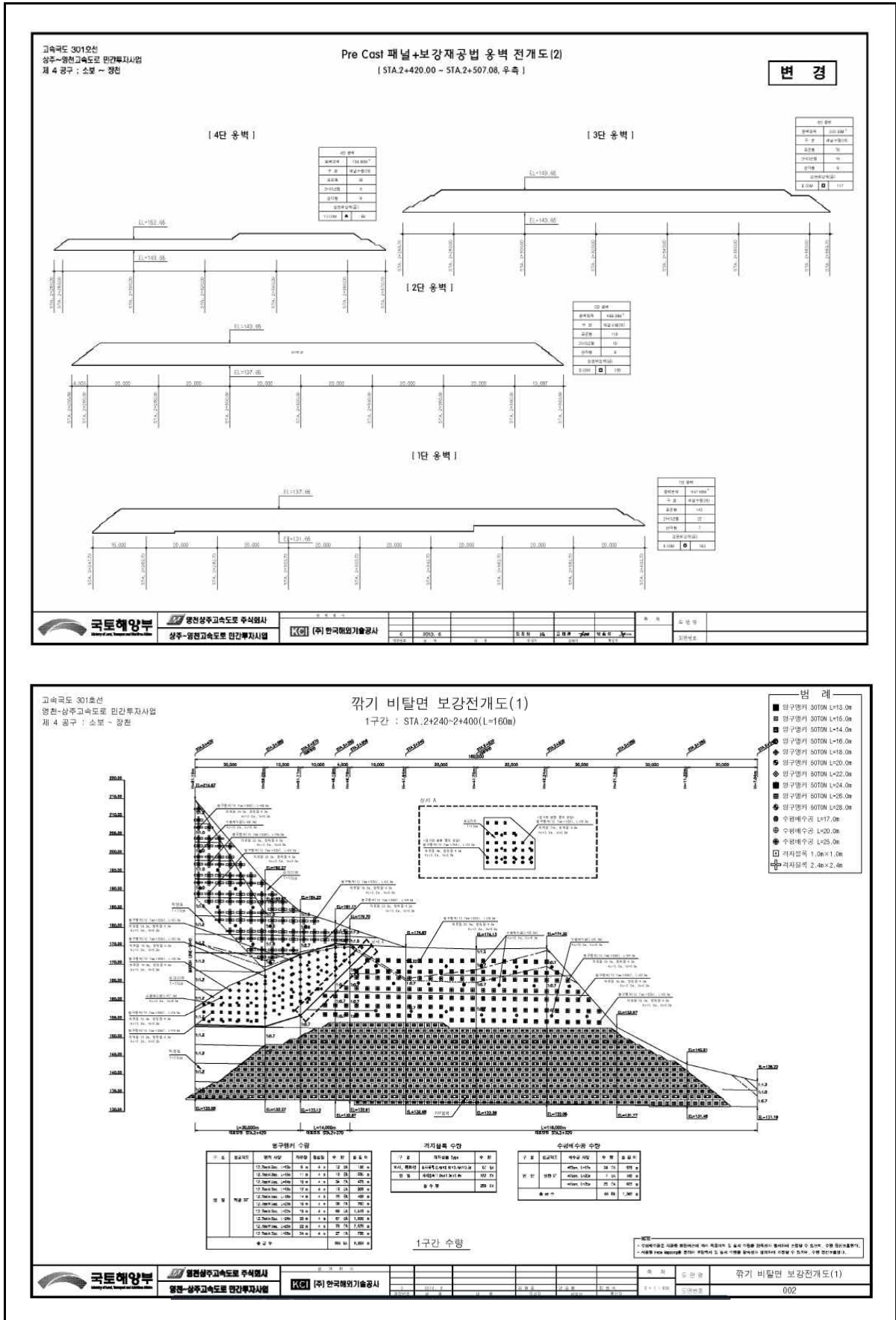
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	광파기를 이용한 경사도 측정

【사진 5.1.2】 부재별 현황 및 작업사진

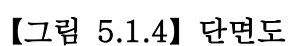
5.1.3 시설물 일반도



【그림 5.1.2】 종평면도



【그림 5.1.3】전개도



5.2 자료수집 및 분석

5.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2017년에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조계산서 및 안전검토서

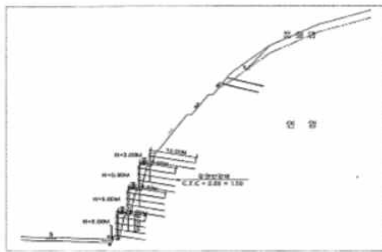
1. 검토개요

■ 검토대상 검토개요

- 본 구조계산서는 영천-상주 고속도로 인근후자 사설 중 사면처리 시 연암 절도양의 과다 변형과 사면고가 높지 않음으로 절도양을 최소화하면서 사면처리 문제를 해결할 수 있는 가압식 강판(PC패널)을 적용하여 안정성을 검토하는데 목적이 있다.

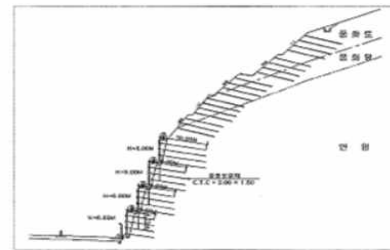
■ 검토대상 검토단면

- 김포단면은 STA. 2+300.00, STA. 2+400.00단면으로 PPP용역 설계 구간 중 높고 위험한 단면으로 안전성 검토를 수행함.



<그림. 1> 김포단면 (STA. 2+300.00)

~2197~



<그림. 2> 김포단면 (STA. 2+400.00)

2. 안정성 검토

■ 검토대상 공법설명

- 강판보강재를 활용한 압력수압 그래우팅으로 배면지반의 강도를 증진하고, 강판보강재와 전면 패널을 연결하여 용벽 위치용무 공간에 압력수압 그래우팅 팽로에 의해 용벽을 공간의 강도가 증대되어 강판보강재와 전면패널이 지반과 완전한 밀착을 이루도록 증박을 설치하는 공법

1) 구성자재

- 포기 : 표준형 2,000×1,500B×4 - 강도 : cdk = 34kgf/cm²	열반구조물 단소강판(STY400)
--	--

<표. 1> 구성자재

~2198~

2) 강판보강재 제원

4.0	5.57	7.100	15.2	26.475	0.41	5.69	HSD0906
-----	------	-------	------	--------	------	------	---------

<표. 2> 강판보강재 제원

3) 압력 주입 그래우팅

■ 설계강도

- 배면사 28일 강도 210 kgf/cm² 이상
- 물/시멘트 비(W/C)는 45~55% 범위

■ 주입방식

- 주입제 역상반지를 위해 급경사면으로 코팅처리
- 주입제 입구에 Packer System을 이용하여 주입

■ 주입압력

- 기준압력 P=5~10kgf/cm²(0.5~10kgf/cm²)를 적용
- 균열이 발생하지 않고 가압 그래우팅에 의한 유효적경 증가

4) 안정성 검토 적용사항

1) 전제안정성 검토 적용 사항

- PPP용역 적용 시 사면 절취 후 강판보강재의 무보강 사와 보강 사에 대하여 건기시와 무가시로 나누어 현재형상 해석을 수행하였다.

- 적용구간의 연암 지반정수는 안전측을 고려하여 패널대 지반정수를 적용하여 원호활동과 곡률 고정형 한계평형해석을 적용하였다. 용벽이 설치되는 지반은 연암 구간이므로 같은 활동곡률은 고려하지 않았다.(TALREN97)

- 건기시와 무가시 기준안전율은 다음 <표. 3>과 같이 적용하였고, 무가시의 지하수위는 현재 지반으로 가정하였다.

F.S > 1.50	건설공사 비탈면 설계기준 (건설교통부 P.127)
F.S > 1.20	*

<표. 3> 전제 안정성 검토 기준안전율

~2199~

2) 내적 안정성 검토

- PPP용역 적용 시 원지반 사면과 PPP용역 사이 뒤채움 공간에 대하여 내적안전성을 검토 하였다.

- 내적안전율의 기준안전율은 다음 <표. 4>과 같이 적용하였다.

F.S > 2.00	건설공사 비탈면 설계기준 (건설교통부 P.200)
F.S > 1.00	*

<표. 4> 내적안전성 검토 기준안전율

3) 패널검토

- PPP용역 설치 시 패널의 연면에 대하여 검토 하였다.

4) 설계적용 지반정수

- 설계 적용된 지반정수는 다음<표. 5>와 같다.

지반정수	지반정수	지반정수	지반정수
1.95t/m ³	28°	1.93t/m ³	
2.00t/m ³	31°	2.70t/m ³	
2.30t/m ³	28°	3.70t/m ³	
1.95t/m ³	28°	0.00t/m ³	

<표. 5> 적용 지반정수

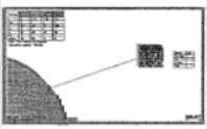
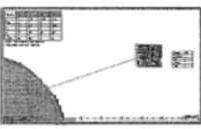
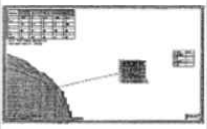
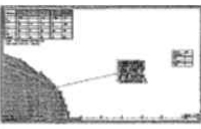
~2200~

구조계산서 및 안전검토서

3. 안정성 검토 결과

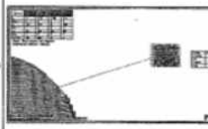
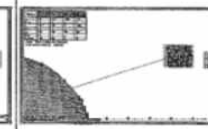
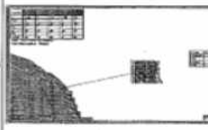
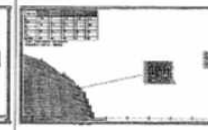
안정성 검토 결과

1) 보강전 검토 결과

STA. 2+300		
해석결과	$F.S = 1.23 < 1.50$ NG	$F.S = 0.82 < 1.20$ NG
STA. 2+400		
해석결과	$F.S = 1.24 < 1.50$ NG	$F.S = 0.83 < 1.20$ NG

~E201~

2) 보강후 검토 결과

STA. 2+320		
해석결과	$F.S = 1.77 > 1.50$ OK	$F.S = 1.28 > 1.20$ OK
STA. 2+400		
해석결과	$F.S = 1.80 > 1.50$ OK	$F.S = 1.31 > 1.20$ OK

~E202~

안정성 검토 의견 및 요약

1) 현재 안정성 검토 결과

보강전	1.23	NG	0.82	NG
보강후	1.77	OK	1.28	OK
보강전	1.24	NG	0.83	NG
보강후	1.80	OK	1.31	OK

<표. 6> 현재안정성 검토 결과

2) 내적 안정성 검토 결과

	12.96	OK	2.26	OK
--	-------	----	------	----

<표. 7> 내적안정성 검토 결과

3) 패널 일반검토 결과

■ 형상강 검토

최소 철근량(787.5mm²) < 사용 철근량(886.9mm²) < 최대 철근량(4387.5mm²) ... OK

■ 휨모멘트 검토

$\phi M_u = 43.4kN \cdot m > M_u = 36.7kN \cdot m$... OK

■ 전단검토

$\phi V_u = 17.40ton > V_u = 14.9ton$... OK

4) 안정성 검토 의견

■ 강관보강재 후보강시에는 기존안전율을 만족하지 못하였으나 강관보강재 보강시 모두 기존안전율을 만족하는 것으로 나타나 PPP옹벽 설치 시 충분한 안정성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

■ 내적 및 패널의 안정성 검토 결과 기존안전율을 만족하여 PPP옹벽 설치 시 충분한 안정성을 확보 하고 있는 것으로 판단된다.

■ 사면 절취 시 범람의 질취량 과다발생 문제를 해결하고 사면의 안정성확보를 위하여 사면 절취를 최소화 하면서 토리게소트 패널을 활용한 기암식 강관그라우팅으로 방지반의 강도를 증진하여 확실한 옹벽의 안정성을 확보할 수 있는 PPP옹벽의 적용이 타당할 것으로 판단된다.

■ 공사 중 사면불안정 요소나 침하가 예측될 시에는 공사를 중단하고, 반드시 전문기술자와 협의를 통해 대책수립 후 공사를 진행하여야 한다.

#첨부-안정성 검토

~E203~

~E204~

지표지질조사

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

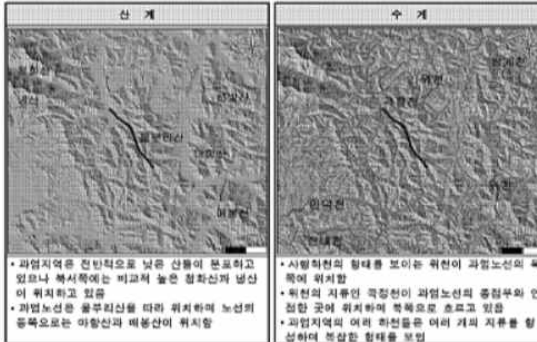
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지형 개요

- 바닥기 경상분지의 신동층과 화강암군이 주로 분포하는 화성소분지의 서남부에 위치
- 본 과업 지역의 지질은 바닥기 경상층군의 신동층군의 낙동층(연화층), 화산층, 선주층(동명층)이 분포

나. 지형특성



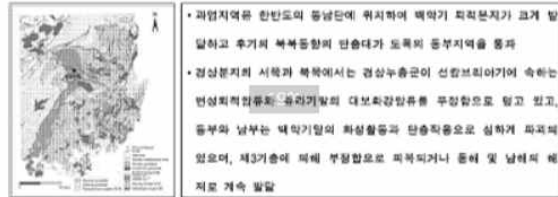
48

제 4 장 조사결과

리, 지질 계통도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Q ₄)	• 하천 및 산곡 퇴적물	-
중생대	충적층(K ₁)	• 과상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	충적층(K ₂)	• 주로 충적암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	충적층(K ₃)	• 과상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	충적층(K ₄)	• 주로 충적암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
고생대	충적층(K ₅)	• 과상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
신생대	충적층(K ₆)	• 과상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입

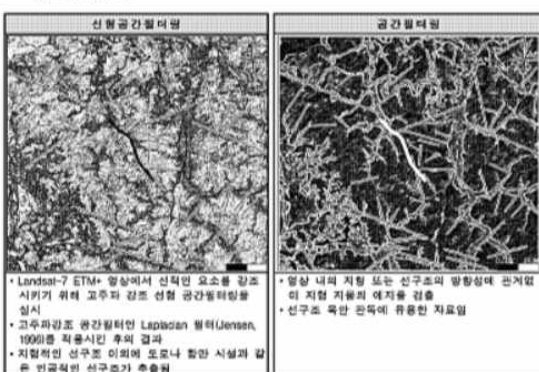
미. 지질구조



49

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

(3) 위성영상결과



50

제 4 장 조사결과

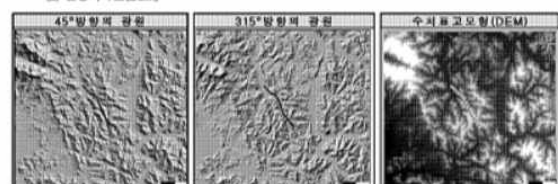
나. 음영기복도(DEM)를 이용한 선구조 분석

(1) 목적

- 과업지역에 대한 정밀한 선구조 분석
 - 수치지도에 의한 음영기복도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인
 - 선구조의 정도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포 특성 파악
- (2) 분석 방법 및 과정
- 수치지도로부터 작성된 DEM(Digital Elevation Model) 음영기복도를 이용, 선구조 추출
 - 선구조의 정도 및 연장 분석을 통한 선구조의 분포 특성 파악 및 선구조도의 연립성 해명



(3) 음영기복도(DEM)



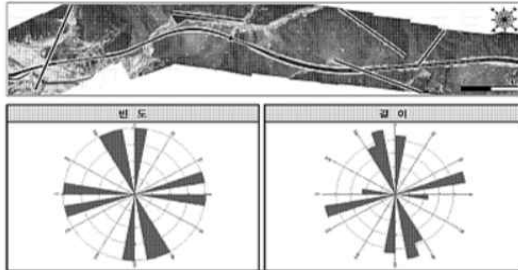
51

지표지질조사

상주~영천 고속도로 한강루지사업 실시결과

다. 항공사진 분석

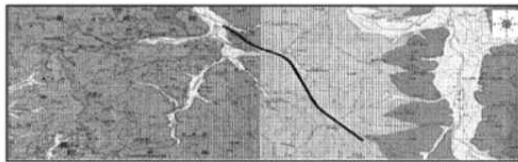
- 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 통한 분석을 실시



- 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 통한 분석을 실시
- 항공사진 분석을 통해 5개의 선구조를 추출함
- 선구조 길이분포와 방향분포의 결과 N10~30°W, N70~80°W 방향이 우세하게 나타남

4.2.3 과업구간 지질분포 특성

가. 과업구간 기존 지질도 분석(국토지질도(1981), 천산도지(1989))

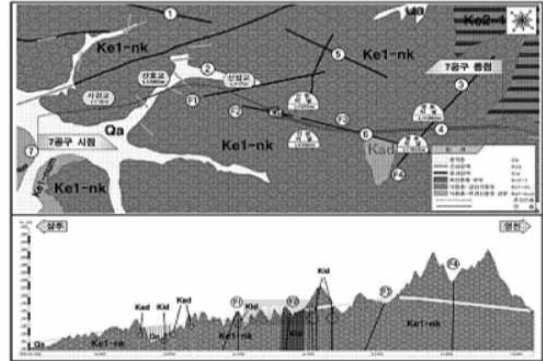


- 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상충군의 신동충군의 낙동층(안화층), 화산층, 진주층(동명층)이 분포
- 3관구 중첩 및 5관구, 4관구에서 분포하는 낙동층 중·상부와 하부 화산층은 하도 및 단 및 주변 범람된 침강하여서 지리적 하도 사암 및 범람된 기암의 세립 적층층이 코호

53

제 4 장 조사결과

나. 상세 지표지질 조사



(1) 주요 노두 특성분석

노두 사진	특성
1	• 흑회색 이암 • 층리는 25/052, 층리를 따라 반위 발생 • 장석 발달 편입, 편입 방향: 70/244, 폭: 5m • 주변의 파쇄가 심함
2	• 사암 • 층리는 20/025 • J1=80/118, J2=78/150, J3=80/072

53

상주~영천 고속도로 한강루지사업 실시결과

노두 사진	특성
3	• 백암(사암) • 층리는 11/120, 사암이 호층을 이루 • J1=68/342, J2=67/215
4	• 세립 • 사암이 호층을 이루 • 층리는 12/150 • J1=66/186, J2=72/234
5	• 사암 및 합제된 세립 • 층리는 12/103 • 부수적 단층: 84/258, 단층절트 폭: 0.2cm, 파쇄대: 1m내외 • J1=61/172, J2=70/230
6	• 장석 발달 • 층리는 10/150 • 퇴적암 경계 • 층리 방향과 유사한 경계 방향을 가짐
7	• 단층 관입암 • 5%이내의 암석 광물과 장석 반입을 함유, 주변부는 장석 사암 • 입자크기: 3~10mm, 분포불균 • J1=63/192, J2=80/117, J3=78/085, J4=64/068

54

제 4 장 조사결과

(2) 암종별 현미경 관찰 및 Modal 분석 결과

낙동층(안화층) 역질 사암	낙동층(금강리층) 역질
• 암마노가 불균한 석암과 알칼리장석이 주를 이루 • 구성분광분류는 간암으로, 흑니석, 갈루얼광물과 방해석	• 주구성분광분류는 아각 내지 각암의 석암, 방해석, 몬모립 점토광물 • 구성분광분류는 탄질물, 불투명광물
화산층 사암	산성 암석
• 석암, 알칼리 동석으로 구성 • 알칼리 장석은 점토광물 또는 간암으로 변질되어 있으며, 석암은 1mm 내외의 것으로 판미되는 불균한 것들의 부위	• 사암석, 각암석, 석암으로 구성 • 방향성으로 산출되는 대우분파 유체광물과 각암석이며, 두 방향의 비개를 보임

4.2.4 과업구간 지질구조 분석

가. 암종구조

(1) 단층

구분	조사 방법				주향/경사	연장 (km)	폭		노선교차점 (STA.)	구분
	지형	시추	선형	종리			Gouge(=)	파쇄대 (m)		
F1	●	-	-	-	N52W/41NE	1.9내외	-	3.0내외	2~975	소단층
F2	-	●	-	-	N27W/80NE	0.8내외	3.0	6.0내외	상주-3~820 영천-3~740	소단층
F3	●	-	●	●	N22W/80SW	1.5내외	3.0	1.0내외	상주-4~065 영천-5~100	소단층
F4	-	●	●	●	N88W/80NE	2.0내외	5.0	10.0내외	상주-6~100 영천-6~095	소단층

※ 소단층: 파쇄대 폭 10m 이하 또는 단층 Gouge 10cm 이하

55

지표지질조사

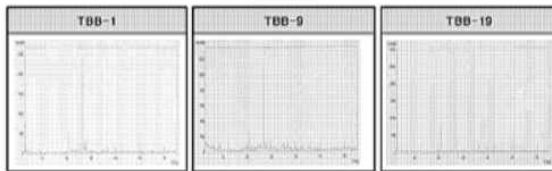
상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

(2) 노두특성

구분	노두 사진	특성
F1		- YS30(302457.7044, 150296.4322) 이면조사 지점에서 관찰되었으며 소규모의 파쇄대를 수반함 - 방향성 : N52W(41°) - 단층폭 : 최소 3m 이상 - 단층절토는 관찰되지 않음
F3		- YS-482(300633.2481, 156523.7372) 이면조사 지점에서 관찰되었으며 단층대를 따라서 단층절토와 산화대가 발달하고 있음 - 방향성 : N22W(50°) - 단층폭 : 최소 0.5m 이상, Gouge 3cm

(3) X-ray 회절분석(XRD) 결과

19%



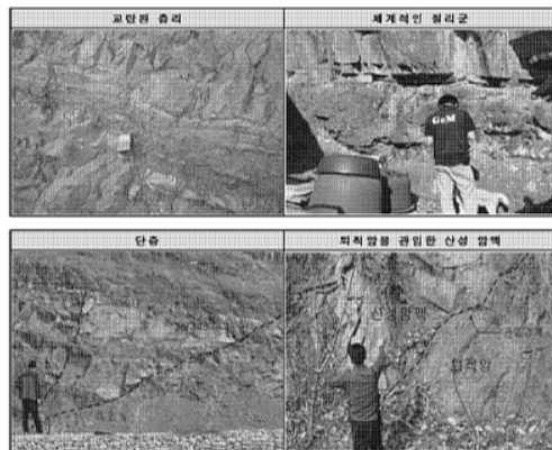
(단위 : %)

구분	심도(m)	석면	정장석	포장석	미시광석	질리카이트	백운모	흑운모	녹니켈	방해석	고령도	정장석
TBB-1	19.65	45.5	-	20.3	14.2	-	11.7	-	6.1	2.2	-	-
TBB-9	26.35	29.9	5.5	10.4	-	-	22.8	3.8	19.8	7.2	-	0.7
TBB-19	55.45	62.1	-	5.0	-	7.9	12.6	-	6.2	1.8	4.4	-

• 주 구성성분은 일반 조암암반인 석영(29.9~62.1%), 사장석 (5.0~20.3%) 등을 포함하며, 점토 광물로는 할라이트 (7.9%), 녹니켈(0.1~19.8%) 등을 함유

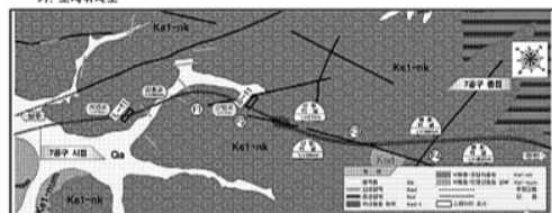
56

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획



4.2.5 과업구간 불연속면 특성 분석

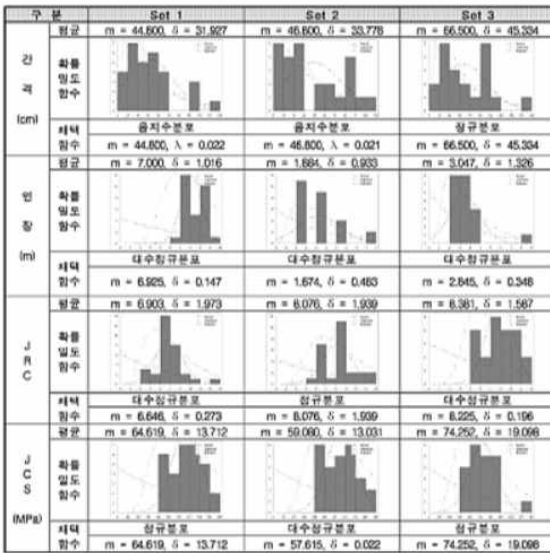
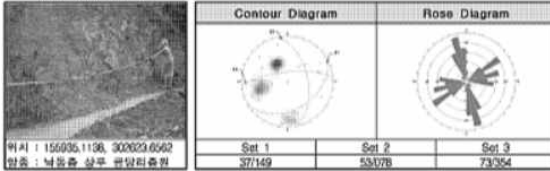
가. 조사위치도



지표지질조사

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

(2) Scanline-2(S-11)



60

제 4 장 조사결과

다. 불연속면 종합

(1) Scanline-1(L-11)

구분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
거리특성	88'123	67'177	14'016	89'055
	k = 107.49	k = 112.76	k = 66.31	k = 87.11
간격 (cm)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 126.05, δ = 69.782	m = 60.289, δ = 0.725	m = 74.677, δ = 0.400	m = 130.103, δ = 0.442
연장 (m)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 4.366, δ = 0.171	m = 5.502, δ = 0.134	m = 4.303, δ = 0.367	m = 2.000, δ = 0.997
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 6.750, δ = 0.130	m = 6.108, δ = 0.100	m = 5.745, δ = 0.077	m = 5.387, δ = 0.098
JCS (MPa)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 122.243, δ = 0.032	m = 126.528, δ = 0.032	m = 122.043, δ = 0.030	m = 132.648, δ = 0.032

(2) Scanline-2(S-11)

구분	Set 1	Set 2	Set 3
거리특성	37'149	53'078	73'354
	k = 108.73	k = 44.21	k = 53.58
간격 (cm)	곡지수분포	곡지수분포	정규분포
	m = 44.800, λ = 0.022	m = 46.800, λ = 0.021	m = 66.500, δ = 45.334
연장 (m)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 6.925, δ = 0.147	m = 1.674, δ = 0.483	m = 2.845, δ = 0.348
JRC	대수정규분포	정규분포	대수정규분포
	m = 6.646, δ = 0.273	m = 8.076, δ = 1.939	m = 8.225, δ = 0.196
JCS (MPa)	정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 64.619, δ = 13.712	m = 57.615, δ = 0.022	m = 74.252, δ = 19.006

61

5.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검, 성능평가를 지속적으로 실시해 왔으며, 이력사항은 다음과 같다.

【표 5.2.1】 점검이력사항

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식용벽5에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 굽힘 및 파손, 앵커캡 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수, 재설치 등의 조치가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식용벽5에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 굽힘 및 파손, 앵커캡 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수, 재설치 등의 조치가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식용벽5에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손 및 앵커캡 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수, 재설치 등의 조치가 필요하다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식용벽5에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손 및 들뜸, 앵커캡 파손, 배수로 균열 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수, 재설치 등의 조치가 필요하다.	양호
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	본용벽에대한정밀안전점검결과,문제점이 없는최상의상태인 "A"등급의우수한상태로평가되었다. 패널식용벽05의전면부에판넬파손,판넬균열,판넬백태및표면열화,앵커캡파손이조사되었고,사용성에문제는없는상태로주기적인점검을통한손상의증가및확대에대해확인및조치를실시하는유지관리가필요하다고판단된다.주변영향인자(배수시설및사면상태)배수시설,사면의경우손상이없는양호한상태를유지하고있는것으로조사되었다.	A등급

【표 5.2.1】 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식용벽5에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 파손, 패널 전면부 균열, 패널 전면부 백태 및 표면열화, 패널 전면부 표면오염, 앵커캡 파손, 배수로 균열, 배수로 들뜸, 배수로 이격 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 보수, 재설치 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	2중성능평가	? 안전성능평가는외관상관찰되는시설물의 결함을중심으로조사·평가하였으며,현장 조사및분석결과중대결함은관찰되지않았고,용벽의외관상태는판넬백태및표면열화,판넬파손,앵커캡파손등의손상이조사되었으나,구조적인결함은아닌것으로판단됨. ? 내구성능평가는시간에따라변화하는안전성능저하에영향을미치는요소에대한평가로서본콘크리트용벽의열화진전평가및열화환경평가를중합하여분석한결과,평가결과 "A" 로평가됨. ? 종합평가결과,외관상결함,손상등의요인에대한문제점이없고내구성능저하가능성이 낮으며외부환경조건변화등을수용할수있는 성능수준인A(우수) 등급으로평가됨. ? 본보강도용벽의성능목표등급은세부지침에의거하여용벽의일반적인성능목표인"B" 등급으로성능목표를설정하였으며,현재성능은목표성능을상회하여매우만족하는 "A" 등급상태로주기적인점검및관리를통한평가저해요소에대한관리가이루어진다면시설물의안전및내구성에는문제가없을것으로판단됨.	A등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식용벽5에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 들뜸 및 파손, 균열, 백태 및 표면열화, 패널 전면부 표면오염, 앵커캡 파손, 배수로 균열, 배수로 들뜸, 배수로 이격 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 보수, 재설치 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 5.2.1】 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	패널식 옹벽 05에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 들뜸 및 파손, 균열, 백태 및 표면열화, 패널 전면부 표면오염, 앵커캡 파손, 배수로 균열, 배수로 들뜸, 배수로 이격 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 보수, 재설치 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부판넬백태(표면열화),균열및파손, 들뜸,앵커캡탈락 -기초부상태양호 -주변영향인자배수시설배수로들뜸,배수로 균열,이격	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손및들뜸,균열,백태,표면열화,표면오염 -앵커캡탈락 -배수로균열,들뜸,이격	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-패널전면부파손및들뜸,균열,백태,표면열화,표면오염 -앵커캡탈락 -배수로균열,들뜸,이격	양호
13	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손및들뜸,균열,백태,표면열화,표면오염 -앵커캡탈락 -배수로균열,들뜸,이격	양호
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔지니어링	이상훈	정밀안전점검	-전면부판넬백태(표면열화),파손,들뜸,앵커캡파손등 -기초부상태양호 -주변영향인자배수시설배수로들뜸,배수로 균열,이격등	A등급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손및들뜸,백태(표면열화) -앵커캡파손 -배수로균열,들뜸,이격	양호
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손및들뜸,백태(표면열화) -앵커캡파손 -배수로균열,들뜸,이격	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽패널파손,들뜸,백태(표면열화),앵커캡파손등 -기초지반상태양호 -배수시설균열,들뜸,이격등 -사면상태양호	양호

5.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	상주영천고속도로 시설물 안전 · 하자점검 및 성능평가 용역(정밀안전점검)	
용역기간	2023-07-03 ~ 2023-12-08(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
현장조사결과	■ 전면부 판넬 백태(표면열화), 파손, 들뜸, 앵커캡 파손 등 ■ 기초부 상태양호 ■ 주변영향인자 배수시설 배수로 들뜸, 배수로 균열, 이격 등	
비파괴조사	■ 금회(2023년) 정밀안전점검을 실시하면서 전면 패널부에 대한 반발경도시험을 실시한 결과, 시험시 전개소에서 설계기준강도 100%이상의 강도비를 보이고 있어 콘크리트 강도는 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 판단된다. 또한 전회(2021년) 정밀안전점검에서 실시한 강도 값과 비교하여 전면 패널의 강도저하 등 별다른 문제점은 없는 것으로 확인되었다.	
안전성평가 (진단시)	■ 해당없음	
상태평가	■ 손상결함도 지수 0.03으로 A등급	
보수보강 (진단시)	■ 해당없음	

구분	정밀안전점검 결과	비고
종합의견	■ 패널식 용벽 05의 전면부에는 판넬 파손, 판넬 백태(표면열화), 앵커캡 파손 등의 손상이 조사되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 구조물의 사용성 및 내구성 증진을 위한 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인 및 조치를 실시하는 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서는 기존에 조사되었던 배수로 균열, 배수로 이격, 배수로 들뜸 등이 조사되었으며, 사용성에 문제는 없는 상태이나 구조물의 사용성 및 내구성 증진을 위한 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인 및 조치를 실시하는 유지관리가 필요하다고 판단된다. ■ 지반, 기초부의 경우 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 금회 조사 시기에는 사용성에 문제는 없는 상태로 판단되나 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인, 조치를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. ■ 공중이 이용하는 부위중 도로포장은 본문의 지반, 기초부에 기입된 내용으로 대체하였으며, 도로부 신축이음부, 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다. ■ 측량결과, 전회 및 설계도서와 비교하여 검토한 결과, 미소한 차이가 확인되었으며, 측량시 발생할 수 있는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동 등이 발생하지 않은 상태로 판단된다. ■ 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다. ■ 대상 용벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.03, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다. ■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. ■ 판넬 파손 발생에 원인은 공용기간 증가, 우수, 동결융해에 의한 것으로 유추되며, 본 손상에 대한 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하여 재손상 발생여부의 확인 등의 관리 필요하다고 판단된다. ■ 배수로 이격 발생에 원인은 건조수축 및 거푸집 조기탈거 에 의한 것으로 유추되며, 본 손상에 대한 주입보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하여 재손상 발생여부의 확인 등의 관리 필요하다고 판단된다.	

5.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 용벽 05		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.01	A	—
구조안전성능	0.14	A	—
안전성능 결과	○상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○안전성능평가 결과 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목		등급	등급 점수	비고
열화 진전 평가	탄산화 깊이	—	—	—
	피복(표면부) 콘크리트 품질	A	0.08	—
	염화물 침투량 평가	—	—	—
열화 환경 평가	제설제 염해환경	A	0.08	—
	비래염분 염해환경	A	0.08	—
	동해환경	A	0.08	—
결합도 지수				0.08
등 급				A

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	패널식 용벽 05		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	—
내구성능평가	Pd=0.080	A	0.2	—
종합평가 결과	○사면의 종합평가 지수(P) $= \sum (\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.140 \times 0.8) + (0.080 \times 0.2) = 0.128$ ○종합평가 결과 : A등급			

라. 종합결론

본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 이상인 "A등급" 인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

5.2.5 시설물 보수 이력

【표 5.2.2】 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	-	-	-	-	-
	-		-	-	-

FMS상 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

5.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 5.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

5.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

5.2.8 주변환경 및 하중변화

패널식 옹벽 05는 대구광역시 군위군 소보면 산법리에 위치하고 상주영천고속도로 상부 절토사면에 시공되어있는 보강토 옹벽이다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 상주영천고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중 이외의 추가하중은 없는 상태이며, 향후 본 옹벽 및 옹벽 상부에 부속시설 설치시 그에 따른 구조검토를 실시하여 하중변화에 따른 옹벽의 안정성을 확보하여야 할 것이다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일현재의 옹벽 주변 현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.



【사진 5.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

5.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 5.2.4】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(발주처협의) ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 전차 성능평가 보고서 ◇ 전차 정밀안전점검 및 안전점검 보고서 ◇ 사고기록 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇ 부재별 중점손상 - 전면부 판넬 백태(표면열화), 파손, 들뜸, 앵커캡 파손 등 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 배수시설 배수로 들뜸, 배수로 균열, 이격 등 ◇ FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 보수부 상태 확인

5.3 현장조사

5.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 산법리에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 상주영천고속도로 본선 절토사면이 있으며, 하부로는 상주영천고속도로 본선이 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.5~25.5m를 보이며, 총 연장은 155.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대상상(L=155.0m, L=25.5m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 5.3.1】 일반현황 조사결과

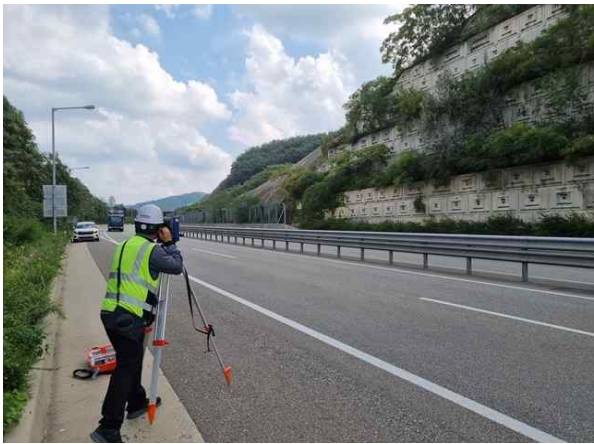
조사일자	2025. 09. 26.		조 사 자	정 지 운
일 기	맑음		시설물번호	RW2017-0000085
시설물위치	행정구역	대구광역시 군위군 소보면 산법리		
	위치좌표	시점 : 36° 23′ 11.1″ 128° 50′ 45.0″		
		종점 : 36° 23′ 03.3″ 128° 50′ 54.0″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 31.230~31.335km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	155.0m	지면노출 높 이	25.5m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	자연사면		
	옹벽하부	상주영천고속도로 본선		
시공현황	준공년도	2017년 06월 27일	시 공 자	(주)대림산업
	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】 옹벽 구간분할 결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	14.0	5	80.0~100.0m	100.0	23.8
2	20.0~40.0m	40.0	22.1	6	100.0~120.0m	120.0	23.7
3	40.0~60.0m	60.0	25.4	7	120.0~140.0m	140.0	23.5
4	60.0~80.0m	80.0	25.5	8	140.0~155.0m	155.0	14.0

	
측점분할 작업사진	측점분할 작업사진

5.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽의 기초부가 본선 포장(아스팔트)인 상태이다.



【사진 5.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

- 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 하부 도로 포장부에도 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 5.3.3】 지반, 기초부 손상현황

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
합계	—	—

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

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 상태로 확인되었고, 금회 점검에서도 별도의 추가적인 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 5.3.4】 지반, 기초부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
지반, 기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

4) 검토의견

- 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 기존손상이 없는 상태로 확인되었고, 금회 점검 조사결과, 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

패널식 보강토옹벽으로 패널 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 4단으로 구성되어 있고, 시공이음부 및 이질재접합부(콘크리트)는 없는 단일구조체로 연속화되어 시공되어 있는 상태이며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



【사진 5.3.2】전면부 전경

2) 조사결과

- 전면부에 대한 현장조사 결과, 판넬 백태(표면열화), 앵커캡 파손, 판넬 파손, 판넬 들뜸 등의 손상이 조사되었다.

【표 5.3.5】전면부 손상현황

구분	판넬 파손 (㎡/개소)		판넬 백태 (표면열화) (㎡/개소)		판넬 들뜸 (㎡/개소)		앵커캡 파손 (개소/개소)	
S1	2.34	7	—	—	—	—	6.00	6
S2	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	42.00	2	—	—	—	—
S4	0.06	1	40.00	1	—	—	—	—
S5	—	—	3.80	2	—	—	—	—
S6	—	—	40.00	1	—	—	—	—
S7	0.01	1	40.00	1	0.08	1	—	—
S8	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	2.41	9	165.80	7	0.08	1	6.00	6

			
현 황	• S1 판넬 파손(1.0x0.3)	현 황	• S1 판넬 파손(0.5x1.0)
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
대 책	• 단면보수	대 책	• 단면보수
			
현 황	• S3 판넬 백태(표면열화) (1.5x1.2)	현 황	• S3 판넬 백태(표면열화) (8.0x5.0)
원 인	• 공용기간 증가, 우수, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 우수, 열화 등
대 책	• 주의관찰	대 책	• 주의관찰
			
현 황	• S4 판넬 백태(표면열화) (8.0x5.0)	현 황	• S4 판넬 파손(0.2x0.3)
원 인	• 공용기간 증가, 우수, 열화 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
대 책	• 주의관찰	대 책	• 단면보수

			
현 황	• S4 판넬 파손(0.2x0.4)	현 황	• S4 판넬 파손(0.1x0.1)
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
대 책	• 단면보수	대 책	• 단면보수
			
현 황	• 전면부 상태현황	현 황	• 전면부 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -
			
현 황	• 전면부 상태현황	현 황	• 전면부 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 판넬 파손, 들뜸, 판넬 백태(표면열화), 앵커캡 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 외부충격, 공용기간 증가, 열화 등으로 인한 판넬 파손, 앵커캡 탈락, 판넬 백태(표면열화) 등이 신규로 조사되었다.

【표 5.3.6】 전면부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
전면부	판넬 파손, 들뜸	m ²	2.40	8	2.41	9	▲ 0.01	신규손상
	판넬 백태(표면열화)	m ²	125.00	6	165.80	7	▲ 40.80	신규손상
	앵커캡 파손	EA	3.00	3	6.00	6	▲ 3.00	신규손상

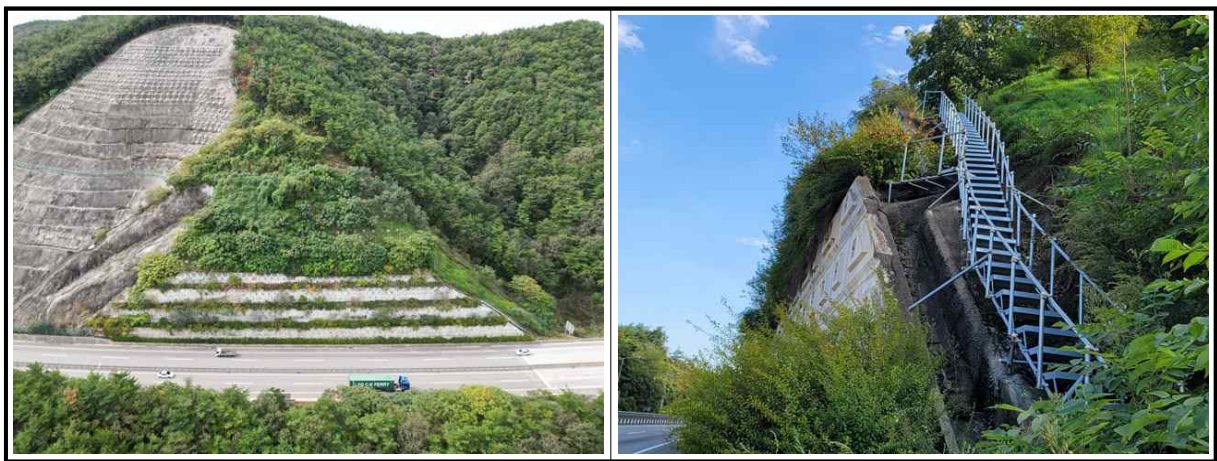
4) 검토의견

- 전면부에서 조사된 판넬 파손, 들뜸의 경우 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가, 우수유입, 동결융해 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 구조물 사용성에 영향을 주는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단된다. 이에 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수조치가 필요하다.
- 조사된 앵커캡 파손의 경우 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가 등으로 인한 손상으로 앵커부의 우수유입을 방지 및 내구성 확보차원의 정비 등의 조치가 필요하다.
- 조사된 판넬 백태(표면열화)의 경우 공용기간 증가, 우수, 열화 등으로 인한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니며, 이에 즉각적인 보수를 실시하기보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등 적절한 보수공법을 선정하여 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 옹벽 상부 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단(4단)의 절토부 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다. 본 패널식 옹벽 상단부는 절토사면으로 이루어져 있으며, 급격한 사면구배의 변화 및 사면손상 등은 없는 것으로 조사되었다.



【사진 5.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

- 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 기존 자료에 배수시설 배수로 균열, 들뜸, 이격 등의 손상이 확인되었으나 금회 점검에서 상부 배수로는 접근이 불가능한 것으로 조사되었다. 또한 상부 절토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로서 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 5.3.7】 주변영향인자 손상현황

구분	배수로 균열(0.3mm미만) (m/개소)		배수로 들뜸 (㎡/개소)		배수로 이격 (m/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	0.10	2	—	—
S5	1.50	3	—	—	—	—
S6	1.00	2	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	0.50	1
S8	—	—	—	—	—	—
합계	2.50	5	0.10	2	0.50	1

 2023년 하반기 정밀안전점검	 2025년 하반기 정밀안전점검
현 황	현 황
원 인	원 인
대 책	대 책
 2023년 하반기 정밀안전점검	 2025년 하반기 정밀안전점검
현 황	현 황
원 인	원 인
대 책	대 책
 2023년 하반기 정밀안전점검	 2025년 하반기 정밀안전점검
현 황	현 황
원 인	원 인
대 책	대 책

 2023년 하반기 정밀안전점검		 2025년 하반기 정밀안전점검	
현황	• 옹벽 상부 절토사면 현황	현황	• 옹벽 상부 절토사면 현황
원인	• -	원인	• -
대책	• -	대책	• -
 2023년 하반기 정밀안전점검		 2025년 하반기 정밀안전점검	
현황	• 옹벽 상부 절토사면 현황	현황	• 옹벽 상부 절토사면 현황
원인	• -	원인	• -
대책	• -	대책	• -
 2023년 하반기 정밀안전점검		 2025년 하반기 정밀안전점검	
현황	• 옹벽 상부 절토사면 현황	현황	• 옹벽 상부 절토사면 현황
원인	• -	원인	• -
대책	• -	대책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배수로 들뜸, 균열, 이격 손상이 확인되었으나 금회 점검에서 옹벽 상부 과도한 식생으로 인한 접근불가로 배수로 이격만 조사되었고, 신규손상은 조사되지 않았다. 또한 상부 절토사면에 대한 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 5.3.8】 주변영향인자(배수시설 및 사면상태) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
주변영향인자 (배수시설 및 사면상태)	배수로 들뜸	m ²	0.10	2	0.10	2	— —	변동없음
	배수로 균열 (0.3mm미만)	m	2.50	5	2.50	5	— —	변동없음
	배수로 이격	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 주변영향인자(배수시설)에서 조사된 배수로 균열, 배수로 이격, 배수로 들뜸의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 시공미흡, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 유추되며, 금회 점검에서 배수로 들뜸, 균열은 상부 절토사면부의 과도한 식생으로 인하여 손상부에 접근이 불가능한 것으로 조사되었다. 이외 손상인 배수로 이격의 경우 손상의 진전이 없는 상태로 손상이 확인되어 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료되고, 배수로 들뜸, 균열의 경우 내구성 확보 차원의 단면보수, 표면처리 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 상부 절토사면부의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다. 또한 구조물의 손상 발생여부 확인을 위하여 원활한 점검구역 확보 차원의 옹벽 상부 정비가 필요할 것으로 사료된다.

라. 옹벽 점검시설

1) 부재의 개요

- 패널식 옹벽 05 중점부에 옹벽 상단으로 이어지는 점검사다리가 배수로라인을 따라 시공되어있다.



【사진 5.3.4】 옹벽 점검시설 전경

2) 조사결과

- 옹벽 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 5.3.9】 옹벽 점검시설 손상현황

구분	상태양호	
점검사다리		
합계		

			
현황	• 옹벽 점검시설 상태현황	현황	• 옹벽 점검시설 상태현황
원인	• -	원인	• -
대책	• -	대책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 5.3.10】 옹벽 점검시설 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
옹벽 점검시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

4) 검토의견

- 옹벽 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

마. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 미설치된 상태이다.

2) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 지반, 기초부”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 미설치된 상태이다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

바. 옹벽의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

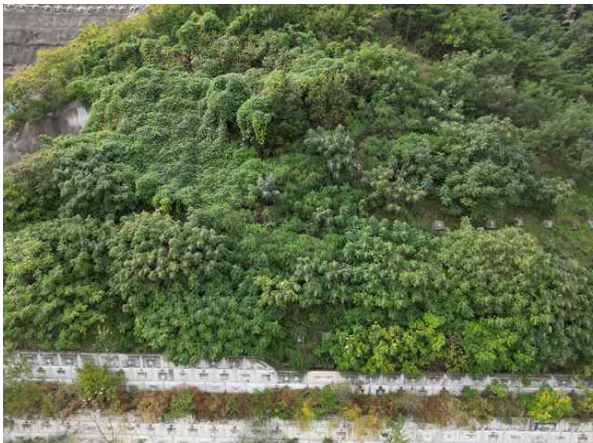
【표 5.3.11】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 패널식 옹벽 05는 상주영천고속도로 본선 상부 절토사면에 시공되어 있는 옹벽이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 사면붕괴 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 옹벽에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었으나 전면부 판넬 균열, 파손, 들뜸, 백태(표면열화) 등의 손상이 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	절토사면·옹벽 표면 손상	☒ 유, ☐ 무	판넬 파손, 들뜸, 균열, 백태(표면열화)	단면보수, 표면처리, 주의관찰	

	
S4 패널 파손(0.2x0.4)	S4 패널 파손(0.1x0.1)
	
S3 패널 백태(표면열화) (1.5x1.2)	S4 패널 백태(표면열화) (8.0x5.0)
	
주변영향인자(상부 절토사면부) 상태현황	주변영향인자(상부 절토사면부) 상태현황

【사진 5.3.5】 옹벽의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

5.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 5.3.12】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	판넬 파손, 들뜸	단면보수
	판넬 백태(표면열화)	주의관찰
	앵커캡 파손	정비
주변영향인자	배수로 들뜸	단면보수
	배수로 균열 (0.3mm미만)	표면처리
	배수로 이격	주입보수
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 기존손상이 없는 상태로 확인되었고, 금회 점검 조사결과, 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. ■ 전면부에서 조사된 판넬 파손, 들뜸의 경우 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가, 우수유입, 동결융해 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 구조물 사용성에 영향을 주는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단된다. 이에 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수조치가 필요하다. ■ 조사된 앵커캡 파손의 경우 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가 등으로 인한 손상으로 앵커부의 우수유입을 방지 및 내구성 확보차원의 정비 등의 조치가 필요하다. ■ 조사된 판넬 백태(표면열화)의 경우 공용기간 증가, 우수, 열화 등으로 인한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니며, 이에 즉각적인 보수를 실시하기보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등 적절한 보수공법을 선정하여 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. ■ 옹벽 상부 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다. ■ 주변영향인자(배수시설)에서 조사된 배수로 균열, 배수로 이격, 배수로 들뜸의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 시공미흡, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 유추되며, 금회 점검에서 배수로 들뜸, 균열은 상부 절토사면부의 과도한 식생으로 인하여 손상부에 접근이 불가능한 것으로 조사되었다. 이외 손상인 배수로 이격의 경우 손상의 진전이 없는 상태로 손상이 확인되어 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료되고, 배수로 들뜸, 균열의 경우 내구성 확보 차원의 단면보수, 표면처리 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다. ■ 상부 절토사면부의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다. 또한 구조물의 손상 발생여부 확인을 위하여 원활한 점검구역 확보 차원의 옹벽 상부 정비가 필요할 것으로 사료된다. ■ 옹벽 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.	

【표 5.3.13】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	판넬 파손, 들뜸	m ²	2.41	9	
	판넬 백태(표면열화)	m ²	165.80	7	
	앵커캡 파손	EA	6.00	6	
배수시설	배수로 들뜸	m ²	0.10	2	
	배수로 균열 (0.3mm미만)	m	2.50	5	
	배수로 이격	m	0.50	1	
상부 절토사면부	상태양호	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 기 정밀안전점검과의 비교

【표 5.3.14】전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
전면부	판넬 파손, 들뜸	m ²	2.40	8	2.41	9	▲ 0.01	신규손상
	판넬 백태(표면열화)	m ²	125.00	6	165.80	7	▲ 40.80	신규손상
	앵커캡 파손	EA	3.00	3	6.00	6	▲ 3.00	신규손상
배수시설	배수로 들뜸	m ²	0.10	2	0.10	2	— —	변동없음
	배수로 균열 (0.3mm미만)	m	2.50	5	2.50	5	— —	변동없음
	배수로 이격	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
상부성토부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
지반, 기초부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
옹벽 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

5.4 콘크리트 재료시험 조사

5.4.1 개요

콘크리트 재료시험 조사는 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 과업의 내구성조사는 [시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단편](이하 ‘세부지침’)] 용벽편 13.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

5.4.2 조사현황 및 위치도

가. 조사현황

금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 비교·검토할 수 있도록 하였으며, 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다. 본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

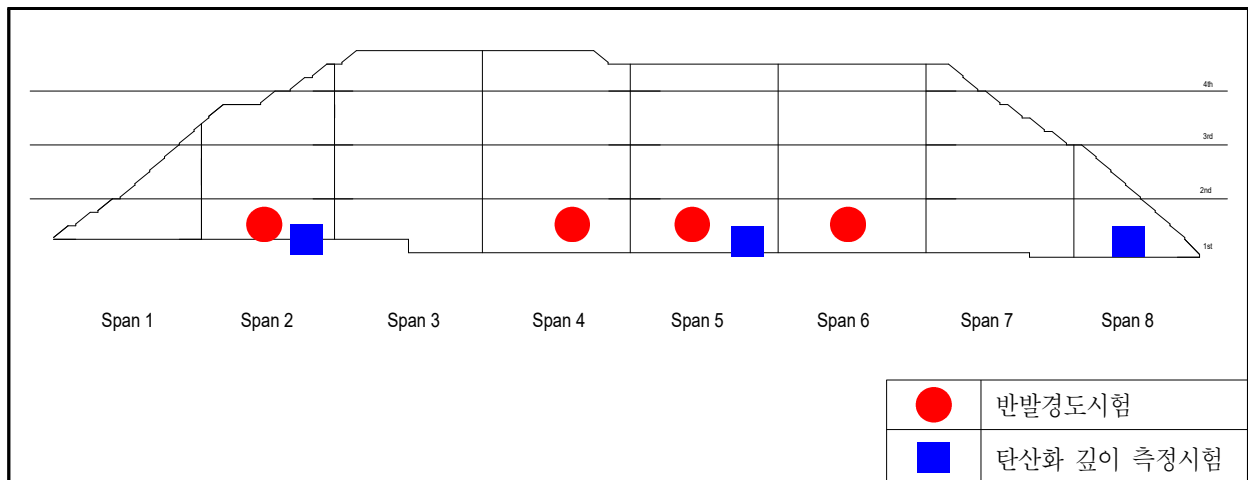
【표 5.4.1】 재료시험 기준수량 및 실시수량 현황

항 목	기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
측량	◦ 옹벽의 선형측량 및 수준측량	—	—	
반발경도시험	◦ 총수량 = (총 연장 ÷ 50m)개소	4	4	
탄산화깊이 측정	<총 연장> ◦ 100m 미만: 2개소 ◦ 100m 이상: 최소 2개소 + 100m 당 1개소 추가	3	3	



【사진 5.4.1】 재료시험 조사 전경

나. 콘크리트 재료시험 조사 위치도



【그림 5.4.1】 콘크리트 재료시험 조사 위치도

5.4.3 반발경도시험

가. 시험결과

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물에 이물질이 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며, 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈이 있는 부위들은 측정위치에서 제외하였고, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다.

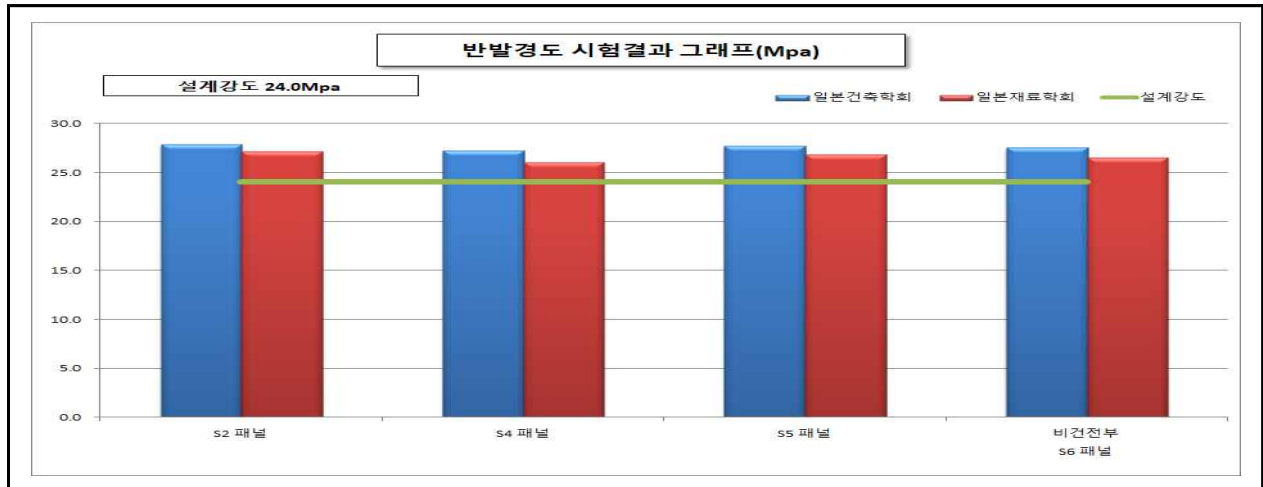
또한, 반발경도에 의한 압축강도 추정은 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식을 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설 안전공단식을 사용하였으며, 측정결과는 정밀한 결과를 산정하기 위해 2개 이상의 추정식을 통해 추정된 콘크리트 비파괴강도 중 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다. FMS상에 패널식 옹벽 05의 안전점검종합보고서 자료에서 설계기준강도를 확인하여 작성하였다.

【표 5.4.2】 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
전면부	S2	패널	48.2	27.2	27.9	0.63	24	건전부
	S4	패널	46.7	26.0	27.2			건전부
	S5	패널	47.8	26.9	27.7			건전부
	S6	패널	47.4	26.5	27.5			비건전부
평균			—	26.7	27.6	—	—	
표준편차			—	0.31	0.17	—	—	
변동계수			—	0.011	0.006	—	—	
최대값			—	27.2	27.9	—	—	
최소값			—	26.0	27.2	—	—	

【표 5.4.3】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
전면부 패널	27.2	~ 27.9	24.0	27.6	113.3 ~ 116.2	



【그림 5.4.2】 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 27.2~27.9MPa로 측정되었으며, 설계기준압축강도 (24.0MPa)를 100%이상 상회하는 것으로 확인되었고, 건전부와 비건전부의 강도를 비교 및 검토한 결과, 비건전부의 강도가 건전부의 98.3%이상으로 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 따라서 콘크리트의 내구성능은 양호한 상태인 것으로 판단되며, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도저하가 없는 것으로 조사되었다.

나. 기 점검결과와의 비교분석

전회 정밀안전점검에서 실시한 강도 값과 비교한 결과, 측정 부위 등의 차이에 따른 근소한 편차가 확인되었으며, 기존 강도 값과 동등한 수준으로 확인되어 강도저하와 관련된 문제점은 없는 것으로 확인되었다.

【표 5.4.4】 기 점검결과와의 결과 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	전면부 패널	27.5 ~ 29.6	27.2 ~ 27.9	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 추정식 및 측정 부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

다. 반발경도 시험 보고서

【표 5.4.5】 반발경도 시험 보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 26. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	패널식 옹벽 05
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	전면부 패널 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	21.3℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

5.4.4 탄산화 깊이 측정

가. 시험결과

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화 깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

【표 5.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치	탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과 년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과	비 고
S2 전면부패널	2.5	91.0	88.5	8	0.88	100년 이상	a등급	
S5 전면부패널	2.5	110.0	107.5	8	0.88	100년 이상	a등급	
S8 전면부패널	2.5	85.0	82.5	8	0.88	100년 이상	a등급	

【표 5.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
전면부 패널	2.5	82.5~107.5	



【그림 5.4.3】 탄산화 깊이 측정결과

- 금회 점검에서 탄산화시험은 총 3개소 시험을 실시하였으며 분석 결과, 전개소 모두 “탄산화에 의한 부식발생 우려 없음” 인 ‘a’ 등급으로 평가되었고 100년 이상의 잔존수명을 확보하여 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다.

나. 기 점검결과와의 비교분석

금회 시행한 탄산화 깊이시험이 최초 시험으로 확인되었으며, 금회 점검에서 조사된 결과를 종합적으로 고려할 때, 현재의 탄산화 수준은 구조물의 내구성에 영향을 미치지 않는 범위이다. 따라서 향후 수년간은 별다른 성능 저하 없이 안정적인 상태가 유지될 것으로 판단된다.

【표 5.4.8】 기 점검결과와의 결과 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
패널(전면부)	—	—	a	2.5	82.5~107.5	a	
검토의견	■ 금회 시행한 탄산화 깊이시험이 최초 시험으로, 금회 시험결과 양호한 상태로 확인되어 향후 수년간은 안정적인 상태가 유지될 것으로 판단된다.						

다. 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 상촌교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 5.4.9】탄산화 시험에 의한 내구성 예측

전면부 - 패널 S2	
실측 피복두께(mm)	91.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.5
잔여깊이(mm)	89.0
탄산화 속도계수	0.88
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (88.5)	0.88388 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

전면부 - 패널 S5	
실측 피복두께(mm)	110.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.5
잔여깊이(mm)	107.5
탄산화 속도계수	0.88
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (107.5)	0.88388 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

【표 5.4.9】탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

전면부 - 패널 S8	
실측 피복두께(mm)	85.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.5
잔여깊이(mm)	82.5
탄산화 속도계수	0.88
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(82.5)

A (탄산화 속도 계수)

0.88388
(mm/year0.5)

등급 선정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

다. 탄산화 시험 보고서

【표 5.4.10】탄산화 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 26일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	전면부 패널
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	탄산화시험 Set, 버니어 캘리퍼스
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	부록 참조
연한 적자색 변색 유무	유

5.4.5 콘크리트 내구성조사 결과 요약

【표 5.4.11】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준 (평가등급)	
비파괴 강도 (MPa)	패널(전면부)	27.2 ~ 27.9	24.0	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (mm)	패널(전면부)	82.5~107.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm 이상 ■ 탄산화에 의한 철근 부식발생 가능성 없음
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근 부식발생 가능성은 없는 상태임			

5.4.6 측량

가. 개요

금회정밀안전점검 대상시설물(패널식 옹벽 05)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 전차 정밀안전점검의 측정된 값과 금회 정밀안전점검의 측정값을 비교 검토하여 침하 및 활동에 대해 검토하였다.



【사진 5.4.2】 측량작업 전경

나. 경사도 측정결과

설계도서 및 초기점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류 및 측정위치의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었고, 전회 점검과의 비교값 또한 측정 위치에 의한 차이는 있지만 사용성에 영향을 미칠만한 차이는 아닌 것으로 확인되었다.

【표 5.4.12】 경사도 결과

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	89.90	0.17	—	—	—	—	—	—
2	S2	89.90	0.17	89.80	0.35	0.10	0.17	a	전면
3	S3	90.00	0.00	89.70	0.52	0.30	0.52	a	전면
4	S4	89.70	0.52	—	—	—	—	—	—
5	S5	89.80	0.35	89.70	0.52	0.10	0.17	a	전면
6	S6	89.90	0.17	89.50	0.87	0.40	0.70	a	전면
7	S7	89.90	0.17	—	—	—	—	—	—
8	S8	89.80	0.35	90.00	0.00	-0.20	0.35	a	배면

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

【표 5.4.13】 경사도 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구 분	측정위치 (Span)	2025년 정밀안전점검 측정경사량		2023년 정밀안전점검 측정경사량		측정결과 비교		안전 등급	전회 점검 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	89.90	0.17	89.70	0.52	0.20	0.35	a	전면
2	S2	89.90	0.17	89.80	0.35	0.10	0.17	a	전면
3	S3	90.00	0.00	90.00	0.00	0.00	0.00	a	—
4	S4	89.70	0.52	89.70	0.52	0.00	0.00	a	—
5	S5	89.80	0.35	89.80	0.35	0.00	0.00	a	—
6	S6	89.90	0.17	90.00	0.00	-0.10	0.17	a	배면
7	S7	89.90	0.17	89.90	0.17	0.00	0.00	a	—
8	S8	89.80	0.35	89.80	0.35	0.00	0.00	a	—

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

다. 선형 및 수준 측량결과

금회 점검에서 측량은 본 옹벽의 상단 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여 현장에서 측정이 가능한 위치를 선정하여 선형 및 수준측량을 실시하였고, 설계도서 및 전회 정밀안전점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 주변환경, 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 전회 점검의 선형 측량을 금회 선형측량과 대조하여 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었다.

【표 5.4.14】 수준측량(수직변위) 결과

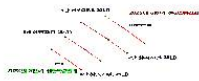
측정위치	기준점 레벨(EL(+).m)		분석 결과 (m)	비고
	설계치	금회 정밀안전점검		
S1(15m) 2단	143.70	—	—	식생
S2(30m) 4단	149.70	149.58	-0.12	
S4(70m) 4단	154.20	154.15	-0.05	
S6(110m) 4단	152.70	152.55	-0.15	
S7(140m) 3단	143.70	—	—	식생
S8(150m) 2단	137.70	—	—	식생

【표 5.4.15】 선형측량 결과

측정위치	X	Y	비고
①	403748.878	155496.480	
②	403717.868	155530.041	
③	403677.639	155569.568	
④	403678.409	155565.709	
⑤	403714.271	155530.271	
⑥	403759.173	155481.283	
⑦	403749.000	155489.235	
⑧	403713.976	155527.428	
⑨	403685.639	155556.652	
⑩	403688.678	155549.359	
⑪	403711.379	155526.676	
⑫	403741.956	155493.961	



[선형측량 결과]



[선형측량 결과 비교]

【그림 5.4.4】 선형측량 결과 및 비교

5.5 상태평가

5.5.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 용벽편(2024.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

【표 5.5.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유 실	이 격	세 굴	주변영향인자				결합 점수 합계	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	0	0	0	0	2	0.04	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	a
S4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.04	a
S5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.04	a
S6	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.04	a
S7	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.04	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	0.88	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.38	0.03	a
									상태평가 결과				A		

5.5.2 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결합지수는 0.03로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

5.5.3 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

최상의 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생한 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

5.5.4 기 정밀안전점검과의 비교

전회 정밀안전점검의 자료조사 결과, 기존손상인 전면부 판넬 균열, 파손, 백태(표면열화), 앵커 캡 파손, 주변영향인자(배수시설) 배수로 균열, 파손, 이격 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 공용기간 증가, 외부충격, 열화 등에 의한 판넬 파손, 백태(표면열화) 손상이 추가로 조사되었으나 결함지수는 '0.03', 안전등급은 'A등급' 으로 전회 점검과 동일한 상태로 평가되었다.

【표 5.5.2】 기 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
2023년 정밀안전점검	0.03	A	
2025년 정밀안전점검	0.03	A	

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.6.1 종합평가 결과

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

【표 5.6.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	패널식 옹벽 05		표 번 호	[표 5.6.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.03	A	근거표번호	[표 5.5.1]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.03	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

5.6.2 안전등급 지정

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

【표 5.6.2】 안전등급 기준

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	· 문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	· 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태
C (보통)	· 보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장이 없으며, 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	· 손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	· 심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

5.7 보수·보강 및 유지관리방안

5.7.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 5.7.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	판넬 백태(표면열화)	주의관찰	-	-	-	-	-	-
	앵커캡 파손	정비	6.00	6.00	EA	78	468	2순위
	판넬 파손, 들뜸	단면보수	2.41	3.62	m²	960	3,475	2순위
배수시설	배수로 들뜸	단면보수	0.10	0.15	m²	960	144	2순위
	배수로 균열 (0.3mm미만)	표면처리	2.50	3.75	m²	230	863	2순위
	배수로 이격	주의관찰	-	-	-	-	-	-
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		4,950		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		2,475		0		
	합계	0		7,425		0		
개략공사비 총계(천원)		7,425						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

5.7.2 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 5.7.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전 면 부	• 판넬 백태(표면열화) → 판넬 백태(표면열화)의 발생에 원인은 공용기간 증가, 우수, 열화에 의한 것으로 유추되며, 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하여 손상의 추가 발생여부 확인 등의 관리 필요	
배 수 시 설	• 배수로 이격 → 배수로 이격 발생에 원인은 건조수축 및 거푸집 조기탈거에 의한 것으로 유추되며, 본 손상에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하여 손상 진전여부 확인 등의 관리 필요	
상 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	

5.8 종합결론

5.8.1 정밀안전점검 결과 요약

가. 현장조사 결과

1) 지반, 기초부

- 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 기존손상이 없는 상태로 확인되었고, 금회 점검 조사결과, 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

- 전면부에서 조사된 판넬 파손, 들뜸의 경우 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가, 우수유입, 동결융해 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 구조물 사용성에 영향을 주는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단된다. 이에 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수조치가 필요하다.
- 조사된 앵커캡 파손의 경우 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가 등으로 인한 손상으로 앵커부의 우수유입을 방지 및 내구성 확보차원의 정비 등의 조치가 필요하다.
- 조사된 판넬 백태(표면열화)의 경우 공용기간 증가, 우수, 열화 등으로 인한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니며, 이에 즉각적인 보수를 실시하기보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등 적절한 보수공법을 선정하여 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 옹벽 상부 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.

3) 주변영향인자

- 주변영향인자(배수시설)에서 조사된 배수로 균열, 배수로 이격, 배수로 들뜸의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 시공미흡, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 유추되며, 금회 점검에서 배수로 들뜸, 균열은 상부 절토사면부의 과도한 식생으로 인하여 손상부에 접근이 불가능한 것으로 조사되었다. 이외 손상인 배수로 이격의 경우 손상의 진전이 없는 상태로 손상이 확인되어 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료되고, 배수로 들뜸, 균열의 경우 내구성 확보 차원의 단면보수, 표면처리 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 상부 절토사면부의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고

있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다. 또한 구조물의 손상 발생여부 확인을 위하여 원활한 점검구역 확보 차원의 옹벽 상부 정비가 필요할 것으로 사료된다.

4) 옹벽 점검시설

- 옹벽 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 도로포장은 본문의 지반, 기초부, 주변영향인자에 기입된 내용으로 대체하였으며, 도로부 신축이음부, 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

6) 내구성 시험

- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 탄산화 깊이 시험 결과, 철근부식의 우려가 없는 양호한 상태로 확인되었다..
- 측량결과, 전회 및 설계도서와 비교하여 검토한 결과, 미소한 차이가 확인되었으며, 측량시 발생할 수 있는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동 등이 발생하지 않은 상태로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.03, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.

5.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 지반, 기초부, 전면부, 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서 판넬 파손, 들뜸, 백태(표면열화), 앵커캡 파손, 배수로 이격, 파손, 들뜸 등의 손상이 조사되었으나, 옹벽의 사용성에는 영향을 주지 않는 것으로 판단되므로 내구성 증진을 위한 단면보수, 정비, 주의관찰 등의 적절한 조치가 필요하다고 판단된다. 또한 상부 성토부 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검 및 옹벽은 안전성을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

5.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부 판넬 백태(표면열화), 배수시설 배수로 이격에 대한 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고, 손상의 진전 및 신규손상의 발생여부를 확인하는 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 판단된다.