

4. 불력식 옹벽 04

4.1 시설물 개요

4.2 자료수집 및 분석

4.3 현장조사

4.4 콘크리트 재료시험 조사

4.5 상태평가

4.6 종합평가 및 안전등급 지정

4.7 보수·보강 및 유지관리 방안

4.8 종합결론

4. 불력식 옹벽 04

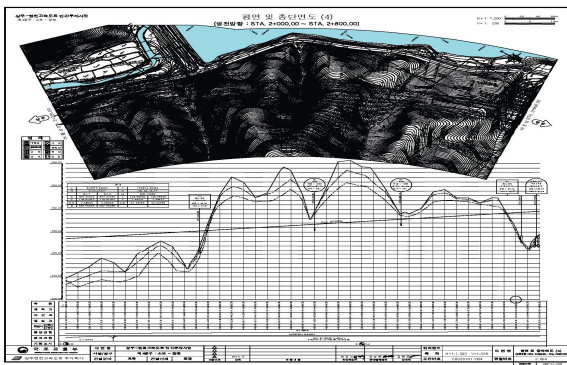
4.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 산법리(상주영천고속도로 30.940~31.213km)에 위치한 2중 시설물로서 연장 273.0m, 지면노출높이 12.5m의 불력식 보강토옹벽이다.

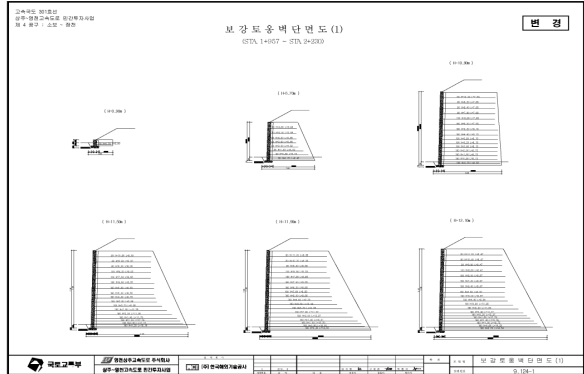
4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	블럭식 옹벽 04		종별구분	2중 시설물
시설물번호	RW2017-0000084		관리번호	SY RW4
시설물위치	행정구역	대구광역시 군위군 소보면 산법리		
	위치좌표	시점 : 36° 23' 06.9" 128° 50' 51.8"		
		종점 : 36° 23' 25.8" 128° 50' 19.7"		
노선명(이정)	고속국도 301호선 30.940~31.213km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	블럭식
	연 장	273.0m	지면노출 높 이	12.5m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	상주영천고속도로 본선		
	옹벽하부	도로		
시공현황	준공년도	2017년 06월 27일	시 공 자	대림산업(주)
	부대시설	-		
비 고				



위치도

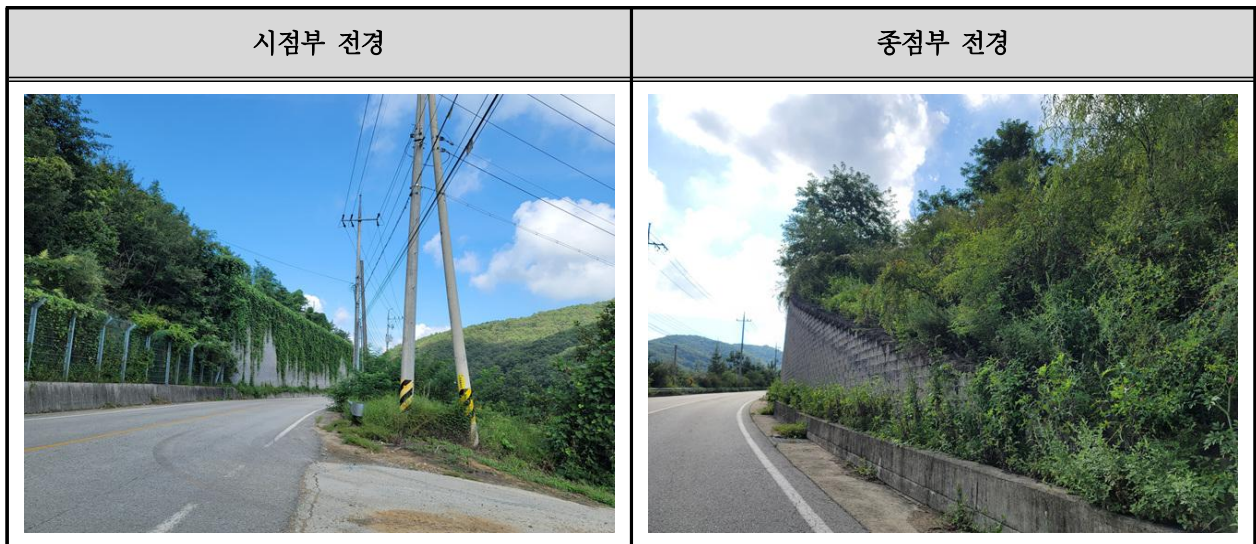


단면도

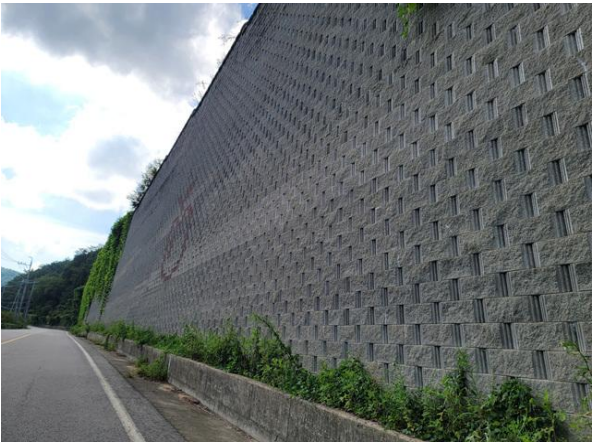
4.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 4.1.1】 위치도

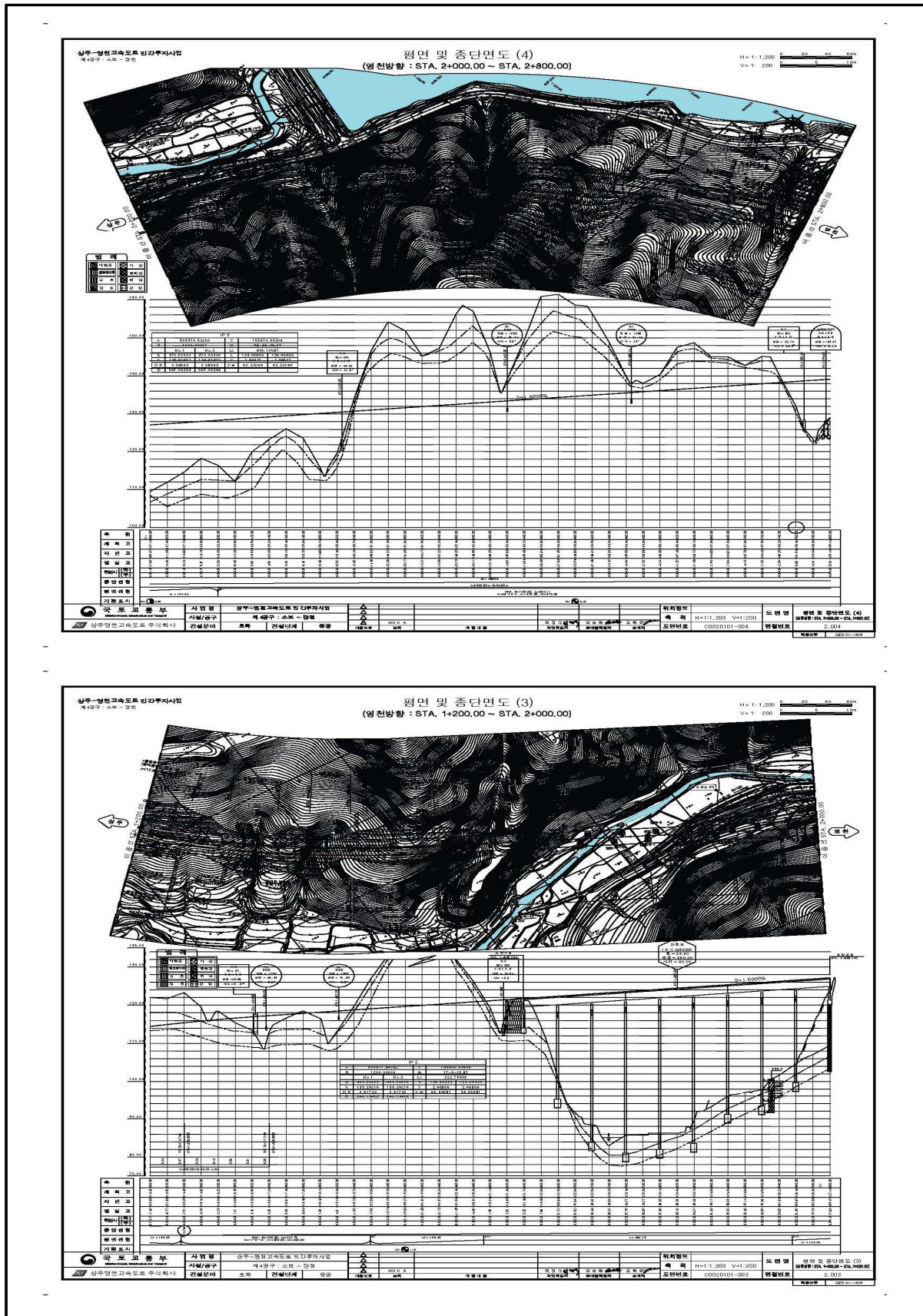


【사진 4.1.1】 전경사진

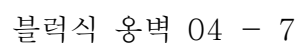
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	경사계를 이용한 경사도 측정

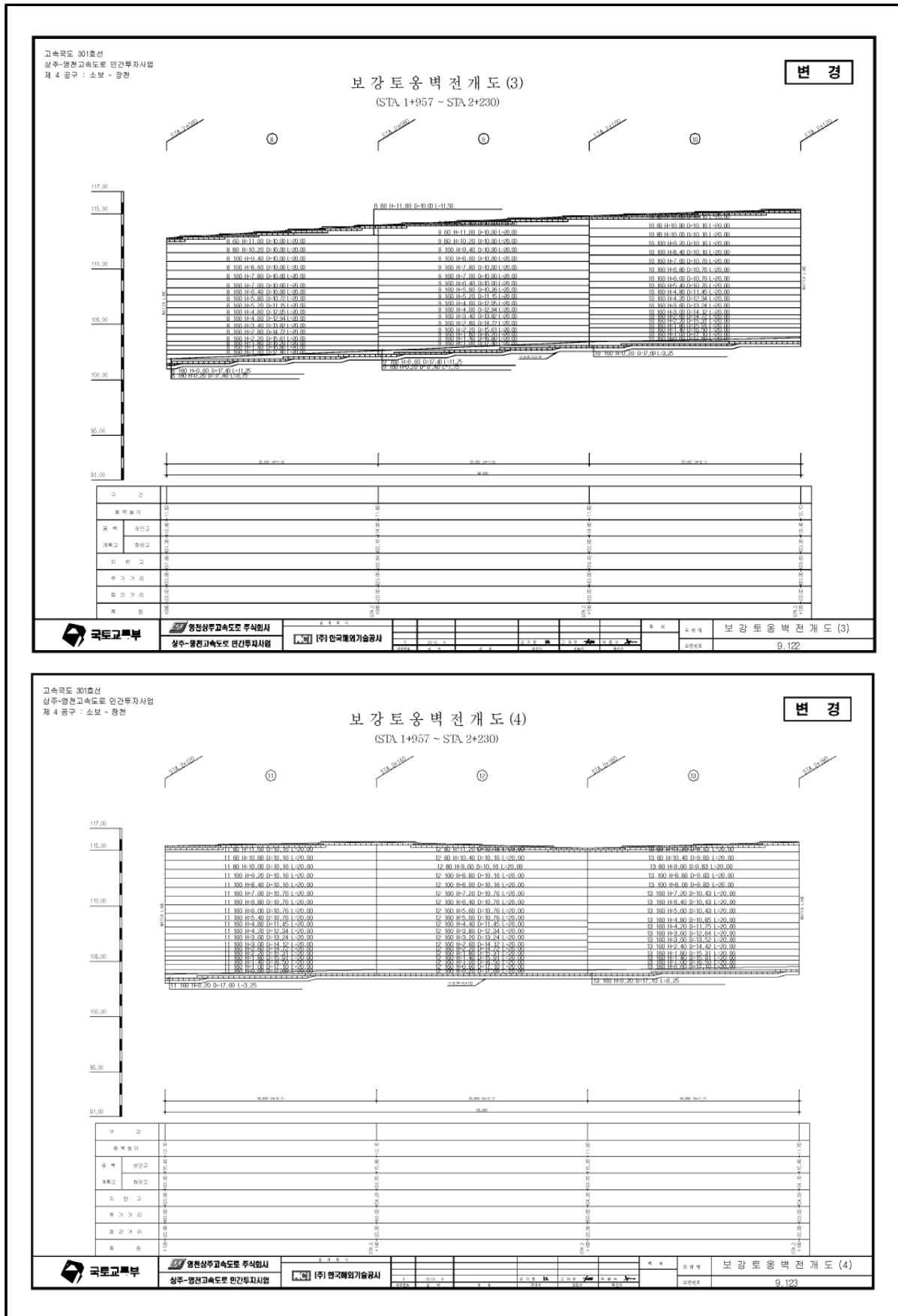
【사진 4.1.2】 부재별 현황 및 작업사진

4.1.3 시설물 일반도

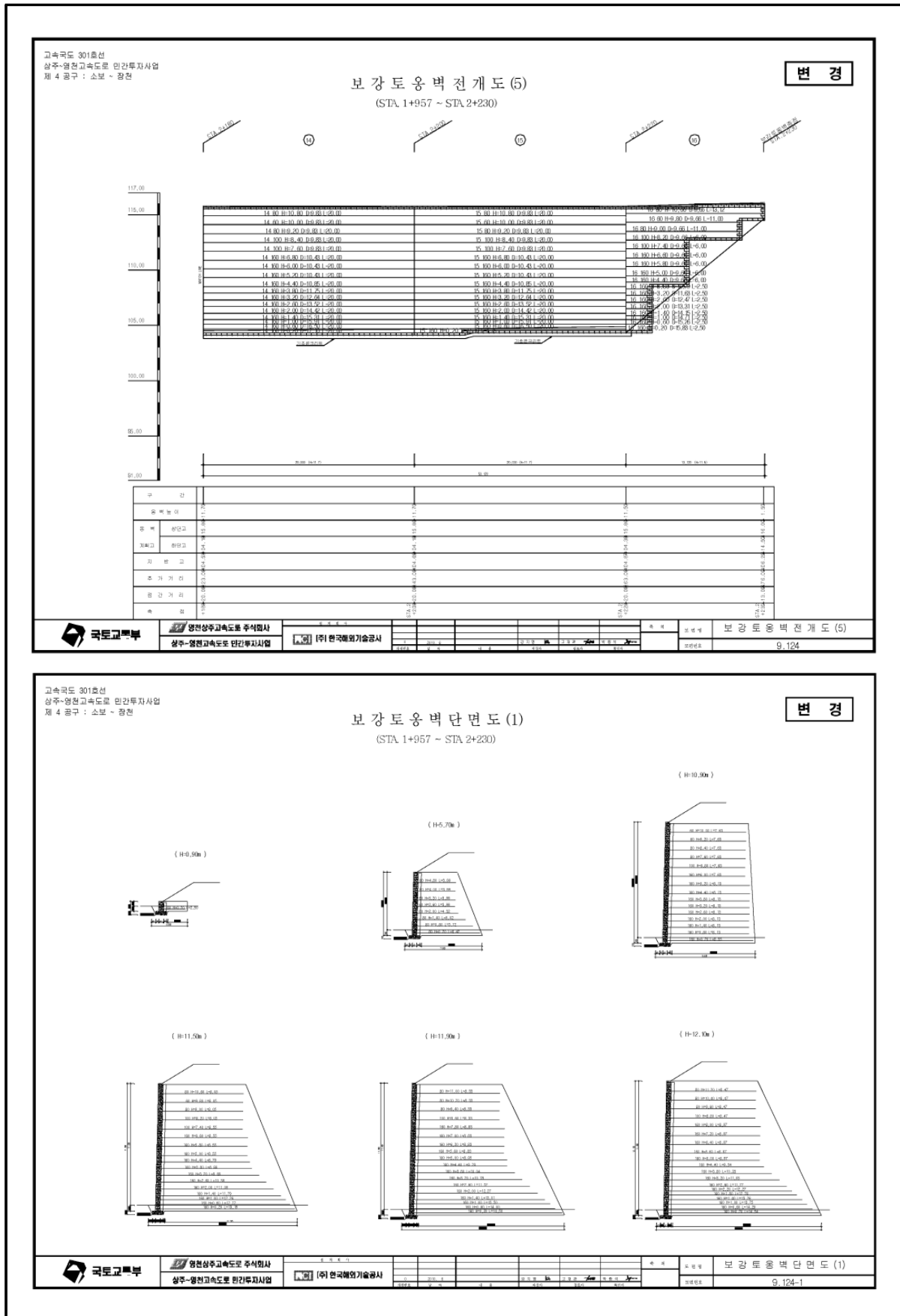


【그림 4.1.2】 종평면도

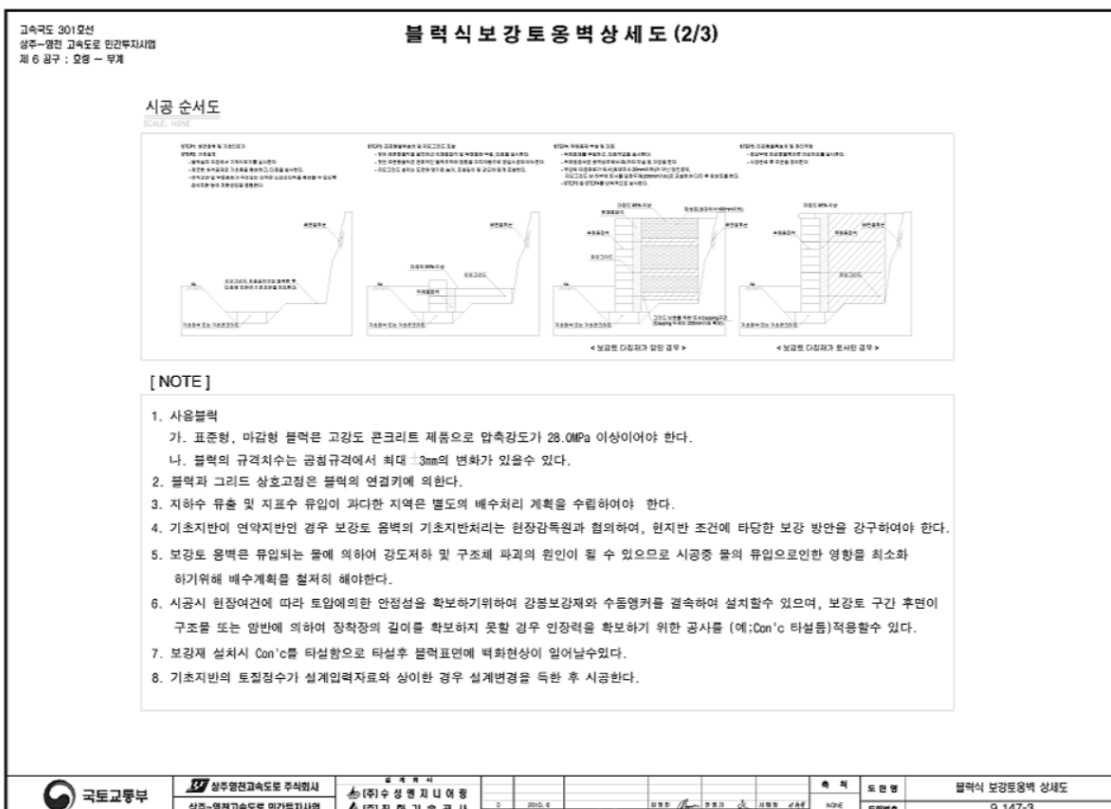
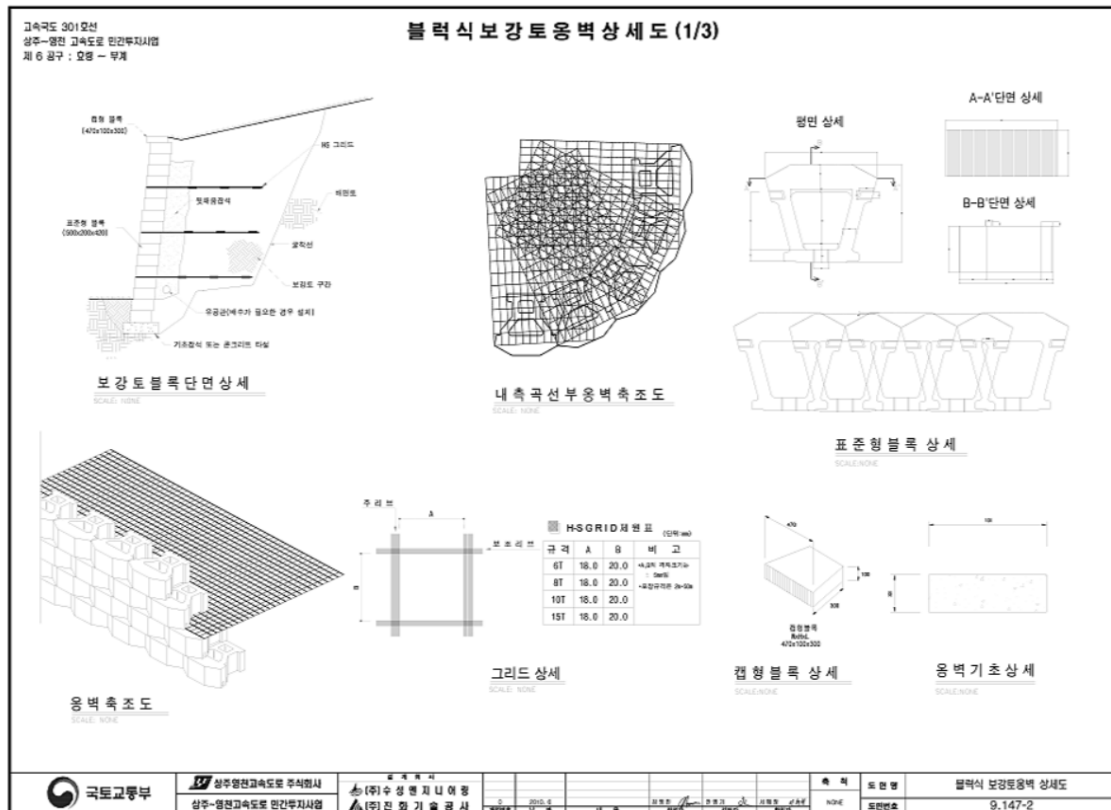




【그림 4.1.3】 전개도(계속)



【그림 4.1.4】 전개도 및 단면도



【그림 4.1.5】 상세도

4.2 자료수집 및 분석

4.2.1 설계자료 검토

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

구조계산서 및 안전검토서

- STA. 1+957.00
~ STA. 2+236.00

SOMO Holdings Co Ltd Somo Building 984-1 Daechi-dong Kangnam-ku Seoul 135-842 Korea Tel: 02 34506920 Fax: 02 5697792 E-mail: simon@sungam.co.kr	Page 1 of 10 Date 30 Jan 2009 Reference
---	---

Tensor Grid Reinforced Soil Application Suggestion
Client:
Project:
보강토 옹벽 12m

Objective:

Calculations in accordance with:
Institut IT Bausoftware method

Calculations carried out using Winwall Version 8.22
Details of the theory used in this program are available on request from:
Tensor International Ltd, Cunningham Court, Sharnworth Business Park, BLACKBURN, BB1 2QX, UK
Telephone +44 1254 262431; Fax: +44 1254 266873; E-mail: design@tensor.co.uk

This document contains an Application Suggestion which has been prepared by SOMO Holdings Co Ltd, on a confidential basis, to enable the application of Tensor geogrids to be evaluated. The Application Suggestion is merely illustrative and is not a detailed design.

This Application Suggestion is specific to the unique characteristics of the Tensor geogrids which are referenced within the calculations.

Copyright in this Application Suggestion belongs to Tensor International Limited. It may not be reproduced in whole or in part without the prior written permission of Tensor International. It must not be disclosed other than for the purpose of evaluating its commercial application for the use of Tensor geogrids.

This Application Suggestion does not form the whole or any part of a contract. Its suitability for any project is the sole responsibility of the user and its professional advisors. Neither Tensor International Limited nor SOMO Holdings Co Ltd are responsible for any application of the Application Suggestion other than in conjunction with the sale of Tensor.

Tensor and Pades are registered trade marks.
©Tensor International Limited

SOMO Holdings Co Ltd Tensor Grid Reinforced Soil Application Suggestion 보강토 옹벽 12m	Page 2 of 10 Date 30 Jan 2009 Reference
--	---

Input data
Geometry and facing details

Scale 1:250

Soil type	c' (kN/m²)	φ' (degrees)	Unit weight (kN/m³)
Reinforced fill	0.00	30.00	19.00
Backfill	0.00	30.00	19.00
Foundation	10.00	30.00	19.00

SOMO Holdings Co Ltd Tensor Grid Reinforced Soil Application Suggestion 보강토 옹벽 12m	Page 3 of 10 Date 30 Jan 2009 Reference
--	---

Reinforcement data - Design Temperature = 20°C

Grid strengths are for a design life of up to 120 years

Tensor Geogrid type	Creep limited strength F _g /A ₁ (kN/m)	Installation and compaction factor A ₂	Calculated safety factor γ	Permissible working load at 20°C (kN/m)
55RE	26.30	1.00	1.75	15.03
120RE	56.20	1.00	1.75	32.11

Coefficients of interaction:

Pullout	1.000
Sliding	0.800

Reinforcement layout

Tensor geogrid	Number of geogrids	Starting level above datum (m)	Vertical spacing (m)	Finishing level above datum (m)
55RE	8	7.600	0.600	11.800
120RE	16	1.000	0.400	7.000
120RE	2	0.400	0.200	0.600
120RE	1	0.200	-	-

Horizontal coverage of grids is 100.000%.
There are a total of 27 layers of Tensor main reinforcement

구조계산서 및 안전검토서

SOMO Holdings Co Ltd
Tensor Grid Reinforced Soil Application Suggestion
보강토 옹벽 12m

Page 4 of 10
Date 30 Jan 2009
Reference

Grid coordinates

Tensor Geogrid	Level above datum (m)	Left end (m)	Right end (m)	Length (m)
120RE	0.200	0.015	12.615	12.600
120RE	0.400	0.030	12.630	12.600
120RE	0.600	0.045	12.645	12.600
120RE	1.000	0.075	12.675	12.600
120RE	1.400	0.105	12.705	12.600
120RE	1.800	0.135	12.735	12.600
120RE	2.200	0.165	12.765	12.600
120RE	2.600	0.195	12.795	12.600
120RE	3.000	0.225	12.825	12.600
120RE	3.400	0.255	12.855	12.600
120RE	3.800	0.285	12.885	12.600
120RE	4.200	0.315	12.915	12.600
120RE	4.600	0.345	12.945	12.600
120RE	5.000	0.375	12.975	12.600
120RE	5.400	0.405	13.005	12.600
120RE	5.800	0.435	13.035	12.600
120RE	6.200	0.465	13.065	12.600
120RE	6.600	0.495	13.095	12.600
120RE	7.000	0.525	13.125	12.600
55RE	7.600	0.570	13.170	12.600
55RE	8.200	0.615	13.215	12.600
55RE	8.800	0.660	13.260	12.600
55RE	9.400	0.705	13.305	12.600
55RE	10.000	0.750	13.350	12.600
55RE	10.600	0.795	13.395	12.600
55RE	11.200	0.840	13.440	12.600
55RE	11.800	0.885	13.485	12.600

RESULTS

External stability

All calculations are for 1m running length of structure with the width of the reinforced soil block = 12.600m at its base.

Calculation of forces and moments

The active forces on the back of the reinforced soil block calculated by iterative Coulomb

-1149-

SOMO Holdings Co Ltd
Tensor Grid Reinforced Soil Application Suggestion
보강토 옹벽 12m

Page 6 of 10
Date 30 Jan 2009
Reference

Internal stability check

Check of wedges at face starting at elevation = 0.000m

Wedge Angle (degrees)	Force Required for equilibrium Z (kN/m)	Force Provided by Grids E (kN/m)	Coordinates of Back of Wedge x(m) y(m)	Wedge Stability
0	-1268.7	0.0	12.680 0.000	OK
3	-999.3	96.3	12.650 0.663	OK
6	-758.1	128.5	12.700 1.335	OK
9	-541.7	192.7	12.752 2.030	OK
12	-347.5	256.9	12.804 2.722	OK
15	-173.3	315.2	12.858 3.445	OK
18	-17.7	353.3	12.915 4.196	OK
21	126.6	417.5	12.974 4.980	OK
24	342.4	482.8	13.035 5.804	OK
27	568.2	561.5	13.101 6.675	OK
30	838.1	618.9	13.170 7.604	OK
33	1111.9	668.2	13.245 8.602	OK
36	1404.4	670.3	13.326 9.682	OK
39	1690.0	708.3	13.415 10.863	OK
42	1929.9	730.4	13.513 12.167	OK
45	2128.6	730.4	13.622 13.622	OK
48	2285.5	730.4	13.745 15.266	OK
51	2405.1	730.4	13.886 17.148	OK
54	2492.1	730.4	14.048 19.256	OK
57	2548.5	730.4	14.230 21.600	OK
60	2582.1	730.4	14.431 24.200	OK
63	2594.9	730.4	14.650 27.064	OK
66	2588.5	730.4	14.886 30.200	OK
69	2565.1	730.4	15.138 33.628	OK
72	2528.6	730.4	15.404 37.360	OK
75	2482.1	730.4	15.684 41.408	OK
78	2428.6	730.4	15.976 45.780	OK
81	2370.0	730.4	16.280 50.496	OK
84	2308.5	730.4	16.594 55.568	OK

Angle of steepest wedge which does not intersect any grids is 0.908
Factor of Safety against sliding on this wedge is 2.001

SOMO Holdings Co Ltd
Tensor Grid Reinforced Soil Application Suggestion
보강토 옹벽 12m

Page 5 of 10
Date 30 Jan 2009
Reference

wedge check (DIN 4085) are:

Vertical load : 345.1kN/m; Horizontal load : 1226.8kN/m.
These give an overturning moment about the centre of the base of 5183.4kNm/m.

The total weight of the reinforced soil wall is 3636.3kN; its overturning moment about the centre of its base is -3705.6kNm.

Sliding resistance check

The sliding resistance is 2298.7kN; this gives a factor of safety against sliding of 1.874; this is >1.5 and acceptable (DIN 1054).

Bearing capacity check

The resultant acts at an eccentricity of 0.371 m; this lies within the middle third and is acceptable (DIN 4017).

The bearing capacity coefficients (DIN 4017) are as follows:
 $N_1 = 30.14$ $N_2 = 18.40$ $N_3 = 10.05$

x_0 is 0.342; this gives an ultimate bearing pressure of 914.7kN/sq.m. over an effective length of 11.858m, giving an ultimate load of 10846.2kN. With a total vertical force of 3981.4kN, this gives a factor of safety on bearing capacity of 2.724. This is >2.0 and acceptable (DIN 4017).

SOMO Holdings Co Ltd
Tensor Grid Reinforced Soil Application Suggestion
보강토 옹벽 12m

Page 7 of 10
Date 30 Jan 2009
Reference

Internal stability check

Check of wedges at face starting at elevation = 0.200m

Wedge Angle (degrees)	Force Required for equilibrium Z (kN/m)	Force Provided by Grids R (kN/m)	Coordinates of Back of Wedge x(m) y(m)	Wedge Stability
0	-1257.2	8.0	12.615 0.200	OK
3	-991.3	64.3	12.605 0.863	OK
6	-753.3	128.5	12.715 1.535	OK
9	-540.0	181.5	12.767 2.220	OK
12	-348.6	224.8	12.819 2.922	OK
15	-177.1	289.0	12.873 3.645	OK
18	-23.9	353.3	12.930 4.396	OK
21	112.0	417.5	12.989 5.180	OK
24	325.6	481.7	13.050 6.004	OK
27	535.3	545.9	13.116 6.875	OK
30	823.2	593.1	13.185 7.804	OK
33	1095.3	608.3	13.260 8.802	OK
36	1351.1	638.2	13.341 9.882	OK
39	1590.2	688.2	13.430 11.043	OK
42	1811.1	698.3	13.528 12.367	OK
45	2014.6	698.3	13.637 13.822	OK
48	2194.4	698.3	13.760 15.446	OK
51	2345.9	698.3	13.901 17.260	OK
54	2472.1	698.3	14.058 19.272	OK
57	2568.5	698.3	14.230 21.496	OK
60	2630.0	698.3	14.416 23.944	OK
63	2652.1	698.3	14.616 26.628	OK
66	2630.0	698.3	14.830 29.560	OK
69	2568.5	698.3	15.058 32.752	OK
72	2472.1	698.3	15.300 36.216	OK
75	2345.9	698.3	15.556 40.000	OK
78	2194.4	698.3	15.826 44.136	OK
81	2014.6	698.3	16.110 48.664	OK
84	1811.1	698.3	16.408 53.632	OK

Angle of steepest wedge which does not intersect any grids is 0.908
Factor of Safety against sliding on this wedge is 2.011
Factor of Safety against sliding on the grid at this elevation is 1.508

-1150-

-1151-

구조계산서 및 안전검토서

SOMO Holdings Co Ltd
Tensar Grid Reinforced Soil Application Suggestion
보강토 옹벽 12m

Page 8 of 10
Date 30 Jan 2009
Reference

Internal stability check
Check of wedges at face starting at elevation ~ 0.600m

Wedge Angle (degrees)	Force Required for equilibrium Z (kN/m)	Force Provided by Grids R (kN/m)	Coordinates of Back of Wedge x(m) y(m)	Wedge Stability
0	-1233.7	0.0	12.645 0.608	OK
3	-974.8	32.1	12.695 1.363	OK
6	-743.3	86.3	12.745 1.935	OK
9	-536.0	148.8	12.797 2.620	OK
12	-358.2	192.7	12.840 3.322	OK
15	-184.0	256.9	12.903 4.045	OK
18	-35.9	321.1	12.960 4.796	OK
21	95.4	385.4	13.019 5.580	OK
24	310.6	449.6	13.080 6.404	OK
27	310.1	513.8	13.146 7.275	OK
30	394.3	520.6	13.215 8.204	OK
33	462.6	558.9	13.290 9.202	OK
36	515.2	589.0	13.371 10.282	OK
39	551.5	619.0	13.460 11.453	OK
42	571.3	634.1	13.558 12.767	OK
45	576.8	634.1	13.667 14.222	OK
48	570.3	634.1	13.790 15.846	OK
51	554.7	634.1	13.931 17.748	OK
54	534.4	634.1	12.484 17.611	OK
57	500.5	634.1	10.454 16.674	OK
60	480.2	634.1	8.871 15.888	OK
63	466.6	634.1	7.492 15.215	OK
66	408.7	634.1	6.391 14.629	OK
69	366.8	634.1	5.232 14.113	OK
72	318.8	634.1	4.284 13.651	OK
75	264.8	634.1	3.430 13.234	OK
78	202.7	634.1	2.658 12.853	OK
81	132.7	634.1	1.930 12.502	OK
84	51.9	634.1	1.262 12.176	OK

Angle of steepest wedge which does not intersect any grids is 1.914
Factor of Safety against sliding on this wedge is 1.938
Factor of Safety against sliding on the grid at this elevation is 1.526

SOMO Holdings Co Ltd
Tensar Grid Reinforced Soil Application Suggestion
보강토 옹벽 12m

Page 9 of 10
Date 30 Jan 2009
Reference

Internal stability check
Check of wedges at face starting at elevation ~ 7.000m

Wedge Angle (degrees)	Force Required for equilibrium Z (kN/m)	Force Provided by Grids R (kN/m)	Coordinates of Back of Wedge x(m) y(m)	Wedge Stability
0	-782.3	0.0	13.125 7.000	OK
3	-631.2	15.8	13.175 7.663	OK
6	-499.4	38.1	13.225 8.375	OK
9	-384.7	45.1	13.277 9.020	OK
12	-285.2	68.1	13.329 9.722	OK
15	-195.5	75.1	13.384 10.485	OK
18	-126.6	98.2	13.440 11.186	OK
21	-45.5	120.2	13.499 11.988	OK
24	-15.3	138.2	13.560 12.834	OK
27	25.1	138.2	13.626 13.675	OK
30	56.8	138.2	13.696 14.494	OK
33	88.3	138.2	13.770 15.682	OK
36	94.3	138.2	13.851 16.682	OK
39	105.7	138.2	13.940 17.613	OK
42	109.9	138.2	14.038 17.518	OK
45	118.7	138.2	9.929 16.403	OK
48	109.4	138.2	8.259 15.589	OK
51	104.7	138.2	6.972 14.982	OK
54	102.8	138.2	5.946 14.481	OK
57	82.0	138.2	5.103 14.058	OK
60	82.4	138.2	4.306 13.785	OK
63	85.9	138.2	3.791 13.418	OK
66	72.6	138.2	3.265 13.153	OK
69	78.4	138.2	2.800 12.927	OK
72	61.2	138.2	2.385 12.724	OK
75	50.8	138.2	2.010 12.541	OK
78	39.0	138.2	1.667 12.374	OK
81	25.5	138.2	1.352 12.228	OK
84	18.0	138.2	1.059 12.077	OK

Angle of steepest wedge which does not intersect any grids is 2.717
Factor of Safety against sliding on this wedge is 2.231
Factor of Safety against sliding on the grid at this elevation is 1.900

지표지질조사

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

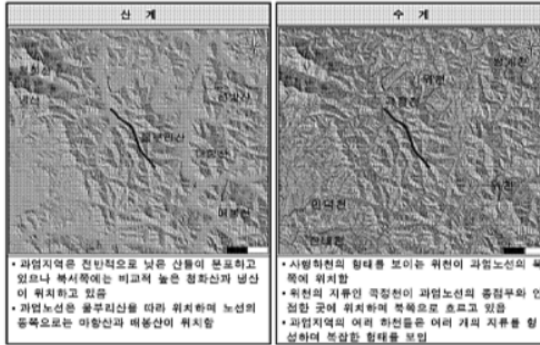
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지형 개요

- 백악기 경상분지의 신동층과 화양층군이 주로 분포하는 퇴적소분지의 서남부에 위치
- 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상층군과 신동층군의 낙동층(변화동층), 하신동층, 전주층(동명층)이 분포

나. 지형특성



다. 분포 암종 특성

구 분	지질특성
낙동층(안강산층권 역질 사암)	• 낙동층의 하부층에 해당하는 안강산층권 역질사암과 역암을 필마도가 발달한 석회암 및 칼리층이 주를 이루며, 탄질물과 변질된 유색암류로 주로 산출됨
낙동층(금당리층권 사암)	• 암송으로 인한 모래질(ssility)이 발달 • 모래질과 같은 발광으로 발색이 짙은 또는 출진되어 있어 송리암으로의 이 발성이 잘 것으로 예상됨
하신동층 사암	• 석회암 1 mm 내외의 것들로 필마도는 불완전한 것들이 우세 • 하신동층 사암은 근거리에서 이용하여 형성

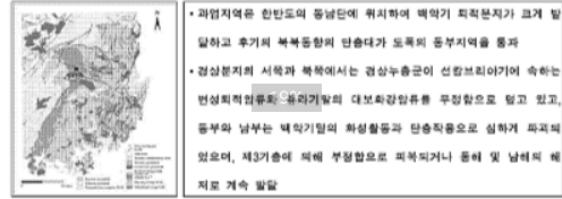
48

제 4 장 조사결과

라. 지질 계통도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Q ₄)	• 하천 및 산곡 퇴적물	-
중생대	--- 부합함 ---		
	충성암맥(K ₂) 선성암맥(K ₃)	• 과상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	유천층군 안강산암(An)	• 주로 용회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	--- 광입 및 분출 ---		
신생대	신동층 (se1)	• 사암과 역질사암, 셰일의 교호	• 4공구 전구간
	금당리층 (K ₁ -rk)	• 주로 역질 사암 우세	

마. 지세구조



4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

(1) 목적

- 과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
- 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등)의 선구조 파악
- 과업구간에 대한 지질정보와 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

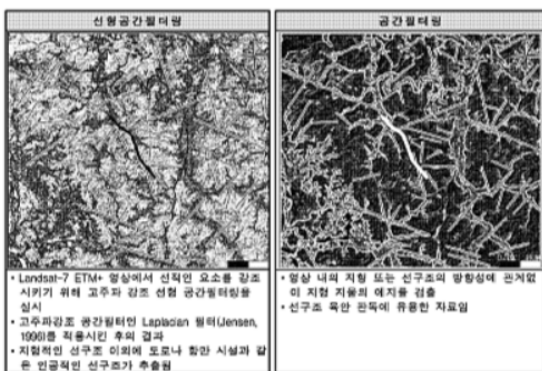
(2) 원리 및 방법

- 15m급 해상도의 Landsat-7 ETM+ 위성영상을 이용하여 분석 실시
- 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 변위변형 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
- 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

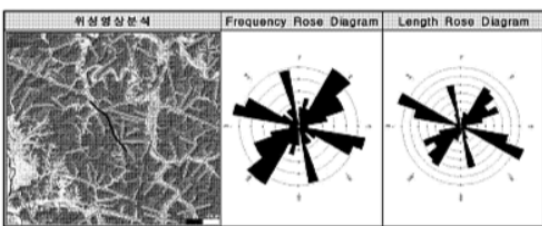
49

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

(3) 위성영상결과



(4) 결과 분석



- 900m 이상 되는 선구조를 추출
- 편류각과 총 62개의 대, 소 선구조 파악
- 주요 선구조의 방향은 N30°~40°E, N70°~80°W
- N40°~50°E, N60°~70°W, N10°~20°W 방향의 선구조도 다수 관찰됨
- 과업노선과는 3개의 선구조가 교차

50

제 4 장 조사결과

나. 음영기복도(DEM)를 이용한 선구조 분석

(1) 목적

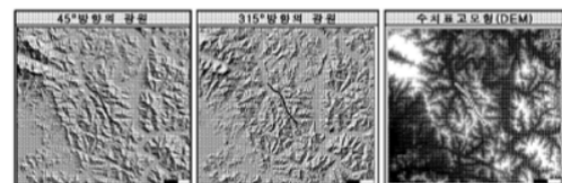
- 과업지역에 대한 정밀한 선구조 분석
- 수치지도에 의한 음영기복도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인
- 선구조의 정도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포특성 파악

(2) 분석 방법 및 과정

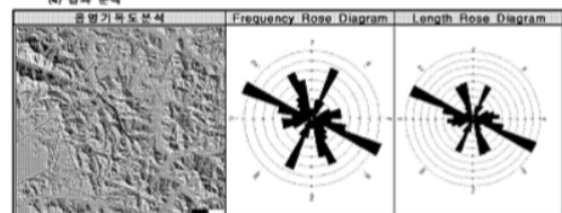
- 수치지도로부터 작성한 DEM(Digital Elevation Model) 음영기복도를 이용, 선구조 추출
- 선구조의 정도 및 연장에 대한 가중치 분석을 통한 선구조의 분포특성 파악 및 선구조의 연장 분석



(3) 음영기복도(DEM)



(4) 결과 분석



- 1000m 이상 되는 선구조 추출
- 편류각과 총 96개의 대, 소 선구조 파악
- 주요 선구조의 방향은 N60°~70°W이며 다음으로 N20°~30°W 방향이 우세함
- N20°~30°E, N70°~80°W, N10°~20°W 방향도 다수 관찰됨
- 과업노선과는 6개의 선구조가 교차될 것으로 추정됨

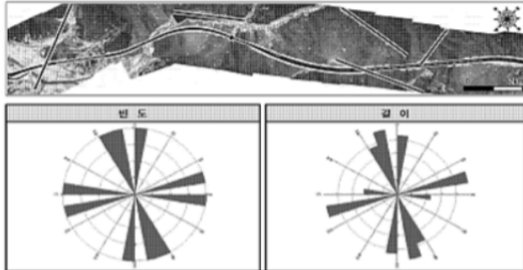
51

지표지질조사

상주~영천 고속도로 반관루지사업 실시결과

다. 항공사진 분석

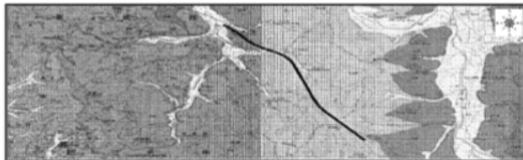
- 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 통한 분석을 실시



- 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 통한 분석을 실시
- 항공사진 분석을 통해 3개의 선구조를 추출함
- 선구조 길이분포와 방향분포의 결과 N10~30°W, N70~80°E 방향이 우세하게 나타남

4.2.3 관입구간 지질분포 특성

가. 관입구간 기준 지질도 분석(국위도폭(1981), 선산도폭(1989))

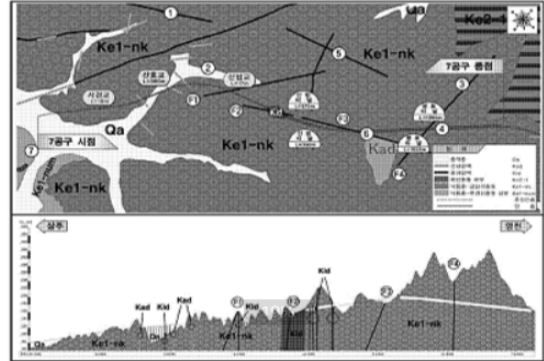


- 본 개입 지역의 지질은 백악기 경상층군의 신동층군의 낙동층(안화층), 화산층, 진주층(동명층)이 분포
- 3관구 중심 및 5관구, 4관구에서 분포하는 낙동층 중·상부와 하부 화산층은 하도 및 단 및 주변 변형된 환경에서 퇴적되어 하도 사암 및 변형된 기암의 세립 퇴적층이 코호

52

제 4 장 조사결과

나. 상세 지표지질 조사



(1) 주요 노두 특성분석

노두 사진	특성
1	• 흑회색 이암 • 층리는 25/052, 층리를 따라 반외 발생 • 장석 발달 편입, 편입 방향: (70/244), 폭: 5m • 주변의 파쇄가 심함
2	• 사암 • 층리는 20/025 • J1=80/116, J2=78/150, J3=80/072

53

상주~영천 고속도로 반관루지사업 실시결과

노두 사진	특성
3	• 역암(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 협재된 세립 • 층리는 12/103 • 부수적 단층: 84/256, 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	• 산성 관입암 • 5%이내의 유색광물과 장석 발달을 함유, 주변부는 장석 사암 • 입자크기: 3~10mm, 분급불량 • J1=63/192, J2=80/117, J3=78/085, J4=64/068

54

제 4 장 조사결과

(2) 암종별 편미경 관찰 및 Modal 분석 결과

낙동층(안경산층형 역암 사암)	낙동층(금강리층형 세립)
• 암마노가 불규칙한 석영과 알칼리장석이 주를 이루 • 무성분광물로는 규소, 녹니석, 철무당광물과 방해석	• 주구성분광물은 아카 나지 각성의 석영, 방해석, 운모질 점토광물 • 무성분광물로는 탄질물, 불투명광물
화산층 사암	산성 암석
• 석영, 알칼리 등적으로 구성 • 알칼리 장석은 점토광물 또는 잔류물로 변질되어 있으며, 석영은 1mm 내외의 것들로 판리되는 불규칙한 것들이 우세	• 사암석, 각성석, 석영으로 구성 • 방향성으로 산출되는 대두분의 유색광물과 각성석이며, 두 방향의 비례를 보임

4.2.4 관입구간 지질구조 분석

가. 단층구조

(1) 단층

구분	조사 방법				주향/경사	연장 (km)	폭		노선교차점 (STA.)	구분
	지점	시수	선형	총리			Gouge(m)	파쇄대(m)		
F1	●	-	-	-	N52W/41NE	1.9내외	-	3.0내외	2~975	소단층
F2	-	●	-	-	N27W/80NE	0.8내외	3.0	6.0내외	상주3~4820 영천3~740	소단층
F3	●	-	●	●	N22W/80SW	1.5내외	3.0	1.0내외	상주4~965 영천5~100	소단층
F4	-	●	●	●	N88W/80NE	2.0내외	5.0	10.0내외	상주6~100 영천6~995	소단층

※ 소단층: 파쇄대 폭 10m 이하 또는 단층 Gouge 15cm 이하

55

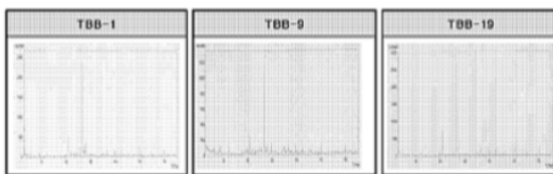
지표지질조사

상주~영전 고속도로 민간투자사업 실시절기

(2) 노동특성

구분	노두 사진	특성
F1		• YS39/308457.7044, 156296.4322 이회트사 지점에서 관찰되었으며 소규모의 파쇄대를 수반함 • 방위상: N52W/41NE • 단층폭: 최소 3m 이상 • 단층점토는 관찰되지 않음
F3		• YS-482/300633.2481, 156523.7372 이회트사 지점에서 관찰되었으며 단층대를 따라서 단층점토와 산화대가 발달하고 있음 • 방위상: N22W/63SW • 단층폭: 최소 0.5m 이상, Gouge 3cm

(3) X-ray 회절분석(XRD) 결과

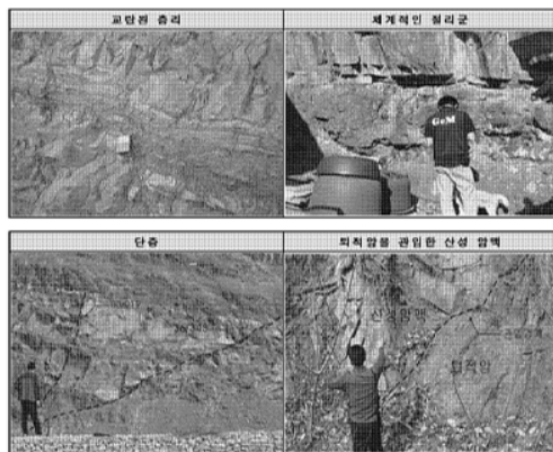


구분	연	심도(m)	지점	정장식	포장식	미시 구조	일라 이트	벽으로 유출	유출	누나 내	합계	고령도	합계
TBB-1	1966	45.5	-	20.3	14.2	-	11.7	-	6.1	2.2	-	-	-
TBB-9	26.56	29.9	5.5	10.4	-	-	22.8	3.8	19.8	7.2	-	-	0.7
TBB-19	55.45	62.1	-	5.0	-	7.9	12.6	-	6.2	1.8	4.4	-	-

* 주 구성성분은 일반 조압관용인 석영(29.9~62.1%), 사장석 (5.0~20.3%)등을 포함하며, 점토 성분 또는 열라이트 (7.9%), 녹니석(5.1~19.8%)등을 함유

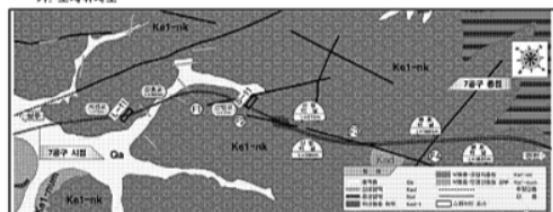
56

상주~영천 고속도로 원간투자사업 실시설계



4.2.5 관입구간 불연속면 특성 분석

가. 조사위치도

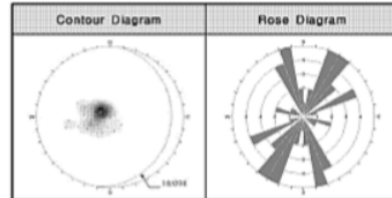


158

제 4 장 조사결과

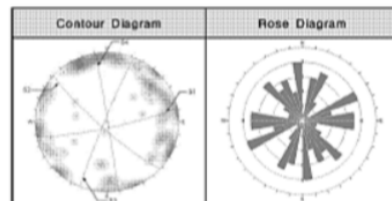
나. 질리구르 특성

(1) 되직알네 손리구조



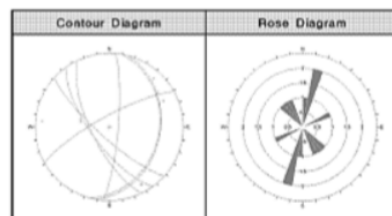
• 과업구간에 분포하는 비직접
의 평균 승리방향은 $N00^{\circ}E$ 의
주향을 보이며 동향으로 10°
로 경사져 있음

(2) 전체 질리구조



• 과업 주간의 질적은 크게 4개의 군으로 분류됨 83/168(S1), 82/222(S2), 87/292(S3), 89/081(S4) 방향 순서로 추세하게 관측됨

(3) 알렉의 방향성 분석



• 과업구간에 분포하는 임의값
신성임력과 중성임력이 있다.
신성임력은 주로 북북동-남
남서방향으로 분포하여 중성
임력을 북서-남동방향으로
분포한다.

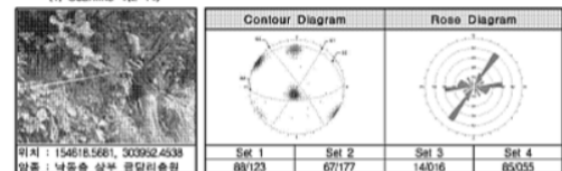
(4) 철리구토 주요 노후 전경

57

제 4 장 조사결과

나. 조사결과

(1) Scanline-1(L-11)



위치 : 154818.5681, 300952.453

		구분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간 격 (cm)	원형	$m = 126.600, s = 69.792$	$m = 79.862, s = 79.845$	$m = 83.290, s = 41.581$	$m = 132.235, s = 59.050$	
	작형 일도 합수					
	제형 합수	$m = 126.600, s = 69.792$	$m = 60.290, s = 0.725$	$m = 74.677, s = 0.460$	$m = 120.100, s = 0.442$	
연 장 (m)	원형	$m = 4.428, s = 0.729$	$m = 5.561, s = 0.723$	$m = 4.523, s = 1.136$	$m = 2.000, s = 0.957$	
	작형 일도 합수					
	제형 합수	$m = 4.396, s = 0.171$	$m = 5.502, s = 0.134$	$m = 4.303, s = 0.367$	$m = 2.000, s = 0.957$	
J R C	원형	$m = 6.809, s = 0.900$	$m = 6.137, s = 0.626$	$m = 5.761, s = 0.425$	$m = 5.366, s = 0.487$	
	작형 일도 합수					
	제형 합수	$m = 6.790, s = 0.130$	$m = 6.106, s = 0.100$	$m = 5.745, s = 0.077$	$m = 5.367, s = 0.088$	
J C S	원형	$m = 129.323, s = 46.269$	$m = 136.659, s = 47.191$	$m = 128.319, s = 42.696$	$m = 140.590, s = 51.688$	
	작형 일도 합수					
	제형 합수	$m = 122.245, s = 0.032$	$m = 136.555, s = 0.032$	$m = 122.043, s = 0.030$	$m = 136.696, s = 0.038$	

59 ■

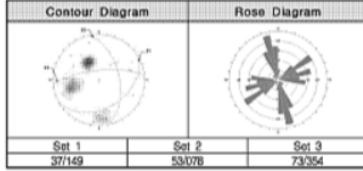
지표지질조사

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

(2) Scanline-2(S-11)



위치 : 155936.1136, 302023.6562
좌표 : 북극점 상부 좌표계(출발)



구분	Set 1	Set 2	Set 3
간격 (cm)	평균 m = 44.800, δ = 31.927 최대 최소 합수 m = 44.800, λ = 0.022	평균 m = 46.800, δ = 33.778 최대 최소 합수 m = 46.800, λ = 0.021	평균 m = 66.500, δ = 45.334 최대 최소 합수 m = 66.500, δ = 45.334
연장 (m)	평균 m = 7.000, δ = 1.016 최대 최소 합수 m = 6.925, δ = 0.147	평균 m = 1.664, δ = 0.933 최대 최소 합수 m = 1.674, δ = 0.483	평균 m = 3.047, δ = 1.326 최대 최소 합수 m = 2.845, δ = 0.348
JRC	평균 m = 6.903, δ = 1.973 최대 최소 합수 m = 6.646, δ = 0.273	평균 m = 8.076, δ = 1.939 최대 최소 합수 m = 8.076, δ = 1.939	평균 m = 8.381, δ = 1.567 최대 최소 합수 m = 8.225, δ = 0.196
JCS (MPa)	평균 m = 64.619, δ = 13.712 최대 최소 합수 m = 64.619, δ = 13.712	평균 m = 57.615, δ = 0.022 최대 최소 합수 m = 57.615, δ = 0.022	평균 m = 74.252, δ = 19.008 최대 최소 합수 m = 74.252, δ = 19.008

60

제 4 장 조사결과

다. 불력속면 종합

(1) Scanline-1(L-11)

구분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
거리특성	88/123 k = 107.49	67/177 k = 112.76	14/016 k = 66.31	89/055 k = 87.11
간격 (cm)	정규분포 m = 126.00, δ = 69.782	대수정규분포 m = 60.288, δ = 0.725	대수정규분포 m = 74.677, δ = 0.400	대수정규분포 m = 120.103, δ = 0.442
연장 (m)	대수정규분포 m = 4.366, δ = 0.171	대수정규분포 m = 5.502, δ = 0.134	대수정규분포 m = 4.303, δ = 0.367	정규분포 m = 2.000, δ = 0.957
JRC	대수정규분포 m = 6.750, δ = 0.130	대수정규분포 m = 6.108, δ = 0.100	대수정규분포 m = 5.745, δ = 0.077	대수정규분포 m = 5.387, δ = 0.098
JCS (MPa)	대수정규분포 m = 122.243, δ = 0.032	대수정규분포 m = 126.526, δ = 0.032	대수정규분포 m = 122.043, δ = 0.030	대수정규분포 m = 132.646, δ = 0.032

(2) Scanline-2(S-11)

구분	Set 1	Set 2	Set 3
거리특성	37/149 k = 108.73	53/078 k = 44.21	73/354 k = 53.58
간격 (cm)	정규분포 m = 44.800, λ = 0.022	정규분포 m = 46.800, λ = 0.021	정규분포 m = 66.500, δ = 45.334
연장 (m)	대수정규분포 m = 6.925, δ = 0.147	대수정규분포 m = 1.674, δ = 0.483	대수정규분포 m = 2.845, δ = 0.348
JRC	대수정규분포 m = 6.646, δ = 0.273	정규분포 m = 8.076, δ = 1.939	대수정규분포 m = 8.225, δ = 0.196
JCS (MPa)	정규분포 m = 64.619, δ = 13.712	대수정규분포 m = 57.615, δ = 0.022	정규분포 m = 74.252, δ = 19.008

61

4.2.2 시설물 점검이력

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

【표 4.2.1】 점검이력사항

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 들뜸, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔 지니어링	장진원	정밀안전 점검	본옹벽에대한정밀안전점검결과,문제점이없 는최상의상태인 "A"등급의우수한상태로평 가되었다. 블록식옹벽04의전면부에는배부름,블록재 균열이조사되었고,배부름의경우주의관찰및 계측을통한유지관리후손상의진전시적절한 조치를취하는것이바람직할것으로판단된다. 또한,블록재균열의경우손상의진전방지를위 한표면처리등의조치가필요하다.주변영향인 자(사면부, 배수시설)에서는배수로파손,배 수로균열등이조사되었으며,내구성증진위한 단면보수,주입보수등의보수가필요하다고판 단된다.금회조사시기에는사용성에문제는없 는상태로판단되나주기적인점검을통한손상 의증가및확대등에대해확인,조치를실시하는 유지관리가필요할것으로판단된다.	A등급

【표 4.2.1】 점검이력사항(계속)

번 호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	불력식옹벽4에 대한 점검결과, 블록 전면부 배부름, 블록 전면부 및 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔 지니어링	인승철	2중성능 평가	？ 안전성능평가는외관상관찰되는시설물의 결함을중심으로조사·평가하였으며,현장 조사및분석결과중대결함은관찰되지않았고 ,옹벽의외관에는블록재균열,배부름,배수로 균열,배수로파손,실란트파손등의손상이조 사되었으나,옹벽의사용성에는영향을주지 않는것으로판단되므로내구성증진을위한표 면처리,단면보수,실란트재시공등의적절한 보수가필요하다고판단됨.또한,전면부에배 부름발생의원인은시공미흡으로추정되며, 배부름의진행성확인을위한주기적인점검및 계측을통한자료분석후손상의진전시적절한 보수를통한관리가필요함. ？ 내구성능평가는시간에따라변화하는안전 성능저하에영향을미치는요소에대한평가로 서본콘크리트옹벽의열화진전평가및열화환 경평가를종합하여분석한결과,평가결과 “A ” 로평가됨. ？ 종합평가결과,외관상결함,손상등의요인 에대한문제점이없고내구성능저하가능성이 낮으며외부환경조건변화등을수용할수있는 성능수준인A(우수)등급으로평가됨. ？ 본보강토옹벽의성능목표등급은세부지침 에의거하여옹벽의일반적인성능목표인"B" 등급으로성능목표를설정하였으며,현재성 능은목표성능을상회하여매우만족하는 “A ”등급상태로주기적인점검및관리를통한평 가저해요소에대한관리가이루어진다면시설 물의안전및내구성에는문제가없을것으로판 단됨.	A등급

【표 4.2.1】 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전 점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블럭 전면부 배부름, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전 점검	블럭식 옹벽 04에 대한 점검결과, 블럭 전면부 배부름, 배수로 균열, 배수로 파손, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전 점검	-전면부블럭균열,배부름 -주변영향인자배수시설균열및파손,실란트 파손 -기초부상태양호	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전 점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전 점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호

【표 4.2.1】 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
13	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정밀안전 점검	-전면부블럭균열,블럭파손,배부름등 -주변영향인자배수시설균열및파손,실란트 파손등 -기초부하부방호벽파손등	A등급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -옹벽전면부파손 -기초하부방호벽파손 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -옹벽전면부파손 -기초하부방호벽파손 -배수시설균열,파손	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	-옹벽블럭균열,파손,백태,배부름등 -기초지반하부방호벽파손등 -배수시설균열,파손등 -사면상태양호	양호

4.2.3 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 블럭 균열, 블럭 파손, 배부름 등 ■ 주변영향인자 배수시설 균열 및 파손, 실란트 파손 등 ■ 기초부 하부 방호벽 파손 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 0.02로 A등급	
보수보강 (진단시)	■ 해당없음	

구분	정밀안전점검 결과	비고
종합의견	■ 불력식 옹벽 04의 전면부에는 배부름, 불력 균열, 불력 파손이 조사되었고, 시공미흡의 배부름의 경우 주의관찰 및 계측을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 공용기간 증가, 시공미흡으로 인한 불력 균열, 불력 파손의 경우 시설물에 영향을 미치는 중대한 손상은 아닌 것으로 보이나 손상의 진전 방지를 위한 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요하다. ■ 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서는 기존에 조사되었던 배수로 파손, 균열(0.3mm미만) 등이 조사되었으며, 금회 점검에서 신규 손상으로 균열(0.3mm이상)이 추가로 조사되었다. 내구성 증진 위한 단면보수, 주입보수 등의 보수가 필요하다고 판단되고, 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다. ■ 지반, 기초부의 경우 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 신규 손상으로 외부충격에 의한 하부 방호벽 파손이 조사되었다. 발생한 손상에 대하여 단면보수 등의 보수를 실시하고, 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, 기초부, 주변영향인자에 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 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.02, 상태평가결과는 “A” 로 산정되었다. ■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태” 으로 지정하였다. ■ 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. ■ 지반, 기초부의 하부 방호벽 파손의 경우 외부 충격에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다. ■ 전면부의 배부름 발생의 원인은 시공미흡으로 추정되며, 배부름의 진행성 확인을 위해 금회 점검시 부착한 타켓지의 데이터와 주기적인 점검 및 계측 자료를 비교 분석 후 손상의 진전 시 적절한 보수를 통한 관리 필요하다. ■ 주변영향인자(사면부, 배수시설)의 배수로 파손 발생의 원인은 시공미흡으로 추정되며, 배수시설의 원활한 기능을 위해 적절한 보수를 통한 관리 필요하고 판단된다.	

4.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	불력식 옹벽 04		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.00	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	불력식 옹벽 04		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	○ 옹벽의 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 옹벽의 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.

4.2.5 시설물 보수 이력

【표 4.2.2】 보수이력사항

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

FMS상 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

4.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 4.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

4.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

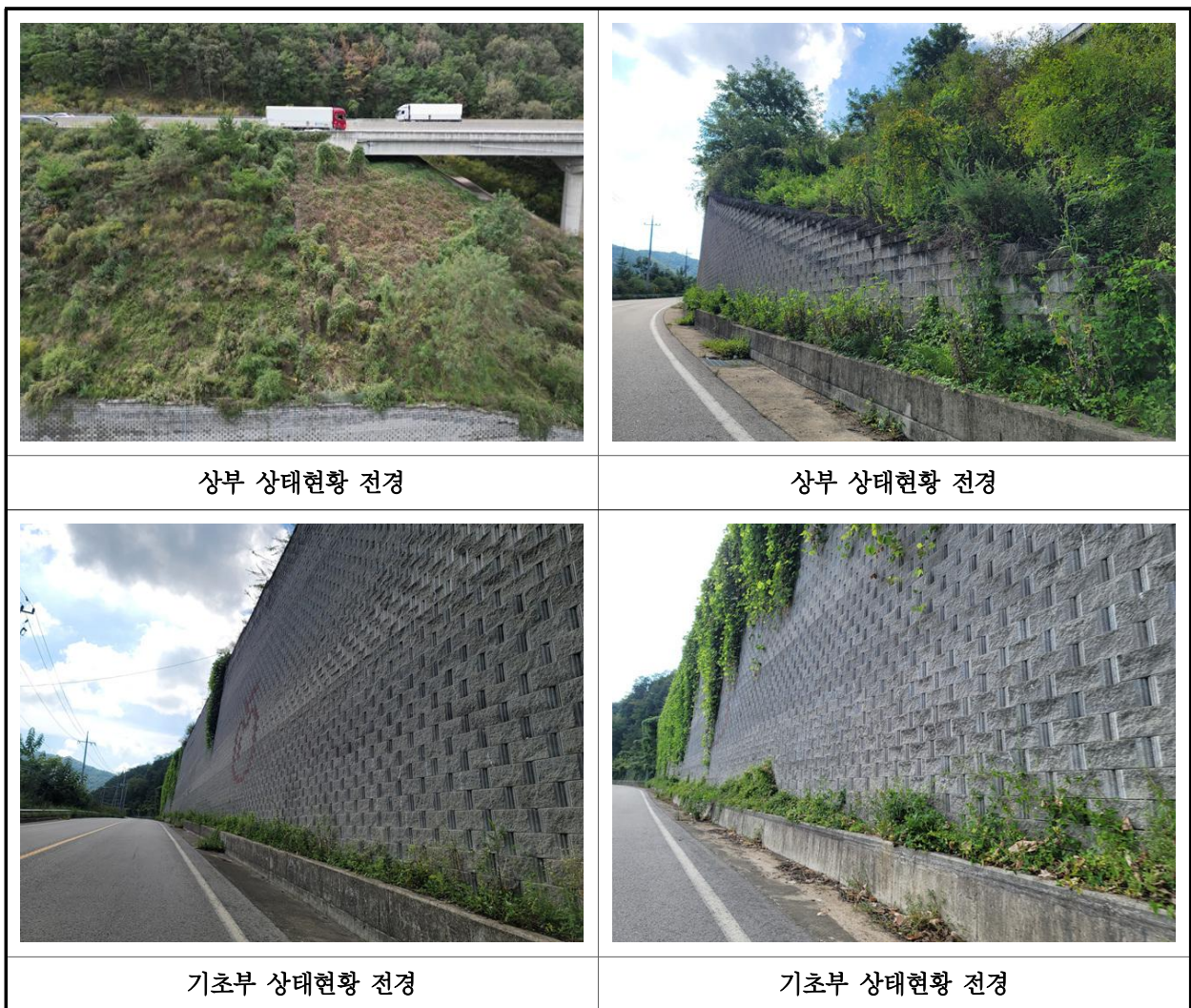
FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

4.2.8 주변환경 및 하중변화

블럭식 옹벽 04는 대구광역시 군위군 소보면 산법리에 위치하고 상주영천고속도로 하부에 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 4.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

4.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 4.2.4】 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 채워변경확인 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 증점손상 - 전면부 블럭 균열, 블럭 파손, 배부름 등 - 주변영향인자 배수시설 균열 및 파손, 실란트 파손 등 - 기초부 하부 방호벽 파손 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

4.3 현장조사

4.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 산법리에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 성토부 및 상주영천고속도로 본선이 있으며, 하부로는 국도가 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 곡선형을 가지며, 높이는 0.5~12.5m를 보이며, 총 연장은 273.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대상상(L=273.0m, L=12.5m)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 4.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 08. 27		조 사 자	정 지 운
일 기	맑음		시설물번호	RW2017-0000084
시설물위치	행정구역	대구광역시 군위군 소보면 산법리		
	위치좌표	시점 : 36° 23′ 06.9″ 128° 50′ 51.8″		
		종점 : 36° 23′ 25.8″ 128° 50′ 19.7″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 30.940~31.213km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	블럭식
	연 장	273.0m	지면노출 높 이	12.5m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	상주영천고속도로 본선		
	옹벽하부	도로		
시공현황	준공년도	2017년 06월 27일	시 공 자	대림산업(주)
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 14개 구간(S1~S14)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 4.3.2】 옹벽 구간분할 결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	11.8	8	140.0~160.0m	160.0	11.7
2	20.0~40.0m	40.0	12.0	9	160.0~180.0m	180.0	11.6
3	40.0~60.0m	60.0	12.3	10	180.0~200.0m	200.0	11.7
4	60.0~80.0m	80.0	12.0	11	200.0~220.0m	220.0	12.0
5	80.0~100.0m	100.0	12.5	12	220.0~240.0m	240.0	11.6
6	100.0~120.0m	120.0	11.9	13	240.0~260.0m	260.0	9.0
7	120.0~140.0m	140.0	11.9	14	260.0~273.0m	273.0	4.0



측점분할 작업사진



측점분할 작업사진

4.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽의 기초부가 포장(아스팔트)인 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였고, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.



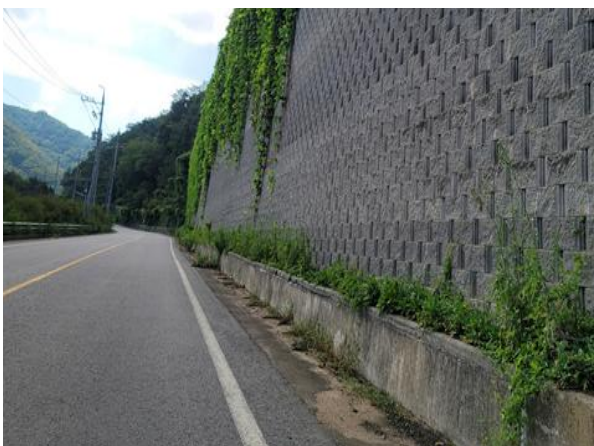
【사진 4.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

- 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 하부 방호벽 파손이 조사되었다.

【표 4.3.3】 지반, 기초부 손상현황

구분	하부 방호벽 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	0.80	1
S9	—	—
S10	—	—
S11	—	—
S12	—	—
S13	—	—
S14	—	—
합계	0.80	1

			
현 황	• S8 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)	현 황	• S8 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
대 책	• 단면보수	대 책	• 단면보수
			
현 황	• S8 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)	현 황	• S8 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
대 책	• 단면보수	대 책	• 단면보수
			
현 황	• 하부 도로 상태양호	현 황	• 하부 도로 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 하부 방호벽 파손 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 추가적인 신규손상은 조사되지 않았으나 정밀조사로 손상물량이 소폭 증가하였다.

【표 4.3.4】 지반, 기초부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
지반, 기초부	하부 방호벽 파손	m ²	0.40	1	0.80	1	▲ 0.40	정밀조사

4) 검토의견

- 지반, 기초부에서 조사된 하부 방호벽 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 손상 발생이후 발생한 손상으로 인한 추가적인 손상은 확인되지 않았고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상 결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 이에 발생한 손상에 대하여 단면보수 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

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



【사진 4.3.2】 전면부 전경

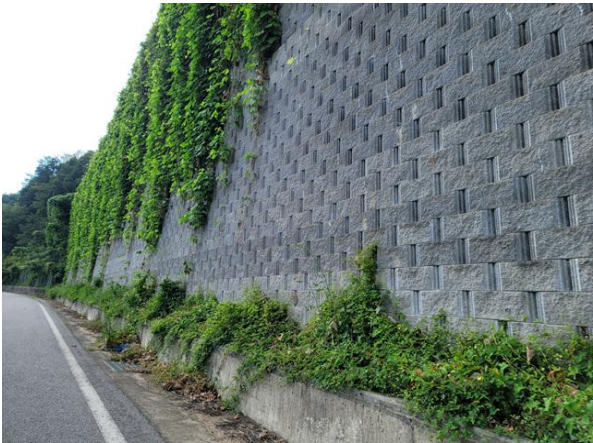
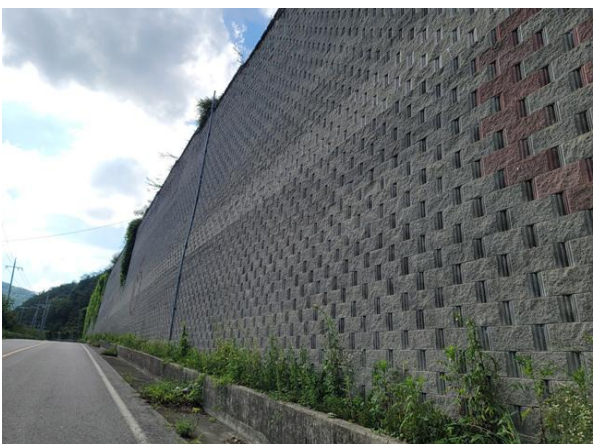
2) 조사결과

- 전면부에 대한 현장조사 결과, 유실, 이격 등은 조사되지 않았으나, 전면부에 블럭 균열, 블럭 파손, 백태, 배부름 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.5】 전면부 손상현황

구분	블럭 균열 (개소/개소)		블럭 파손 (개소/개소)		백태 (㎡/개소)		배부름 (㎡/개소)	
S1	2.00	2	—	—	80.00	2	—	—
S2	—	—	—	—	80.00	2	—	—
S3	—	—	—	—	80.00	2	—	—
S4	—	—	—	—	80.00	2	—	—
S5	—	—	—	—	80.00	2	—	—
S6	1.00	1	3.00	3	80.00	2	—	—
S7	—	—	—	—	80.00	2	—	—
S8	—	—	—	—	80.00	2	—	—
S9	—	—	—	—	80.00	2	—	—
S10	—	—	—	—	80.00	2	200.00	1
S11	2.00	2	—	—	80.00	2	—	—
S12	—	—	—	—	100.00	1	200.00	1
S13	3.00	3	—	—	75.00	1	—	—
S14	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	8.00	8	3.00	3	1,055.00	24	400.00	2

 2023년 하반기 정밀안전점검	 2025년 하반기 정밀안전점검				
<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>• S6 블록 파손(3EA)</td></tr> </table>	현 황	• S6 블록 파손(3EA)	<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>• S6 블록 파손(3EA)</td></tr> </table>	현 황	• S6 블록 파손(3EA)
현 황	• S6 블록 파손(3EA)				
현 황	• S6 블록 파손(3EA)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• -</td></tr> </table>	원 인	• -	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 외부충격 등</td></tr> </table>	원 인	• 외부충격 등
원 인	• -				
원 인	• 외부충격 등				
<table border="1"> <tr> <td>대 책</td><td>• -</td></tr> </table>	대 책	• -	<table border="1"> <tr> <td>대 책</td><td>• 단면보수</td></tr> </table>	대 책	• 단면보수
대 책	• -				
대 책	• 단면보수				
 2023년 하반기 정밀안전점검	 2025년 하반기 정밀안전점검				
<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>• S6 블록 파손(3EA)</td></tr> </table>	현 황	• S6 블록 파손(3EA)	<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>• S6 블록 파손(3EA)</td></tr> </table>	현 황	• S6 블록 파손(3EA)
현 황	• S6 블록 파손(3EA)				
현 황	• S6 블록 파손(3EA)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• -</td></tr> </table>	원 인	• -	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 외부충격 등</td></tr> </table>	원 인	• 외부충격 등
원 인	• -				
원 인	• 외부충격 등				
<table border="1"> <tr> <td>대 책</td><td>• -</td></tr> </table>	대 책	• -	<table border="1"> <tr> <td>대 책</td><td>• 단면보수</td></tr> </table>	대 책	• 단면보수
대 책	• -				
대 책	• 단면보수				
 2023년 하반기 정밀안전점검	 2025년 하반기 정밀안전점검				
<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>• S10 배부름 (20.0x10.0)</td></tr> </table>	현 황	• S10 배부름 (20.0x10.0)	<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>• S10 배부름 (20.0x10.0)</td></tr> </table>	현 황	• S10 배부름 (20.0x10.0)
현 황	• S10 배부름 (20.0x10.0)				
현 황	• S10 배부름 (20.0x10.0)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• -</td></tr> </table>	원 인	• -	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 시공미흡 등</td></tr> </table>	원 인	• 시공미흡 등
원 인	• -				
원 인	• 시공미흡 등				
<table border="1"> <tr> <td>대 책</td><td>• -</td></tr> </table>	대 책	• -	<table border="1"> <tr> <td>대 책</td><td>• 주의관찰</td></tr> </table>	대 책	• 주의관찰
대 책	• -				
대 책	• 주의관찰				

			
현 황	• S12 배부름 (20.0x10.0)	현 황	• S12 배부름 (20.0x10.0)
원 인	• -	원 인	• 시공미흡 등
대 책	• -	대 책	• 주의관찰
			
현 황	• S3 백태 (20.0x2.0)	현 황	• S7 백태 (20.0x2.0)
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
대 책	• 주의관찰	대 책	• 주의관찰
			
현 황	• S10 백태 (20.0x2.0)	현 황	• S12 백태 (20.0x2.0)
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
대 책	• 주의관찰	대 책	• 주의관찰

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 블럭 균열, 파손, 배부름 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 공용기간 증가, 열화 등으로 인한 백태 손상이 추가로 조사되었다. 또한 블럭 균열 일부에 대하여 보수가 실시되었다.

【표 4.3.6】 전면부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
전면부	블럭 균열	EA	9.00	9	8.00	8	▼ 1.00	일부보수
	블럭 파손	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	배부름	m ²	400.00	2	400.00	2	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	1,055.00	24	▲ 1,055.0	신규손상

4) 검토의견

- 전면부에서 조사된 블럭 균열, 백태, 배부름의 경우 시공미흡, 공용기간증가, 열화 등에 의한 손상으로 점검당시 손상의 정도가 경미하고 구조적인 결함은 아닌 것으로 확인되었다. 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등의 적절한 보수공법을 선정하여 일괄보수를 실시하는 것이 바람직하며, 배부름의 경우 현재 유지관리 업체에서 지속적인 계측을 하고 있는 중이므로 배부름은 주기적인 점검 및 계측으로 진전이 확인되면 보강 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 블럭 파손의 경우 외부충격, 시공미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 점검당시 구조적인 영향을 미치는 결함은 아닌 것으로 확인되었으나 발생부위가 옹벽의 최하단에 발생하여 지속적인 압력을 받는 위치로 부재의 내구성 확보 및 안전성을 위한 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다.



【사진 4.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

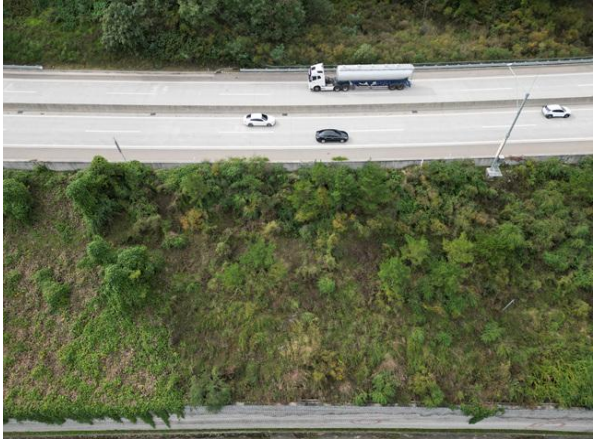
- 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 상단배수로의 일부구간에서 기존 손상인 배수로 균열, 배수로 파손 등이 확인 되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다. 또한 상부 성토부, 상부 도로 포장부의 경우 드론, 도보로 점검을 실시한 결과 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

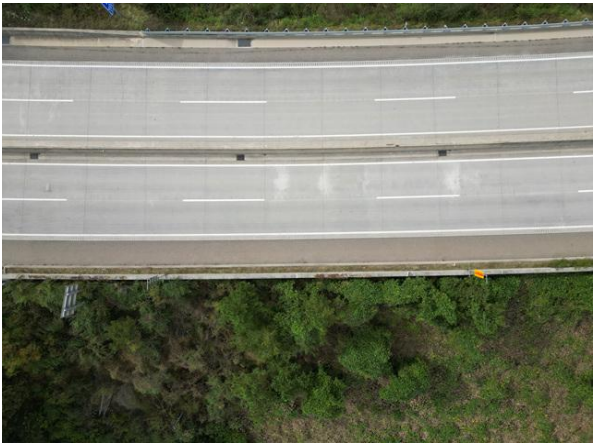
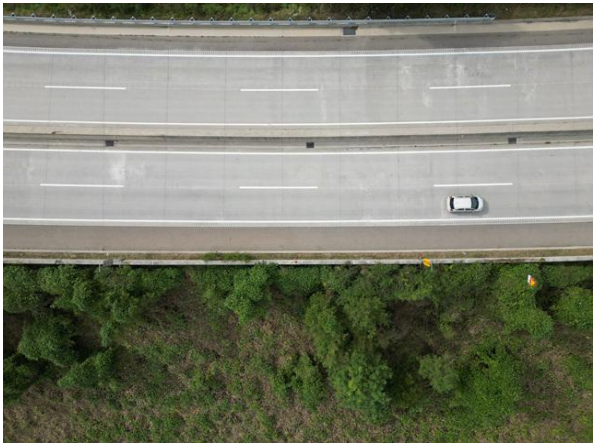
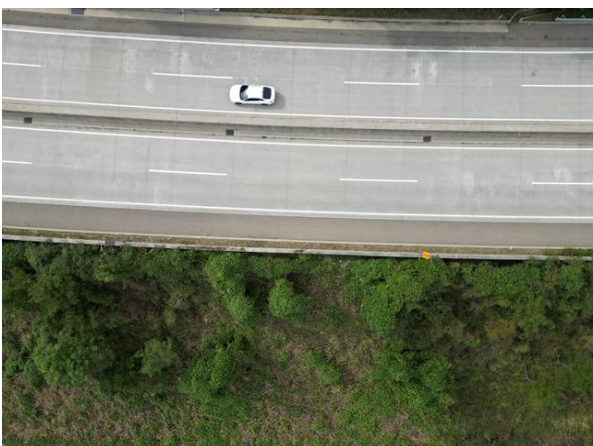
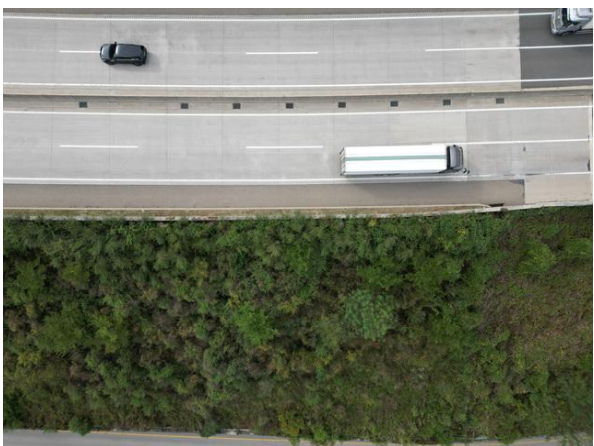
【표 4.3.7】 주변영향인자 손상현황

구분	배수로 균열(0.3mm이상) (m/개소)		배수로 균열(0.3mm이상) (m/개소)		배수로 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	0.05	1
S5	—	—	—	—	0.10	2
S6	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—

【표 4.3.7】 주변영향인자 손상현황(계속)

구분	배수로 균열(0.3mm미만) (m/개소)		배수로 균열(0.3mm이상) (m/개소)		배수로 파손 (㎡/개소)	
S8	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—
S11	—	—	—	—	—	—
S12	—	—	—	—	—	—
S13	1.00	2	—	—	0.20	2
S14	—	—	1.50	1	—	—
합계	1.00	2	1.50	1	0.35	5

			
현 황	• S13 배수로 균열(0.3mm미만)	현 황	• S14 배수로 균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
대 책	• 표면처리	대 책	• 주입보수
			
현 황	• 상부 성토부 상태양호	현 황	• 상부 성토부 상태양호
원 인	• —	원 인	• —
대 책	• —	대 책	• —

			
현 황	• 상부 성토부 상태양호	현 황	• 상부 성토부 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -
			
현 황	• 상부 도로 상태양호	현 황	• 상부 도로 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -
			
현 황	• 상부 도로 상태양호	현 황	• 상부 도로 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 상부배수로에서 배수로 파손, 배수로 균열이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았으나 배수로 파손, 실란트 파손 손상 일부에 대한 보수가 실시된 것으로 조사되었다. 또한 성토부 및 상부 도로포장에 대한 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 4.3.8】 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 파손	m ²	0.35	5	0.15	3	▼ 0.20	일부보수
	실란트 파손	m	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수실시
	배수로 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	1.00	2	— —	변동없음
	배수로 균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 주변영향인자의 배수시설에서 조사된 상부 배수로 파손, 균열의 경우 외부충격, 건조수축, 온도변화, 시공미흡 등에 의한 손상으로 추정되며, 배수시설의 기능에 영향은 없는 것으로 확인되었으나 배구성 확보차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다. 또한 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.
- 상부 성토부, 도로 포장부는 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

라. 옹벽 점검시설

1) 부재의 개요

- 블럭식 옹벽 04에는 별도의 점검시설은 시공되어있지 않은 것으로 확인되었다.

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, 주변영향인자”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.

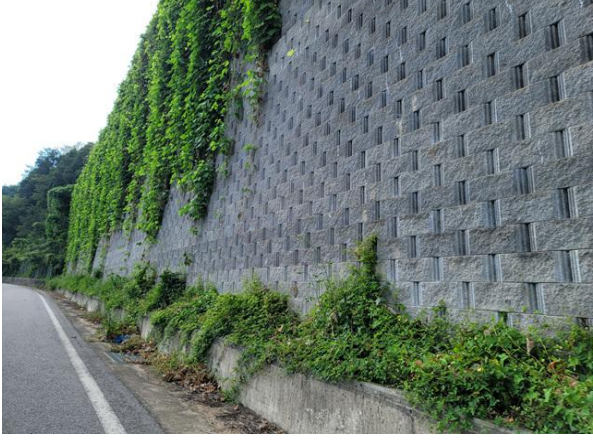
【표 4.3.9】 공중이용시설 10대 위험요소

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 블랙식 옹벽 04는 상주영천고속도로 본선 하부에 시공되어 있는 옹벽이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 사면붕괴 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 옹벽에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해 사고가 우려되는 이상 징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었으나 지반, 기초부 하부 방호벽 파손, 전면부 블럭 균열, 배부름, 백태 등의 손상이 확인되었다.
- 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	블럭 균열, 파손, 백태, 배부름 하부 방호벽 파손	주의관찰, 단면보수	

	
S6 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)	S6 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)
	
S6 블럭 파손(3EA)	S10 배부름(20.0x10.0)
	
S3 백태(20.0x2.0)	주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황

【사진 4.3.4】 옹벽의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

4.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 4.3.10】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	배부름	주의관찰
	블럭 파손	단면보수
	블럭 균열	주의관찰
	백태	주의관찰
주변영향인자	배수로 균열(0.3mm미만)	표면처리
	배수로 균열(0.3mm이상)	주입보수
	배수로 파손	단면보수
기초부의 세굴	하부 방호벽 파손	단면보수
결과요약	■ 지반, 기초부에서 조사된 하부 방호벽 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 손상 발생이후 발생한 손상으로 인한 추가적인 손상은 확인되지 않았고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 이에 발생한 손상에 대하여 단면보수 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 전면부에서 조사된 블럭 균열, 백태, 배부름의 경우 시공미흡, 공용기간증가, 열화 등에 의한 손상으로 점검당시 손상의 정도가 경미하고 구조적인 결함은 아닌 것으로 확인되었다. 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등의 적절한 보수공법을 선정하여 일괄보수를 실시하는 것이 바람직하며, 배부름의 경우 현재 유지관리 업체에서 지속적인 계측을 하고 있는 중이므로 배부름은 주기적인 점검 및 계측으로 진전이 확인되면 보강 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 조사된 블럭 파손의 경우 외부충격, 시공미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 점검당시 구조적인 영향을 미치는 결함은 아닌 것으로 확인되었으나 발생부위가 용벽의 최하단에 발생하여 지속적인 압력을 받는 위치로 부재의 내구성 확보 및 안전성을 위한 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 주변영향인자의 배수시설에서 조사된 상부 배수로 파손, 균열의 경우 외부충격, 건조수축, 온도변화, 시공미흡 등에 의한 손상으로 추정되며, 배수시설의 기능에 영향은 없는 것으로 확인되었으나 배구성 확보차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다. 또한 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다. ■ 상부 성토부, 도로 포장부는 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.	

【표 4.3.11】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	배부름	m ²	400.00	2	
	블럭 파손	EA	3.00	3	
	블럭 균열	EA	8.00	8	
	백태	m ²	1,055.00	24	
배수시설	배수로 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	
	배수로 균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	
	배수로 파손	m ²	0.15	3	
상부성토부	상태양호	—	—	—	
기초부	하부 방호벽 파손	m ²	0.80	1	

나. 기 정밀안전점검과의 비교

【표 4.3.12】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
전면부	블럭 균열	EA	9.00	9	8.00	8	▼ 1.00	일부보수
	블럭 파손	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	배부름	m ²	400.00	2	400.00	2	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	1,055.0	24	▲ 1,055.0	신규손상
배수시설	배수로 파손	m ²	0.35	5	0.15	3	▼ 0.20	일부보수
	실란트 파손	m	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수실시
	배수로 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	1.00	2	— —	변동없음
	배수로 균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
상부성토부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
기초부	하부 방호벽 파손	m ²	0.40	1	0.80	1	▲ 0.40	정밀조사

4.3.4 블럭식 옹벽 04 기초부 도로 옹벽 현장조사 결과

가. 시설물 현황

본 옹벽은 과업대상 시설물인 블럭식 옹벽 04의 기초부 도로 하부에 있는 옹벽으로 옹벽의 상단부는 국도가 있으며, 하부로는 농로, 배수로 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 곡선형을 가지며, 높이는 0.5~8.7m를 보이며, 총 연장은 218.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다.

나. 위치도 및 전경

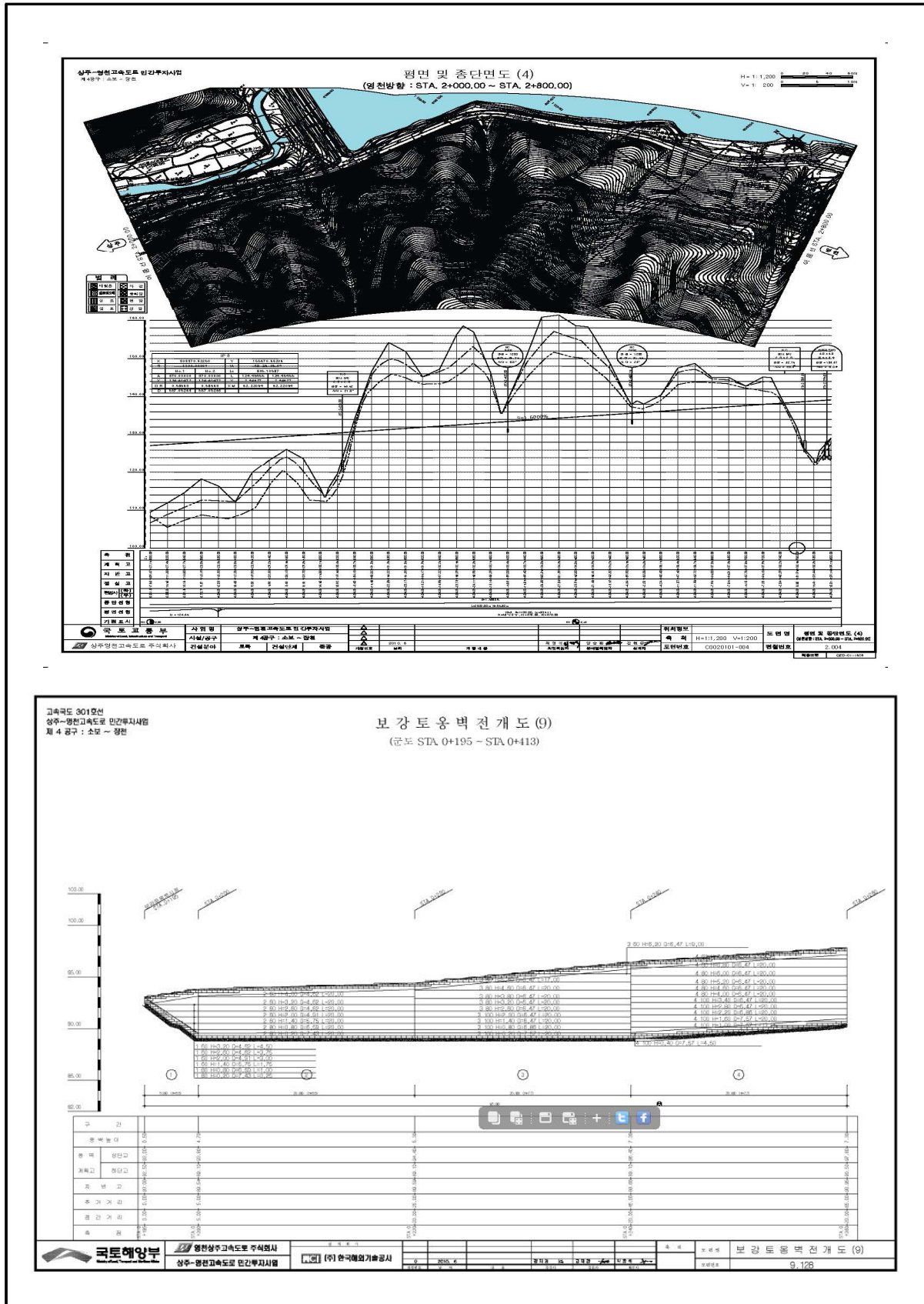


【그림 4.3.1】 위치도

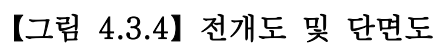


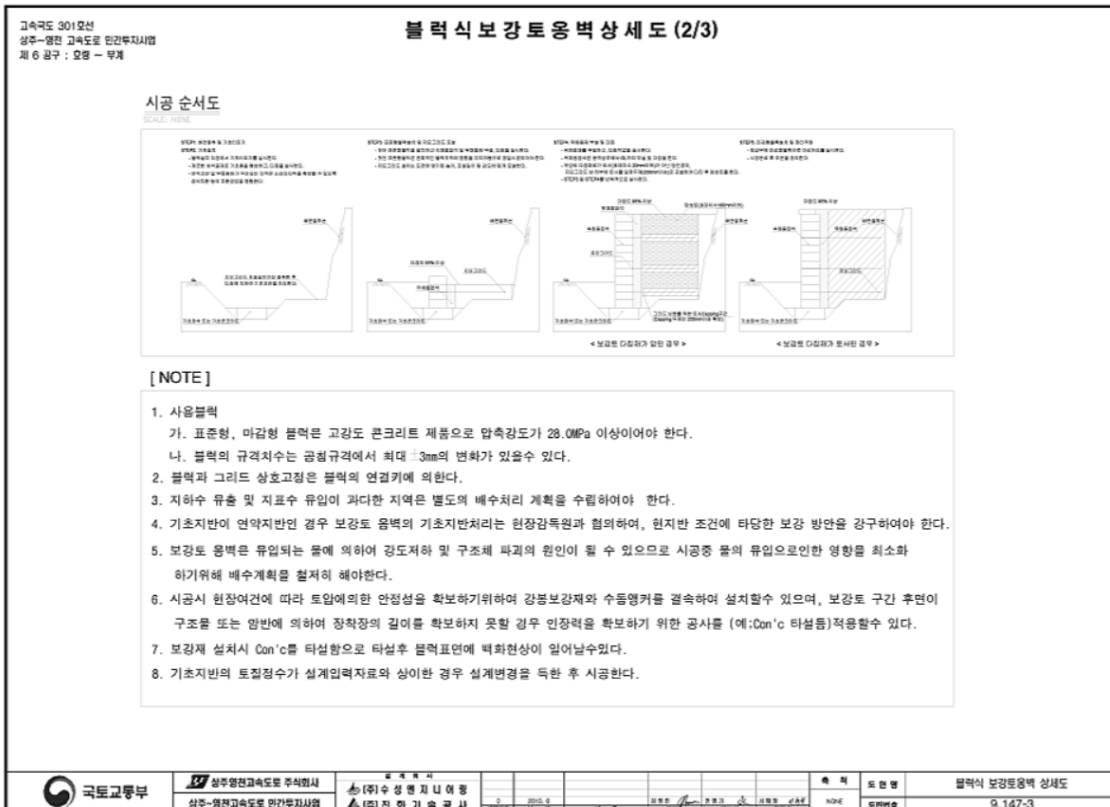
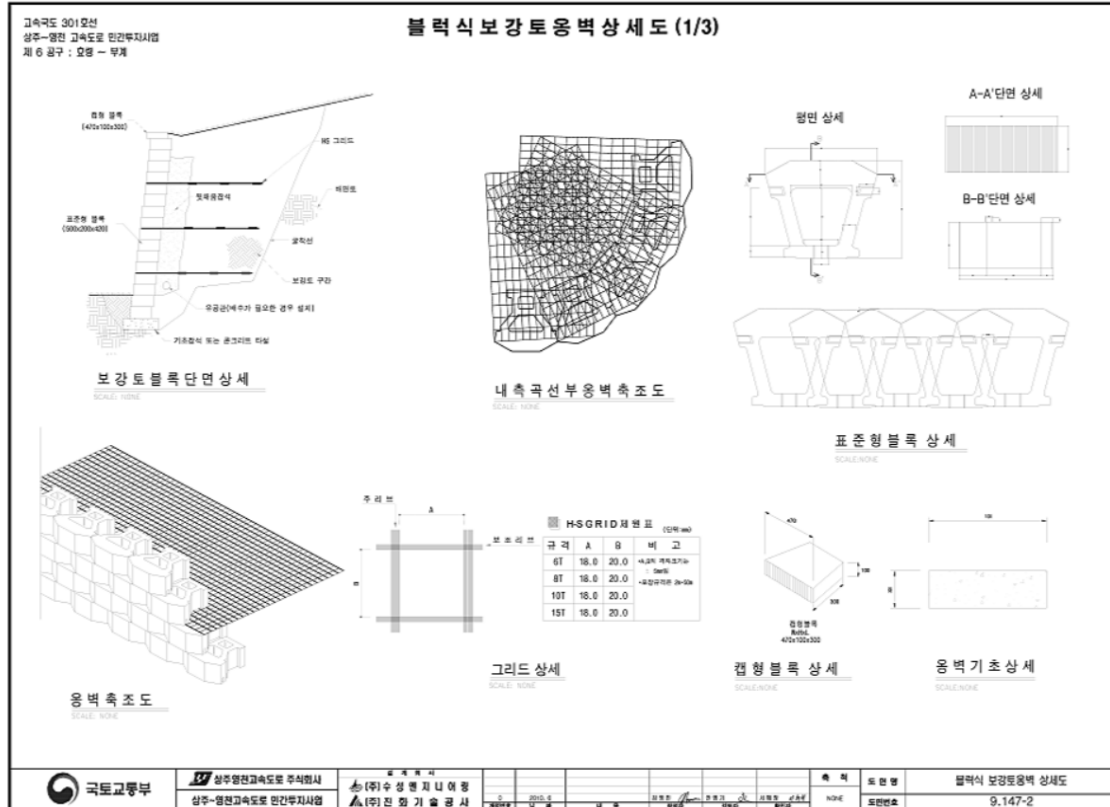
【사진 4.3.5】 전경사진

나. 설계자료



【그림 4.3.2】 종평면도 및 전개도





【그림 4.3.5】 상세도

다. 현장조사

1) 지반, 기초부

① 현황

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



【사진 4.3.6】 지반, 기초부 전경

② 조사결과

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

【표 4.3.13】 지반, 기초부 손상현황

구분	상태양호	
S1~11	—	—
합계	—	—

			
현황	• 하부 상태현황	현황	• 하부 도로 상태현황
원인	• -	원인	• -
대책	• -	대책	• -

③ 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 본 시설물은 전회 자료가 없는 것으로 확인되었다.

【표 4.3.14】 지반, 기초부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	-		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			-	-	물량	개소		
지반, 기초부	상태양호	m²	-	-	-	-	- -	-

④ 검토의견

- 지반, 기초부에서 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

2) 전면부

① 현황

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



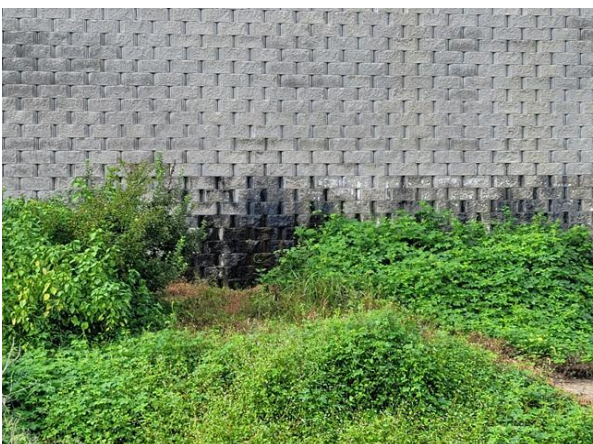
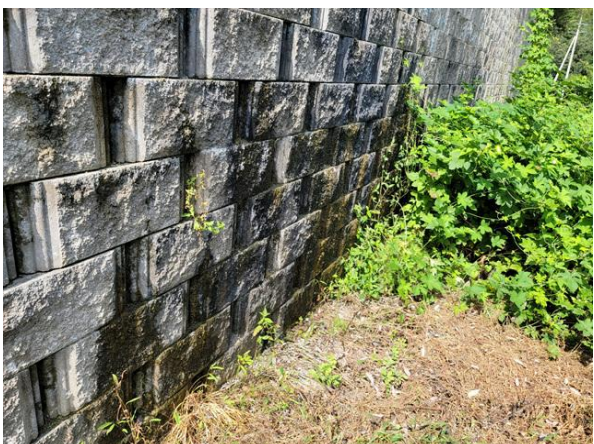
【사진 4.3.7】 전면부 전경

② 조사결과

■ 전면부에 대한 현장조사 결과, 유실, 이격 등은 조사되지 않았으나, 전면부에 블록 균열, 누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.15】 전면부 손상현황

구분	블록 균열 (개소/개소)		누수 (m/개소)	
S5	—	—	5.00	1
S9	8.00	8	7.00	1
합계	8.00	8	12.00	2

			
현 황	• S5 누수(L=5.0m)	현 황	• S5 누수(L=5.0m)
원 인	• 지하수위 상승, 상부 우수유입 등	원 인	• 지하수위 상승, 상부 우수유입 등
대 책	• 주의관찰	대 책	• 주의관찰
			
현 황	• S6 블럭 균열(3EA)	현 황	• S6 블럭 균열(5EA)
원 인	• 손상부 우수유입, 시공미흡 등	원 인	• 손상부 우수유입, 시공미흡 등
대 책	• 표면처리	대 책	• 표면처리
			
현 황	• S9 누수(L=7.0m)	현 황	• S9 누수(L=7.0m)
원 인	• 지하수위 상승, 상부 우수유입 등	원 인	• 지하수위 상승, 상부 우수유입 등
대 책	• 주의관찰	대 책	• 주의관찰

③ 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 본 시설물은 전회 자료가 없는 것으로 확인되었다.

【표 4.3.16】 전면부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	—		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			—	—	물량	개소		
전면부	블럭 균열	EA	—	—	8.00	8	▲ 8.00	신규손상
	누수	m	—	—	12.00	2	▲ 12.00	신규손상

④ 검토의견

■ 전면부에서 조사된 블럭 균열의 경우 공용기간 증가, 손상부 우수유입, 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상 발생부에 현재 누수가 진행되고 있는 상태로 손상부의 지속적인 우수유입을 방지하고, 블럭의 내구성을 확보하기 위한 표면처리 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

■ 조사된 누수의 경우 지하수위 상승, 상부 우수유입 등의 복합적인 손상으로 유추되며, 점검당시 토사 및 충전물 유실 등의 징후는 조사되지 않았다. 이에 구조적인 영향을 미치는 결함은 아닌 것으로 확인되었으나 발생부위에 블럭의 손상이 있어 손상의 진전우려가 있고, 누수부에 백태 등의 2차 손상 발생의 가능성이 농후하여 주기적인 점검을 통하여 유지관리를 실시하고 누수로 인한 추가적인 손상의 발생 및 진전시 해당 손상에 대한 적절한 보수 및 보강공법을 선정하여 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3) 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

① 현황

불력식 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다.



【사진 4.3.8】 주변영향인자 전경

② 조사결과

■ 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부 성토부, 도로 포장부에도 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 4.3.17】 주변영향인자 손상현황

구분	상태양호	
S1~11	—	—
합계	—	—

			
현 황	• 상부 성토부 및 도로 상태양호	현 황	• 상부 성토부 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -

③ 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 본 시설물은 전회 자료가 없는 것으로 확인되었다.

【표 4.3.18】 주변영향인자(배수시설 및 사면상태) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	-		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			-	-	물량	개소		
주변영향인자 (배수시설 및 사면상태)	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

④ 검토의견

- 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 상태로 확인되었고, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으나, 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하고, 상부 성토부, 도로 포장부에도 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 옹벽 점검시설

① 부재의 개요

- 블록식 옹벽 04에는 별도의 점검시설은 시공되어있지 않은 것으로 확인되었다.

5) 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, 주변영향인자”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.

6) 옹벽의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

① 개요

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

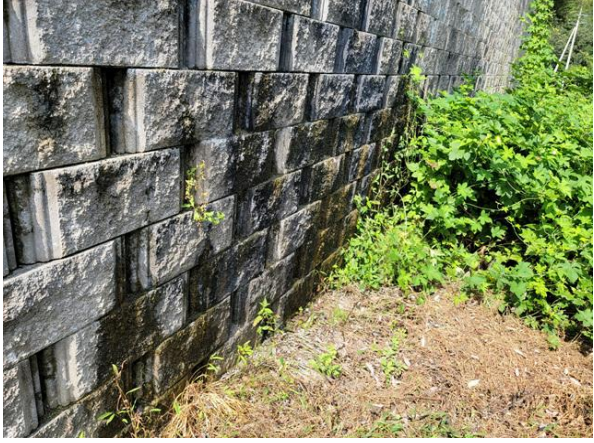
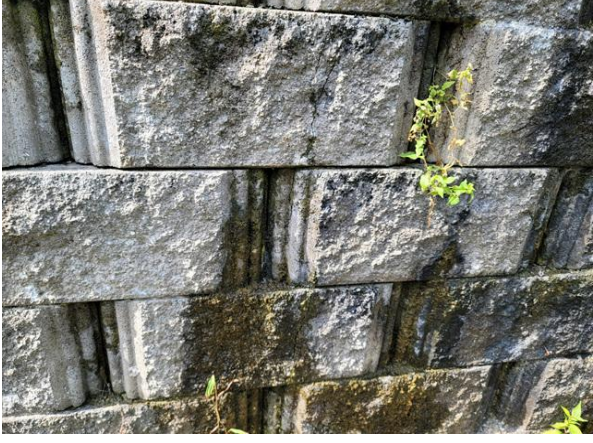
【표 4.3.19】 공중이용시설 10대 위험요소

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 옹벽은 과업대상 외 시설물로 블랙식 옹벽 04 기초부 도로 하면에 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 전면부에 블록 균열, 누수 발생한 것으로 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	블록 균열, 누수	표면처리, 주의관찰	

	
지반, 기초부 상태현황	지반, 기초부 상태현황
	
S5 누수(L=5.0m)	S9 누수(L=7.0m)
	
S6 블록 균열(5EA)	주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황

【사진 4.3.9】 옹벽의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

4.4 콘크리트 재료시험 조사

4.4.1 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.

4.4.2 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(반발강도시험) 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 4.4.20】 재료시험 기준수량 및 실시수량 현황

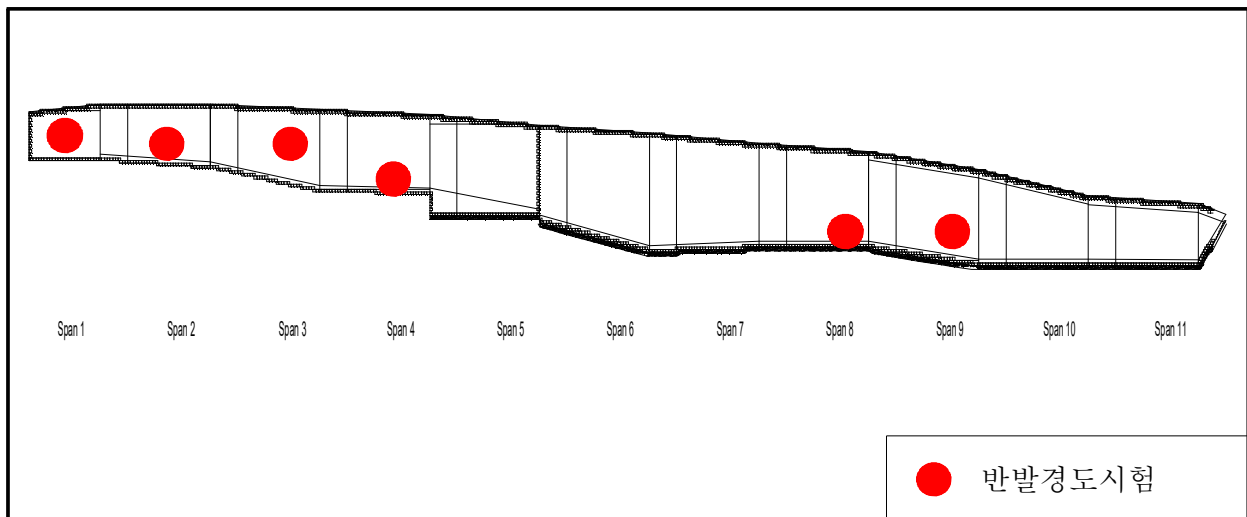
항 목	기준수량	수 량(개소)		비 고
		기준	실시	
측량	◦ 옹벽의 선형측량 및 수준측량	—	—	
반발강도시험	◦ 총수량 = (총 연장 ÷ 50m)개소	6	6	
탄산화깊이 측정	<총 연장> ◦ 100m 미만: 2개소 ◦ 100m 이상: 최소 2개소 + 100m 당 1개소 추가	—	—	

주1) 본 시설물은 철근이 포함되어있지 않은 시설물로, 탄산화 깊이 측정 대상에 해당되지 않음.



【사진 4.4.1】 재료시험 조사 전경

나. 콘크리트 재료시험 조사 위치도



【그림 4.4.1】 콘크리트 재료시험 조사 위치도

4.4.3 반발경도시험

가. 시험결과

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물에 이물질을 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.

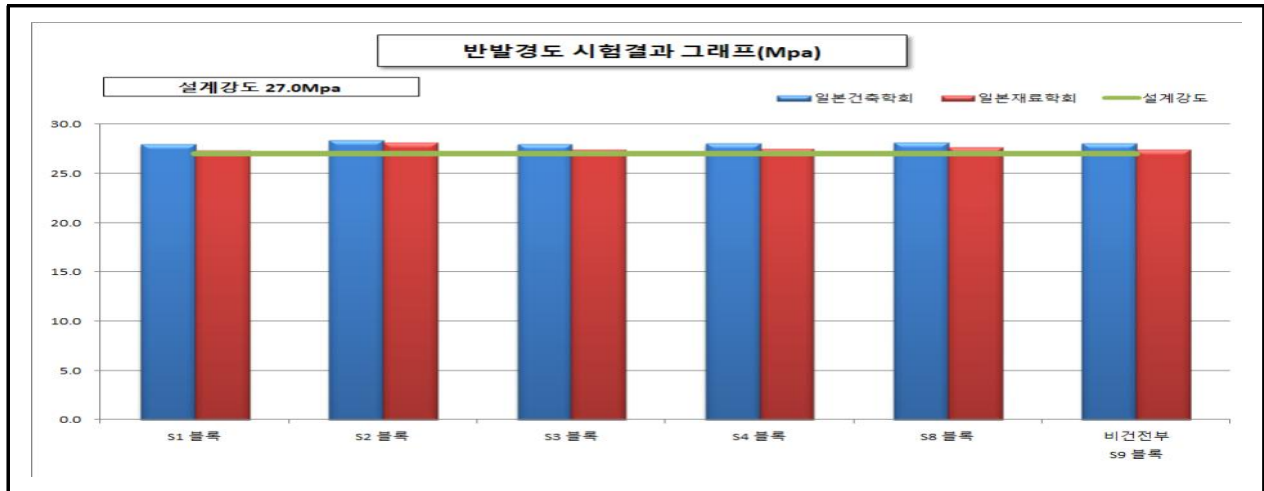
또한, 반발경도에 의한 압축강도 추정은 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식을 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설 안전공단식을 사용하였으며, 측정결과는 정밀한 결과를 산정하기 위해 2개 이상의 추정식을 통해 추정된 콘크리트 비파괴강도 중 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다. FMS상 설계도서에 블럭의 강도가 나와 있지 않아 인근 5공구의 블럭식 옹벽 06의 안전점검종합보고서 자료에서 설계기준강도를 참조하여 작성하였다.

【표 4.4.21】 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
전 면 부	S1	블럭	48.3	27.3	27.9	0.63	27.0	건전부
	S2	블럭	49.3	28.1	28.4			건전부
	S3	블럭	48.4	27.4	28.0			건전부
	S4	블럭	48.5	27.5	28.0			건전부
	S8	블럭	48.8	27.7	28.1			건전부
	S9	블럭	48.5	27.4	28.0			비건전부
평균			—	27.6	28.1	—	—	
표준편차			—	0.11	0.06	—	—	
변동계수			—	0.004	0.002	—	—	
최대값			—	28.1	28.4	—	—	
최소값			—	27.3	27.9	—	—	

【표 4.4.22】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
전면부 블럭	27.9	~ 28.4	27.0	28.1	103.3 ~ 105.2	



【그림 4.4.2】 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 27.9~28.4MPa로 측정되었으며, 설계기준압축강도 (27.0MPa)를 100%이상 상회하는 것으로 확인되었고, 건전부와 비건전부의 강도를 비교 및 검토한 결과, 비건전부의 강도가 건전부의 98.4%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 4.4.23】 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	전면부 블록	27.5 ~ 29.6	27.9 ~ 28.4	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정 부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

다. 반발경도 시험 보고서

【표 4.4.24】 반발경도 시험 보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 08. 27. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	블럭식 옹벽 04
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	전면부 블럭 : 27.0MPa
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	27.9℃, 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 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

4.4.4 콘크리트 내구성조사 결과 요약

【표 4.4.25】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴강도 (MPa)	블럭(전면부)	27.9 ~ 28.4	27	■ 설계강도 이상(양호)
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨			

4.4.5 측량

가. 개요

금회정밀안전점검 대상시설물(불력식 옹벽 04)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 4.4.2】 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, 배부름 구간의 경우 안전등급이 b등급으로 측정되었다. 금회 점검시 사용성에는 문제가 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 전회 점검과의 비교값 또한 측정 위치에 의한 차이는 있지만 사용성에 영향을 미칠만한 차이는 아닌 것으로 확인되었다.

【표 4.4.26】 경사도 결과

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	88.40	2.79	88.20	3.14	0.20	0.35	a	전면
2	S2	88.60	2.44	—	—	—	—	—	—
3	S3	88.60	2.44	89.50	0.87	-0.90	1.57	a	배면
4	S4	88.70	2.27	—	—	—	—	—	—

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

【표 4.4.26】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
5	S5	88.60	2.44	89.70	0.52	-1.10	1.92	a	배면
6	S6	88.30	2.97	-	-	-	-	-	-
7	S7	88.90	1.92	89.70	0.52	-0.80	1.40	a	배면
8	S8	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
9	S9	89.50	0.87	88.80	2.09	0.70	1.22	a	전면
10	S10	90.90	-1.57	-	-	-	-	-	-
11	S11	89.20	1.40	89.50	0.87	-0.30	0.52	a	배면
12	S12	89.80	0.35	-	-	-	-	-	-
13	S13	88.70	2.27	88.50	2.62	0.20	0.35	a	전면
14	S14	89.10	1.57	-	-	-	-	-	-

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

【표 4.4.27】 경사도 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	측정위치 (Span)	2025년 정밀안전점검 측정경사량		2023년 정밀안전점검 측정경사량		측정결과 비교		안전 등급	전회 점검 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	88.40	2.79	88.30	2.97	0.10	0.17	a	전면
2	S2	88.60	2.44	88.40	2.79	0.20	0.35	a	전면
3	S3	88.60	2.44	88.00	3.49	0.60	1.05	a	전면
4	S4	88.70	2.27	88.40	2.79	0.30	0.52	a	전면
5	S5	88.60	2.44	88.20	3.14	0.40	0.70	a	전면
6	S6	88.30	2.97	88.20	3.14	0.10	0.17	a	전면
7	S7	88.90	1.92	88.57	2.50	0.33	0.58	a	전면
8	S8	88.70	2.27	88.10	3.32	0.60	1.05	a	전면
9	S9	89.50	0.87	88.40	2.79	1.10	1.92	a	전면
10	S10	90.90	-1.57	90.10	-0.17	0.80	1.40	a	전면
11	S11	89.20	1.40	89.60	0.70	-0.40	0.70	a	배면
12	S12	89.80	0.35	90.20	-0.35	-0.40	0.70	a	배면
13	S13	88.70	2.27	88.70	2.27	0.00	0.00	a	-
14	S14	89.10	1.57	89.00	1.75	0.10	0.17	a	전면

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

다. 선형 및 수준 측량결과

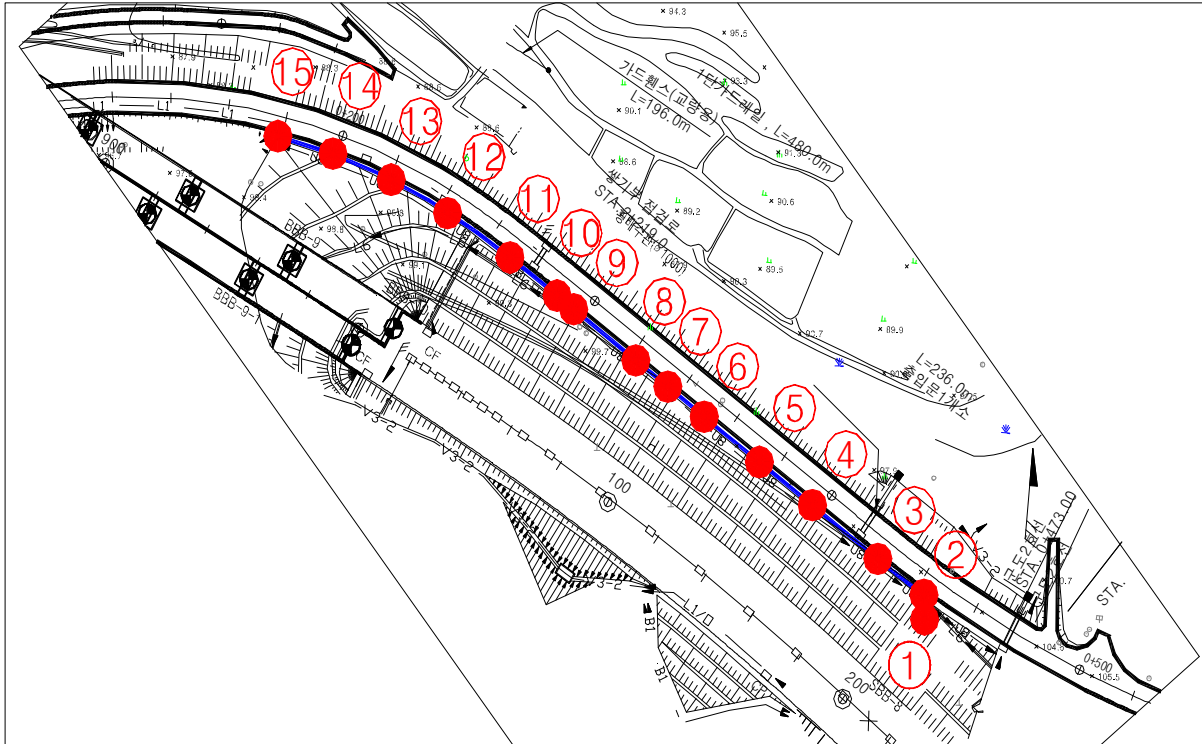
금회 점검에서 측량은 본 옹벽의 상단 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여 현장에서 측정이 가능한 위치를 선정하여 선형 및 수준측량을 실시하였고, 설계도서 및 전회 정밀안전점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 주변환경, 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 전회 점검의 선형측량 및 배부름 측량을 금회 선형측량 및 배부름 측량과 대조하여 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었다.

【표 4.4.28】 수준측량(수직변위) 결과

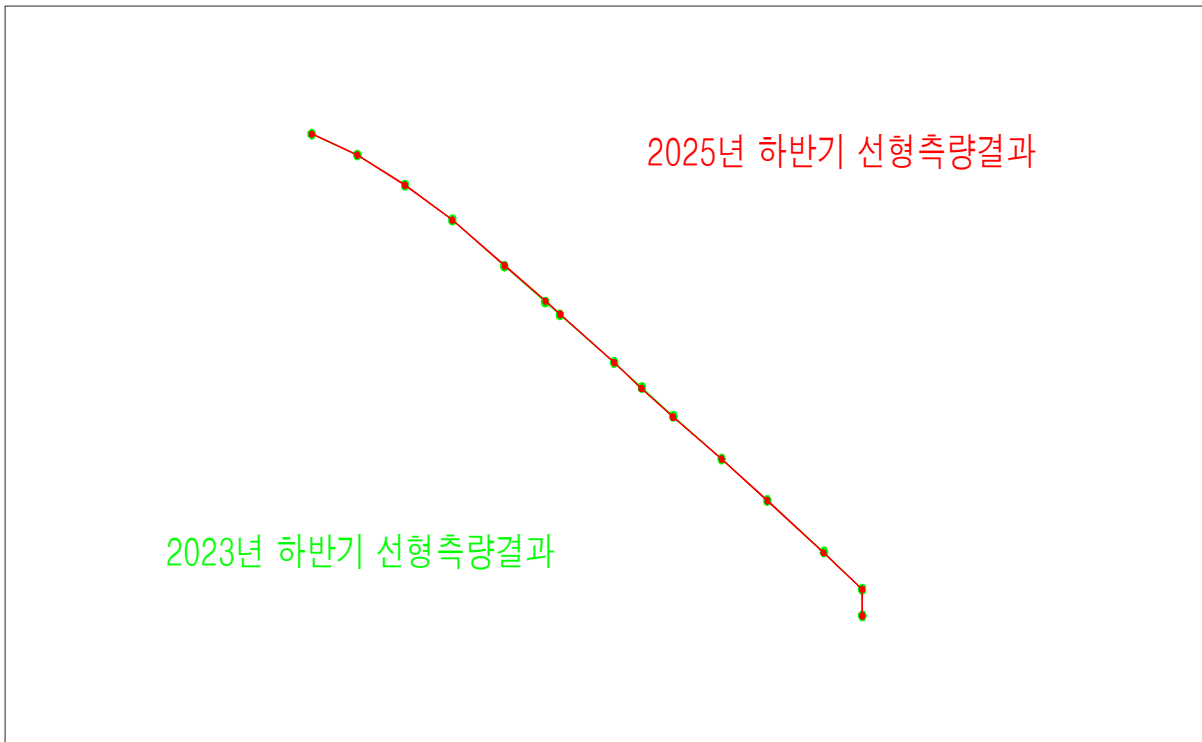
측정위치	기준점 레벨(EL(+).m)		분석 결과 (m)	비고
	설계치	금회 정밀안전점검		
S1(10m)	115.80	—	—	식생
S2(30m)	115.80	—	—	식생
S3(50m)	115.80	—	—	식생
S4(70m)	115.20	—	—	식생
S5(90m)	115.80	—	—	식생
S6(110m)	115.40	—	—	식생
S7(130m)	114.80	114.70	-0.10	
S8(150m)	114.00	113.62	-0.18	
S9(170m)	112.80	112.67	-0.13	
S10(190m)	112.20	111.93	-0.17	
S11(210m)	111.20	110.02	-0.18	
S12(230m)	109.20	109.03	-0.17	
S13(250m)	104.00	103.88	-0.12	
S14(270m)	98.80	—	—	식생
S15(273m)	98.40	—	—	식생

【표 4.4.29】 선형측량 결과

측정위치	X	Y	비고
①	403825.12	155484.68	
②	403833.19	155484.58	
③	403844.55	155469.26	
④	403860.19	155446.57	
⑤	403872.80	155428.18	
⑥	403885.79	155408.86	
⑦	403894.59	155396.23	
⑧	403902.16	155385.09	
⑨	403916.68	155363.31	
⑩	403920.79	155357.07	
⑪	403931.45	155341.01	
⑫	403945.54	155320.18	
⑬	403956.12	155301.20	
⑭	403965.29	155282.04	
⑮	403971.67	155263.71	



[선형측량 결과]



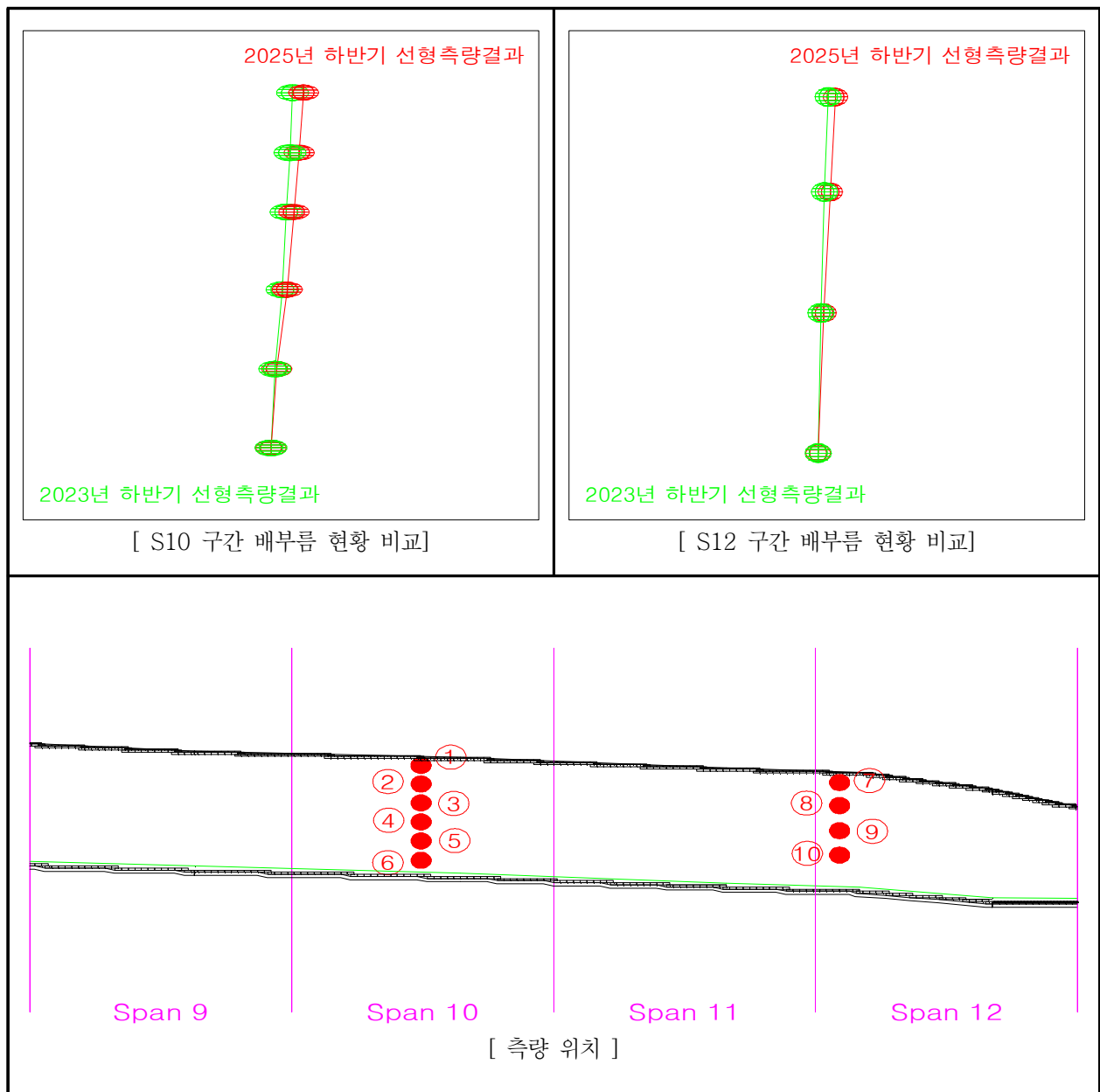
[선형측량 결과 비교]

【그림 4.4.3】 선형측량 결과 및 비교

【표 4.4.30】 배부름 구간 측량 결과

측정 위치 (S10)	X	Y	Z	전회차와 비교	측정 위치 (S12)	X	Y	Z	전회차와 비교
①	403921.467	155356.545	111.656	-0.16	⑦	403945.130	155321.140	109.949	-0.14
②	403921.446	155356.603	110.438	-0.13	⑧	403945.124	155321.205	108.341	-0.10
③	403921.444	155356.658	109.234	-0.11	⑨	403945.110	155321.285	106.294	-0.05
④	403921.424	155356.756	107.657	-0.08	⑩	403945.087	155321.357	103.922	-
⑤	403921.409	155356.857	106.044	-0.03	-	-	-	-	
⑥	403921.394	155356.920	104.443	-	-	-	-	-	

→ (-)는 배면, (+)는 전면방향으로 기재하였음.



【그림 4.4.4】 배부름 측량 결과 및 비교

4.5 상태평가

4.5.1 구간분할

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

4.5.2 상태평가 결과 산정

【표 4.5.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	세굴	파손 손상 및 균열	유실	이격	전면부 진행성 배부름	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	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	A
S2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	A
S3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	A
S4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.06	A
S5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.06	A
S6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	A
S7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	A
S8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	A
S9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	A
S10	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	0.08	A
S11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	A
S12	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	0.08	A
S13	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.06	A
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.03	A
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.29	0.29	0.00	0.00	0.00	1.50	0.04	
									상태평가 결과				A		

4.5.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결합지수는 0.04로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

4.5.4 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 발생된 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 발생된 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

4.5.5 기 정밀안전점검과의 비교

전회 정밀안전점검의 자료조사 결과, 기존손상인 기초부 하부 방호벽 파손, 전면부 블럭 균열, 파손, 배부름 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 공용기간 증가, 열화 등에 의한 백태 손상이 추가로 조사되었으며, 블럭 균열, 배수로 파손 일부에 대한 보수가 실시되었다. 이에 손상물량의 보수 및 신규손상의 조사로 인하여 결함지수가 '0.03' 에서 '0.04' 로 소폭 상승하였으나 안전등급은 'A등급' 으로 전회 점검과 동일한 상태로 평가되었다.

【표 4.5.2】 기 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
2023년 정밀안전점검	0.03	A	
2025년 정밀안전점검	0.04	A	

4.6 종합평가 및 안전등급 지정

4.6.1 종합평가 결과

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

【표 4.6.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	블럭식 옹벽 04		표 번 호	[표 4.6.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.04	A	근거표번호	[표 4.5.1]
안전성평가	—	—	—	—
종합평가	0.04	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

4.6.2 안전등급 지정

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

【표 4.6.2】 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

4.7 보수·보강 및 유지관리방안

4.7.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 4.7.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블럭 균열	주의관찰	－	－	－	－	－	－
	블록 파손	단면보수	3.00	3.00	EA	165	495	2순위
배수시설	배수로 균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.00	0.38	㎡	250	95	2순위
	배수로 균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.50	2.25	m	103	232	2순위
	배수로 파손	단면보수	0.15	0.22	㎡	960	211	2순위
상부성토부	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
기초부	하부 방호벽 파손	단면보수	0.40	0.60	㎡	960	576	2순위
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		1,609		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		805		0		
	합계	0		2,414		0		
개략공사비 총계(천원)		2,414						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

4.7.2 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 4.7.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전 면 부	배부름 → 배부름 발생의 원인은 시공미흡으로 추정되며, 배부름의 진행성 확인을 위해 금회 점검시 부착한 타켓지의 데이터와 주기적인 점검 및 계측 자료를 비교 분석 후 손상의 진전 시 적절한 보수를 통한 관리 필요	
배 수 시 설	- 배수로 파손 → 배수로 파손 발생의 원인은 시공미흡으로 추정되며, 배수시설의 원활한 기능을 위해 적절한 보수를 통한 관리 필요 - 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요	
성 토 부	우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기 초 부	- 하부 방호벽 파손 → 하부 방호벽 파손의 발생 원인은 외부충격으로 추정되며, 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하는 것이 필요 - 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

4.8 종합결론

4.8.1 정밀안전점검 결과 요약

가. 현장조사 결과

1) 지반, 기초부

- 지반, 기초부에서 조사된 하부 방호벽 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 손상 발생이후 발생한 손상으로 인한 추가적인 손상은 확인되지 않았고, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상 결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 이에 발생한 손상에 대하여 단면보수 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

2) 전면부

- 전면부에서 조사된 불력 균열, 백태, 배부름의 경우 시공미흡, 공용기간증가, 열화 등에 의한 손상으로 점검당시 손상의 정도가 경미하고 구조적인 결함은 아닌 것으로 확인되었다. 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등의 적절한 보수공법을 선정하여 일괄보수를 실시하는 것이 바람직하며, 배부름의 경우 현재 유지관리 업체에서 지속적인 계측을 하고 있는 중이므로 배부름은 주기적인 점검 및 계측으로 진전이 확인되면 보강 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 불력 파손의 경우 외부충격, 시공미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 점검당시 구조적인 영향을 미치는 결함은 아닌 것으로 확인되었으나 발생부위가 옹벽의 최하단에 발생하여 지속적인 압력을 받는 위치로 부재의 내구성 확보 및 안전성을 위한 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3) 주변영향인자

- 주변영향인자의 배수시설에서 조사된 상부 배수로 파손, 균열의 경우 외부충격, 건조수축, 온도변화, 시공미흡 등에 의한 손상으로 추정되며, 배수시설의 기능에 영향은 없는 것으로 확인되었으나 배구성 확보차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다. 또한 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.
- 상부 성토부, 도로 포장부는 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

4) 옹벽 점검시설

- 블럭식 옹벽 04에는 별도의 점검시설은 시공되어있지 않은 것으로 확인되었다.

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.
- 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 0.04, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”로 지정하였다.
- 금회 조사 시기에는 사용성에 문제는 없는 상태로 판단되나 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인, 조치를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

4.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 지반, 기초부, 전면부, 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서 하부 방호벽 파손, 국부적인 배부름, 불력 균열, 불력 파손, 백태, 배수로 파손 등의 손상이 조사되었으나, 옹벽의 사용성에는 영향을 주지 않는 것으로 판단되므로 내구성 증진을 위한 표면처리, 단면보수 등의 적절한 보수가 필요하다고 판단된다. 또한, 전면부에 배부름 발생의 원인은 시공미흡으로 추정되며, 배부름의 진행성 확인을 위한 주기적인 점검 및 계측을 통한 자료 분석 후 손상의 진전 시 적절한 보수를 통한 관리 필요하고, 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.

4.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부의 배부름 발생의 원인은 시공미흡으로 추정되며, 배부름의 진행성 확인을 위해 점검 시 부착된 타켓지의 데이터와 주기적인 점검 및 계측 자료를 비교 분석 후 손상의 진전 시 적절한 보수를 통한 관리 필요하고, 지반, 기초부, 주변영향인자(배수시설)의 하부 방호벽 파손, 배수로 파손은 손상의 진전여부 확인이 필요하다.

4.8.4 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.

