제70장 블럭식 옹벽 04

70.1 시설물 개요

70.2 자료수집 및 분석

70.3 현장조사

70.4 콘크리트 재료시험 조사

70.5 안전성능 평가

70.6 내구성능 평가

70.7 종합평가

70.8 유지관리 전략 제안

70.9 종합결론

제70장 블럭식 옹벽 04

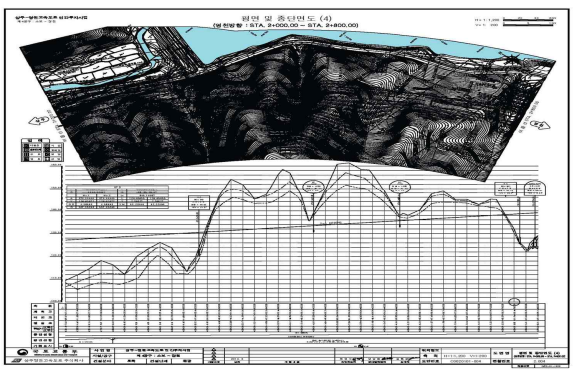
70.1. 시설물 개요

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

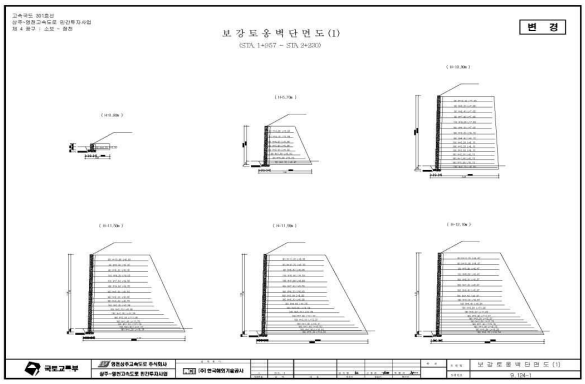
70.1.1 일반사항

【표 70.1】 옹벽 일반사항

시설물명	블럭식 옹벽 04		**종별구분**	2종 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㈜
	부대시설	-		
비 고				



위치도



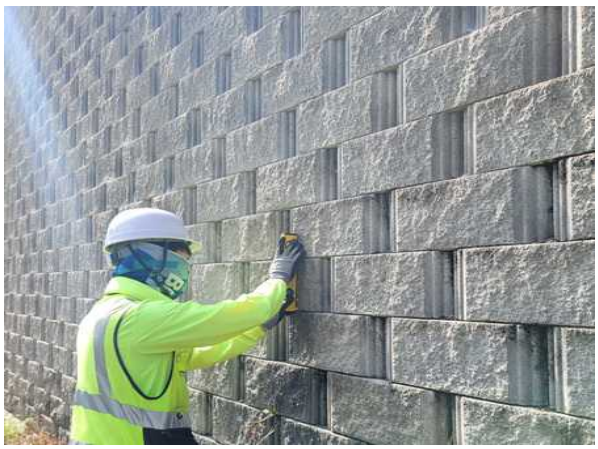
단면도

70.1.2 위치도 및 전경사진

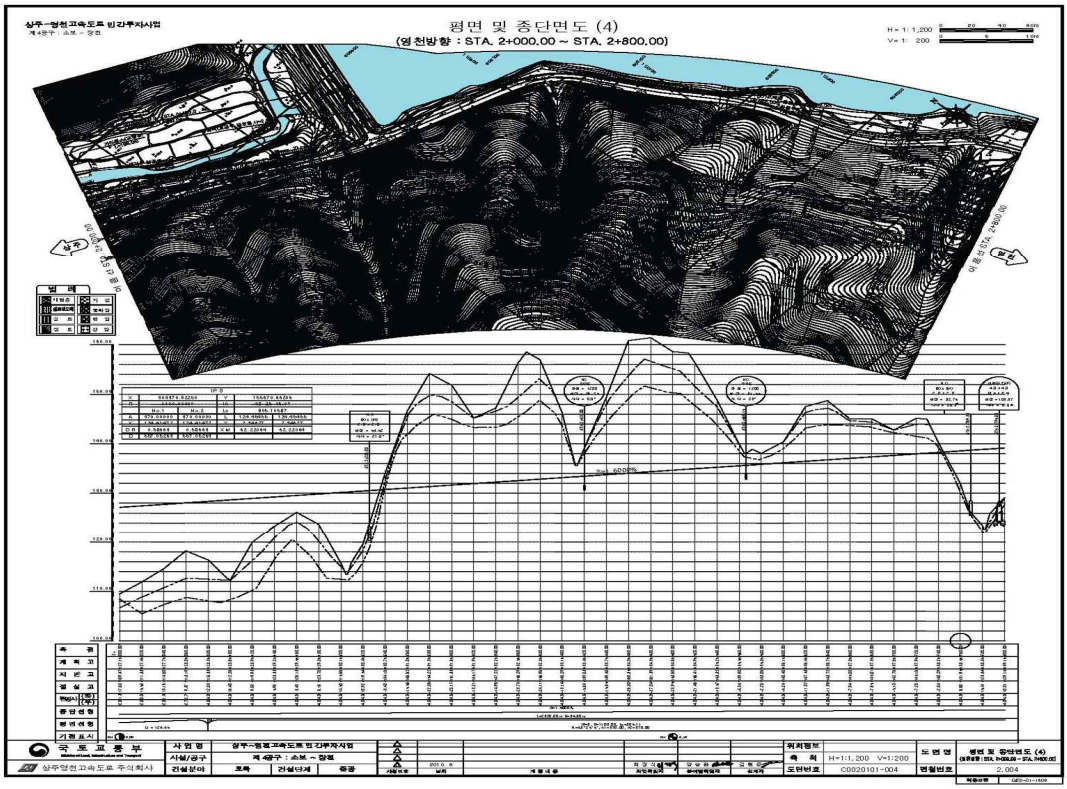
【그림 70.1】 위치도

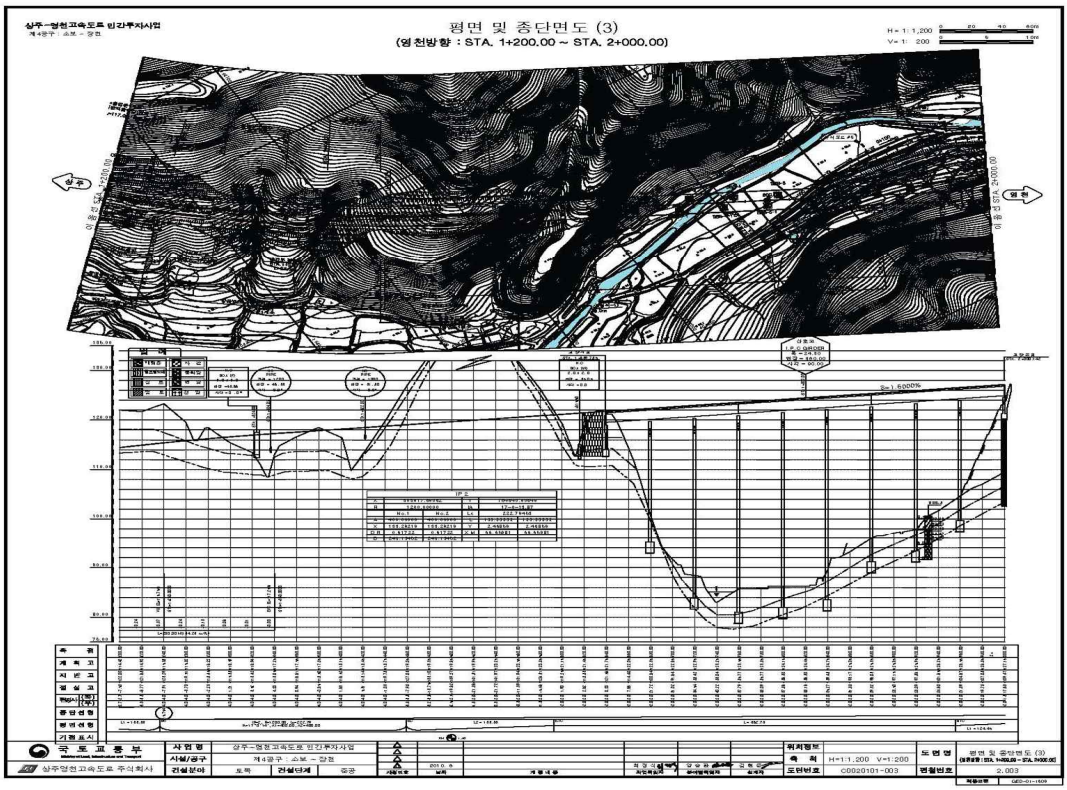
시점부 전경	종점부 전경

【그림 70.2】 전경사진

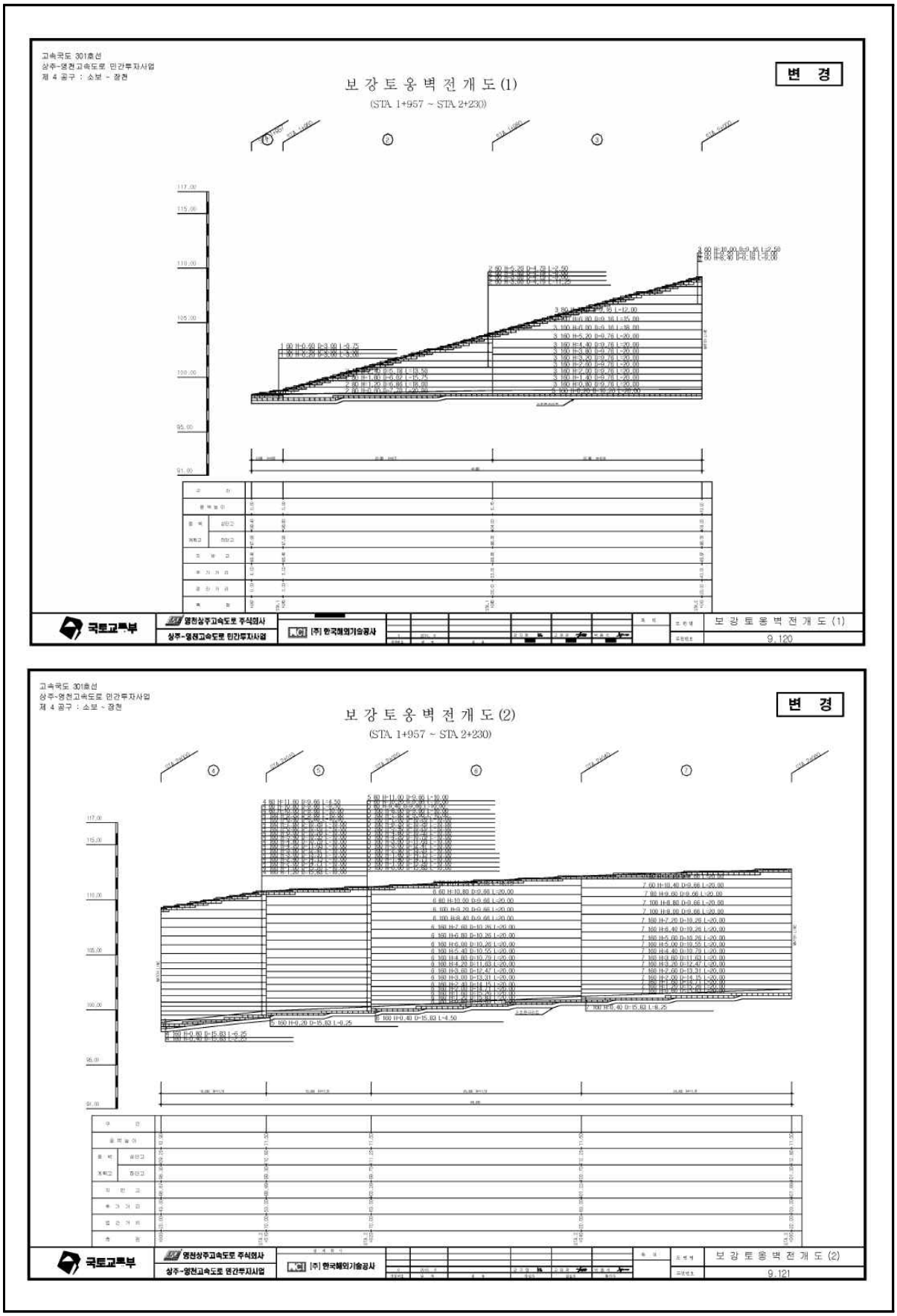
전면부 전경	배수로 전경
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	경사계를 이용한 경사도 측정

70.1.3 시설물 일반도

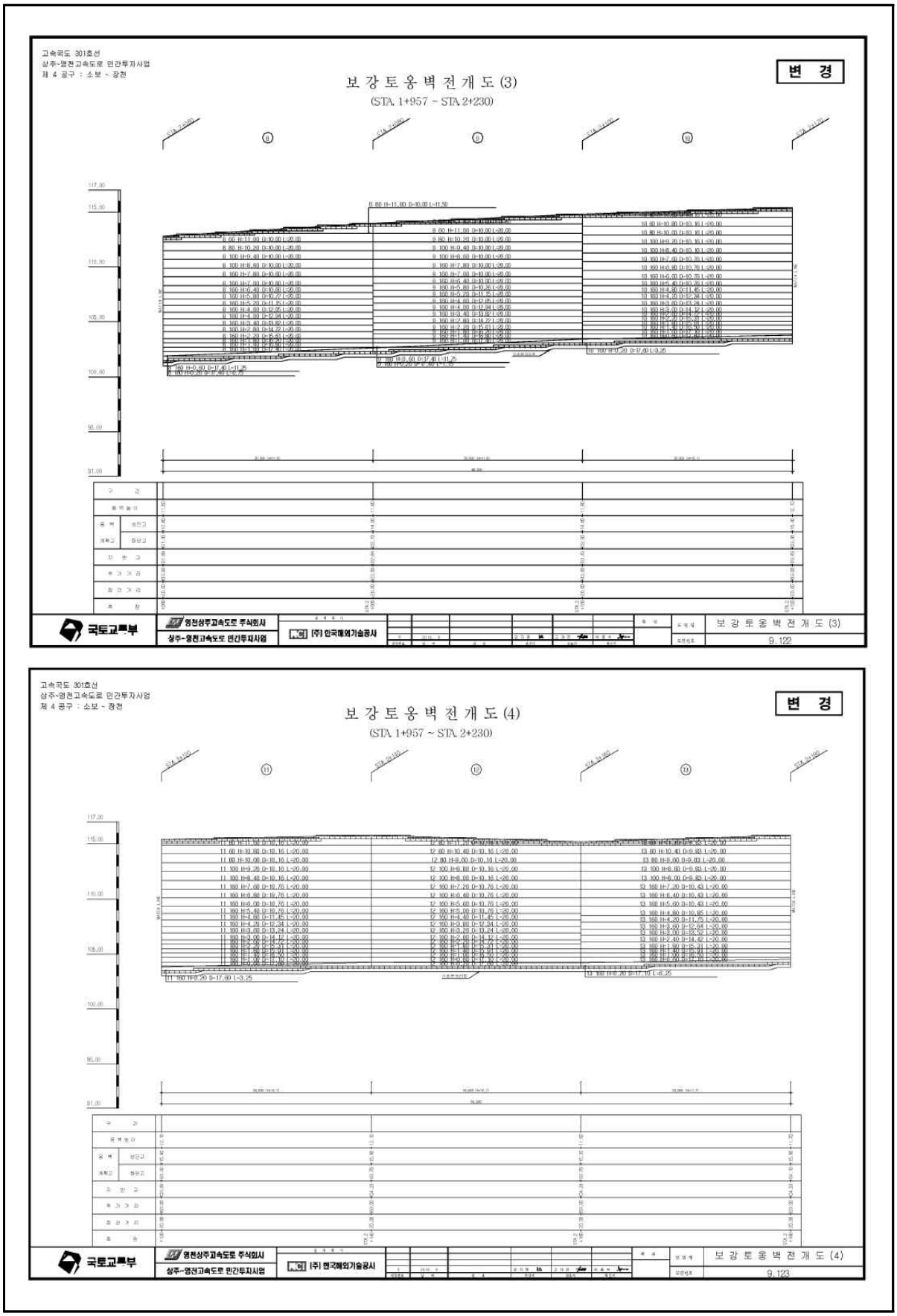




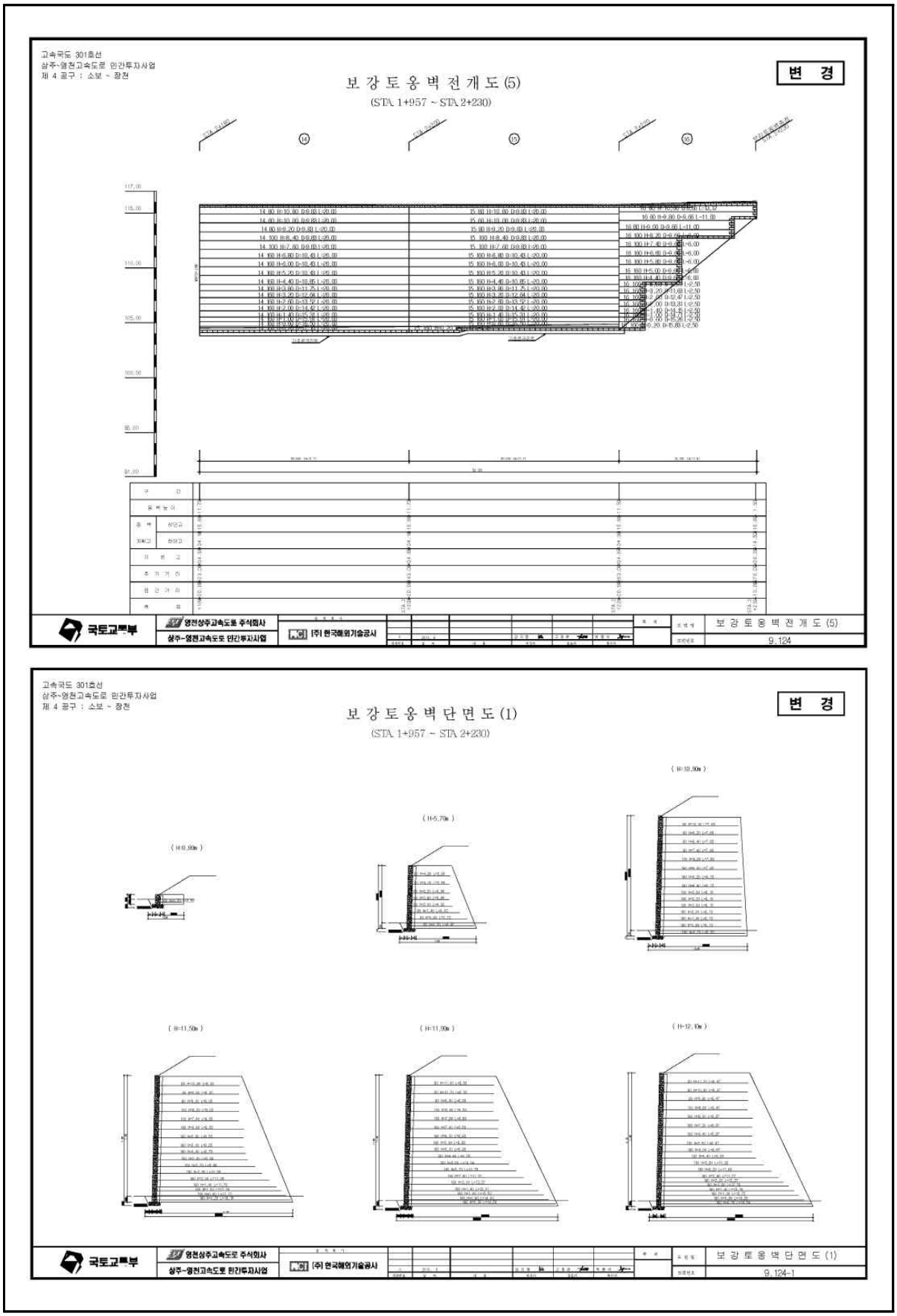
【그림 70.3】 종평면도


고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제 4 공구 : 소보 ~ 장천
변 경
보 강 토 옹 벽 전 개 도 (1)
(STA. 1+957 ~ STA. 2+230)
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
[주] 한국해외기술공사
보 강 토 옹 벽 전 개 도 (1)
9.120
고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제 4 공구 : 소보 ~ 장천
변 경
보 강 토 옹 벽 전 개 도 (2)
(STA. 1+957 ~ STA. 2+230)
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
[주] 한국해외기술공사
보 강 토 옹 벽 전 개 도 (2)
9.121

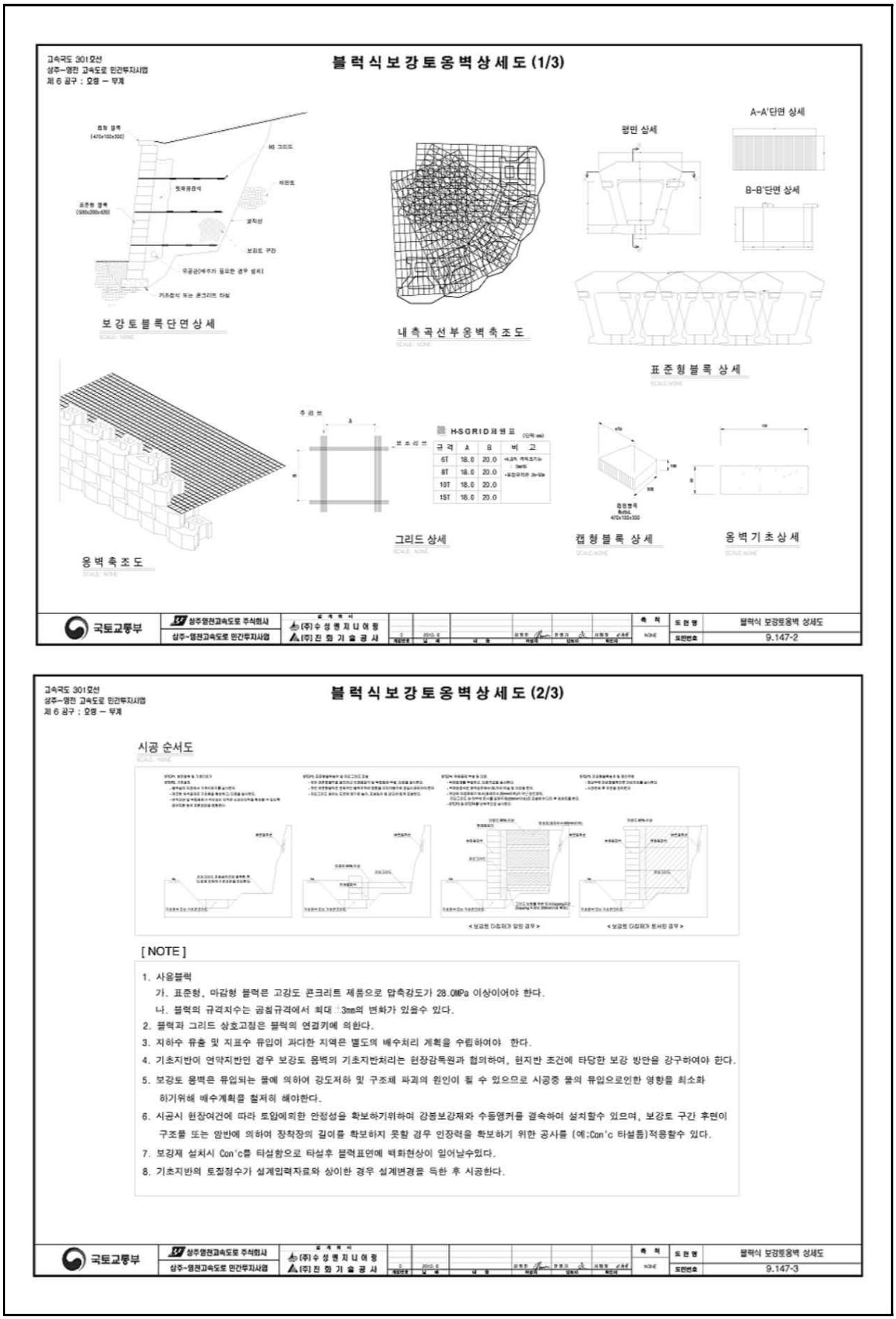
【그림 70.4】 전개도


고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제 4 공구 : 소보 ~ 장천
변 경
보 강 토 옹 벽 전 개 도 (3)
(STA. 1+957 ~ STA. 2+230)
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주) 한국해외기술공사
보 강 토 옹 벽 전 개 도 (3)
9.122
고속국도 301호선
상주-영천고속도로 민간투자사업
제 4 공구 : 소보 ~ 장천
변 경
보 강 토 옹 벽 전 개 도 (4)
(STA. 1+957 ~ STA. 2+230)
국토교통부
영천상주고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주) 한국해외기술공사
보 강 토 옹 벽 전 개 도 (4)
9.123

【그림 4.4】 전개도(계속)



【그림 70.5】 전개도 및 단면도


블럭식보강토옹벽상세도 (1/3)
고속국도 301호선
상주-영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 오행 - 무계
보강토블록단면상세
내측곡선부옹벽축조도
평면 상세
A-A'단면 상세
B-B'단면 상세
표준형블록 상세
옹벽축조도
그리드 상세
캡형블록 상세
옹벽기초상세
H-GRID재원표
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)수성엔지니어링
(주)진화기술공사
블럭식 보강토옹벽 상세도
9.147-2
블럭식보강토옹벽상세도 (2/3)
시공 순서도
[NOTE]
1. 사용블럭
가. 표준형, 마감형 블럭은 고강도 콘크리트 제품으로 압축강도가 28.0MPa 이상이어야 한다.
나. 블럭의 규격치수는 공칭규격에서 최대 ±3mm의 변화가 있을수 있다.
2. 블럭과 그리드 상호고정은 블럭의 연결키에 의한다.
3. 지하수 유출 및 지표수 유입이 과다한 지역은 별도의 배수처리 계획을 수립하여야 한다.
4. 기초지반이 연약지반인 경우 보강토 옹벽의 기초지반처리는 현장감독원과 협의하여, 현지반 조건에 타당한 보강 방안을 강구하여야 한다.
5. 보강토 옹벽은 유입되는 물에 의하여 강도저하 및 구조체 파괴의 원인이 될 수 있으므로 시공중 물의 유입으로인한 영향을 최소화 하기위해 배수계획을 철저히 해야한다.
6. 시공시 현장여건에 따라 토압에의한 안정성을 확보하기위하여 강봉보강재와 수동앵커를 결속하여 설치할수 있으며, 보강토 구간 후면이 구조물 또는 암반에 의하여 장착장의 길이를 확보하지 못할 경우 인장력을 확보하기 위한 공사를 (예:Con'c 타설등)적용할수 있다.
7. 보강재 설치시 Con'c를 타설함으로 타설후 블럭표면에 백화현상이 일어날수있다.
8. 기초지반의 토질정수가 설계입력자료와 상이한 경우 설계변경을 득한 후 시공한다.
블럭식 보강토옹벽 상세도
9.147-3

【그림 70.6】 상세도

70.2. 자료수집 및 분석

70.2.1 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

-1087-

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

Tensar Grid Reinforced Soil Application Suggestion
Client:

Project:

보강토 옹벽 12m

Objective:

Calculations in accordance with:
Institut f? Bautechnik method

Calculations carried out using Winwall Version 8.22
Details of the theory used in this program are available on request from:
Tensar International Ltd, Cunningham Court, Shadsworth Business Park, BLACKBURN, BB1 2QX, UI
Telephone +44 1254 262431; Fax: +44 1254 266873; E-mail design@tensar.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 Tensar 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 Tensar geogrids which are referenced within the calculations.

Copyright in this Application Suggestion belongs to Tensar International Limited. It may not be reproduced in whole or in part without the prior written permission of Tensar International. It must not be disclosed other than for the purpose of evaluating its commercial application for the use of Tensar 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 Tensar International Limited nor SOMO Holdings Co Ltd are responsible for any application of the Application Suggestion other than in conjunction with the sale of Tensar.

Tensar and Netlon are registered trade marks.
?Tensar International Limited

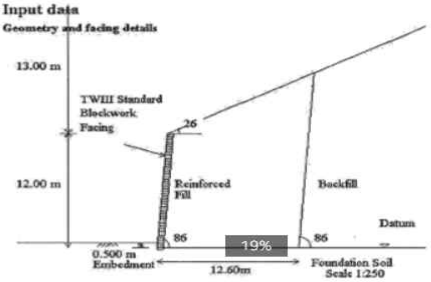
-1145-

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

Page 2 of 10
Date 30 Jan 2009
Reference

Input data

Geometry and facing details



Soil properties

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

-1146-

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

Page 3 of 10
Date 30 Jan 2009
Reference

Reinforcement data - Design Temperature = 20℃

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

Tensar Geogrid type	Creep limited strength P_2/A_1 (kN/m)	Installation and compaction factor A_2	Calculated safety factor γ	Permissible working load at 20℃ (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

Tensar 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 Tensar main reinforcement

-1147-

구조계산서 및 안전검토서

SOMO Holdings Co Ltd — Page 4 of 10
Tensar Grid Reinforced Soil Application Suggestion — Date 30 Jan 2009
보강토 옹벽 12m — Reference

Grid coordinates

Tensar 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 — Page 5 of 10
Tensar Grid Reinforced Soil Application Suggestion — Date 30 Jan 2009
보강토 옹벽 12m — 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:
$N_c = 30.14$ $N_d = 18.40$ $N_b = 10.05$

x_b 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).

-1149-

SOMO Holdings Co Ltd — Page 6 of 10
Tensar Grid Reinforced Soil Application Suggestion — Date 30 Jan 2009
보강토 옹벽 12m — 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 R (kN/m)	Coordinates of Back of Wedge x(m)	y(m)	Wedge Stability
0	-1268.7	0.0	12.600	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	2.020	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	128.6	417.5	12.974	4.980	OK
24	242.4	482.8	13.035	5.804	OK
27	348.2	563.5	13.101	6.675	OK
30	438.1	618.9	13.170	7.604	OK
33	511.9	648.2	13.245	8.602	OK
36	569.4	678.3	13.326	9.682	OK
39	600.9	700.3	13.415	10.863	OK
42	632.9	730.4	13.513	12.167	OK
45	639.4	730.4	13.622	13.622	OK
48	632.5	730.4	13.745	15.266	OK
51	615.1	730.4	13.886	17.148	OK
54	592.1	730.4	14.018	17.906	OK
57	564.5	730.4	10.588	16.920	OK
60	532.1	730.4	9.291	16.092	OK
63	494.9	730.4	7.939	15.384	OK
66	452.8	730.4	6.575	14.768	OK
69	405.5	730.4	5.460	14.224	OK
72	352.4	730.4	4.464	13.738	OK
75	292.5	730.4	3.563	13.299	OK
78	224.6	730.4	2.742	12.898	OK
81	147.0	730.4	1.984	12.529	OK
84	57.5	730.4	1.281	12.186	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

-1150-

SOMO Holdings Co Ltd — Page 7 of 10
Tensar Grid Reinforced Soil Application Suggestion — Date 30 Jan 2009
보강토 옹벽 12m — 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	0.0	12.615	0.200	OK
3	-991.3	64.2	12.665	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	231.6	481.7	13.050	6.004	OK
27	335.3	545.9	13.116	6.875	OK
30	423.2	593.1	13.185	7.804	OK
33	495.3	608.3	13.260	8.802	OK
36	551.1	638.2	13.341	9.882	OK
39	590.2	668.2	13.430	11.063	OK
42	612.1	698.3	13.528	12.367	OK
45	618.1	698.3	13.637	13.822	OK
48	611.4	698.3	13.760	15.466	OK
51	594.6	698.3	13.901	17.348	OK
54	572.6	698.3	12.888	17.808	OK
57	545.9	698.3	10.828	16.838	OK
60	514.5	698.3	9.151	16.024	OK
63	478.5	698.3	7.723	15.328	OK
66	437.9	698.3	6.480	14.722	OK
69	392.1	698.3	5.384	14.187	OK
72	340.8	698.3	4.404	13.709	OK
75	282.8	698.3	3.519	13.277	OK
78	217.2	698.3	2.711	12.883	OK
81	142.2	698.3	1.966	12.520	OK
84	55.6	698.3	1.274	12.183	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

-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	0.600	OK
3	-974.8	32.1	12.695	1.263	OK
6	-743.3	96.3	12.745	1.935	OK
9	-536.0	148.8	12.797	2.620	OK
12	-358.2	192.7	12.849	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	210.6	449.6	13.080	6.404	OK
27	310.1	513.8	13.146	7.275	OK
30	394.2	539.6	13.215	8.204	OK
33	463.6	558.9	13.290	9.202	OK
36	515.2	589.0	13.371	10.282	OK
39	551.5	619.0	13.460	11.463	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	15.866	OK
51	554.7	634.1	13.931	17.748	OK
54	534.4	634.1	12.404	17.611	OK
57	509.5	634.1	10.484	16.674	OK
60	480.2	634.1	8.871	15.888	OK
63	446.6	634.1	7.492	15.215	OK
66	408.7	634.1	6.291	14.629	OK
69	366.8	634.1	5.232	14.113	OK
72	318.8	634.1	4.286	13.651	OK
75	264.8	634.1	3.438	13.234	OK
78	202.7	634.1	2.658	12.853	OK
81	122.7	634.1	1.938	12.502	OK
84	51.9	634.1	1.262	12.176	OK

Angle of steepest wedge which does not intersect any grids is 1.814
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

-1152-

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	15.0	13.175	7.663	OK
6	-499.4	30.1	13.225	8.335	OK
9	-384.7	45.1	13.277	9.020	OK
12	-285.3	60.1	13.329	9.722	OK
15	-199.5	75.1	13.384	10.445	OK
18	-126.6	90.2	13.440	11.196	OK
21	-65.5	120.2	13.499	11.980	OK
24	-15.3	120.2	13.560	12.804	OK
27	25.1	120.2	13.626	13.675	OK
30	56.8	120.2	13.696	14.604	OK
33	80.3	120.2	13.770	15.602	OK
36	96.3	120.2	13.851	16.682	OK
39	105.7	120.2	13.940	17.863	OK
42	109.9	120.2	12.198	17.510	OK
45	110.7	120.2	9.929	16.483	OK
48	109.4	120.2	8.259	15.589	OK
51	106.7	120.2	6.972	14.962	OK
54	102.8	120.2	5.946	14.481	OK
57	98.0	120.2	5.103	14.050	OK
60	92.4	120.2	4.396	13.705	OK
63	85.9	120.2	3.791	13.410	OK
66	78.6	120.2	3.265	13.153	OK
69	70.4	120.2	2.800	12.927	OK
72	61.2	120.2	2.385	12.724	OK
75	50.8	120.2	2.010	12.541	OK
78	39.0	120.2	1.667	12.374	OK
81	25.5	120.2	1.352	12.220	OK
84	10.0	120.2	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

-1153-

지표지질조사

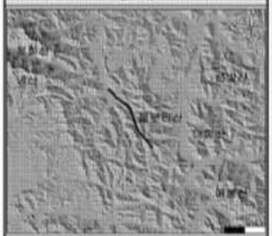
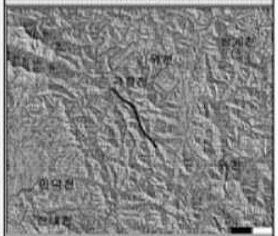
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

- 백악기 경상분지의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치
- 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상층군의 신동층군의 낙동층(연화동층), 하산동층, 진주층(동명층)이 분포

나. 지형특성

산 계	수 계
	
• 과업지역은 전반적으로 낮은 산들이 분포하고 있으나 북서쪽에는 비교적 높은 청화산과 남산이 위치하고 있음 • 과업노선은 물부리산을 따라 위치하며 노선의 동쪽으로는 마향산과 매봉산이 위치함	• 사행하천의 형태를 보이는 위천이 과업노선의 북쪽에 위치함 • 위천의 지류인 곡정천이 과업노선의 종점부와 인접한 곳에 위치하며 북쪽으로 흐르고 있음 • 과업지역의 여러 하천들은 여러 개의 지류를 형성하며 복잡한 형태를 보임

다. 분포 암층 특성

구 분	지질특성
낙동층(안경산층원 역질 사암)	• 낙동층의 하부층에 해당하는 안경상층원의 역질사암과 역암은 원마도가 불량한 석영과 알칼리장석이 주를 이루며, 현질율과 변질된 유색광물이 주로 산출됨
낙동층(금당리층원 셰일)	• 압출으로 인한 쪼개짐(fissility)이 발달 • 쪼개짐과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 충전되어 있어 층리방향으로의 이방성이 클 것으로 예상됨
하산동층 사암	• 석영은 1 mm 내외의 것들로 원마도는 불량한 것들이 우세 • 하산동층 사암은 근거리에서 이동하여 형성

라. 지질 계통도

지질시대		층 명			특 성	비 고
제4기		충적층(Q_a)			• 하천 및 산록 퇴적물	-
		--- 부정합 ---				
중생대	백악기	흑운모화강암(K_g) 석영반암(K_{qp})			• 괴상의 저질	• 전 구간에서 기반암을 관입
		유천층군	안산암질암(K_{a})		• 주로 응회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
		--- 관입 및 분출 ---				
		신동층군	낙동층(Ka1)	금당리층원(Ka1-nk)	• 사암과 역질사암, 셰일의 교호 • 주로 역질 사암 우세	• 4공구 전구간

마. 지체구조

- 과업지역은 한반도의 동남단에 위치하여 백악기 퇴적분지가 크게 발달하고 후기의 북북동향의 단층대가 도폭의 동부지역을 통과
- 경상분지의 서쪽과 북쪽에서는 경상누층군이 선캄브리아기에 속하는 변성퇴적암류와 쥬라기말의 대보화강암류를 부정합으로 덮고 있고, 동부와 남부는 백악기말의 화성활동과 단층작용으로 심하게 파괴되었으며, 제3기층에 의해 부정합으로 피복되거나 동해 및 남해의 해저로 계속 발달

4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

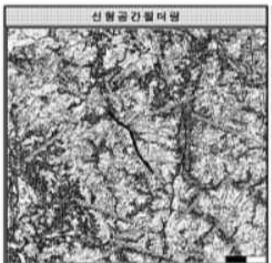
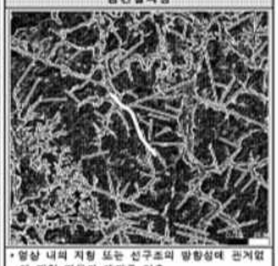
(1) 목 적

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

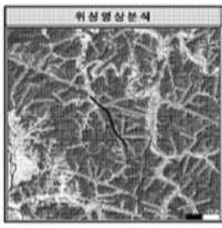
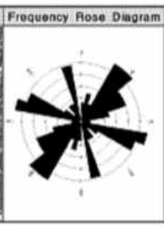
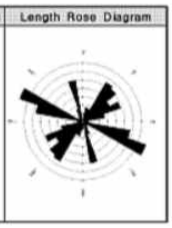
(2) 원리 및 방법

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

(3) 위성영상결과

선형공간필터링	공간필터링
	
• Landsat-7 ETM+ 영상에서 선적인 요소를 강조시키기 위해 고주파 강조 선형 공간필터링을 실시 • 고주파강조 공간필터인 Laplacian 필터(Jensen, 1996)를 적용시킨 후의 결과 • 지형적인 선구조 이외에 도로나 하안 시설과 같은 인공적인 선구조가 추출됨	• 영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 • 선구조 육안 판독에 유용한 자료임

(4) 결과 분석

위성영상분석	Frequency Rose Diagram	Length Rose Diagram
		

- 900m 이상 되는 선구조를 추출
- 판독결과 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

나. 음영기복도(DEM)를 이용한 선구조 분석

(1) 목 적

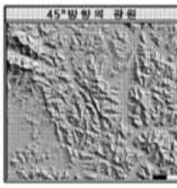
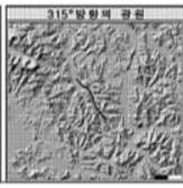
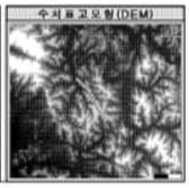
- 과업지역에 대한 정밀한 선형구조 분석
- 수치지도에 의한 음영기복도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인
- 선구조의 빈도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포특성 파악

(2) 분석 방법 및 과정

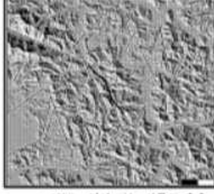
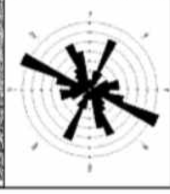
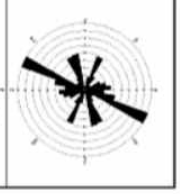
- 수치지도로부터 작성된 DEM(Digital Elevation Model) 음영기복도를 이용, 선구조 추출
- 선형구조의 빈도 및 연장에 대한 가중치 분석을 통한 선형구조의 분포특성 파악 및 지질구조와의 연관성 해명

초기 이미지 → 이미지 분석 → Edge 처리 → Edge 지도 → Hough 변환처리 → 구간 최대영역 설정 → Hough 변환처리 연산 → 선구조도

(3) 음영기복도(DEM)

45°방향의 광원	315°방향의 광원	수치표고모형(DEM)
		

(4) 결과 분석

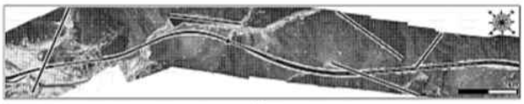
음영기복도분석	Frequency Rose Diagram	Length Rose Diagram
		

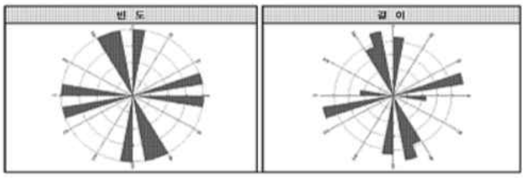
- 1000m 이상 되는 선구조 추출
- 판독결과 총 96개의 대, 소 선구조 파악
- 주요 선구조의 방향은 N60°~70°W 이며 다음으로 N20°~30°W 방향이 우세함
- N20°~30°E , N70°~80°W, N10°~20°W 방향도 다수 판독됨
- 과업노선과는 6개의 선구조가 교차될 것으로 추정됨

지표지질조사

다. 항공사진 분석

• 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 통한 분석을 실시





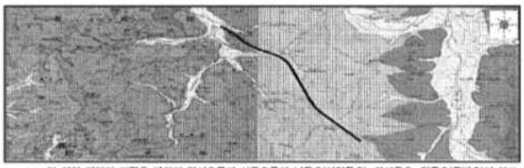
• 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 통한 분석을 실시

• 항공사진 분석을 통해 5개의 선구조를 추출함

• 선구조 길이분포와 빈도분포의 결과 N10~30°W, N70~80°E 방향이 우세하게 나타남

4.2.3 과업구간 지질분포 특성

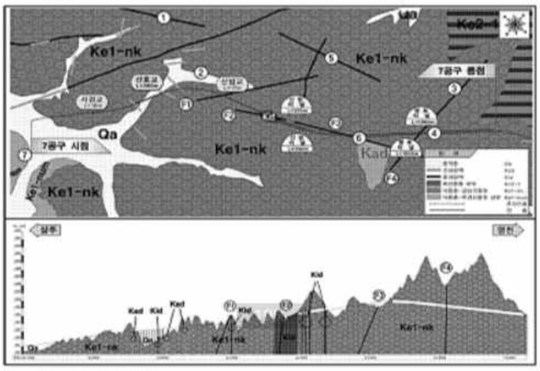
가. 과업구간 기존 지질도 분석[군위도폭(1981), 선산도폭(1989)]



• 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상층군의 신동층군의 낙동층(연화동층), 하산동층, 진주층(동명층)이 분포

• 3공구 종점 및 5공구, 4공구에서 분포하는 낙동층 중·상부와 하부 하산동층은 하도 말단 및 주변 범람원 환경하에서 퇴적되어 하도 사암 및 범람원 기원의 세립 퇴적층이 교호

나. 상세 지표지질 조사



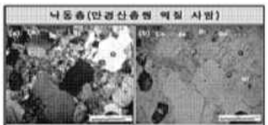
(1) 주요 노두 특성분석

노두 사진	특 성
①	• 녹회색 이암 • 층리는 29/062, 층리를 따라 번위 발생 • 장석 반암 관입, 관입 방향: (70/244), 폭: 5m • 주변의 파쇄가 심함
②	• 사암 • 층리는 20/026 • J1=89/118, J2=78/159, J3=89/072

노두 사진	특 성
③	• 역암(사질) • 층리는 11/120, 사암이 호층을 이룸 • J1=88/342, J2=67/215
④	• 셰일 • 사암이 호층을 이룸 • 층리는 12/150 • J1=66/186, J2=72/234
⑤	• 사암 및 협재된 셰일 • 층리는 12/103 • 부수적 단층: 84/258, 단층점토 폭: 0.2cm, 파쇄대: 1m내외 • J1=61/172, J2=70/230
⑥	• 장석 반암 • 층리는 10/150 • 퇴적암 경계 • 층리 방향과 유사한 경계 방향을 가짐
⑦	• 산성 관입암 • 5%이내의 유색광물과 장석 반정을 함유, 주변부는 장석 사암 • 입자크기: 3~10mm, 분급불량 • J1=63/192, J2=80/117, J3=78/085, J4=44/068

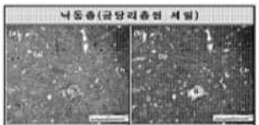
(2) 암종별 현미경 관찰 및 Modal 분석 결과

낙동층(안경산층원 역질 사암)



• 원마도가 불량한 석영과 알칼리장석이 주를 이룸
• 부성분광물로는 견운모, 녹니석, 철부덩광물과 방해석

낙동층(금당리층원 셰일)



• 주구성광물은 아각 내지 각상의 석영, 방해석, 운모질 점토광물
• 부성분으로 탄질물, 불투명광물

하산동층 사암

• 석영, 알칼리 장석으로 구성
• 알칼리 장석은 점토광물 또는 견운모로 변질되어 있으며, 석영은 1 mm 내외의 것들로 원마도는 불량한 것들이 우세

산성 암맥

• 사장석, 각섬석, 석영으로 구성
• 반정으로 산출되는 대부분의 유색광물은 각섬석이며, 두 방향의 벽개를 보임

4.2.4 과업구간 지질구조 분석

가. 단층구조

(1) 단층

구분	조사 방법				주향/경사	연장 (km)	폭		노선교차점 (STA.)	구분
	지점조사	시추조사	선형조사	물리탐사			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/60SW	1.5내외	3.0	1.0내외	상주:4+985 영천:5+100	소단층
F4	-	●	●	●	N88W/86NE	2.0내외	5.0	10.0내외	상주:6+100 영천:6+095	소단층

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

지표지질조사

상주~영천 고속도로 민간투자시설 실시설계

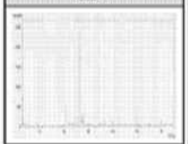
(2) 노두특성

구분	노두 사진	특 성
F1		• YS39(302457.7044, 156296.4322) 이외조사 지점에서 관찰되었으며 소규모의 파쇄대를 수반함 • 방향성 : N52W/41NE • 단층폭 : 최소 3m 이상 • 단층점토는 관찰되지 않음
F3		• YS-482(300633.2481, 156523.7372) 이외조사 지점에서 관찰되었으며 단층대를 따라서 단층점토와 산화대가 발달하고 있음 • 방향성 : N22W/60SW • 단층폭 : 최소 0.5m 이상, Gouge 3cm

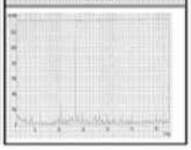
(3) X-ray 회절분석(XRD) 결과

19%

TBB-1



TBB-9



TBB-19

(단위 : %)

공 번	심도(m)	석영	정장석	조장석	미사장석	일라이트	백운모	흑운모	녹니석	방해석	고령토	황철석
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	-

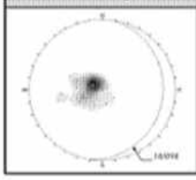
• 주 구성광물은 일반 조암광물인 석영(29.9~62.1%),사장석 (5.0~20.3%)등을 포함하며, 점토 광물로는 일라이트 (7.9%), 녹니석(6.1~19.8%)등을 함유

56

제 4 장 조사결과

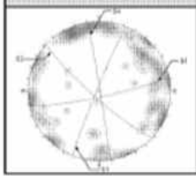
나. 절리구조 특성

(1) 퇴적암내 층리구조

Contour Diagram	Rose Diagram
	

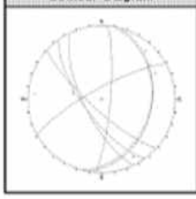
• 과업구간에 분포하는 퇴적암의 평균 층리방향은 N08°E의 주향을 보이며 동향으로 18°로 경사져 있음

(2) 전체 절리구조

Contour Diagram	Rose Diagram
	

• 과업 구간의 절리는 크게 4개의 군으로 분류됨 83/168(S1), 82/222(S2), 87/292(S3), 89/081(S4) 방향 순서로 우세하게 관찰됨

(3) 암맥의 방향성 분석

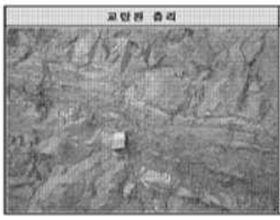
Contour Diagram	Rose Diagram
	

• 과업구간에 분포하는 암맥은 산성암맥과 중성암맥이 있다. 산성암맥은 주로 북북동-남남서방향으로 분포하며 중성암맥은 북서-남동방향으로 분포한다.

(4) 절리구조 주요 노두 전경

57

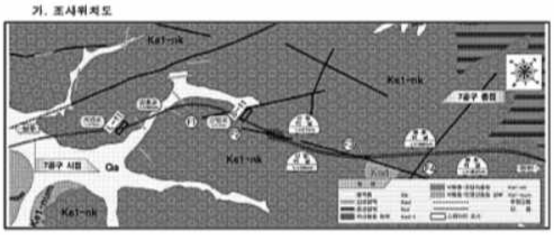
상주~영천 고속도로 민간투자시설 실시설계

교란된 층리	체계적인 절리군
	

단층	퇴적암을 관입한 산성 암맥

4.2.5 과업구간 불연속면 특성 분석

가. 조사위치도



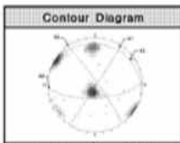
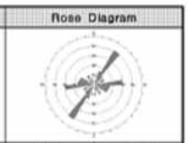
58

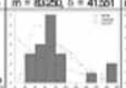
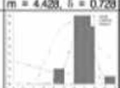
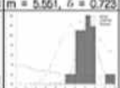
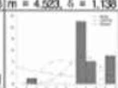
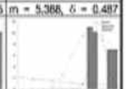
제 4 장 조사결과

나. 조사결과

(1) Scanline-1(L-11)

위치 : 154618.5681, 303952.4538
암종 : 낙동층 상부 관담리층원

Contour Diagram		Rose Diagram	
			
Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
88/123	67/177	14/016	85/055

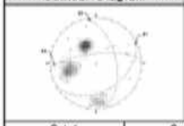
구 분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 126.650, δ = 69.792	m = 79.892, δ = 79.845	m = 83.250, δ = 41.551	m = 132.225, δ = 59.050
	확률밀도함수				
	채택함수	정규분포 m = 126.650, δ = 69.792	대수정규분포 m = 60.299, δ = 0.725	대수정규분포 m = 74.677, δ = 0.460	대수정규분포 m = 120.103, δ = 0.442
연장 (m)	평균	m = 4.428, δ = 0.728	m = 5.551, δ = 0.723	m = 4.523, δ = 1.138	m = 2.000, δ = 0.957
	확률밀도함수				
	채택함수	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	평균	m = 6.809, δ = 0.906	m = 6.137, δ = 0.626	m = 5.761, δ = 0.425	m = 5.388, δ = 0.487
	확률밀도함수				
	채택함수	대수정규분포 m = 6.750, δ = 0.130	대수정규분포 m = 6.106, δ = 0.100	대수정규분포 m = 5.745, δ = 0.077	대수정규분포 m = 5.367, δ = 0.088
JCS (MPa)	평균	m = 129.323, δ = 46.259	m = 133.679, δ = 47.131	m = 128.319, δ = 42.645	m = 140.550, δ = 51.638
	확률밀도함수				
	채택함수	대수정규분포 m = 122.245, δ = 0.032	대수정규분포 m = 126.526, δ = 0.032	대수정규분포 m = 122.049, δ = 0.030	대수정규분포 m = 132.646, δ = 0.032

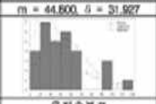
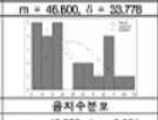
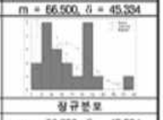
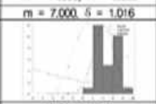
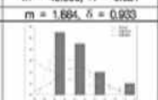
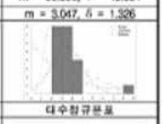
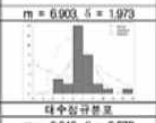
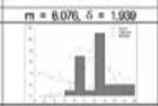
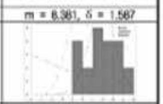
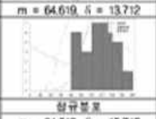
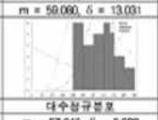
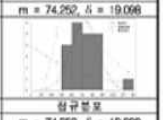
59

지표지질조사

(2) Scanline-2(S-11)

위치 : 155935.1136, 302623.6562
암종 : 낙동층 상주 관당리층원

Contour Diagram		Rose Diagram
		
Set 1	Set 2	Set 3
37/149	53/078	73/354

구 분		Set 1	Set 2	Set 3
간격 (cm)	평균	m = 44.800, δ = 31.927	m = 46.800, δ = 33.778	m = 66.500, δ = 45.334
	확률 밀도 함수			
	최적 함수	음지수분포	음지수분포	정규분포
		m = 44.800, λ = 0.022	m = 46.800, λ = 0.021	m = 66.500, δ = 45.334
연장 (m)	평균	m = 7.000, δ = 1.016	m = 1.684, δ = 0.933	m = 3.047, δ = 1.326
	확률 밀도 함수			
	최적 함수	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
		m = 6.925, δ = 0.147	m = 1.674, δ = 0.483	m = 2.845, δ = 0.348
JRC	평균	m = 6.903, δ = 1.973	m = 8.076, δ = 1.939	m = 8.381, δ = 1.587
	확률 밀도 함수			
	최적 함수	대수정규분포	정규분포	대수정규분포
		m = 6.646, δ = 0.273	m = 8.076, δ = 1.939	m = 8.225, δ = 0.196
JCS (MPa)	평균	m = 64.619, δ = 13.712	m = 59.080, δ = 13.031	m = 74.252, δ = 19.098
	확률 밀도 함수			
	최적 함수	정규분포	대수정규분포	정규분포
		m = 64.619, δ = 13.712	m = 57.615, δ = 0.022	m = 74.252, δ = 19.098

다. 불연속면 종합

(1) Scanline-1(L-11)

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	88/123	67/177	14/016	85/055
	k = 107.49	k = 112.76	k = 66.31	k = 87.11
간 격 (cm)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 126.650, δ = 69.792	m = 60.209, δ = 0.725	m = 74.677, δ = 0.460	m = 120.103, δ = 0.442
연 장 (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 = 0.957
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 6.750, δ = 0.130	m = 6.106, δ = 0.100	m = 5.745, δ = 0.077	m = 5.367, δ = 0.088
JCS (MPa)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 122.245, δ = 0.032	m = 126.526, δ = 0.032	m = 122.049, δ = 0.030	m = 132.646, δ = 0.032

(2) Scanline-2(S-11)

구 분	Set 1	Set 2	Set 3
절리특성	37/149	53/078	73/354
	k = 108.73	k = 44.21	k = 53.58
간 격 (cm)	음지수분포	음지수분포	정규분포
	m = 44.800, λ = 0.022	m = 46.800, λ = 0.021	m = 66.500, δ = 45.334
연 장 (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 = 19.098

70.2.2 시설물 점검이력

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

【표 70.2】 점검이력사항

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 블럭 전면부 및 배수로 균열, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 등의 조치가 필요하다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블럭 전면부 및 배수로 균열, 배수로 들뜸, 조인트 실란트 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	본옹벽에대한정밀안전점검결과,문제점이없는최상의상태인"A"등급의우수한상태로평가되었다. 블록식옹벽04의전면부에는배부름,블록재균열이조사되었고,배부름의경우주의관찰및계측을통한유지관리후손상의진전시적절한조치를취하는것이바람직할것으로판단된다. 또한,블록재균열의경우손상의진전방지를위한표면처리등의조치가필요하다.주변영향인자(사면부,배수시설)에서는배수로파손,배수로균열등이조사되었으며,내구성증진위한단면보수,주입보수등의보수가필요하다고판단된다.금회조사시기에는사용성에문제는없는상태로판단되나주기적인점검을통한손상의증가및확대등에대해확인,조치를실시하는유지관리가필요할것으로판단된다.	A등급

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블록 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
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	2종성능평가	? 안전성능평가는외관상관찰되는시설물의결함을중심으로조사·평가하였으며,현장조사및분석결과중대결함은관찰되지않았고,옹벽의외관에는블록재균열,배부름,배수로균열,배수로파손,실란트파손등의손상이조사되었으나,옹벽의사용성에는영향을주지않는것으로판단되므로내구성증진을위한표면처리,단면보수,실란트재시공등의적절한보수가필요하다고판단됨.또한,전면부에배부름발생의원인은시공미흡으로추정되며,배부름의진행성확인을위한주기적인점검및계측을통한자료분석후손상의진전시적절한보수를통한관리가필요함. ? 내구성능평가는시간에따라변화하는안전성능저하에영향을미치는요소에대한평가로서본콘크리트옹벽의열화진전평가및열화환경평가를종합하여분석한결과,평가결과"A"로평가됨. ? 종합평가결과,외관상결함,손상등의요인에대한문제점이없고내구성능저하가능성이낮으며외부환경조건변화등을수용할수있는성능수준인A(우수)등급으로평가됨. ? 본보강토옹벽의성능목표등급은세부지침에의거하여옹벽의일반적인성능목표인"B"등급으로성능목표를설정하였으며,현재성능은목표성능을상회하여매우만족하는"A"등급상태로주기적인점검및관리를통한평가저해요소에대한관리가이루어진다면시설물의안전및내구성에는문제가없을것으로판단됨.	A등급

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	블럭식옹벽4에 대한 점검결과, 블록 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	정기안전점검	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	정밀안전점검	-전면부블럭균열,배부름 -주변영향인자배수시설균열및파손,실란트파손 -기초부상태양호	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-옹벽전면부배부름 -옹벽전면부균열 -배수시설균열,파손,조인트부실란트파손	양호

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

70.2.3 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	■ 블럭식 옹벽 04의 전면부에는 배부름, 블럭 균열, 블럭 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 블럭 균열, 블럭 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(0.3㎜미만) 등이 조사되었으며, 금회 점검에서 신규 손상으로 균열(0.3㎜이상)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.	

70.2.4 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	블럭식 옹벽 04		
평가 구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.00	A	-
구조안전성능	0.14	A	-
안전성능 결과	ㅇ상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ㅇ안전성능평가 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	-
결함도 지수				0.08
등 급				A

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	블럭식 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	ㅇ사면의 종합평가 지수(P) = ∑(성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = (0.140 × 0.8) + (0.080 × 0.2) = 0.128 ㅇ종합평가 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.

70.2.5 시설물 보수 이력

【표 70.3】 보수이력사항

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

FMS상 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

70.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 70.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

70.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

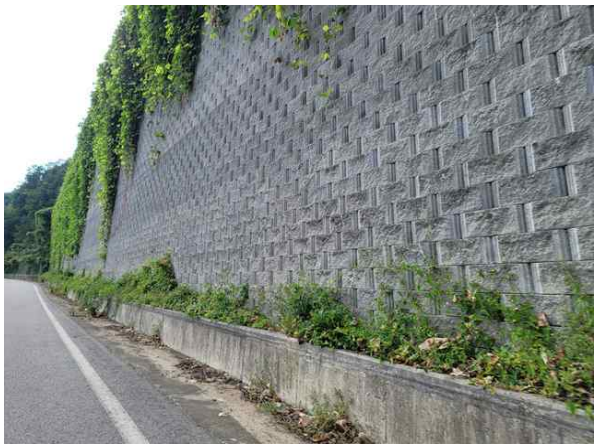
FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

70.2.8 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.

상부 상태현황 전경	**상부 상태현황 전경**
	
기초부 상태현황 전경	**기초부 상태현황 전경**

70.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 70.5】 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	◇부재별 중점손상 - 전면부 블럭 균열, 블럭 파손, 배부름 등 - 주변영향인자 배수시설 균열 및 파손, 실란트 파손 등 - 기초부 하부 방호벽 파손 등	◇전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교・검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇보수・보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇보수부 상태 확인

70.3. 현장조사

70.3.1 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 시설물관리대장상(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 70.6】 일반현황 조사결과

<table>
<tr><td>조사일자</td><td colspan="2">2025. 08. 27</td><td>조 사 자</td><td>정 지 운</td></tr>
<tr><td>일 기</td><td colspan="2">맑음</td><td>시설물번호</td><td>RW2017-0000084</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시설물위치</td><td>행정구역</td><td colspan="3">대구광역시 군위군 소보면 산법리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치좌표</td><td colspan="3">시점 : 36° 23′06.9″ 128° 50′51.8″</td></tr>
<tr><td colspan="3">종점 : 36° 23′25.8″ 128° 50′19.7″</td></tr>
<tr><td>노선명(이정)</td><td colspan="4">고속국도 301호선 30.940~31.213km</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제 원</td><td>옹벽형식</td><td>보강토</td><td>옹벽재료</td><td>블럭식</td></tr>
<tr><td>연 장</td><td>273.0m</td><td>지면노출
높 이</td><td>12.5m</td></tr>
<tr><td>보 강 재
길 이</td><td>-</td><td>저 판 폭
길 이</td><td>-</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="2">상주영천고속도로(주)</td><td>관리주체구분</td><td>민간</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주변환경</td><td>옹벽상부</td><td colspan="3">상주영천고속도로 본선</td></tr>
<tr><td>옹벽하부</td><td colspan="3">도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">시공현황</td><td>준공년도</td><td>2017년 06월 27일</td><td>시 공 자</td><td>대림산업㈜</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td>비 고</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 2종 성능평가시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 14개 구간(S1~S14)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 70.7】 일반현황 조사결과

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

70.3.2 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.

2) 조사결과

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

【표 70.8】 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	· S6 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)	**현 황**	· S6 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)
원 인	· 외부충격 등	**원 인**	· 외부충격 등
대 책	· 단면보수	**대 책**	· 단면보수
현 황	· S6 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)	**현 황**	· S6 하부 방호벽 파손(0.2x4.0)
원 인	· 외부충격 등	**원 인**	· 외부충격 등
대 책	· 단면보수	**대 책**	· 단면보수

3) 검토의견

■ 지반, 기초부에서 조사된 하부 방호벽 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 손상 발생이후 발생된 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.

2) 조사결과

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

【표 70.9】 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**

현 황	· S6 블럭 파손(3EA)	현 황	· S6 블럭 파손(3EA)
원 인	· -	원 인	· 외부충격 등
대 책	· -	대 책	· 단면보수
현 황	· S6 블럭 파손(3EA)	현 황	· S6 블럭 파손(3EA)
원 인	· -	원 인	· 외부충격 등
대 책	· -	대 책	· 단면보수
현 황	· S10 배부름(20.0x10.0)	현 황	· S10 배부름(20.0x10.0)
원 인	· -	원 인	· 시공미흡 등
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) 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.

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 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 70.10】 주변영향인자 손상현황

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

구분	배수로 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		배수로 균열(0.3㎜이상) (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(0.3㎜미만)	**현 황**	· S14 배수로 균열(0.3㎜이상)
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**	· -

3) 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 성도부 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 70.11】 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 블럭식 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

70.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 70.12】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	배부름	주의관찰
	블럭 파손	단면보수
	블럭 균열	주의관찰
	백태	주의관찰
주변영향인자	배수로 균열(0.3㎜미만)	표면처리
	배수로 균열(0.3㎜이상)	주입보수
	배수로 파손	단면보수
기초부의 세굴	하부 방호벽 파손	단면보수
결과요약	■ 지반, 기초부에서 조사된 하부 방호벽 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 손상 발생이후 발생된 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 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. ■ 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 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.	

【표 70.13】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	배부름	㎡	400.00	2	
	블럭 파손	EA	3.00	3	
	블럭 균열	EA	8.00	8	
	백태	㎡	1,055.00	24	
배수시설	배수로 균열(0.3㎜미만)	m	1.00	2	
	배수로 균열(0.3㎜이상)	m	1.50	1	
	배수로 파손	㎡	0.15	3	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	하부 방호벽 파손	㎡	0.80	1	

70.4. 콘크리트 재료시험 조사

70.4.1 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[성능평가편](이하'세부지침')] 옹벽편 10.3.2에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

70.4.2 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.

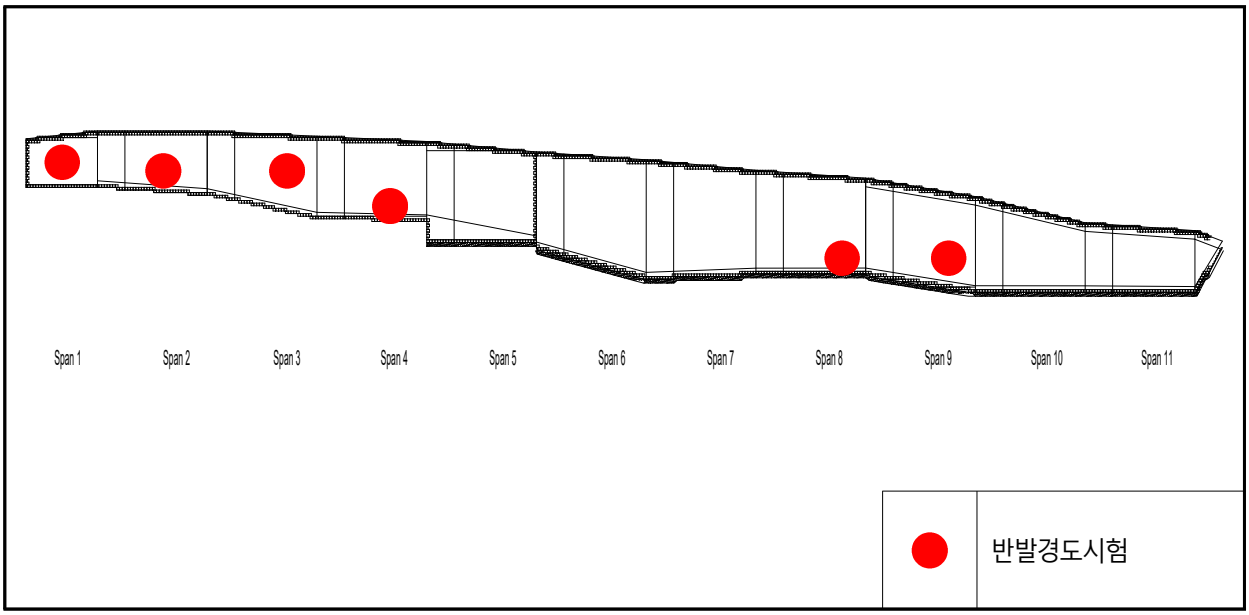
【표 70.14】 제2종 성능평가 재료시험 기준수량 및 실시수량 현황

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

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

반발경도측정	반발경도측정

나. 콘크리트 재료시험 조사 위치도



【그림 70.7】 콘크리트 재료시험 조사 위치도

70.4.3 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 측정 부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다.

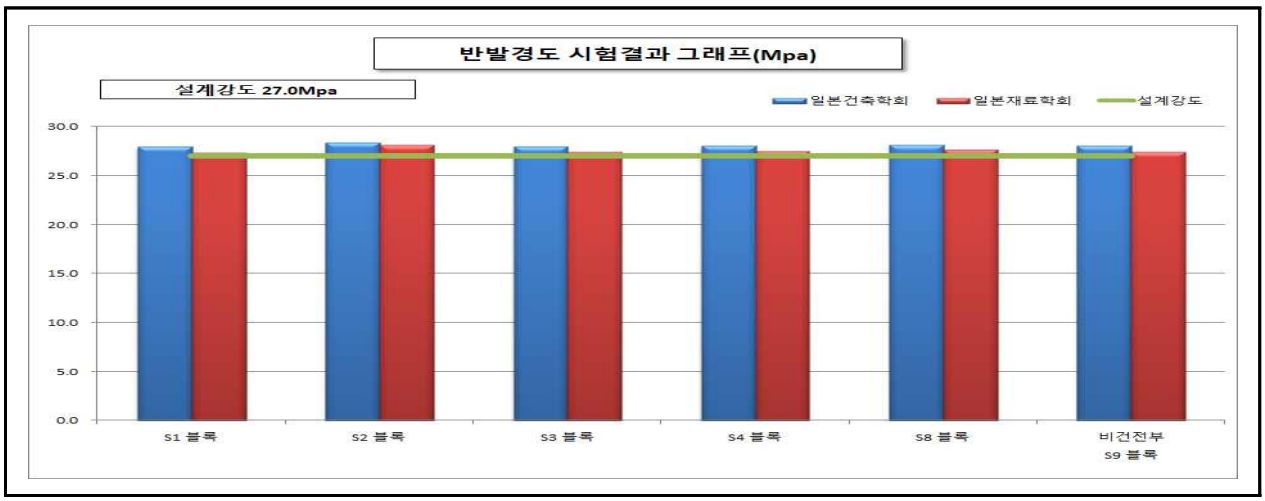
또한, 반발경도에 의한 압축강도 추정은 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식를 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설 안전공단식을 사용하였으며, 측정결과는 정밀한 결과를 산정하기 위해 2개 이상의 추정식을 통해 추정된 콘크리트 비파괴강도 증 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다. FMS상 설계도서에 블럭의 강도가 나와 있지 않아 인근 5공구의 블럭식 옹벽 06의 안전점검종합보고서 자료에서 설계기준강도를 참조하여 작성하였다.

【표 70.15】 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
전면부	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 70.16】 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 70.8】 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 27.9~28.4MPaMPa로 측정되었으며, 설계기준압축강도(27.0 MPa)를 100%이상 상회하는 것으로 검토되었고, 전개소에서 설계기준강도를 상회하므로 콘크리트의 내구성능이 양호한 상태인 것으로 판단된다. 따라서, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도저하가 없는 것으로 조사되었다.

다. 반발경도 시험 보고서

【표 70.17】 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	

70.4.4 탄산화 깊이 측정평가

탄산화 깊이 측정 시험은 해당사항이 없는 것으로 검토되었다.

70.4.5 염화물 침투량 평가

염화물 침투량 시험은 해당사항이 없는 것으로 검토되었다.

70.4.6 콘크리트 내구성조사 결과 요약

【표 70.18】 내구성조사 결과요약

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

70.4.7 측량

가. 개요

금회 2종 성능평가 대상시설물(블럭식 옹벽 04)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 전차 정밀안전점검의 측정된 값과 금회 2종 성능평가의 측정값을 비교 검토하여 침하 및 활동에 대해 검토하였다.

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 70.19】 경사도 결과

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전등급	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

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전등급	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 70.20】 경사도 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	측정위치 (Span)	2025년 2종 성능평가 측정경사량		2023년 정밀안전점검 측정경사량		측정결과 비교		안전등급	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

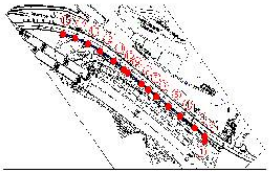
금회 점검에서 측량은 본 옹벽의 상단 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여 현장에서 측정이 가능한 위치를 선정하여 선형 및 수준측량을 실시하였고, 설계도서 및 전회 정밀안전점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 주변환경, 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 전회 점검의 선형측량 및 배부름 측량을 금회 선형측량 및 배부름 측량과 대조하여 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었다.

【표 70.21】 수준측량(수직변위) 결과

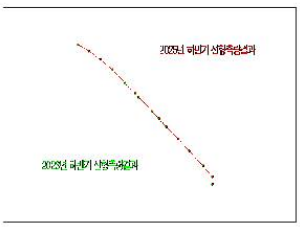
측정위치	기준점 레벨(EL(+).m)		분석 결과 (m)	비고
	설계치	금회 2종 성능평가		
S1(10m)	115.80	-	-	식생
S2(30m)	115.80	-	-	식생
S3(50m)	115.80	-	-	식생
S4(70m)	115.20	-	-	식생
S5(90m)	115.80	-	-	식생
S6(110m)	115.40	-	-	식생
S7(130m)	114.80	114.70	-0.10	
S8(150m)	114.00	113.62	-0.18	
S9(170m)	112.80	112.67	-0.13	
S10(190m)	112.20	111.93	-0.17	
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 70.22】 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]



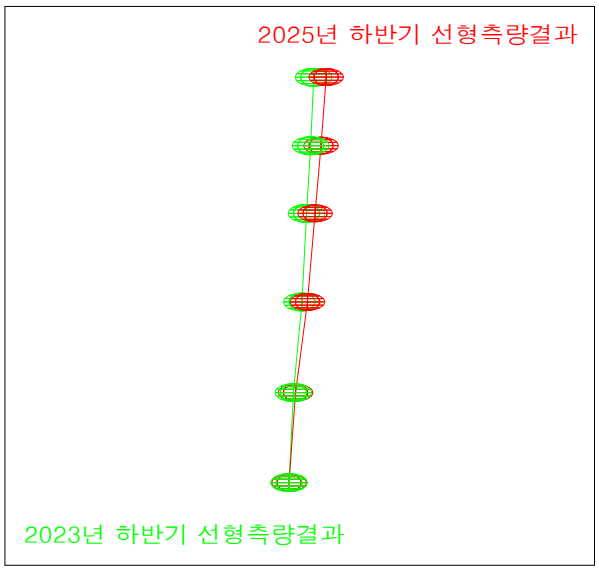
[선형측량 결과 비교]

【그림 70.9】 선형측량 결과 및 비교

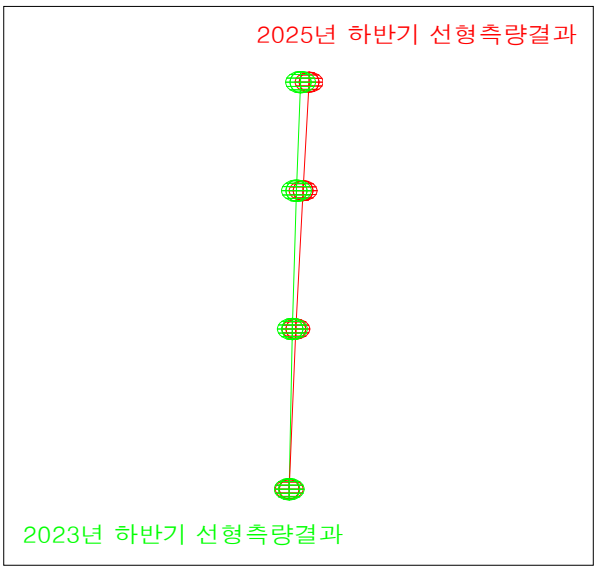
【표 70.23】 배부름 구간 측량 결과

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.



[S10 구간 배부름 현황 비교]



[S12 구간 배부름 현황 비교]

[측량 위치]

【그림 70.10】 배부름 측량 결과 및 비교

70.5. 안전성능 평가

70.5.1 상태안전성능 평가

가. 개요

옹벽의 상태안전성능 평가는 외관조사를 실시하여 결함 및 손상 등을 조사하고, 성능지표별 평가기준에 따라 결함점수 및 결함지수를 산정하는 방식으로 이루어진다.

나. 상태안전성능 평가방법

옹벽분류에 따른 옹벽별 상태안전성능 평가를 위한 결함등급 및 결함점수와 결함지수 산출방법은 다음과 같다.

【표 70.24】 보강토 옹벽 평가기준

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">결 함 점 수</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th><th>d</th><th>e</th></tr>
<tr><th>0 ≤ f <0 .15</th><th>0.15 ≤ f <0 .30</th><th>0.30 ≤ f < 0.55</th><th>0.55 ≤ f < 0.75</th><th>0.75 ≤ f</th></tr>
<tr><td colspan="2">침 하</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="2">계획선형오차
(전도/경사)</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="2">활 동</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr>
<tr><td colspan="2">전면부 진행성 배부름</td><td>0</td><td>2</td><td>5</td><td>8</td><td>10</td></tr>
<tr><td colspan="2">파손, 손상 및 균열</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="2">유 실</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="2">이 격</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">세 굴</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr>
<tr><td rowspan="4">주변
영향인자</td><td>배수
시설</td><td colspan="5">배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사면
조사</td><td>사면구배</td><td>적절</td><td>0</td><td>부적절</td><td>1</td></tr>
<tr><td>낙석흔적</td><td>미발생</td><td>0</td><td>발생</td><td>1</td></tr>
<tr><td>침출수</td><td>무</td><td>0</td><td>유</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">옹벽 결함지수
(F)</td><td>①</td><td colspan="2">$\frac{\Sigma\ 결함점수}{52}$</td><td>②</td><td>$\frac{\Sigma\ 결함점수}{44}$</td></tr>
</table>

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

다. 상태안전성능 평가결과

옹벽 형식별 상태안전성능 평가 결과에 따라 결함지수를 구하고, 아래의 표 산정기준을 적용하여 해당 시설물의 상태안전성능 평가 등급을 도출한다.

【표 70.25】 보강토 옹벽 평가기준

a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
0 ≤ f <0 .15	0.15 ≤ f <0 .30	0.30 ≤ f < 0.55	0.55 ≤ f < 0.75	0.75 ≤ f

【표 70.26】 상태안전성능 평가 산정 결과

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	세굴	파손 손상 및 균열	유실	이격	전면부 진행성 배부름	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 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	0.02	A
S2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	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	0.05	A
S5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.05	A
S6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	A
S7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	A
S8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	A
S9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	A
S10	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	0.07	A
S11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	A
S12	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	0.07	A
S13	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.05	A
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.02	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	0.03	
									상태평가 결과					A	

70.5.2 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.03으로서 평가결과는 "A"로 산정되었다.

70.5.3 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 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 불쾌감을 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.

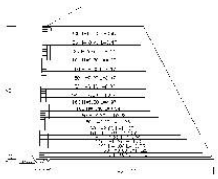
기준	상태기준 설명
a	○환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○결함 및 파손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

70.5.4 구조안전성능 평가

가. 개요

본 검토대상인 옹벽에 대한 구조검토는 설계도서 및 구조계산서를 참고하였다.

나. 검토단면도



【그림 70.11】 검토단면도

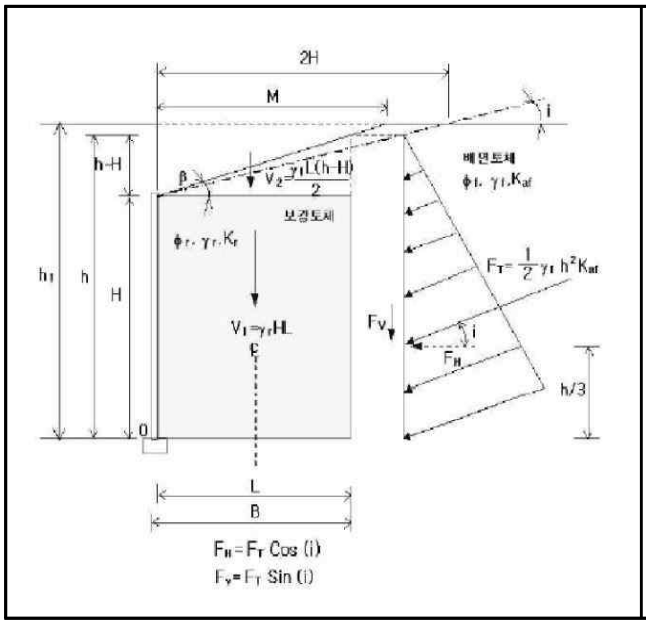
다. 지반정수

【표 70.27】 대상 옹벽 지반정수

토 층	단위중량 (kN/㎥)	점착력 (kN/㎥)	내부마찰각(°)	비 고
보강토체	19	0	30	
성토층	19	0	30	
기초	19	10	30	

라. 외적안정성

1) 토압작용 모식도



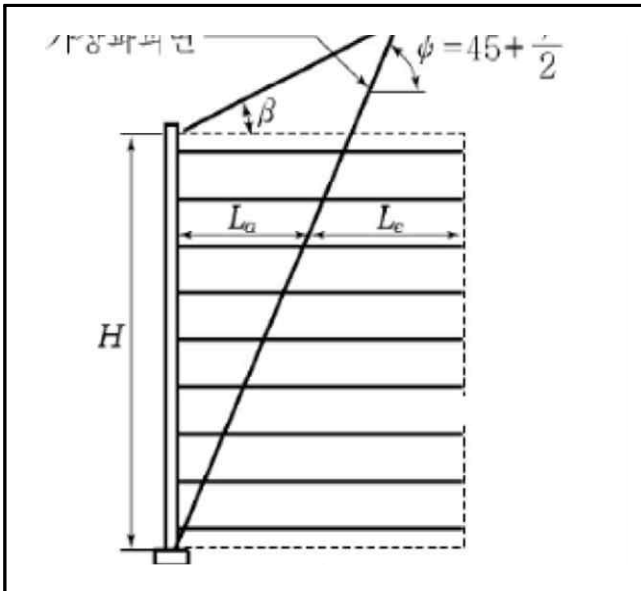
【그림 70.12】 검토단면도

2) 검토조건

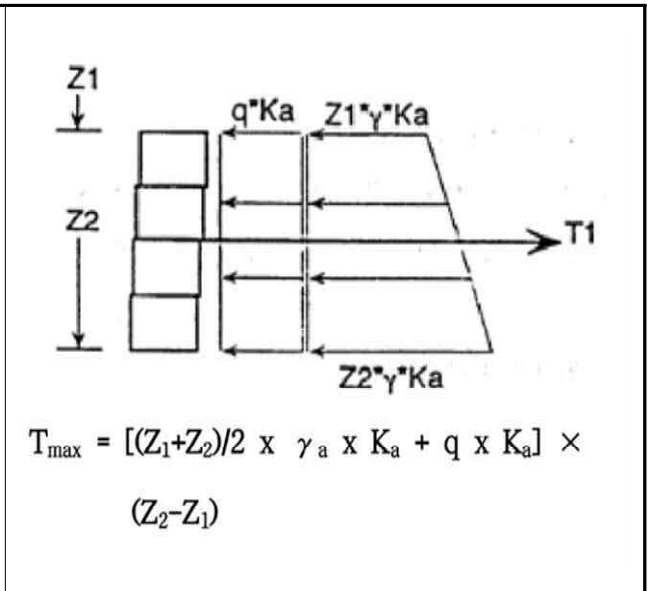
- 벽체높이 H(m) = 12.00m h1(m) = 25.00 2h(m) = 50.00
- 보강재의 길이 Lbot(m) = 14.54 , Lup(M) = 8.47
- 상부사면의 경사 β(°) = 26, h-H=13.00
- 상재하중 q(kN/㎡) = 13.00
- 토압계수 ka = $\cos i \times \frac{\cos i-(\cos^2 i-\cos^2 \Phi)^{1/2}}{\cos i+(\cos^2 i-\cos^2 \Phi)^{1/2}}=0.390$

마. 내적안정성

1) 토압작용 모식도



내적검토시 활동영역 및 저항영역구분



각 보강재층의 단위폭당 최대인장력

【그림 70.13】 토압작용 모식도

2) 토압계수

- 토압계수 ka = $\tan^2(45-\Phi/2)$ = 0.390

3) 보강재

【표 70.28】 보강재의 설계인장강도

보강재 최대인장강도	120N/m	55kN/m	비 고
보강재의 설계인장강도(Td)	56.20	26.30	구조계산서 참조

4) 설계 내구 년수

* 영구 구조물 : 100년

바. 검토결과

【표 70.29】 시설물의 구조안전성능 평가 결과표

구 분		검토결과(Fs)	기준치(Fs)	판정
		상시	상시	
외적 안정	활 동	2.00	1.5	O.K
	전 도	1.87	1.5	O.K
	지지력	2.72	2.5	O.K
내적 안정	파 단	1.57	1.0	O.K
	인 발	1.94	1.5	O.K

주)보강재 파단에 대한 안전율은 보강재의 장기설계 인장강도(Fs=1.5)를 적용하였으므로 1.0으로 적용

사. 구조안전성능 평가 결과

조안전성능 평가 결과, 각 평가항목의 허용안전율 이상을 확보하고 있는 상태로서 구조안전성능 평가 등급은 "a"로 평가되었다.

【표 70.30】 보강토옹벽의 구조안전성능 평가 결과

평가항목구분		안전율	평가결과	비고
외적 안정	활 동	2.00	1.5	평상시 안전율 적용
	전 도	1.87	1.5	평상시 안전율 적용
	지지력	2.72	2.5	평상시 안전율 적용
내적 안정	파 단	1.57	1.0	평상시 안전율 적용
	인 발	1.94	1.5	평상시 안전율 적용
구조안전성능 평가 결과		· 구조안전성능 평가 등급 = a · 구조안전성능 평가 결함지수 = 0.14		

70.5.5 안전성능 평가결과

본 콘크리트 옹벽에 대하여 상태안전성능 및 구조안전성능 평가를 실시한 후 각 결함지수를 비교하여 보수적인 값을 최종 안전성능평가 결과로 결정한다.

【표 70.31】 안전성능 평가 결과산정

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	블럭식 옹벽 04		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태안전성능 평가	0.03	a	
구조안전성능 평가	0.14	a	
안전성능 평가결과	◦ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택 ◦ **안전성능평가 결과 : A등급**		

【표 70.32】 안전성능 평가 결과에 따른 시설물 상태 정의

안전등급	평가지수	시설물의 상태
A (우수)	0.00≤P<0.15	외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
B (양호)	0.15≤P<0.30	일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	0.30≤P<0.55	광범위한 부재에서 결함이 발생하였으나, 전체적이 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강이 필요한 성능수준
D (미흡)	0.55≤P<0.75	심각한 결함에 대한 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정해야 하는 성능 수준
E (불량)	0.75≤P	심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 수준

70.6. 내구성능 평가

콘크리트 내구성능 평가항목은 크게 열화진전평가와 열화환경평가로 구분된다. 열화진전평가와 열화환경평가는 독립적으로 실시한다. 대상 시설물의 내구성능 종합 등급에는 열화진전평가만이 사용되며, 열화환경평가는 콘크리트 내구성능 등급 산정에는 활용하지 않으며 기타 구조물의 유지관리 업무에 활용한다.

70.6.1 콘크리트 내구성능 평가항목 및 대상

블럭식 보강토옹벽의 전면부 블럭에 대해 내구성능 평가를 수행하며, 부재별 가중치를 고려하지 않고 단일 구조물 형식으로 적용한다.

【표 70.33】 내구성능 평가항목 및 대상

구 분		평가항목	평가여부	시험 기준수량	금회 실행수량	비 고
보강토 옹벽	열화진전 평가	피복(표면부) 콘크리트 품질	o	6 EA	6 EA	
		탄산화 깊이	x	-	-	
		염화물 침투량	x	-	-	
	열화환경 평가	염해환경	o	-	-	
		동해환경	o	-	-	

가. 열화진전 평가

1) 반발경도시험

① 반발경도시험 측정결과

반발경도법에 의한 콘크리트 강도 조사결과, 전 구간에서 측정값이 설계기준강도 (27.0㎫)를 상회하는 것으로 분석되었다.

【표 70.34】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명			설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	전면부	S1	블럭	103.5	-	a	0.10	a
		S2	블럭	105.2	-	a		
		S3	블럭	103.7	-	a		
		S4	블럭	103.8	-	a		
		S8	블럭	104.2	-	a		
		S9	블럭	-	98.4	a		

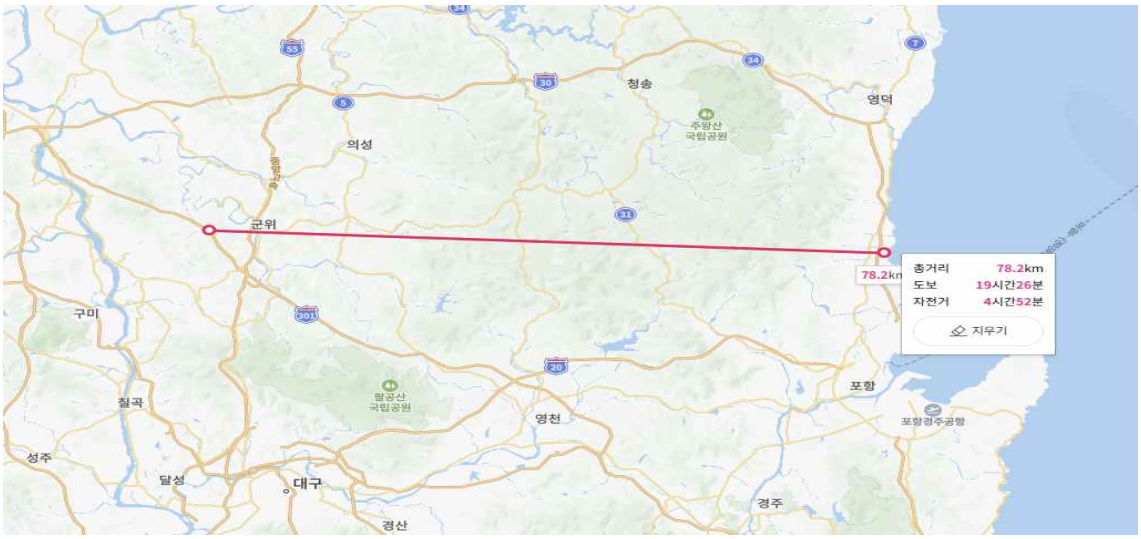
나. 열화환경평가

본 보강토 옹벽의 열화환경은 동결융해에 대하여 평가를 수행하며, 동결융해 반복지수(X)는 수분과 직접 접촉하지 않는 부재로 평가등급을 산정하였다.

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 대구광역시 군위군 소보면 산법리에 위치하며, 동해안으로부터 약 78.2km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과, 동해안으로부터 교량까지의 거리가 500m 초과로 평가등급은 A등급으로 분석되었다.



【그림 70.14】 위치도

【표 70.35】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

평가항목	해안	적용지역	해안으로부터 거리 X(m)	평가 등급
해안거리에 따른 비래염분 염해환경	동해안	전지역	500 초과	a등급

2) 제설제 염해환경

강설일수는 기상청 기후자료를 참조하였으며, 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설자료 중 2015년부터 2025년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 1.6일로 확인되었고, 평가등급은 A등급으로 분석되었다.

【표 70.36】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	대구광역시 군위군 소보면 산법리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	11일	2019.11~2020.3	3일	2022.11~2023.3	12일
2016.11~2017.3	7일	2020.11~2021.3	11일	2023.11~2024.3	8일
2017.11~2018.3	16일	2021.11~2022.3	8일	2024.11~2025.3	19일
2018.11~2019.3	6일	평균 강설일수			1.6일

주) 강설일수는 최근 10년간 최심신적설이 발생한 일수의 연간 평균값, *참고 : 기상자료개방포털 (https://data.kma.go.kr/)

3) 동해환경

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

· 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우
{일 최저기온 < –2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} & {강수량 > 0}인 연평균 일수
· 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우
{일 최저기온 < –2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃}인 연평균 일수

수분과 미접촉하는 부재의 경우 5.3회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 45.2회로써 동결융해 환경은 "B"등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 싸이클이 연평균 2.3회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 70.37】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	대구광역시 군위군 소보면 산법리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	41일	2019.11~2020.3	29일	2022.11~2023.3	52일
2016.11~2017.3	43일	2020.11~2021.3	43일	2023.11~2024.3	35일
2017.11~2018.3	58일	2021.11~2022.3	53일	2024.11~2025.3	49일
2018.11~2019.3	49일	동결융해 횟수 (수분접촉)			45.2회

【표 70.38】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	대구광역시 군위군 소보면 산법리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	1일	2019.11~2020.3	1일	2022.11~2023.3	2일
2016.11~2017.3	4일	2020.11~2021.3	2일	2023.11~2024.3	6일
2017.11~2018.3	2일	2021.11~2022.3	0일	2024.11~2025.3	1일
2018.11~2019.3	4일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			2.3회

70.6.2 콘크리트 내구성능 평가결과

본 보강토 옹벽에 대하여 콘크리트 내구성능 평가는 열화진전평가 및 열화환경평가를 종합하여 분석한 결과, 평가결과 "A"로 평가되었다.

【표 70.39】 옹벽의 콘크리트 내구성능 평가

대상 시설물	항목별 평가결과			
	염화물 침투량	탄산화 깊이	피복콘크리트 품질	평가등급
옹벽	-	-	a	a (0.08)
	최저등급제			

【표 70.40】 열화환경지표의 평가결과

열화환경지표		평가결과	평가등급
제설제 염해환경		2.3회	A
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	78.2Km	A
동해환경		45.2회	B

70.6.3 강재 내구성능 평가

강재 내구성능 평가의 경우 선택과업으로 본 보강토 옹벽에 대하여 강재 내구성능 평가는 실시하지 않았다.

70.6.4 내구성능 평가결과산정

가. 보강토 옹벽 내구성능 평가결과산정 방법

보강토 옹벽의 보강재에 대한 내구성능 평가를 실시한 경우, 강재에 대한 내구성능 평가 후, 콘크리트 : 강재 = 60 : 40의 가중치를 적용하여 종합 내구성능 평가를 수행한다.

단, 금회 성능평가 과업에서 강재 내구성능 평가는 실시되지 않은 상태로 콘크리트 강재의 가중치를 100으로 적용하여 평가 하였다.

【표 70.41】 보강토 옹벽의 종합 내구성능 평가결과

내구성능 평가결과 산정표			
시설물명 / 평가항목구분	보강토 옹벽	표번호	비 고
콘크리트 내구성평가	a (0.08)	-	
강재 내구성평가	-	-	
내구성능 평가결과	◦ 내구성능 평가결과 = 0.08 X 1.00 = 0.08 ◦ 내구성능 등급 : a등급		

70.7. 종합평가

70.7.1 종합평가 개요

종합평가의 산정방법은 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급일 때는 안전성능 등급을 종합성능등급으로 선정한다. 이외의 경우에는 안전성능 평가와 내구성능 평가 각 성능항목별로 부여된 가중치를 고려하여 최종등급을 결정한다.

○ 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급일 때

· 안전성능 평가지수가 종합평가의 대표 지수로 산정

○ 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급이 아닐 경우

· 안전성능과 내구성능 각 성능항목의 가중치를 고려하여 산정

【그림 70.15】 종합평가 흐름도

70.7.2 종합평가 결과 산정결과

종합평가의 산정방법은 옹벽의 안전성능 평가와 내구성능 평가 지수에 대해 각 성능항목에 따라 부여된 가중치를 곱한 값을 합산하여 구한다. 단, 안전성능 평가 결과와 내구성능 평가 결과를 비교하여 안전성능 평가 결과가 최저값인 경우에는 가중치를 적용하지 않고 안전성능 평가 결과를 종합평가 결과로 산정한다.

옹벽의 종합평가지수(P)=Σ(성능 평가지수(Pn)×성능항목 가중치(Wn))

【표 70.42】 콘크리트옹벽 성능항목 가중치

구 분		기준 가중치(Wn)		적용 가중치(Wn)	
		안전성능	내구성능	안전성능	내구성능
보강토 옹벽	일반 블록 및 패널	0.80	0.20	-	-

【표 70.43】 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	블럭식 옹벽 04			
평가 구분	성능평가지수	평가 결과	성능간 가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	0.140	A	0.8	
내구성능평가	0.080	B	0.2	
종합성능 평가결과	○옹벽의 종합평가 지수(P) = ∑(성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = 0.14 × 0.8 + 0.08 × 0.2 = 0.128 ○종합평가 결과 : A			

당해 시설물에 대해 종합적으로 성능평가를 실시한 결과 종합성능 등급은 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A등급(우수)인 것으로 평가되었다.

【표 70.44】 옹벽의 종합평가 결과에 따른 종합성능 등급 기준

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

70.8. 유지관리 전략 제안

시설물의 성능목표를 설정하기 위해 성능평가 실시결과와 함께 시설물의 사용환경 등을 검토하여 성능목표에 대한 등급을 지정하여야 한다.

70.8.1 성능목표 설정

『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 성능평가편(2024.01)』에서의 옹벽시설물의 성능목표는 대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 합리적인 시설물의 성능목표를 B등급으로 설정하도록 하였다.

70.8.2 성능목표 등급 산정

【표 70.45】 등급점수 범위 및 대표점수

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

【표 70.46】 평가지표별 가중치 및 성능목표 등급산정 방법

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

【표 70.47】 사용성 및 기능성 성능목표 선정

구분	항목	내용	평가등급	
			모든 조건 해당	나머지
도로교량	일교통량1)	구간당 일반국도: 10,000대 이상	상B	하B
		구간당 고속국도: 20,000대 이상		
	중차량 통행량	차선당 일반국도: 1,000대 이상		
		차선당 고속국도: 2,000대 이상		
	대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상		
철도교량	일통과량 × 평균속도	6,000 이상	상B	하B
도로터널	일교통량	일반국도: 10,000대 이상	상B	하B
		고속국도: 20,000대 이상		
	대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상		
철도터널	평균속도 × 일 통행횟수	6,000 이상	상B	하B
항만2)	연간 화물량(백만 톤 GT) × 하역능력(천 톤)	10,000 이상	상B	하B
	접안능력	50,000톤(DWT) 이상		
댐	연평균 저수용량	700 백만m3 이상	상B	하B
공항	연간 이용객수	10,000,000명 이상	상B	하B
	연간 항공기 운항편수	90,000대 이상		
하구둑	-	-	B	
수문	-	-	B	
제방	-	-	B	
상수도	가동률3)	75% 이상	상B	하B
옹벽	**-**	**-**	**B**	
절토사면	-	-	B	

【표 70.48】 주변환경 성능목표 선정

구분	평가교량		평가등급	
동해환경	지속적인 수분접촉	45.2일	B	B
	지속적인 수분접촉 없음	2.3일	D	
강설일수	1.6일		C	

【표 70.49】 지진구역계수 및 공용연수

구분	평가옹벽	평가등급
지진구역계수	대구	A
공용연수	약 8년	E

【표 70.50】 성능목표 등급 산정표

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

70.8.3 성능평가 실시결과 검토·분석

안전성능평가 결과

· 상태안전성능 평가결과
→ A등급(0.03)
· 구조안전성능 평가결과
→ A등급(0.14)

내구성능평가 결과

· 내구성능 평가결과
→ A등급(0.08)

종합평가	A등급(0.128)
성능목표	B등급(0.23≤X < 0.30)
분석결과	· 성능평가 실시 결과, 안전성능 평가 A등급, 내구성능 평가 A등급으로 분석되어 최종 종합평가 등급은 A등급으로 판정되었다. · 이는 시설물의 성능평가 목표치인 B등급으로 평가되었으며, 발생된 손상 중 긴급보수를 요하는 손상은 발생하지 않았고, 발생된 손상은 보수를 시행토록하고, 그 외 손상은 주기적인 점검을 통한 관리로 보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

70.8.4 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

유지관리 전략 제안의 목적은 모든 보수·보강 후보를 대상으로 성능평가지표인 상태안전성능, 구조안전성능, 내구성능에 근거하여 경제적 측면, 환경적 측면, 사회적 영향 등을 고려하여 우선적으로 조치하여야 할 대상을 선정하는데 있다.

가. 보수.보강 개략공사비

【표 70.51】 보수.보강 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**		

※ 주의관찰이 필요한 손상은 본 개략공사비 산정에서 제외함.
※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

나. 보수·보강 우선순위 지수 산출

【표 70.52】 보수·보강 우선순위 지수 산출

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI) EI/Cost	순위
					손상내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
단면 보수	3.00	3.00	165	495	블록 파손	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01015	4
표면 처리	1.00	0.38	250	95	배수로 균열(0.3㎜ 미만)	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	13
주입 보수	1.50	2.25	103	232	배수로 균열(0.3㎜ 이상)	-	안전 성능	c	0.02	1.00	0.80	0.20	0.00308	11
단면 보수	0.15	0.22	960	211	배수로 파손	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	13
단면 보수	0.40	0.60	960	576	하부 방호벽 파손	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	3
-	-	-	-	-	침하	-	안전 성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	12
-	-	-	-	-	계획선형 오차	-	안전 성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	12
-	-	-	-	-	활동	-	안전 성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.00615	8
-	-	-	-	-	전면부 진행성 배부름	-	안전 성능	a	0.19	1.00	0.80	0.05	0.00769	7
-	-	-	-	-	유실	-	안전 성능	a	0.12	1.00	0.80	0.05	0.00462	10
-	-	-	-	-	이격	-	안전 성능	a	0.08	1.00	0.80	0.05	0.00308	11
-	-	-	-	-	세굴	-	안전 성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.00615	8
-	-	-	-	-	배수시설	-	안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	14

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI) EI/Cost	순위
					손상내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
-	-	-	-	-	사면구배	-	안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	14
-	-	-	-	-	낙석흔적	-	안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	14
-	-	-	-	-	침출수	-	안전 성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	14
-	-	-	-	-	내적안전성	구조	안전 성능	a	1.00	1.00	0.80	0.05	0.04000	1
-	-	-	-	-	저면활동	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	6
-	-	-	-	-	원호활동	구조	안전 성능	b	0.20	1.00	0.80	0.11	0.01760	2
-	-	-	-	-	전도	구조	안전 성능	b	0.20	1.00	0.80	0.11	0.01760	2
-	-	-	-	-	지지력	구조	안전 성능	b	0.20	1.00	0.80	0.11	0.01760	2
-	-	-	-	-	침하	-	안전 성능	b	0.06	1.00	0.80	0.11	0.00508	9
-	-	-	-	-	피복콘크리트의 품질	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	6

70.9. 종합결론

본 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 산법리(상주영천고속도로 30.940~31.213km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 273.0m, 지면노출높이 12.5m의 블럭식 보강토 옹벽이고, 2017년도에 준공되어 약 8년간 공용중인 옹벽 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 안전성능 평가, 내구성능 평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

본 과업은 "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법"(이하 "시설물안전법"이라 한다.)에 따른 성능평가를 시행하여 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

70.9.1 성능평가 결과 요약

가. 안전성능 평가

안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였다. 현장조사 및 분석결과 중대결함은 관찰되지 않았으며, 일부 손상이 조사되었으나 상태안전성능 평가 등급은 "A"로 평가되었고, 구조안전성능 평가 또한 "A"등급으로 검토되어 최종 안전성능 평가 등급은 "A"등급으로 평가되었다.

나. 내구성능 평가

내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 콘크리트 옹벽의 열화진전평가 및 열화환경평가를 종합하여 분석한 결과, 평가결과 "A"로 평가되었다.

다. 성능평가 결과

종합평가결과산정 표					
시설물명	블럭식 옹벽 04			표번호	-
평가구분	성능 평가지수	평가결과	성능간 가중치(W_n)	비 고	
안전성능 평가	0.14	a	0.70	근거 표번호	
내구성능 평가	0.08	a	0.30	근거 표번호	
종합평가 결과	○ 옹벽의 종합평가지수(P) = ∑(성능 평가지수(p_n) × 성능간 가중치(W_n)) = 0.14 × 0.80 + 0.08 × 0.20 = 0.128 ○ 옹벽의 종합평가지수 : 0.128 ○ 옹벽의 종합평가결과 : A				

70.9.2 종합결론

- 블럭식 옹벽 04는 약 8년의 공용기간이 경과한 보강토 옹벽 시설물로 현장조사 결과, 점검당시 손상이 없는 대체로 양호한 상태를 유지하고 있는 상태이다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, 0.128로 A등급으로 평가되었으며, 성능목표인 B등급(0.23≤X<0.30)을 상회하여 만족하는 것으로 분석되었다. 따라서, 시설물의 성능유지를 위해 우선순위 산정결과에 따라 순차적으로 보수를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

70.9.3 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 지반, 기초부, 전면부, 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서 하부 방호벽 파손, 국부적인 배부름, 블럭 균열, 블럭 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.

70.9.4 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.

70.9.5 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직하다고 판단된다.