제81장 패널식 옹벽 15

81.1 대상 시설물 현황

81.2 자료수집 및 분석

81.3 현장조사

81.4 콘크리트 재료시험 조사

81.5 안전성능 평가

81.6 내구성능 평가

81.7 종합평가

81.8 유지관리 전략 제안

81.9 종합결론

제81장 패널식 옹벽 15

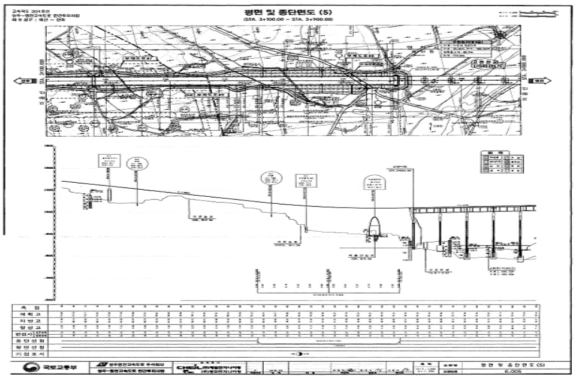
81.1. 시설물 개요

본 시설물은 경상북도 영천시 매산동(상주영천고속도로 78.940~78.983km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 182.2m, 지면노출높이 12.8m의 패널식 보강토 옹벽이다.

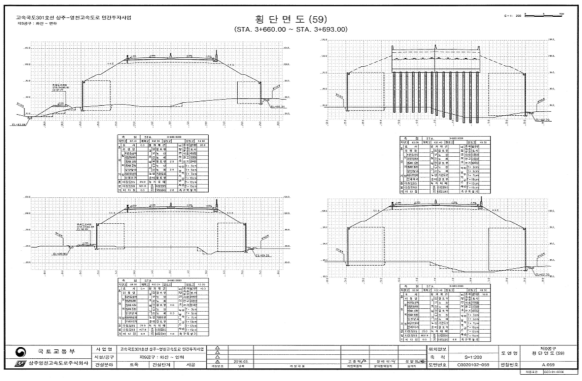
81.1.1 일반사항

【표 81.1】 옹벽 일반사항

시설물명	패널식 옹벽 15		**종별구분**	2종 시설물
시설물번호	RW2017-0000087		**관리번호**	SY RW15
시설물위치	**행정구역**	경상북도 영천시 매산동		
	위치좌표	시점 : 36° 01′41.0″ 128° 92′95.7″		
		종점 : 36° 01′37.3″ 128° 92′99.6″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 78.940~78.983km			
제 원	**옹벽형식**	보강토	**옹벽재료**	패널식
	연 장	182.2m	**지면노출 높 이**	12.8m
	보 강 재 길 이	-	**저 판 폭 길 이**	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		**관리주체구분**	민간
주변환경	**옹벽상부**	상주영천고속도로 본선		
	옹벽하부	농경지		
시공현황	**준공년도**	2017년 06월 27일	**시 공 자**	두산건설㈜
	부대시설	-		
비 고				



위치도



단면도

81.1.2 위치도 및 전경사진

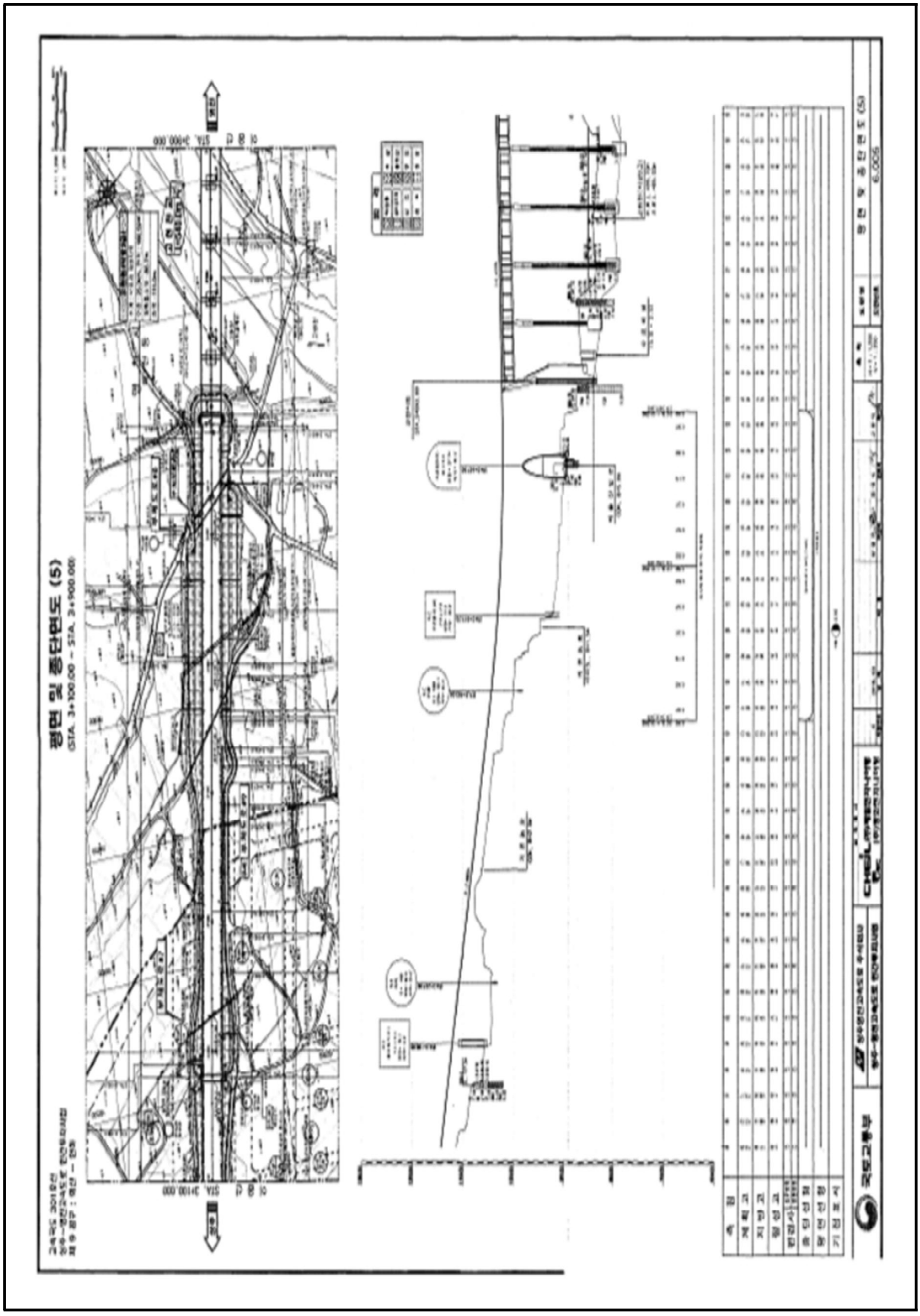
【그림 81.1】 위치도

시점부 전경	종점부 전경

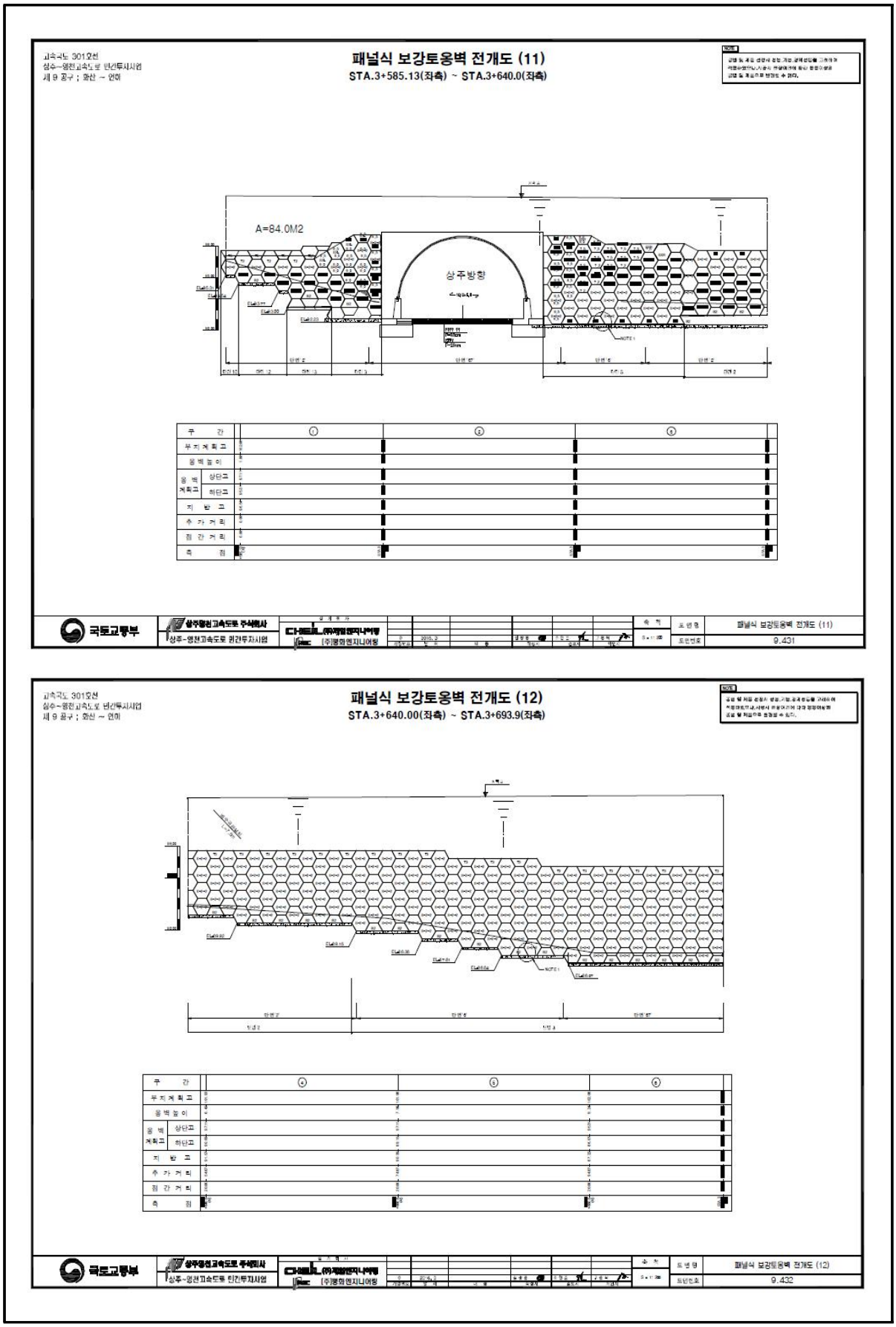
【그림 81.2】 전경사진

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

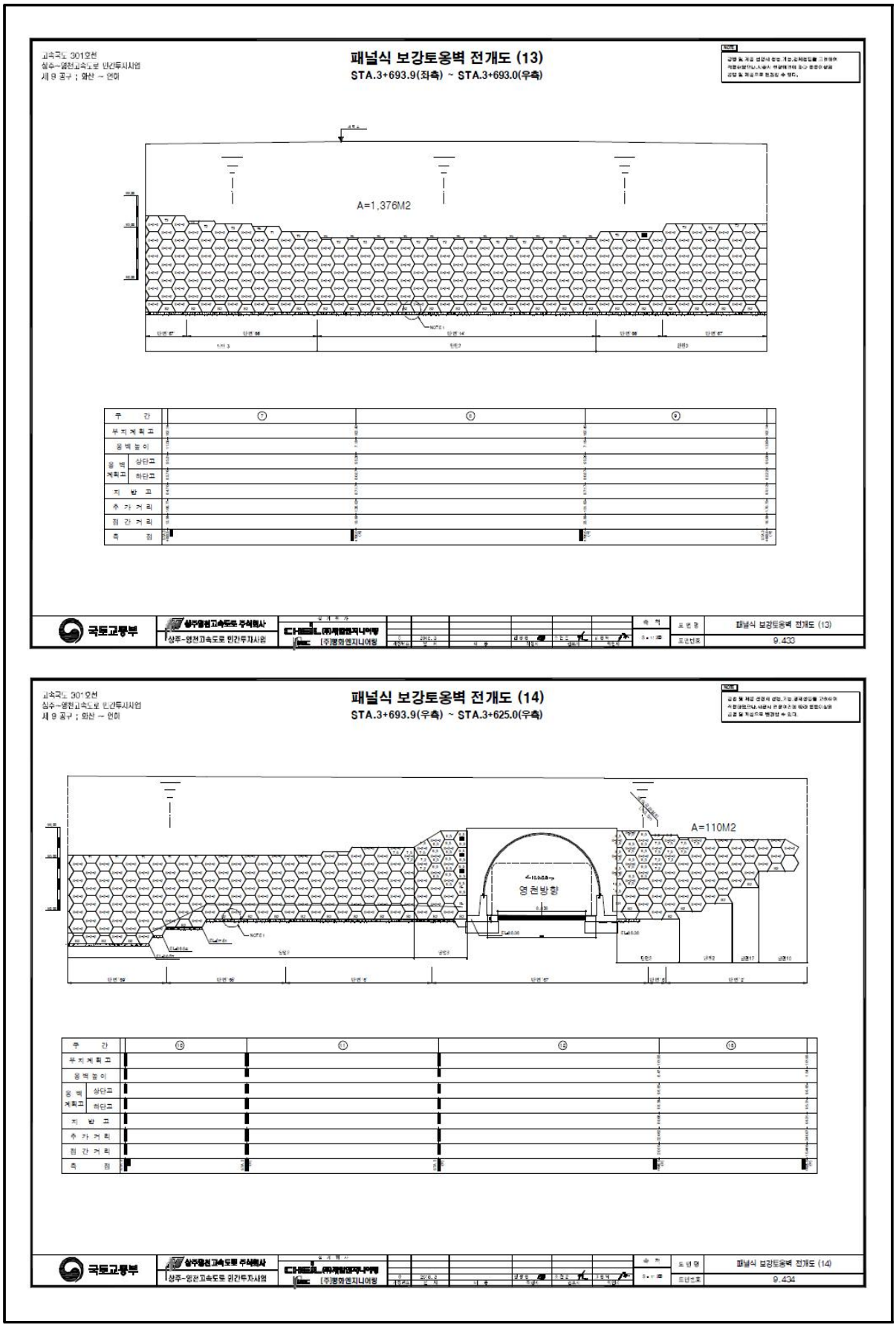
81.1.3 시설물 일반도



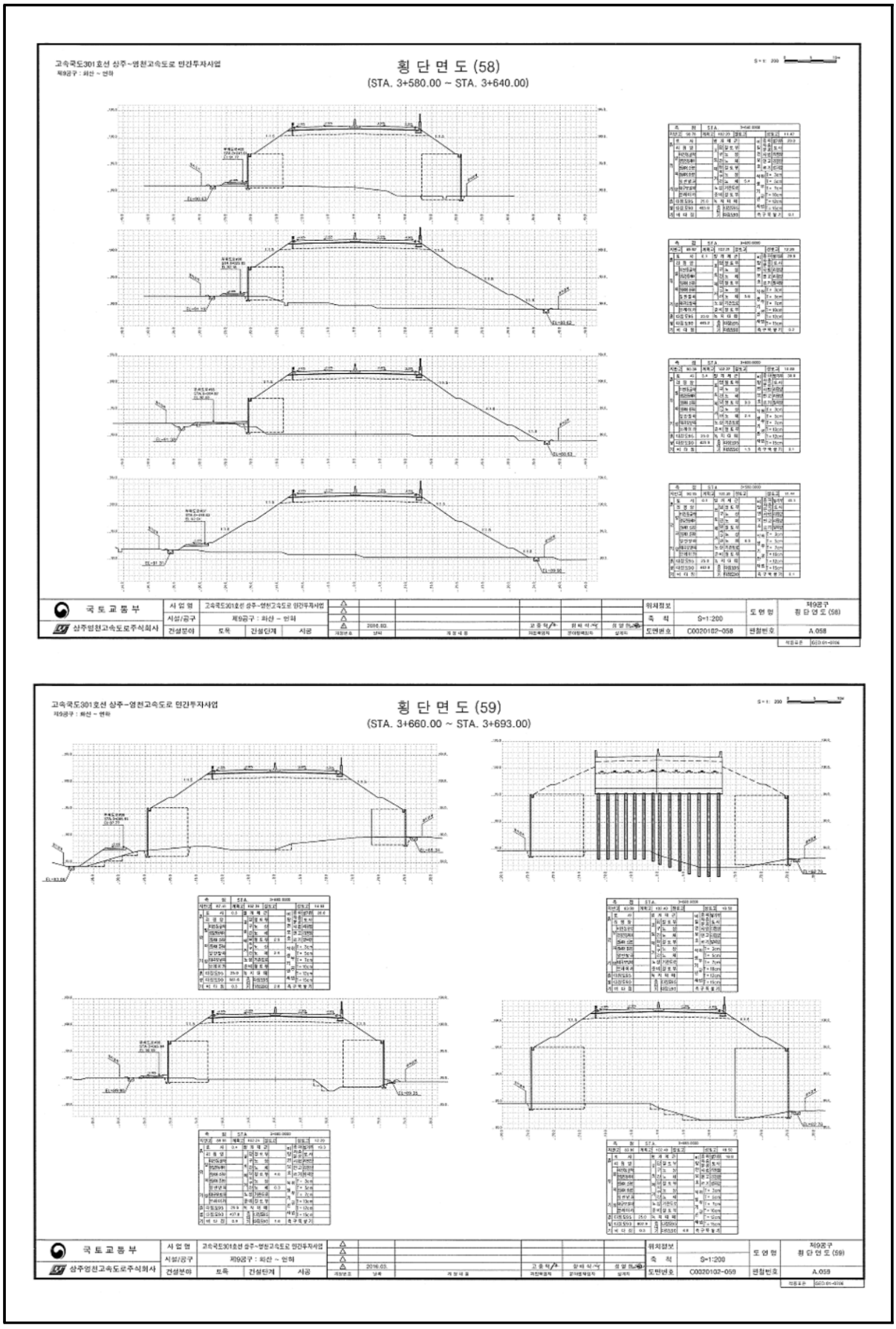
【그림 81.3】 종평면도


패널식 보강토옹벽 전개도 (11)
STA.3+585.13(좌측) ~ STA.3+640.0(좌측)
A=84.0M2
상주방향
패널식 보강토옹벽 전개도 (12)
STA.3+640.00(좌측) ~ STA.3+693.9(좌측)
국토교통부
상주-영천고속도로 민간투자사업
(주)평화엔지니어링
9.431
9.432

【그림 81.4】 전개도


패널식 보강토옹벽 전개도 (13)
STA.3+693.9(좌측) ~ STA.3+693.0(우측)
A=1,376M2
패널식 보강토옹벽 전개도 (14)
STA.3+693.9(우측) ~ STA.3+625.0(우측)
A=110M2
영천방향
국토교통부
상주-영천고속도로 민간투자사업

【그림 15.4】 전개도(계속)


고속국도301호선 상주-영천고속도로 민간투자사업
제9공구 : 화산 ~ 언하
횡 단 면 도 (58)
(STA. 3+580.00 ~ STA. 3+640.00)
횡 단 면 도 (59)
(STA. 3+660.00 ~ STA. 3+693.00)
국 토 교 통 부
삼주영천고속도로주식회사
사 업 명
고속국도301호선 상주-영천고속도로 민간투자사업
시설/공구
제9공구 : 화산 ~ 언하
건설분야
도로
건설단계
시공
위치정보
축 척
S=1:200
도면번호
C0020102-058
C0020102-059
도 면 명
제9공구
횡 단 면 도 (58)
횡 단 면 도 (59)
편철번호
A.058
A.059

【그림 81.5】 단면도

81.2. 자료수집 및 분석

81.2.1 설계자료 검토

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

구조계산서 및 안전검토서

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls　　상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)

AASHTO 2002 ASD DESIGN METHOD
상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)
MSEW(3.0): Update # 10.2

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: 단면39(H=12.32~13.86m)

Description:

Company's information:

Name: 화성개발(주)
Street:

Telephone #: 02)529.3466
Fax #: 02)529.3446
E-Mail: www.whoesung-dev.com

Original file path and name: \\Main\공유폴더\설계(2014)\전체설계\6.(옥각패널식)상주~.....(H=12.32~13.86m).BEN
Original date and time of creating this file: Thu Feb 06 13:43:28 2014

PROGRAM MODE: ANALYSIS of a SIMPLE STRUCTURE using METAL STRIPS as reinforcing material.

상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)　Page 1 of 9
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc.　License number MSEW-302125

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls　　상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)

SOIL DATA

REINFORCED SOIL
Unit weight, γ　20.0 kN/m
Design value of internal angle of friction, ϕ　35.0

RETAINED SOIL
Unit weight, γ　20.0 kN/m
Design value of internal angle of friction, ϕ　35.0

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)
Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$　19.0 kN/m
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$　29.0
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$　15.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.2450 (eq. 17 is utilized to calculate Ka for all batters)
(For internal stability user specified δ = 20.00°)
Ka (external stability) = 0.2937 (if batter is less than 10? Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

BEARING CAPACITY

Bearing capacity coefficients (calculated by MSEW): Nc = 27.86　Nγ = 19.34

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh = 0.200 (Am = 0.200)

Kae (Kh > 0) = 0.4982　Kae (Kh = 0) = 0.2937　Δ Kae = 0.2045 (see eq. 37 in DEMO 82)
Seismic soil-metal strip friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.

상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)　Page 2 of 9
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc.　License number MSEW-302125

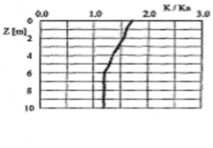
MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls　　상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)

INPUT DATA: Metal strips (Analysis)

D A T A	Metal strip type #1	Metal strip type #2	Metal strip type #3	Metal strip type #4	Metal strip type #5
Yield strength of steel, Fy [MPa]	392.0	N/A	N/A	N/A	N/A
Gross width of strip, b [mm]	100.0	N/A	N/A	N/A	N/A
Vertical spacing, Sv [m]	Varies	N/A	N/A	N/A	N/A
Design cross section area, Ac [mm ?	218.40	N/A	N/A	N/A	N/A
Smooth steel strips.					
Friction angle along reinforcement-soil interface,	ρ				
@ the top	22.00	N/A	N/A	N/A	N/A
@ 6.0 m or below	22.00	N/A	N/A	N/A	N/A
Pullout resistance factor, F*					
@ the top	0.40	N/A	N/A	N/A	N/A
@ 6.0 m or below	0.40	N/A	N/A	N/A	N/A
Scale-effect correction factor, α	1.00	N/A	N/A	N/A	N/A

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.70
1 m	1.60
2 m	1.55
3 m	1.45
4 m	1.35
5 m	1.30
6 m	1.20



상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)　Page 3 of 9
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc.　License number MSEW-302125

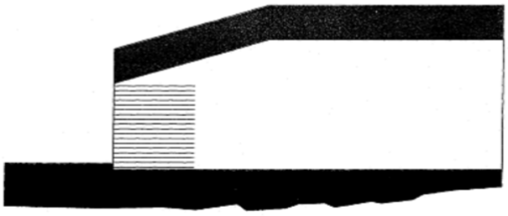
MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls　　상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd　13.86 [m]　(Embedded depth is E = 1.00 m, and height above top of finished bottom grade is H = 12.86 m)
Batter, ω　0.0 [deg]
Backslope, β　18.7 [deg]
Backslope rise　7.0 [m]　Broken back equivalent angle, I = 14.17? (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa], and live load is 15.0 [kPa]

ANALYZED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

상주~영천고속도로 민간투자사업(9공구)　Page 4 of 9
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc.　License number MSEW-302125

구조계산서 및 안전검토서

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Static conditions)

Bearing capacity, Fs = 4.74, Meyerhof stress = 429.72 kPa.

Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 2.291, Eccentricity, e/L = 0.0958, Fs-overturning = 3.75

METAL STRIP				CONNECTION							
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	Fs-overall [pullout resistance]	Fs-overall [connection break]	Fs-overall [metal strip strength]	Metal strip strength Fs	Pullout resistance Fs	Direct sliding Fs	Eccentricity e/L	Product name
1	0.38	10.80	1	N/A	1.71	1.90	1.905	5.831	2.551	0.0904	strip
2	1.15	10.80	1	N/A	1.79	1.99	1.988	5.560	2.640	0.0798	strip
3	1.92	10.80	1	N/A	1.89	2.10	2.095	5.327	2.735	0.0694	strip
4	2.69	10.80	1	N/A	1.99	2.21	2.214	5.093	2.838	0.0594	strip
5	3.46	10.80	1	N/A	2.11	2.35	2.348	4.862	2.948	0.0496	strip
6	4.23	10.80	1	N/A	2.25	2.50	2.498	4.629	3.068	0.0400	strip
7	5.00	10.80	1	N/A	2.40	2.67	2.669	4.397	3.197	0.0306	strip
8	5.77	10.80	1	N/A	2.58	2.86	2.865	4.168	3.337	0.0213	strip
9	6.54	10.80	1	N/A	2.78	3.09	3.092	3.956	3.490	0.0121	strip
10	7.31	10.80	1	N/A	3.02	3.36	3.358	3.706	3.655	0.0028	strip
11	8.08	10.80	1	N/A	3.23	3.59	3.589	3.508	3.834	-0.0067	strip
12	8.85	10.80	1	N/A	3.40	3.78	3.780	3.356	4.028	-0.0165	strip
13	9.62	10.80	1	N/A	3.65	4.05	4.054	3.236	4.235	-0.0270	strip
14	10.39	10.80	1	N/A	3.95	4.39	4.390	3.110	4.454	-0.0388	strip
15	11.16	10.80	1	N/A	4.31	4.79	4.791	2.965	4.678	-0.0525	strip
16	11.93	10.80	1	N/A	4.86	5.40	5.403	2.858	4.890	-0.0697	strip
17	12.70	10.80	1	N/A	5.72	6.36	6.361	2.795	5.054	-0.0934	strip
18	13.47	10.80	1	N/A	7.00	7.78	7.779	2.720	5.084	-0.1309	strip

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Seismic conditions)

Bearing capacity, Fs = 2.01, Meyerhof stress = 707.36 kPa.

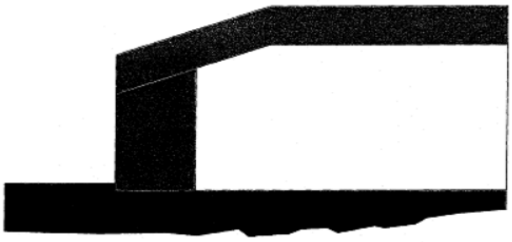
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.276, Eccentricity, e/L = 0.2555, Fs-overturning = 1.79

METAL STRIP				CONNECTION							
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	Fs-overall [pullout resistance]	Fs-overall [connection break]	Fs-overall [metal strip strength]	Metal strip strength Fs	Pullout resistance Fs	Direct sliding Fs	Eccentricity e/L	Product name
1	0.38	10.80	1	N/A	1.37	1.52	1.523	3.729	1.431	0.2416	strip
2	1.15	10.80	1	N/A	1.43	1.59	1.590	3.558	1.499	0.2142	strip
3	1.92	10.80	1	N/A	1.51	1.67	1.674	3.404	1.573	0.1881	strip
4	2.69	10.80	1	N/A	1.59	1.77	1.767	3.251	1.656	0.1632	strip
5	3.46	10.80	1	N/A	1.68	1.87	1.870	3.099	1.749	0.1395	strip
6	4.23	10.80	1	N/A	1.79	1.99	1.987	2.946	1.853	0.1170	strip
7	5.00	10.80	1	N/A	1.91	2.12	2.119	2.793	1.970	0.0956	strip
8	5.77	10.80	1	N/A	2.04	2.27	2.270	2.642	2.104	0.0754	strip
9	6.54	10.80	1	N/A	2.20	2.44	2.445	2.490	2.256	0.0562	strip
10	7.31	10.80	1	N/A	2.38	2.65	2.648	2.337	2.432	0.0379	strip
11	8.08	10.80	1	N/A	2.53	2.81	2.813	2.200	2.637	0.0205	strip
12	8.85	10.80	1	N/A	2.64	2.93	2.929	2.080	2.876	0.0037	strip
13	9.62	10.80	1	N/A	2.78	3.09	3.091	1.974	3.158	-0.0128	strip
14	10.39	10.80	1	N/A	2.95	3.28	3.282	1.860	3.490	-0.0294	strip
15	11.16	10.80	1	N/A	3.15	3.50	3.502	1.733	3.878	-0.0469	strip
16	11.93	10.80	1	N/A	3.44	3.82	3.817	1.616	4.315	-0.0670	strip
17	12.70	10.80	1	N/A	3.84	4.27	4.272	1.501	4.756	-0.0925	strip
18	13.47	10.80	1	N/A	4.38	4.87	4.868	1.362	5.036	-0.1308	strip

Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302125

BEARING CAPACITY for GIVEN LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	2038.2	1420.3	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	429.72	707.4	[kPa]
Eccentricity, e	0.99	2.67	[m]
Eccentricity, e/L	0.092	0.247	
Fs calculated	4.74	2.01	
Base length	10.80	10.80	[m]



SCALE:

0 2 4 6 8 10 [m]

Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302125

DIRECT SLIDING for GIVEN LAYOUT
(for METAL STRIPS reinforcements)

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 2.291 and Fs-seismic = 1.276

#	Metal strip Elevation [m]	Metal strip Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Metal strip Type #	Product name
1	0.38	10.80	2.551	1.431	1	strip
2	1.15	10.80	2.640	1.499	1	strip
3	1.92	10.80	2.735	1.573	1	strip
4	2.69	10.80	2.838	1.656	1	strip
5	3.46	10.80	2.948	1.749	1	strip
6	4.23	10.80	3.068	1.853	1	strip
7	5.00	10.80	3.197	1.970	1	strip
8	5.77	10.80	3.337	2.104	1	strip
9	6.54	10.80	3.490	2.256	1	strip
10	7.31	10.80	3.655	2.432	1	strip
11	8.08	10.80	3.834	2.637	1	strip
12	8.85	10.80	4.028	2.876	1	strip
13	9.62	10.80	4.235	3.158	1	strip
14	10.39	10.80	4.454	3.490	1	strip
15	11.16	10.80	4.678	3.878	1	strip
16	11.93	10.80	4.890	4.315	1	strip
17	12.70	10.80	5.054	4.756	1	strip
18	13.47	10.80	5.084	5.036	1	strip

ECCENTRICITY for GIVEN LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.0958, e/L seismic = 0.2555; Overturning: Fs-static = 3.75, Fs-seismic = 1.79

#	Metal strip Elevation [m]	Metal strip Length [m]	e/L Static	e/L Seismic	Metal strip Type #	Product name
1	0.38	10.80	0.0904	0.2416	1	strip
2	1.15	10.80	0.0798	0.2142	1	strip
3	1.92	10.80	0.0694	0.1881	1	strip
4	2.69	10.80	0.0594	0.1632	1	strip
5	3.46	10.80	0.0496	0.1395	1	strip
6	4.23	10.80	0.0400	0.1170	1	strip
7	5.00	10.80	0.0306	0.0956	1	strip
8	5.77	10.80	0.0213	0.0754	1	strip
9	6.54	10.80	0.0121	0.0562	1	strip
10	7.31	10.80	0.0028	0.0379	1	strip
11	8.08	10.80	-0.0067	0.0205	1	strip
12	8.85	10.80	-0.0165	0.0037	1	strip
13	9.62	10.80	-0.0270	-0.0128	1	strip
14	10.39	10.80	-0.0388	-0.0294	1	strip
15	11.16	10.80	-0.0525	-0.0469	1	strip
16	11.93	10.80	-0.0697	-0.0670	1	strip
17	12.70	10.80	-0.0934	-0.0925	1	strip
18	13.47	10.80	-0.1309	-0.1308	1	strip

Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302125

RESULTS for STRENGTH [No Live Load included in calculating Tmax) / (Actual stress)]

#	Metal strip Elevation [m]	Coverage ratio, Rc=b/Sh	Horizontal spacing, Sh [m]	Long-term strength Fy탑c탑c/b [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall static	Specified minimum Fs-overall seismic	Actual calculated Fs-overall seismic
1	0.38	0.149	0.670	127.8	67.09	16.82	N/A	1.905	N/A	1.523
2	1.15	0.149	0.670	127.8	64.26	16.09	N/A	1.988	N/A	1.590
3	1.92	0.149	0.670	127.8	60.98	15.35	N/A	2.095	N/A	1.674
4	2.69	0.149	0.670	127.8	57.71	14.62	N/A	2.214	N/A	1.767
5	3.46	0.149	0.670	127.8	54.43	13.88	N/A	2.348	N/A	1.870
6	4.23	0.149	0.670	127.8	51.15	13.15	N/A	2.498	N/A	1.987
7	5.00	0.149	0.670	127.8	47.88	12.41	N/A	2.669	N/A	2.119
8	5.77	0.149	0.670	127.8	44.60	11.68	N/A	2.865	N/A	2.270
9	6.54	0.149	0.670	127.8	41.33	10.94	N/A	3.092	N/A	2.445
10	7.31	0.149	0.670	127.8	38.05	10.21	N/A	3.358	N/A	2.648
11	8.08	0.149	0.670	127.8	35.61	9.82	N/A	3.589	N/A	2.813
12	8.85	0.149	0.670	127.8	33.81	9.82	N/A	3.780	N/A	2.929
13	9.62	0.149	0.670	127.8	31.52	9.82	N/A	4.054	N/A	3.091
14	10.39	0.149	0.670	127.8	29.11	9.82	N/A	4.390	N/A	3.282
15	11.16	0.149	0.670	127.8	26.67	9.82	N/A	4.791	N/A	3.502
16	11.93	0.149	0.670	127.8	23.65	9.82	N/A	5.403	N/A	3.817
17	12.70	0.149	0.670	127.8	20.09	9.82	N/A	6.361	N/A	4.272
18	13.47	0.149	0.670	127.8	16.48	9.82	N/A	7.779	N/A	4.868

RESULTS for PULLOUT Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Metal strip Elevation [m]	Coverage Ratio Rc=b/Sh	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static Fs	Actual Static Fs	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic Fs	Actual Seismic Fs
1	0.38	0.149	67.09	16.82	10.57	0.23	391.2	N/A	5.831	312.9	N/A	3.729
2	1.15	0.149	64.26	16.09	10.11	0.69	357.3	N/A	5.560	285.9	N/A	3.558
3	1.92	0.149	60.98	15.35	9.65	1.15	324.8	N/A	5.327	259.9	N/A	3.404
4	2.69	0.149	57.71	14.62	9.19	1.61	293.9	N/A	5.093	235.1	N/A	3.251
5	3.46	0.149	54.43	13.88	8.72	2.08	264.7	N/A	4.862	211.7	N/A	3.099
6	4.23	0.149	51.15	13.15	8.26	2.54	236.8	N/A	4.629	189.4	N/A	2.946
7	5.00	0.149	47.88	12.44	7.80	3.00	210.5	N/A	4.397	168.4	N/A	2.793
8	5.77	0.149	44.60	11.68	7.34	3.46	185.9	N/A	4.168	148.7	N/A	2.642
9	6.54	0.149	41.33	10.94	6.88	3.92	162.7	N/A	3.936	130.1	N/A	2.490
10	7.31	0.149	38.05	10.21	6.41	4.39	141.0	N/A	3.706	112.8	N/A	2.337
11	8.08	0.149	35.61	9.82	6.17	4.63	124.9	N/A	3.508	99.9	N/A	2.200
12	8.85	0.149	33.81	9.82	6.17	4.63	113.5	N/A	3.356	90.8	N/A	2.080
13	9.62	0.149	31.52	9.82	6.17	4.63	102.0	N/A	3.236	81.6	N/A	1.974
14	10.39	0.149	29.11	9.82	6.17	4.63	90.5	N/A	3.110	72.4	N/A	1.860
15	11.16	0.149	26.67	9.82	6.17	4.63	79.1	N/A	2.965	63.3	N/A	1.733
16	11.93	0.149	23.65	9.82	6.17	4.63	67.6	N/A	2.858	54.1	N/A	1.616
17	12.70	0.149	20.09	9.82	6.17	4.63	56.1	N/A	2.795	44.9	N/A	1.501
18	13.47	0.149	16.43	9.82	6.17	4.63	44.7	N/A	2.720	35.7	N/A	1.362

Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302125

구조계산서 및 안전검토서

RESULTS for CONNECTION (static conditions)
Live Load included in calculating Tmax

#	Metal strip Elevation [m]	Coverage ratio Ro-b/Sh	Horizontal spacing, Sh [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Long-term connection strength,Tac (break criterion) [kN/m]	Metal strip long-term strength, [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall Metal strip strength Specified	Fs-overall Metal strip strength Actual	Product name
1	0.38	0.149	0.670	67.1	0.90	115.0	127.8	N/A	1.71	N/A	1.90	strip
2	1.15	0.149	0.670	64.3	0.90	115.0	127.8	N/A	1.79	N/A	1.99	strip
3	1.92	0.149	0.670	61.0	0.90	115.0	127.8	N/A	1.89	N/A	2.10	strip
4	2.69	0.149	0.670	57.7	0.90	115.0	127.8	N/A	1.99	N/A	2.21	strip
5	3.46	0.149	0.670	54.4	0.90	115.0	127.8	N/A	2.11	N/A	2.35	strip
6	4.23	0.149	0.670	51.2	0.90	115.0	127.8	N/A	2.25	N/A	2.50	strip
7	5.00	0.149	0.670	47.9	0.90	115.0	127.8	N/A	2.40	N/A	2.67	strip
8	5.77	0.149	0.670	44.6	0.90	115.0	127.8	N/A	2.58	N/A	2.86	strip
9	6.54	0.149	0.670	41.3	0.90	115.0	127.8	N/A	2.78	N/A	3.09	strip
10	7.31	0.149	0.670	38.0	0.90	115.0	127.8	N/A	3.02	N/A	3.36	strip
11	8.08	0.149	0.670	35.6	0.90	115.0	127.8	N/A	3.23	N/A	3.59	strip
12	8.85	0.149	0.670	33.8	0.90	115.0	127.8	N/A	3.40	N/A	3.78	strip
13	9.62	0.149	0.670	31.5	0.90	115.0	127.8	N/A	3.65	N/A	4.05	strip
14	10.39	0.149	0.670	29.1	0.90	115.0	127.8	N/A	3.95	N/A	4.39	strip
15	11.16	0.149	0.670	26.7	0.90	115.0	127.8	N/A	4.31	N/A	4.79	strip
16	11.93	0.149	0.670	23.7	0.90	115.0	127.8	N/A	4.86	N/A	5.40	strip
17	12.70	0.149	0.670	20.1	0.90	115.0	127.8	N/A	5.72	N/A	6.36	strip
18	13.47	0.149	0.670	16.4	0.90	115.0	127.8	N/A	7.00	N/A	7.78	strip

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)
Live Load included in calculating Tmax

#	Metal strip Elevation [m]	Coverage ratio Ro-b/Sh	Horizontal spacing, Sh [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection break, CRu	Long-term connection strength,Tac (break criterion) [kN/m]	Metal strip long-term strength, [kN/m]	Fs-overall connection break Specified	Fs-overall connection break Actual	Fs-overall Metal strip strength Specified	Fs-overall Metal strip strength Actual	Product name
1	0.38	0.149	0.670	83.9	0.90	115.0	127.8	N/A	1.37	N/A	1.52	strip
2	1.15	0.149	0.670	80.3	0.90	115.0	127.8	N/A	1.43	N/A	1.59	strip
3	1.92	0.149	0.670	76.3	0.90	115.0	127.8	N/A	1.51	N/A	1.67	strip
4	2.69	0.149	0.670	72.3	0.90	115.0	127.8	N/A	1.59	N/A	1.77	strip
5	3.46	0.149	0.670	68.3	0.90	115.0	127.8	N/A	1.68	N/A	1.87	strip
6	4.23	0.149	0.670	64.3	0.90	115.0	127.8	N/A	1.79	N/A	1.99	strip
7	5.00	0.149	0.670	60.3	0.90	115.0	127.8	N/A	1.91	N/A	2.12	strip
8	5.77	0.149	0.670	56.3	0.90	115.0	127.8	N/A	2.04	N/A	2.27	strip
9	6.54	0.149	0.670	52.3	0.90	115.0	127.8	N/A	2.20	N/A	2.44	strip
10	7.31	0.149	0.670	48.3	0.90	115.0	127.8	N/A	2.38	N/A	2.65	strip
11	8.08	0.149	0.670	45.4	0.90	115.0	127.8	N/A	2.53	N/A	2.81	strip
12	8.85	0.149	0.670	43.6	0.90	115.0	127.8	N/A	2.64	N/A	2.93	strip
13	9.62	0.149	0.670	41.3	0.90	115.0	127.8	N/A	2.78	N/A	3.09	strip
14	10.39	0.149	0.670	38.9	0.90	115.0	127.8	N/A	2.95	N/A	3.28	strip
15	11.16	0.149	0.670	36.5	0.90	115.0	127.8	N/A	3.15	N/A	3.50	strip
16	11.93	0.149	0.670	33.5	0.90	115.0	127.8	N/A	3.44	N/A	3.82	strip
17	12.70	0.149	0.670	29.9	0.90	115.0	127.8	N/A	3.84	N/A	4.27	strip
18	13.47	0.149	0.670	26.2	0.90	115.0	127.8	N/A	4.38	N/A	4.87	strip

Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc.
License number MSEW-302125

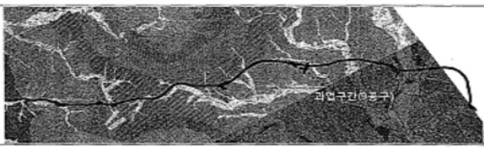
지표지질조사

제 4 장 조 사 결 과

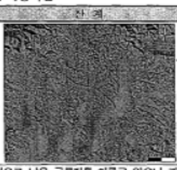
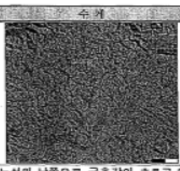
4.1 지표 지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

지질개요	• 조사지역의 지질은 변성암 상위를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(셰일 및 이암)등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이 넓게 분포 • 조사지역의 구성암석은 충적평원과 호성환경에서 변화되는 양상으로 해당지역에 분포하는 춘산층(반야월층)의 경우에는 니질층이 매우 우세한 호성 퇴적암임



가. 지형특성

산 계	수 계
	
• 전체적으로 낮은 구릉지를 이루고 있으나 과업구간의 북서쪽과 북동쪽은 비교적 높은 산계를 이루고 있음 • 과업노선은 높이 50~100m의 비교적 낮은 산을 따라 지나가고 있음	• 과업노선의 남쪽으로 금호강이 흐르고 있음 • 과업구간의 북쪽에는 고현천과 자호천이 남쪽방향으로 흐르고 있으며 특히 고현천은 과업노선의 중앙부를 통과함 • 각각의 하천들은 복잡한 지류를 형성하고 있음

나. 분포암종 특성

구 분	지질특성
춘산층	• 층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 셰일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층원으로, 중부는 기사동 역암으로 특징 지워진다. 구산동응회암은 주로 화산기원의 장석 및 석영립자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적을 지시하는 층리 및 모양을 갖으며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다(Tateiwa, 1929)

다. 지질 계통도

지질시대		층군	층 명	특 징	비 고
제4기			충적층(Qal)	• 하천 및 산록 퇴적층	
— 부정합 —					
중생대	백악기		중성암맥(Kid) 산성암맥(Kad)	• 괴상의 치밀	• 전 구간에서 기반암을 관입
— 관입 —					
			화강암(Kgr)	• 괴상의 치밀	• 3공구 종점부
— 관입 —					
		유천층군	안산암질암(Kat)	• 주로 응회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
— 관입 및 분출 —					
		하양층군	신양동층(ke9)	• 암회색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 10공구 종점부
			춘산층(ke8)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일 • 하부층에서 석회질 물질 다량 함유	• 10~9공구에 걸쳐 분포
			사곡층(Ke7) 상부(Ke7-ms)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일 • 석회질 물질 함유	• 8공구 시점
			사곡층(Ke7) 하부(Ke7-ss)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호 • 사질부분을 다량 함유	• 8공구 시점과 7공구 종점
			점곡층(ke6)	• 암회색, 녹회색, 적색 세일 및 이암 • 주로 암회색 세일로 구성	• 7공구 종점 및 중앙부
			후평동층(Ke5) 구계동층원(Ke5-2)	• 사암, 미사암 및 미사질 세일 및 이암(니질 우세)	• 7공구 시점부
			후평동층(Ke5) 구미동층원(Ke5-1)	• 사암, 적색 미사질 세일, 적색처트역 및 역암(사질 우세)	• 6공구 종점부
			일직층(Ke4)	• 사암, 적색 미사질 세일, 역암 • 주로 사암이 우세	• 6공구 중앙 및 종점
		신동층군	진주층(Ke3)	• 역질사암, 사암, 세일의 교호 • 하부층에서 이회암 호층 분포	• 6공구 시점 및 중앙부
			하산동층(Ke2) 상부(Ke2-2)	• 사암 및 적색 미사암, 이암의 교호	• 5공구 종점
			하산동층(Ke2) 하부(Ke2-1)	• 사암과 역질사암, 역암의 교호	• 5공구 중앙 및 시점부
			낙동층(ke1) 금당리층원(Ke1-nk)	• 사암과 역질사암, 세일의 교호 • 주로 역질 사암 우세	• 4공구 전구간
			낙동층(ke1) 반경산층원(Ke1-nm) 상부(Ke1-num)	• 사암과 역질사암, 역암 교호	• 3공구 중앙 및 종점부
			낙동층(ke1) 반경산층원(Ke1-nm) 하부(Ke1-nlm)	• 장석질 사암과 역질사암, 역암 교호 • 최하부에 탄질층 협재	• 3공구 시점 및 중앙부
— 부정합 —					
	쥬라기		세립질화강암(Jfgr)	• 절리 발달 미약 • 세립질, 부분적으로 화강섬록암 암상 포함	• 1공구 종점, 2공구 시점
— 관입 —					
			전이상화강암(Jggr)	• 절리 발달 • 조립질	• 1공구 시점 및 중앙, 2공구 중앙부

라. 지체구조

• 경상분지는 암상 및 지구조에 의해 몇 개의 소분지로 구분된다. 분지서쪽에 남북방향의 대상으로 발달하는 낙동소분지, 분지 최북단의 일월산 충상단층(thrust)과 청송령 사이에 발달하는 영양소분지, 안동 충상단층 및 청송령과 팔공산 융기대 사이에 발달하는 의성(도평)소분지, 그리고 팔공산 융기대 이남지역에 발달하는 유천(밀양)소분지로 나누어진다.
• 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 발달되어 있다.

4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

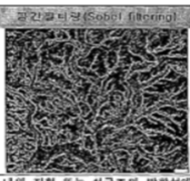
① 목 적

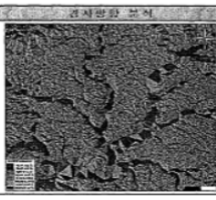
• 과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
• 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조)파악
• 과업구간에 대한 지질분포와 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

② 원리 및 방법

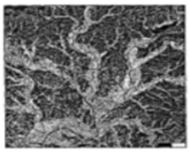
• 30m급 해상도의 Landsat5 TM 위성영상을 이용하여 분석실시
• 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 밴드비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
• 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

③ 위성영상결과

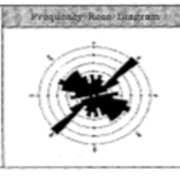
선형공간필터링	공간필터링(Sobel filtering)
	
• Landsat-7 ETM+ 영상에서 선적인 요소를 강조시키기 위해 고주파 강조 선형공간필터링을 실시 • 고주파강조 공간필터인 Laplacian 필터(Jensen, 1996)를 적용시킨 후의 결과 • 지형적인 선구조 이외에 도로나 항만 시설과 같은 인공적인 선구조가 추출됨	• 영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 • 선구조 육안 판독에 유용한 자료임

경사도 분석	경사방향 분석
	

④ 결과 분석



Frequency Rose Diagram



Length Rose Diagram

• 조사지역에 대한 광역적인 선구조 분석
• 선형공간필터링과 공간필터링 추출결과를 육안으로 보정하여 최종 선구조 추출
• 800m 이상 되는 선구조를 추출
• 판독결과 총 96개의 대, 소 선구조 파악
• 주요 선구조의 방향은 N40o~50oE이며, N60o~70oW 방향이 그 다음으로 우세하게 나타남
• 과업노선과는 4개의 선구조가 교차될 것으로 판단됨과업구간의 지구조선은 양산단층계를 따라 형성된 N30~40°방향의 긴 구조선과 가음단층계를 따라 형성된 N40~50°방향의 짧은 구조선이 발달됨

나. 음영기복도(DEM)를 이용한 선구조 분석

① 목 적

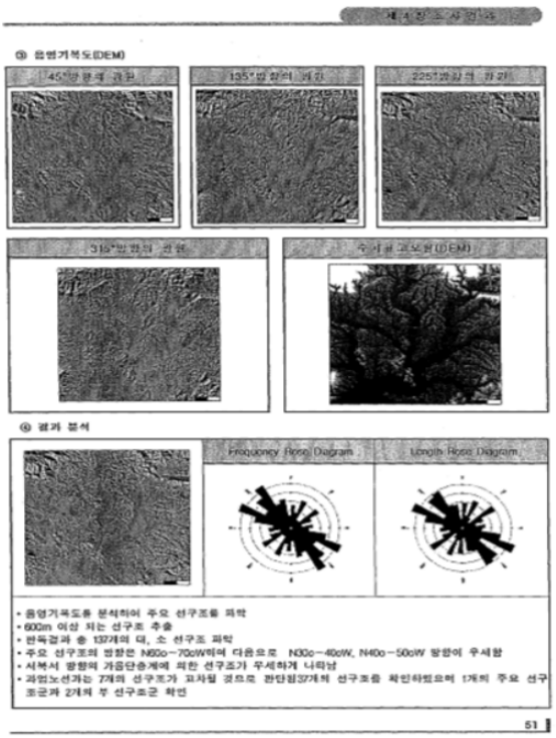
• 과업지역에 대한 정밀한 선형구조 분석
• 수치지도에 의한 음영기복도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인
• 선구조의 빈도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포특성 파악

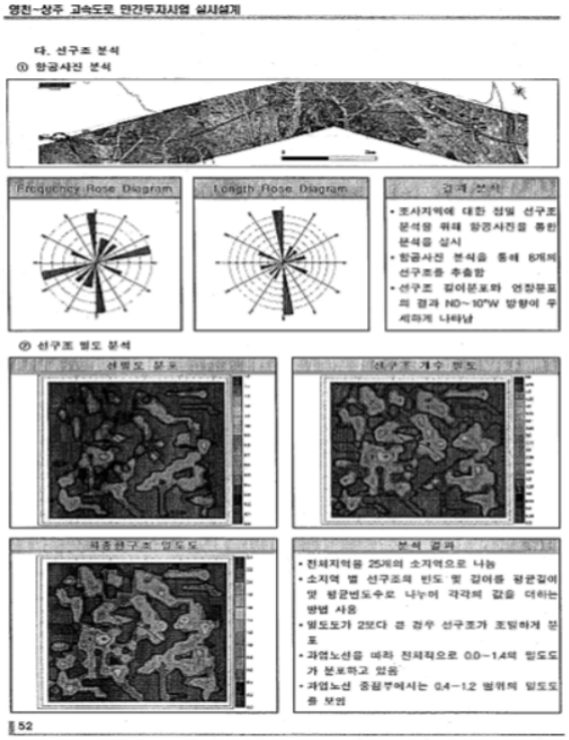
② 분석 방법 및 과정

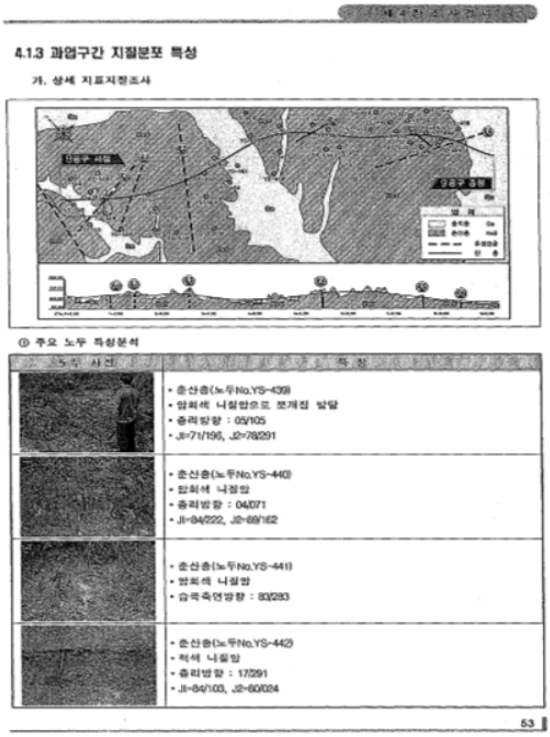
• 수치지도로부터 작성된 DEM(Digital Elevation Model) 음영기복도를 이용, 선구조 추출
• 선형구조의 빈도 및 연장에 대한 가중치 분석을 통한 선형구조의 분포특성 파악 및 지질구조와의 연관성 해명

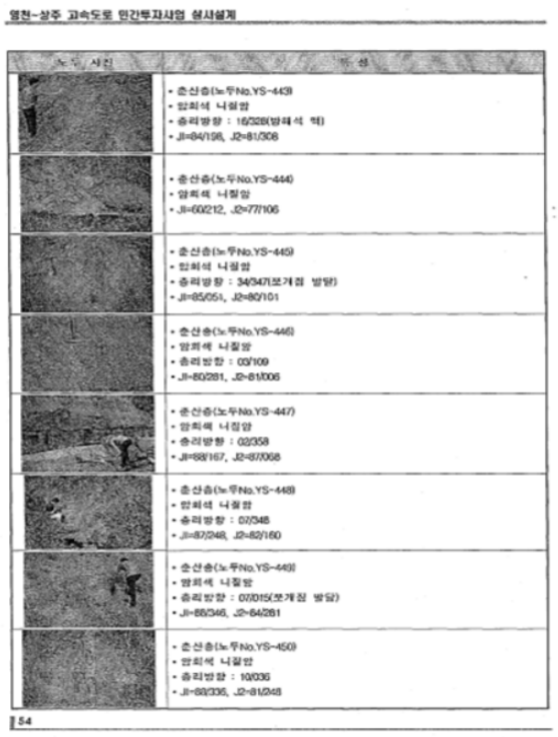
초기 이미지 → 이미지 분석 → Edge 처리 → Edge 지도 → Hough 변환처리 → 구간 최대영역 설정 → Hough 변환처리 역산 → 선구조도

지표지질조사


③ 음영기복도(DEM)
④ 결과 분석
Frequency Rose Diagram
Length Rose Diagram
• 음영기복도를 분석하여 주요 선구조를 파악
• 600m 이상 지는 선구조 추출
• 반복결과 총 137개의 대, 소 선구조 파악
• 주요 선구조의 방향은 N60o~70oW이며 다음으로 N30o~40oW, N40o~50oW 방향이 우세함
• 서북서 방향의 가름단층계에 의한 선구조가 우세하게 나타남
• 과업노선과는 7개의 선구조가 교차됨 결으로 판단됨37개의 선구조를 확인하였으며 1개의 주요 선구조군과 2개의 부 선구조군 확인
51

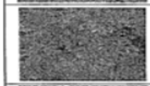

영천~상주 고속도로 민간투자사업 실시설계
다. 선구조 분석
① 항공사진 분석
Frequency Rose Diagram
Length Rose Diagram
• 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 종합 분석을 실시
• 항공사진 분석을 통해 6개의 선구조를 추출함
• 선구조 길이분포와 연장분포의 경과 N0~10°W 방향이 우세하게 나타남
② 선구조 밀도 분석
• 전체지역을 25개의 소지역으로 나눔
• 소지역 별 선구조의 빈도 및 길이를 광운길이 및 광군빈도수로 나누어 각각의 값을 더하는 방법 사용
• 밀도도가 2보다 큰 경우 선구조가 조밀하게 분포
• 과업노선을 따라 전체적으로 0.0~1.4의 밀도도가 분포하고 있음
• 과업노선 중점부에서는 0.4~1.2 범위의 밀도도를 보임
52


4.1.3 과업구간 지질분포 특성
가. 상세 지표지질조사
① 주요 노두 특성분석
• 춘산층(노두No.YS-439)
• 암회색 니질암으로 포개점 발달
• 층리방향 : 05/105
• Jl=71/196, J2=79/291
• 춘산층(노두No.YS-440)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 04/071
• Jl=84/222, J2=69/162
• 춘산층(노두No.YS-441)
• 암회색 니질암
• 습곡축연방향 : 83/283
• 춘산층(노두No.YS-442)
• 적색 니질암
• 층리방향 : 17/291
• Jl=84/103, J2=60/024
53


영천~상주 고속도로 민간투자사업 실시설계
• 춘산층(노두No.YS-443)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 16/328(방해석 맥)
• Jl=84/198, J2=81/308
• 춘산층(노두No.YS-444)
• 암회색 니질암
• Jl=60/212, J2=77/106
• 춘산층(노두No.YS-445)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 34/347(포개점 발달)
• Jl=85/051, J2=80/101
• 춘산층(노두No.YS-446)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 03/109
• Jl=80/281, J2=81/006
• 춘산층(노두No.YS-447)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 02/358
• Jl=68/167, J2=87/068
• 춘산층(노두No.YS-448)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 02/348
• Jl=87/248, J2=82/160
• 춘산층(노두No.YS-449)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 07/015(포개점 발달)
• Jl=86/346, J2=84/281
• 춘산층(노두No.YS-450)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 10/036
• Jl=88/336, J2=81/248
54

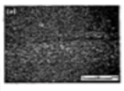
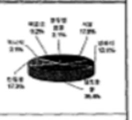
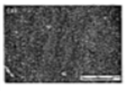
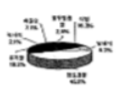
지표지질조사

노두 사진	특성
	• 춘산층(노두No.YS-451) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 08/278 • Jl=84/221, J2=81/063
	• 춘산층(노두No.YS-452) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 07/031 • Jl=80/310, J2=84/246
	• 춘산층(노두No.YS-453) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 11/112 • Jl=80/355, J2=79/262
	• 춘산층(노두No.YS-456) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 10/056 • Jl=82/247, J2=88/342
	• 춘산층(노두No.YS-457) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 14/044 • Jl=86/172, J2=84/081
	• 춘산층(노두No.YS-458) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 14/052 • Jl=86/344, J2=88/260
	• 춘산층(노두No.YS-460) • 적색 니질암 • 층리방향 : 07/054 • Jl=88/130, J2=76/251
	• 춘산층(노두No.YS-461) • 암회색 니질암(염산반응) • 층리방향 : 09/092 • Jl=78/324, J2=76/340

노두 사진	특성
	• 춘산층(노두No.YS-462) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 15/038 • Jl=87/346, J2=73/248
	• 춘산층(노두No.YS-465) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 11/034
	• 춘산층(노두No.YS-544) • 녹회색 니질암 • 층리방향 : 05/254,07/214 • Jl=84/074, J2=88/167
	• 춘산층(노두No.YS-545) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 08/106 • Jl=78/050, J2=81/247, J3=74/154
	• 춘산층(노두No.YS-546) • 적색 및 담회색 니질암 • 층리방향 : 02/092 • Jl=80/334, J2=82/054
	• 춘산층(노두No.YS-547) • 담회색 니질암 • 층리방향 : 11/094 • Jl=80/172, J2=80/257
	• 춘산층(노두No.YS-548) • 녹회색 니질암(괴상,염산반응) • 층리방향 : 02/116 • Jl=71/248, J2=67/138
	• 춘산층(노두No.YS-549) • 담회색 니질암 • 층리방향 : 12/182 • Jl=79/154,88/356, J2=89/274,78/092, J3=89/243

노두 사진	특성
	• 춘산층(노두No.YS-550) • 녹회색 및 담회색 니질암(석회질 물질 함유한 이암층 협재) • 층리방향 : 06/054 • Jl=90/066, J2=81/314
	• 춘산층(노두No.YS-552) • 암회색 니질암(염산반응) • 층리방향 : 07/044 • Jl=78/152, J2=86/265
	• 춘산층(노두No.YS-553) • 암회색 니질암(염산반응) • 층리방향 : 08/030 • Jl=90/082, J2=70/160
	• 춘산층(노두No.YS-554) • 녹회색 니질암(염산반응) • 층리방향 : 12/028 • Jl=82/012, J2=80/314, J3=83/074
	• 춘산층(노두No.YS-555) • 적색 니질암 • 층리방향 : 06/090 • Jl=83/164, J2=83/094

② 암종별 현미경 관찰 및 Modal 분석 결과

춘산층(흑색셰일)		춘산층(이암)	
			
• 구성광물은 석영, 방해석, 점토광물 구성 • 실트크기의 석영입자와 점토 및 유기물질의 교호로 인한 엽층(rhythmite)이 발달		• 구성광물은 석영, 방해석, 점토광물로 구성 • 주로 암회색 내지 흑색 셰일로 구성	

4.1.4 과업구간 지질구조 분석

가. 단층구조

① 단층대 분포 현황

구분	조사 방법				주향/경사	연장 (m)	폭		노선교차점 (STA.)	구분
	지질조사	시추조사	선형조사	물리탐사			gouge(cm)	파쇄대(m)		
F1	-	-	●	-	N80E/수직	2000내외	-	-	0+920	추정단층
F2	-	-	●	-	N60E/수직	1500내외	-	-	1+448	추정단층
F3	-	●	-	-	N35E/수직	3000내외	-	20이내	2+626	추정단층
F4	-	●	-	-	N80W/80SW	800내외	-	20이내	5+480	소단층
F5	-	●	●	-	N05W/80NE	700내외	5	20이내	7+655	소단층
F6	-	-	●	-	N67W/수직	200내외	-	-	8+460	추정단층

※ 대단층: 파쇄대 폭 100m 이상 또는 단층점토 100cm 이상
중단층: 파쇄대 폭 100~10m 또는 단층비지 100~10cm
소단층: 파쇄대 폭 10m 이하 또는 단층비지 10cm 이하

② 각 단층 특성분석

F-1 단층			
특성	• 계곡을 따라 발달하는 선구조에서 관찰.		
과업노선에 대한 영향	• 과업노선 시점부 STA. 0+920(암기교)에서 노선과 교차할 것으로 판단됨.		
방향	N80E/수직	연장	2000m내외
파쇄대 폭	-	단층 gouge	-
관련시추공	-	선구조	발달

F-2 단층			
특성	• 계곡을 따라 발달하는 선구조에서 관찰.		
과업노선에 대한 영향	• 과업노선 시점부 STA. 1+448(유기부)에서 노선과 교차할 것으로 판단됨.		
방향	N60E/수직	연장	1500m내외
파쇄대 폭	-	단층 gouge	-
관련시추공	-	선구조	발달

지표지질조사

F-3 단층			
특성	• CBB6 시추공에서 core loss와 함께 발달하는 전단단열대가 관찰됨.		
과업노선에 대한 영향	• 과업노선 STA. 2+626(뚜기푸)에서 노선과 교차할 것으로 판단됨.		
방향	N35E/수직	연장	3000m내외
파쇄대 폭	-	단층 gouge	-
관련시추공	CBB6(30.0~36.0)	선구조	미발달

F-4 단층			
특성	• CBB16 시추공에서 주향이동성 단층대 발달,공내영상촬영을 통해 방향성 확인		
과업노선에 대한 영향	• 과업노선 STA. 5+480(뚜기푸)에서 노선과 교차할 것으로 판단됨.		
방향	N80W/80SW	연장	800m내외
파쇄대 폭	2m이내	단층 gouge	-
관련시추공	CBB16(16.6~21.0m)	선구조	미발달

F-5 단층			
특성	• CBB27 시추공 전반에 걸쳐 전단단열대 및 방해석맥의 출현이 발달하며 광역선구조 분석에서도 그 방향성이 인지됨.		
과업노선에 대한 영향	• 과업노선 종점부 STA. 7+655(뚜기푸)에서 노선과 교차할 것으로 판단됨.		
방향	N05W/80NE	연장	700m내외
파쇄대 폭	2m이내	단층 gouge	5cm
관련시추공	CBB27(12.0~13.0m)	선구조	발달

F-6 단층			
특성	• 선구조를 통해 관찰		
과업노선에 대한 영향	• 과업노선 종점부 STA. 8+460(뚜기푸)에서 노선과 교차할 것으로 판단됨.		
방향	N67W/수직(?)	연장	200m내외
파쇄대 폭	-	단층 gouge	-
관련시추공	-	선구조	발달

59

81.2.2 시설물 점검이력

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

【표 81.2】 점검이력사항

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽15에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽15에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽15에 대한 점검결과, 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었으며, 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요한 상태이다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽15에 대한 점검결과, 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었으며, 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요한 상태이다.	양호
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	본옹벽에대한정밀안전점검결과,문제점이 없는최상의상태인"A"등급의우수한상태로 평가되었다. 패널식옹벽15의전면부에서판넬파손,들뜸, 파손,이격등의손상이조사되었으며,배수시 설에서배수로파손,배수로균열이조사되었 다.옹벽의사용성에영향을주는손상으로조 사되지는않았으나,주기적으로점검을통한 손상의증가및확대등에대해확인,조치를실 시하는유지관리가필요하다고판단된다.	A등급

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽15에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 판넬 파손, 상단 들뜸, 상단 이격, 상단 파손, 배수로 균열 및 파손 등이 국부적으로 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 옹벽의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	2종성능평가	? 안전성능평가는외관상관찰되는시설물의결함을중심으로조사·평가하였으며,현장조사및분석결과중대결함은관찰되지않았고,옹벽의외관에는판넬파손,파손,들뜸,상부배수시설의경우배수로파손,배수로균열등의손상이조사되었으나,구조적인결함은아닌것으로판단됨. ? 내구성능평가는시간에따라변화하는안전성능저하에영향을미치는요소에대한평가로서본콘크리트옹벽의열화진전평가및열화환경평가를종합하여분석한결과,평가결과"A"로평가됨. ? 종합평가결과,외관상결함,손상등의요인에대한문제점이없고내구성능저하가능성이낮으며외부환경조건변화등을수용할수있는성능수준인A(우수)등급으로평가됨. ? 본보강토옹벽의성능목표등급은세부지침에의거하여옹벽의일반적인성능목표인"B"등급으로성능목표를설정하였으며,현재성능은목표성능을상회하여매우만족하는"A"등급인상태로주기적인점검및관리를통한평가저해요소에대한관리가이루어진다면시설물의안전및내구성에는문제가없을것으로판단됨.	A등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽15에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 판넬 파손, 옹벽 상단 들뜸, 이격, 파손, 배수로 균열 및 파손 등이 국부적으로 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 옹벽의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	패널식 옹벽 15에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 판넬 파손, 옹벽 상단 들뜸, 이격, 파손, 배수로 균열 및 파손 등이 국부적으로 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 옹벽의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부판넬파손및들뜸,파손,이격 -기초부상태양호 -주변영향인자배수시설균열및파손	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손및상단들뜸,이격,파손 -배수로균열및파손	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-패널전면부파손및상단들뜸,이격,파손 -배수로균열및파손	양호
13	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손및상단들뜸,이격,파손 -배수로균열및파손	양호
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔지니어링	이상훈	정밀안전점검	-전면부판넬파손및들뜸,파손,이격 -기초부상태양호 -주변영향인자배수시설균열및파손	A등급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손및상단들뜸,파손 -배수로균열및파손,이격	양호
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손및상단들뜸,파손 -배수로균열및파손,이격	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽패널파손,상단들뜸,파손등 -기초지반상태양호 -배수시설균열,파손,이격등 -사면상태양호	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

81.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	상주영천고속도로 시설물 안전·하자점검 및 성능평가 용역(정밀안전점검)	
용역기간	2023-07-03 ~ 2023-12-08(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
현장조사결과	■ 전면부 판넬 파손 및 들뜸, 파손, 이격 ■ 기초부 상태양호 ■ 주변영향인자 배수시설 균열 및 파손	
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	■ 패널식 옹벽 15의 전면부에는 외부충격, 시공미흡으로 인한 판넬 파손, 상부 파손, 상부 들뜸 등의 손상이 조사되었으며, 시설물에 영향을 미치는 중대한 손상은 아닌 것으로 보이나 손상의 진전 방지, 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. ■ 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서는 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 시공미흡, 외부충격이 원인으로 판단되는 배수로 균열, 배수로 파손, 배수로 이격 등의 손상이 조사되었으며, 내구성 증진 위한 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수가 필요하다고 판단되고, 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다. 상부 성토부, 상부 교량, 상부 도로 포장에도 상부 성토부 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로서 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. ■ 지반, 기초부의 경우 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 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. ■ 상부 파손, 들뜸의 발생 원인은 시공미흡으로 추정되며, 현재 발생한 손상으로 인한 추가적인 손상은 없는 상태로 판단되나, 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 유지관리 등의 조치가 필요하다고 판단된다. ■ 배수로 균열(Cw=0.3㎜이상)의 발생의 원인은 건조수축 및 거푸집 조기탈거의 영향으로 추정되며, 발생한 손상은 현재 진행성이 없는 상태로 판단되나, 주입보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 유지관리 등의 조치가 필요하다고 판단된다.	

81.2.4 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 01		
평가 구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.02	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	패널식 옹벽 01		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	ㅇ옹벽의 종합평가 지수(P) = ∑(성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = (0.140 × 0.8) + (0.080 × 0.2) = 0.128 ㅇ종합평가 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.

81.2.5 시설물 보수 이력

【표 81.3】 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.

81.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 81.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

81.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

81.2.8 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 81.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

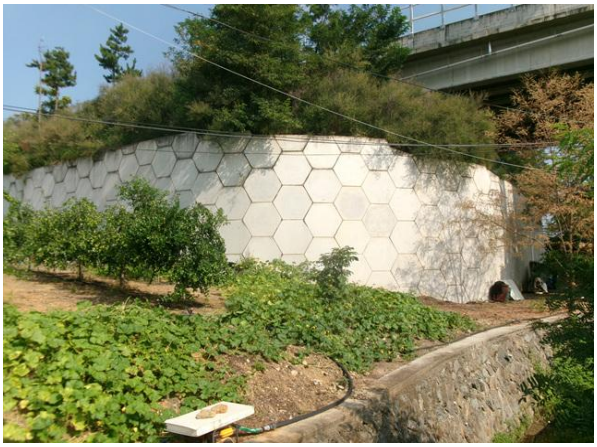
구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교・검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(발주처협의) ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇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 판넬 파손 및 들뜸, 파손, 이격 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 배수시설 균열 및 파손	◇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

81.2.9 주변환경 및 하중변화

패널식 옹벽 15는 경상북도 영천시 화산면 매산동에 위치하고 상주영천고속도로 고현천교 교대 A1 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

81.3. 현장조사 및 시험

81.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경상북도 영천시 매산동에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 상주영천고속도로 본선이 있으며, 하부로는 농경지가 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.5~12.8m를 보이며, 총 연장은 182.2m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=182.2m, L=12.8m)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 81.6】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 09. 04.		조 사 자	정 지 운
일 기	맑음		시설물번호	RW2017-0000087
시설물위치	행정구역	경상북도 영천시 매산동		
	위치좌표	시점 : 36° 01′41.0″ 128° 92′95.7″		
		종점 : 36° 01′37.3″ 128° 92′99.6″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 78.940~78.983km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	182.2m	지면노출 높 이	12.8m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	상주영천고속도로 본선		
	옹벽하부	농경지		
시공현황	준공년도	2017년 06월 27일	시 공 자	두산건설㈜
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 2종 성능평가시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 10개 구간(S1~S10)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 81.7】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	9.3	6	100.0~120.0m	120.0	12.8
2	20.0~40.0m	40.0	11.0	7	120.0~140.0m	140.0	11.5
3	40.0~60.0m	60.0	11.3	8	140.0~160.0m	160.0	9.2
4	60.0~80.0m	80.0	9.3	9	160.0~180.0m	180.0	9.2
5	80.0~100.0m	100.0	11.4	10	180.0~182.2m	182.2	9.4

측점분할 작업사진

측점분할 작업사진

81.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 포장(콘크리트), 비포장이 혼합된 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 조사되었다.

【표 81.8】 지반, 기초부 손상현황

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
합계	**-**	**-**

현 황	· 상태현황	현 황	· 상태현황
원 인	· -	원 인	· -
대 책	· -	대 책	· -
현 황	· 하부 도로 포장 상태현황	현 황	· 하부 도로 포장 상태현황
원 인	· -	원 인	· -
대 책	· -	대 책	· -

3) 검토의견

■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 점검 당시에 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. 또한 옹벽 상부 및 전면에 전체적으로 과도한 식생이 산재하여 원활한 유지관리 및 점검을 위한 정비가 필요하다.

나. 전면부

1) 현황

패널식 보강토옹벽으로 판넬의 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, 판넬 파손, 상부 파손, 상부 들뜸 등의 손상이 조사되었다.

【표 81.9】 전면부 손상현황

구분	판넬 파손 (㎡/개소)		상부 파손 (㎡/개소)		상부 들뜸 (㎡/개소)	
S1	0.29	5	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-
S3	0.03	3	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-
S5	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	0.30	1
S8	-	-	-	-	0.70	1
S9	0.31	7	-	-	-	-
S10	-	-	0.06	1	-	-
합계	**0.63**	**15**	**0.06**	**1**	**1.00**	**1**

현 황	· S1 판넬 파손(0.2x0.2)	현 황	· S1 판넬 파손(0.3x0.3)
원 인	· 시공미흡, 외부충격 등	원 인	· 시공미흡, 외부충격 등
대 책	· 단면보수	대 책	· 단면보수
현 황	· S3 판넬 파손(0.1x0.1)	현 황	· S9 판넬 파손(02x0.2 x2EA)
원 인	· 시공미흡, 외부충격 등	원 인	· 시공미흡, 외부충격 등
대 책	· 단면보수	대 책	· 단면보수
현 황	· S9 판넬 파손(0.2x0.5)	현 황	· S9 판넬 파손(0.3x0.2)
원 인	· 시공미흡, 외부충격 등	원 인	· 시공미흡, 외부충격 등
대 책	· 단면보수	대 책	· 단면보수

현 황	· S10 판넬 파손(0.1x0.5)	현 황	· S10 상부 파손(0.2x0.3)
원 인	· 시공미흡, 외부충격 등	원 인	· 시공미흡, 외부충격 등
대 책	· 단면보수	대 책	· 단면보수

3) 검토의견

■ 전면부에서 조사된 판넬 파손, 상부 파손, 들뜸의 경우 시공미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 점검당시 구조물의 안전성을 위해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나 부재의 내구성 확보차원의 단면보수 등의 조치를 취하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구), 전면부에 배수관이 설치되어 있으며, 상단(1단)의 토공 경사면에서 배출되는 지표수 등을 원활하게 배수토록 설치되어 있는 상태이다. 상단의 배수로는 옹벽의 시점 및 종점부의 측구로 시공되어 있는 상태이다. 본 패널식 옹벽 상단부는 토공의 성토사면으로 이루어져 있으며, 급격한 사면구배의 변화 및 사면손상 등은 없는 것으로 조사되었다.

2) 조사결과

■ 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 배수시설에서 배수로 균열, 이격, 파손이 조사되었고, 상부 성토부, 상부 교량, 상부 도로 포장부에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 81.10】 주변영향인자 손상현황

구분	배수로 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		배수로 균열(0.3㎜이상) (m/개소)		배수로 파손 (㎡/개소)		배수로 이격 (m/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	0.10	1	-	-
S4	0.50	1	1.50	3	0.29	3	-	-
S5	0.50	1	-	-	0.10	1	1.00	1
S6	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	-	-	-	-
S8	1.50	3	-	-	-	-	-	-
S9	-	-	-	-	-	-	-	-
S10	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	**2.00**	**5**	**1.50**	**3**	**0.49**	**5**	**1.00**	**1**

현 황	· S4 배수로 균열(0.3㎜이상)	현 황	· S4 배수로 균열(0.3㎜이상)
원 인	· -	원 인	· 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등
대 책	· -	대 책	· 주입보수
현 황	· S4 배수로 균열(0.3㎜이상)	현 황	· S4 배수로 파손(0.1x1.0)
원 인	· 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등	원 인	· 시공미흡, 외부충격 등
대 책	· 주입보수	대 책	· 단면보수
현 황	· S4 배수로 파손(0.1x1.0)	현 황	· S4 배수로 파손(0.3x0.3)
원 인	· 시공미흡, 외부충격 등	원 인	· 시공미흡, 외부충격 등
대 책	· 단면보수	대 책	· 단면보수

현 황	· S5 배수로 균열(0.3㎜미만)	현 황	· 상부 교량 상태현황
원 인	· 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등	원 인	· -
대 책	· 표면처리	대 책	· -
현 황	· 상부 성토부 상태현황	현 황	· 상부 성토부 상태현황
원 인	· -	원 인	· -
대 책	· -	대 책	· -
현 황	· 상부 도로 포장 상태현황(상주방향)	현 황	· 상부 도로 포장 상태현황(영천방향)
원 인	· -	원 인	· -
대 책	· -	대 책	· -

3) 검토의견

- 주변영향인자에서 또한, 상부 성토부, 상부 도로 포장, 상부 교량에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 조사된 배수시설 상부 배수로 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 손상으로 구조물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인된다. 이에 내구성증진 등을 위한 표면처리, 주입보수 등의 보수조치 후 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 배수시설 상부 파손, 이격의 경우 거푸집 조기탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아닌나 내구성 확보 차원의 단면보수, 실란트 시공 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 상부 배수로 및 성토부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검 및 안전성을 확보하기 위한 정비 등의 조치가 필요하다.

라. 옹벽 점검시설

1) 부재의 개요

- 패널식 옹벽 15에 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.

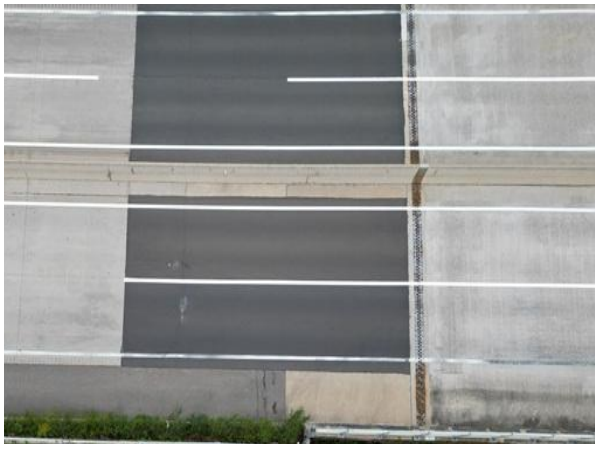
【표 81.11】 공중이용시설 10대 위험요소

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 14는 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 전면부 파손, 상부 파손, 들뜸 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	판넬 파손, 상부 파손, 들뜸	단면보수	

S1 판넬 파손(0.3x0.3)	S9 판넬 파손(02x0.2 x2EA)
S9 판넬 파손(0.2x0.5)	S10 상부 파손(0.2x0.3)
	
주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황	주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황

81.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 81.12】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	판넬 파손	단면보수
	상부 들뜸	단면보수
	상부 파손	단면보수
주변영향인자	배수로 균열(0.3㎜미만)	표면처리
	배수로 균열(0.3㎜이상)	주입보수
	배수로 파손	단면보수
	배수로 이격	단면보수
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 점검 당시에 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. 또한 옹벽 상부 및 전면에 전체적으로 과도한 식생이 산재하여 원활한 유지관리 및 점검을 위한 정비가 필요하다. ■ 전면부에서 조사된 판넬 파손, 상부 파손, 들뜸의 경우 시공미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 점검당시 구조물의 안전성을 위해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나 부재의 내구성 확보차원의 단면보수 등의 조치를 취하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다. ■ 주변영향인자에서 또한, 상부 성토부, 상부 도로 포장, 상부 교량에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. ■ 조사된 배수시설 상부 배수로 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 손상으로 구조물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인된다. 이에 내구성증진 등을 위한 표면처리, 주입보수 등의 보수조치 후 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. ■ 조사된 배수시설 상부 파손, 이격의 경우 거푸집 조기탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아닌나 내구성 확보 차원의 단면보수, 실란트 시공 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다. ■ 상부 배수로 및 성토부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검 및 안전성을 확보하기 위한 정비 등의 조치가 필요하다.	

【표 81.13】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	판넬 파손	㎡	0.63	15	
	상부 들뜸	㎡	0.06	1	
	상부 파손	㎡	1.00	2	
배수시설	배수로 파손	㎡	0.49	5	
	배수로 균열(0.3㎜미만)	m	2.00	5	
	배수로 균열(0.3㎜이상)	m	1.50	3	
	배수로 이격	m	1.00	1	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	상태양호	-	-	-	

81.4. 콘크리트 재료시험 조사

81.4.1 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.

81.4.2 조사현황 및 위치도

가. 조사현황

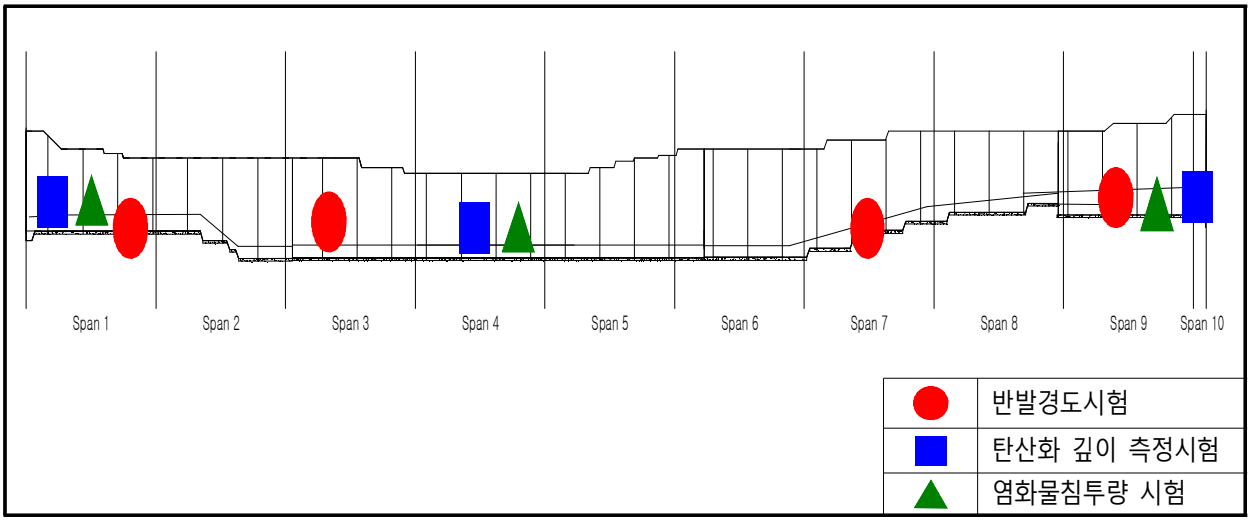
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 비교·검토할 수 있도록 하였으며, 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다. 본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 81.14】 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	4	4	
탄산화깊이 측정	<총 연장> ◦ 100m 미만: 2개소 ◦ 100m 이상: 최소 2개소 + 100m 당 1개소 추가	3	3	
염화물 침투량		3	3	

반발경도측정	탄산화 및 염화물 침투량 재료채취

나. 콘크리트 재료시험 조사 위치도



【그림 81.6】 콘크리트 재료시험 조사 위치도

81.4.3 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.

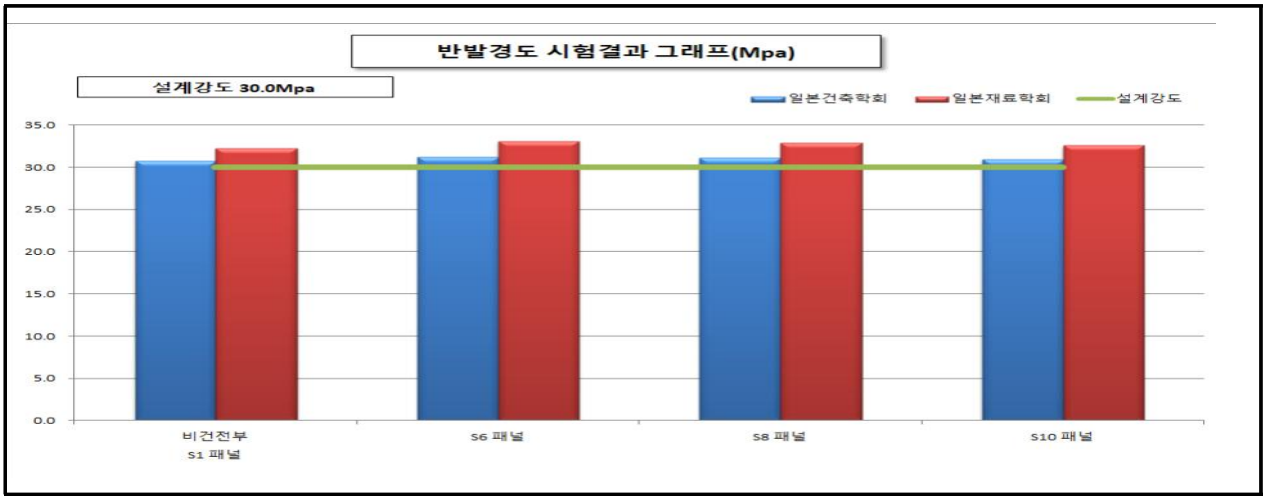
또한, 반발경도에 의한 압축강도 추정은 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식를 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설 안전공단식을 사용하였으며, 측정결과는 정밀한 결과를 산정하기 위해 2개 이상의 추정식을 통해 추정된 콘크리트 비파괴강도 중 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다. FMS상에 패널식 옹벽 15의 안전점검종합보고서 자료에서 설계기준 강도를 확인하여 작성하였다.

【표 81.15】 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
전면부	S1	패널	54.5	32.3	**30.7**	0.63	30.0	비건전부
	S3	패널	55.6	33.1	**31.2**			건전부
	S7	패널	55.3	32.9	**31.1**			건전부
	S9	패널	54.9	32.6	**30.9**			건전부
평균			-	32.7	**31.0**	-	-	
표준편차			-	0.26	**0.15**	-	-	
변동계수			-	0.008	**0.005**	-	-	
최대값			-	33.1	**31.2**	-	-	
최소값			-	32.3	**30.7**	-	-	

【표 81.16】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회				
전면부 패널	30.7 ~ 31.2	30.0	30.9	102.3 ~ 104.0	



【그림 81.7】 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 30.7~31.2㎫로 측정되었으며, 설계기준압축강도(30.0㎫)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 81.17】 반발경도 시험 보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	**내 용**
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 08. 25. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	패널식 옹벽 15
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	전면부 패널 : 30.0MPa
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	30.6℃, 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	

81.4.4 탄산화 깊이 측정

가. 시험결과

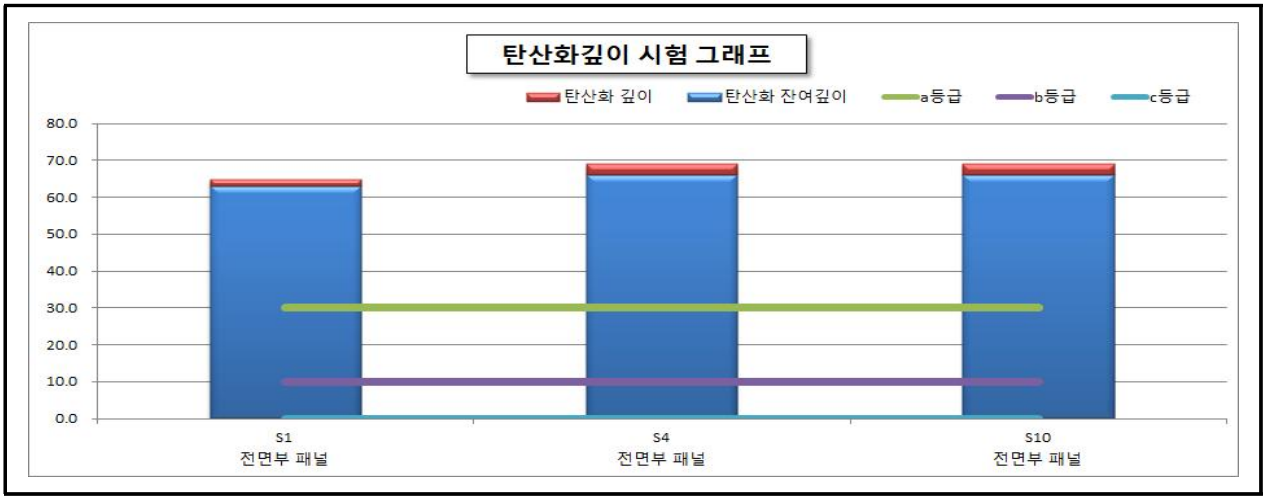
탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

【표 81.18】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치	탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과 년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과	비 고
S1 전면부패널	2.0	65.0	63.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
S4 전면부패널	3.0	69.0	66.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
S10 전면부패널	3.0	69.0	66.0	8	1.06	100년 이상	a등급	

【표 81.19】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
전면부 패널	2.0~3.0	63.0~66.0	



【그림 81.8】 탄산화 깊이 측정결과

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

다. 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

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

【표 81.20】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

전면부 - 패널 S1	
실측 피복두께(㎜)	65.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	62.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S4	
실측 피복두께(㎜)	69.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.0
잔여깊이(㎜)	66.0
탄산화 속도계수	1.06
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S10	
실측 피복두께(㎜)	69.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.0
잔여깊이(㎜)	66.0
탄산화 속도계수	1.06
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

다. 탄산화 시험 보고서

【표 81.21】 탄산화 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 08월 25일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	전면부 패널
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	탄산화시험 Set, 버니어 캘리퍼스
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	부록 참조
연한 적자색 변색 유무	유

81.4.5 염화물 침투량 평가

염화물 침투량 시험 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다

81.4.6 콘크리트 내구성조사 결과 요약

【표 81.22】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준 (평가 등급)	
비파괴 강도 (㎫)	패널(전면부)	30.7 ~ 31.2	30	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (㎜)	패널(전면부)	63.0~66.0	a등급	■ 탄산화 잔존수명 30년 초과 ■ 탄산화에 의한 철근 부식발생 가능성 없음
종합 평가	· 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 · 탄산화에 의한 철근 부식발생 가능성은 없는 상태임			

81.4.7 측량

가. 개요

금회 2종 성능평가 대상시설물(패널식 옹벽 15)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, 전회 점검과의 비교값 또한 측정 위치에 의한 차이는 있지만 사용성에 영향을 미칠만한 차이는 아닌 것으로 확인되었다.

【표 81.23】 경사도 결과

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	90.40	-0.70	90.60	-1.05	-0.20	0.35	a	배면
2	S2	89.30	1.22	89.20	1.40	0.10	0.17	a	전면
3	S3	89.00	1.75	88.10	3.32	0.90	1.57	a	전면
4	S4	89.50	0.87	89.10	1.57	0.40	0.70	a	전면
5	S5	89.30	1.22	88.20	3.14	1.10	1.92	a	전면
6	S6	89.00	1.75	88.00	3.49	1.00	1.75	a	전면
7	S7	89.60	0.70	89.50	0.87	0.10	0.17	a	전면
8	S8	89.70	0.52	89.80	0.35	-0.10	0.17	a	배면
9	S9	89.80	0.35	90.00	0.00	-0.20	0.35	a	배면
10	S10	89.90	0.17	90.00	0.00	-0.10	0.17	a	배면

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

【표 81.24】 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	90.40	-0.70	90.00	0.00	0.40	0.70	a	전면
2	S2	89.30	1.22	89.80	0.35	-0.50	0.87	a	배면
3	S3	89.00	1.75	89.90	0.17	-0.90	1.57	a	배면
4	S4	89.50	0.87	90.00	0.00	-0.50	0.87	a	배면
5	S5	89.30	1.22	90.00	0.00	-0.70	1.22	a	배면
6	S6	89.00	1.75	90.00	0.00	-1.00	1.75	a	배면
7	S7	89.60	0.70	90.00	0.00	-0.40	0.70	a	배면
8	S8	89.70	0.52	89.70	0.52	0.00	0.00	a	-
9	S9	89.80	0.35	90.00	0.00	-0.20	0.35	a	배면
10	S10	89.90	0.17	90.00	0.00	-0.10	0.17	a	배면

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

다. 선형 및 수준 측량결과

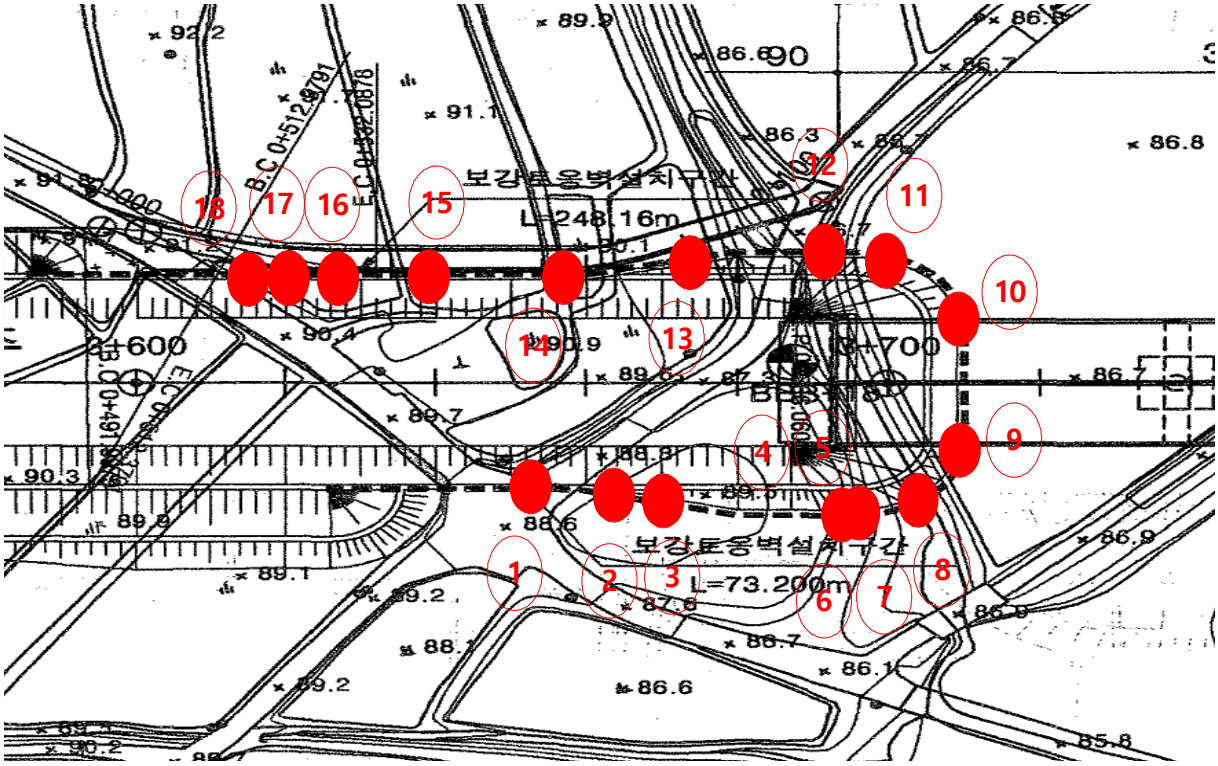
금회 점검에서 측량은 본 옹벽의 상단 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여 현장에서 측정이 가능한 위치를 선정하여 선형 및 수준측량을 실시하였고, 설계도서 및 전회 정밀안전점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 주변환경, 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 전회 점검의 선형 측량을 금회 선형측량과 대조하여 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었다.

【표 81.25】 수준측량(수직변위) 결과

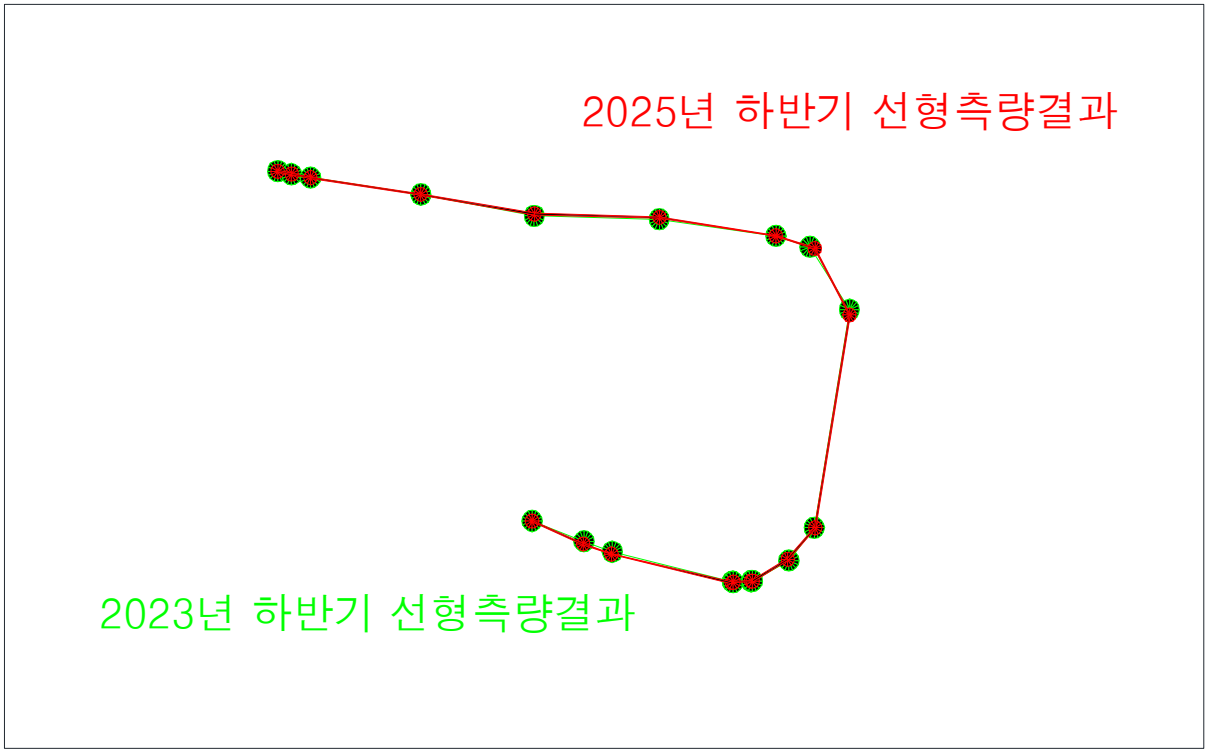
측정위치	기준점 레벨(EL(+).m)		분석 결과 (m)	비고
	설계치	금회 2종 성능평가		
①	97.11	96.97	-0.14	
③	95.05	94.86	-0.19	
⑧	95.05	94.87	-0.18	
⑨	93.26	93.34	0.08	
⑩	93.26	93.26	-	
⑫	95.31	95.26	-0.05	
⑭	97.11	96.92	-0.19	
⑮	97.11	96.93	-0.18	
⑯	97.11	97.01	-0.09	

【표 81.26】 선형측량 결과

측정위치 (좌측)	X	Y	비고	측정위치 (우측)	X	Y	비고
①	379690.260	193041.250		⑩	379719.175	193087.847	
②	379687.048	193048.735		⑪	379728.524	193082.754	
③	379685.601	193052.927		⑫	379730.306	193077.034	
④	379681.581	193070.550		⑬	379732.893	193059.927	
⑤	379681.666	193070.799		⑭	379733.364	193041.571	
⑥	379681.799	193073.422		⑮	379736.115	193024.914	
⑦	379681.850	193073.602		⑯	379738.469	193008.710	
⑧	379684.862	193078.768		⑰	379738.967	193005.965	
⑨	379689.298	193082.807		⑱	379739.350	193003.910	



[선형측량 결과]



[선형측량 결과 비교]

【그림 81.9】 선형측량 결과 및 비교

81.5. 안전성능 평가

81.5.1 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 81.27】 보강토 옹벽 평가기준

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

※ 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 81.28】 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 81.29】 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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	A
S3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0.04	A
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.02	A
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.02	A
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	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	1	0	0	0	2	0.04	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	0	0	0	0	0	1	0.02	A
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.02	
									상태평가 결과					A	

81.5.2 상태평가 결과

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

81.5.3 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.

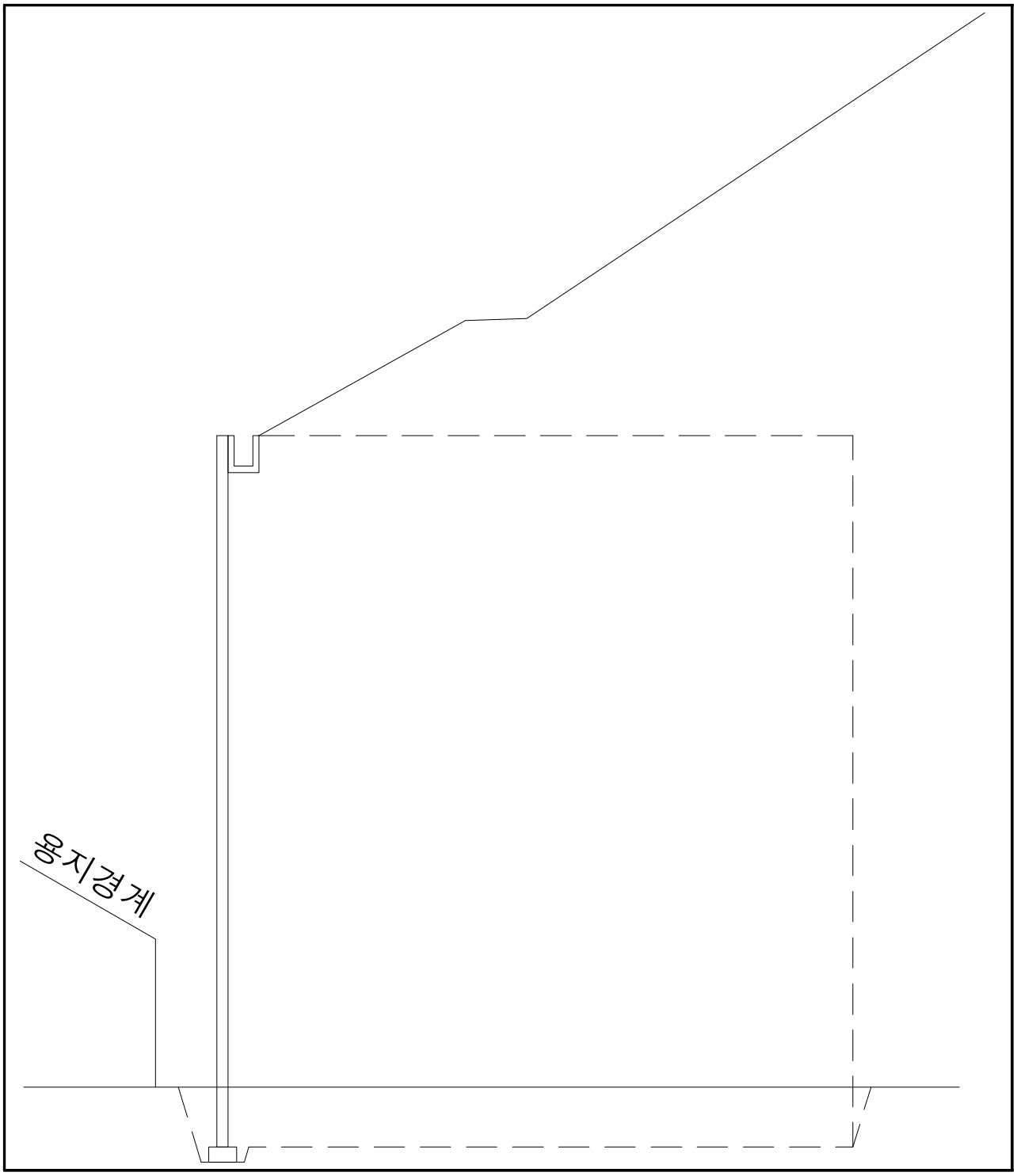
기준	상태기준 설명
a	○환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○결함 및 파손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

81.5.4 구조안전성능 평가

가. 개요

본 검토대상인 옹벽에 대한 구조검토는 설계도서 및 구조계산서를 참고하였다.

나. 검토단면 및 검토조건



【그림 81.10】 검토단면도

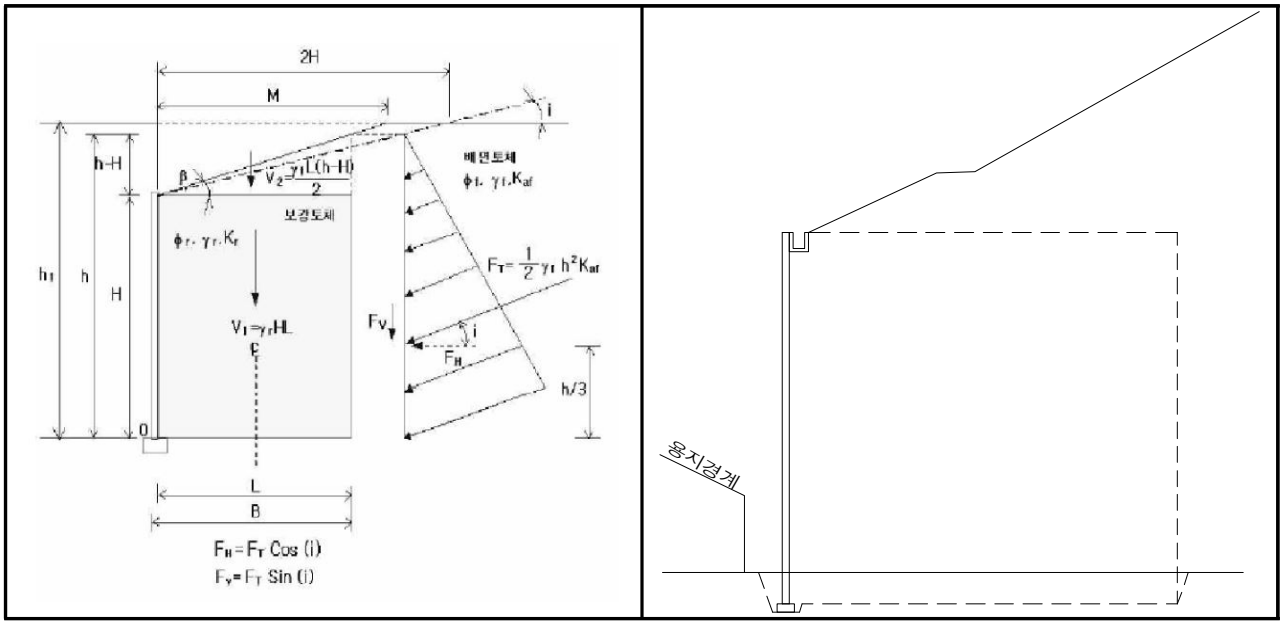
다. 지반정수

【표 81.30】 대상 옹벽 지반정수

토 층	단위중량 (kN/㎥)	점착력 (kN/㎥)	내부마찰각(°)	비 고
보강토체	20	0	35	
성토층	20	0	35	
기초	19	15	29	

라. 외적안정성

1) 토압작용 모식도



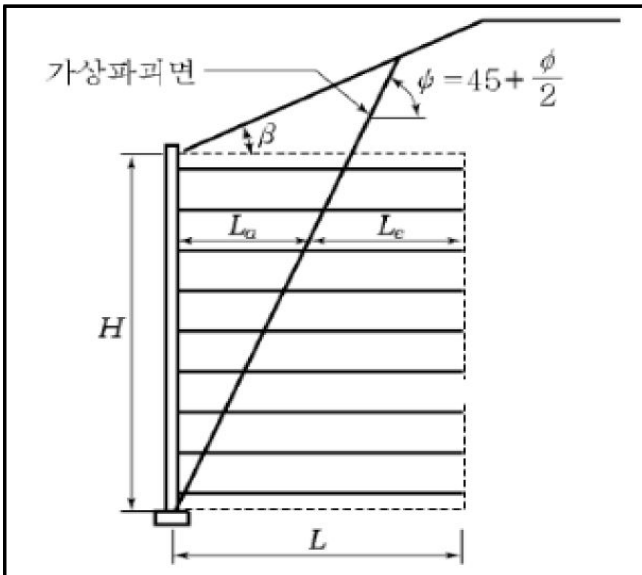
【그림 81.11】 토압작용 모식도

2) 검토조건

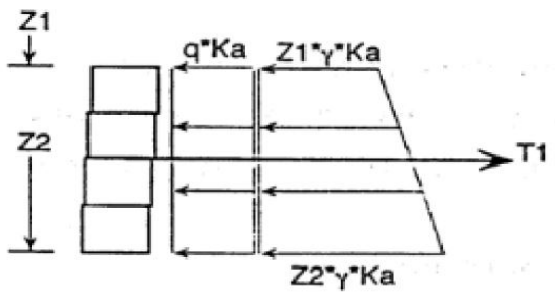
- 벽체높이 H(m) = 11.00m h1(m) = 12.30 2h(m) = 24.60
- 상부사면의 경사 β(°) = 34, h-H=1.30
- 상재하중 q(kN/㎡) = 15.00
- 토압계수 ka = $\cos i \times \frac{\cos i - (\cos^2 i - \cos^2 \Phi)^{1/2}}{\cos i + (\cos^2 i - \cos^2 \Phi)^{1/2}} = 0.294$

마. 내적안정성

1) 토압작용 모식도



내적검토시 활동영역 및 저항영역구분



$T_{max} = [(Z_1+Z_2)/2 \times \gamma_a \times K_a + q \times K_a] \times (Z_2-Z_1)$

각 보강재층의 단위폭당 최대인장력

【그림 81.12】 토압작용 모식도

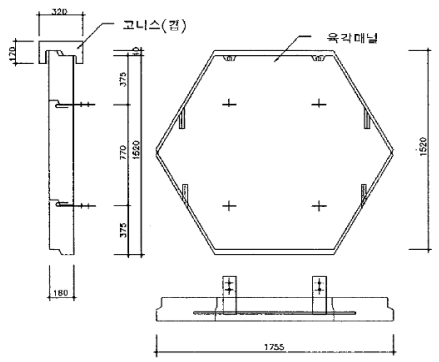
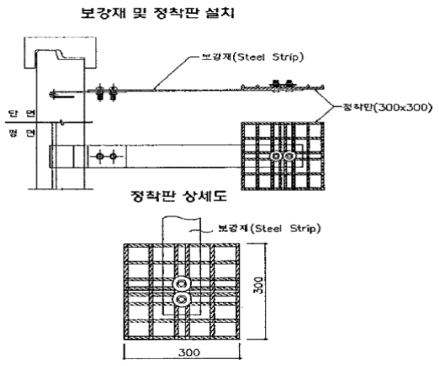
2) 토압계수

- 토압계수 ka = $\tan^2(45-\Phi/2) =$ 0.245

3) 전면판 및 보강재

- 폭(B) = 1,755㎜ - 높이(H) = 1,520㎜

【표 81.31】 전면판 및 보강재

구 분	육각 P/C 패널	보강재(Steel Strip)
전면판 제원		

바. 검토결과

【표 81.32】 시설물의 구조안전성능 평가 결과표

구 분		검토결과(Fs)	기준치(Fs)	판정
		상시	상시	
외적 안정	활 동	2.29	1.5	O.K
	전 도	3.75	2.0	O.K
	지지력	4.74	2.5	O.K
내적 안정	파 단	1.91	1.0	O.K
	인 발	2.72	1.5	O.K

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

사. 보강토 옹벽의 구조안전성능 평가 결과

【표 81.33】 보강토옹벽의 구조안전성능 평가 결과

구조안전성능 평가 결과 산정표				
평가항목구분		안전율	평가결과	비고
외적 안정	활 동	2.29	1.5	평상시 안전율 적용
	전 도	3.75	2.0	평상시 안전율 적용
	지지력	4.74	2.5	평상시 안전율 적용
내적 안정	파 단	1.91	1.0	평상시 안전율 적용
	인 발	2.72	1.5	평상시 안전율 적용
구조안전성능 평가 결과		· 구조안전성능 평가 등급 = a · 구조안전성능 평가 결함지수 = 0.14		

81.5.5 안전성능 평가결과

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

【표 81.34】 안전성능 평가 결과산정

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 15		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태안전성능 평가	0.02	a	
구조안전성능 평가	0.14	a	
안전성능 평가결과	◦ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택 ◦ **안전성능평가 결과 : A등급**		

【표 81.35】 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

81.6. 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.

81.6.1 콘크리트 내구성능 평가항목 및 대상

패널식 보강토 옹벽의 전면부 패널에 대해 내구성능 평가를 수행하며, 부재별 가중치를 고려하지 않고 단일 구조물 형식으로 적용한다.

【표 81.36】 내구성능 평가항목 및 대상

구 분		평가항목	평가여부	시험 기준수량	금회 실행수량	비 고
보강토 옹벽	열화진전 평가	피복(표면부) 콘크리트 품질	o	3 EA	3 EA	
		탄산화 깊이	o	3 EA	3 EA	
		염화물 침투량	o	3 EA	3 EA	
	열화환경 평가	염해환경	o	-	-	
		동해환경	o	-	-	

가. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

(1) 염화물 침투량 시험결과

【표 81.37】 염화물 침투량 평가

구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 침투량 (kg/㎥)			평가등급
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜	
염화물 침투량	패널	전면부 S1	0.023	0.020	0.014	a
		전면부 S4	0.029	0.025	0.025	a
		전면부 S10	0.106	0.029	0.020	a

【표 81.38】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (㎠/year)		
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜
염화물 확산계수	패널	전면부 S1	-	-	0.229
		전면부 S4	-	-	0.272
		전면부 S10	-	-	0.256

【표 81.39】 철근부의 전염화물 침투량이 2.5(kg/㎥)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 침투량 C_r가 2.5(kg/㎥)가 되는 시점	패널	전면부 S1	30년 초과	a
		전면부 S4	30년 초과	a
		전면부 S10	30년 초과	a

【표 81.40】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 침투량 평가 결과	철근부 전염화물 침투량 C_r가 2.5(kg/㎥)가 되는 시점	염화물 침투량 최종 평가 등급
패널	전면부 S1	a	a	a
	전면부 S4	a	a	a
	전면부 S10	a	a	a

(2) 염화물 침투량 시험 보고서

【표 81.41】 염화물 침투량 시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2025년 08월 25일	
	시험시간	09:00 ~ 17:00	
	시험 영역의 위치	패널 전면부	
조 사 수 량		3개소	패널 전면부
구조물 경과년수		경과년수 : 8년	
측정면 종류		기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)	
사용 골재의 종류		보통골재(추정)	
시험방법		시험부재의 철근깊이까지 10~20mm 단위로 깊이별로 구분하여 KS F 2713의 산-가용성 염화물시험 방법으로 실시	
시험 성과표 참조			

2) 탄산화 깊이

【표 81.42】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (㎜)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S1 전면부패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a
	S4 전면부패널	3.0	1.06	30년 초과	a	a
	S10 전면부패널	3.0	1.06	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 81.43】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명			설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	전면부	S1	패널	-	98.0	a	0.10	a
		S3	패널	104.0	-	a		
		S7	패널	103.7	-	a		
		S9	패널	103.1	-	a		

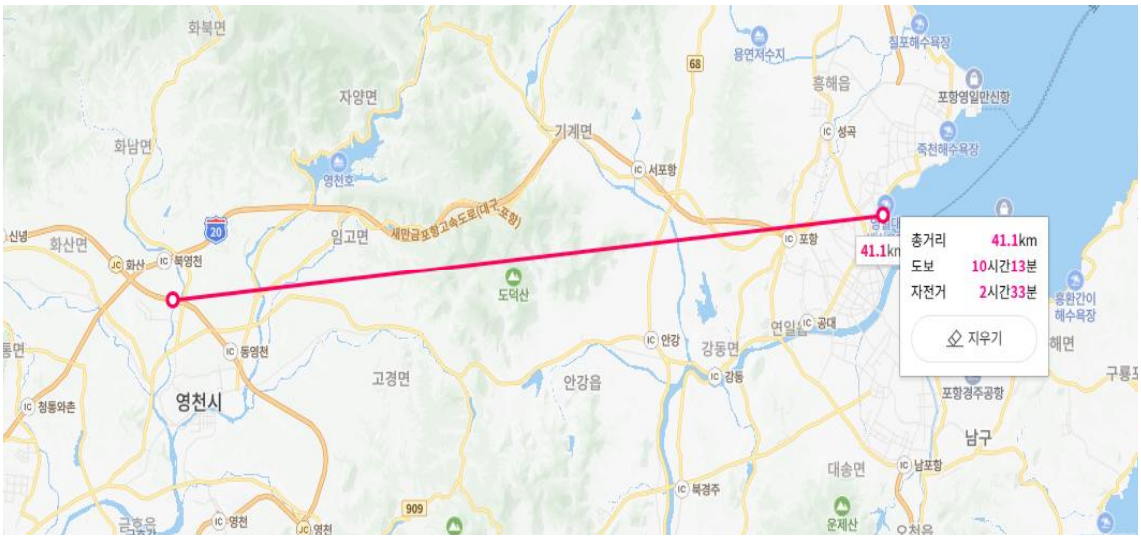
나. 열화환경평가

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 경상북도 영천시 매산동에 위치하며, 동해안으로부터 약 41.1km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 81.13】 위치도

【표 81.44】 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 81.45】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 영천시 매산동				
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 영천 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 67.1회로써 동결융해 환경은 "B"등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 싸이클이 연평균 4.5회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 81.46】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 영천시 매산동				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	62일	2019.11~2020.3	53일	2022.11~2023.3	71일
2016.11~2017.3	67일	2020.11~2021.3	60일	2023.11~2024.3	55일
2017.11~2018.3	80일	2021.11~2022.3	76일	2024.11~2025.3	69일
2018.11~2019.3	78일	동결융해 횟수 (수분접촉)			67.1회

【표 81.47】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 영천시 매산동				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	7일	2019.11~2020.3	3일	2022.11~2023.3	3일
2016.11~2017.3	10일	2020.11~2021.3	3일	2023.11~2024.3	7일
2017.11~2018.3	3일	2021.11~2022.3	0일	2024.11~2025.3	5일
2018.11~2019.3	4일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			4.5회

81.6.2 콘크리트 내구성능 평가결과

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

【표 81.48】 옹벽의 콘크리트 내구성능 평가

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

【표 81.49】 열화환경지표의 평가결과

열화환경지표		평가결과	평가등급
제설제 염해환경		1.6회	A
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	41.1Km	A
동해환경		67.1회	C

81.6.3 강재 내구성능 평가

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

81.6.4 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 81.50】 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		

81.7. 종합평가

81.7.1 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 81.14】 종합평가 흐름도

81.7.2 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 81.51】 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 81.52】 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	패널식 옹벽 15			
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 81.53】 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

81.8. 유지관리 전략 제안

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

81.8.1 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.

81.8.2 성능목표 등급 산정

【표 81.54】 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 81.55】 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 81.56】 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 81.57】 주변환경 성능목표 선정

구분	평가교량		평가등급	
동해환경	지속적인 수분접촉	67.1일	A	A
	지속적인 수분접촉 없음	4.5일	C	
강설일수	1.6일		C	

【표 81.58】 지진구역계수 및 공용연수

구분	평가옹벽	평가등급
지진구역계수	대구	A
공용연수	약 8년	E

【표 81.59】 성능목표 등급 산정표

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경		지진 구역계수 (4)	공용 연수 (5)
		동해환경 (2)	강설일수 (3)		
평가등급	B	A	C	A	E
평가점수	0.23	0.08	0.43	0.08	0.88
가중치	0.8	0.1		0.08	0.02
성능목표	= 0.23×0.8 + [{0.08+0.43}/2]×0.1 + 0.08×0.08 + 0.88×0.02 = **0.234(하B)**				

81.8.3 성능평가 실시결과 검토·분석

안전성능평가 결과

· 상태안전성능 평가결과
→ A등급(0.02)
· 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.

81.8.4 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 81.60】 보수.보강 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	판넬 파손	단면보수	0.63	0.95	㎡	960	912	2순위
	상부 들뜸	단면보수	1.00	1.50	㎡	960	1,440	2순위
	상부 파손	단면보수	0.06	0.09	㎡	960	86	2순위
배수시설	배수로 균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.00	0.38	㎡	230	87	2순위
	배수로 균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.50	2.25	m	103	232	2순위
	배수로 파손	단면보수	0.49	0.74	㎡	960	710	2순위
	배수로 이격	단면보수	1.00	0.25	m	960	240	2순위
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

개략공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	0	3,707	0
	재경비 (순공사비의 50%)	0	1,853	0
	합계	0	5,561	0
개략공사비 총계(천원)		**5,561**		

※ 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 81.61】 보수·보강 우선순위 지수 산출

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선순위 지수 (PI) EI/Cost	순위
					손상내용	부재위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
-	-	-	-	-	침하	-	안전성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	10
-	-	-	-	-	계획선형 오차	-	안전성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	10
-	-	-	-	-	활동	-	안전성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.00615	7
-	-	-	-	-	전면부 진행성 배부름	-	안전성능	a	0.19	1.00	0.80	0.05	0.00769	6
-	-	-	-	-	유실	-	안전성능	a	0.12	1.00	0.80	0.05	0.00462	8
-	-	-	-	-	이격	-	안전성능	a	0.08	1.00	0.80	0.05	0.00308	9
-	-	-	-	-	세굴	-	안전성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.00615	7
-	-	-	-	-	배수시설	-	안전성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	12
-	-	-	-	-	사면구배	-	안전성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	12
-	-	-	-	-	낙석흔적	-	안전성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	12
-	-	-	-	-	침출수	-	안전성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	12
-	-	-	-	-	내적안전성	구조	안전성능	a	1.00	1.00	0.80	0.05	0.04000	1
-	-	-	-	-	저면활동	구조	안전성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	5

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		
-	-	-	-	-	원호활동	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	5
-	-	-	-	-	전도	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	5
-	-	-	-	-	지지력	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	5
-	-	-	-	-	침하	구조	안전 성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	10
단면 보수	0.63	0.95	960	912	판넬 파손	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	3
단면 보수	1.00	1.50	960	1,440	상부 들뜸	-	안전 성능	c	0.12	1.00	0.80	0.20	0.01920	2
단면 보수	0.06	0.09	960	86	상부 파손	-	안전 성능	b	0.12	1.00	0.80	0.11	0.01056	3
표면 처리	1.00	0.38	230	87	배수로 균열(0.3㎜미만)	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	11
주입 보수	1.50	2.25	103	232	배수로 균열(0.3㎜이상)	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	11
단면 보수	0.49	0.74	960	710	배수로 파손	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	11
단면 보수	1.00	0.25	960	240	배수로 이격	-	안전 성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	11
-	-	-	-	-	염화물	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	4
-	-	-	-	-	탄산화	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	4
-	-	-	-	-	피복콘크리트의 품질	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	4

81.9. 종합결론

본 시설물은 경상북도 영천시 매산동(상주영천고속도로 78.940~78.983km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 198.0m, 지면노출높이 10.3m의 패널식 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.

81.9.1 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	패널식 옹벽 15			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				

81.9.2 종합결론

- 패널식 옹벽 15는 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.

81.9.3 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 지반, 기초부, 전면부, 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서 판넬 파손, 상부 파손, 들뜸, 배수로 균열, 파손, 이격 등의 손상이 조사되었으나, 옹벽의 사용성에는 영향을 주지 않는 것으로 판단되며, 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다. 또한 상부 성토부 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검 및 옹벽은 안전성을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

81.9.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부 상부 파손, 들뜸, 배수시설 배수로 균열(0.3㎜이상)의 발생 원인은 시공미흡, 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 추정되며, 발생한 손상에 대하여 단면보수, 주입보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 유지관리 등의 조치가 필요하다고 판단된다.

81.9.5 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.