제74장 패널식 옹벽 08

74.1 시설물 개요

74.2 자료수집 및 분석

74.3 현장조사

74.4 콘크리트 재료시험 조사

74.5 안전성능 평가

74.6 내구성능 평가

74.7 종합평가

74.8 유지관리 전략 제안

74.9 종합결론

제74장 패널식 옹벽 08

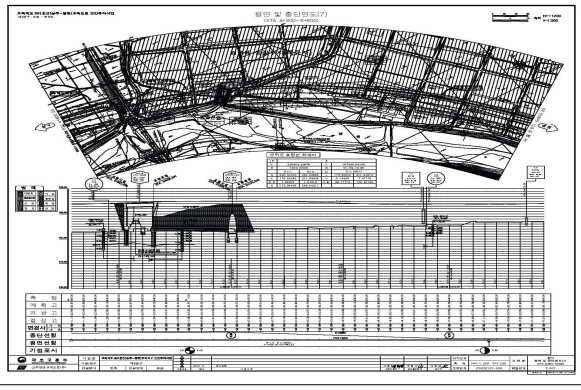
74.1. 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 화계리(상주영천고속도로 49.160~50.151km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 977.0m, 지면노출높이 9.1m의 패널식 보강토 옹벽이다.

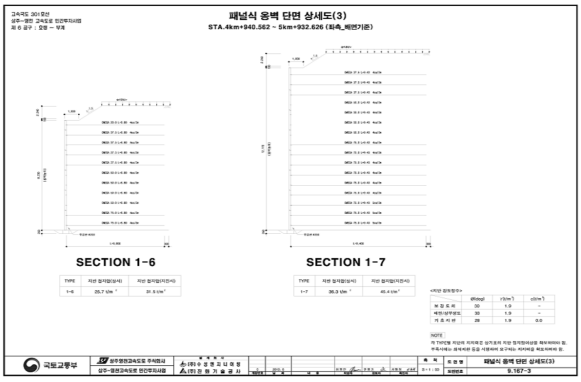
74.1.1 일반사항

【표 74.1】 옹벽 일반사항

시설물명	패널식 옹벽 08		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2017-0000075		관리번호	SY RW8
시설물위치	행정구역	대구광역시 군위군 효령면 화계리		
	위치좌표	시점 : 36° 11′05.8″ 128° 64′15.0″		
		종점 : 36° 11′55.7″ 128° 63′42.9″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 49.160~50.151km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	977.0m	지면노출 높 이	9.1m
	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	지에스건설㈜
	부대시설	-		
비 고				



위치도



단면도

74.1.2 위치도 및 전경사진

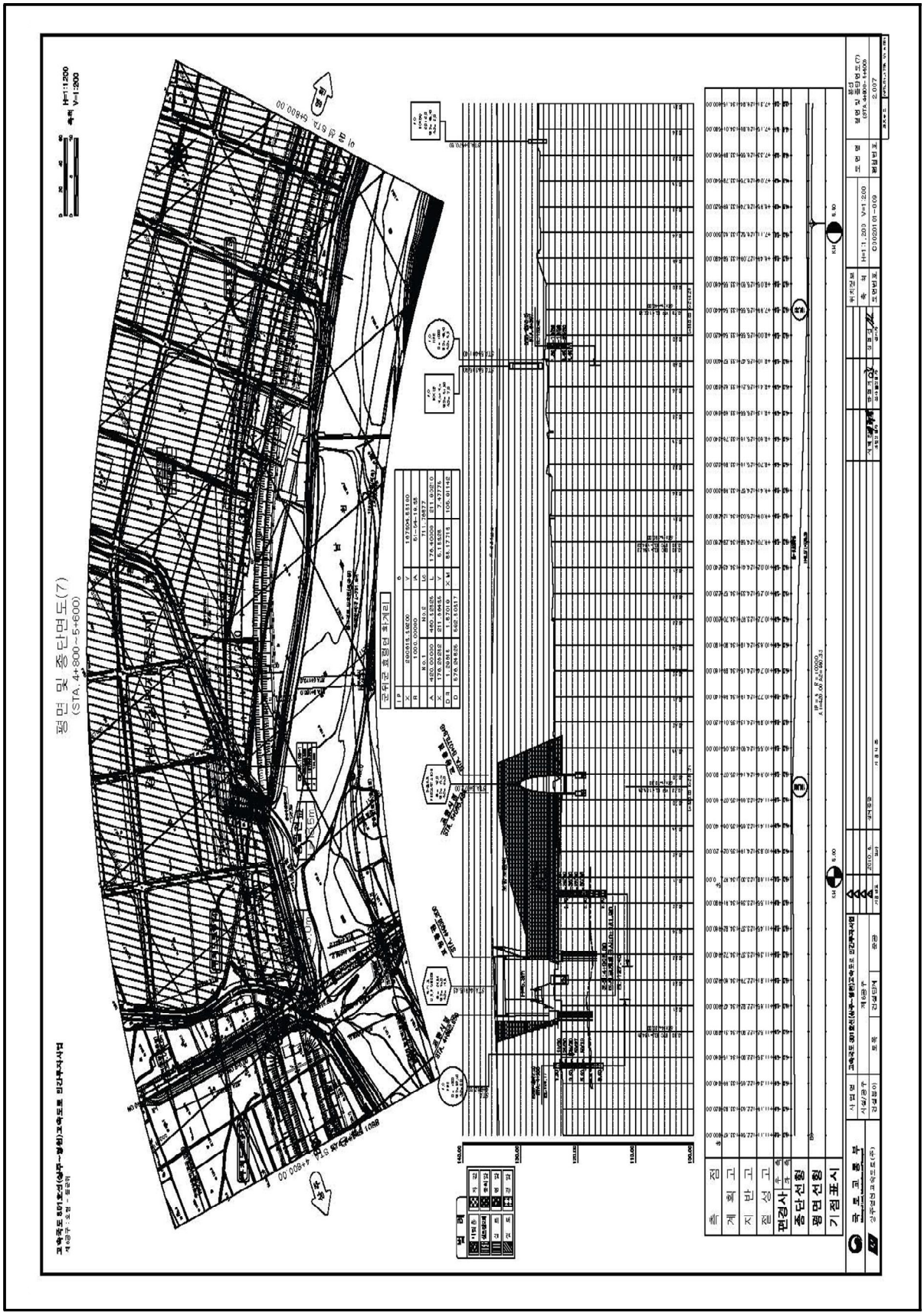
【그림 74.1】 위치도

시점부 전경	종점부 전경

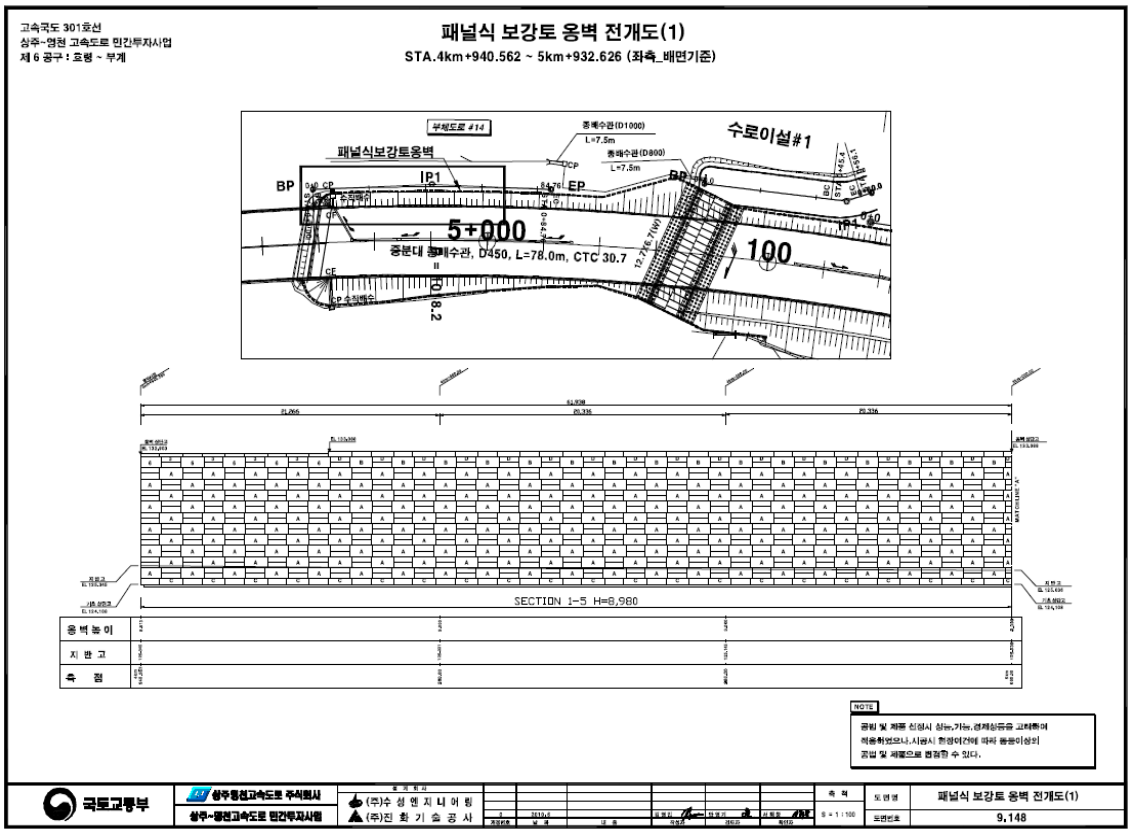
【그림 74.2】 전경사진

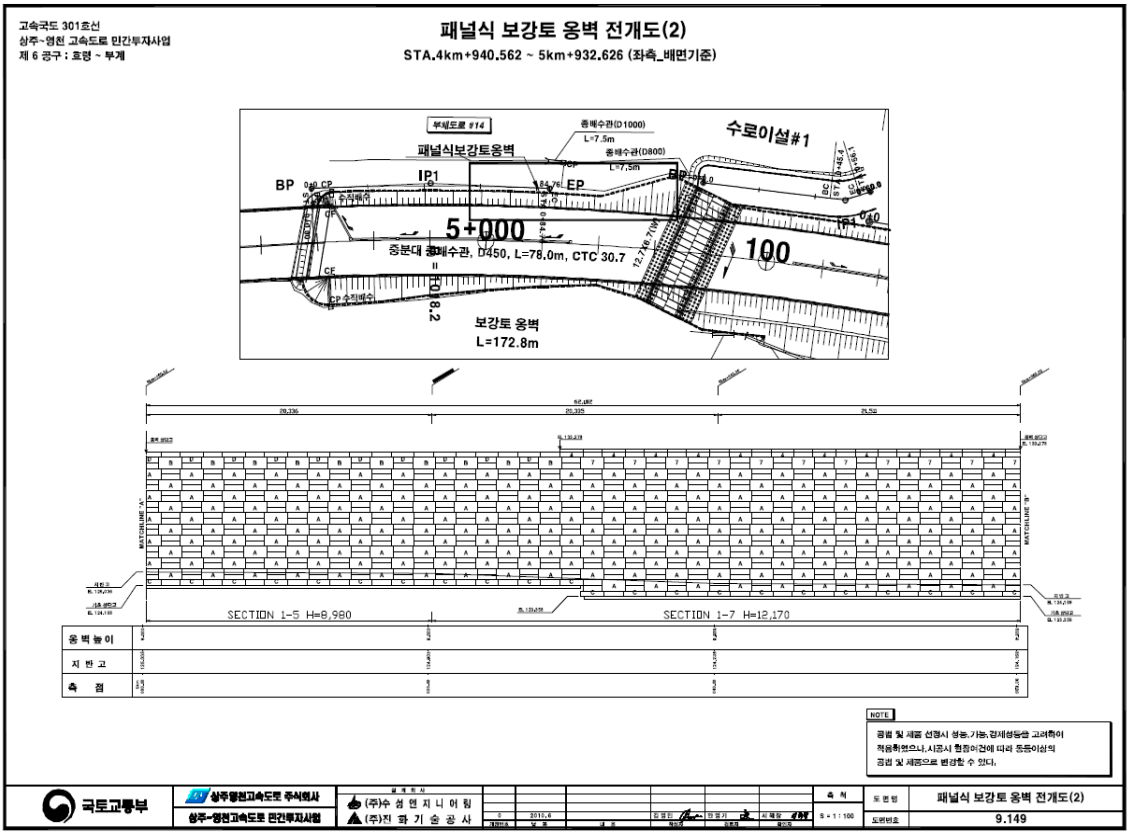
전면부 전경	배수로 전경
하부 전경	상부 전경
광파기를 이용한 측량 작업	광파기를 이용한 경사도 측정

74.1.3 시설물 일반도

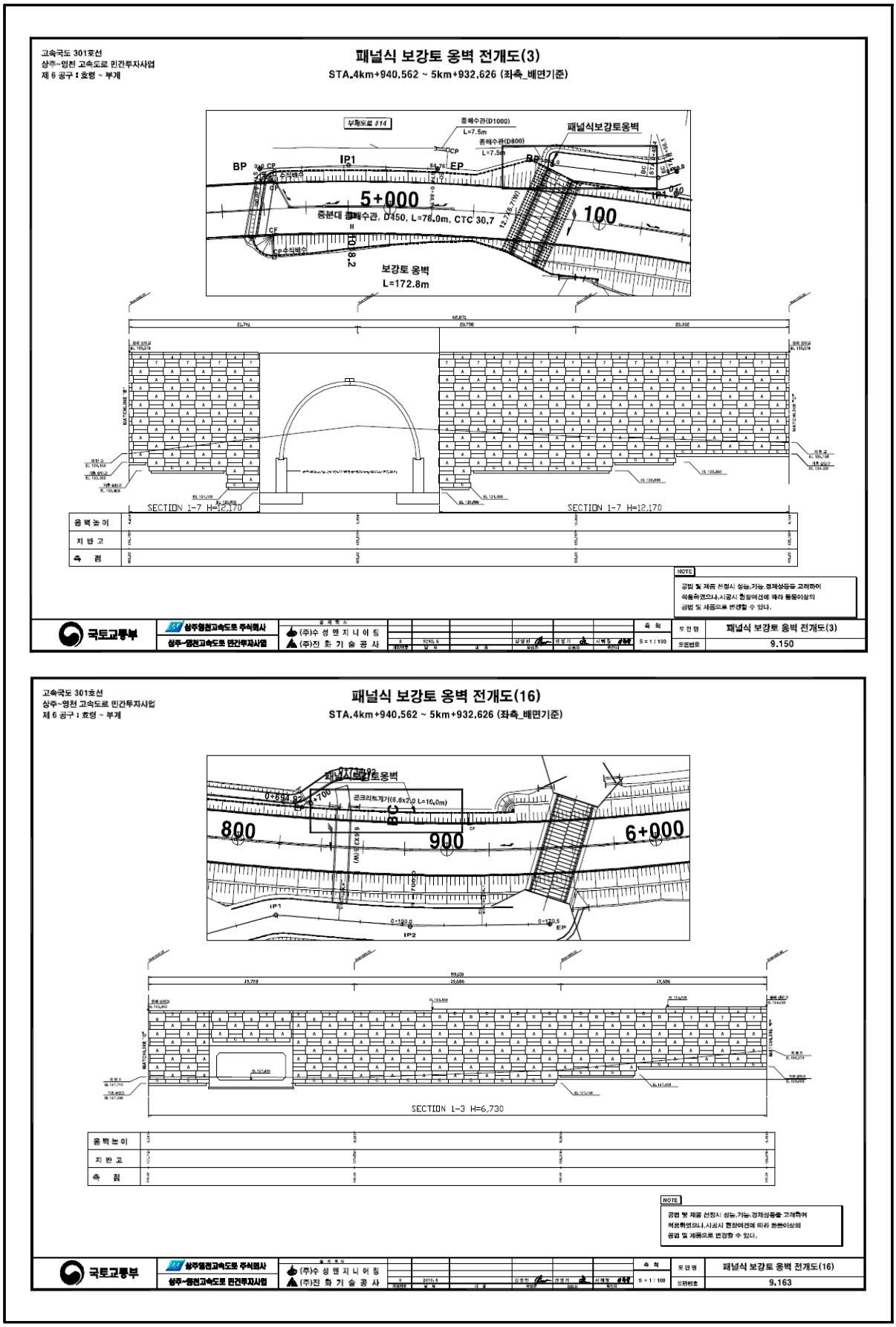


【그림 74.3】 종평면도

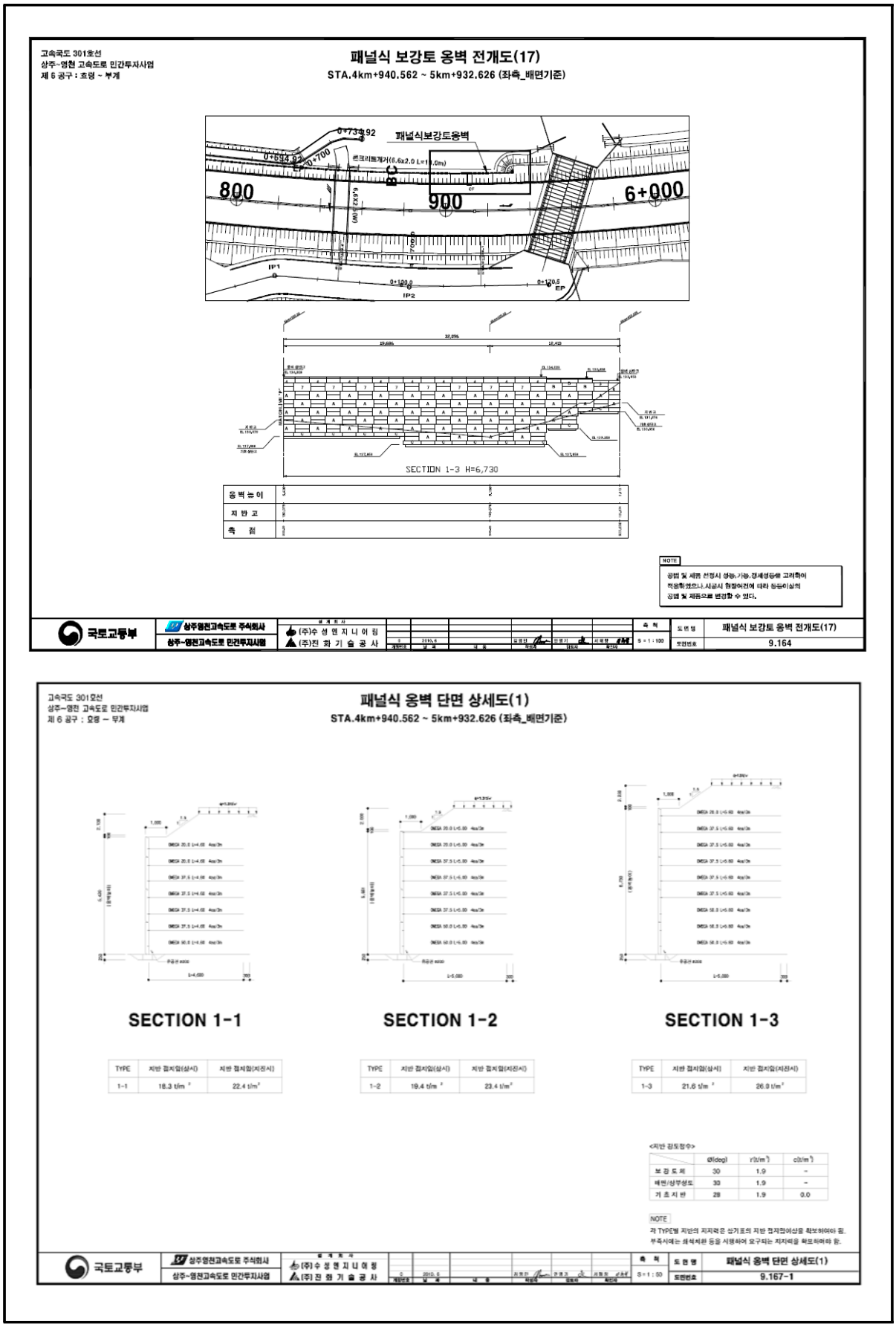

고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 호평 ~ 부계
패널식 보강토 옹벽 전개도(1)
STA.4km+940.562 ~ 5km+932.626 (좌측_배면기준)
부세도로 #14
패널식보강토옹벽
종배수관(D1000)
L=7.5m
종배수관(D800)
L=7.5m
수로이설#1
BP
IP1
EP
5+000
중분대 종배수관, D450, L=78.0m, CTC 30.7
100
SECTION 1-5 H=8,980
옹벽높이
지 반 고
측 점
NOTE
공법 및 재료 선정시 성능,기능,경제성등을 고려하여 적용하였으나,시공시 현장여건에 따라 동등이상의 공법 및 재료으로 변경할 수 있다.
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)수 성 엔 지 니 어 링
(주)진 화 기 술 공 사
축 척
도 면 명
패널식 보강토 옹벽 전개도(1)
도면번호
9.148


고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 호평 ~ 부계
패널식 보강토 옹벽 전개도(2)
STA.4km+940.562 ~ 5km+932.626 (좌측_배면기준)
부세도로 #14
패널식보강토옹벽
종배수관(D1000)
L=7.5m
종배수관(D800)
L=7.5m
수로이설#1
BP
IP1
EP
5+000
중분대 종배수관, D450, L=78.0m, CTC 30.7
100
보강토 옹벽
L=172.8m
SECTION 1-5 H=8,980
SECTION 1-7 H=12,170
옹벽높이
지 반 고
측 점
NOTE
공법 및 재료 선정시 성능,기능,경제성등을 고려하여 적용하였으나,시공시 현장여건에 따라 동등이상의 공법 및 재료으로 변경할 수 있다.
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)수 성 엔 지 니 어 링
(주)진 화 기 술 공 사
축 척
도 면 명
패널식 보강토 옹벽 전개도(2)
도면번호
9.149

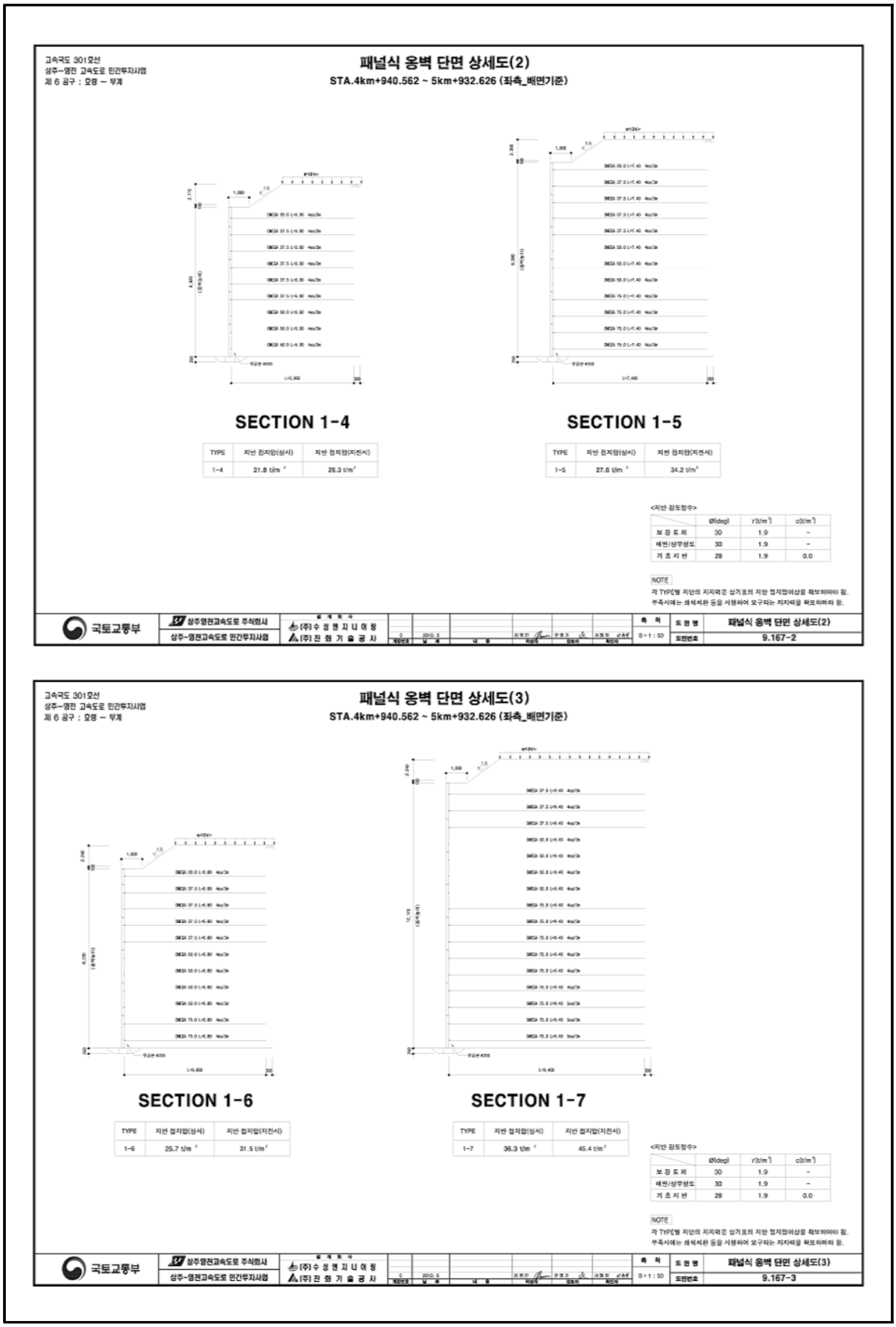
【그림 74.4】 전개도


고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 효령 ~ 부계
패널식 보강토 옹벽 전개도(3)
STA.4km+940.562 ~ 5km+932.626 (좌측_배면기준)
부채도로 #14
종배수관(D1000)
L=7.5m
종배수관(D800)
L=7.5m
패널식보강토옹벽
BP
IP1
EP
5+000
중분대 종배수관, D450, L=78.0m, CTC 30.7
100
보강토 옹벽
L=172.8m
SECTION 1-7 H=12,170
옹벽높이
지반고
측점
NOTE
공법 및 제품 선정시 성능,기능,경제성등을 고려하여
적용하였으나,시공시 현장여건에 따라 동등이상의
공법 및 제품으로 변경할 수 있다.
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)수 성 엔 지 니 어 링
(주)진 화 기 술 공 사
축 척
S = 1 : 100
도면명
패널식 보강토 옹벽 전개도(3)
도면번호
9.150
고속국도 301호선
상주~영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 효령 ~ 부계
패널식 보강토 옹벽 전개도(16)
STA.4km+940.562 ~ 5km+932.626 (좌측_배면기준)
패널식보강토옹벽
콘크리트개거(6.8x2.0 L=16.0m)
800
900
6+000
IP1
IP2
EP
SECTION 1-3 H=6,730
옹벽높이
지반고
측점
NOTE
공법 및 제품 선정시 성능,기능,경제성등을 고려하여
적용하였으나,시공시 현장여건에 따라 동등이상의
공법 및 제품으로 변경할 수 있다.
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)수 성 엔 지 니 어 링
(주)진 화 기 술 공 사
축 척
S = 1 : 100
도면명
패널식 보강토 옹벽 전개도(16)
도면번호
9.163

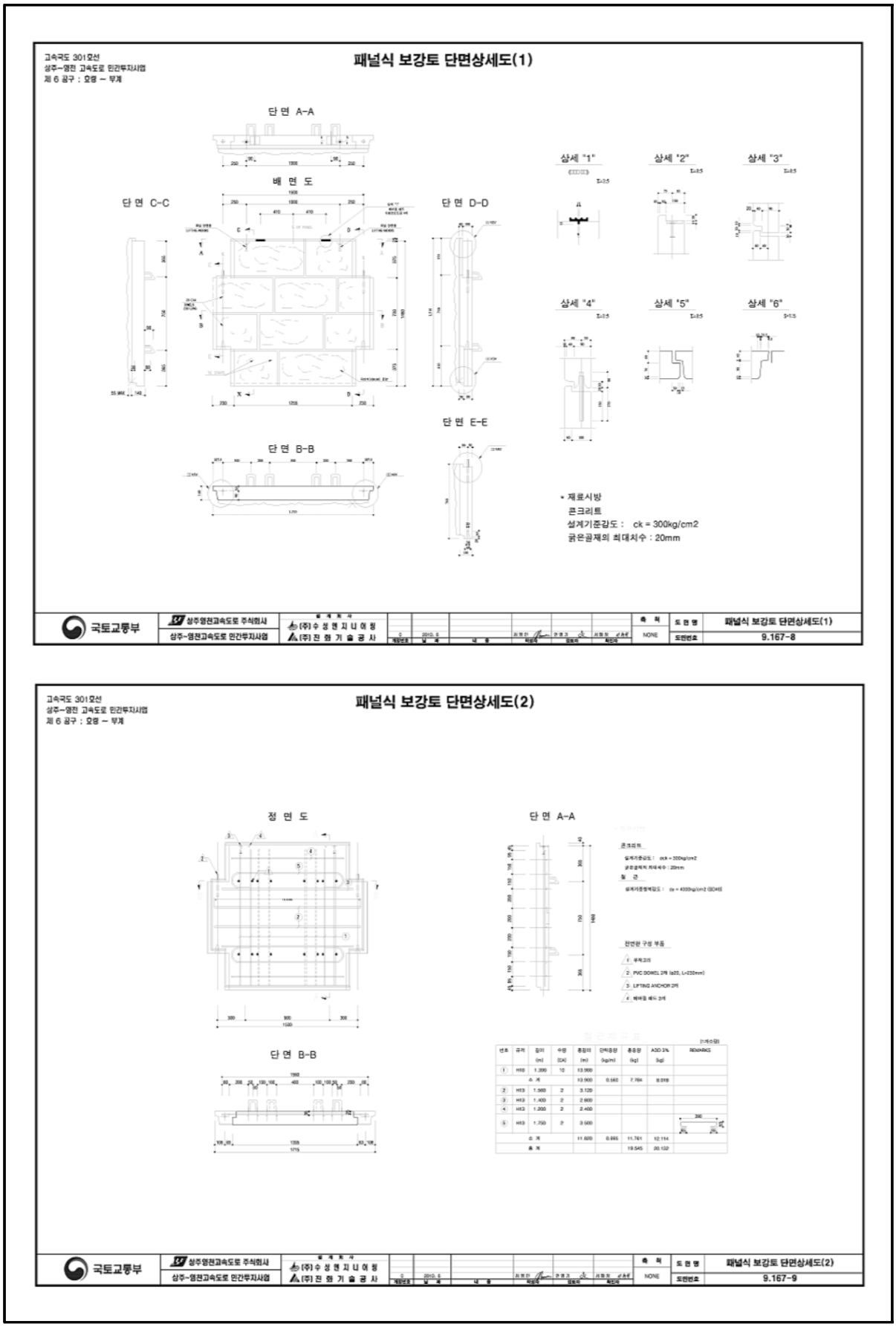
【그림 8.4】 전개도(계속)


패널식 보강토 옹벽 전개도(17)
STA.4km+940.562 ~ 5km+932.626 (좌측_배면기준)
패널식보강토옹벽
800
900
6+000
SECTION 1-3 H=6,730
패널식 옹벽 단면 상세도(1)
STA.4km+940.562 ~ 5km+932.626 (좌측_배면기준)
SECTION 1-1
SECTION 1-2
SECTION 1-3

【그림 74.5】 단면도


고속국도 301호선
상주-영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 오행 ~ 무계
패널식 옹벽 단면 상세도(2)
STA.4km+940.562 ~ 5km+932.626 (좌측_배면기준)
SECTION 1-4
TYPE | 지반 접지압(상시) | 지반 접지압(지진시)
1-4 | 21.8 t/m² | 26.3 t/m²
SECTION 1-5
TYPE | 지반 접지압(상시) | 지반 접지압(지진시)
1-5 | 27.6 t/m² | 34.2 t/m²
<지반 강도정수>
| | Ø(deg) | γ(t/m³) | c(t/m²)
보 강 도 제 | 30 | 1.9 | -
배면/상부성토 | 30 | 1.9 | -
기 초 지 반 | 28 | 1.9 | 0.0
NOTE
각 TYPE별 지반의 지지력은 상기표의 지반 접지압이상을 확보하여야 함.
부족시에는 쇄석치환 등을 시행하여 요구되는 지지력을 확보하여야 함.
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)수성엔지니어링
(주)진화기술공사
축 척 S=1:50
도 면 명 패널식 옹벽 단면 상세도(2)
도면번호 9.167-2
고속국도 301호선
상주-영천 고속도로 민간투자사업
제 6 공구 : 오행 ~ 무계
패널식 옹벽 단면 상세도(3)
STA.4km+940.562 ~ 5km+932.626 (좌측_배면기준)
SECTION 1-6
TYPE | 지반 접지압(상시) | 지반 접지압(지진시)
1-6 | 25.7 t/m² | 31.5 t/m²
SECTION 1-7
TYPE | 지반 접지압(상시) | 지반 접지압(지진시)
1-7 | 36.3 t/m² | 45.4 t/m²
<지반 강도정수>
| | Ø(deg) | γ(t/m³) | c(t/m²)
보 강 도 제 | 30 | 1.9 | -
배면/상부성토 | 30 | 1.9 | -
기 초 지 반 | 28 | 1.9 | 0.0
NOTE
각 TYPE별 지반의 지지력은 상기표의 지반 접지압이상을 확보하여야 함.
부족시에는 쇄석치환 등을 시행하여 요구되는 지지력을 확보하여야 함.
국토교통부
상주영천고속도로 주식회사
상주~영천고속도로 민간투자사업
(주)수성엔지니어링
(주)진화기술공사
축 척 S=1:50
도 면 명 패널식 옹벽 단면 상세도(3)
도면번호 9.167-3

【그림 8.5】 단면도(계속)


패널식 보강토 단면상세도(1)
단 면 A-A
배 면 도
단 면 C-C
단 면 D-D
단 면 E-E
단 면 B-B
상세 "1"
상세 "2"
상세 "3"
상세 "4"
상세 "5"
상세 "6"
• 재료시방
콘크리트
설계기준강도 : ck = 300kg/cm2
굵은골재의 최대치수 : 20mm
패널식 보강토 단면상세도(2)
정 면 도
단 면 A-A
단 면 B-B

【그림 8.5】 단면도(계속)

74.2. 자료수집 및 분석

74.2.1 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
Present Date/Time: Fri Oct 17 13:21:42 2014

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD

MSEW(3.0): Update # 14.93

PROJECT IDENTIFICATION

Title:
Project Number: 2014 08
Client:
Designer: Towoo
Station Number:

Description:

패널식 보강토 옹벽

Company's information:

Name: 토우산업(주)
Street: 송파구 방이동 124-12
대원빌딩 4층
서울,
Telephone #: 02-422-7141
Fax #: 02-425-3938
E-Mail: eswall@chollian.net

Original file path and name: \\설계부서버\-D drive-\01.설계\05. 2014년\42. (관련+오?.... .....11.605m, Hs=2.40.BEN
Original date and time of creating this file: Mon Mar 04 11:39:39 2013

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

Copyright ?1998-2014 ADAMA Engineering, Inc. Page 1 of 11 License number MSEW-302755

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
Present Date/Time: Fri Oct 17 13:21:42 2014

SOIL DATA

REINFORCED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m ?
Design value of internal angle of friction, φ 30.0 ?

RETAINED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m ?
Design value of internal angle of friction, φ 30.0 ?

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)
Equivalent unit weight, γ equiv. 19.0 kN/m ?
Equivalent internal angle of friction, φ equiv. 28.0 ?
Equivalent cohesion, c equiv. 0.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10? Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Ka (external stability) = 0.3388 (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 = 25.80 Nγ = 16.72

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_d = 0.099 => Kh = Am = 0.099
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 25 mm, using FHWA-NHI-00-043 equation)

Kae (Kh > 0) = 0.4127 Kae (Kh = 0) = 0.3388 Δ Kae = 0.0740
Seismic soil-metal strip friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.

Copyright ?1998-2014 ADAMA Engineering, Inc. Page 2 of 11 License number MSEW-302755

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
Present Date/Time: Fri Oct 17 13:21:42 2014

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]	207.0	387.0	517.0	775.0	N/A
Gross width of strip, b [mm]	100.0	100.0	100.0	100.0	N/A
Vertical spacing, Sv [m]	Varies	Varies	Varies	Varies	N/A
Design cross section area, Ac [mm ?	100.00	100.00	100.00	100.00	N/A

Ribbed steel strips.
Uniformity Coefficient of reinforced soil, Cu = D60/D10 = 4.0

Friction angle along reinforcement-soil interface, ρ					
@ the top	60.97	60.97	60.97	60.97	N/A
@ 6.0 m or below	30.00	30.00	30.00	30.00	N/A
Pullout resistance factor, F*					
@ the top	1.80	1.80	1.80	1.80	N/A
@ 6.0 m or below	0.58	0.58	0.58	0.58	N/A
Scale-effect correction factor, α	1.00	1.00	1.00	1.00	N/A

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.70
1 m	1.60
2 m	1.50
3 m	1.40
4 m	1.30
5 m	1.25
6 m	1.20

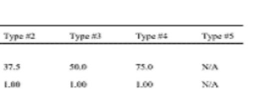
Copyright ?1998-2014 ADAMA Engineering, Inc. Page 3 of 11 License number MSEW-302755

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
Present Date/Time: Fri Oct 17 13:21:42 2014

INPUT DATA: Facia and Connection
(Analysis)

FACIA type: Segmental precast concrete panels.
Depth of panel is 0.14 m. Horizontal distance to Center of Gravity of panel is 0.07 m.
Average unit weight of panel is γf = 30.00 kN/m ?

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.85
0.25	0.85
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00



D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	20.0	37.5	50.0	75.0	N/A
Strength reduction at the connection, CRu = Fyc / Fy	1.00	1.00	1.00	1.00	N/A

Copyright ?1998-2014 ADAMA Engineering, Inc. Page 4 of 11 License number MSEW-302755

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

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

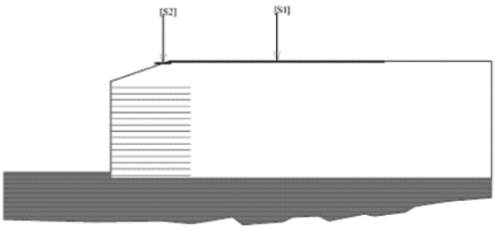
Design height, Hd 11.61 [m] { Embedded depth is E = 0.75 m, and height above top of finished bottom grade is H = 10.86 m }

Batter, ω 0.0 [deg]
Backslope, β 20.0 [deg]
Backslope rise 2.4 [m] Broken back equivalent angle, l = 5.987 (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
[S1] Strip Load, Qv-d = 0.0 and Qv-l = 13.0 [kPa].
Footing width, b=24.4 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 19.0 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.
[S2] Strip Load, Qv-d = 30.8 and Qv-l = 0.0 [kPa].
Footing width, b=1.6 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 6.0 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

ANALYZED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

Page 5 of 11
Copyright: 1998-2004 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302755

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Static conditions)
Bearing capacity, Fs = 3.23, Meyerhof stress = 344.89 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.866, Eccentricity, e/L = 0.1202, Fs-overturning = 3.46

#	METAL STRIP Elevation [m]	Length [m]	Type #	CONNECTION 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	9.10	4	N/A	1.71	1.71	1.694	5.522	2.073	0.1125	75.0
2	1.13	9.10	4	N/A	1.86	1.86	1.805	5.300	2.174	0.0978	75.0
3	1.88	9.10	4	N/A	1.61	1.61	1.534	4.031	2.285	0.0836	75.0
4	2.63	9.10	4	N/A	1.75	1.75	1.636	3.822	2.488	0.0699	75.0
5	3.38	9.10	4	N/A	1.92	1.92	1.751	3.643	2.546	0.0566	75.0
6	4.13	9.10	4	N/A	2.11	2.11	1.884	3.402	2.708	0.0438	75.0
7	4.88	9.10	4	N/A	2.33	2.33	2.036	3.192	2.874	0.0313	75.0
8	5.63	9.10	4	N/A	2.57	2.57	2.198	2.984	3.073	0.0190	75.0
9	6.38	9.10	3	N/A	1.85	1.85	1.570	3.422	3.308	0.0068	50.0
10	7.13	9.10	3	N/A	1.98	1.98	1.684	3.963	3.563	-0.0056	50.0
11	7.88	9.10	3	N/A	2.23	2.23	1.895	4.686	3.878	-0.0185	50.0
12	8.63	9.10	2	N/A	1.90	1.90	1.619	5.434	4.232	-0.0324	37.5
13	9.38	9.10	2	N/A	2.12	2.12	1.800	5.941	4.662	-0.0485	37.5
14	10.13	9.10	2	N/A	2.42	2.42	2.059	6.412	5.174	-0.0686	37.5
15	10.88	9.10	2	N/A	2.39	2.39	2.029	5.740	5.774	-0.0969	37.5

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Seismic conditions)
Bearing capacity, Fs = 2.08, Meyerhof stress = 431.15 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.387, Eccentricity, e/L = 0.1974, Fs-overturning = 2.30

#	METAL STRIP Elevation [m]	Length [m]	Type #	CONNECTION 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	9.10	4	N/A	1.45	1.45	1.438	3.751	1.543	0.1854	75.0
2	1.13	9.10	4	N/A	1.58	1.58	1.530	3.594	1.626	0.1601	75.0
3	1.88	9.10	4	N/A	1.37	1.37	1.299	2.731	1.724	0.1369	75.0
4	2.63	9.10	4	N/A	1.48	1.48	1.384	2.597	1.834	0.1148	75.0
5	3.38	9.10	4	N/A	1.62	1.62	1.480	2.443	1.959	0.0940	75.0
6	4.13	9.10	4	N/A	1.78	1.78	1.590	2.298	2.103	0.0743	75.0
7	4.88	9.10	4	N/A	1.97	1.97	1.717	2.154	2.270	0.0556	75.0
8	5.63	9.10	4	N/A	2.17	2.17	1.853	2.013	2.464	0.0378	75.0
9	6.38	9.10	3	N/A	1.56	1.56	1.327	2.314	2.694	0.0208	50.0
10	7.13	9.10	3	N/A	1.66	1.66	1.411	2.656	2.970	0.0044	50.0
11	7.88	9.10	3	N/A	1.83	1.83	1.556	3.078	3.305	-0.0119	50.0
12	8.63	9.10	2	N/A	1.52	1.52	1.296	3.481	3.718	-0.0285	37.5
13	9.38	9.10	2	N/A	1.66	1.66	1.410	3.723	4.234	-0.0465	37.5
14	10.13	9.10	2	N/A	1.84	1.84	1.564	3.897	4.878	-0.0678	37.5
15	10.88	9.10	2	N/A	1.82	1.82	1.546	3.501	5.655	-0.0967	37.5

GLOBAL/COMPOUND STABILITY ANALYSIS (Using Bishop method and ROR = 1.0)
STATIC CONDITIONS: For the specified search grid, the calculated minimum Fs is 1.613
(it corresponds to a critical circle at Xc = -0.92, Yc = 18.02 and R = 21.12 [m]).

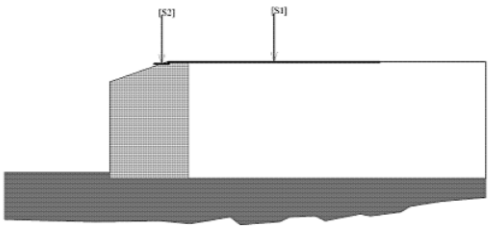
SEISMIC CONDITIONS: For the specified search grid, the calculated minimum Fs is 1.485
(it corresponds to a critical circle at Xc = -1.53, Yc = 21.68 and R = 24.60 [m]).

Page 6 of 11
Copyright: 1998-2004 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302755

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

BEARING CAPACITY for GIVEN LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q-ult	1115.4	894.9	[kPa]
Meyerhof stress, σv	344.89	431.1	[kPa]
Eccentricity, e	1.84	1.73	[m]
Eccentricity, e/L	0.114	0.190	
Fs calculated	3.23	2.08	
Base length	9.10	9.10	[m]



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

Page 7 of 11
Copyright: 1998-2004 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302755

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls

DIRECT SLIDING for GIVEN LAYOUT (for METAL STRIPS reinforcements)

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.866 and Fs-seismic = 1.387

#	Metal strip Elevation [m]	Metal strip Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Metal strip Type #	Product name
1	0.38	9.10	2.073	1.543	4	75.0
2	1.13	9.10	2.174	1.626	4	75.0
3	1.88	9.10	2.285	1.724	4	75.0
4	2.63	9.10	2.488	1.834	4	75.0
5	3.38	9.10	2.546	1.959	4	75.0
6	4.13	9.10	2.708	2.103	4	75.0
7	4.88	9.10	2.874	2.270	4	75.0
8	5.63	9.10	3.073	2.464	4	75.0
9	6.38	9.10	3.308	2.694	3	50.0
10	7.13	9.10	3.563	2.970	3	50.0
11	7.88	9.10	3.878	3.305	3	50.0
12	8.63	9.10	4.232	3.718	2	37.5
13	9.38	9.10	4.662	4.234	2	37.5
14	10.13	9.10	5.174	4.878	2	37.5
15	10.88	9.10	5.774	5.655	2	37.5

ECCENTRICITY for GIVEN LAYOUT (for Simplified Method)

At interface with foundation: e/L static = 0.1202, e/L seismic = 0.1974; Overturning: Fs-static = 3.46, Fs-seismic = 2.30

#	Metal strip Elevation [m]	Metal strip Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Metal strip Type #	Product name
1	0.38	9.10	0.1125	0.1854	4	75.0
2	1.13	9.10	0.0978	0.1601	4	75.0
3	1.88	9.10	0.0836	0.1369	4	75.0
4	2.63	9.10	0.0699	0.1148	4	75.0
5	3.38	9.10	0.0566	0.0940	4	75.0
6	4.13	9.10	0.0438	0.0743	4	75.0
7	4.88	9.10	0.0313	0.0556	4	75.0
8	5.63	9.10	0.0190	0.0378	4	75.0
9	6.38	9.10	0.0068	0.0208	3	50.0
10	7.13	9.10	-0.0056	0.0044	3	50.0
11	7.88	9.10	-0.0185	-0.0119	3	50.0
12	8.63	9.10	-0.0324	-0.0285	2	37.5
13	9.38	9.10	-0.0485	-0.0465	2	37.5
14	10.13	9.10	-0.0686	-0.0678	2	37.5
15	10.88	9.10	-0.0969	-0.0967	2	37.5

Page 8 of 11
Copyright: 1998-2004 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302755

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
Present Date/Time: Fri Oct 17 13:21:42 2014

RESULTS for STRENGTH [Note: Actual Fs-overall = (Yield stress) / (Actual stress)] For Simplified Method
Live Load included in calculating Tmax

#	Metal strip Elevation [m]	Coverage ratio, Rc=b/Sh	Horizontal spacing, Sh [m]	Long-term strength Fy달c띠c/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	0.167	0.600	129.2	76.27	13.55	N/A	1.694	N/A	1.438
2	1.13	0.167	0.600	129.2	71.55	12.86	N/A	1.805	N/A	1.530
3	1.88	0.133	0.750	103.3	67.36	12.18	N/A	1.534	N/A	1.299
4	2.63	0.133	0.750	103.3	63.18	11.49	N/A	1.636	N/A	1.384
5	3.38	0.133	0.750	103.3	59.00	10.80	N/A	1.751	N/A	1.480
6	4.13	0.133	0.750	103.3	54.86	10.12	N/A	1.884	N/A	1.590
7	4.88	0.133	0.750	103.3	50.74	9.43	N/A	2.036	N/A	1.717
8	5.63	0.133	0.750	103.3	47.02	8.74	N/A	2.198	N/A	1.853
9	6.38	0.133	0.750	68.9	43.91	8.05	N/A	1.570	N/A	1.327
10	7.13	0.133	0.750	68.9	40.93	7.93	N/A	1.684	N/A	1.411
11	7.88	0.133	0.750	68.9	36.38	7.93	N/A	1.895	N/A	1.556
12	8.63	0.133	0.750	51.6	31.88	7.93	N/A	1.619	N/A	1.296
13	9.38	0.133	0.750	51.6	28.67	7.93	N/A	1.800	N/A	1.410
14	10.13	0.133	0.750	51.6	25.07	7.93	N/A	2.059	N/A	1.564
15	10.88	0.133	0.750	51.6	25.44	7.93	N/A	2.029	N/A	1.546

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	0.167	76.27	13.55	8.87	0.23	421.1	N/A	5.522	336.9	N/A	3.751
2	1.13	0.167	71.55	12.86	8.42	0.68	379.2	N/A	5.300	303.3	N/A	3.594
3	1.88	0.133	67.36	12.18	7.97	1.13	271.5	N/A	4.031	217.2	N/A	2.731
4	2.63	0.133	63.18	11.49	7.52	1.58	241.5	N/A	3.822	193.2	N/A	2.587
5	3.38	0.133	59.00	10.80	7.07	2.03	213.2	N/A	3.613	170.5	N/A	2.443
6	4.13	0.133	54.86	10.12	6.62	2.48	186.6	N/A	3.402	149.3	N/A	2.298
7	4.88	0.133	50.74	9.43	6.17	2.93	162.0	N/A	3.192	129.6	N/A	2.154
8	5.63	0.133	47.02	8.74	5.72	3.38	140.3	N/A	2.984	112.3	N/A	2.013
9	6.38	0.133	43.91	8.05	5.27	3.83	150.3	N/A	3.422	120.2	N/A	2.314
10	7.13	0.133	40.93	7.93	5.19	3.91	162.2	N/A	3.963	129.8	N/A	2.656
11	7.88	0.133	36.38	7.93	5.19	3.91	170.5	N/A	4.686	136.4	N/A	3.078
12	8.63	0.133	31.88	7.93	5.19	3.91	173.2	N/A	5.434	138.6	N/A	3.481
13	9.38	0.133	28.67	7.93	5.19	3.91	170.3	N/A	5.941	136.3	N/A	3.723
14	10.13	0.133	25.07	7.93	5.19	3.91	160.7	N/A	6.412	128.6	N/A	3.897
15	10.88	0.133	25.44	7.93	5.19	3.91	146.0	N/A	5.740	116.8	N/A	3.501

Copyright ?1998-2014 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302755

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
Present Date/Time: Fri Oct 17 13:21:42 2014

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

#	Metal strip Elevation [m]	Coverage ratio Rc=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	0.167	0.600	75.5	1.00	129.2	129.2	N/A	1.71	N/A	1.71	75.0
2	1.13	0.167	0.600	69.5	1.00	129.2	129.2	N/A	1.86	N/A	1.86	75.0
3	1.88	0.133	0.750	64.1	1.00	103.3	103.3	N/A	1.61	N/A	1.61	75.0
4	2.63	0.133	0.750	58.9	1.00	103.3	103.3	N/A	1.75	N/A	1.75	75.0
5	3.38	0.133	0.750	53.8	1.00	103.3	103.3	N/A	1.92	N/A	1.92	75.0
6	4.13	0.133	0.750	49.0	1.00	103.3	103.3	N/A	2.11	N/A	2.11	75.0
7	4.88	0.133	0.750	44.3	1.00	103.3	103.3	N/A	2.33	N/A	2.33	75.0
8	5.63	0.133	0.750	40.2	1.00	103.3	103.3	N/A	2.57	N/A	2.57	75.0
9	6.38	0.133	0.750	37.3	1.00	68.9	68.9	N/A	1.85	N/A	1.85	50.0
10	7.13	0.133	0.750	34.8	1.00	68.9	68.9	N/A	1.98	N/A	1.98	50.0
11	7.88	0.133	0.750	30.9	1.00	68.9	68.9	N/A	2.23	N/A	2.23	50.0
12	8.63	0.133	0.750	27.1	1.00	51.6	51.6	N/A	1.90	N/A	1.90	37.5
13	9.38	0.133	0.750	24.4	1.00	51.6	51.6	N/A	2.12	N/A	2.12	37.5
14	10.13	0.133	0.750	21.3	1.00	51.6	51.6	N/A	2.42	N/A	2.42	37.5
15	10.88	0.133	0.750	21.6	1.00	51.6	51.6	N/A	2.39	N/A	2.39	37.5

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

#	Metal strip Elevation [m]	Coverage ratio Rc=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	0.167	0.600	88.9	1.00	129.2	129.2	N/A	1.45	N/A	1.45	75.0
2	1.13	0.167	0.600	81.9	1.00	129.2	129.2	N/A	1.58	N/A	1.58	75.0
3	1.88	0.133	0.750	75.7	1.00	103.3	103.3	N/A	1.37	N/A	1.37	75.0
4	2.63	0.133	0.750	69.6	1.00	103.3	103.3	N/A	1.48	N/A	1.48	75.0
5	3.38	0.133	0.750	63.7	1.00	103.3	103.3	N/A	1.62	N/A	1.62	75.0
6	4.13	0.133	0.750	58.0	1.00	103.3	103.3	N/A	1.78	N/A	1.78	75.0
7	4.88	0.133	0.750	52.6	1.00	103.3	103.3	N/A	1.97	N/A	1.97	75.0
8	5.63	0.133	0.750	47.6	1.00	103.3	103.3	N/A	2.17	N/A	2.17	75.0
9	6.38	0.133	0.750	44.2	1.00	68.9	68.9	N/A	1.56	N/A	1.56	50.0
10	7.13	0.133	0.750	41.5	1.00	68.9	68.9	N/A	1.66	N/A	1.66	50.0
11	7.88	0.133	0.750	37.7	1.00	68.9	68.9	N/A	1.83	N/A	1.83	50.0
12	8.63	0.133	0.750	33.8	1.00	51.6	51.6	N/A	1.52	N/A	1.52	37.5
13	9.38	0.133	0.750	31.1	1.00	51.6	51.6	N/A	1.66	N/A	1.66	37.5
14	10.13	0.133	0.750	28.0	1.00	51.6	51.6	N/A	1.84	N/A	1.84	37.5
15	10.88	0.133	0.750	28.4	1.00	51.6	51.6	N/A	1.82	N/A	1.82	37.5

Copyright ?1998-2014 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302755

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls
Present Date/Time: Fri Oct 17 13:21:42 2014

GLOBAL/COMPOUND STABILITY ANALYSIS (Using Bishop method and ROR = 1.0)

A horizontal seismic coefficient, Kh=half of 'A', equal to 0.077 has been applied.
The seismic force is applied at the center of the sliding mass.

STATIC CONDITIONS:
For the specified search grid, the calculated minimum Fs is 1.613
(it corresponds to a critical circle at Xc = -0.92, Yc = 18.82 and R = 21.12 [m] where (x=0, y=0) is taken at the TOE or Xc = 29.08, Yc = 118.02 and R = 21.12 [m] when the terrain coordinate system is used as shown in the table below.)

SEISMIC CONDITIONS:
For the specified search grid, the calculated minimum Fs is 1.405
(it corresponds to a critical circle at Xc = -1.53, Yc = 21.68 and R = 24.60 [m] where (x=0, y=0) is taken at the TOE or Xc = 28.47, Yc = 121.68 and R = 24.60 [m] when the terrain coordinate system is used as shown in the table below.)

TERRAIN/WATER PROFILE

Point	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11
Soil layer #1: γ = 19.00 [kN/m ?] ϕ = 30.0? c = 0.00 [kN/m ?]											
x [m]	0.0	1.8	3.6	5.4	7.2	75.6	77.4	79.2	81.0	85.5	90.0
y [m]	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.0	100.0	100.0	100.0	118.0	350.4

Copyright ?1998-2014 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302755

지표지질조사

제 4 장 조 사 결 과

4.1 지표지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

가. 지형 개요

-이 지역의 지질은 백악기 경상층군의 중·하부층인 진주층 상부로부터 최상부의 자인층까지 분포하고 있으며 경상층군 상부에 해당하는 신라아층군에는 응회암층이 협재되어 있음

-이 층을 팔공산화강암을 비롯해서 산성 또는 중성 맥암가 구참암 등이 관입하고 있음

나. 지형특성

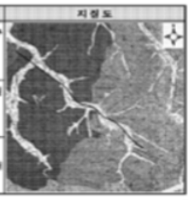
군위군계의 팔공산(해발 1193m)을 최고봉으로 동서로 긴 산맥을 이루고, 청송군계의 보현산(해발 1124m)에서 서쪽으로 산맥을 이루어 팔각산(해발 750m)에 이르러 북서로 매봉과 복두산 (해발 879m), 옥녀봉(해발 564m)으로 연결되는 산맥과 남서로 광가산(해발 755m)-화산 (해발 828m)-철암산(해발 556m) 으로 이어지는 산릉을 이룸

동부는 노고산-화산, 북서로 조림산(해발637m), 매봉산 (해발 480m) 능선, 마정산(해발 402m), 용무리산(해발 354m), 건지봉(해발 471m) 등이 위치함

서부는 팔공산에서 분리된 시루봉(해발 714m)과 북서로 발달한 긴 능선, 적라산(해발 352m), 남쪽으로 길게 뻗은 용무리 산릉, 북부의 청화산릉에서 남동-남-북서로 발달하는 성산(해발 692m) 능과 삼봉산(해발 448m) 북동부에서 남남서로 발달되어 국우산 (해발 509m)으로 연결되는 긴 능선과 낮은 구릉들로 이루어짐

보현산 서쪽 산릉지에서 발원하는 고현천과 안천, 신녕천과 옹호천이 각각 합류하여, 금호강으로 유입되어 남류하고, 북으로 발원하여 흐르는 위천에 구천이 합류하고, 영천시 북서부 팔공산-우지산 계곡에서 발원 하여 북으로 흐르는 사창천이 남천에 합류되어 효령면에서 위천으로 유입되고, 군위읍 동부에서 서류하는 신안천이 위천에 합류되어, 위천은 사행하면서 북동류하여 상주군 낙동면에서 낙동강으로 유입됨

다. 분포암층 특성

구 분	지질특성	지질도
동명층 (신주층)	-역암 또는 역질사암을 기저로 하는 암회색 셰일로 구성 -대체로 NNE의 주향과 10°~15°SE의 경사를 이룸	
일직층 (철곡층)	-역암, 역질사암, 사암, 실트스톤, 이회암, 이암 및 셰일로 구성 -대체로 N10°~15°E 주향과 10°~15°SE 경사 이룸	
산성 및 중성 암맥	-주로 산성암맥이며, 안산암질 암맥도 일부 분포 -지형적으로 지지대를 형성 테일러스 및 충적층에 의해 피복되어있으며 일부는 낮은 구릉의 형태를 보임	

라. 지질 계통도

지질시대		층 명		특 성	비 고
제4기		충적층(Qa)		-하천 및 산록 퇴적물	
		~~ 부정합 ~~			
중생대	백악기	산성암맥(Kad) 중성암맥(Kd)		-지상의 시맥	-전 구간에서 기반암을 관입
		--- 관입 ---			
		유천층군	안산암질암(Kat)	-주로 응회암으로 구성	-분포하지 않음
		--- 관입 및 분출 ---			
		하양층군	일직층(Ka4)	-사암, 적색 이사질 셰일, 역암 -주로 사암이 우세	-4공구 종점부 및 5공구 종점
		신동층군	진주층(Ks3)	-역질사암, 사암, 셰일의 교호 -하부층에서 이회암 호층 분포	-5공구 전 구간
		~~ 부정합 ~~			
선캠브리아		화강암질 편마암(Pcggn)		-엽리가 부분적으로 발달 -지상의 시맥	-10공구 일원 일부 분포

4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

■ 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

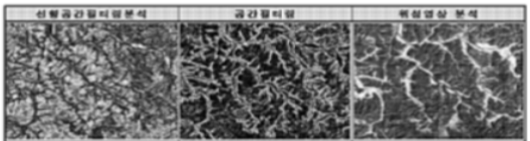
■ 원리 및 방법

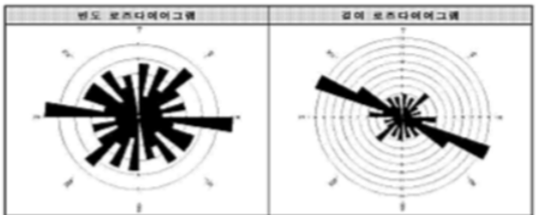
-30m급 해상도의 Landsat5 TM 위성영상을 이용하여 분석실시

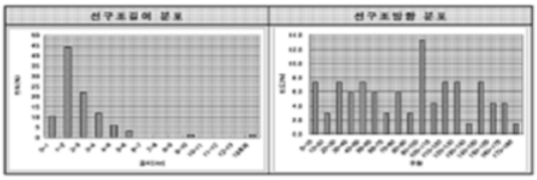
-선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 밴드비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용

-식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

■ 위성영상결과

선형공간필터링분석	공간필터링	위성영상 분석
		
-고주파강조 Laplacian 필터를 적용 인공적 선구조 판별 -농경지와 수로 등 저지대 인공구조물이 잘 관찰됨	-영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 -선구조 육안 판독에 유용한 자료임	-68개의 대, 소 선구조 파악 -우세한 방향은 N80°~90°W로 나타남 -과업노선과 4개의 선구조 교차

빈도 로즈다이어그램	길이 로즈다이어그램
	
-N80°~86°W 방향의 선구조 우세 -대체적으로 모든 방향으로 선구조 발달	-N50°~60°W 방향의 선구조 우세

선구조길이 분포	선구조방향 분포
	

나. 음영기복도(DEM)를 이용한 선구조 분석

■ 목 적

-과업지역에 대한 정밀한 선형구조 분석

-수치지도에 의한 음영기복도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인

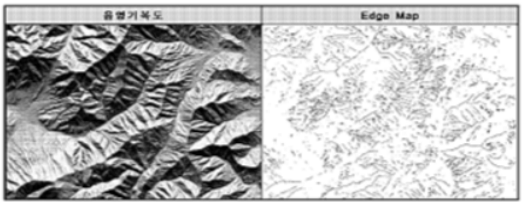
-선구조의 빈도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포특성 파악

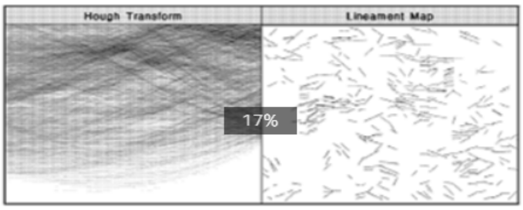
■ 분석 방법 및 과정

-수치지도로부터 작성된 DEM(Digital Elevation Model) 음영기복도를 이용, 선구조 추출

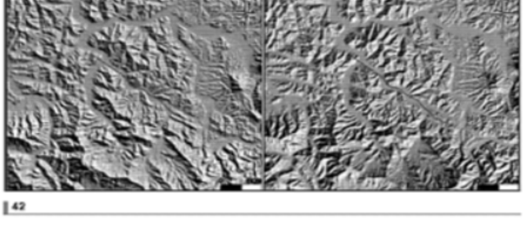
-선형구조의 빈도 및 연장에 대한 가중치 분석을 통한 선형구조의 분포특성 파악 및 지질구조와의 연관성 해명

초 기 이미지 → 이미지 분 석 → Edge 처 리 → Edge 지 도 → Hough 변환처리 → 구 간 최대영역 설 정 → Hough 변환처리 역 산 → 선구조도

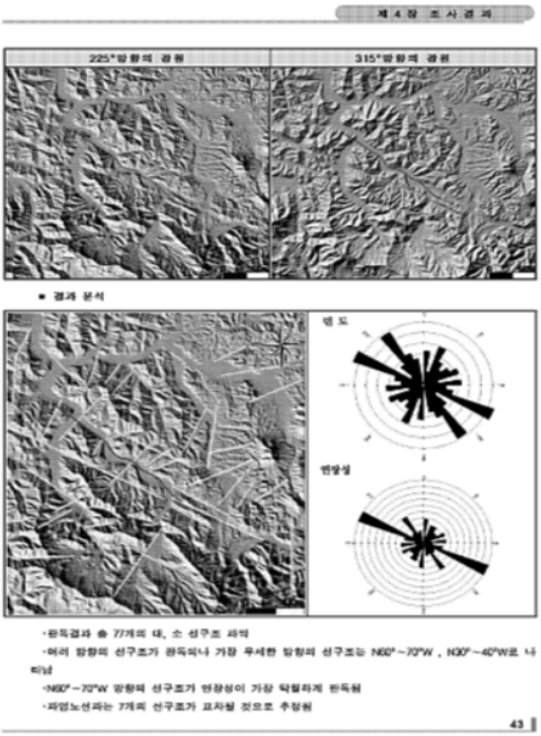
음영기복도	Edge Map
	

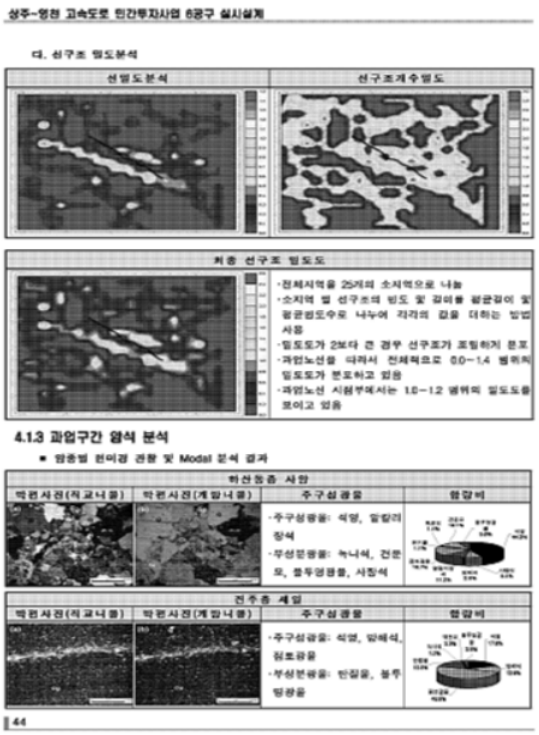
Hough Transform	Lineament Map
	

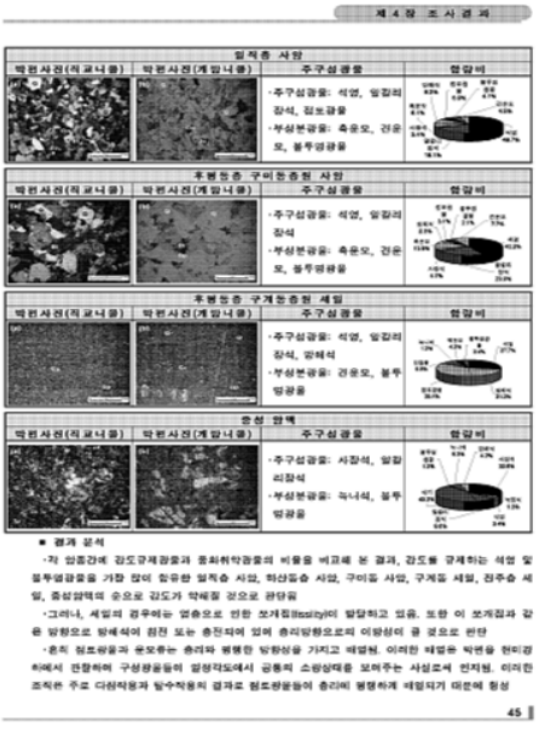
■ 음영기복도(DEM)

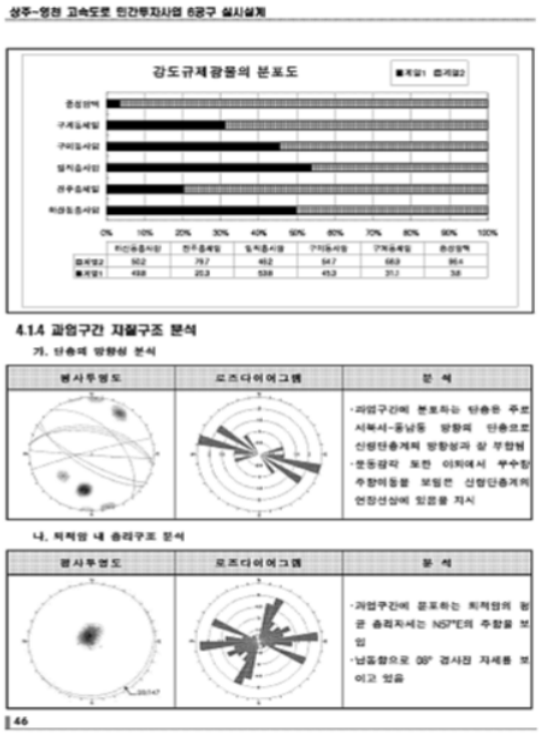
45°방향의 명현	135°방향의 명현
	

지표지질조사

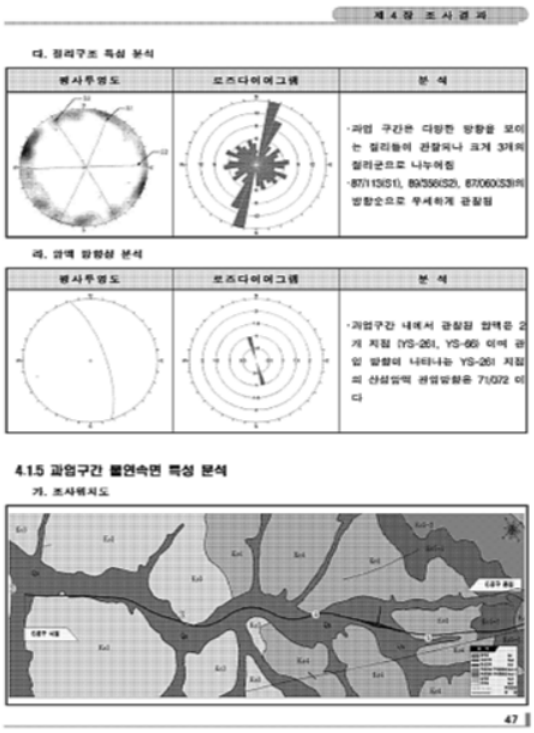

제 4 장 조 사 결 과
225°방향의 경원
315°방향의 경원
■ 결과 분석
빈 도
연장성
·관독결과 총 77개의 대, 소 선구조 파악
·여러 방향의 선구조가 관독되나 가장 두세한 방향의 선구조는 N60°~70°W , N30°~40°W로 나타남
·N60°~70°W 방향의 선구조가 연장성이 가장 탁월하게 판독됨
·과업노선과는 7개의 선구조가 교차될 것으로 추정됨
43

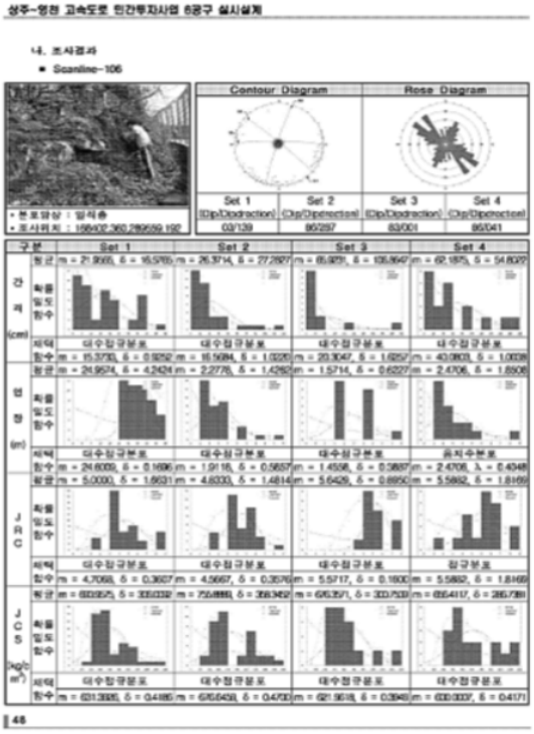

상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계
다. 선구조 밀도분석
선밀도분석
선구조개수밀도
최종 선구조 밀도도
·전체지역을 25개의 소지역으로 나눔
·소지역 별 선구조의 빈도 및 길이를 평균값이 및 평균밀도수로 나누어 각각의 값을 더하는 방법 사용
·밀도도가 2보다 큰 경우 선구조가 조밀하게 분포
·과업노선을 따라서 전체적으로 0.0~1.4 범위의 밀도도가 분포하고 있음
·과업노선 시점부에서는 1.0~1.2 범위의 밀도도를 보이고 있음
4.1.3 과업구간 암석 분석
■ 암종별 현미경 관찰 및 Modal 분석 결과
하산등층 사암
박편사진(직교니콜)
박편사진(개방니콜)
주구성광물
함량비
·주구성광물: 석영, 알칼리장석
·부성분광물: 녹니석, 견운모, 불투명광물, 사장석
진주층 세일
·주구성광물: 석영, 알해석, 점토광물
·부성분광물: 반점광, 불투명광물
44

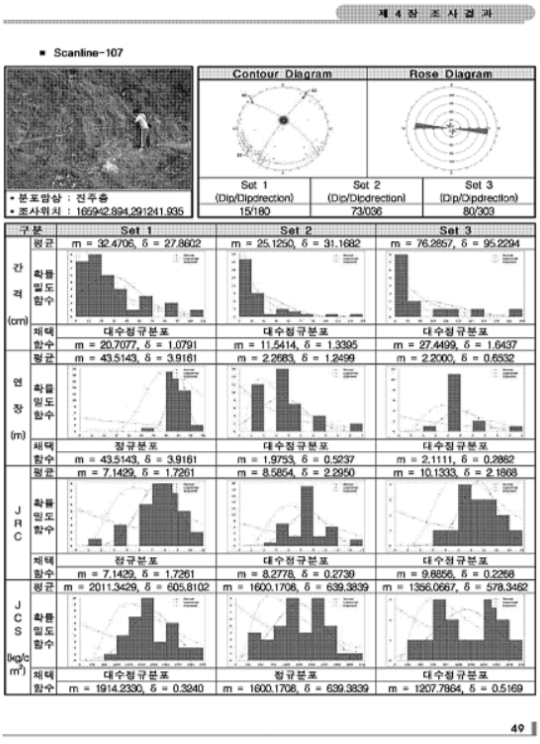

제 4 장 조 사 결 과
일직층 사암
·주구성광물: 석영, 알칼리장석, 점토광물
·부성분광물: 흑운모, 견운모, 불투명광물
후평등층 구미등층원 사암
·주구성광물: 석영, 알칼리장석
·부성분광물: 흑운모, 견운모, 불투명광물
후평등층 구계등층원 세일
·주구성광물: 석영, 알칼리장석, 알해석
·부성분광물: 견운모, 불투명광물
중성암맥
·주구성광물: 사장석, 알칼리장석
·부성분광물: 녹니석, 불투명광물
■ 결과 분석
·각 암종간에 강도규제광물과 풍화취약광물의 비율을 비교해 본 결과, 강도를 규제하는 석영 및 불투명광물을 가장 많이 함유한 일직층 사암, 하산등층 사암, 구미등 사암, 구계등 세일, 진주층 세일, 중성암맥의 순으로 강도가 약해질 것으로 판단됨
·그러나, 세일의 경우에는 엽층으로 인한 모개점(basity)이 발달하고 있음. 또한 이 모개점과 같은 방향으로 발해석이 점진 또는 층진되어 있어 층리방향으로의 이방성이 큰 것으로 판단
·흔히 점토광물과 운모류는 층리와 평행한 방향성을 가지고 배열됨. 이러한 배열은 박편을 현미경하에서 관찰하여 구성광물들의 결정작도에서 공통적 소광상태를 보여주는 사실로써 인지됨. 이러한 조직은 주로 다짐작용과 탈수작용의 결과로 점토광물들이 층리에 평행하게 배열되기 때문에 형성
45

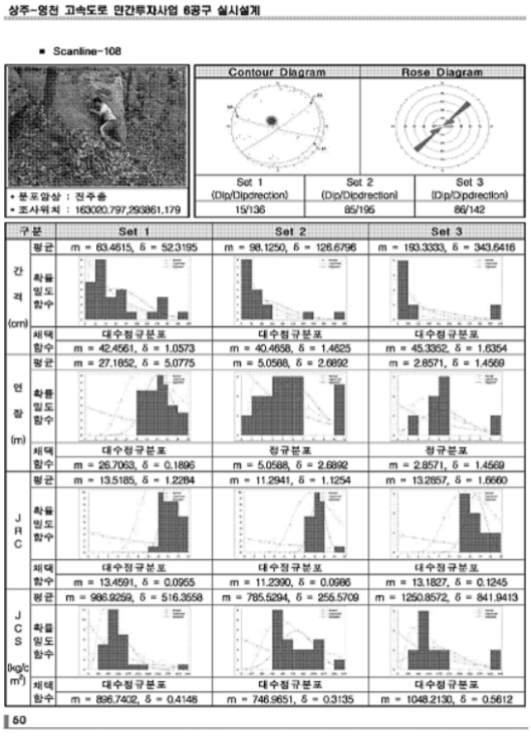

상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계
강도규제광물의 분포도
4.1.4 과업구간 지질구조 분석
가. 단층대 방향성 분석
평사투영도
로즈다이어그램
분 석
·과업구간에 분포하는 단층은 주로 서북서-동남동 방향의 단층으로 신생단층계의 방향성과 잘 부합됨
·운동감각 또한 이와에서 우수향 주향이동을 보임은 신생단층계의 연장선상에 있음을 지시
나. 피복층 내 층리구조 분석
평사투영도
로즈다이어그램
분 석
·과업구간에 분포하는 피복층의 평균 층리자세는 N57°E의 주향을 보임
·남동향으로 60° 경사진 자세를 보이고 있음
46

지표지질조사

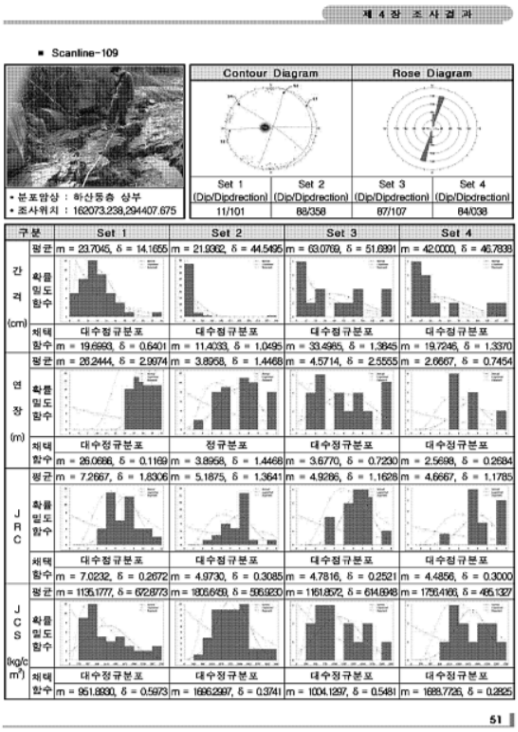

제 4 장 조 사 결 과
다. 절리구조 특성 분석
평사투영도
로즈다이어그램
분 석
라. 암맥 방향성 분석
4.1.5 광업구간 불연속면 특성 분석
가. 조사위치도
47


상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계
나. 조사결과
Scanline-106
Contour Diagram
Rose Diagram
Set 1
Set 2
Set 3
Set 4
48


제 4 장 조 사 결 과
Scanline-107
Contour Diagram
Rose Diagram
Set 1
Set 2
Set 3
49


상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계
Scanline-108
Contour Diagram
Rose Diagram
Set 1
Set 2
Set 3
50

지표지질조사



제 4 장 조 사 결 과

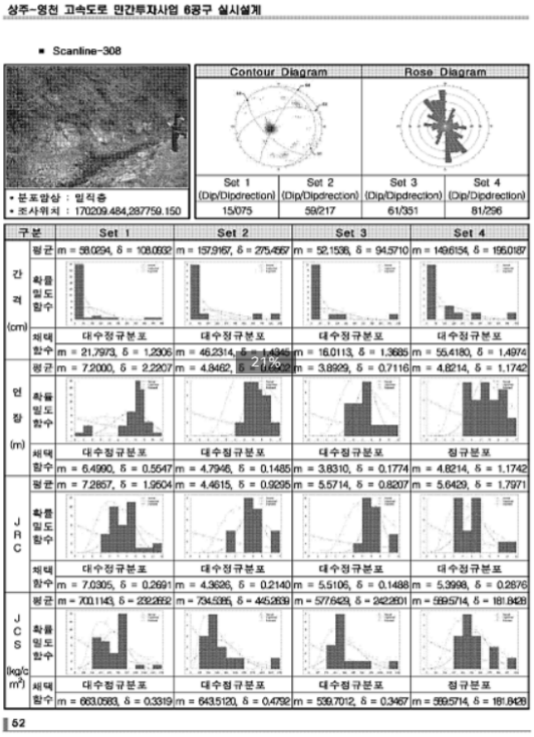
■ Scanline-109

• 분포암상 : 하산동층 상부
• 조사위치 : 162073.238,294407.675

Contour Diagram				Rose Diagram			
Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)	Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)
11/101	88/358	87/107	84/038				

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 23.7045, δ = 14.1655	m = 21.9392, δ = 44.5495	m = 63.0769, δ = 51.6991	m = 42.0000, δ = 46.7838
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 19.6993, δ = 0.6401	m = 11.4033, δ = 1.0495	m = 33.4985, δ = 1.3845	m = 19.7246, δ = 1.3370
연장 (m)	평균	m = 26.2444, δ = 2.9974	m = 3.8958, δ = 1.4468	m = 4.5714, δ = 2.5555	m = 2.6667, δ = 0.7454
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 26.0686, δ = 0.1169	m = 3.8958, δ = 1.4468	m = 3.6770, δ = 0.7230	m = 2.5698, δ = 0.2684
JRC	평균	m = 7.2667, δ = 1.8306	m = 5.1875, δ = 1.3641	m = 4.9286, δ = 1.1628	m = 4.6667, δ = 1.1785
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 7.0232, δ = 0.2672	m = 4.9730, δ = 0.3085	m = 4.7816, δ = 0.2521	m = 4.4856, δ = 0.3000
JCS (kg/cm²)	평균	m = 1135.1777, δ = 672.8773	m = 1806.6489, δ = 506.9320	m = 1161.8572, δ = 614.8948	m = 1756.4166, δ = 465.1327
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 951.8890, δ = 0.5973	m = 1696.2997, δ = 0.3741	m = 1004.1297, δ = 0.5481	m = 1688.7726, δ = 0.2825

51



상주-영천 고속도로 만간투자사업 6공구 실시설계

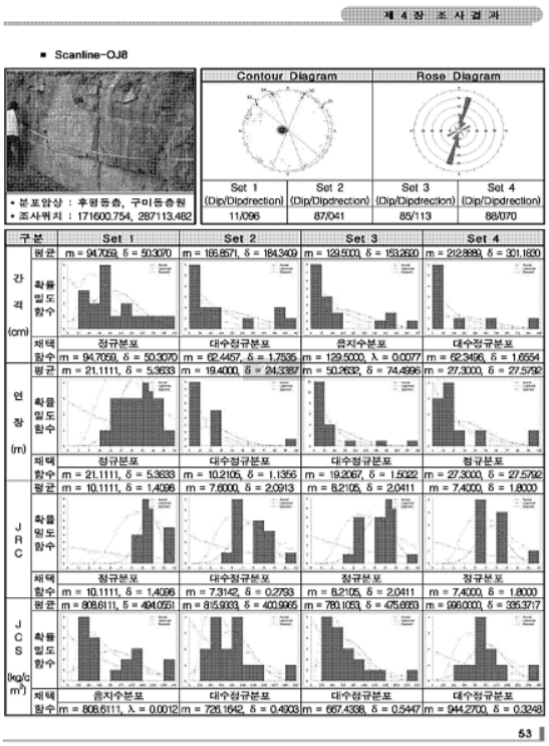
■ Scanline-308

• 분포암상 : 밀착층
• 조사위치 : 170209.484,287759.150

Contour Diagram				Rose Diagram			
Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)	Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)
15/075	59/217	61/351	81/296				

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 58.0294, δ = 108.0692	m = 157.9167, δ = 275.4667	m = 52.1538, δ = 94.5710	m = 149.6154, δ = 195.0187
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 21.7973, δ = 1.2306	m = 46.2314, δ = 1.4345	m = 16.0113, δ = 1.3685	m = 55.4180, δ = 1.4974
연장 (m)	평균	m = 7.2000, δ = 2.2207	m = 4.8462, δ = 1.6402	m = 3.8929, δ = 0.7116	m = 4.8214, δ = 1.1742
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 6.4990, δ = 0.5547	m = 4.7946, δ = 0.1485	m = 3.8310, δ = 0.1774	m = 4.8214, δ = 1.1742
JRC	평균	m = 7.2857, δ = 1.9504	m = 4.4615, δ = 0.9295	m = 5.5714, δ = 0.8207	m = 5.6429, δ = 1.7971
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 7.0305, δ = 0.2691	m = 4.3626, δ = 0.2140	m = 5.5106, δ = 0.1488	m = 5.3998, δ = 0.2876
JCS (kg/cm²)	평균	m = 700.1143, δ = 232.2892	m = 734.5396, δ = 445.2859	m = 577.6429, δ = 242.2801	m = 559.5714, δ = 181.8428
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 663.0583, δ = 0.3319	m = 643.5120, δ = 0.4792	m = 539.7012, δ = 0.3457	m = 559.5714, δ = 181.8428

52



제 4 장 조 사 결 과

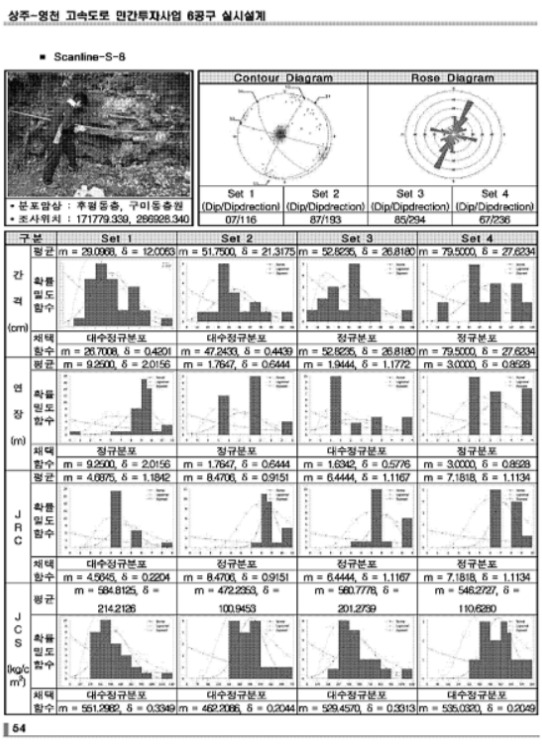
■ Scanline-OJ8

• 분포암상 : 후평동층, 구미동층원
• 조사위치 : 171600.754, 287113.482

Contour Diagram				Rose Diagram			
Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)	Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)
11/096	87/041	85/113	88/070				

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 94.7059, δ = 50.3070	m = 166.8571, δ = 184.3409	m = 129.5000, δ = 153.2820	m = 212.8889, δ = 301.1830
	확률밀도함수				
	채택	정규분포	대수정규분포	음지수분포	대수정규분포
	함수	m = 94.7059, δ = 50.3070	m = 62.4457, δ = 1.7535	m = 129.5000, λ = 0.0077	m = 62.3496, δ = 1.6554
연장 (m)	평균	m = 21.1111, δ = 5.3633	m = 19.4000, δ = 24.3387	m = 50.2632, δ = 74.4996	m = 27.3000, δ = 27.5792
	확률밀도함수				
	채택	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 21.1111, δ = 5.3633	m = 10.2105, δ = 1.1356	m = 19.2067, δ = 1.5022	m = 27.3000, δ = 27.5792
JRC	평균	m = 10.1111, δ = 1.4096	m = 7.6000, δ = 2.0913	m = 8.2105, δ = 2.0411	m = 7.4000, δ = 1.8000
	확률밀도함수				
	채택	정규분포	대수정규분포	정규분포	정규분포
	함수	m = 10.1111, δ = 1.4096	m = 7.3142, δ = 0.2793	m = 8.2105, δ = 2.0411	m = 7.4000, δ = 1.8000
JCS (kg/cm²)	평균	m = 808.6111, δ = 494.0551	m = 815.9333, δ = 400.9965	m = 780.1053, δ = 475.0263	m = 996.0000, δ = 395.3717
	확률밀도함수				
	채택	음지수분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 808.6111, λ = 0.0012	m = 726.1642, δ = 0.4903	m = 667.4308, δ = 0.5447	m = 944.2700, δ = 0.3248

53



상주-영천 고속도로 만간투자사업 6공구 실시설계

■ Scanline-S-8

• 분포암상 : 후평동층, 구미동층원
• 조사위치 : 171779.339, 286928.340

Contour Diagram				Rose Diagram			
Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)	Set 1 (Dip/Dipdrection)	Set 2 (Dip/Dipdrection)	Set 3 (Dip/Dipdrection)	Set 4 (Dip/Dipdrection)
07/116	87/193	85/294	67/236				

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 29.0968, δ = 12.0063	m = 51.7500, δ = 21.3175	m = 52.8235, δ = 26.8180	m = 79.5000, δ = 27.6234
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	정규분포	정규분포
	함수	m = 26.7008, δ = 0.4201	m = 47.2430, δ = 0.4439	m = 52.8235, δ = 26.8180	m = 79.5000, δ = 27.6234
연장 (m)	평균	m = 9.2500, δ = 2.0156	m = 1.7647, δ = 0.6444	m = 1.9444, δ = 1.1772	m = 3.0000, δ = 0.8928
	확률밀도함수				
	채택	정규분포	정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수	m = 9.2500, δ = 2.0156	m = 1.7647, δ = 0.6444	m = 1.6342, δ = 0.5776	m = 3.0000, δ = 0.8928
JRC	평균	m = 4.6875, δ = 1.1842	m = 8.4706, δ = 0.9151	m = 6.4444, δ = 1.1167	m = 7.1818, δ = 1.1134
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	정규분포	정규분포	정규분포
	함수	m = 4.5645, δ = 0.2204	m = 8.4706, δ = 0.9151	m = 6.4444, δ = 1.1167	m = 7.1818, δ = 1.1134
JCS (kg/cm²)	평균	m = 584.8125, δ = 214.2126	m = 472.2353, δ = 100.9453	m = 580.7778, δ = 201.2739	m = 546.2727, δ = 110.6280
	확률밀도함수				
	채택	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수	m = 551.2982, δ = 0.3349	m = 462.2086, δ = 0.2044	m = 529.4570, δ = 0.3913	m = 535.0320, δ = 0.2049

54

지표지질조사

다. 불연속면 종합

■ Scanline-106의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	3/139	86/287	83/001	86/041
	k=352.14	k=32.03	k=69.79	k=47.99
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 15.3733, δ = 0.9252	m = 16.5684, δ = 1.0220	m = 20.3047, δ = 1.6257	m = 40.0803, δ = 1.0036
연 장 (m)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	음지수분포
	m = 24.6009, δ = 0.1695	m = 1.9118, δ = 0.5657	m = 1.4558, δ = 0.3887	m = 2.4706, λ = 0.4048
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 4.7068, δ = 0.3607	m = 4.5667, δ = 0.3576	m = 5.5717, δ = 0.1600	m = 5.5882, δ = 1.8169
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 631.3926, δ = 0.4186	m = 676.6459, δ = 0.4700	m = 621.9618, δ = 0.3949	m = 600.0007, δ = 0.4171

■ Scanline-107의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	15/180	79/036	80/309	-
	k=1899.89	k=28.97	k=68.94	-
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 20.7077, δ = 1.0791	m = 11.5414, δ = 1.3395	m = 27.4499, δ = 1.6437	-
연 장 (m)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 43.5143, δ = 3.9161	m = 1.9753, δ = 0.5237	m = 2.1111, δ = 0.2882	-
JRC	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 7.1429, δ = 1.7261	m = 8.2778, δ = 0.2739	m = 9.8856, δ = 0.2268	-
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	정규분포	대수정규분포	-
	m = 1914.2330, δ = 0.3240	m = 1800.1708, δ = 639.3639	m = 1207.7884, δ = 0.5169	-

■ Scanline-108의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	15/136	85/195	86/142	-
	k=474.86	k=51.81	k=45.03	-
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 42.4561, δ = 1.0573	m = 40.4658, δ = 1.4625	m = 45.3352, δ = 1.6354	-
연 장 (m)	대수정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 26.7063, δ = 0.1895	m = 5.0588, δ = 2.6892	m = 2.8571, δ = 1.4569	-
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 13.4591, δ = 0.0955	m = 11.2390, δ = 0.0966	m = 13.1827, δ = 0.1245	-
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 896.7402, δ = 0.4148	m = 746.9651, δ = 0.3135	m = 1048.2130, δ = 0.5612	-

■ Scanline-109의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	11/101	88/356	87/107	84/036
	k=1456.96	k=62.37	k=71.71	k=94.66
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 19.6993, δ = 0.6401	m = 11.4033, δ = 1.0495	m = 33.4965, δ = 1.3845	m = 19.7246, δ = 1.3370
연 장 (m)	대수정규분포	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 26.0586, δ = 0.1169	m = 3.8958, δ = 1.4466	m = 3.6770, δ = 0.7230	m = 2.5698, δ = 0.2664
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 7.0232, δ = 0.2672	m = 4.9730, δ = 0.3085	m = 4.7816, δ = 0.2521	m = 4.4856, δ = 0.3000
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 951.8930, δ = 0.5073	m = 1656.2697, δ = 0.3741	m = 1004.1297, δ = 0.5481	m = 1688.7726, δ = 0.2825

■ Scanline-308의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	15/075	59/217	61/351	81/296
	k=70.12	k=51.12	k=40.97	k=78.63
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 21.7973, δ = 1.2306	m = 46.2314, δ = 1.4345	m = 16.0113, δ = 1.3685	m = 55.4180, δ = 1.4974
연 장 (m)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 6.4990, δ = 0.5547	m = 4.7946, δ = 0.1485	m = 3.8310, δ = 0.1774	m = 4.8214, δ = 1.1742
JRC	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 7.0305, δ = 0.2691	m = 4.3525, δ = 0.2140	m = 5.5106, δ = 0.1486	m = 5.3996, δ = 0.2876
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 663.0583, δ = 0.3319	m = 643.5120, δ = 0.4792	m = 539.7012, δ = 0.3457	m = 599.5714, δ = 181.8428

■ Scanline-OJ8의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	11/096	87/041	85/113	89/070
	k=592.35	k=149.18	k=50.29	k=84.71
간 격 (cm)	정규분포	대수정규분포	음지수분포	대수정규분포
	m = 94.7059, δ = 50.3070	m = 62.4457, δ = 1.7535	m = 129.5000, λ = 0.0077	m = 62.3495, δ = 1.6954
연 장 (m)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 21.1111, δ = 5.3633	m = 10.2105, δ = 1.1356	m = 19.2067, δ = 1.5022	m = 27.3000, δ = 27.5792
JRC	정규분포	대수정규분포	정규분포	정규분포
	m = 10.1111, δ = 1.4098	m = 7.3142, δ = 0.2793	m = 8.2105, δ = 2.0411	m = 7.4000, δ = 1.8000
JCS (kg/cm²)	음지수분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 808.6111, λ = 0.0012	m = 726.1642, δ = 0.4803	m = 667.4308, δ = 0.5447	m = 944.2700, δ = 0.3248

■ Scanline-S-8의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	07/116	87/193	85/294	67/236
	k=64.39	k=68.60	k=70.65	k=35.47
간 격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	정규분포	정규분포
	m = 26.7008, δ = 0.4201	m = 47.2433, δ = 0.4439	m = 52.8235, δ = 26.8180	m = 79.5000, δ = 27.6234
연 장 (m)	정규분포	정규분포	대수정규분포	정규분포
	m = 9.2500, δ = 2.0156	m = 1.7647, δ = 0.6444	m = 1.6342, δ = 0.5776	m = 3.0000, δ = 0.8528
JRC	대수정규분포	정규분포	정규분포	정규분포
	m = 4.5645, δ = 0.2204	m = 8.4706, δ = 0.9151	m = 6.4444, δ = 1.1167	m = 7.1818, δ = 1.1134
JCS (kg/cm²)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 551.2982, δ = 0.3349	m = 462.2086, δ = 0.2044	m = 529.4570, δ = 0.3313	m = 535.0320, δ = 0.2049

74.2.2 시설물 점검이력

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

【표 74.2】 점검이력사항

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽8에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 배수로 균열이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수 가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽8에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 배수로 균열, 패널 전문부 파손, 식생이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽8에 대한 점검결과, 패널 전면부 식생 및 배수로 균열, 체수가 조사되었으며, 기존 손상인 패널 전면부 파손의 경우 보수를 실시하였으며 현재 보수 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 미보수된 기 손상부는 구조물의 내구성 증진을 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽8에 대한 점검결과, 패널 전면부 식생 및 이격, 파손, 배수로 균열, 체수가 조사되었다. 기 손상부의 경우 구조물의 내구성 증진을 위한 보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	본옹벽에대한정밀안전점검결과,문제점이없는최상의상태인"A"등급의우수한상태로평가되었다. 패널식옹벽08의전면부에서판넬파손,이격등이조사되었으며,주변영향인자(배수시설및사면상태)상부성토부는손상이없는양호한상태이나배수시설에서는배수로균열,배수로이격이조사되었다.전면부이격과배수시설의배수로이격의원인은시공미흡으로판단되며,옹벽의사용성에문제는없으나주기적인점검을통한유지관리가필요하고판단된다.	A등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽8에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 이격, 파손, 배수로 균열 및 이격이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 구조물의 내구성 증진 및 손상의 진전방지를 위한 보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	2종성능평가	? 안전성능평가는외관상관찰되는시설물의결함을중심으로조사·평가하였으며,현장조사및분석결과중대결함은관찰되지않았고,옹벽의외관에는판넬파손,이격등의손상이조사되었으나,구조적인결함은아닌것으로판단됨. ? 내구성능평가는시간에따라변화하는안전성능저하에영향을미치는요소에대한평가로서본콘크리트옹벽의열화진전평가및열화환경평가를종합하여분석한결과,평가결과"A"로평가됨. ? 종합평가결과,외관상결함,손상등의요인에대한문제점이없고내구성능저하가능성이낮으며외부환경조건변화등을수용할수있는성능수준인A(우수)등급으로평가됨. ? 본보강토옹벽의성능목표등급은세부지침에의거하여옹벽의일반적인성능목표인"B"등급으로성능목표를설정하였으며,현재성능은목표성능을상회하여매우만족하는"A"등급상태로주기적인점검및관리를통한평가저해요소에대한관리가이루어진다면시설물의안전및내구성에는문제가없을것으로판단됨.	A등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽8에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 이격, 파손, 배수로 균열 및 이격이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 구조물의 내구성 증진 및 손상의 진전방지를 위한 보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	패널식 옹벽 08에 대한 정기안전점검 결과, 패널 전면부 이격, 파손, 배수로 균열이 조사되었으며, 배수로 이격에 대한 보수가 실시되었다. 기 발생된 손상부의 경우 구조물의 내구성 증진 및 손상의 진전방지를 위한 보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부이격 -기초부상태양호 -주변영향인자배수시설균열	A등급

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부이격 -배수로균열	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-패널전면부이격 -배수로균열	양호
13	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부이격 -배수로균열	양호
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔지니어링	이상훈	정밀안전점검	-전면부이격등 -기초부상태양호 -주변영향인자배수시설균열등	A등급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부이격 -배수로균열	양호
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부이격 -배수로균열	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽패널전면부이격 -기초지반상태양호 -배수시설균열 -사면상태양호	양호

74.2.3 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 이격 등 ■ 기초부 상태양호 ■ 주변영향인자 배수시설 균열 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 0.00으로 A등급	
보수보강 (진단시)	■ 해당없음	

구분	정밀안전점검 결과	비고
종합의견	■ 패널식 옹벽 08의 전면부에서 이격이 조사되었으나, 시공미흡에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 중대한 손상은 아닌 것으로 보이나 손상의 진전 여부를 확인하기 위한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다. ■ 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서는 기존에 조사되었던 배수로 균열 등이 조사되었으며, 금회 점검에서 신규 손상은 조사되지 않았다. 발생한 손상에 대하여 내구성 증진 위한 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 조사되었으며, 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다. ■ 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 0.00, 상태평가결과는 "A"로 산정되었다. ■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 "A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태"으로 지정하였다. ■ 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. ■ 전면부에 조사된 이격 발생의 원인은 시공미흡으로 추정되며, 금회 점검기간 내에 구조물의 사용성 및 내구성에 영향을 주지는 않는 것으로 판단되었으나 이격에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요하다고 판단된다. ■ 전면부에 조사된 배수로 균열은 전차 정밀안전점검과 균열의 폭, 길이 등 손상의 규모가 동일하게 유지되고 있어 발생의 원인은 건조수축, 시공미흡에 의한 것으로 추정되며, 배수로 균열에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요하다고 사료된다.	

74.2.4 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 08		
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	패널식 옹벽 08		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.

74.2.5 시설물 보수 이력

【표 74.3】 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.

74.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 74.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

74.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

74.2.8 주변환경 및 하중변화

패널식 옹벽 08은 대구광역시 군위군 효령면 화계리에 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

74.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 74.5】 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 이격 등 - 기초부 상태양호 - 주변영향인자 배수시설 균열 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

74.3. 현장조사

74.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 화계리에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 상주영천고속도로 본선이 있으며, 하부로는 농경지가 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.5~9.1m를 보이며, 총 연장은 977.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=977.0m, L=9.1m)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 74.6】 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>RW2017-0000075</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시설물위치</td><td>행정구역</td><td colspan="3">대구광역시 군위군 효령면 화계리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치좌표</td><td colspan="3">시점 : 36° 11′05.8″ 128° 64′15.0″</td></tr>
<tr><td colspan="3">종점 : 36° 11′55.7″ 128° 63′42.9″</td></tr>
<tr><td>노선명(이정)</td><td colspan="4">고속국도 301호선 49.160~50.151km</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제 원</td><td>옹벽형식</td><td>보강토</td><td>옹벽재료</td><td>패널식</td></tr>
<tr><td>연 장</td><td>977.0m</td><td>지면노출
높 이</td><td>9.1m</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">농경지</td></tr>
<tr><td rowspan="2">시공현황</td><td>준공년도</td><td>2017년 06월 27일</td><td>시 공 자</td><td>지에스건설㈜</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 49개 구간(S1~S49)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 74.7】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	4.5	26	500.0~520.0m	520.0	4.0
2	20.0~40.0m	40.0	3.9	27	520.0~540.0m	540.0	4.2
3	40.0~60.0m	60.0	5.2	28	540.0~560.0m	560.0	4.3
4	60.0~80.0m	80.0	5.2	29	560.0~580.0m	580.0	4.3
5	80.0~100.0m	100.0	6.5	30	580.0~600.0m	600.0	4.9
6	100.0~120.0m	120.0	4.9	31	600.0~620.0m	620.0	4.8
7	120.0~140.0m	140.0	3.9	32	620.0~640.0m	640.0	5.2
8	140.0~160.0m	160.0	3.8	33	640.0~660.0m	660.0	5.3
9	160.0~180.0m	180.0	3.8	34	660.0~680.0m	680.0	5.5
10	180.0~200.0m	200.0	3.9	35	680.0~700.0m	700.0	6.3
11	200.0~220.0m	220.0	3.9	36	700.0~720.0m	720.0	6.5
12	220.0~240.0m	240.0	3.7	37	720.0~740.0m	740.0	6.4
13	240.0~260.0m	260.0	4.7	38	740.0~760.0m	760.0	6.5
14	260.0~280.0m	280.0	4.5	39	760.0~780.0m	780.0	6.8
15	280.0~300.0m	300.0	3.1	40	780.0~800.0m	800.0	7.2
16	300.0~320.0m	320.0	3.2	41	800.0~820.0m	820.0	7.0
17	320.0~340.0m	340.0	3.0	42	820.0~840.0m	840.0	9.1
18	340.0~360.0m	360.0	3.2	43	840.0~860.0m	860.0	8.8
19	360.0~380.0m	380.0	2.9	44	860.0~880.0m	880.0	8.2
20	380.0~400.0m	400.0	3.7	45	880.0~900.0m	900.0	7.8
21	400.0~420.0m	420.0	3.5	46	900.0~920.0m	920.0	7.4
22	420.0~440.0m	440.0	3.3	47	920.0~940.0m	940.0	7.0
23	440.0~460.0m	460.0	3.9	48	940.0~960.0m	960.0	7.0
24	460.0~480.0m	480.0	4.0	49	960.0~977.0m	977.0	6.8
25	480.0~500.0m	500.0	3.9	-	-	-	-

측점분할 작업사진

측점분할 작업사진

74.3.2 부재별 외관조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 기초부가 포장(콘크리트), 비포장 혼합 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 74.8】 지반, 기초부 손상현황

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
S12	-	-

구분	상태양호	
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-
S18	-	-
S19	-	-
S20	-	-
S21	-	-
S22	-	-
S23	-	-
S24	-	-
S25	-	-
S26	-	-
S27	-	-
S28	-	-
S29	-	-
S30	-	-
S31	-	-
S32	-	-
S33	-	-
S34	-	-
S35	-	-
S36	-	-
S37	-	-
S38	-	-
S39	-	-
S40	-	-
S41	-	-
S42	-	-
S43	-	-
S44	-	-
S45	-	-
S46	-	-
S47	-	-
S48	-	-
S49	-	-
합계	**-**	**-**

현 황	· 상태양호	**현 황**	· 상태양호
원 인	· -	**원 인**	· -
대 책	· -	**대 책**	· -

3) 검토의견

■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 전면부

1) 현황

패널식 보강토옹벽으로 패널의 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였다. 보강토 옹벽은 1단으로 구성되어 있고, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.

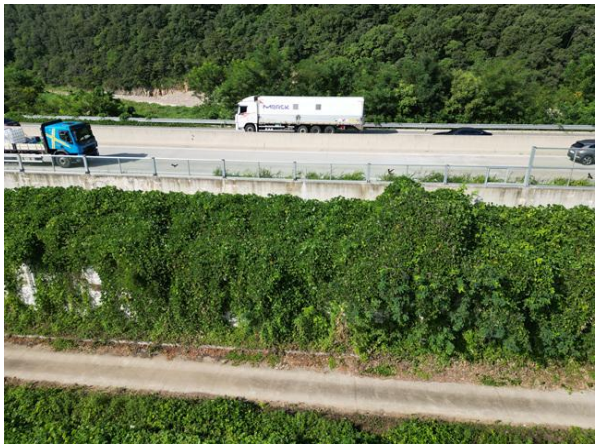
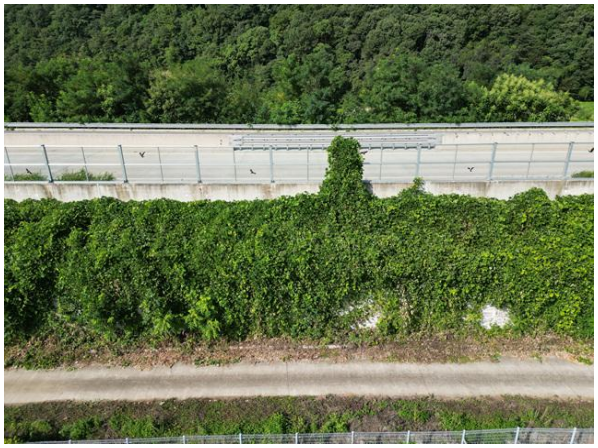
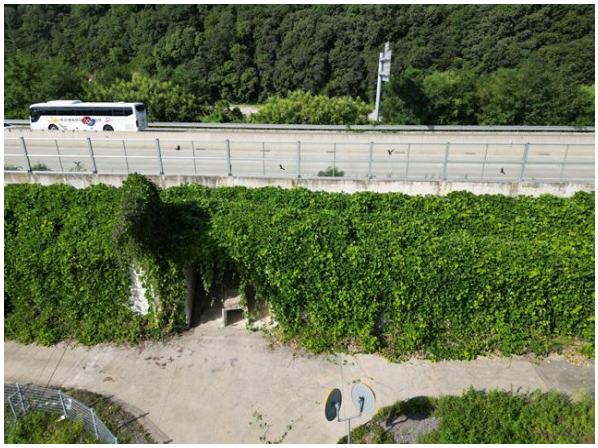
2) 조사결과

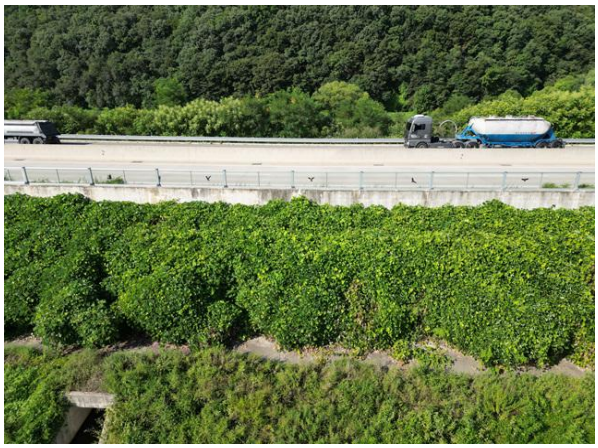
■ 전면부에 대한 현장조사 결과, 전면부에서 이격의 손상이 조사되었다.

【표 74.9】 전면부 손상현황

구분	이격 (m/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
S12	-	-

구분	이격 (m/개소)	
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-
S18	-	-
S19	-	-
S20	-	-
S21	-	-
S22	-	-
S23	-	-
S24	-	-
S25	-	-
S26	-	-
S27	-	-
S28	-	-
S29	-	-
S30	-	-
S31	-	-
S32	-	-
S33	-	-
S34	-	-
S35	-	-
S36	-	-
S37	5.00	1
S38	-	-
S39	-	-
S40	-	-
S41	-	-
S42	-	-
S43	-	-
S44	-	-
S45	-	-
S46	-	-
S47	-	-
S48	-	-
S49	-	-
합계	**5.00**	**1**

현 황	· S37 이격(L=5.0m)	현 황	· S37 이격(L=5.0m)
원 인	· 시공미흡	원 인	· 시공미흡
대 책	· 주의관찰	대 책	· 주의관찰
			
현 황	· 전면부 상태현황	현 황	· 전면부 상태현황
원 인	· -	원 인	· -
대 책	· -	대 책	· -
			
현 황	· 전면부 상태현황	현 황	· 전면부 상태현황
원 인	· -	원 인	· -
대 책	· -	대 책	· -

			
현 황	· 전면부 상태현황	**현 황**	· 전면부 상태현황
원 인	· -	**원 인**	· -
대 책	· -	**대 책**	· -

3) 검토의견

■ 전면부에서 조사된 이격의 경우 시공미흡으로 인한 손상으로 유추되며, 금회 점검기간 중 구조물 사용성에 영향을 주는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 이에 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인, 조치를 실시하는 유지관리가 필요하고 사료되고, 상부 성토부 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검 및 옹벽은 안전성을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

보강토 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상단부에는 배수로(측구)가 설치되어 있으며, 상단(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

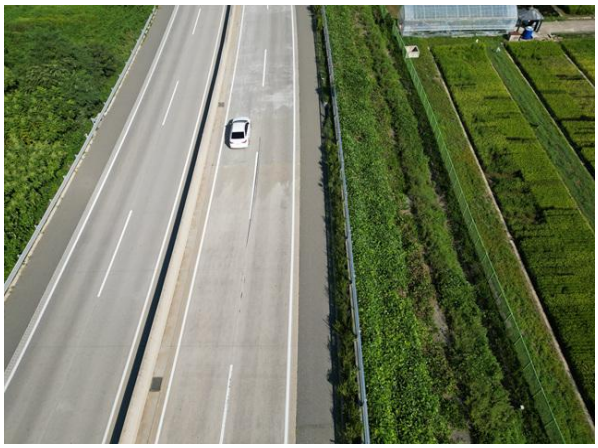
- 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 상부 배수로에서 배수로 균열이 조사되었으며, 상부 도로 포장 및 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 서 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 74.10】 주변영향인자 손상현황

구분	배수로 균열(0.3㎜이상) (m/개소)	
S1	-	-
S2	2.00	2
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-

구분	배수로 균열(0.3㎜이상) (m/개소)	
S11	-	-
S12	-	-
S13	-	-
S14	-	-
S15	-	-
S16	-	-
S17	-	-
S18	-	-
S19	-	-
S20	-	-
S21	-	-
S22	-	-
S23	-	-
S24	-	-
S25	-	-
S26	-	-
S27	-	-
S28	-	-
S29	-	-
S30	-	-
S31	-	-
S32	-	-
S33	-	-
S34	-	-
S35	-	-
S36	-	-
S37	-	-
S38	-	-
S39	-	-
S40	-	-
S41	-	-
S42	-	-
S43	-	-
S44	-	-
S45	-	-
S46	-	-
S47	-	-
S48	-	-
S49	-	-
합계	**2.00**	**2**

현 황	· S2 배수로 균열	현 황	· S2 배수로 균열
원 인	· 건조수축, 공용기간 증가 등	원 인	· 건조수축, 공용기간 증가 등
대 책	· 주입보수	대 책	· 주입보수
현 황	· 상부 성토부 상태양호	현 황	· 상부 성토부 상태양호
원 인	· -	원 인	· -
대 책	· -	대 책	· -
현 황	· 배수시설 상태현황	현 황	· 배수시설 상태현황
원 인	· -	원 인	· -
대 책	· -	대 책	· -

			
현 황	· 상부 도로 포장 상태현황	**현 황**	· 상부 도로 포장 상태현황
원 인	· -	**원 인**	· -
대 책	· -	**대 책**	· -

3) 검토의견

■ 주변영향인자에서 조사된 배수로 균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 상부 배수로 설치부 및 성토부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하고, 상부 성토부, 도로 포장부에 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 이에 발생한 손상에 대하여 주입보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

라. 옹벽 점검시설

1) 부재의 개요

- 패널식 옹벽 08에 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 74.11】 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) 외관조사 결과

- 본 과업대상 패널식 옹벽 02는 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 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었으나 전면부에 이격이 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	이격	주의관찰	

74.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 74.12】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	이격	주의관찰
주변영향인자	배수로 균열(0.3㎜이상)	주입보수
기초부의 세굴	양호	-
결과요약	■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 전면부에서 조사된 이격의 경우 시공미흡으로 인한 손상으로 유추되며, 금회 점검기간 중 구조물 사용성에 영향을 주는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 이에 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인, 조치를 실시하는 유지관리가 필요하고 사료되고, 상부 성토부 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검 및 옹벽은 안전성을 위한 정비 등의 조치가 필요하다. ■ 주변영향인자에서 조사된 배수로 균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 상부 배수로 설치부 및 성토부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하고, 상부 성토부, 도로 포장부에 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 이에 발생한 손상에 대하여 주입보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.	

【표 74.13】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	이격	m	5.00	1	
배수시설	배수로 균열(0.3㎜이상)	m	2.00	2	
상부성토부	상태양호	-	-	-	
기초부	상태양호	-	-	-	

74.4. 콘크리트 재료시험 조사

74.4.1 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.

74.4.2 조사현황 및 위치도

가. 조사현황

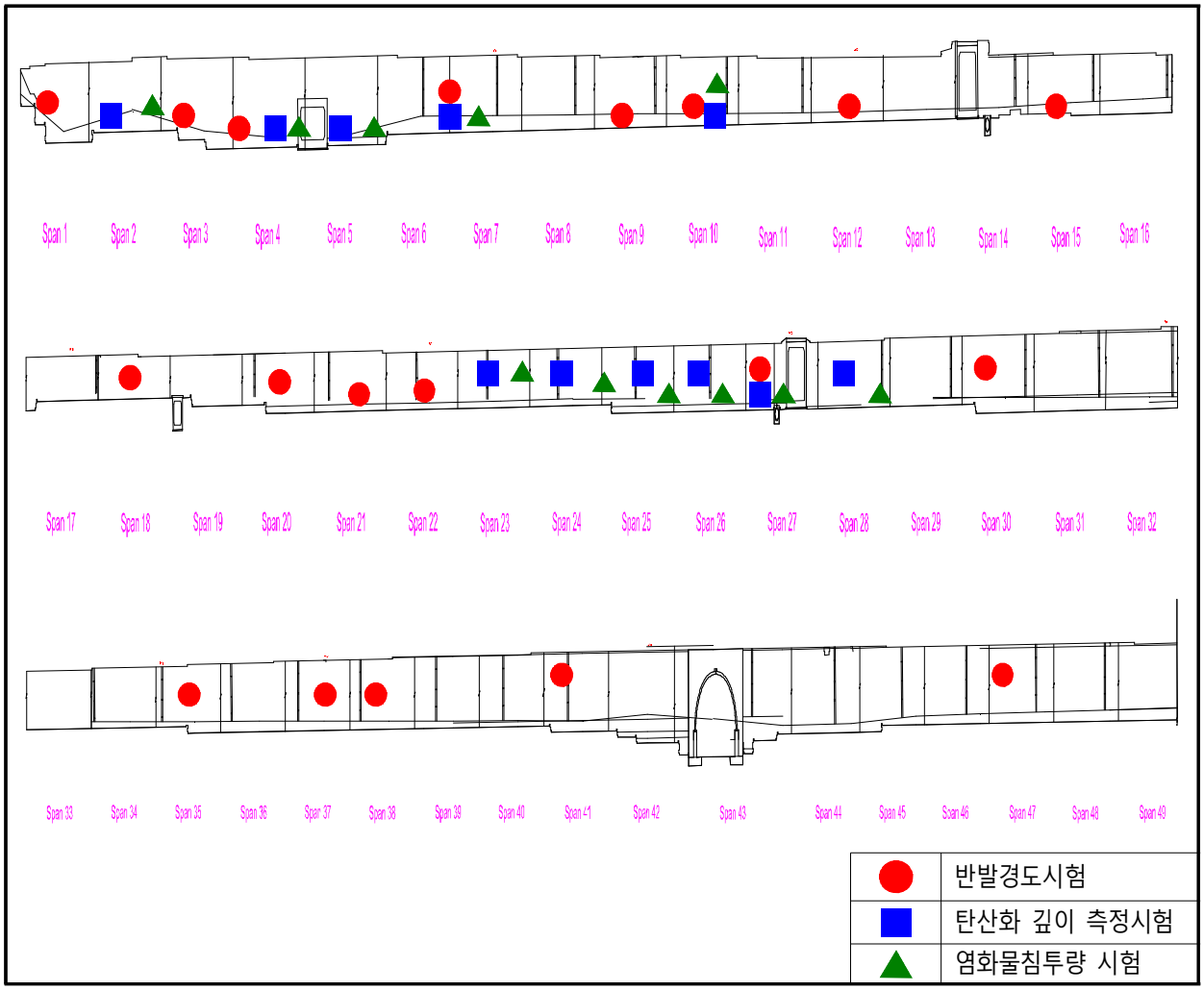
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 비교·검토할 수 있도록 하였으며, 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다. 본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 74.14】 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	20	20	
탄산화깊이 측정	<총 연장> ◦ 100m 미만: 2개소 ◦ 100m 이상: 최소 2개소 + 100m 당 1개소 추가	11	11	
염화물 침투량		11	11	

반발경도측정	탄산화 및 염화물 침투량 재료채취

나. 콘크리트 재료시험 조사 위치도



【그림 74.6】 콘크리트 재료시험 조사 위치도

74.4.3 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.

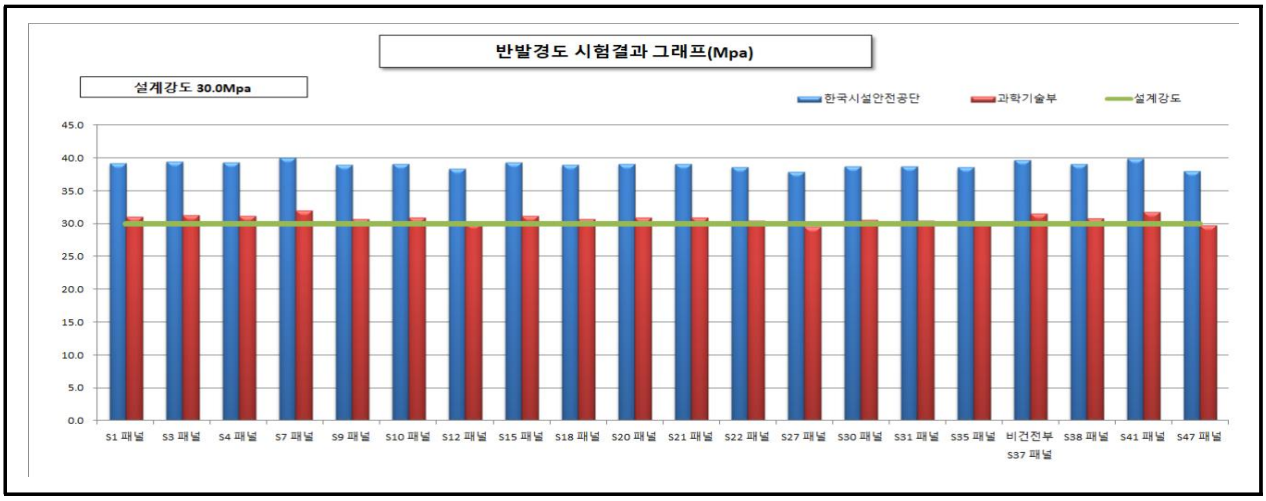
또한, 반발경도에 의한 압축강도 추정은 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식를 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설 안전공단식을 사용하였으며, 측정결과는 정밀한 결과를 산정하기 위해 2개 이상의 추정식을 통해 추정된 콘크리트 비파괴강도 중 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다. FMS상에 패널식 옹벽 08의 안전점검종합보고서 자료에서 설계기준강도를 확인하여 작성하였다.

【표 74.15】 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단			
전면부	S1	패널	40.5	31.0	**39.2**	0.63	30.0	건전부
	S3	패널	40.7	31.3	**39.4**			건전부
	S4	패널	40.6	31.2	**39.3**			건전부
	S7	패널	41.5	31.9	**40.0**			건전부
	S9	패널	40.2	30.7	**38.9**			건전부
	S10	패널	40.4	30.9	**39.1**			건전부
	S12	패널	39.4	30.0	**38.3**			건전부
	S15	패널	40.7	31.2	**39.3**			건전부
	S18	패널	40.2	30.7	**38.9**			건전부
	S20	패널	40.4	30.9	**39.1**			건전부
	S21	패널	40.3	30.9	**39.1**			건전부
	S22	패널	39.8	30.4	**38.6**			건전부
	S27	패널	38.9	29.5	**37.9**			건전부
	S30	패널	40.0	30.5	**38.7**			건전부
	S31	패널	39.9	30.5	**38.7**			건전부
	S35	패널	39.7	30.3	**38.5**			건전부
	S37	패널	41.1	31.6	**39.7**			비건전부
	S38	패널	40.3	30.9	**39.0**			건전부
	S41	패널	41.3	31.8	**39.9**			건전부
	S47	패널	39.1	29.7	**38.0**			건전부
평균			-	30.8	**39.0**	-	-	
표준편차			-	0.05	**0.04**	-	-	
변동계수			-	0.002	**0.001**	-	-	
최대값			-	31.9	**40.0**	-	-	
최소값			-	29.5	**37.9**	-	-	

【표 74.16】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	한국시설안전공단				
전면부 패널	37.9 ~ 40.0	30.0	30.3	126.3 ~ 133.3	



【그림 74.7】【그림 1.4.2】반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 37.9~40.0MPa로 측정되었으며, 설계기준압축강도(30.0 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 74.17】 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	패널식 옹벽 08
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	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	

74.4.4 탄산화 깊이 측정

가. 시험결과

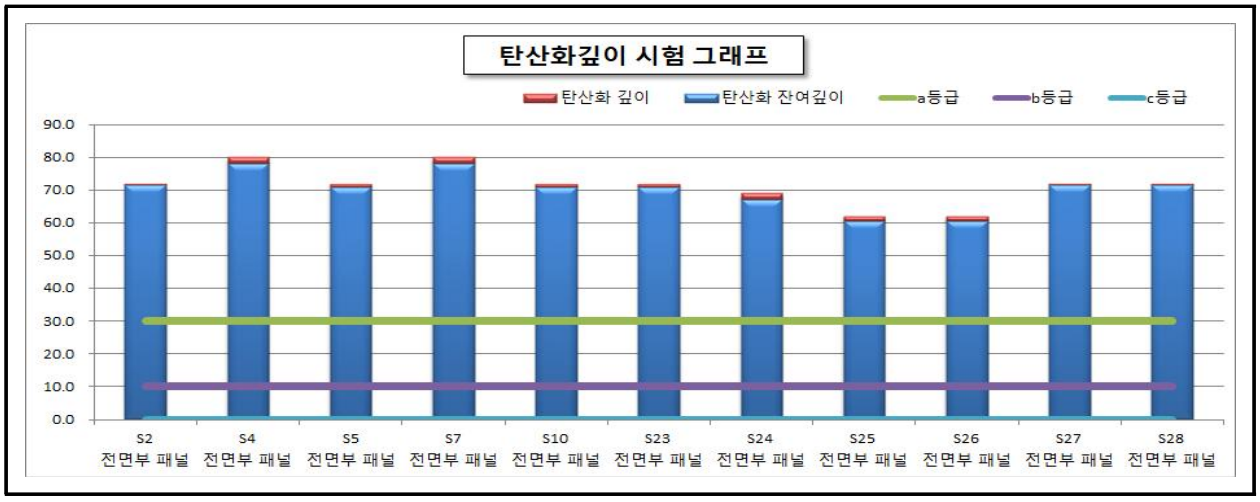
탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

【표 74.18】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치	탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과 년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과	비 고
S2 전면부패널	0.5	72.0	71.5	8	0.18	100년 이상	a등급	
S4 전면부패널	2.0	80.0	78.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
S5 전면부패널	1.0	72.0	71.0	8	0.35	100년 이상	a등급	
S7 전면부패널	2.0	80.0	78.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
S10 전면부패널	1.0	72.0	71.0	8	0.35	100년 이상	a등급	
S23 전면부패널	1.0	72.0	71.0	8	0.35	100년 이상	a등급	
S24 전면부패널	2.0	69.0	67.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
S25 전면부패널	1.5	62.0	60.5	8	0.53	100년 이상	a등급	
S26 전면부패널	1.5	62.0	60.5	8	0.53	100년 이상	a등급	
S27 전면부패널	0.5	72.0	71.5	8	0.18	100년 이상	a등급	
S28 전면부패널	0.5	72.0	71.5	8	0.18	100년 이상	a등급	

【표 74.19】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
전면부 패널	0.5~2.0	60.5~78.0	



【그림 74.8】 탄산화 깊이 측정결과

- 금회 점검에서 탄산화시험은 총 11개소 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 74.20】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

전면부 - 패널 S2	
실측 피복두께(㎜)	72.0
탄산화 진행깊이(㎜)	0.5
잔여깊이(㎜)	71.5
탄산화 속도계수	0.18
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S4	
실측 피복두께(㎜)	80.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	78.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S5	
실측 피복두께(㎜)	72.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	71.0
탄산화 속도계수	0.35
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S7	
실측 피복두께(㎜)	80.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	78.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S10	
실측 피복두께(㎜)	72.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	71.0
탄산화 속도계수	0.35
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S23	
실측 피복두께(㎜)	72.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	71.0
탄산화 속도계수	0.35
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S24	
실측 피복두께(㎜)	69.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	67.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S25	
실측 피복두께(㎜)	62.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	60.5
탄산화 속도계수	0.53
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S26	
실측 피복두께(㎜)	62.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	60.5
탄산화 속도계수	0.53
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S27	
실측 피복두께(㎜)	72.0
탄산화 진행깊이(㎜)	0.5
잔여깊이(㎜)	71.5
탄산화 속도계수	0.18
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 - 패널 S28	
실측 피복두께(㎜)	72.0
탄산화 진행깊이(㎜)	0.5
잔여깊이(㎜)	71.5
탄산화 속도계수	0.18
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

다. 탄산화 시험 보고서

【표 74.21】 탄산화 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 12일
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

74.4.5 염화물 침투량 평가

염화물 침투량 시험 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다

74.4.6 콘크리트 내구성조사 결과 요약

【표 74.22】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준 (평가 등급)	
비파괴 강도 (㎫)	패널(전면부)	37.9 ~ 40.0	30	■ 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (㎜)	패널(전면부)	60.5~78.0	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			

74.4.7 측량

가. 개요

금회 2종 성능평가 대상시설물(패널식 옹벽 08)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 74.23】 경사도 결과

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
2	S2	88.70	2.27	87.70	4.02	1.00	1.75	a	전면
3	S3	89.30	1.22	-	-	-	-	-	-
4	S4	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
5	S5	88.20	3.14	-	-	-	-	-	-
6	S6	87.60	4.19	-	-	-	-	-	-
7	S7	88.80	2.09	-	-	-	-	-	-
8	S8	87.70	4.02	-	-	-	-	-	-
9	S9	89.10	1.57	-	-	-	-	-	-

※ 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 (%)		
10	S10	89.10	1.57	-	-	-	-	-	-
11	S11	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
12	S12	88.60	2.44	88.90	1.92	-0.30	0.52	a	배면
13	S13	88.10	3.32	-	-	-	-	-	-
14	S14	88.20	3.14	-	-	-	-	-	-
15	S15	87.90	3.67	-	-	-	-	-	-
16	S16	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
17	S17	88.60	2.44	87.80	3.84	0.80	1.40	a	전면
18	S18	88.60	2.44	-	-	-	-	-	-
19	S19	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
20	S20	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
21	S21	88.50	2.62	-	-	-	-	-	-
22	S22	87.70	4.02	87.70	4.02	0.00	0.00	a	-
23	S23	88.60	2.44	-	-	-	-	-	-
24	S24	89.00	1.75	-	-	-	-	-	-
25	S25	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
26	S26	88.60	2.44	-	-	-	-	-	-
27	S27	88.80	2.09	88.60	2.44	0.20	0.35	a	전면
28	S28	88.60	2.44	-	-	-	-	-	-
29	S29	88.40	2.79	-	-	-	-	-	-
30	S30	88.60	2.44	-	-	-	-	-	-
31	S31	88.10	3.32	-	-	-	-	-	-
32	S32	88.50	2.62	-	-	-	-	-	-
33	S33	87.90	3.67	-	-	-	-	-	-
34	S34	88.90	1.92	-	-	-	-	-	-
35	S35	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
36	S36	88.40	2.79	-	-	-	-	-	-
37	S37	88.30	2.97	88.20	3.14	0.10	0.17	a	전면
38	S38	88.60	2.44	-	-	-	-	-	-
39	S39	88.50	2.62	-	-	-	-	-	-
40	S40	88.80	2.09	-	-	-	-	-	-
41	S41	89.00	1.75	-	-	-	-	-	-
42	S42	88.60	2.44	88.70	2.27	-0.10	0.17	a	배면
43	S43	88.60	2.44	-	-	-	-	-	-
44	S44	88.50	2.62	-	-	-	-	-	-
45	S45	88.70	2.27	-	-	-	-	-	-
46	S46	87.80	3.84	87.30	4.72	0.50	0.87	a	전면
47	S47	88.60	2.44	-	-	-	-	-	-
48	S48	88.10	3.32	-	-	-	-	-	-
49	S49	88.10	3.32	-	-	-	-	-	-

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

【표 74.24】 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	88.70	2.27	88.70	2.27	0.00	0.00	a	-
2	S2	88.70	2.27	88.90	1.92	-0.20	0.35	a	배면
3	S3	89.30	1.22	90.00	0.00	-0.70	1.22	a	배면
4	S4	88.70	2.27	89.00	1.75	-0.30	0.52	a	배면
5	S5	88.20	3.14	89.30	1.22	-1.10	1.92	a	배면
6	S6	87.60	4.19	88.60	2.44	-1.00	1.75	a	배면
7	S7	88.80	2.09	89.90	0.17	-1.10	1.92	a	배면
8	S8	87.70	4.02	88.80	2.09	-1.10	1.92	a	배면
9	S9	89.10	1.57	89.10	1.57	0.00	0.00	a	-
10	S10	89.10	1.57	89.10	1.57	0.00	0.00	a	-
11	S11	88.70	2.27	89.80	0.35	-1.10	1.92	a	배면
12	S12	88.60	2.44	89.60	0.70	-1.00	1.75	a	배면
13	S13	88.10	3.32	88.70	2.27	-0.60	1.05	a	배면
14	S14	88.20	3.14	88.70	2.27	-0.50	0.87	a	배면
15	S15	87.90	3.67	89.00	1.75	-1.10	1.92	a	배면
16	S16	88.70	2.27	89.80	0.35	-1.10	1.92	a	배면
17	S17	88.60	2.44	89.70	0.52	-1.10	1.92	a	배면
18	S18	88.60	2.44	89.70	0.52	-1.10	1.92	a	배면
19	S19	88.70	2.27	89.80	0.35	-1.10	1.92	a	배면
20	S20	88.70	2.27	89.80	0.35	-1.10	1.92	a	배면
21	S21	88.50	2.62	89.60	0.70	-1.10	1.92	a	배면
22	S22	87.70	4.02	88.50	2.62	-0.80	1.40	a	배면
23	S23	88.60	2.44	89.70	0.52	-1.10	1.92	a	배면
24	S24	89.00	1.75	90.00	0.00	-1.00	1.75	a	배면

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

구분	측정위치 (Span)	2025년 2종 성능평가 측정경사량		2023년 정밀안전점검 측정경사량		측정결과 비교		안전등급	전회 점검 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
25	S25	88.70	2.27	88.90	1.92	-0.20	0.35	a	배면
26	S26	88.60	2.44	88.60	2.44	0.00	0.00	a	-
27	S27	88.80	2.09	89.10	1.57	-0.30	0.52	a	배면
28	S28	88.60	2.44	89.60	0.70	-1.00	1.75	a	배면
29	S29	88.40	2.79	89.50	0.87	-1.10	1.92	a	배면
30	S30	88.60	2.44	89.60	0.70	-1.00	1.75	a	배면
31	S31	88.10	3.32	89.20	1.40	-1.10	1.92	a	배면
32	S32	88.50	2.62	89.60	0.70	-1.10	1.92	a	배면
33	S33	87.90	3.67	89.00	1.75	-1.10	1.92	a	배면
34	S34	88.90	1.92	89.80	0.35	-0.90	1.57	a	배면
35	S35	88.70	2.27	89.70	0.52	-1.00	1.75	a	배면
36	S36	88.40	2.79	88.40	2.79	0.00	0.00	a	-
37	S37	88.30	2.97	88.60	2.44	-0.30	0.52	a	배면
38	S38	88.60	2.44	88.60	2.44	0.00	0.00	a	-
39	S39	88.50	2.62	89.60	0.70	-1.10	1.92	a	배면
40	S40	88.80	2.09	88.80	2.09	0.00	0.00	a	-
41	S41	89.00	1.75	89.80	0.35	-0.80	1.40	a	배면
42	S42	88.60	2.44	88.80	2.09	-0.20	0.35	a	배면
43	S43	88.60	2.44	89.40	1.05	-0.80	1.40	a	배면
44	S44	88.50	2.62	89.60	0.70	-1.10	1.92	a	배면
45	S45	88.70	2.27	89.80	0.35	-1.10	1.92	a	배면
46	S46	87.80	3.84	88.90	1.92	-1.10	1.92	a	배면
47	S47	88.60	2.44	89.70	0.52	-1.10	1.92	a	배면
48	S48	88.10	3.32	89.00	1.75	-0.90	1.57	a	배면
49	S49	88.10	3.32	88.70	2.27	-0.60	1.05	a	배면

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

다. 선형 및 수준 측량결과

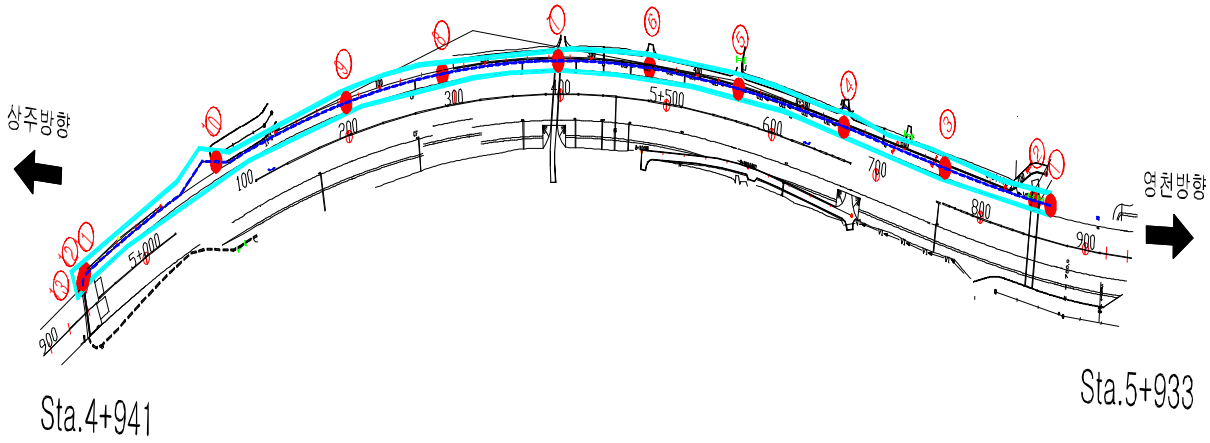
금회 점검에서 측량은 본 옹벽의 상단 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여 현장에서 측정이 가능한 위치를 선정하여 선형 및 수준측량을 실시하였고, 설계도서 및 전회 정밀안전점검과 비교하여 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 주변환경, 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 전회 점검의 선형 측량을 금회 선형측량과 대조하여 검토한 결과 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었다.

【표 74.25】 수준측량(수직변위) 결과

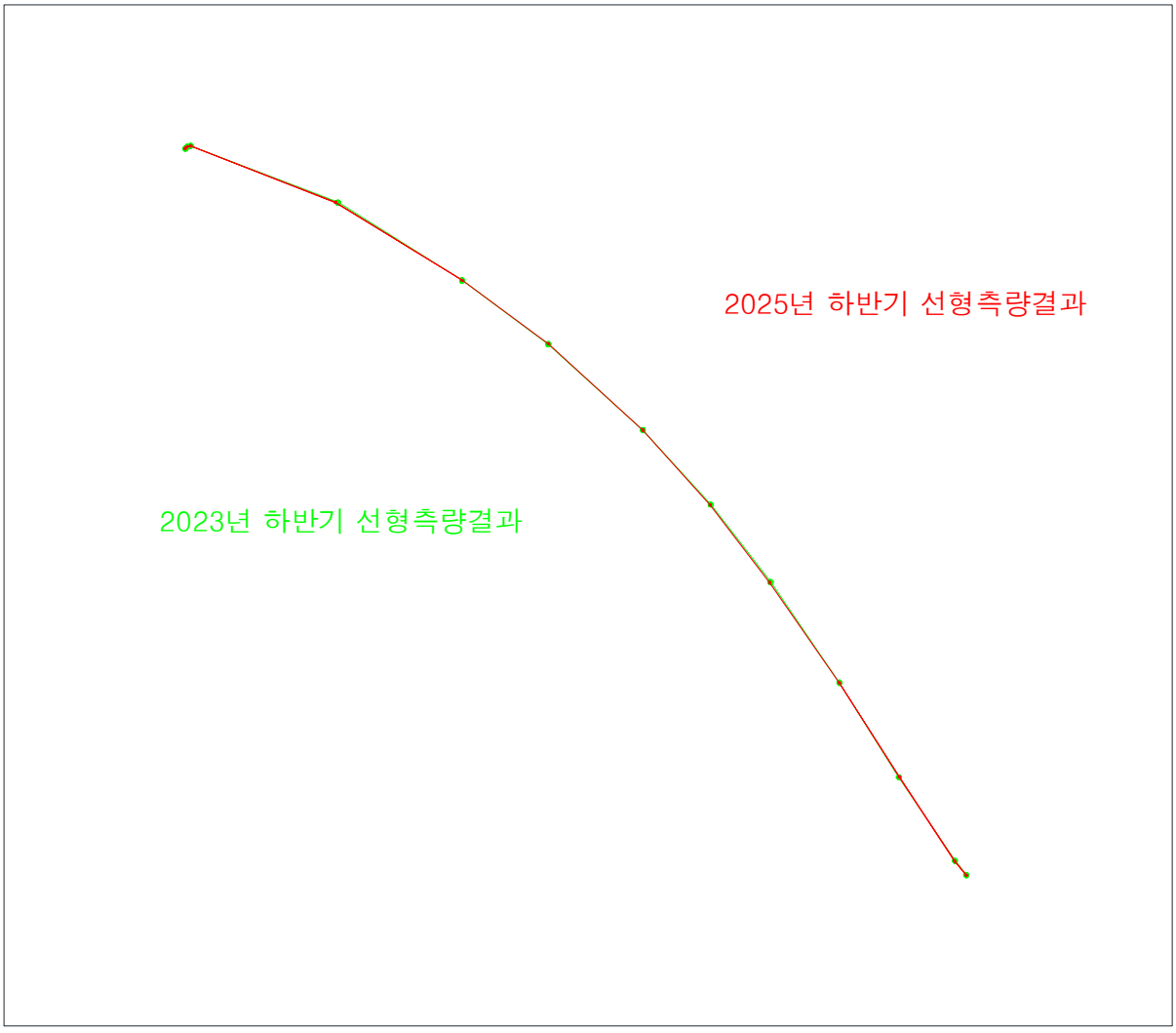
측정위치	기준점 레벨(EL(+).m)		분석 결과 (m)	비고
	설계치	금회 2종 성능평가		
S1(0m)	133.65	-	-	식생
S1(5m)	133.83	-	-	식생
S6(105m)	133.65	133.63	-0.03	
S10(195m)	133.09	133.15	0.06	
S14(280m)	133.54	133.50	-0.04	통로암거
S21(405m)	131.96	132.00	0.04	
S28(545m)	132.25	132.20	-0.05	통로암거
S31(620m)	132.15	132.00	-0.15	
S44(880m)	133.28	133.10	-0.18	홍골천교
S49(975m)	132.90	132.71	-0.19	
S49(976m)	132.90	132.71	-0.19	
S49(977m)	132.90	132.87	-0.03	

【표 74.26】 선형측량 결과

측정위치	X	Y	비고
①	390311.970	167779.300	
②	390324.022	167769.333	
③	390395.165	167721.629	
④	390475.145	167670.033	
⑤	390560.066	167610.041	
⑥	390625.972	167558.872	
⑦	390689.411	167500.771	
⑧	390762.655	167419.484	
⑨	390816.216	167345.117	
⑩	390882.355	167236.080	
⑪	390930.474	167111.317	
⑫	390929.691	167108.452	
⑬	390928.079	167106.702	



[선형측량 결과]



[선형측량 결과 비교]

【그림 74.9】 선형측량 결과 및 비교

74.5. 안전성능 평가

74.5.1 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 74.27】 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 74.28】 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 74.29】 상태안전성능 평가 산정 결과

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.02	a
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a

【표 74.30】

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출 수			
S24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S37	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.02	a
S38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	a
									상태평가 결과					A	

74.5.2 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.00으로서 평가결과는 "A"로 산정되었다.

74.5.3 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.

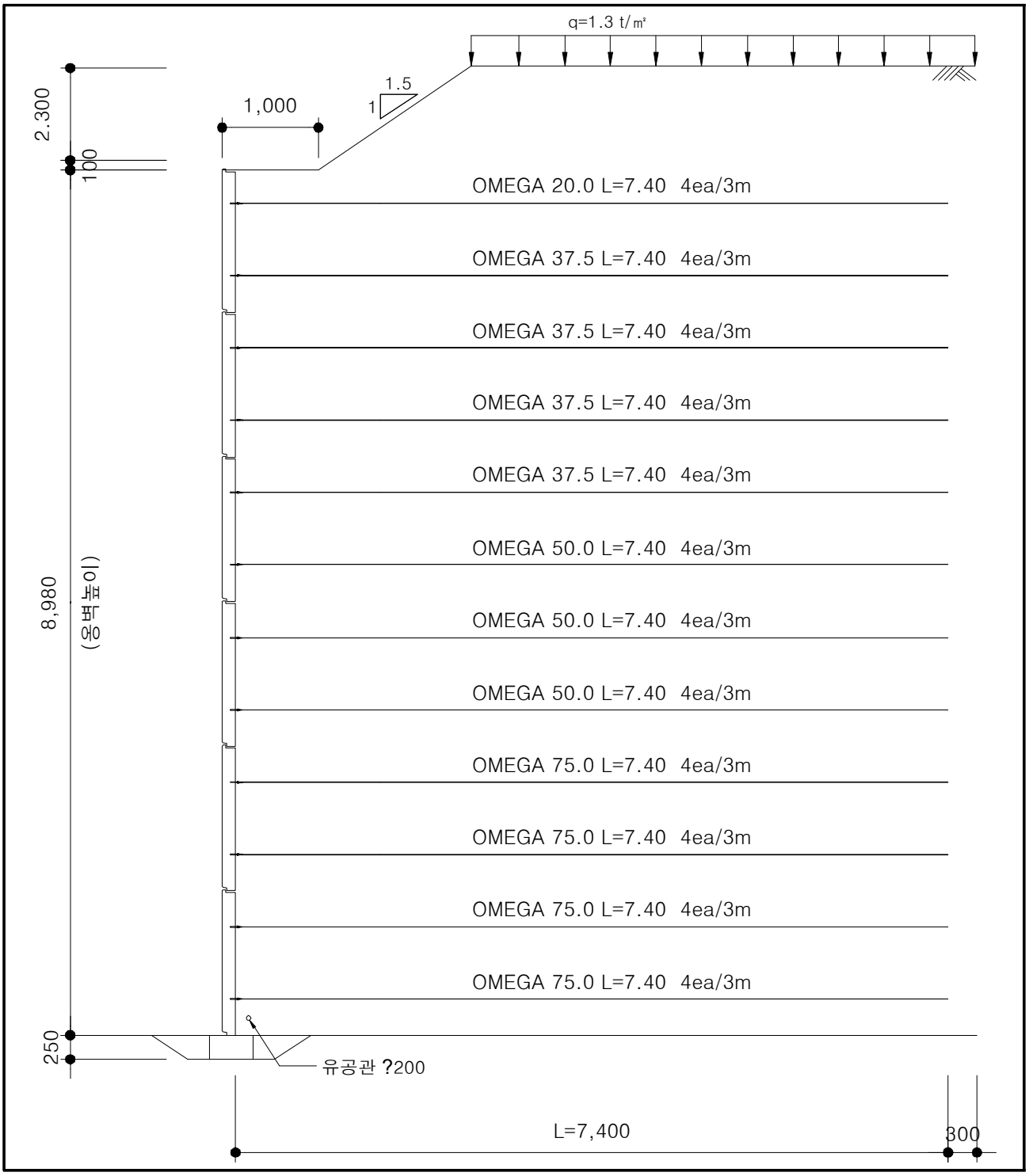
기준	상태기준 설명
a	○환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○결함 및 파손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

74.5.4 구조안전성능 평가

가. 개요

본 검토대상인 옹벽에 대한 구조검토는 설계도서 및 구조계산서를 참고하였다.

나. 검토단면도



【그림 74.10】 검토단면도

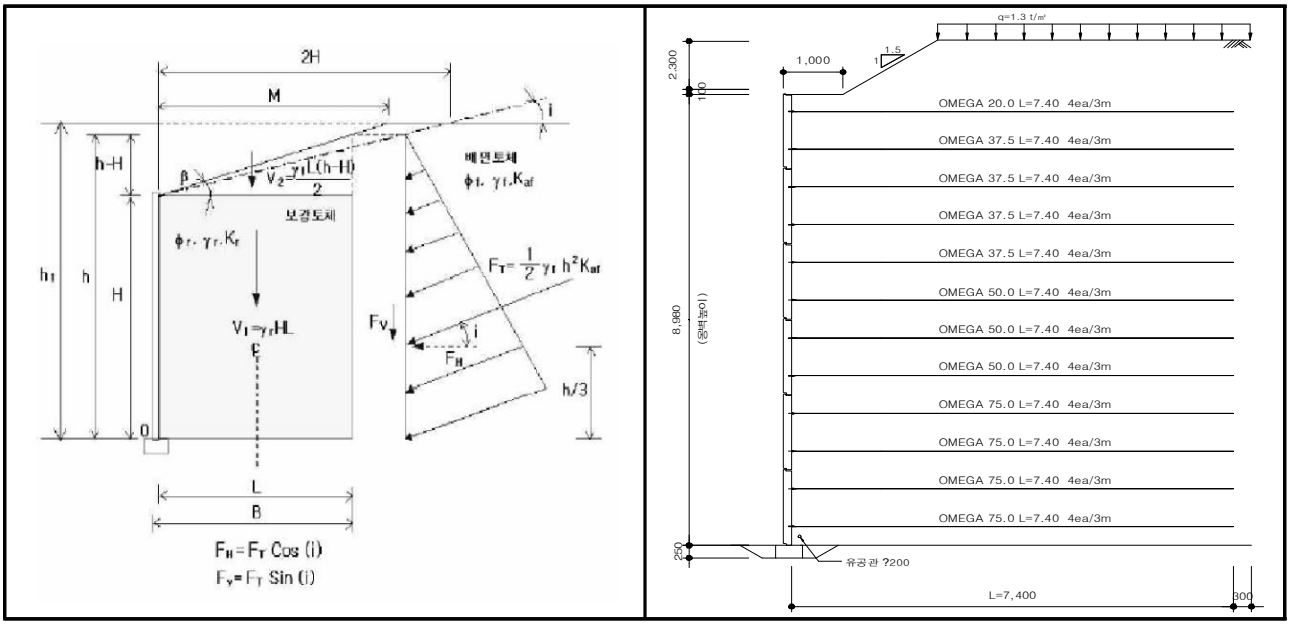
다. 지반정수

【표 74.31】 대상 옹벽 지반정수

토 층	단위중량 (kN/㎥)	점착력 (kN/㎥)	내부마찰각(°)	비 고
보강토체	19	0	30	
성토층	19	0	30	
기초	19	0	28	

라. 외적안정성

1) 토압작용 모식도



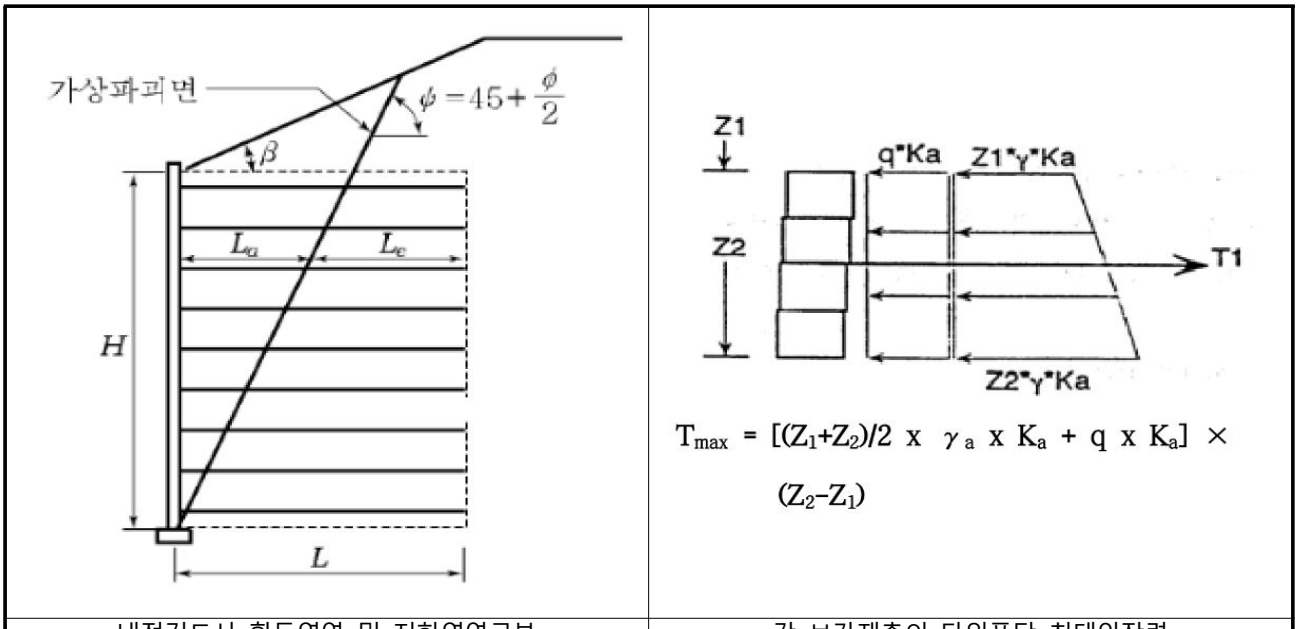
【그림 74.11】 검토단면도

2) 검토조건

- 벽체높이 H(m) = 8.98m h1(m) = 11.38 2h(m) = 22.76
- 보강재의 길이 Lbot(m) = 7.40 , Lup(M) = 7.40
- 상부사면의 경사 β(°) = 23, h-H=2.40
- 상재하중 q(kN/㎡) = 13.00
- 토압계수 ka = $\cos i \times \dfrac{\cos i - (\cos^2 i - \cos^2 \Phi)^{1/2}}{\cos i + (\cos^2 i - \cos^2 \Phi)^{1/2}} = 0.342$

마. 내적안정성

1) 토압작용 모식도



내적검토시 활동영역 및 저항영역구분	각 보강재층의 단위폭당 최대인장력

【그림 74.12】 토압작용 모식도

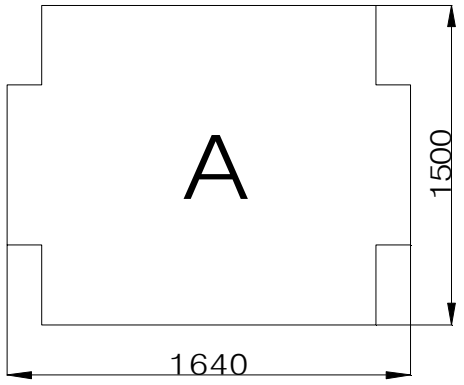
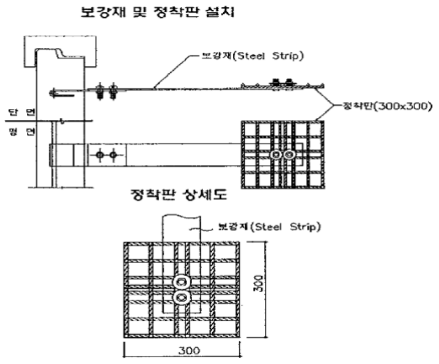
2) 토압계수

- 토압계수 ka = $\tan^2(45-\Phi/2) =$ 0.333

3) 전면판 및 보강재

- 폭(B) = 1,640㎜ - 높이(H) = 1500㎜

【표 74.32】 전면판 및 보강재

구 분	P/C 패널	보강재(Steel Strip)
전면판 제원		

바. 검토결과

【표 74.33】 시설물의 구조안전성능 평가 결과표

구 분			검토결과(Fs)	기준치(Fs)	판정
			상시	상시	
외적 안정	활 동	평상시	1.84	1.5	O.K
		지진시	1.38	1.1	O.K
	전 도	평상시	3.45	1.5	O.K
		지진시	2.33	1.5	O.K
	지지력	평상시	3.33	2.5	O.K
		지진시	2.18	2.0	O.K
내적 안정	파 단	평상시	1.50	1.0	O.K
		지진시	1.27	1.0	O.K
	인 발	평상시	2.97	1.0	O.K
		지진시	2.02	1.0	O.K

사. 구조안전성능 평가 결과

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

【표 74.34】 구조안전성능 평가 결과

평가항목구분			안전율	평가결과	비고
외적 안정	활 동	평상시	1.84	1.5	-
		지진시	1.38	1.1	
	전 도	평상시	3.45	1.5	-
		지진시	2.33	1.5	
	지지력	평상시	3.33	2.5	-
		지진시	2.18	2.0	
내적 안정	파 단	평상시	1.50	1.0	-
		지진시	1.27	1.0	
	인 발	평상시	2.97	1.0	-
		지진시	2.02	1.0	
구조안전성능 평가 결과			· 구조안전성능 평가 등급 = a · 구조안전성능 평가 결함지수 = 0.14		

74.5.5 안전성능 평가결과

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

【표 74.35】 안전성능 평가 결과산정

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 08		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태안전성능 평가	0.00	a	
구조안전성능 평가	0.14	a	
안전성능 평가결과	◦ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택 ◦ **안전성능평가 결과 : A등급**		

【표 74.36】 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

74.6. 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.

74.6.1 콘크리트 내구성능 평가항목 및 대상

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

【표 74.37】 내구성능 평가항목 및 대상

구 분		평가항목	평가여부	시험 기준수량	금회 실행수량	비 고
보강토 옹벽	열화진전 평가	피복(표면부) 콘크리트 품질	o	20 EA	20 EA	
		탄산화 깊이	o	11 EA	11 EA	
		염화물 침투량	o	11 EA	11 EA	
	열화환경 평가	염해환경	o	-	-	
		동해환경	o	-	-	

가. 열화진전 평가

1) 반발경도시험

① 반발경도시험 측정결과

반발경도법에 의한 콘크리트 강도 조사결과, 전 구간에서 측정값이 설계기준강도 (30.0㎫)를 상회하는 것으로 분석되었다.

【표 74.38】 피복(표면부)콘크리트 품질 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명			설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	전면부	S1	패널	130.6	-	a	0.10	a
		S3	패널	131.4	-	a		
		S4	패널	131.1	-	a		
		S7	패널	133.4	-	a		
		S9	패널	129.7	-	a		
		S10	패널	130.3	-	a		
		S12	패널	127.6	-	a		
		S15	패널	131.1	-	a		
		S18	패널	129.7	-	a		
		S20	패널	130.3	-	a		
		S21	패널	130.2	-	a		
		S22	패널	128.7	-	a		
		S27	패널	126.2	-	a		
		S30	패널	129.2	-	a		
		S31	패널	129.0	-	a		
		S35	패널	128.5	-	a		
		S37	패널	-	97.4	a		
		S38	패널	130.1	-	a		
		S41	패널	132.9	-	a		
		S47	패널	126.7	-	a		

2) 탄산화깊이 측정

① 탄산화깊이 측정 시험결과

【표 74.39】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (㎜)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S2 전면부패널	0.5	0.18	30년 초과	a	a
	S4 전면부패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a
	S5 전면부패널	1.0	0.35	30년 초과	a	a
	S7 전면부패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a
	S10 전면부패널	1.0	0.35	30년 초과	a	a
	S23 전면부패널	1.0	0.35	30년 초과	a	a
	S24 전면부패널	2.0	0.71	30년 초과	a	a
	S25 전면부패널	1.5	0.53	30년 초과	a	a
	S26 전면부패널	1.5	0.53	30년 초과	a	a
	S27 전면부패널	0.5	0.18	30년 초과	a	a
	S28 전면부패널	0.5	0.18	30년 초과	a	a

3) 염화물 침투량 평가

① 염화물 침투량 시험결과

【표 74.40】 염화물 침투량 평가

구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 침투량 (kg/㎥)			평가등급
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜	
염화물 침투량	패널	전면부 S2	0.240	0.126	0.097	a
		전면부 S4	0.174	0.152	0.129	a
		전면부 S5	0.106	0.086	0.061	a
		전면부 S7	0.163	0.138	0.093	a
		전면부 S10	0.072	0.061	0.048	a
		전면부 S23	0.072	0.057	0.050	a
		전면부 S24	0.057	0.048	0.018	a
		전면부 S25	0.111	0.077	0.070	a
		전면부 S26	0.136	0.097	0.097	a
		전면부 S27	0.125	0.113	0.041	a
		전면부 S28	0.199	0.134	0.075	a

【표 74.41】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (㎠/year)		
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜
염화물 확산계수	패널	전면부 S2	-	-	0.458
		전면부 S4	-	-	0.53
		전면부 S5	-	-	0.373
		전면부 S7	-	-	0.448
		전면부 S10	-	-	0.338
		전면부 S23	-	-	0.344
		전면부 S24	-	-	0.247
		전면부 S25	-	-	0.395
		전면부 S26	-	-	0.458
		전면부 S27	-	-	0.32
		전면부 S28	-	-	0.406

【표 74.42】 철근부의 전염화물 침투량이 2.5(㎏/㎥)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 침투량 C_r가 2.5(kg/㎥)가 되는 시점	패널	전면부 S2	30년 초과	a
		전면부 S4	30년 초과	a
		전면부 S5	30년 초과	a
		전면부 S7	30년 초과	a
		전면부 S10	30년 초과	a
		전면부 S23	30년 초과	a
		전면부 S24	30년 초과	a
		전면부 S25	30년 초과	a
		전면부 S26	30년 초과	a
		전면부 S27	30년 초과	a
		전면부 S28	30년 초과	a

【표 74.43】 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 S2	a	a	a
	전면부 S4	a	a	a
	전면부 S5	a	a	a
	전면부 S7	a	a	a
	전면부 S10	a	a	a
	전면부 S23	a	a	a
	전면부 S24	a	a	a
	전면부 S25	a	a	a
	전면부 S26	a	a	a
	전면부 S27	a	a	a
	전면부 S28	a	a	a

② 염화물 침투량 시험 보고서

【표 74.44】 염화물 침투량 시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2025년 08월 27일	
	시험시간	09:00 ~ 17:00	
	시험 영역의 위치	패널 전면부	
조 사 수 량		11개소	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			

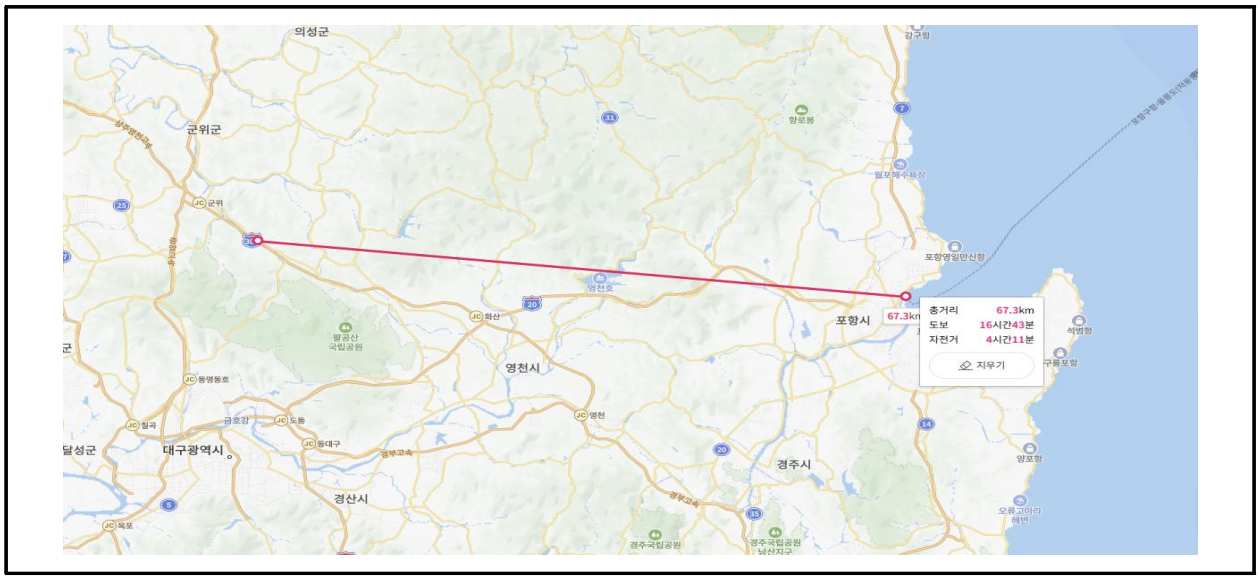
나. 열화환경평가

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 효령면 화계리에 위치하며, 동해안으로부터 약 67.3km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 74.13】 위치도

【표 74.45】 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 74.46】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	대구광역시 군위군 효령면 화계리				
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 74.47】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	대구광역시 군위군 효령면 화계리				
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 74.48】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	대구광역시 군위군 효령면 화계리				
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

74.6.2 콘크리트 내구성능 평가결과

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

【표 74.49】 옹벽의 콘크리트 내구성능 평가

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

【표 74.50】 열화환경지표의 평가결과

열화환경지표		평가결과	평가등급
제설제 염해환경		2.3회	A
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	67.3Km	A
동해환경		45.2회	B

74.6.3 강재 내구성능 평가

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

74.6.4 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 74.51】 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		

74.7. 종합평가

74.7.1 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 74.14】 종합평가 흐름도

74.7.2 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 74.52】 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 74.53】 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	패널식 옹벽 08			
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 74.54】 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

74.8. 유지관리 전략 제안

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

74.8.1 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.

74.8.2 성능목표 등급 산정

【표 74.55】 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 74.56】 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 74.57】 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 74.58】 주변환경 성능목표 선정

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

【표 74.59】 지진구역계수 및 공용연수

구분	평가옹벽	평가등급
지진구역계수	대구	A
공용연수	약 8년	E

【표 74.60】 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)**				

74.8.3 성능평가 실시결과 검토·분석

안전성능평가 결과

· 상태안전성능 평가결과
→ A등급(0.00)
· 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.

74.8.4 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 74.61】 보수.보강 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	이격	주의관찰	-	-	-	-	-	-
배수시설	배수로 균열	주입보수	2.00	2.50	m	103	258	2순위
상부성토부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
기초부	상태양호	-	-	-	-	-	-	-

개략공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	0	258	0
	재경비 (순공사비의 50%)	0	129	0
	합계	0	387	0
개략공사비 총계(천원)		**387**		

※ 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 74.62】 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		
주입보수	2.00	2.50	103	258	배수로 균열	-	안전성능	b	0.02	1.00	0.80	0.11	0.00169	9
-	-	-	-	-	침하	-	안전성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	8
-	-	-	-	-	계획선형 오차	-	안전성능	a	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	8
-	-	-	-	-	활동	-	안전성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.00615	5
-	-	-	-	-	전면부 진행성 배부름	-	안전성능	a	0.19	1.00	0.80	0.05	0.00769	4
-	-	-	-	-	유실	-	안전성능	a	0.12	1.00	0.80	0.05	0.00462	6
-	-	-	-	-	이격	-	안전성능	a	0.08	1.00	0.80	0.05	0.00308	7
-	-	-	-	-	세굴	-	안전성능	a	0.15	1.00	0.80	0.05	0.00615	5
-	-	-	-	-	배수시설	-	안전성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	10
-	-	-	-	-	사면구배	-	안전성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	10
-	-	-	-	-	낙석흔적	-	안전성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	10
-	-	-	-	-	침출수	-	안전성능	a	0.02	1.00	0.80	0.05	0.00077	10
-	-	-	-	-	내적안전성	구조	안전성능	a	1.00	1.00	0.80	0.05	0.04000	1

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		
-	-	-	-	-	저면활동	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	3
-	-	-	-	-	원호활동	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	3
-	-	-	-	-	전도	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	3
-	-	-	-	-	지지력	구조	안전 성능	a	0.20	1.00	0.80	0.05	0.00800	3
-	-	-	-	-	침하	구조	안전 성능	b	0.06	1.00	0.80	0.05	0.00231	8
-	-	-	-	-	염화물	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	2
-	-	-	-	-	탄산화	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	2
-	-	-	-	-	피복콘크리트의 품질	전면	내구 성능	a	1.00	1.00	0.20	0.05	0.01000	2

74.9. 종합결론

본 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 화계리(상주영천고속도로 49.160~50.151km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 977.0m, 지면노출높이 9.1m의 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.

74.9.1 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 08			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				

74.9.2 종합결론

- 패널식 옹벽 08은 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.

74.9.3 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 지반, 기초부, 전면부, 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서 전면부 이격, 배수시설 배수로 균열 등의 손상이 조사되었으나 점검당시 옹벽의 사용성에는 영향을 주지 않는 것으로 판단되므로 내구성 증진을 위한 주입보수 등의 적절한 보수 조치와 주기적인 유지관리가 필요하다고 판단된다. 또한, 상부 성토부 및 전면부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검 및 옹벽은 안전성을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

74.9.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부, 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서 전면부 이격, 배수시설 배수로 균열 등의 손상이 조사되었으나 점검당시 옹벽의 사용성에는 영향을 주지 않는 것으로 판단되나 배수시설의 내구성 확보 차원의 주입보수 후 손상의 재발생 여부를 확인하고, 이격의 경우 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

74.9.5 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.