13. 패널식 옹벽 13

13.1 시설물 개요
13.2 자료수집 및 분석
13.3 현장조사
13.4 콘크리트 재료시험 조사
13.5 상태평가
13.6 종합평가 및 안전등급 지정
13.7 보수·보강 및 유지관리 방안
13.8 종합결론

13. 패널식 옹벽 13

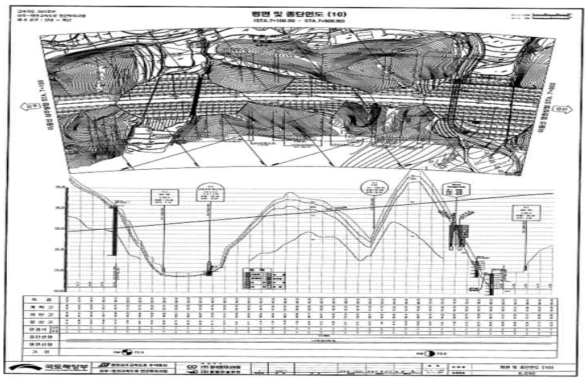
13.1 시설물 개요

본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 화산리(상주영천고속도로 73.125~73.250km)에 위치한 2종 시설물로서 연장 125.6m, 지면노출높이 13.9m의 패널식 보강토옹벽이다.

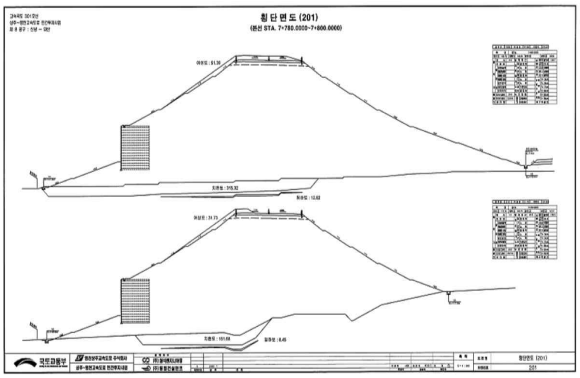
13.1.1 일반사항

【표 13.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	패널식 옹벽 13		종별구분	2종 시설물
시설물번호	RW2017-0000088		관리번호	SY RW13
시설물위치	행정구역	경상북도 영천시 화산면 화산리		
	위치좌표	시점 : 36° 04′ 23.0″ 128° 86′ 80.6″		
		종점 : 36° 04′ 16.8″ 128° 86′ 93.2″		
노선명(이정)	고속국도 301호선 73.125~73.250km			
제 원	옹벽형식	보강토	옹벽재료	패널식
	연 장	125.6m	지면노출 높 이	13.9m
	보강재 길 이	-	저판폭 길 이	-
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	상주영천고속도로 본선		
	옹벽하부	농경지		
시공현황	준공년도	2017년 06월 27일	시 공 자	㈜대우건설
	부대시설	-		
비 고				



위치도



단면도

13.1.2 위치도 및 전경사진

【그림 13.1.1】 위치도

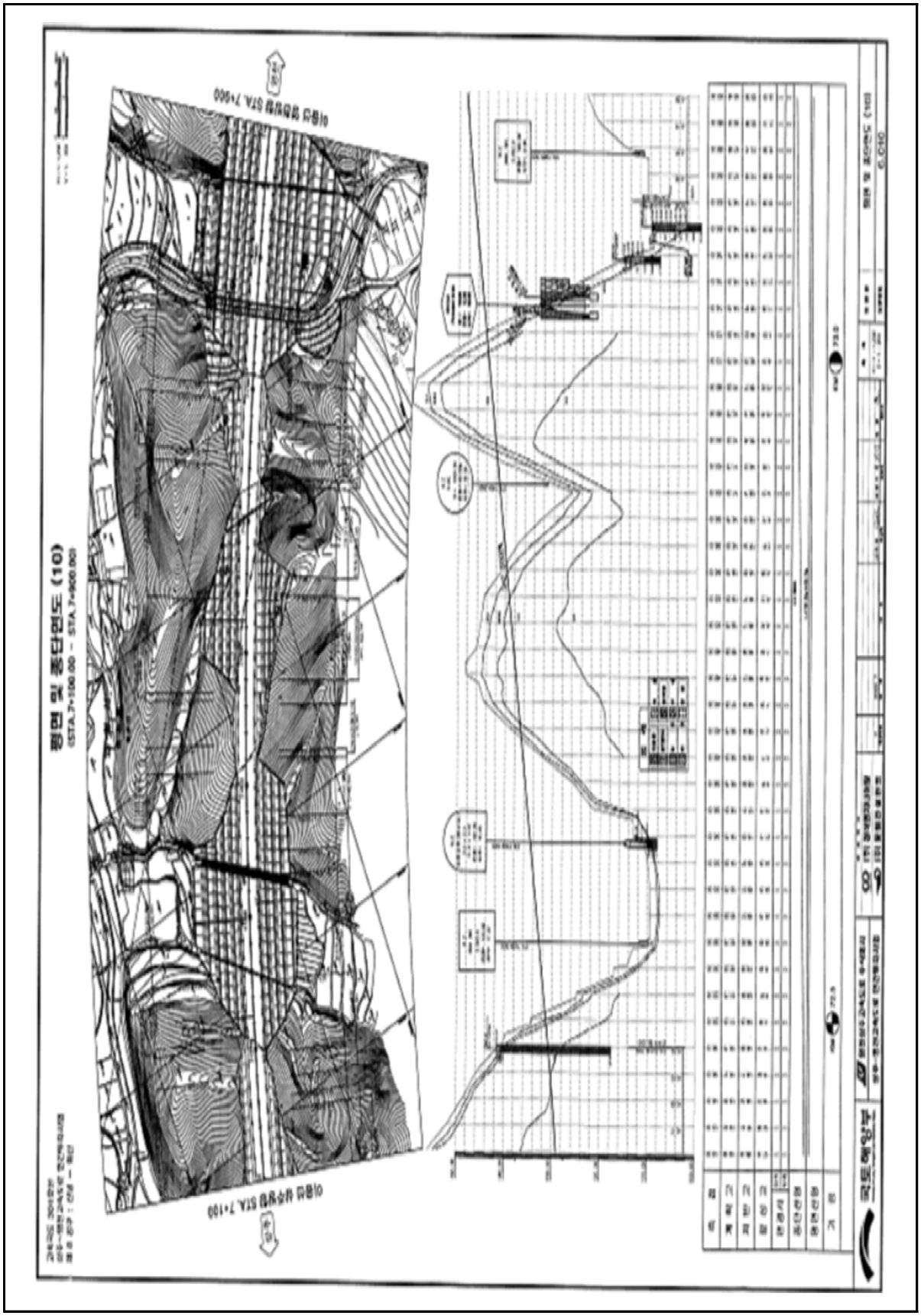
시점부 전경	종점부 전경

【사진 13.1.1】 전경사진

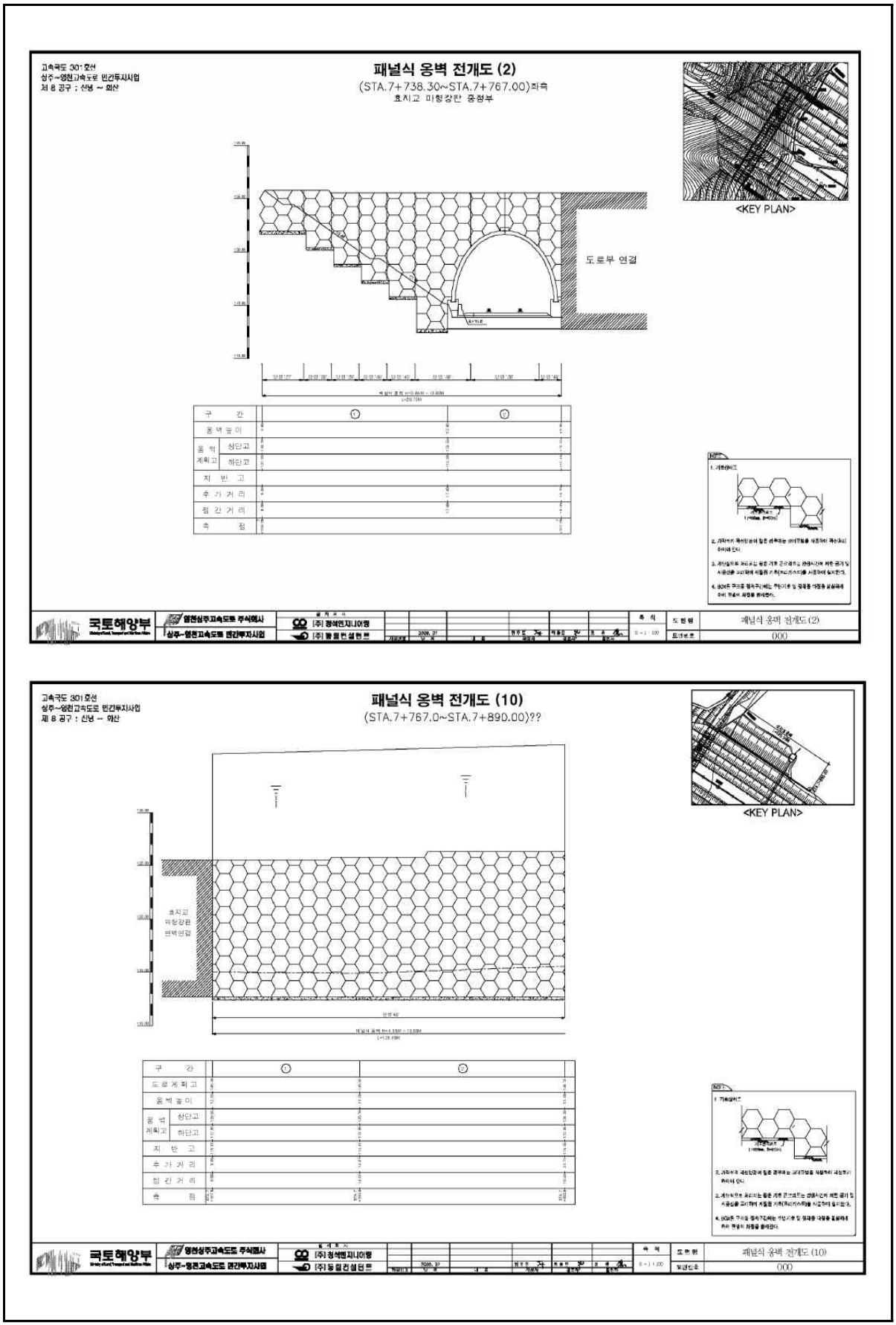
전면부 전경	배수로 전경
하부 전경	상부 전경
광파기를 이용한 측량 작업	경사계를 이용한 경사도 측정

【사진 13.1.2】 부재별 현황 및 작업사진

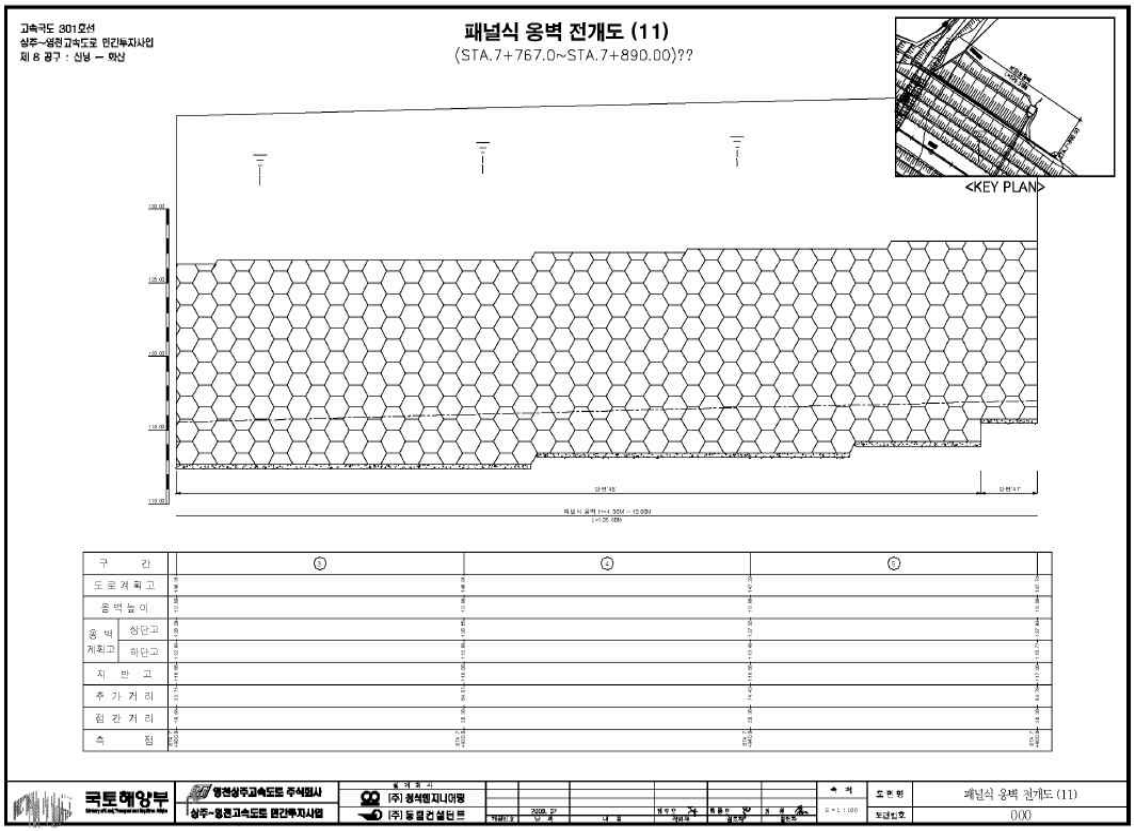
13.1.3 시설물 일반도

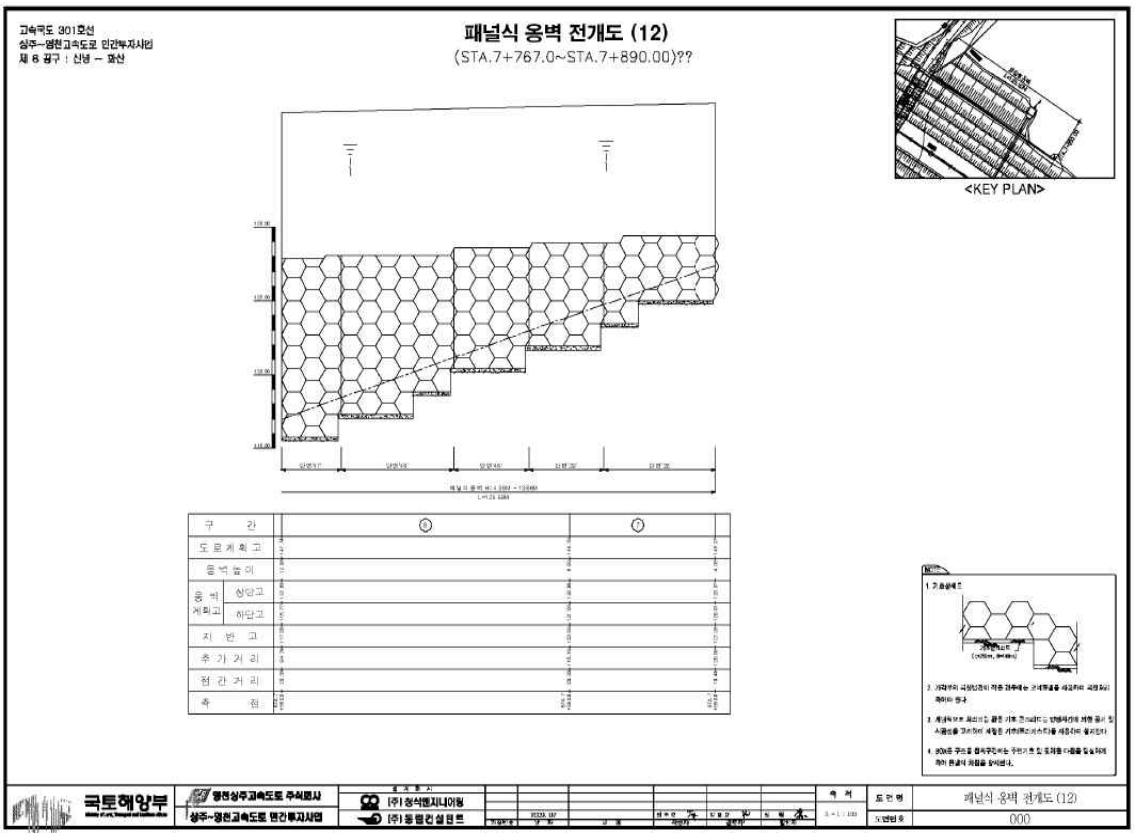


【그림 13.1.2】 종평면도

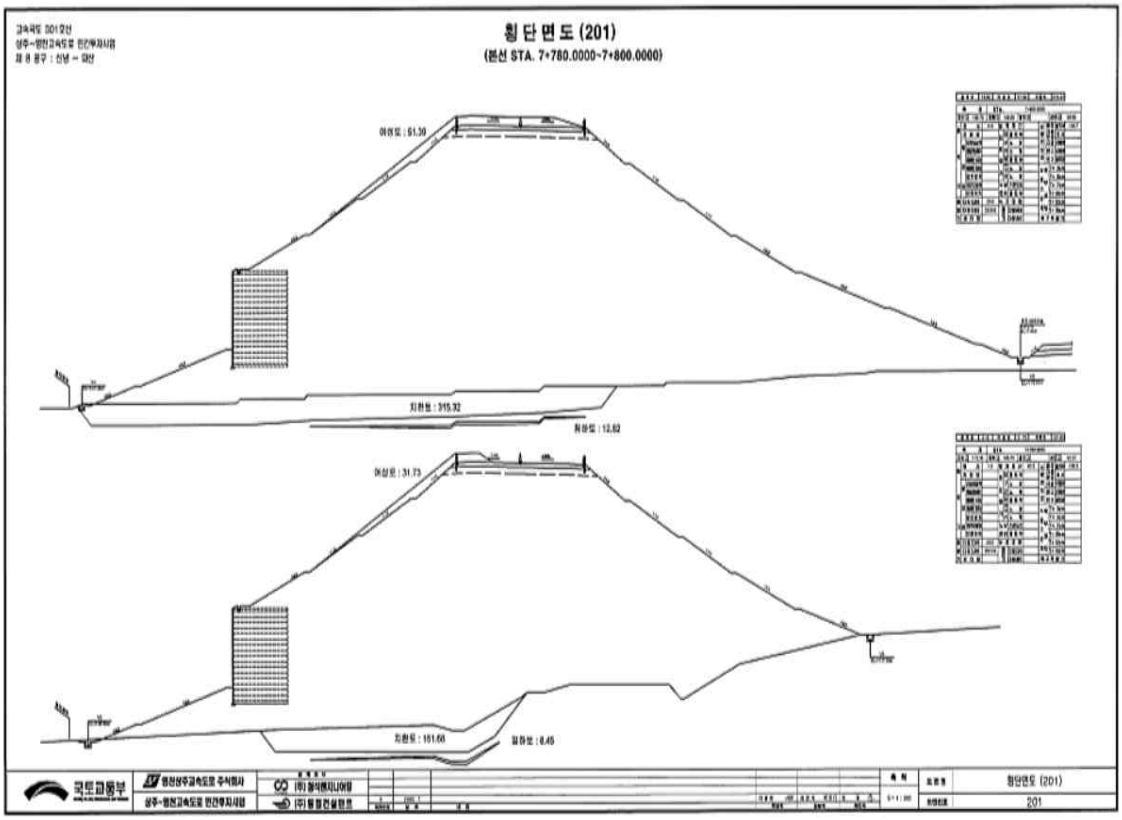

패널식 옹벽 전개도 (2)
(STA.7+738.30~STA.7+767.00)좌측
효지교 미형강판 중점부
<KEY PLAN>
도로부 연결
패널식 옹벽 전개도 (2)
패널식 옹벽 전개도 (10)
(STA.7+767.0~STA.7+890.00)??
<KEY PLAN>
패널식 옹벽 전개도 (10)

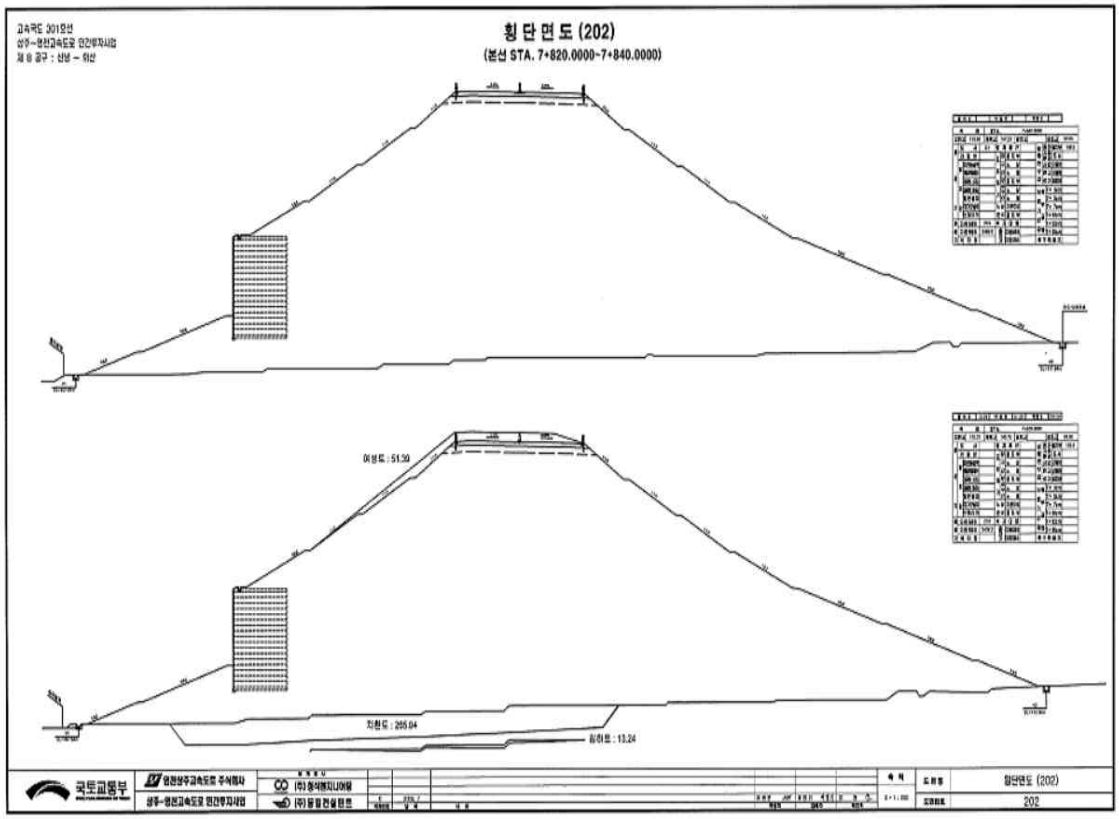
【그림 13.1.3】 전개도



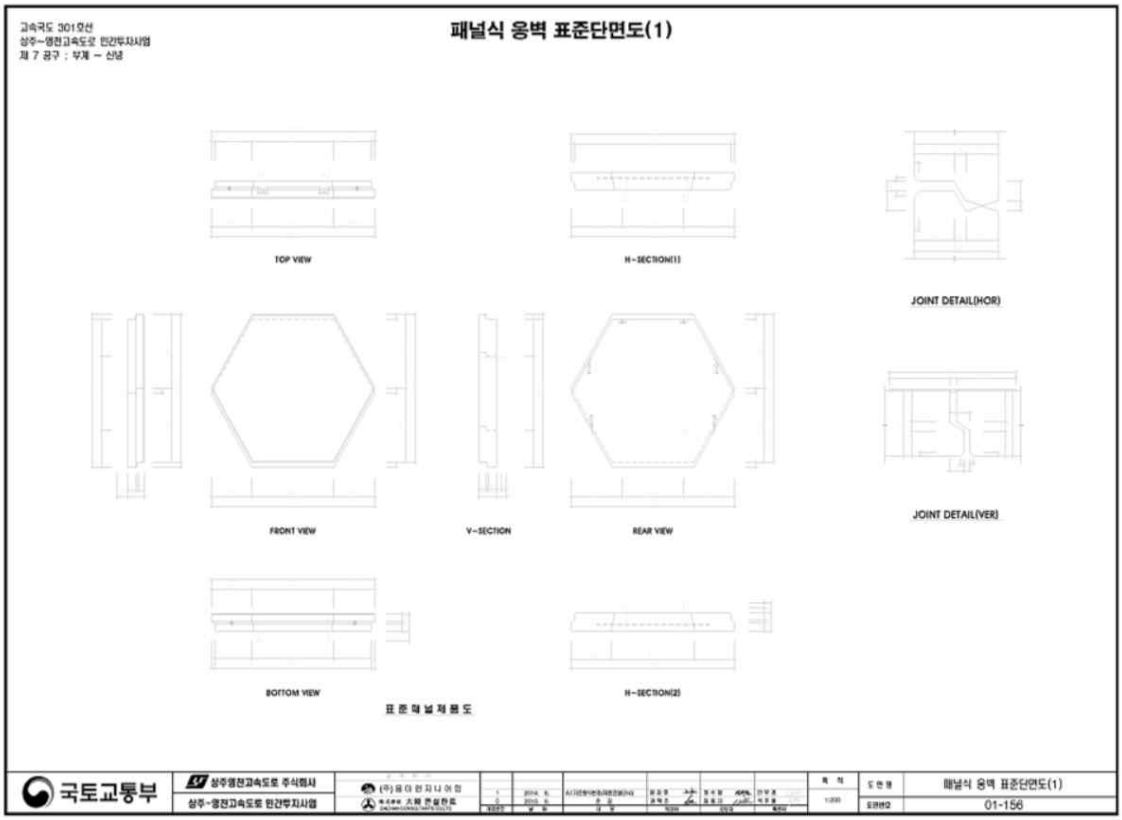


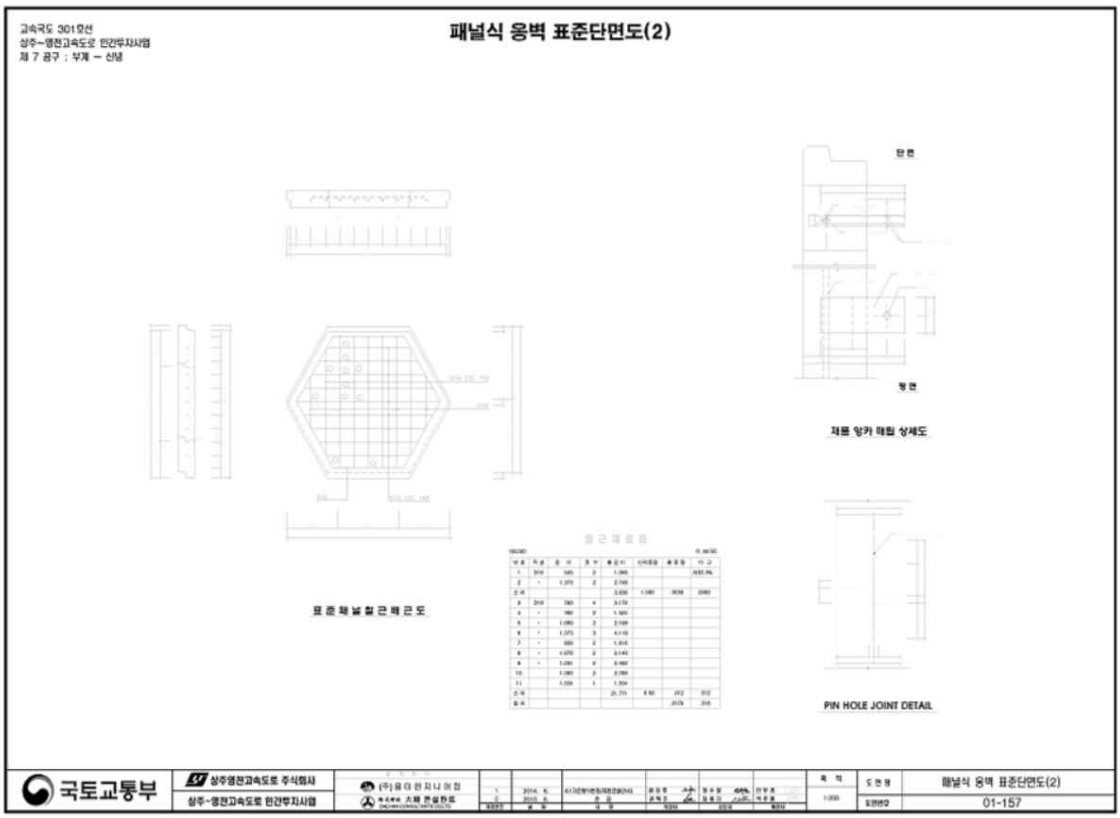
【그림 13.1.3】 전개도(계속)


횡단면도(201)
(본선 STA. 7+780.0000~7+800.0000)
횡단면도 (201)
201


횡단면도(202)
(본선 STA. 7+820.0000~7+840.0000)
횡단면도 (202)
202

【그림 13.1.4】 단면도





【그림 13.1.4】 단면도(계속)

13.2 자료수집 및 분석

13.2.1 설계자료 검토

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

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 상주~영천 고속도로 민간투자사업(제8공구)

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD
상주~영천 고속도로 민간투자사업(제8공구)
MSEW(3.0): Update # 11.1

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 상주~영천 고속도로 민간투자사업(제8공구)
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number:

Description:

Company's information:

Name:
Street:

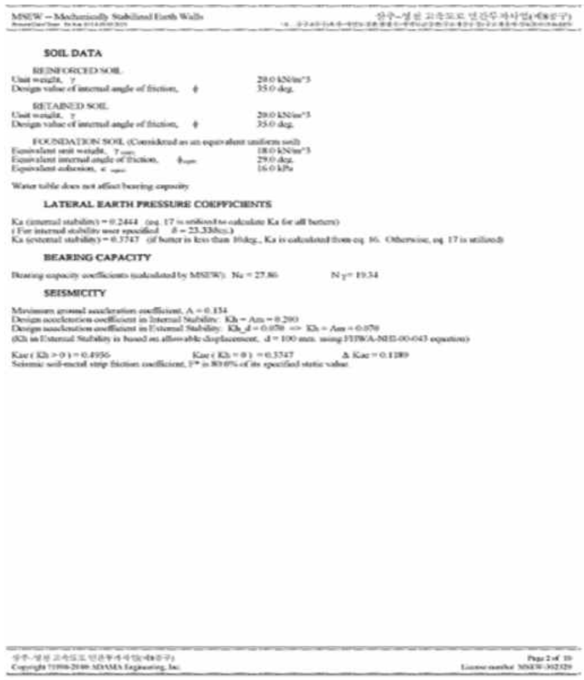
Telephone #: 02)483-7456
Fax #: 02)483-7451
E-Mail:

Original file path and name:

Original date and time of creating this file: Tue Nov 18 16:06:22 2014

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

Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. Page 1 of 10 License number MSEW-302329



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 상주~영천 고속도로 민간투자사업(제8공구)

SOIL DATA

REINFORCED SOIL
Unit weight, γ 20.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, φ 35.0 deg.

RETAINED SOIL
Unit weight, γ 20.0 kN/m^3
Design value of internal angle of friction, φ 35.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)
Equivalent unit weight, γ equiv. 18.0 kN/m^3
Equivalent internal angle of friction, φ equiv. 29.0 deg.
Equivalent cohesion, c equiv. 16.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.2444 (eq. 17 is utilized to calculate Ka for all batters)
(For internal stability user specified δ = 23.33(deg.))
Ka (external stability) = 0.3747 (if batter is less than 10deg., Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

BEARING CAPACITY

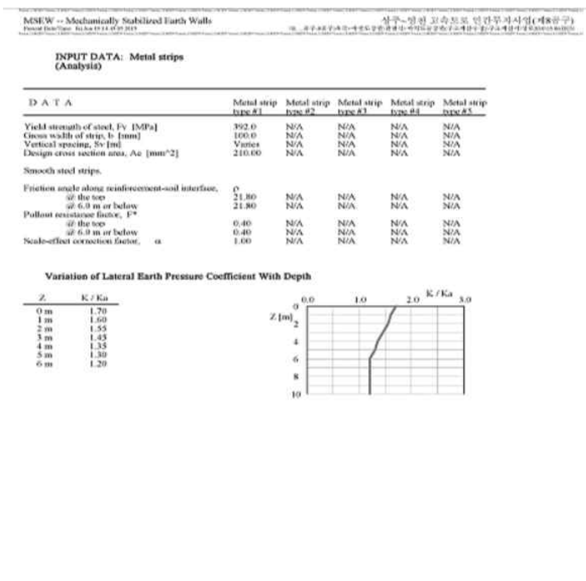
Bearing capacity coefficients (calculated by MSEW): Nc = 27.86 Nγ = 19.34

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.154
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.200
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.070 => Kh = Am = 0.070
(Kh in External Stability is based on allowable displacement, d = 100 mm, using FHWA-NHI-00-043 equation)

Kae (Kh > 0) = 0.4956 Kae (Kh = 0) = 0.3747 Δ Kae = 0.1209
Seismic soil-metal strip friction coefficient, F* is 80.0% of its specified static value.

Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. Page 2 of 10 License number MSEW-302329



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 상주~영천 고속도로 민간투자사업(제8공구)

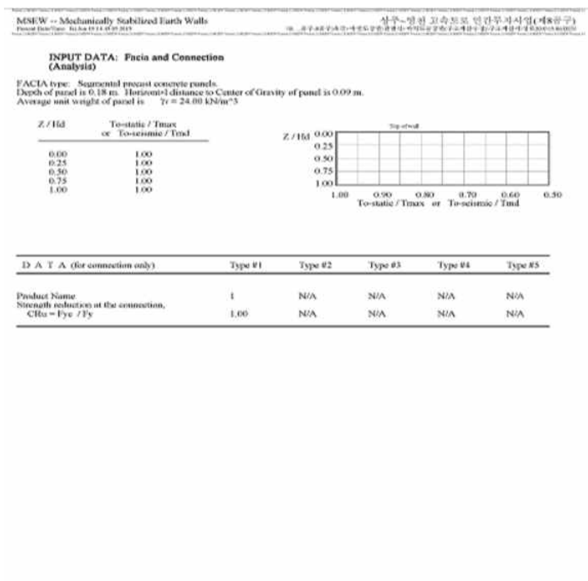
INPUT DATA: Metal strips (Analysis)

D A T A	Metal strip type #1	Metal strip type #2	Metal strip type #3	Metal strip type #4	Metal strip type #5
Yield strength of steel, Fy [MPa]	392.0	N/A	N/A	N/A	N/A
Gross width of strip, b [mm]	100.0	N/A	N/A	N/A	N/A
Vertical spacing, Sv [m]	Varies	N/A	N/A	N/A	N/A
Design cross section area, Ac [mm^2]	210.00	N/A	N/A	N/A	N/A
Smooth steel strips.					
Friction angle along reinforcement-soil interface, ρ					
@ the top	21.80	N/A	N/A	N/A	N/A
@ 6.0 m or below	21.80	N/A	N/A	N/A	N/A
Pullout resistance factor, F*					
@ the top	0.40	N/A	N/A	N/A	N/A
@ 6.0 m or below	0.40	N/A	N/A	N/A	N/A
Scale-effect correction factor, α	1.00	N/A	N/A	N/A	N/A

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.70
1 m	1.60
2 m	1.55
3 m	1.43
4 m	1.35
5 m	1.30
6 m	1.20

Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. Page 3 of 10 License number MSEW-302329



MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 상주~영천 고속도로 민간투자사업(제8공구)

INPUT DATA: Facia and Connection (Analysis)

FACIA type: Segmental precast concrete panels.
Depth of panel is 0.18 m. Horizontal distance to Center of Gravity of panel is 0.09 m.
Average unit weight of panel is γr = 24.00 kN/m^3

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

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

Copyright ©1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. Page 4 of 10 License number MSEW-302329

구조계산서 및 안전검토서

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls

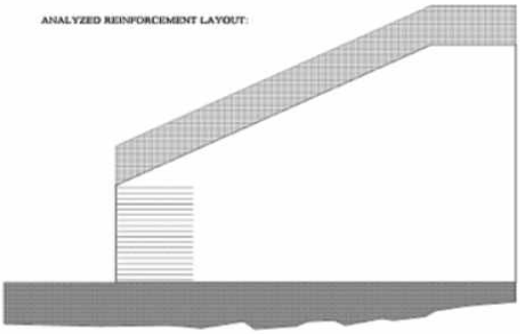
INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, H 13.86 [m] [Embedded depth is E = 0.00 m, and height above top of finished bottom grade is H = 13.86 m]

Batter, ω 0.0 [deg]
Backslope, β 26.0 [deg]
Backslope rise 20.0 [m] Broken back equivalent angle, I = 26.00deg. (see Fig. 25 in DEMO#82)

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

ANALYZED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

Page 5 of 10
Copyright ©1998-2000 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-002029

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Static conditions)

Bearing capacity, Fs = 3.52, Meyerhof stress = 514.01 kPa
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.811, Eccentricity, e/L = 0.1119, Fs-overturning = 2.82

#	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	10.00	1	N/A	2.68	2.68	2.676	8.117	1.952	0.1055	1
2	1.15	10.00	1	N/A	1.87	1.87	1.872	3.187	2.076	0.0927	1
3	1.92	10.00	1	N/A	1.97	1.97	1.968	4.958	2.136	0.0802	1
4	2.69	10.00	1	N/A	2.07	2.07	2.074	4.732	2.201	0.0680	1
5	3.46	10.00	1	N/A	2.19	2.19	2.192	4.504	2.269	0.0560	1
6	4.23	10.00	1	N/A	2.32	2.32	2.324	4.275	2.342	0.0443	1
7	5.00	10.00	1	N/A	2.47	2.47	2.474	4.048	2.421	0.0328	1
8	5.77	10.00	1	N/A	2.64	2.64	2.644	3.819	2.504	0.0215	1
9	6.54	10.00	1	N/A	2.84	2.84	2.839	3.590	2.593	0.0102	1
10	7.31	10.00	1	N/A	3.06	3.06	3.065	3.363	2.688	-0.0010	1
11	8.08	10.00	1	N/A	3.25	3.25	3.252	3.060	2.789	-0.0125	1
12	8.85	10.00	1	N/A	3.40	3.40	3.396	2.933	2.895	-0.0242	1
13	9.62	10.00	1	N/A	3.61	3.61	3.605	2.827	3.005	-0.0366	1
14	10.39	10.00	1	N/A	3.83	3.83	3.854	2.726	3.117	-0.0501	1
15	11.16	10.00	1	N/A	4.14	4.14	4.137	2.649	3.227	-0.0653	1
16	11.93	10.00	1	N/A	4.56	4.56	4.564	2.528	3.326	-0.0834	1
17	12.70	10.00	1	N/A	5.21	5.21	5.211	2.486	3.398	-0.1067	1
18	13.47	10.00	1	N/A	6.08	6.08	6.084	2.436	3.408	-0.1396	1

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Seismic conditions)

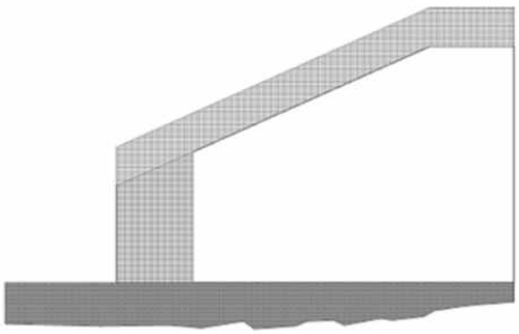
Bearing capacity, Fs = 2.35, Meyerhof stress = 655.57 kPa
Foundation Interface: Direct sliding, Fs = 1.429, Eccentricity, e/L = 0.1921, Fs-overturning = 2.05

#	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	10.00	1	N/A	2.08	2.08	2.079	5.046	1.537	0.1816	1
2	1.15	10.00	1	N/A	1.46	1.46	1.457	3.230	1.646	0.1609	1
3	1.92	10.00	1	N/A	1.53	1.53	1.532	3.089	1.706	0.1409	1
4	2.69	10.00	1	N/A	1.62	1.62	1.613	2.949	1.772	0.1215	1
5	3.46	10.00	1	N/A	1.71	1.71	1.708	2.807	1.843	0.1028	1
6	4.23	10.00	1	N/A	1.81	1.81	1.811	2.665	1.920	0.0847	1
7	5.00	10.00	1	N/A	1.93	1.93	1.928	2.525	2.005	0.0673	1
8	5.77	10.00	1	N/A	2.06	2.06	2.062	2.383	2.098	0.0505	1
9	6.54	10.00	1	N/A	2.21	2.21	2.215	2.241	2.200	0.0342	1
10	7.31	10.00	1	N/A	2.39	2.39	2.393	2.100	2.313	0.0183	1
11	8.08	10.00	1	N/A	2.55	2.55	2.553	1.922	2.437	0.0027	1
12	8.85	10.00	1	N/A	2.64	2.64	2.644	1.821	2.572	-0.0127	1
13	9.62	10.00	1	N/A	2.77	2.77	2.769	1.737	2.720	-0.0283	1
14	10.39	10.00	1	N/A	2.91	2.91	2.913	1.648	2.879	-0.0444	1
15	11.16	10.00	1	N/A	3.07	3.07	3.072	1.550	3.044	-0.0618	1
16	11.93	10.00	1	N/A	3.30	3.30	3.302	1.463	3.206	-0.0816	1
17	12.70	10.00	1	N/A	3.63	3.63	3.628	1.384	3.341	-0.1060	1
18	13.47	10.00	1	N/A	4.03	4.03	4.030	1.291	3.400	-0.1395	1

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls

BEARING CAPACITY for GIVEN LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, qult	1811.2	1539.6	[kPa]
Meyerhof stress, σ_v	514.01	655.6	[kPa]
Eccentricity, e	1.68	1.85	[m]
Eccentricity, e/L	0.108	0.186	
Fs calculated	3.52	2.35	
Base length	10.00	10.00	[m]



SCALE:
0 2 4 6 8 10 [m]

Page 7 of 10
Copyright ©1998-2000 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-002029

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls

DIRECT SLIDING for GIVEN LAYOUT (for METAL STRIPS reinforcements)

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 1.811 and Fs-seismic = 1.429

#	Metal strip Elevation [m]	Metal strip Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Metal strip Type #	Product name
1	0.38	10.00	1.952	1.537	1	1
2	1.15	10.00	2.076	1.646	1	1
3	1.92	10.00	2.136	1.706	1	1
4	2.69	10.00	2.201	1.772	1	1
5	3.46	10.00	2.269	1.843	1	1
6	4.23	10.00	2.342	1.920	1	1
7	5.00	10.00	2.421	2.005	1	1
8	5.77	10.00	2.504	2.098	1	1
9	6.54	10.00	2.593	2.200	1	1
10	7.31	10.00	2.688	2.313	1	1
11	8.08	10.00	2.789	2.437	1	1
12	8.85	10.00	2.895	2.572	1	1
13	9.62	10.00	3.005	2.720	1	1
14	10.39	10.00	3.117	2.879	1	1
15	11.16	10.00	3.227	3.044	1	1
16	11.93	10.00	3.326	3.206	1	1
17	12.70	10.00	3.398	3.341	1	1
18	13.47	10.00	3.408	3.400	1	1

ECCENTRICITY for GIVEN LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1119, e/L seismic = 0.1921; Overturning: Fs-static = 2.82, Fs-seismic = 2.05

#	Metal strip Elevation [m]	Metal strip Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Metal strip Type #	Product name
1	0.38	10.00	0.1055	0.1816	1	1
2	1.15	10.00	0.0927	0.1609	1	1
3	1.92	10.00	0.0802	0.1409	1	1
4	2.69	10.00	0.0680	0.1215	1	1
5	3.46	10.00	0.0560	0.1028	1	1
6	4.23	10.00	0.0443	0.0847	1	1
7	5.00	10.00	0.0328	0.0673	1	1
8	5.77	10.00	0.0215	0.0505	1	1
9	6.54	10.00	0.0102	0.0342	1	1
10	7.31	10.00	-0.0010	0.0183	1	1
11	8.08	10.00	-0.0125	0.0027	1	1
12	8.85	10.00	-0.0242	-0.0127	1	1
13	9.62	10.00	-0.0366	-0.0283	1	1
14	10.39	10.00	-0.0501	-0.0444	1	1
15	11.16	10.00	-0.0653	-0.0618	1	1
16	11.93	10.00	-0.0834	-0.0816	1	1
17	12.70	10.00	-0.1067	-0.1060	1	1
18	13.47	10.00	-0.1396	-0.1395	1	1

Page 8 of 10
Copyright ©1998-2000 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-002029

구조계산서 및 안전검토서

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 상주-영천 고속도로 민간투자사업(제8공구)

RESULTS for STRENGTH [Live Load included in calculating Tmax(aa) / (Actual stress)]

#	Metal strip Elevation [m]	Coverage ratio, Rc=b/Sh	Horizontal spacing, Sh [m]	Long-term strength Fy Ac Rc/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	0.222	0.450	182.9	68.37	19.64	N/A	2.676	N/A	2.079
2	1.15	0.149	0.670	122.9	65.64	18.68	N/A	1.872	N/A	1.457
3	1.92	0.149	0.670	122.9	62.44	17.75	N/A	1.968	N/A	1.532
4	2.69	0.149	0.670	122.9	59.25	16.83	N/A	2.074	N/A	1.645
5	3.46	0.149	0.670	122.9	56.05	15.90	N/A	2.192	N/A	1.708
6	4.23	0.149	0.670	122.9	52.86	14.97	N/A	2.324	N/A	1.811
7	5.00	0.149	0.670	122.9	49.67	14.05	N/A	2.474	N/A	1.928
8	5.77	0.149	0.670	122.9	46.47	13.12	N/A	2.644	N/A	2.062
9	6.54	0.149	0.670	122.9	43.28	12.19	N/A	2.839	N/A	2.215
10	7.31	0.149	0.670	122.9	40.09	11.26	N/A	3.065	N/A	2.393
11	8.08	0.149	0.670	122.9	37.78	10.34	N/A	3.252	N/A	2.553
12	8.85	0.149	0.670	122.9	36.18	10.29	N/A	3.396	N/A	2.644
13	9.62	0.149	0.670	122.9	34.08	10.29	N/A	3.605	N/A	2.769
14	10.39	0.149	0.670	122.9	31.88	10.29	N/A	3.854	N/A	2.913
15	11.16	0.149	0.670	122.9	29.70	10.29	N/A	4.137	N/A	3.072
16	11.93	0.149	0.670	122.9	26.92	10.29	N/A	4.564	N/A	3.302
17	12.70	0.149	0.670	122.9	23.58	10.29	N/A	5.211	N/A	3.628
18	13.47	0.149	0.670	122.9	20.19	10.29	N/A	6.084	N/A	4.030

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	0.222	68.37	19.61	9.77	0.23	555.0	N/A	8.117	444.0	N/A	5.046
2	1.15	0.149	65.64	18.68	9.31	0.69	340.4	N/A	5.187	272.4	N/A	3.230
3	1.92	0.149	62.44	17.75	8.85	1.15	309.6	N/A	4.958	247.7	N/A	3.089
4	2.69	0.149	59.25	16.83	8.39	1.61	280.4	N/A	4.732	224.3	N/A	2.949
5	3.46	0.149	56.05	15.90	7.92	2.08	252.4	N/A	4.504	202.0	N/A	2.807
6	4.23	0.149	52.86	14.97	7.46	2.54	226.0	N/A	4.275	180.8	N/A	2.665
7	5.00	0.149	49.67	14.05	7.00	3.00	201.1	N/A	4.048	160.9	N/A	2.525
8	5.77	0.149	46.47	13.12	6.54	3.46	177.5	N/A	3.819	142.0	N/A	2.383
9	6.54	0.149	43.28	12.19	6.08	3.92	155.4	N/A	3.590	124.3	N/A	2.241
10	7.31	0.149	40.09	11.26	5.61	4.39	134.8	N/A	3.363	107.9	N/A	2.100
11	8.08	0.149	37.78	10.34	5.15	4.85	115.6	N/A	3.060	92.5	N/A	1.922
12	8.85	0.149	36.18	10.29	5.13	4.87	105.8	N/A	2.923	84.6	N/A	1.821
13	9.62	0.149	34.08	10.29	5.13	4.87	96.3	N/A	2.827	77.1	N/A	1.737
14	10.39	0.149	31.88	10.29	5.13	4.87	86.9	N/A	2.726	69.5	N/A	1.648
15	11.16	0.149	29.70	10.29	5.13	4.87	77.5	N/A	2.609	62.0	N/A	1.550
16	11.93	0.149	26.92	10.29	5.13	4.87	68.0	N/A	2.528	54.4	N/A	1.463
17	12.70	0.149	23.58	10.29	5.13	4.87	58.6	N/A	2.486	46.9	N/A	1.384
18	13.47	0.149	20.19	10.29	5.13	4.87	49.2	N/A	2.436	39.3	N/A	1.291

상주-영천 고속도로 민간투자사업(제8공구) Page 9 of 10
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

MSEW -- Mechanically Stabilized Earth Walls 상주-영천 고속도로 민간투자사업(제8공구)

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	0.222	0.450	68.4	1.00	182.9	182.9	N/A	2.68	N/A	2.68	1
2	1.15	0.149	0.670	65.6	1.00	122.9	122.9	N/A	1.87	N/A	1.87	1
3	1.92	0.149	0.670	62.4	1.00	122.9	122.9	N/A	1.97	N/A	1.97	1
4	2.69	0.149	0.670	59.2	1.00	122.9	122.9	N/A	2.07	N/A	2.07	1
5	3.46	0.149	0.670	56.1	1.00	122.9	122.9	N/A	2.19	N/A	2.19	1
6	4.23	0.149	0.670	52.9	1.00	122.9	122.9	N/A	2.32	N/A	2.32	1
7	5.00	0.149	0.670	49.7	1.00	122.9	122.9	N/A	2.47	N/A	2.47	1
8	5.77	0.149	0.670	46.5	1.00	122.9	122.9	N/A	2.64	N/A	2.64	1
9	6.54	0.149	0.670	43.3	1.00	122.9	122.9	N/A	2.84	N/A	2.84	1
10	7.31	0.149	0.670	40.1	1.00	122.9	122.9	N/A	3.06	N/A	3.06	1
11	8.08	0.149	0.670	37.8	1.00	122.9	122.9	N/A	3.25	N/A	3.25	1
12	8.85	0.149	0.670	36.2	1.00	122.9	122.9	N/A	3.40	N/A	3.40	1
13	9.62	0.149	0.670	34.1	1.00	122.9	122.9	N/A	3.61	N/A	3.61	1
14	10.39	0.149	0.670	31.9	1.00	122.9	122.9	N/A	3.85	N/A	3.85	1
15	11.16	0.149	0.670	29.7	1.00	122.9	122.9	N/A	4.14	N/A	4.14	1
16	11.93	0.149	0.670	26.9	1.00	122.9	122.9	N/A	4.56	N/A	4.56	1
17	12.70	0.149	0.670	23.6	1.00	122.9	122.9	N/A	5.21	N/A	5.21	1
18	13.47	0.149	0.670	20.2	1.00	122.9	122.9	N/A	6.08	N/A	6.08	1

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	0.222	0.450	88.0	1.00	182.9	182.9	N/A	2.08	N/A	2.08	1
2	1.15	0.149	0.670	84.3	1.00	122.9	122.9	N/A	1.46	N/A	1.46	1
3	1.92	0.149	0.670	80.2	1.00	122.9	122.9	N/A	1.53	N/A	1.53	1
4	2.69	0.149	0.670	76.1	1.00	122.9	122.9	N/A	1.62	N/A	1.62	1
5	3.46	0.149	0.670	72.0	1.00	122.9	122.9	N/A	1.71	N/A	1.71	1
6	4.23	0.149	0.670	67.8	1.00	122.9	122.9	N/A	1.81	N/A	1.81	1
7	5.00	0.149	0.670	63.7	1.00	122.9	122.9	N/A	1.93	N/A	1.93	1
8	5.77	0.149	0.670	59.6	1.00	122.9	122.9	N/A	2.06	N/A	2.06	1
9	6.54	0.149	0.670	55.5	1.00	122.9	122.9	N/A	2.21	N/A	2.21	1
10	7.31	0.149	0.670	51.4	1.00	122.9	122.9	N/A	2.39	N/A	2.39	1
11	8.08	0.149	0.670	48.1	1.00	122.9	122.9	N/A	2.55	N/A	2.55	1
12	8.85	0.149	0.670	46.5	1.00	122.9	122.9	N/A	2.64	N/A	2.64	1
13	9.62	0.149	0.670	44.4	1.00	122.9	122.9	N/A	2.77	N/A	2.77	1
14	10.39	0.149	0.670	42.2	1.00	122.9	122.9	N/A	2.91	N/A	2.91	1
15	11.16	0.149	0.670	40.0	1.00	122.9	122.9	N/A	3.07	N/A	3.07	1
16	11.93	0.149	0.670	37.2	1.00	122.9	122.9	N/A	3.30	N/A	3.30	1
17	12.70	0.149	0.670	33.9	1.00	122.9	122.9	N/A	3.63	N/A	3.63	1
18	13.47	0.149	0.670	30.5	1.00	122.9	122.9	N/A	4.03	N/A	4.03	1

상주-영천 고속도로 민간투자사업(제8공구) Page 10 of 10
Copyright ?1998-2010 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-302329

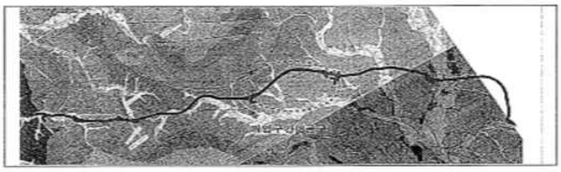
지표지질조사

제 4 장 조 사 결 과

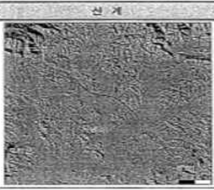
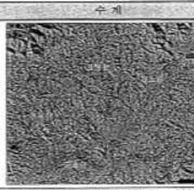
4.1 지표 지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

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



가. 지형특성

산 계	수 계
	
• 과업노선은 높이가 약 50m 내외인 낮은 산과 충적층을 따라 위치함 • 과업노선의 북쪽으로는 주변지역에 비해 높은 고도를 보이는 팔암산이 위치하여 서쪽으로는 넓은 면적으로 분포하는 팔공산이 자리 잡고 있음	• 과업노선의 북동쪽과 북서쪽에는 각각 고현천과 신녕천이 위치하고 있으며 남쪽으로는 청통천이 흐르고 있음 • 신녕천은 남동 방향으로 흐르면서 과업노선의 종점부와 교차하고 있음 • 이들 하천은 많은 지류를 형성하고 있으며 수지상의 복잡한 형태를 보임

47

나. 분포암층 특성

구 분	지 질 특 성
춘산층	• 층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 셰일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층원으로, 중부는 기사동 역암으로 특징 지워진다. 구산동응회암은 주로 화산기원의 장석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적을 지시하는 층리 및 모양을 갖으며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다(Tateiwa, 1929)
사곡층	• 하한은 점곡층의 응회암이 끝나고 자색 이암과 실트암이 협재되기 시작하는 층준이며, 상한은 춘산층의 최하부인 구산동응회암의 직하위이다. 층의 두께는 군위에서 2,000m이나 남쪽으로 점차 감소되어 칠곡에서는 250m에 불과하다. 주요 구성암석은 자색 이암과 실트암 및 녹회색 실트암 및 녹회색 사암이며, 중부에는 응회질 사암도 협재된다. 자색 이암은 상부에서 우세하며, 석회질 단괴는 거의 발달되지 않으나, 건열, 연흔, 사층리가 발달되고 생흔화석들이 흔하다. 식물 화석으로 Frenelopsis cf. parceramosa Fontaine이 보고되었다(Tateiwa, 1929).

다. 지질 계통도

지질시대			층 명		특 성	비 고
제4기			충적층(Qu)		• 하천 및 산록 퇴적물	
			~ 부정합 ~			
중생대	백악기		중성암맥(Kid) 산성암맥(Kad)		• 괴상의 치밀	• 전 구간에서 기반암을 관입
			— 관입 —			
			화강암(Kgr)		• 괴상의 치밀	• 3공구 종점부
			— 관입 —			
		유천층군	안산암질암(Kat)		• 주로 응회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
			— 관입 및 분출 —			
		하양층군	신양동층(ke9)		• 암회색 이암 및 셰일과 사암의 교호대	• 10공구 종점부
			춘산층(ke8)		• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 셰일 • 하부층에서 석회질 물질 다량 함유	• 10~8공구에 걸쳐 분포
			사곡층(Ke7)	상부(Ke7-ms)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 셰일 • 석회질 물질 함유	• 8공구 시점
				하부(Ke7-ss)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 셰일과 사암이 교호 • 사질부분을 다량 함유	• 8공구 시점과 7공구 중점
			점곡층(ke6)		• 암회색, 녹회색, 적색 셰일 및 이암 • 주로 암회색 셰일로 구성	• 7공구 중점 및 종점부
			후평동층(Ke5)	구계동층원(Ke5-2)	• 사암, 이사암 및 이사질 셰일 및 이암(니질 우세)	• 7공구 시점부
				구미동층원(Ke5-1)	• 사암, 적색 이사질 셰일, 자색처트역 및 역암사질 우세	• 6공구 종점부
			일직층(Ke4)		• 사암, 적색 이사질 셰일, 역암 • 주로 사암이 우세	• 6공구 중앙 및 종점

48

(4) 지체구조

• 과업지역은 양산단층의 서부 인접부에 위치
• 급속한 분지의 침강, 활발한 화산활동, 낮은 퇴적물 성숙도로 보아 경상분지는 서쪽과 동쪽으로는 정단층들로 경계되고, 북쪽은 수직단층에 의해 경계되었었으며, 후기에는 후퇴성 단층에 의해서 그 범위가 점차 확대됨
• 의성지역의 하양층군은 하부로부터 일직층, 후평동층, 점곡층, 사곡층 및 춘산층으로 구성되며, 연동단층에 가까워지면서 습곡구조에 의해 분포가 반복되고 주향과 경사가 지역에 따라 크게 변화

4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

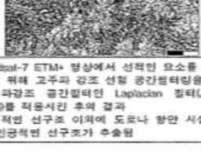
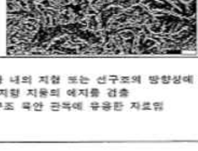
① 목 적

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

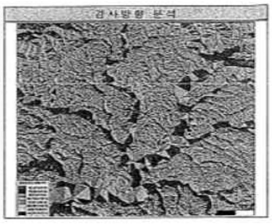
② 원리 및 방법

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

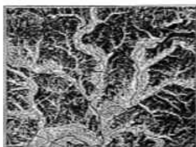
③ 해석영상결과

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

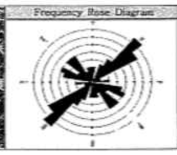
49

경사도 분석	경사방향 분석
	

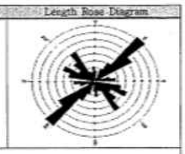
④ 결과 분석



Frequency Rose Diagram



Length Rose Diagram



• 조사지역에 대한 광역적인 선구조 분석
• 선형공간필터링과 공간필터링 추출결과를 육안으로 보정하여 최종 선구조 추출
• 900m 이상 되는 선구조를 추출
• 판독결과 총 98개의 대, 소 선구조 파악
• 주요 선구조의 방향은 N40~50E 이며 N50~60E , N40~50W 방향이 그 다음으로 우세하게 판독됨
• 과업노선과는 10개의 선구조가 교차될 것으로 추정됨

나. 음영기복도(DEM)를 이용한 선구조 분석

① 목 적

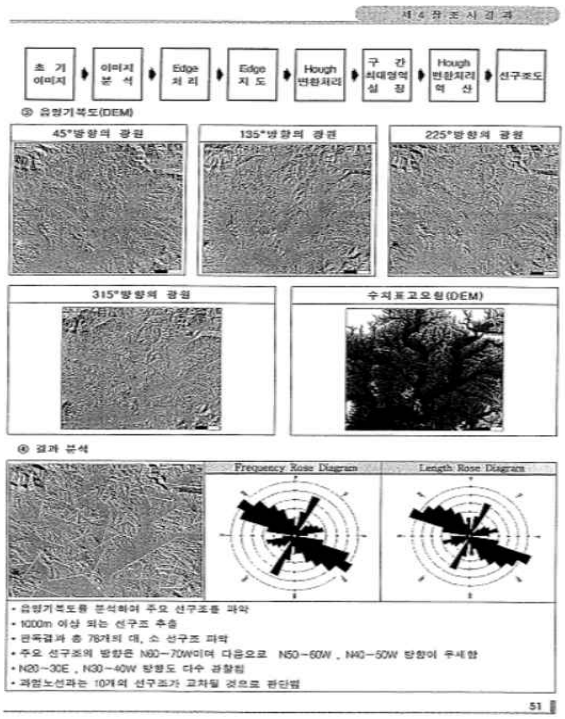
• 과업지역에 대한 정밀한 선형구조 분석
• 수치지도에 의한 음영기복도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인
• 선구조의 빈도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포특성 파악

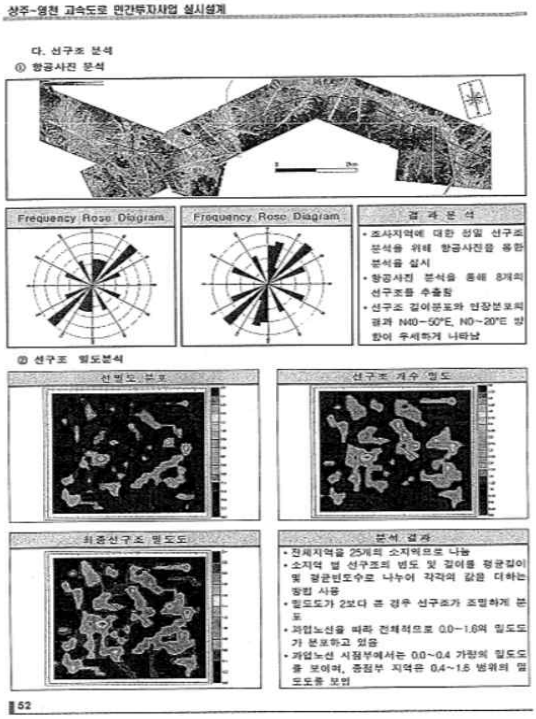
② 분석 방법 및 과정

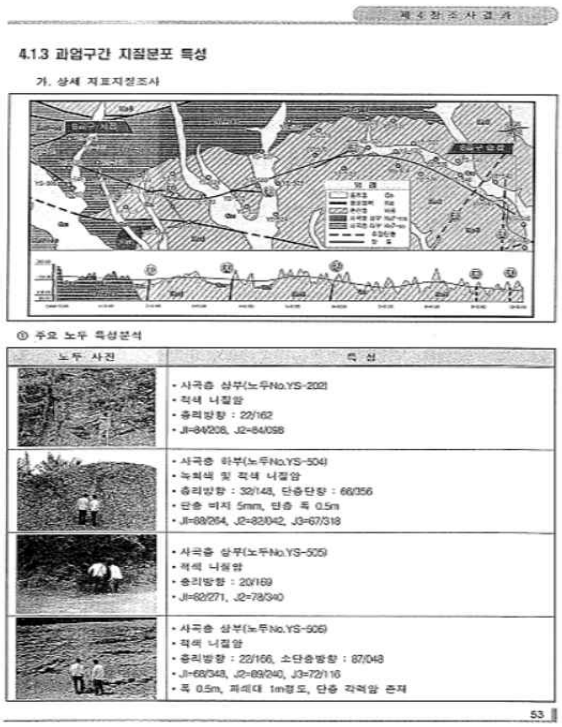
• 수치지도로부터 작성된 DEM(Digital Elevation Model) 음영기복도를 이용, 선구조 추출
• 선형구조의 빈도 및 연장에 대한 가중치 분석을 통한 선형구조의 분포특성 파악 및 지질구조와의 연관성 해명

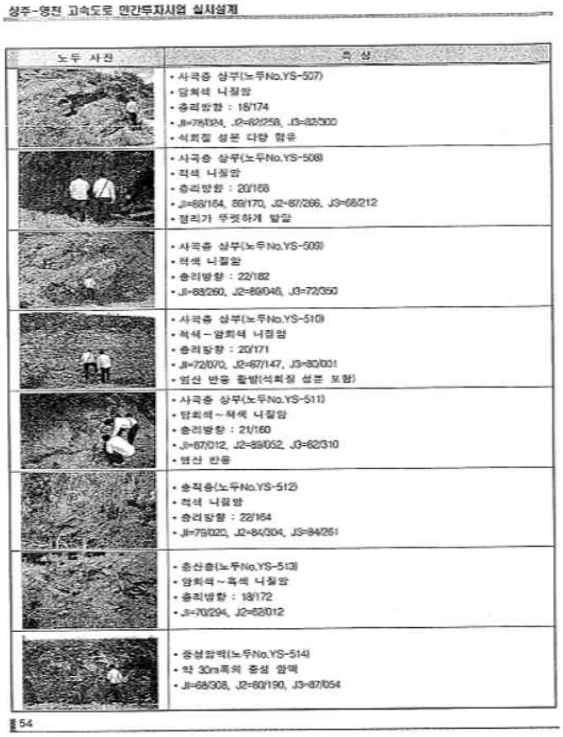
50

지표지질조사

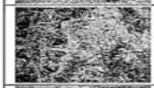
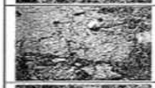
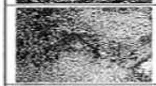

제 4 장 조 사 결 과
초기 이미지
이미지 분석
Edge 처리
Edge 지도
Hough 변환처리
구간 최대영역 설정
Hough 변환처리 역산
선구조도
① 음영기복도(DEM)
45°방향의 광원
135°방향의 광원
225°방향의 광원
315°방향의 광원
수치표고모형(DEM)
② 결과 분석
Frequency Rose Diagram
Length Rose Diagram
• 음영기복도를 분석하여 주요 선구조를 파악
• 1000m 이상 되는 선구조 추출
• 판독결과 총 78개의 대, 소 선구조 파악
• 주요 선구조의 방향은 N60~70W이며 다음으로 N50~60W , N40~50W 방향이 우세함
• N20~30E , N30~40W 방향도 다수 관찰됨
• 과업노선과는 10개의 선구조가 교차될 것으로 판단됨
51


상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시설계
다. 선구조 분석
① 항공사진 분석
Frequency Rose Diagram
Frequency Rose Diagram
결 과 분 석
• 조사지역에 대한 정밀 선구조 분석을 위해 항공사진을 통한 분석을 실시
• 항공사진 분석을 통해 8개의 선구조를 추출함
• 선구조 길이분포와 연장분포의 경과 N40~50°E, N0~20°E 방향이 우세하게 나타남
② 선구조 밀도분석
선밀도 분포
선구조 개수 밀도
최종선구조 밀도도
분석 결과
• 전체지역을 25개의 소지역으로 나눔
• 소지역 별 선구조의 빈도 및 길이를 평균길이 및 평균빈도수로 나누어 각각의 값을 다하는 방법 사용
• 밀도도가 2보다 큰 경우 선구조가 조밀하게 분포
• 과업노선을 따라 전체적으로 0.0~1.6의 밀도도가 분포하고 있음
• 과업노선 시점부에서는 0.0~0.4 가량의 밀도도를 보이며, 종점부 지역은 0.4~1.5 범위의 밀도도를 보임
52

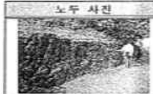

제 4 장 조 사 결 과
4.1.3 과업구간 지질분포 특성
가. 상세 지표지질조사
① 주요 노두 특성분석
노두 사진
특 성
• 사극층 상부(노두No.YS-502)
• 적색 니질암
• 층리방향 : 22/162
• JI=84/208, J2=84/058
• 사극층 하부(노두No.YS-504)
• 녹회색 및 적색 니질암
• 층리방향 : 32/148, 단층단향 : 66/356
• 단층 미지 5mm, 단층 폭 0.5m
• JI=68/264, J2=82/042, J3=67/318
• 사극층 상부(노두No.YS-505)
• 적색 니질암
• 층리방향 : 20/169
• JI=62/271, J2=79/340
• 사극층 상부(노두No.YS-506)
• 적색 니질암
• 층리방향 : 22/166, 소단층방향 : 87/048
• JI=68/348, J2=89/240, J3=72/116
• 폭 0.5m, 파쇄대 1m정도, 단층 각력암 존재
53


상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시설계
노두 사진
특 성
• 사극층 상부(노두No.YS-507)
• 암회색 니질암
• 층리방향 : 18/174
• JI=78/324, J2=62/258, J3=82/300
• 석회질 성분 다량 함유
• 사극층 상부(노두No.YS-508)
• 적색 니질암
• 층리방향 : 20/166
• JI=68/164, 88/170, J2=87/266, J3=68/212
• 절리가 뚜렷하게 발달
• 사극층 상부(노두No.YS-509)
• 적색 니질암
• 층리방향 : 22/182
• JI=88/260, J2=89/046, J3=72/350
• 사극층 상부(노두No.YS-510)
• 적색~암회색 니질암
• 층리방향 : 20/171
• JI=72/070, J2=67/147, J3=80/001
• 염산 반응 활발(석회질 성분 포함)
• 사극층 상부(노두No.YS-511)
• 암회색~적색 니질암
• 층리방향 : 21/160
• JI=67/012, J2=89/052, J3=62/310
• 염산 반응
• 송적층(노두No.YS-512)
• 적색 니질암
• 층리방향 : 22/164
• JI=79/020, J2=84/304, J3=84/261
• 충산층(노두No.YS-513)
• 암회색~흑색 니질암
• 층리방향 : 18/172
• JI=70/294, J2=62/012
• 중성암맥(노두No.YS-514)
• 약 30m폭의 중성 암맥
• JI=68/308, J2=60/190, J3=87/054
54

지표지질조사

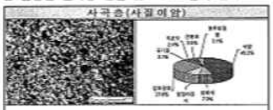
노두 사진	특 성
	• 춘산층(노두No.YS-516) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 23/176 • J1=63/244, J2=80/014, J3=76/321
	• 춘산층(노두No.YS-517) • 녹회색 니질암 • 층리방향 : 19/262 • J1=88/198, J2=89/106, J3=48/026
	• 춘산층(노두No.YS-522) • 녹회색－적색 니질암 • 층리방향 : 18/194 • J1=78/287, J2=86/008
	• 층적층(노두No.YS-524) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 17/171 • J1=81/082, J2=82/352, J3=82/152
	• 춘산층(노두No.YS-525) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 24/189 • J1=70/352, J2=74/246, J3=82/264
	• 춘산층(노두No.YS-530) • 담회색~녹회색 니질암 • 층리방향 : 22/179 • J1=88/064, J2=88/143, J3=75/346
	• 춘산층(노두No.YS-531) • 담회색~녹회색 니질암 • 하부에 석회질 • 방해석 포함 층이 30cm정도 존재(염산 반응, 괴집) • J1=89/193, J2=82/278, J3=70/352
	• 사곡층 상부(노두No.YS-532) • 적색 니질암 • 층리방향 : 19/180 • J1=63/064, J2=81/172

노두 사진	특 성
	• 춘산층(노두No.YS-533) • 녹회색－담회색 니질암 • 층리방향 : 13/205 • 방해석에 용식된 흔적이 보임 • J1=86/156, J2=89/074, J3=89/124
	• 층적층(노두No.YS-534) • 적색 및 녹회색 니질암 • 층리방향 : 13/174 • J1=75/244, 78/272, J2=85/144
	• 춘산층(노두No.YS-537) • 적색 니질암 • 층리방향 : 12/170 • J1=74/104, J2=77/158, J3=68/254
	• 춘산층(노두No.YS-538) • 담회색 니질암 • 층리방향 : 18/192 • J1=89/144, J2=87/104
	• 춘산층(노두No.YS-541) • 담회색 니질암 • 층리방향 : 13/161 • J1=83/354, J2=86/268 • 풍화를 많이 받았음
	• 춘산층(노두No.YS-543) • 담회색 니질암 • 층리방향 : 16/230, 16/240, 20/104 • J1=81/086, J2=87/344
	• 춘산층(노두No.YS-544) • 녹회색 니질암 • 층리방향 : 05/254, 07/214 • J1=84/074, J2=88/167
	• 층적층(노두No.YS-545) • 녹회색~담회색 니질암 • 층리방향 : 08/106 • J1=78/050, J2=81/247, J3=74/154

노두 사진	특 성
	• 춘산층(노두No.YS-546) • 적색, 담회색 니질암 • 층리방향 : 02/092 • J1=80/334, J2=82/054
	• 춘산층(노두No.YS-547) • 담회색 니질암 • 층리방향 : 11/094 • J1=89/172, J2=80/257
	• 춘산층(노두No.YS-549) • 담회색 니질암 • 층리방향 : 12/182 • J1=79/154, 88/356, J2=89/274, 78/092, J3=69/243
	• 춘산층(노두No.YS-550) • 녹회색~암회색 니질암 • 층리방향 : 06/054 • J1=90/068, J2=81/314

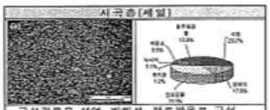
② 암종별 현미경 관찰 및 Modal 분석 결과

사곡층(사질이암)



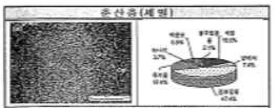
• 구성광물은 석영, 알칼리장석, 점토광물로 구성
• 주로 적색 사암과 세일로 구성
• 방해석과 유기물도 관찰

사곡층(세일)



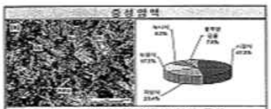
• 구성광물은 석영, 방해석, 점토광물로 구성
• 주로 적색 세일로 구성
• 춘산층과 비교하여 석영의 함량이 많고, 입자의 크기 또한 상대적으로 큰 편

춘산층(세일)



• 구성광물은 석영, 방해석, 점토광물로 구성
• 주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성
• 엽층(rhythmite)이 발달

중성암맥



• 구성광물은 사장석, 각섬석, 녹염석 구성
• 암녹색 내지 회녹색을 띠며, 사장석의 반정이 10% 이상의 함량을 보임

4.1.4 과업구간 지질구조 분석

가. 단층구조

① 단층대 분포 현황

구분	조사 방법				주향/경사	연장 (m)	폭		노선교차점 (STA.)	구분
	지질조사	시추조사	선형조사	물리탐사			gouge(m)	파쇄대(m)		
F0	-	●	-	-	N87W/70NE	400내외	0.2	1이내	1+965	소단층
F1	-	●	-	-	N77W/70SW	600내외	-	5이내	3+750	소단층
F2	-	●	-	-	N70E/70NW	900내외	-	4이내	5+913	소단층
F3	-	-	●	-	N60E/수직	2500내외	-	-	9+000	추정단층

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

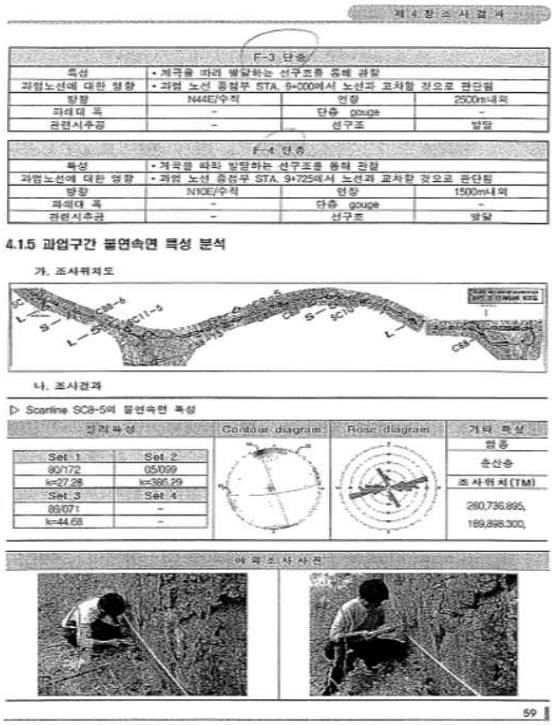
② 각 단층 특성분석

F-0 단층			
특성	• BBB-23 시추공 전반에 걸쳐 파쇄가 심하고 단열을 따라 방해석맥이 충전됨 부분적으로 단층점토와 단층각력이 관찰되기도 함		
과업노선에 대한 영향	• 과업 노선 STA. 1+965에서 노선과 교차할 것으로 판단됨		
방향	N87W/70NE	연장	400m내외
파쇄대 폭	1m내외	단층 gouge	0.2cm
관련시추공	BBB23(5.7~9.1m)	선구조	미발달

F-1 단층			
특성	• CBB-15 시추공 전반에 걸쳐 11m의 core loss와 전단단열 및 방해석맥 발달 공내 영상촬영을 통해 방향성 판단		
과업노선에 대한 영향	• 과업 노선 STA. 3+750에서 노선과 교차할 것으로 판단됨		
방향	N77W/70SW	연장	600m내외
파쇄대 폭	5m내외	단층 gouge	-
관련시추공	CBB-15	선구조	미발달

F-2 단층			
특성	• CBB-27 시추공 전반에 걸쳐 단층운동에 의한 전단단열과 방해석맥 발달. 인접해 있는 CBB-24 시추공의 공내영상촬영을 통해 방향성 판단		
과업노선에 대한 영향	• 과업 노선 STA. 5+913(융기부)에서 노선과 교차할 것으로 판단됨		
방향	N70E/70NW	연장	900m내외
파쇄대 폭	4m내외	단층 gouge	-
관련시추공	CBB-27(11.9~23.5m)	선구조	미발달

지표지질조사



제 4 장 조 사 결 과

F-3 단층			
특성	• 계곡을 따라 발달하는 선구조를 통해 관찰		
과업노선에 대한 영향	• 과업 노선 종점부 STA. 9+000에서 노선과 교차할 것으로 판단됨		
방향	N44E/수직	연장	2500m내외
파쇄대 폭	-	단층 gouge	-
관련시추공	-	선구조	방달

F-4 단층			
특성	• 계곡을 따라 발달하는 선구조를 통해 관찰		
과업노선에 대한 영향	• 과업 노선 종점부 STA. 9+725에서 노선과 교차할 것으로 판단됨		
방향	N10E/수직	연장	1500m내외
파쇄대 폭	-	단층 gouge	-
관련시추공	-	선구조	방달

4.1.5 과업구간 불연속면 특성 분석

가. 조사위치도

나. 조사결과

▷ Scanline SC8-5의 불연속면 특성

절리특성	
Set 1	Set 2
90/172	05/099
k=27.28	k=380.29
Set 3	Set 4
89/071	-
k=44.68	-

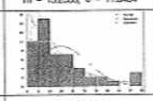
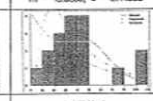
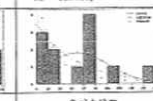
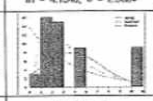
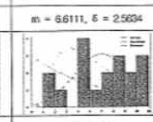
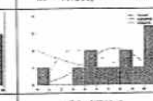
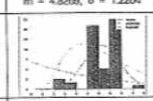
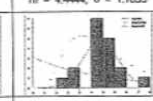
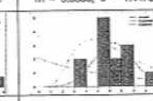
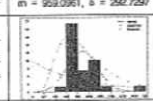
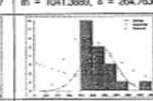
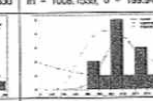
Contour diagram / Rose diagram

기타 특성
암종
손산층
조사위치(TM)
280,736.895, 189,898.300,

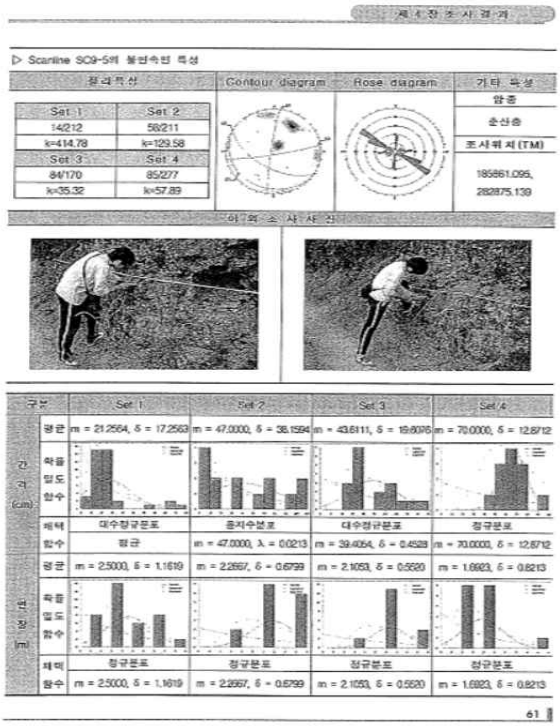
야외조사사진

59

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구분	Set 1	Set 2	Set 3
간격(cm) 평균	m = 15.2353, δ = 11.8464	m = 46.8235, δ = 27.1883	m = 66.3333, δ = 51.3279
간격(cm) 확률밀도함수			
간격(cm) 채택함수	대수정규분포	정규분포	음지수분포
간격(cm) 채택함수	m = 10.8839, δ = 0.9034	m = 39.3698, δ = 0.6176	m = 66.3333, λ = 0.0151
연장(m) 평균	m = 4.1346, δ = 2.9024	m = 6.6111, δ = 2.5634	m = 7.1538, δ = 2.7131
연장(m) 확률밀도함수			
연장(m) 채택함수	대수정규분포	정규분포	대수정규분포
연장(m) 채택함수	m = 3.3443, δ = 0.6360	m = 6.6111, δ = 2.5634	m = 6.2914, δ = 0.6082
JCS(kgf/cm²) 평균	m = 4.8269, δ = 1.2204	m = 4.4444, δ = 1.1653	m = 5.5385, δ = 1.4473
JCS(kgf/cm²) 확률밀도함수			
JCS(kgf/cm²) 채택함수	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
JCS(kgf/cm²) 채택함수	m = 4.6436, δ = 0.2946	m = 4.2800, δ = 0.2843	m = 5.5385, δ = 1.4473
JCS(kgf/cm²) 평균	m = 959.0951, δ = 292.7297	m = 1041.3889, δ = 264.7630	m = 1008.1539, δ = 199.9469
JCS(kgf/cm²) 확률밀도함수			
JCS(kgf/cm²) 채택함수	대수정규분포	정규분포	정규분포
JCS(kgf/cm²) 채택함수	m = 922.3986, δ = 0.2891	m = 1041.3889, δ = 264.7630	m = 1008.1539, δ = 199.9469

60



제 4 장 조 사 결 과

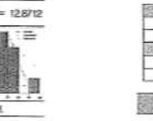
▷ Scanline SC9-5의 불연속면 특성

절리특성	
Set 1	Set 2
14/212	58/211
k=414.78	k=129.58
Set 3	Set 4
84/170	85/277
k=35.32	k=57.89

Contour diagram / Rose diagram

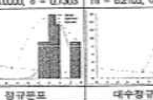
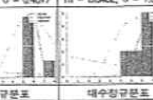
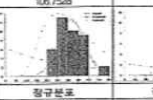
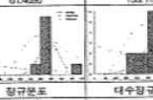
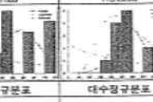
기타 특성
암종
손산층
조사위치(TM)
185661.095, 282875.139

야외조사사진

구분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격(cm) 평균	m = 21.2564, δ = 17.2563	m = 47.0000, δ = 38.1594	m = 43.6111, δ = 19.8076	m = 70.0000, δ = 12.8712
간격(cm) 확률밀도함수				
간격(cm) 채택함수	대수정규분포	음지수분포	대수정규분포	정규분포
간격(cm) 채택함수	평균	m = 47.0000, λ = 0.0213	m = 39.4054, δ = 0.4528	m = 70.0000, δ = 12.8712
연장(m) 평균	m = 2.5000, δ = 1.1619	m = 2.2667, δ = 0.6799	m = 2.1053, δ = 0.5620	m = 1.6923, δ = 0.8213
연장(m) 확률밀도함수				
연장(m) 채택함수	정규분포	정규분포	정규분포	정규분포
연장(m) 채택함수	m = 2.5000, δ = 1.1619	m = 2.2667, δ = 0.6799	m = 2.1053, δ = 0.5620	m = 1.6923, δ = 0.8213

61

상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
JCS(kgf/cm²) 평균	m = 7.7750, δ = 1.1065	m = 6.0000, δ = 0.7303	m = 6.2105, δ = 0.4077	m = 6.8462, δ = 1.0263
JCS(kgf/cm²) 확률밀도함수				
JCS(kgf/cm²) 채택함수	정규분포	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
JCS(kgf/cm²) 채택함수	m = 7.7750, δ = 1.1065	m = 6.0000, δ = 0.7303	m = 6.1979, δ = 0.0828	m = 6.7633, δ = 0.1503
JCS(kgf/cm²) 평균	m = 528.8000, δ = 106.7528	m = 441.8667, δ = 61.4696	m = 563.2632, δ = 153.1126	m = 473.2308, δ = 119.2206
JCS(kgf/cm²) 확률밀도함수				
JCS(kgf/cm²) 채택함수	정규분포	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
JCS(kgf/cm²) 채택함수	m = 528.8000, δ = 106.7528	m = 441.8667, δ = 61.4696	m = 541.4618, δ = 0.2860	m = 460.0863, δ = 0.2310

▷ Scanline SC10-5의 불연속면 특성

절리특성	
Set 1	Set 2
06/093	87/074
k=34.62	k=52.37
Set 3	Set 4
82/014	-
k=37.17	-

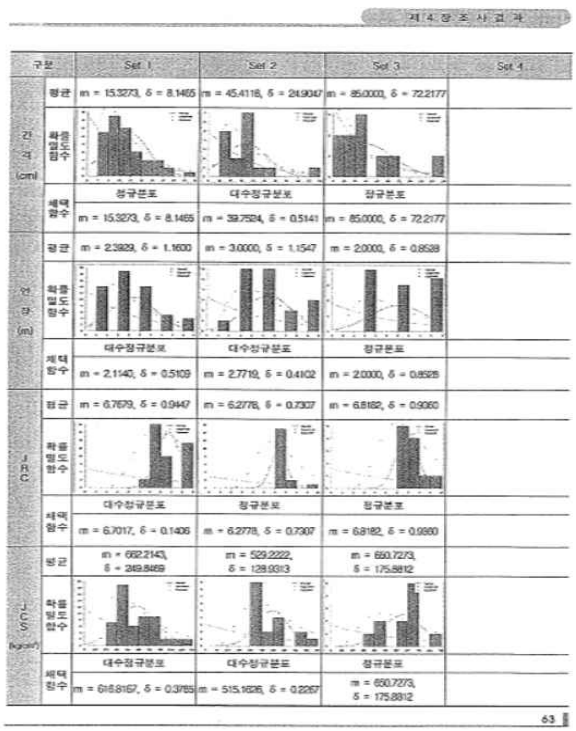
Contour diagram / Rose diagram

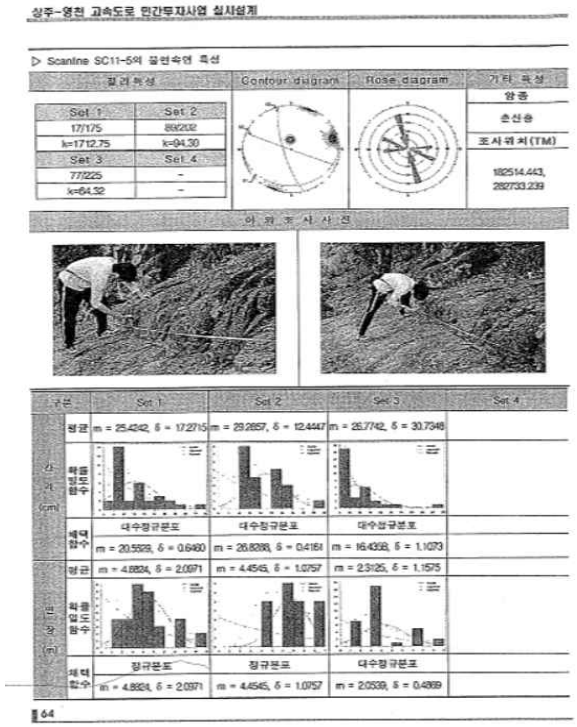
기타 특성
암종
손산층
조사위치(TM)
187725.485, 282684.308

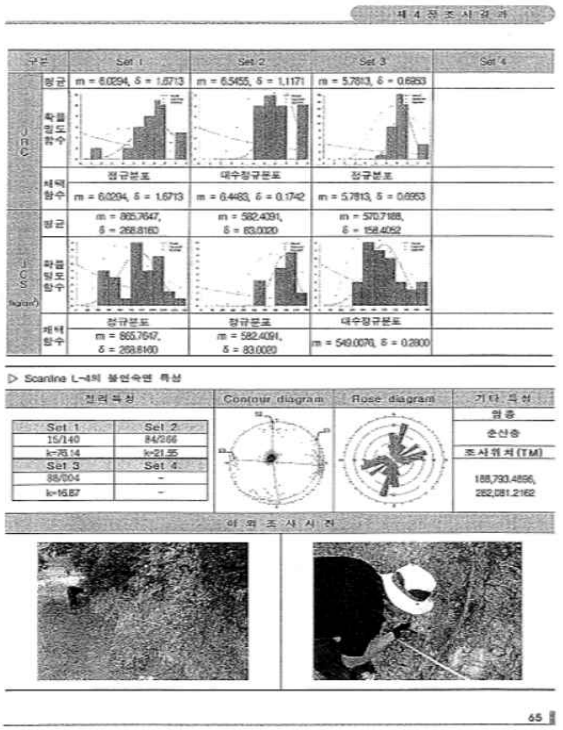
야외조사사진

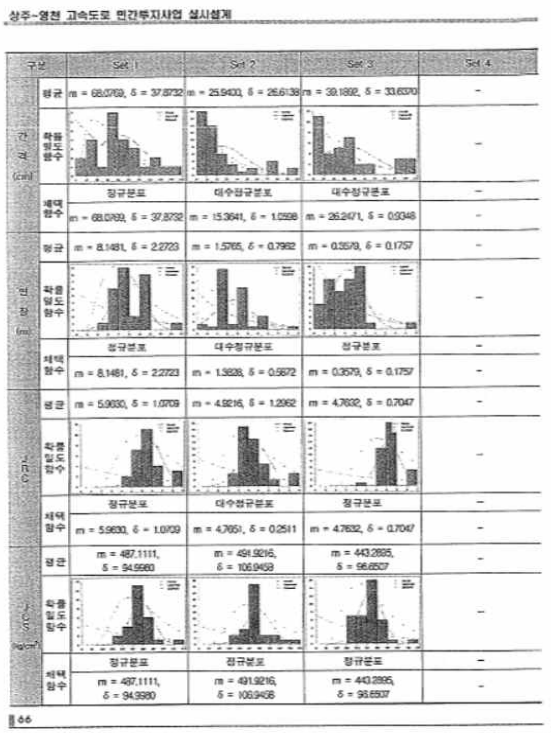
62

지표지질조사

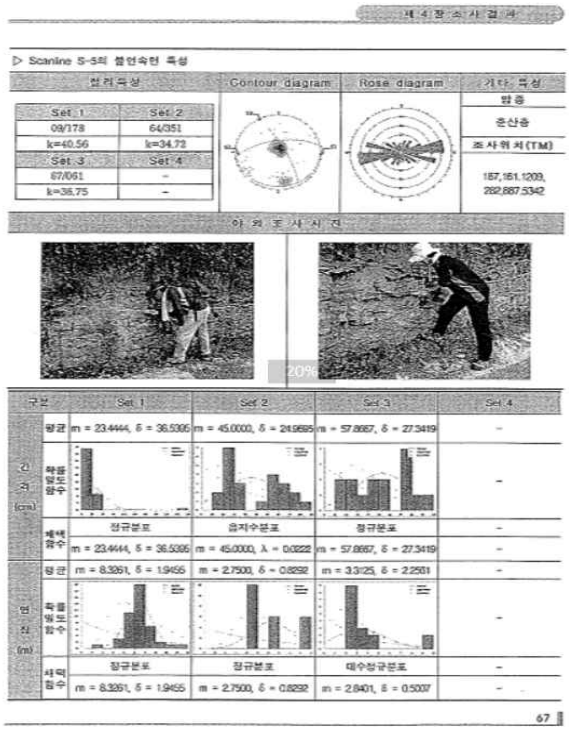

제 4 장 조 사 결 과
구분
Set 1
Set 2
Set 3
Set 4
간격 (cm)
평균
m = 15.3273, δ = 8.1465
m = 45.4116, δ = 24.9047
m = 85.0000, δ = 72.2177
확률밀도함수
적합분포
대수정규분포
정규분포
채택함수
m = 15.3273, δ = 8.1465
m = 39.7524, δ = 0.5141
m = 85.0000, δ = 72.2177
연장 (m)
평균
m = 2.3929, δ = 1.1600
m = 3.0000, δ = 1.1547
m = 2.0000, δ = 0.8539
확률밀도함수
대수정규분포
대수정규분포
정규분포
채택함수
m = 2.1140, δ = 0.5109
m = 2.7719, δ = 0.4102
m = 2.0000, δ = 0.8528
JRC
평균
m = 6.7679, δ = 0.9447
m = 6.2778, δ = 0.7307
m = 6.8182, δ = 0.9860
확률밀도함수
대수정규분포
정규분포
정규분포
채택함수
m = 6.7017, δ = 0.1406
m = 6.2778, δ = 0.7307
m = 6.8182, δ = 0.9860
JCS (kgcm²)
평균
m = 682.2143, δ = 249.8469
m = 529.2222, δ = 128.0313
m = 650.7273, δ = 175.8812
확률밀도함수
대수정규분포
대수정규분포
정규분포
채택함수
m = 618.8167, δ = 0.3785
m = 515.1626, δ = 0.2267
m = 650.7273, δ = 175.8812
63


상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계
▷ Scanline SC11-5의 불연속면 특성
절리특성
Contour diagram
Rose diagram
기타 특성
Set 1
Set 2
17/175
89/202
k=17.12.75
k=94.30
Set 3
Set 4
77/225
-
k=64.32
-
암종
손산층
조사위치(TM)
182514.443, 282733.239
이 외 조 사 사 진
구분
Set 1
Set 2
Set 3
Set 4
간격 (cm)
평균
m = 25.4242, δ = 17.2715
m = 29.2857, δ = 12.4447
m = 26.7742, δ = 30.7348
확률밀도함수
대수정규분포
대수정규분포
대수정규분포
채택함수
m = 20.5929, δ = 0.6480
m = 26.8288, δ = 0.4161
m = 16.4368, δ = 1.1073
연장 (m)
평균
m = 4.8824, δ = 2.0971
m = 4.4545, δ = 1.0757
m = 2.3125, δ = 1.1575
확률밀도함수
정규분포
정규분포
대수정규분포
채택함수
m = 4.8824, δ = 2.0971
m = 4.4545, δ = 1.0757
m = 2.0539, δ = 0.4869
64


제 4 장 조 사 결 과
구분
Set 1
Set 2
Set 3
Set 4
JRC
평균
m = 6.0294, δ = 1.6713
m = 6.5455, δ = 1.1171
m = 5.7813, δ = 0.6953
확률밀도함수
정규분포
대수정규분포
정규분포
채택함수
m = 6.0294, δ = 1.6713
m = 6.4483, δ = 0.1742
m = 5.7813, δ = 0.6953
JCS (kgcm²)
평균
m = 865.7647, δ = 268.8160
m = 582.4091, δ = 83.0020
m = 570.7188, δ = 158.4052
확률밀도함수
정규분포
정규분포
대수정규분포
채택함수
m = 865.7647, δ = 268.8160
m = 582.4091, δ = 83.0020
m = 549.0076, δ = 0.2800
▷ Scanline L-4의 불연속면 특성
절리특성
Contour diagram
Rose diagram
기타 특성
Set 1
Set 2
15/140
84/266
k=73.14
k=21.55
Set 3
Set 4
88/204
-
k=16.87
-
암종
손산층
조사위치(TM)
188,793.4856, 282,081.2162
이 외 조 사 사 진
65


상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계
구분
Set 1
Set 2
Set 3
Set 4
간격 (cm)
평균
m = 68.0769, δ = 37.8732
m = 25.9400, δ = 26.6138
m = 39.1892, δ = 33.6370
-
확률밀도함수
-
채택함수
정규분포
대수정규분포
대수정규분포
-
m = 68.0769, δ = 37.8732
m = 15.3641, δ = 1.0598
m = 26.2471, δ = 0.9348
-
연장 (m)
평균
m = 8.1481, δ = 2.2723
m = 1.5765, δ = 0.7962
m = 0.3579, δ = 0.1757
-
확률밀도함수
-
채택함수
정규분포
대수정규분포
정규분포
-
m = 8.1481, δ = 2.2723
m = 1.3828, δ = 0.5672
m = 0.3579, δ = 0.1757
-
JRC
평균
m = 5.9630, δ = 1.0709
m = 4.9216, δ = 1.2062
m = 4.7632, δ = 0.7047
-
확률밀도함수
-
채택함수
정규분포
대수정규분포
정규분포
-
m = 5.9630, δ = 1.0709
m = 4.7651, δ = 0.2511
m = 4.7632, δ = 0.7047
-
JCS (kgcm²)
평균
m = 487.1111, δ = 94.9580
m = 491.9216, δ = 106.9458
m = 443.2895, δ = 96.6507
-
확률밀도함수
-
채택함수
정규분포
정규분포
정규분포
-
m = 487.1111, δ = 94.9580
m = 491.9216, δ = 106.9458
m = 443.2895, δ = 96.6507
-
66

지표지질조사



제 4 장 조사결과

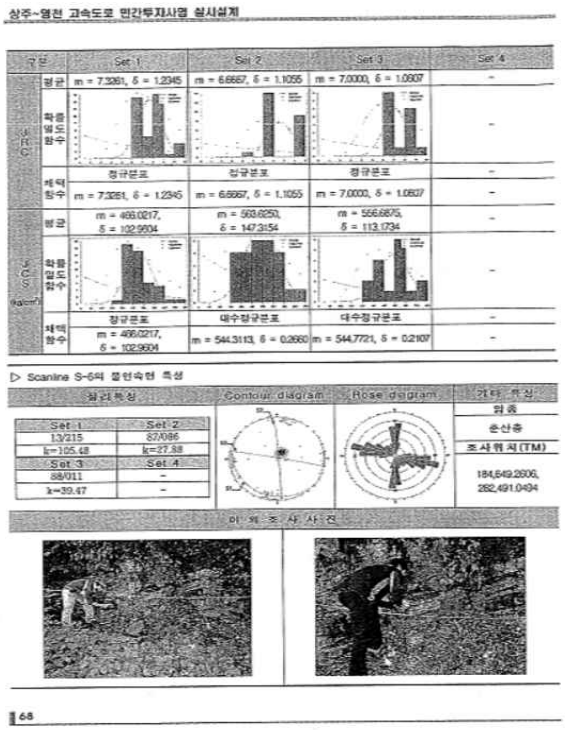
▷ Scanline S-5의 불연속면 특성

절리특성		Contour diagram	Rose diagram	기타 특성
Set 1	Set 2			암종
09/178	64/351			손산층
k=40.56	k=34.72			조사위치(TM)
Set 3	Set 4			187,161.1209, 282,887.5342
67/061	-			
k=36.75	-			

야외조사사진

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 23.4444, δ = 36.5395	m = 45.0000, δ = 24.9665	m = 57.8667, δ = 27.3419	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	음지수분포	정규분포	-
		m = 23.4444, δ = 36.5395	m = 45.0000, λ = 0.0222	m = 57.8667, δ = 27.3419	-
연속성 (m)	평균	m = 8.3261, δ = 1.9455	m = 2.7500, δ = 0.8292	m = 3.3125, δ = 2.2551	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	정규분포	대수정규분포	-
		m = 8.3261, δ = 1.9455	m = 2.7500, δ = 0.8292	m = 2.8401, δ = 0.5037	-

67



상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

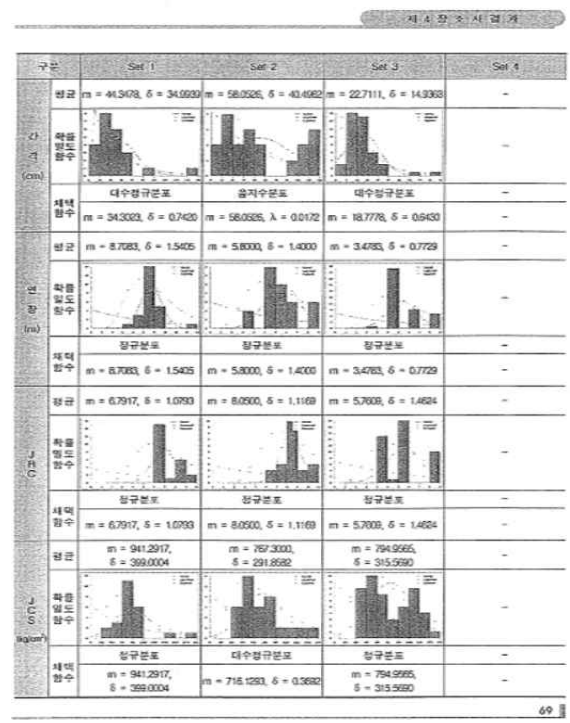
구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
RQD	평균	m = 7.3261, δ = 1.2345	m = 6.6667, δ = 1.1055	m = 7.0000, δ = 1.0607	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 7.3261, δ = 1.2345	m = 6.6667, δ = 1.1055	m = 7.0000, δ = 1.0607	-
UCS (kg/cm²)	평균	m = 466.0217, δ = 102.9604	m = 563.6250, δ = 147.3154	m = 556.6875, δ = 113.1734	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
		m = 466.0217, δ = 102.9604	m = 544.3113, δ = 0.2660	m = 544.7721, δ = 0.2107	-

▷ Scanline S-6의 불연속면 특성

절리특성		Contour diagram	Rose diagram	기타 특성
Set 1	Set 2			암종
13/215	87/086			손산층
k=105.48	k=27.88			조사위치(TM)
Set 3	Set 4			184,649.2606, 282,491.0494
88/011	-			
k=39.47	-			

야외조사사진

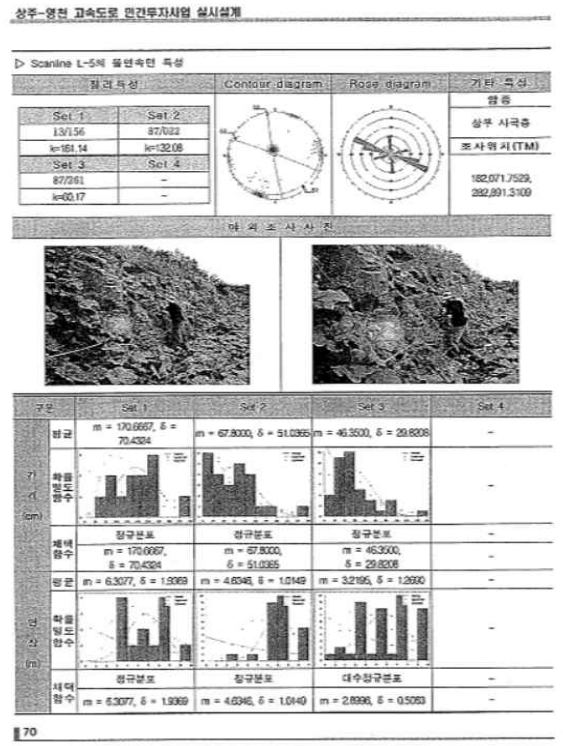
68



제 4 장 조사결과

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 44.3478, δ = 34.0939	m = 58.0526, δ = 40.4962	m = 22.7111, δ = 14.9363	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	대수정규분포	음지수분포	대수정규분포	-
		m = 34.3023, δ = 0.7420	m = 58.0526, λ = 0.0172	m = 18.7778, δ = 0.6430	-
연속성 (m)	평균	m = 8.7083, δ = 1.5405	m = 5.8000, δ = 1.4000	m = 3.4783, δ = 0.7729	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 8.7083, δ = 1.5405	m = 5.8000, δ = 1.4000	m = 3.4783, δ = 0.7729	-
RQD	평균	m = 6.7917, δ = 1.0793	m = 8.0500, δ = 1.1169	m = 5.7609, δ = 1.4624	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 6.7917, δ = 1.0793	m = 8.0500, δ = 1.1169	m = 5.7609, δ = 1.4624	-
UCS (kg/cm²)	평균	m = 941.2917, δ = 399.0004	m = 757.3000, δ = 291.8582	m = 794.9565, δ = 315.5590	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	대수정규분포	정규분포	-
		m = 941.2917, δ = 399.0004	m = 715.1293, δ = 0.3682	m = 794.9565, δ = 315.5590	-

69



상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

▷ Scanline L-5의 불연속면 특성

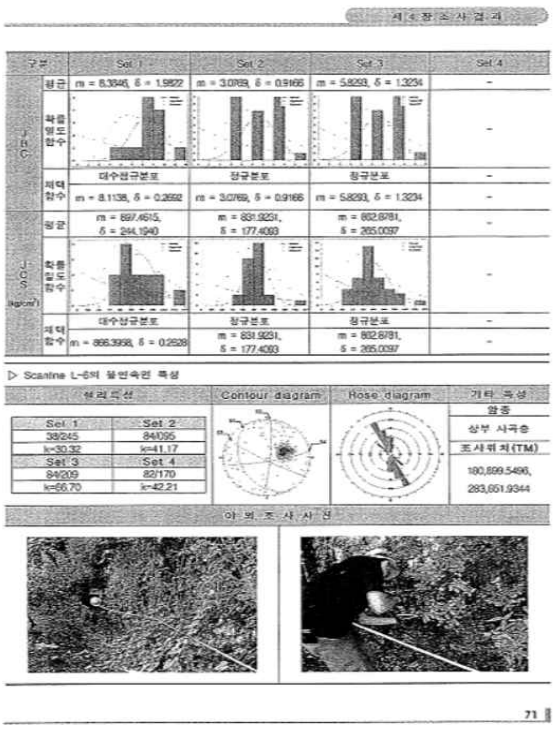
절리특성		Contour diagram	Rose diagram	기타 특성
Set 1	Set 2			암종
13/156	87/022			상부 사극층
k=161.14	k=12.08			조사위치(TM)
Set 3	Set 4			182,071.7529, 282,891.3109
87/261	-			
k=60.17	-			

야외조사사진

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 170.6667, δ = 70.4324	m = 67.8000, δ = 51.0365	m = 46.3500, δ = 29.8208	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 170.6667, δ = 70.4324	m = 67.8000, δ = 51.0365	m = 46.3500, δ = 29.8208	-
연속성 (m)	평균	m = 6.3077, δ = 1.9369	m = 4.6346, δ = 1.0149	m = 3.2195, δ = 1.2690	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	정규분포	대수정규분포	-
		m = 6.3077, δ = 1.9369	m = 4.6346, δ = 1.0149	m = 2.8998, δ = 0.5053	-

70

지표지질조사



제 4 장 조 사 결 과

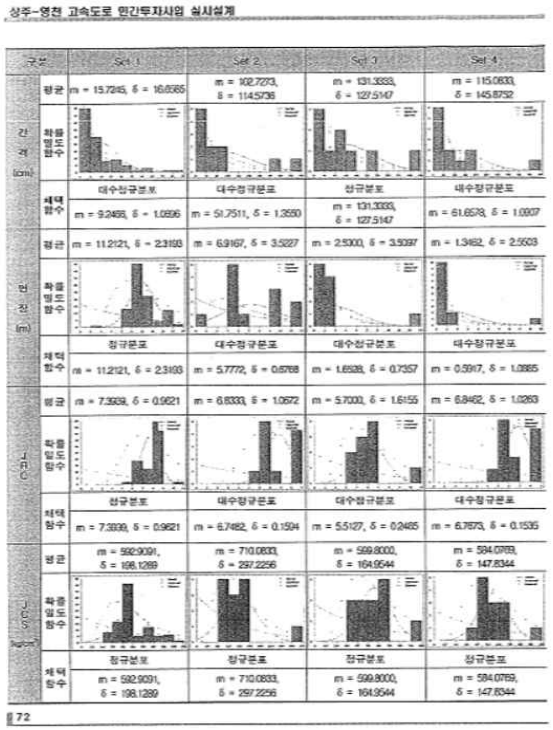
구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
JRC	평균	m = 8.3846, δ = 1.9822	m = 3.0769, δ = 0.9166	m = 5.8293, δ = 1.3234	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	대수정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 8.1138, δ = 0.2692	m = 3.0769, δ = 0.9166	m = 5.8293, δ = 1.3234	-
JCS (kg/cm²)	평균	m = 897.4615, δ = 244.1940	m = 831.9231, δ = 177.4093	m = 862.8781, δ = 265.0097	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	대수정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 866.3998, δ = 0.2528	m = 831.9231, δ = 177.4093	m = 862.8781, δ = 265.0097	-

▷ Scanline L-6의 불연속면 특성

절리특성		Contour diagram	Rose diagram	기타 특성
Set 1	Set 2			암종
38/245	84/095			상부 사극층
k=30.32	k=41.17			조사위치(TM)
Set 3	Set 4			180,899.5496, 283,651.9344
84/209	82/170			
k=66.70	k=42.21			

야외조사사진

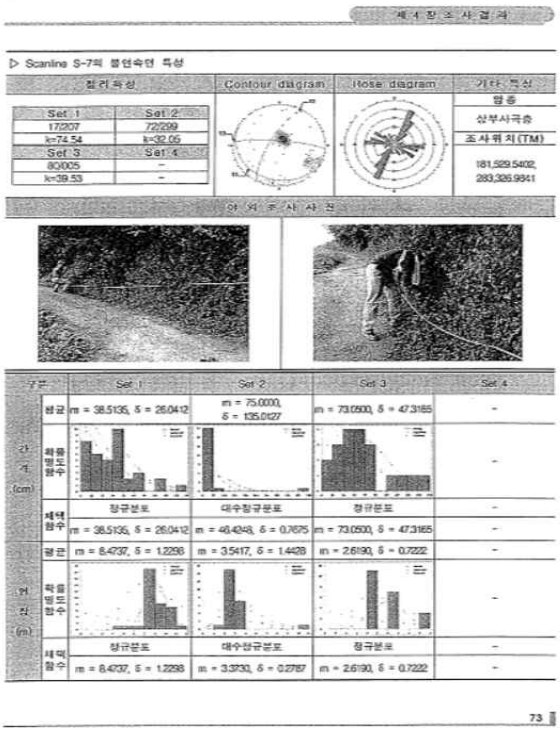
71



상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 15.7245, δ = 16.6585	m = 102.7273, δ = 114.5736	m = 131.3333, δ = 127.5147	m = 115.0833, δ = 145.8752
	확률밀도함수				
	채택함수	대수정규분포	대수정규분포	정규분포	대수정규분포
		m = 9.2456, δ = 1.0896	m = 51.7511, δ = 1.3550	m = 131.3333, δ = 127.5147	m = 61.6578, δ = 1.0907
연장 (m)	평균	m = 11.2121, δ = 2.3193	m = 6.9167, δ = 3.5227	m = 2.5000, δ = 3.5097	m = 1.3462, δ = 2.5603
	확률밀도함수				
	채택함수	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
		m = 11.2121, δ = 2.3193	m = 5.7772, δ = 0.6768	m = 1.6928, δ = 0.7357	m = 0.5917, δ = 1.0885
JRC	평균	m = 7.3929, δ = 0.9621	m = 6.8333, δ = 1.0572	m = 5.7000, δ = 1.6155	m = 6.8462, δ = 1.0263
	확률밀도함수				
	채택함수	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
		m = 7.3929, δ = 0.9621	m = 6.7482, δ = 0.1594	m = 5.5127, δ = 0.2485	m = 6.7673, δ = 0.1535
JCS (kg/cm²)	평균	m = 592.9091, δ = 198.1289	m = 710.0833, δ = 297.2256	m = 599.8000, δ = 164.9544	m = 584.0769, δ = 147.8344
	확률밀도함수				
	채택함수	정규분포	정규분포	정규분포	정규분포
		m = 592.9091, δ = 198.1289	m = 710.0833, δ = 297.2256	m = 599.8000, δ = 164.9544	m = 584.0769, δ = 147.8344

72



제 4 장 조 사 결 과

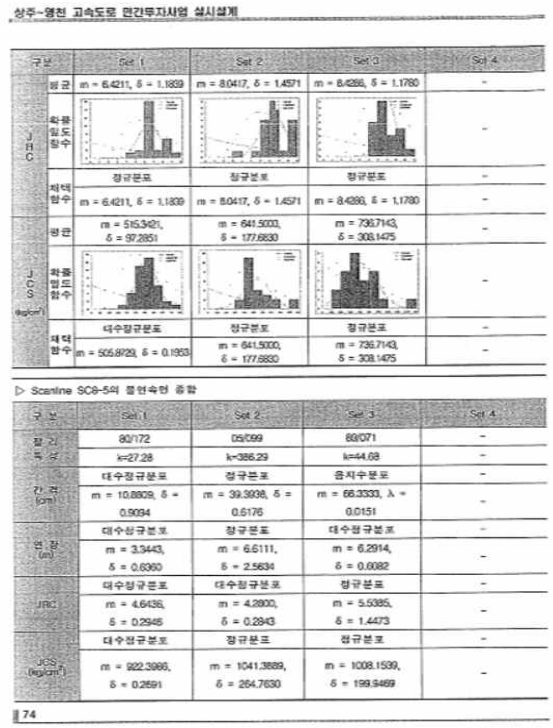
▷ Scanline S-7의 불연속면 특성

절리특성		Contour diagram	Rose diagram	기타 특성
Set 1	Set 2			암종
17/207	72/299			상부사극층
k=74.54	k=32.05			조사위치(TM)
Set 3	Set 4			181,929.5402, 283,326.9841
80/005	-			
k=39.53	-			

야외조사사진

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균	m = 38.5135, δ = 26.0412	m = 75.0000, δ = 135.0127	m = 73.0500, δ = 47.3165	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	대수정규분포	정규분포	-
		m = 38.5135, δ = 26.0412	m = 46.4248, δ = 0.7675	m = 73.0500, δ = 47.3165	-
연장 (m)	평균	m = 8.4737, δ = 1.2298	m = 3.5417, δ = 1.4428	m = 2.6190, δ = 0.7222	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	대수정규분포	정규분포	-
		m = 8.4737, δ = 1.2298	m = 3.3733, δ = 0.2767	m = 2.6190, δ = 0.7222	-

73



상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
JRC	평균	m = 6.4211, δ = 1.1839	m = 8.0417, δ = 1.4571	m = 8.4286, δ = 1.1780	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 6.4211, δ = 1.1839	m = 8.0417, δ = 1.4571	m = 8.4286, δ = 1.1780	-
JCS (kg/cm²)	평균	m = 515.3421, δ = 97.2851	m = 641.5000, δ = 177.6630	m = 736.7143, δ = 308.1475	-
	확률밀도함수				-
	채택함수	대수정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 505.8729, δ = 0.1963	m = 641.5000, δ = 177.6630	m = 736.7143, δ = 308.1475	-

▷ Scanline SC8-5의 불연속면 종합

구분		Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성		80/172	05/099	89/071	-
		k=27.28	k=386.29	k=44.68	-
간격 (cm)		대수정규분포	정규분포	음지수분포	-
		m = 10.8809, δ = 0.9094	m = 39.3938, δ = 0.6176	m = 66.3333, λ = 0.0151	-
연장 (m)		대수정규분포	정규분포	대수정규분포	-
		m = 3.3443, δ = 0.6360	m = 6.6111, δ = 2.5634	m = 6.2914, δ = 0.6082	-
JRC		대수정규분포	대수정규분포	정규분포	-
		m = 4.6436, δ = 0.2945	m = 4.2800, δ = 0.2843	m = 5.5385, δ = 1.4473	-
JCS (kg/cm²)		대수정규분포	정규분포	정규분포	-
		m = 922.3986, δ = 0.2591	m = 1041.3889, δ = 264.7630	m = 1008.1539, δ = 199.9469	-

74

지표지질조사

▷ Scanline SC9-5의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	14/212	59/211	84/170	85/277
	k=414.78	k=129.58	k=35.32	k=57.89
간격 (cm)	대수정규분포	음지수분포	대수정규분포	정규분포
	m = 17.3190, δ = 0.5803	m = 47.0000, λ = 0.0213	m = 39.4054, δ = 0.4528	m = 70.0000, δ = 12.8712
연장 (m)	정규분포	정규분포	정규분포	정규분포
	m = 2.5000, δ = 1.1619	m = 2.2667, δ = 0.6799	m = 2.1053, δ = 0.5520	m = 1.6923, δ = 0.8213
JRC	정규분포	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 7.7750, δ = 1.1065	m = 6.0000, δ = 0.7303	m = 6.1979, δ = 0.0928	m = 6.7633, δ = 0.1593
JCS (kg/cm2)	정규분포	정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 528.6000, δ = 106.7528	m = 441.8667, δ = 61.4696	m = 541.4618, δ = 0.2850	m = 460.0863, δ = 0.2310

▷ Scanline SC10-5의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	06/093	87/074	82/014	-
	k=94.62	k=52.37	k=37.17	-
간격 (cm)	정규분포	대수정규분포	정규분포	-
	m = 15.9273, δ = 8.1465	m = 39.7524, δ = 0.5141	m = 85.0000, δ = 72.2177	-
연장 (m)	대수정규분포	대수정규분포	정규분포	-
	m = 2.1140, δ = 0.5109	m = 2.7719, δ = 0.4102	m = 2.0000, δ = 0.8528	-
JRC	대수정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 5.7017, δ = 0.1406	m = 6.2778, δ = 0.7307	m = 6.8182, δ = 0.9360	-
JCS (kg/cm2)	대수정규분포	대수정규분포	정규분포	-
	m = 616.8167, δ = 0.3785	m = 515.1626, δ = 0.2267	m = 650.7273, δ = 175.8812	-

▷ Scanline SC11-5의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	17/175	89/202	77/225	-
	k=1712.75	k=94.30	k=64.32	-
간격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 20.5529, δ = 0.6460	m = 26.8286, δ = 0.4161	m = 16.4358, δ = 1.1073	-
연장 (m)	정규분포	정규분포	대수정규분포	-
	m = 4.8824, δ = 2.0971	m = 4.4545, δ = 1.0757	m = 2.0539, δ = 0.4869	-
JRC	정규분포	대수정규분포	정규분포	-
	m = 6.0294, δ = 1.5713	m = 6.4483, δ = 0.1742	m = 5.7813, δ = 0.6953	-
JCS (kg/cm2)	정규분포	정규분포	대수정규분포	-
	m = 865.7647, δ = 268.8160	m = 582.4091, δ = 83.0020	m = 549.0076, δ = 0.2800	-

▷ Scanline L-4의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	15/140	84/266	88/004	-
	k=76.14	k=21.55	k=16.87	-
간격 (cm)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 68.0769, δ = 37.8732	m = 15.3641, δ = 1.0568	m = 26.2471, δ = 0.9348	-
연장 (m)	정규분포	대수정규분포	정규분포	-
	m = 8.1481, δ = 2.2723	m = 1.3828, δ = 0.5872	m = 0.3579, δ = 0.1757	-
JRC	정규분포	대수정규분포	정규분포	-
	m = 5.9630, δ = 1.0709	m = 4.7651, δ = 0.2511	m = 4.7632, δ = 0.7047	-
JCS (kg/cm2)	정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 487.1111, δ = 94.9980	m = 491.9216, δ = 106.9458	m = 443.2895, δ = 99.6507	-

▷ Scanline S-5의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	09/178	64/351	67/061	-
	k=40.56	k=34.72	k=36.75	-
간격 (cm)	정규분포	음지수분포	정규분포	-
	m = 23.4444, δ = 36.5395	m = 45.0000, λ = 0.0222	m = 57.8667, δ = 27.3419	-
연장 (m)	정규분포	정규분포	대수정규분포	-
	m = 8.3261, δ = 1.9455	m = 2.7500, δ = 0.8292	m = 2.8401, δ = 0.5097	-
JRC	정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 7.3261, δ = 1.2345	m = 6.6667, δ = 1.1055	m = 7.0000, δ = 1.0607	-
JCS (kg/cm2)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	-
	m = 466.0217, δ = 102.9604	m = 544.3113, δ = 0.2660	m = 544.7721, δ = 0.2107	-

▷ Scanline S-6의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	13/215	67/086	68/011	-
	k=105.48	k=27.88	k=39.47	-
간격 (cm)	대수정규분포	음지수분포	대수정규분포	-
	m = 34.3023, δ = 0.7420	m = 58.0526, λ = 0.0172	m = 18.7778, δ = 0.6430	-
연장 (m)	정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 8.7083, δ = 1.5405	m = 5.8000, δ = 1.4000	m = 3.4783, δ = 0.7729	-
JRC	정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 6.7917, δ = 1.0793	m = 8.0000, δ = 1.1169	m = 5.7609, δ = 1.4624	-
JCS (kg/cm2)	정규분포	대수정규분포	정규분포	-
	m = 941.2917, δ = 399.0004	m = 716.1293, δ = 0.3692	m = 794.9565, δ = 315.5690	-

▷ Scanline L-5의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	13/156	87/022	87/261	-
	k=161.14	k=132.08	k=60.17	-
간격 (cm)	정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 170.6667, δ = 70.4324	m = 67.8000, δ = 51.0365	m = 46.3600, δ = 29.8208	-
연장 (m)	정규분포	정규분포	대수정규분포	-
	m = 6.3077, δ = 1.9369	m = 4.6346, δ = 1.0149	m = 2.8906, δ = 0.5063	-
JRC	대수정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 8.1138, δ = 0.2692	m = 3.0769, δ = 0.9166	m = 5.8293, δ = 1.3234	-
JCS (kg/cm2)	대수정규분포	정규분포	정규분포	-
	m = 856.3956, δ = 0.2628	m = 831.9231, δ = 177.4093	m = 862.8781, δ = 265.0097	-

▷ Scanline L-6의 불연속면 종합

구 분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
절리특성	38/245	84/095	84/209	82/170
	k=30.32	k=41.17	k=66.70	k=42.21
간격 (cm)	대수정규분포	대수정규분포	정규분포	대수정규분포
	m = 9.2466, δ = 1.0696	m = 51.7511, δ = 1.3550	m = 131.3333, δ = 127.5147	m = 61.6578, δ = 1.0907
연장 (m)	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 11.2121, δ = 2.3193	m = 5.7772, δ = 0.6768	m = 1.6528, δ = 0.7357	m = 0.5917, δ = 1.0685
JRC	정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	m = 7.3939, δ = 0.9621	m = 6.7482, δ = 0.1594	m = 5.5127, δ = 0.2485	m = 6.7673, δ = 0.1535
JCS (kg/cm2)	정규분포	정규분포	정규분포	정규분포
	m = 592.9091, δ = 198.1289	m = 710.0833, δ = 297.2256	m = 599.8000, δ = 164.9544	m = 584.0769, δ = 147.8344

13.2.2 시설물 점검이력

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

【표 13.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽13에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽13에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽13에 대한 점검결과, 주요 손상으로는 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽13에 대한 현장조사 결과, 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	본옹벽에대한정밀안전점검결과,문제점이 없는최상의상태인 “A"등급의우수한상태로평가되었다. 패널식옹벽13의전면부에판넬파손,배수로 균열및파손이조사되었고,사용성에문제는 없는상태로주기적인점검을통한손상의증가 및확대등에대해확인,조치를실시하는유지 관리가필요하다고판단된다.상부성토부는 침식,유실등의손상이없는상태로서전반적 으로양호한상태를유지하고있는것으로조사 되었다.	A등급

【표 13.2.1】 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽13에 대한 현장조사 결과, 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 옹벽의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	2종성능평가	? 안전성능평가는외관상관찰되는시설물의결함을중심으로조사 · 평가하였으며,현장조사및분석결과중대결함은관찰되지않았고,옹벽의외관에는판넬파손등의손상이조사되었으나,구조적인결함은아닌것으로판단됨. ? 내구성능평가는시간에따라변화하는안전성능저하에영향을미치는요소에대한평가로서본콘크리트옹벽의열화진전평가및열화환경평가를종합하여분석한결과,평가결과 “A” 로평가됨. ? 종합평가결과,외관상결함,손상등의요인에대한문제점이없고내구성능저하가능성이낮으며외부환경조건변화등을수용할수있는성능수준인A(우수)등급으로평가됨. ? 본보강토옹벽의성능목표등급은세부지침에의거하여옹벽의일반적인성능목표인"B" 등급으로성능목표를설정하였으며,현재성능은목표성능을상회하여매우만족하는 “A"등급인상태로주기적인점검및관리를통한평가저해요소에대한관리가이루어진다면시설물의안전및내구성에는문제가없을것으로판단됨.	A등급
8	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	패널식옹벽13에 대한 현장조사 결과, 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 옹벽의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	패널식 옹벽 13에 대한 현장조사 결과, 패널 전면부 파손, 배수로 균열 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 옹벽의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 13.2.1】 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
10	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	-전면부판넬파손 -기초부상태양호 -주변영향인자배수시설균열,파손	A등급
11	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손 -배수로균열,파손	양호
12	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	-패널전면부파손 -배수로균열,파손	양호
13	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손 -배수로균열,파손	양호
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔지니어링	이상훈	정밀안전점검	-전면부판넬파손등 -기초부상태양호 -주변영향인자배수시설균열,파손등	A등급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손 -배수로균열,파손	양호
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-패널전면부파손 -배수로균열,파손	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	-옹벽패널파손등 -기초지반상태양호 -배수시설균열,파손등 -사면상태양호	양호

13.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	상주영천고속도로 시설물 안전·하자점검 및 성능평가 용역(정밀안전점검)	
용역기간	2023-07-03 ~ 2023-12-08(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
현장조사결과	■ 전면부 판넬 파손 등 ■ 기초부 상태양호 ■ 주변영향인자 배수시설 균열, 파손 등	
비파괴조사	■ 금회(2023년) 정밀안전점검을 실시하면서 전면 패널부에 대한 반발경도시험을 실시한 결과, 시험시 전개소에서 설계기준강도 100%이상의 강도비를 보이고 있어 콘크리트 강도는 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 판단된다. 또한 전회(2021년) 정밀안전점검에서 실시한 강도 값과 비교하여 전면 패널의 강도저하 등 별다른 문제점은 없는 것으로 확인되었다.	
안전성평가 (진단시)	■ 해당없음	
상태평가	■ 손상결함도 지수 0.01로 A등급	
보수보강 (진단시)	■ 해당없음	

구분	정밀안전점검 결과	비고
종합의견	■ 패널식 옹벽 13의 전면부에는 기존 손상인 외부충격에 의한 판넬 파손이 조사되었으며, 시설물에 영향을 미치는 중대한 손상은 아닌 것으로 보이나 손상의 진전 방지, 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치가 필요하다. ■ 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서는 기존에 조사되었던 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 외부충격에 의한 배수로 균열, 배수로 파손 등의 손상이 확인되었으며, 내구성 증진 위한 주입보수, 단면보수 등의 보수가 필요하다고 판단되고, 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다. 상부 성토부, 상부 도로 포장에도 상부 성토부 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로서 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. ■ 지반, 기초부의 경우 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 금회 조사 시기에는 사용성에 문제는 없는 상태로 판단되나 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인, 조치를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. ■ 공중이 이용하는 부위중 도로 포장은 본문의 지반, 기초부, 주변영향인자에 기입된 내용으로 대체하였으며, 도로부 신축이음부, 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다. ■ 측량결과, 초기점검 및 설계도서, 전차(2019년) 정밀안전점검과 비교하여 검토한 결과, 미소한 차이가 확인되었으나, 측량시 측량기기 오차, 측량기기의 종류, 현장여건 등에 의해 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동 등이 발생하지 않은 상태로 판단된다. ■ 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다. ■ 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.01, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다. ■ 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다. ■ 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. ■ 판넬 파손 – 외부충격이 원인인 판넬 파손 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요하다고 판단된다. ■ 배수로 균열(Cw=0.3mm), 배수로 파손 – 건조수축 및 거푸집 조기탈거가 원인으로 유추되는 손상 배수로 파손 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	

13.2.4 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	패널식 옹벽 13		
평가 구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.01	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 13		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	-
내구성능평가	Pd=0.080	A	0.2	-
종합평가 결과	ㅇ사면의 종합평가 지수(P) = ∑(성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = (0.140 × 0.8) + (0.080 × 0.2) = 0.128 ㅇ종합평가 결과 : A등급			

라. 종합결론

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

13.2.5 시설물 보수 이력

【표 13.2.2】 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.

13.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 13.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

13.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

13.2.8 주변환경 및 하중변화

패널식 옹벽 13은 경상북도 영천시 화산면 화산리에 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

【사진 13.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

13.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 13.2.4】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

13.3 현장조사

13.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경상북도 영천시 화산면 화산리에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 상주영천고속도로 본선이 있으며, 하부로는 농경지가 접하고 있는 상태이다. 선형은 패널형태 시공의 직선형을 가지며, 높이는 0.5~13.9m를 보이며, 총 연장은 125.6m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대장상(L=125.6m, L=13.9m)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 13.3.1】 일반현황 조사결과

<table>
<tr><td>조사일자</td><td colspan="2">2025. 08. 25.</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>RW2017-0000088</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시설물위치</td><td>행정구역</td><td colspan="3">경상북도 영천시 화산면 화산리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치좌표</td><td colspan="3">시점 : 36° 04′ 23.0″ 128° 86′ 80.6″</td></tr>
<tr><td colspan="3">종점 : 36° 04′ 16.8″ 128° 86′ 93.2″</td></tr>
<tr><td>노선명(이정)</td><td colspan="4">고속국도 301호선 73.125~73.250km</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>125.6m</td><td>지면노출
높 이</td><td>13.9m</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, 도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">시공현황</td><td>준공년도</td><td>2017년 06월 27일</td><td>시 공 자</td><td>㈜대우건설</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 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 7개 구간(S1~S7)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 13.3.2】 옹벽 구간분할 결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	10.2	5	80.0~100.0m	100.0	13.9
2	20.0~40.0m	40.0	13.8	6	100.0~120.0m	120.0	13.9
3	40.0~60.0m	60.0	13.6	7	120.0~125.6m	125.6	13.7
4	60.0~80.0m	80.0	13.8	-	-	-	

측점분할 작업사진

측점분할 작업사진

13.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

본 옹벽은 비포장 상태로 세굴, 침하, 유실, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였고, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.

【사진 13.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

■ 조사결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 13.3.3】 지반, 기초부 손상현황

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

현 황	• 상태현황	현 황	• 상태현황
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 상태로 확인되었고, 금회 점검에서 추가적인 신규 손상 등은 조사되지 않았다.

【표 13.3.4】 지반, 기초부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

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

4) 검토의견

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

나. 전면부

1) 현황

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

【사진 13.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

■ 전면부에 대한 현장조사 결과, S3 구간에 판넬 파손이 조사되었다.

【표 13.3.5】 전면부 손상현황

구분	판넬 파손 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	0.04	2
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
합계	0.04	2

현 황	• S3 판넬 파손(0.1x0.1)	현 황	• S3 판넬 파손(0.1x0.3)
원 인	• 외부 충격	원 인	• 외부 충격
대 책	• 주의관찰	대 책	• 주의관찰
현 황	• 상태현황	현 황	• 상태현황
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –
현 황	• 상태현황	현 황	• 상태현황
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 판넬 파손의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 13.3.6】 전면부 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
전면부	판넬 파손	㎡	0.04	2	0.04	2	-	변동없음

4) 검토의견

- 전면부에서 조사된 판넬 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 구조물 사용성에 영향을 주는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

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.

【사진 13.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

- 주변영향인자에 대한 현장조사 결과, 배수시설 상부 배수로 균열(0.3㎜미만), 균열(0.3㎜이상), 파손이 조사되었다.

【표 13.3.7】 주변영향인자 손상현황

구분	배수로 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		배수로 균열(0.3㎜이상) (m/개소)		배수로 파손 (㎡/개소)	
S1	–	–	1.00	1	0.10	1
S2	–	–	–	–	0.42	4
S3	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–
S5	–	–	–	–	–	–
S6	0.50	1	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–
합계	0.50	1	1.00	1	0.52	5

현 황	• S1 배수로 균열(0.3㎜이상)	현 황	• S1 배수로 파손(0.2x0.5)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
대 책	• 주입보수	대 책	• 단면보수
현 황	• S2 배수로 파손(0.2x0.5)	현 황	• S2 배수로 파손(0.1x0.2)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외부충격, 거푸집 조기탈거 등
대 책	• 단면보수	대 책	• 단면보수
현 황	• S2 배수로 파손(0.2x1.0)	현 황	• S2 배수로 파손(0.2x0.5)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
대 책	• 단면보수	대 책	• 단면보수

현 황	• 상부 성토부 상태양호	현 황	• 상부 도로 포장 상태현황
원 인	• –	원 인	• –
대 책	• –	대 책	• –

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배수시설 상부 배수로 균열, 배수로 파손이 확인되었고, 금회 점검에서 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 13.3.8】 주변영향인자(배수시설 및 사면상태) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
주변영향인자 (배수시설 및 사면상태)	배수로 균열(0.3㎜미만)	m	0.50	1	0.50	1	– –	변동없음
	배수로 균열(0.3㎜이상)	m	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	배수로 파손	m	0.52	5	0.52	5	– –	변동없음

4) 검토의견

■ 주변영향인자에서 조사된 배수시설 상부 배수로 균열. 파손의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 공용기간 증가, 외부충격 등에 의한 손상으로 조사된 손상에 대하여 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하며, 상부 성토부, 상부 도로 포장에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.또한 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.

라. 옹벽 점검시설

1) 부재의 개요

- 패널식 옹벽 13에 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”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 12.3.9】 공중이용시설 10대 위험요소

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

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 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 전면부 판넬 파손이 확인되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해 · 위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수 · 보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해 · 위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	절토사면 · 옹벽 표면 손상	▣유, □무	판넬 파손	주의관찰	

S3 판넬 파손(0.1x0.1)	S3 판넬 파손(0.1x0.3)
주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황	주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황
주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황	주변영향인자(성토부, 상부 본선) 상태현황

【사진 13.3.4】 옹벽의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

13.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 13.3.10】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	판넬 파손	주의관찰
주변영향인자	배수로 균열(0.3㎜미만)	표면처리
	배수로 균열(0.3㎜이상)	주입보수
	배수로 파손	단면보수
기초부의 세굴	상태양호	-
결과요약	■ 지반, 기초부에 대한 현장조사 결과, 점검 당시에 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 신규 손상 등은 조사되지 않았으나 주기적인 점검을 통하여 지반, 기초부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 전면부에서 조사된 판넬 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 구조물 사용성에 영향을 주는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. ■ 주변영향인자에서 조사된 배수시설 상부 배수로 균열. 파손의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가, 외부충격 등에 의한 손상으로 조사된 손상에 대하여 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하며, 상부 성토부, 상부 도로 포장에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.또한 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.	

【표 13.3.11】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	판넬 파손	㎡	0.04	2	
배수시설	배수로 균열(0.3㎜미만)	m	0.50	1	
	배수로 균열(0.3㎜이상)	m	1.00	1	
	배수로 파손	㎡	0.52	5	
상부성토부	상태양호	–	–	–	
기초부	상태양호	–	–	–	

나. 기 정밀안전점검과의 비교

【표 13.3.12】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
전면부	판넬 파손	㎡	0.04	2	0.04	2	– –	변동없음
배수시설	배수로 균열(0.3㎜미만)	m	0.50	1	0.50	1	– –	변동없음
	배수로 균열(0.3㎜이상)	m	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	배수로 파손	㎡	0.52	5	0.52	5	– –	변동없음
상부성토부	상태양호	–	–	–	–	–	– –	변동없음
기초부	상태양호	–	–	–	–	–	– –	변동없음

13.4 콘크리트 재료시험 조사

13.4.1 개요

콘크리트 재료시험 조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 [시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단편](이하 '세부지침')] 옹벽편 13.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

13.4.2 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.

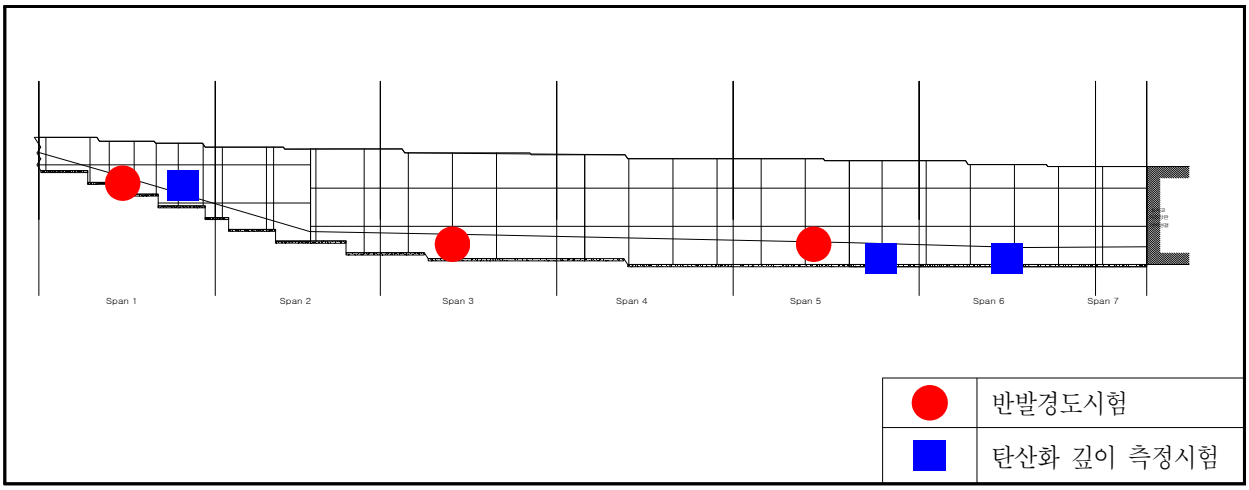
【표 13.4.1】 재료시험 기준수량 및 실시수량 현황

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

반발경도측정	탄산화 깊이측정

【사진 13.4.1】 재료시험 조사 전경

나. 콘크리트 재료시험 조사 위치도



【그림 13.4.1】 콘크리트 재료시험 조사 위치도

13.4.3 반발경도시험

가. 시험결과

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

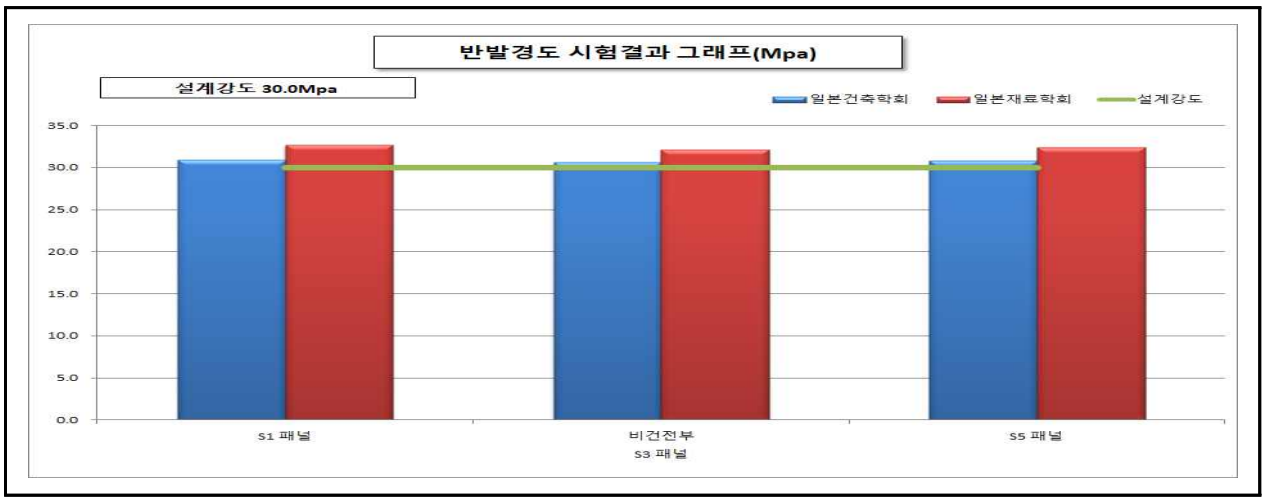
또한, 반발경도에 의한 압축강도 추정은 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식를 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설 안전공단식을 사용하였으며, 측정결과는 정밀한 결과를 산정하기 위해 2개 이상의 추정식을 통해 추정된 콘크리트 비파괴강도 중 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다. FMS상에 패널식 옹벽 13의 안전점검종합보고서 자료에서 설계기준강도를 확인하여 작성하였다.

【표 13.4.2】 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
전면부	S1	패널	55.0	32.6	30.9	0.63	30.0	건전부
	S3	패널	54.3	32.1	30.6			비건전부
	S5	패널	54.6	32.3	30.8			건전부
평균			-	32.3	30.8	-	-	
표준편차			-	0.20	0.11	-	-	
변동계수			-	0.006	0.004	-	-	
최대값			-	32.6	30.9	-	-	
최소값			-	32.1	30.6	-	-	

【표 13.4.3】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회				
전면부 패널	30.6 ~ 30.9	30.0	30.8	102.0 ~ 103.0	



【그림 13.4.2】 반발경도시험 측정결과

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 30.6~30.9㎫로 측정되었으며, 설계기준압축강도(30.0㎫)를 100%이상 상회하는 것으로 확인되었고, 건전부와 비건전부의 강도를 비교 및 검토한 결과, 비건전부의 강도가 건전부의 98.7%이상으로 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 따라서 콘크리트의 내구성능은 양호한 상태인 것으로 판단되며, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도저하가 없는 것으로 조사되었다.

나. 기 점검결과와의 비교분석

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

【표 13.4.4】 기 점검결과와의 결과 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	전면부 패널	30.8 ~ 34.4	30.6 ~ 30.9	30.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 추정식 및 측정 부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

다. 반발경도 시험 보고서

【표 13.4.5】 반발경도 시험 보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 08. 25. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	패널식 옹벽 13
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	전면부 패널 : 30.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 :균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	30.6℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

13.4.4 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 13.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치	탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과 년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과	비 고
S1 전면부패널	3.0	69.0	66.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
S5 전면부패널	3.0	69.0	66.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
S6 전면부패널	3.0	69.0	66.0	8	1.06	100년 이상	a등급	

【표 13.4.7】 탄산화 시험결과 분석

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

【그림 13.4.3】 탄산화 깊이 측정결과

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

나. 기 점검결과와의 비교분석

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

【표 13.4.8】 기 점검결과와의 결과 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
패널(전면부)	-	-	a	3.0	66.0	a	
검토의견	■ 금회 시행한 탄산화 깊이시험이 최초 시험으로, 금회 시험결과 양호한 상태로 확인되어 향후 수년간은 안정적인 상태가 유지될 것으로 판단된다.						

다. 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

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

【표 13.4.9】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

전면부 – 패널 S2	
실측 피복두께(㎜)	69.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.0
잔여깊이(㎜)	66.0
탄산화 속도계수	1.06
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

전면부 – 패널 S5	
실측 피복두께(㎜)	69.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.0
잔여깊이(㎜)	66.0
탄산화 속도계수	1.06
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 13.4.9】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

전면부 - 패널 S6	
실측 피복두께(㎜)	69.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.0
잔여깊이(㎜)	66.0
탄산화 속도계수	1.06
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

다. 탄산화 시험 보고서

【표 13.4.10】 탄산화 시험 보고서

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

13.4.5 콘크리트 내구성조사 결과 요약

【표 13.4.11】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준 (평가등급)	
비파괴 강도 (MPa)	패널(전면부)	30.6 ~ 30.9	30	■설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (㎜)	패널(전면부)	66.0	a등급	■탄산화 잔여깊이 30㎜ 이상 ■탄산화에 의한 철근 부식발생 가능성 없음
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근 부식발생 가능성은 없는 상태임			

13.4.6 측량

가. 개요

금회정밀안전점검 대상시설물(패널식 옹벽 13)은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 전차 정밀안전점검의 측정된 값과 금회 정밀안전점검의 측정값을 비교 검토하여 침하 및 활동에 대해 검토하였다.

【사진 13.4.2】 측량작업 전경

나. 경사도 측정결과

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

【표 13.4.12】 경사도 결과

구분	측정위치 (Span)	측정경사량		초기점검 경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	88.80	2.09	87.10	5.07	1.70	2.97	b	전면
2	S2	87.80	3.84	86.80	5.59	1.00	1.75	a	전면
3	S3	88.80	2.09	87.10	5.07	1.70	2.97	b	전면
4	S4	88.20	3.14	87.30	4.72	0.90	1.57	a	전면
5	S5	88.30	2.97	87.80	3.84	0.50	0.87	a	전면
6	S6	89.20	1.40	88.70	2.27	0.50	0.87	a	전면
7	S7	89.30	1.22	–	–	–	–	–	–

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

【표 13.4.13】 경사도 기 정밀안전점검과의 결과 비교

구분	측정위치 (Span)	2025년 정밀안전점검 측정경사량		2023년 정밀안전점검 측정경사량		측정결과 비교		안전등급	전회 점검 대비
		경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)	경사도 (°)	기울기 (%)		
1	S1	88.80	2.09	90.00	0.00	−1.20	2.09	b	배면
2	S2	87.80	3.84	89.50	0.87	−1.70	2.97	b	배면
3	S3	88.80	2.09	90.00	0.00	−1.20	2.09	b	배면
4	S4	88.20	3.14	89.30	1.22	−1.10	1.92	a	배면
5	S5	88.30	2.97	89.10	1.57	−0.80	1.40	a	배면
6	S6	89.20	1.40	90.00	0.00	−0.80	1.40	a	배면
7	S7	89.20	1.40	89.40	1.05	−0.20	0.35	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 13.4.14】 수준측량(수직변위) 결과

측정위치	기준점 레벨(EL(+).m)		분석 결과 (m)	비고
	설계치	금회 정밀안전점검		
S1(0m)	129.37	129.43	0.06	
S1(10m)	128.86	128.90	0.04	
S2(30m)	127.83	127.93	0.10	
S3(50m)	127.32	127.50	0.18	
S4(70m)	126.55	126.71	0.06	
S5(90m)	126.29	126.29	−	
S6(110m)	125.78	125.80	0.02	
S7(123m)	125.52	125.60	0.08	

【표 13.4.15】 선형측량 결과

측정위치	X	Y	비고
①	382711.780	188252.563	
②	382715.324	188247.181	
③	382719.363	188241.398	
④	382722.168	188236.882	
⑤	382727.760	188231.326	
⑥	382736.020	188220.021	
⑦	382744.431	188207.244	
⑧	382750.753	188197.411	
⑨	382760.826	188182.116	
⑩	382770.871	188166.365	
⑪	382776.344	188157.903	
⑫	382783.078	188147.452	
⑬	382795.693	188126.355	

[선형측량 결과]

[선형측량 결과 비교]

【그림 13.4.4】 선형측량 결과 및 비교

13.5 상태평가

13.5.1 구간분할

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

【표 13.5.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	세굴	파손 손상 및 균열	유실	이격	전면부 진행성 배부름	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.02	A
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.02	A
S3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	A
S4	0	0	0	0	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	1	0	0	0	1	0.02	A
S7	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	0.14	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.57	0.01	
									상태평가 결과					A	

13.5.2 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.01로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

13.5.3 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

미설치된 상태로 평가불가.

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

② 도로포장

최상의 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	ㅇ포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	ㅇ포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	ㅇ포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	ㅇ깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ㅇ배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	ㅇ도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	ㅇ신축이음부에 손상이 없는 상태
b	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ㅇ신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ신축이음부 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	ㅇ환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ㅇ기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	ㅇ결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

13.5.4 기 정밀안전점검과의 비교

전회 정밀안전점검의 자료조사 결과, 기존손상인 전면부 판넬 파손, 배수시설 배수로 균열, 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상이 조사되지 않아 결함지수 및 안전등급이 ‘0.00’, ‘A등급’으로 전회 점검과 동일한 상태로 평가되었다.

【표 13.5.2】 기 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
2023년 정밀안전점검	0.01	A	
2025년 정밀안전점검	0.01	A	

13.6 종합평가 및 안전등급 지정

13.6.1 종합평가 결과

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

【표 13.6.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	패널식 옹벽 13		표 번 호	[표 13.6.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.01	A	근거표번호	[표 13.5.1]
안전성평가	–	–	–	–
종합평가	0.01	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

13.6.2 안전등급 지정

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

【표 13.6.2】안전등급 기준

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

13.7 보수·보강 및 유지관리방안

13.7.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 13.7.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	판넬 파손	주의관찰	–	–	–	–	–	–
배수시설	배수로 균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.50	0.19	㎡	250	48	2순위
	배수로 균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.00	1.50	m	103	155	2순위
	배수로 파손	단면보수	0.52	0.78	㎡	960	749	2순위
상부성토부	상태양호	–	–	–	–	–	–	–
기초부	상태양호	–	–	–	–	–	–	–
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	0		952			0	
	재경비 (순공사비의 50%)	0		476			0	
	합계	0		1,428			0	
개략공사비 총계(천원)		1,428						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

13.7.2 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 옹벽의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 13.7.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전면부	· 판넬 파손 → 외부충격이 원인인 판넬 파손 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배수시설	· 배수로 균열(0.3㎜이상), 배수로 파손 → 건조수축 및 거푸집 조기탈거가 원인으로 유추되는 손상 배수로 파손 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
성토부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
지반 및 기초부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

13.8 종합결론

13.8.1 정밀안전점검 결과 요약

가. 현장조사 결과

1) 지반, 기초부

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

2) 전면부

- 전면부에서 조사된 판넬 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 구조물 사용성에 영향을 주는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3) 주변영향인자

- 주변영향인자에서 조사된 배수시설 상부 배수로 균열. 파손의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가, 외부충격 등에 의한 손상으로 조사된 손상에 대하여 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하며, 상부 성토부, 상부도로 포장에도 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.또한 상부 배수로 설치부에 과도한 식생이 산재하여, 추후 원활한 점검을 위한 정비 등의 조치가 필요하다.

4) 옹벽 점검시설

- 패널식 옹벽 13에 별도의 점검시설은 시공되어있지 않은 것으로 확인되었다.

5) 공중이 이용하는 부위

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

6) 내구성 시험

- 강도시험결과, 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 확인되었다.
- 탄산화 깊이 시험 결과, 철근부식의 우려가 없는 양호한 상태로 확인되었다..
- 측량결과, 초기점검 및 설계도서, 전차 정밀안전점검과 비교하여 검토한 결과, 미소한 차이가 확인되었으나, 측량시 측량기기 오차, 측량기기의 종류, 현장여건 등에 의해 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동 등이 발생하지 않은 상태로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 대상 옹벽은 평가기준에 따른 결함지수는 0.01, 상태평가결과는 “A”로 산정되었다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “A등급 : 문제점이 없는 최상의 상태”으로 지정하였다.
- 금회 조사 시기에는 사용성에 문제는 없는 상태로 판단되나 주기적인 점검을 통한 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인, 조치를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

13.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 지반, 기초부, 전면부, 주변영향인자(사면부, 배수시설)에서 전면부 판넬 파손, 배수시설 배수로 균열, 파손 등의 손상이 조사되었으나, 옹벽의 사용성에는 영향을 주지 않는 것으로 판단되므로 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 적절한 보수가 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.

13.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부 판넬 파손, 배수시설 배수로 균열, 파손의 경우 구조적인 손상은 아니나 부재의 내구성 및 기능성 확보 차원의 보수 및 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 재발생 여부 확인이 필요하다.

13.8.4 기타 필요한 사항

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