

4. 보강토옹벽

[지선 STA.0+321~0+680]

4.1 시설물 개요

4.2 자료수집 및 분석

4.3 현장조사 및 시험

4.4 상태평가

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.6 보수·보강 및 유지관리 방안

4.7 종합결론

4. 보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)

4.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16에 위치한 2중 시설물로서 연장 355.0m, 지면노출높이 9.6m의 블록식 보강토옹벽이다.

4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)		종별구분	2중 시설물
시설물번호	RW2020-0000127		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16		
	위치좌표	시점 : 37 ° 35 ' 22 "N 126 ° 51 ' 08 "E		
		종점 : 37 ° 35 ' 11 "N 126 ° 51 ' 15 "E		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	355.0m	지면노출 높 이	9.6m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 지선		
	옹벽하부	난지물재생센터		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산건설턴트
	부대시설	-		
비 고				

4.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 4.1.1】 위치도

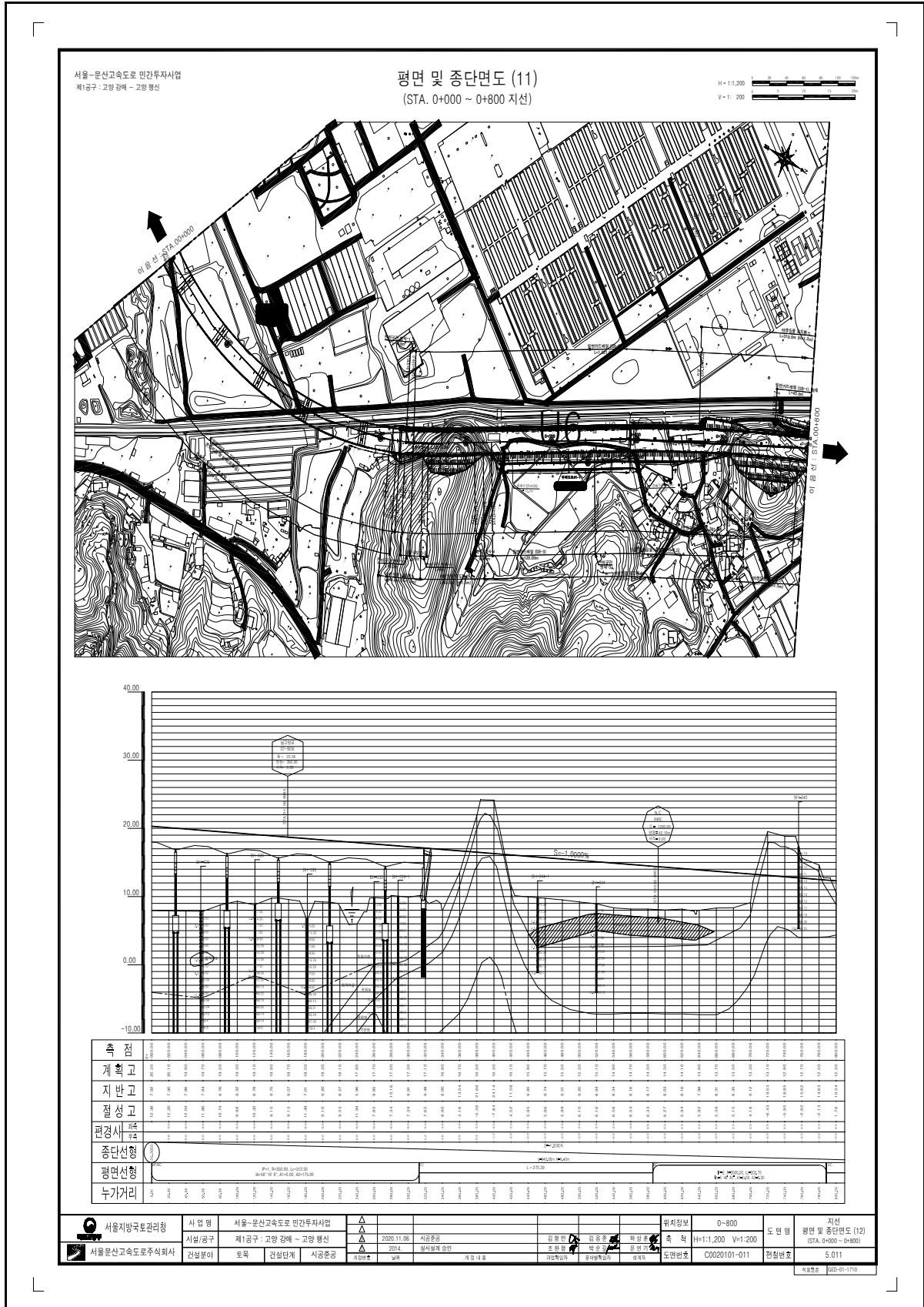


【그림 4.1.2】 전경사진

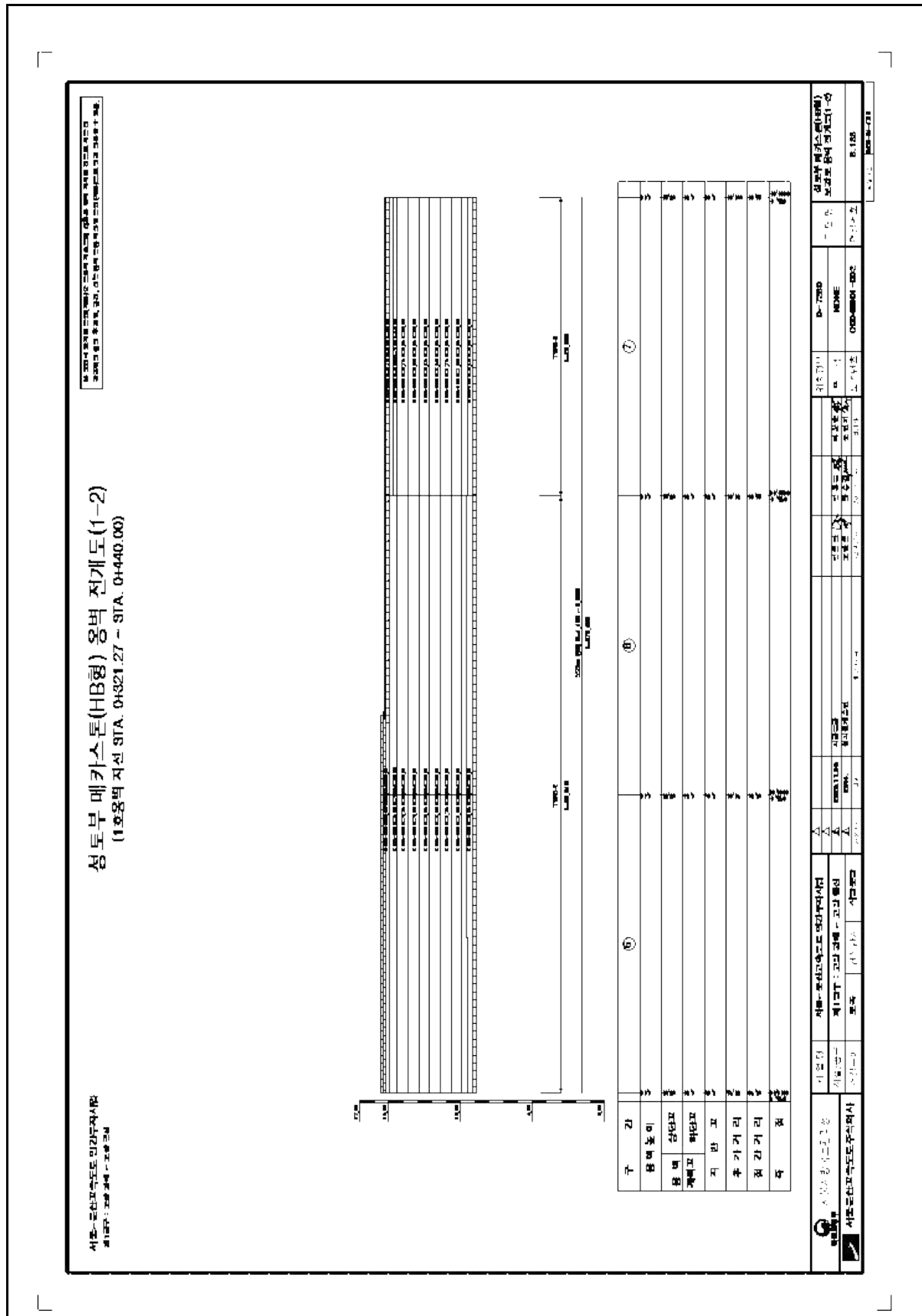
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 4.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

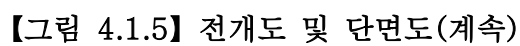
4.1.3 시설물 전개도 및 단면도

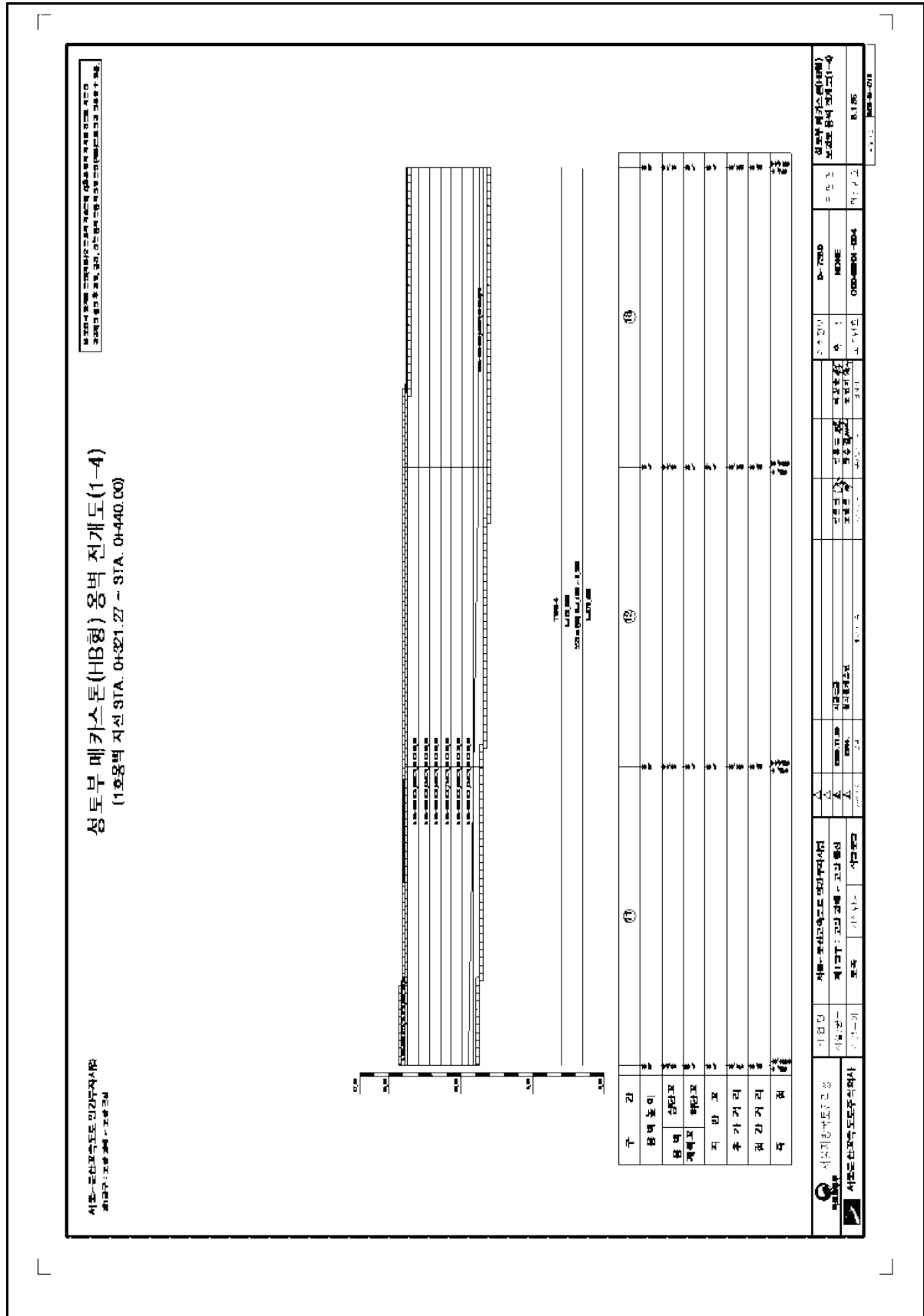


【그림 4.1.4】 중평면도

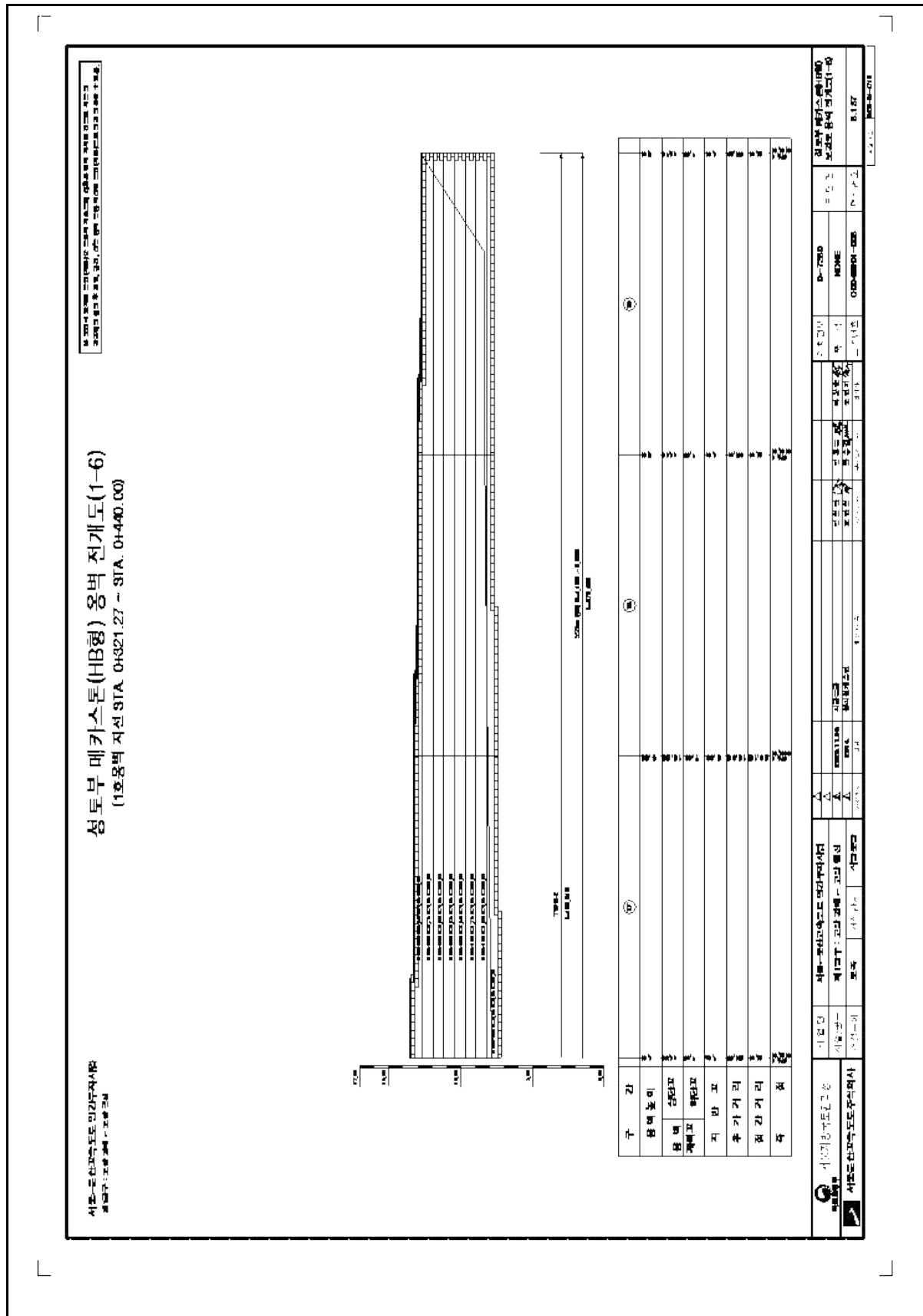


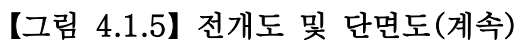
【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

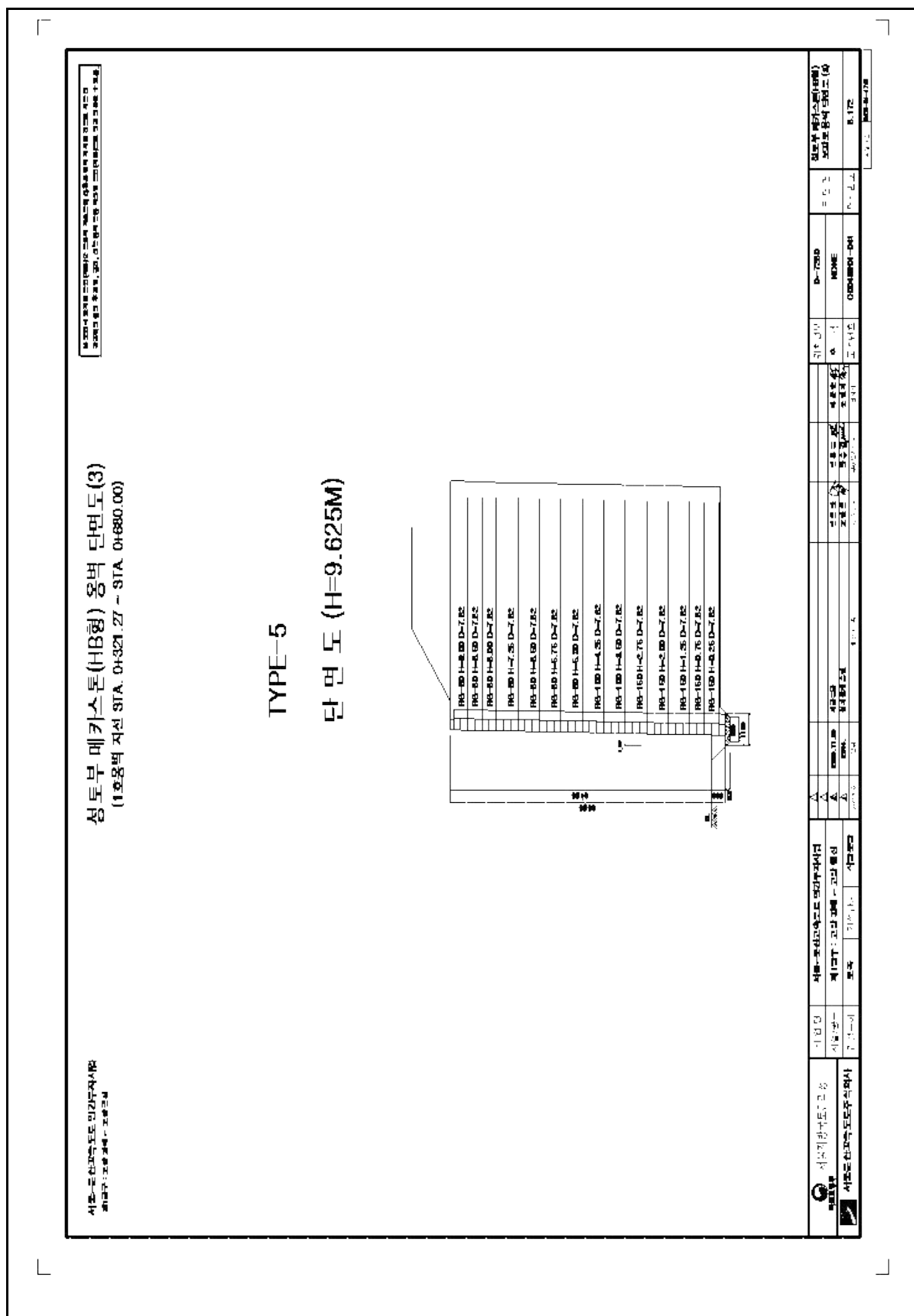




【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)







【그림 4.1.5】 전개도 및 단면도(계속)

4.2 자료수집 및 분석

4.2.1 설계자료 검토

본 시설물은 2020년 11월에 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

구조제안서

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로
Project Date/Rev: 19.12.11/1.0/1.004

설계: 2020년11월 서울-문산고속도로(정기)안전점검, 구조제안서(보강토옹벽)로공제(2020.11.04) 작성: 2020.11.04

AASHTO 98 ASD DESIGN METHOD

서울-문산 고속도로

MSEW(S.O) Update # 14.91

PROJECT IDENTIFICATION

Title: 서울-문산 고속도로
Project Number:
Client:
Designer:
Station Number: 지선 STA. 0+309.00

Description:
지선 STA. 0+309.00 - STA. 0+680.00 TYPE-5 (H=9.625m)

Company's information:
Name:
Street:
Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\(주)강호건설(강남)영호건설(강남)영호(보강토)영호(연계)..
Original date and time of creating this file: 2014.07

PROGRAM MODE: DESIGN of a SIMPLE STRUCTURE using CECORID as confining material.

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MD09-301927

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로
Project Date/Rev: 19.12.11/1.0/1.004

설계: 2020년11월 서울-문산고속도로(정기)안전점검, 구조제안서(보강토옹벽)로공제(2020.11.04) 작성: 2020.11.04

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES
Minimum factor of safety against pullout, F_{s-po} 1.50
Minimum factor of safety against direct sliding, $F_{s-sliding}$ 1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L 0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, $F_{s-comp-static}$ 1.50
Minimum factor of safety against compound and overall failure, $F_{s-comp-seismic}$ 1.10

Prescribed minimum relative length to prevent pullout, $L_e = 1.00$ m.
Prescribed minimum normalized length of each layer is: $L/H = 0.70 \rightarrow L = 7.54$ m.
Prescribed minimum absolute total length of each layer is: $L = 2.50$ m.

BEARING CAPACITY
Bearing capacity is controlled by general shear:
Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L 0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach) 2.50
Bearing capacity coefficients: $N_c = 25.80$ $N_q = 16.72$

SOIL DATA

REINFORCED SOIL
Unit weight, γ 19.0 kN/m³
Design value of internal angle of friction, ϕ 30.0 deg.

RETAINED SOIL
Unit weight, γ 18.0 kN/m³
Design value of internal angle of friction, ϕ 28.0 deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)
Equivalent unit weight, γ_{eq} 18.0 kN/m³
Equivalent internal angle of friction, ϕ_{eq} 28.0 deg.
Equivalent cohesion, c_{eq} 15.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS
Ka (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10deg, Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, $\gamma' = 60.00$ deg. (see Fig. 28 in DSD-032)
Ka (external stability) = 0.3610 (if batter is less than 10deg, Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY
Maximum ground acceleration coefficient, $A = 0.154$
Design acceleration coefficient in Internal Stability, $K_h = A_m = 0.200$
Design acceleration coefficient in External Stability, $K_h, d = 0.099 \Rightarrow K_h = A_m = 0.099$
(K_h in External Stability is based on allowable displacement, $d = 25$ mm, using FHWA-NHI-00-043 equation)
 $K_{ae} (K_h > 0) = 0.4188$ $K_{ae} (K_h = 0) = 0.3534$ $\Delta K_{ae} = 0.0654$

DIRECT SLIDING / ECCENTRICITY
Seismic safety factor is 73.3% of specified static FS for direct sliding.
Maximum allowable eccentricity, e/L , under seismic condition is 0.2500

BEARING CAPACITY
Seismic safety factor is 80.0% of specified static FS for bearing capacity.
Maximum allowable eccentricity, e/L , under seismic condition is 0.2500

INTERNAL STABILITY
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F^* is 80.0% of its specified static value.
Seismic factor of safety against pullout, F_{s-po} , is 73.3% of its specified static value.
Seismic overall factor of safety, $F_{s-overall}$, is 66.7% of its specified static value.
The reduction of $F_{s-overall}$ pertains to geogrid strength and to connection strength for both break and pullout modes of failure.

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MD09-301927

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로
Project Date/Rev: 19.12.11/1.0/1.004

설계: 2020년11월 서울-문산고속도로(정기)안전점검, 구조제안서(보강토옹벽)로공제(2020.11.04) 작성: 2020.11.04

INPUT DATA: Geogrids (Multiple type reinforcement)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tail (h/cm)	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFD	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation-damage reduction factor, RPI	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Crimp reduction factor, RCF	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
$F_{s-overall}$ for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, K_c	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, F^*	0.67 tan ϕ	0.67 tan ϕ	0.67 tan ϕ	0.67 tan ϕ	0.67 tan ϕ
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/K_a and F^* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K_c / K_a
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MD09-301927

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로
Project Date/Rev: 19.12.11/1.0/1.004

설계: 2020년11월 서울-문산고속도로(정기)안전점검, 구조제안서(보강토옹벽)로공제(2020.11.04) 작성: 2020.11.04

INPUT DATA: Facia and Connection (Design)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.380/2.9 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is $\gamma_b = 22.00$ kN/m³

Z / Hd	To-static / T_{max} or To-seismic / T_{md}	Z / Hd	To-static / T_{max} or To-seismic / T_{md}
0.00	0.70	0.25	0.78
0.25	0.78	0.50	0.85
0.50	0.85	0.75	0.93
0.75	0.93	1.00	1.00

To-static, To-seismic - connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1	Geogrid Type #2	Geogrid Type #3	Geogrid Type #4	Geogrid Type #5
σ CRe	σ CRe	σ CRe	σ CRe	σ CRe
50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Geogrid Type #1	Geogrid Type #2	Geogrid Type #3	Geogrid Type #4	Geogrid Type #5
σ CRe	σ CRe	σ CRe	σ CRe	σ CRe
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50.0	50.0	50.0	50.0	50.0

⁽¹⁾ σ = Confining stress in between stacked blocks (kPa)
⁽²⁾ CRe = Tail-connection / Tail-geogrid
⁽³⁾ CRe = Tip-connection / Tail-geogrid

In seismic analysis, $T_{s-pullout}$ is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RD-200	RD-150	RD-100	RD-80	RD-60
Durability reduction factor, RFD	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Crimp reduction factor, RCF	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety: connection break, F_s	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety: connection pullout, F_p	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MD09-301927

구조제산서

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls
Project Information: 2019.11.11 (11/11/2019) 2019.11.11 (11/11/2019) 서울-문산 고속도로, 2019.11.11 (11/11/2019) 서울-문산 고속도로, 2019.11.11 (11/11/2019) 서울-문산 고속도로, 2019.11.11 (11/11/2019) 서울-문산 고속도로

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

Design height, Hd 9.63 [m] { Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 9.13 m }

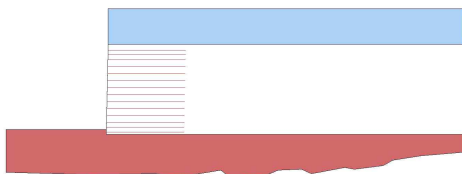
Butter, ϕ_b 1.1 [deg]

Backslope, β 0.0 [deg]

Backslope rise 0.0 [m] Broken back equivalent angle, $\Gamma = 0.00\text{deg}$. (see Fig. 25 in DEMO 82)

UNIFORM SURCHARGE
 Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa], and live load is 13.0 [kPa]

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:
 0 2 4 6 8 10 [m]

서울-문산 고속도로 Page 5 of 10
 Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND: (1) Connection strength V Satisfactory
 (2) Geogrid strength X Unsatisfactory
 (3) Pullout resistance
 (4) Direct sliding
 (5) Eccentricity

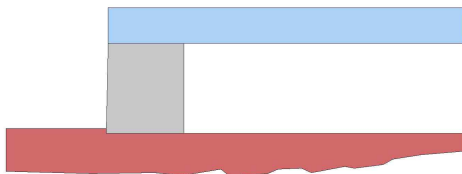
Bearing capacity: V
 Foundation interface: Direct sliding V Eccentricity V

G e o g r i d									
#	Elevation [m]	Length [m]	Type	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1	0.25	7.82	2	V	V	V	V	V	V
2	0.75	7.82	2	V	V	V	V	V	V
3	1.25	7.82	2	V	V	V	V	V	V
4	2.00	7.82	2	V	V	V	V	V	V
5	2.75	7.82	2	V	V	V	V	V	V
6	3.50	7.82	3	V	V	V	V	V	V
7	4.25	7.82	3	V	V	V	V	V	V

서울-문산 고속도로 Page 6 of 10
 Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q_{ult}	1344.3	1231.7	[kPa]
Effective stress, σ_v	237.72	209.4	[kPa]
Eccentricity, e	0.73	1.10	[m]
Eccentricity, e_L	0.093	0.141	
FS calculated	5.65	4.57	
Base length	7.82	7.82	[m]



SCALE:
 0 2 4 6 8 10 [m]

서울-문산 고속도로 Page 7 of 10
 Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs -static = 1.500 and Fs -seismic = 1.100

Along reinforced and foundation side interface: Fs -static = 2.357 and Fs -seismic = 1.778

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.82	2.129	1.607	2	RG-150
2	0.75	7.82	2.233	1.689	2	RG-150
3	1.25	7.82	2.349	1.780	2	RG-150
4	2.00	7.82	2.545	1.956	2	RG-150
5	2.75	7.82	2.777	2.121	2	RG-150
6	3.50	7.82	3.056	2.345	3	RG-100
7	4.25	7.82	3.395	2.622	3	RG-100
8	5.00	7.82	3.818	2.971	4	RG-80
9	5.75	7.82	4.361	3.426	4	RG-80
10	6.50	7.82	5.081	4.046	5	RG-60
11	7.25	7.82	6.085	4.936	5	RG-60
12	8.00	7.82	7.579	6.326	5	RG-60
13	8.50	7.82	9.060	7.784	5	RG-60
14	9.00	7.82	11.256	10.113	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L -static = 0.1009, e/L -seismic = 0.1520, Overturning: Fs -static = 4.73, Fs -seismic = 3.20

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e/L Static	e/L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	7.82	0.0960	0.1445	2	RG-150
2	0.75	7.82	0.0866	0.1301	2	RG-150
3	1.25	7.82	0.0778	0.1164	2	RG-150
4	2.00	7.82	0.0653	0.0974	2	RG-150
5	2.75	7.82	0.0540	0.0800	2	RG-150
6	3.50	7.82	0.0437	0.0644	3	RG-100
7	4.25	7.82	0.0346	0.0504	3	RG-100
8	5.00	7.82	0.0265	0.0382	4	RG-80
9	5.75	7.82	0.0194	0.0277	4	RG-80
10	6.50	7.82	0.0135	0.0188	5	RG-60
11	7.25	7.82	0.0086	0.0116	5	RG-60
12	8.00	7.82	0.0047	0.0062	5	RG-60
13	8.50	7.82	0.0027	0.0034	5	RG-60
14	9.00	7.82	0.0012	0.0014	5	RG-60

서울-문산 고속도로 Page 8 of 10
 Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

MSE -- Mechanically Stabilized Earth Walls 서울-문산 고속도로
 Printed Date/Time: Fri Jul 11 17:55:42 2014 인도, 3면경 2012년 서울-문산 2014년 7월 2주일까지 604 호차에 한하여 무료로 이용 가능하며 총 7개소

RESULTS for PULLOUT

Live Load loaded in calculating Tmax

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

	Gward Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Le [m]	La [m]	Actual State		Specified State		Actual Seism. Pullout, F _s	Specified Seism. Pullout, F _s	Actual Seism. Pullout, F _s
						Pullout, F _s	F _s	Pullout, F _s	F _s			
1	0.25	1.000	31.85	10.24	7.68	0.14	846.9	1.500	26.585	677.5	1.100	16.004
2	0.75	1.000	30.27	9.87	7.41	0.42	772.8	1.500	25.351	618.3	1.100	15.403
3	1.25	1.000	35.61	9.50	7.15	0.70	718.1	1.500	20.766	561.4	1.100	12.445
4	1.75	1.000	39.47	9.13	6.88	1.00	694.2	1.500	19.532	527.1	1.100	9.930
5	2.25	1.500	35.91	8.38	6.29	1.53	508.5	1.500	14.161	407.6	1.100	9.184
6	2.75	1.500	32.50	7.83	5.81	2.29	425.9	1.500	12.965	381.3	1.100	8.083
7	4.25	1.000	28.78	7.27	5.46	3.27	344.7	1.500	11.976	275.7	1.100	7.649
8	4.75	1.000	28.78	7.27	5.46	3.27	344.7	1.500	11.976	275.7	1.100	7.649
9	5.25	1.000	21.66	6.16	4.62	3.20	210.4	1.500	9.735	168.3	1.100	6.052
10	6.50	1.000	18.69	5.50	4.20	3.62	154.4	1.500	8.534	123.5	1.100	5.214
11	7.25	1.000	15.25	4.75	3.45	4.15	94.5	1.500	7.126	84.5	1.100	4.318
12	8.00	1.000	9.39	3.49	3.37	4.46	64.3	1.500	6.851	51.5	1.100	3.709
13	8.75	1.000	9.39	3.49	3.37	4.46	64.3	1.500	7.126	32.7	1.100	3.318
14	9.00	1.000	6.22	3.74	2.81	5.02	20.6	1.500	3.318	16.5	1.100	1.657

서울·부산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc.
Page 9 of 1
License number MS1W-30192

RESULTS FOR CONNECTION (settime conditions)														
Level Load included in calculating True														
#	Geopid Direction	Factor for Geopid	Reduction factor for Cpu	Reduction factor for Cpu	Available strength, criterion [N]	Available strength, criterion [N]	Available strength, [N]	Feasible connection [N]	Feasible connection [N]	Feasible connection [N]	Feasible connection [N]	Product name		
1	0.25	11.84	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.02	1.00	2.59	1.00	2.04	RG1-150
2	0.75	35.2	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.02	1.00	2.59	1.00	2.18	RG1-150
3	1.25	43.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.92	1.00	1.49	1.00	1.94	RG1-150
4	2.00	45.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.82	1.00	2.38	1.00	1.83	RG1-150
5	2.75	45.8	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.72	1.00	2.77	1.00	1.73	RG1-150
6	3.50	35.8	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.54	1.00	2.01	1.00	1.56	RG1-100
7	4.25	28.0	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.44	1.00	2.40	1.00	1.46	RG1-100
8	5.00	27.0	0.70	0.20	49.0	57.6	41.3	1.00	1.65	1.00	1.14	1.00	1.66	RG1-80
9	5.75	28.8	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.54	1.00	2.01	1.00	1.56	RG1-100
10	6.50	18.9	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.78	1.00	2.19	1.00	1.80	RG1-60
11	7.25	18.0	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.68	1.00	2.85	1.00	1.68	RG1-60
12	8.00	10.4	0.90	0.51	30.7	30.9	31.0	1.00	3.35	1.00	2.97	1.00	3.39	RG1-60
13	8.50	9.07	0.90	0.51	30.7	30.9	31.0	1.00	5.03	1.00	2.96	1.00	5.08	RG1-60
14	9.00	7.2	0.90	0.20	30.7	11.9	31.0	1.00	4.98	1.00	1.60	1.00	5.03	RG1-60

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc.

Page 10 of
License number MSEW-3019

서울·문산 고속도로
Copyright ©1998-2012 ADAMA Engineering, Inc.
Page 1 of 1
License number MSIW-30192

서울·문산 고출력도
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc.
License number MSEW-301

구조제산서

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

INPUT DATA: Geogrids (Multiple type reinforcement)

D A T A	Geogrid Type #1	Geogrid Type #2	Geogrid Type #3	Geogrid Type #4	Geogrid Type #5
Tilt [B/in]	200.0	150.0	100.0	80.0	60.0
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Installation-damage reduction factor, RFid	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Crimp reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Pre-overall for strength	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coverage ratio, R _c	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Pullout resistance factor, I*	0.67 tan ϕ	0.67 tan ϕ	0.67 tan ϕ	0.67 tan ϕ	0.67 tan ϕ
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Note: Z for calculating K/Ka and I* is measured from top of the wall at the face (AASHTO).

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

Figure showing variation of lateral earth pressure coefficient with depth (Z [m] vs K / Ka).

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

INPUT DATA: Facia and Connection (Design)

Facia type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 0.380/25 ft. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.19 m.
Average unit weight of block is $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	0.70
0.25	0.78
0.50	0.85
0.75	0.93
1.00	1.00

Figure showing Z / Hd vs To-static / Tmax or To-seismic / Tmd.

To-static, To-seismic - connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1	Geogrid Type #2	Geogrid Type #3	Geogrid Type #4	Geogrid Type #5
σ CRa	σ CRa	σ CRa	σ CRa	σ CRa
50.0 0.90	50.0 0.90	50.0 0.90	50.0 0.90	50.0 0.90

Geogrid Type #1	Geogrid Type #2	Geogrid Type #3	Geogrid Type #4	Geogrid Type #5
σ CRa	σ CRa	σ CRa	σ CRa	σ CRa
0.0 0.00	0.0 0.00	0.0 0.00	0.0 0.00	0.0 0.00
50.0 0.90	50.0 0.90	50.0 0.90	50.0 0.90	50.0 0.90

Legend:
 (1) Confining stress in between stacked blocks [kPa]
 (2) CRa - Full-connection / Tilt-geogrid
 (3) CRa - Tip-connection / Tilt-geogrid

In seismic analysis, To-pullout is reduced to 80% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	RG-200	RG-150	RG-100	RG-80	RG-60
Durability reduction factor, RFd	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Crimp reduction factor, RFc	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Overall factor of safety: connection break, F _s	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety: connection pullout, F _p	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

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

Design height, Hd 8.63 [m] (Embedded depth is E = 0.50 m, and height above top of finished bottom grade is H = 8.13 m)
 Batter, α 1.1 [deg]
 Backslope, β 17.6 [deg]
 Backslope rise 0.8 [m] Broken back equivalent angle, $\theta = 2.56\text{deg}$. (see Fig. 25 in DEMO 82)

U N I F O R M S U R C H A R G E
 Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)
 [S1] Strip Load, $Q_e - d = 0.0$ and $Q_v - l = 13.0$ [kPa]
 Footing width, b = 22.0 [m] Distance of center of footing from wall face, d = 13.5 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface

DESIGNED REINFORCEMENT LAYOUT:

Figure showing the designed reinforcement layout (S1).

SCALE: 0 2 4 6 [m]

MSEW - Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산 고속도로
Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301927

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND: (1) Connection strength V Satisfactory
 (2) Geogrid strength X Unsatisfactory
 (3) Pullout resistance
 (4) Direct sliding
 (5) Eccentricity

Bearing capacity: V
 Foundation interface: Direct sliding V Eccentricity V

#	Elevation [m]	Length [m]	Type (1) (2) (3) (4) (5)
1	0.25	6.20	2 V V V V V
2	0.75	6.20	2 V V V V V
3	1.25	6.20	2 V V V V V
4	2.00	6.20	2 V V V V V
5	2.75	6.20	3 V V V V V
6	3.50	6.20	3 V V V V V

#	Elevation [m]	Length [m]	Type (1) (2) (3) (4) (5)
7	4.25	6.20	4 V V V V V
8	5.00	6.20	4 V V V V V
9	5.75	6.20	5 V V V V V
10	6.50	6.20	5 V V V V V
11	7.25	6.20	5 V V V V V
12	8.00	6.20	5 V V V V V

구조계산서

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산 고속도로
 Project Information: Road No. 101, Stationing: 0+321~0+680
 Design: 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Ultimate bearing capacity, q_{ult}	804.6	658.6	[kPa]
Meyerhof stress, q_v	247.38	309.9	[kPa]
Eccentricity, e	0.81	1.27	[m]
Eccentricity, e_L	0.131	0.205	
F_s calculated	3.25	2.13	
Base length	6.20	6.20	[m]

SCALE:
 0 2 4 6 [m]

서울-문산 고속도로
 Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산 고속도로
 Project Information: Road No. 101, Stationing: 0+321~0+680
 Design: 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Specified F_s -static = 1.509 and F_s -seismic = 1.100

Along reinforced and foundation soils interface: F_s -static = 1.823 and F_s -seismic = 1.374

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	F_s Static	F_s Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	6.20	1.731	1.306	2	RG-150
2	0.75	6.20	1.816	1.378	2	RG-150
3	1.25	6.20	1.909	1.447	2	RG-150
4	2.00	6.20	2.067	1.575	2	RG-150
5	2.75	6.20	2.234	1.727	3	RG-100
6	3.50	6.20	2.478	1.912	3	RG-100
7	4.25	6.20	2.749	2.142	4	RG-80
8	5.00	6.20	3.087	2.453	4	RG-80
9	5.75	6.20	3.515	2.870	5	RG-60
10	6.50	6.20	4.075	3.450	5	RG-60
11	7.25	6.20	4.829	4.297	5	RG-60
12	8.00	6.20	5.850	5.573	5	RG-60

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1453, e/L seismic = 0.2226, Overturning: F_s -static = 3.15, F_s -seismic = 2.14

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e/L Static	e/L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.25	6.20	0.1378	0.2109	2	RG-150
2	0.75	6.20	0.1222	0.1884	2	RG-150
3	1.25	6.20	0.1092	0.1670	2	RG-150
4	2.00	6.20	0.0897	0.1371	2	RG-150
5	2.75	6.20	0.0716	0.1096	3	RG-100
6	3.50	6.20	0.0549	0.0845	3	RG-100
7	4.25	6.20	0.0395	0.0618	4	RG-80
8	5.00	6.20	0.0253	0.0401	4	RG-80
9	5.75	6.20	0.0120	0.0209	5	RG-60
10	6.50	6.20	-0.0013	0.0033	5	RG-60
11	7.25	6.20	-0.0162	-0.0144	5	RG-60
12	8.00	6.20	-0.0386	-0.0384	5	RG-60

서울-문산 고속도로
 Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산 고속도로

Project Information: Road No. 101, Stationing: 0+321~0+680

Design: 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

RESULTS for STRUTTING

Live Load included in calculating T_{max}

#	Geogrid Elevation [m]	Turntable [kN/m]	T_{max} [kN/m]	T_{md} [kN/m]	Specified minimum F_s -overall static	Actual calculated F_s -overall static	Specified minimum F_s -overall seismic	Actual calculated F_s -overall seismic	Product name
1	0.25	77.5	30.1	11.4	1.500	2.574	1.000	2.082	RG-150
2	0.75	77.5	28.5	10.9	1.500	2.716	1.000	2.194	RG-150
3	1.25	77.5	33.5	10.3	1.500	2.316	1.000	1.941	RG-150
4	2.00	77.5	36.9	9.5	1.500	2.099	1.000	1.807	RG-150
5	2.75	51.7	33.4	8.8	1.500	1.547	1.000	1.329	RG-100
6	3.50	51.7	29.9	8.0	1.500	1.730	1.000	1.482	RG-100
7	4.25	41.3	26.3	7.2	1.500	1.369	1.000	1.340	RG-80
8	5.00	41.3	22.8	6.4	1.500	1.309	1.000	1.339	RG-80
9	5.75	31.0	19.4	5.6	1.500	1.600	1.000	1.355	RG-60
10	6.50	31.0	15.9	4.8	1.500	1.951	1.000	1.639	RG-60
11	7.25	31.0	12.4	4.1	1.500	2.497	1.000	2.073	RG-60
12	8.00	31.0	11.2	3.3	1.500	2.777	1.000	2.347	RG-60

RESULTS for PULLOUT

Live Load included in calculating T_{max}

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

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	T_{max} [kN/m]	T_{md} [kN/m]	L_e [m]	L_a [m]	Avail. State F_s	Specified State F_s	Actual Avail. Seism. F_s	Specified Seismic F_s	Actual Seismic F_s	
1	0.25	1.000	30.10	11.38	6.06	0.14	640.3	1.500	21.274	512.2	1.000	12.351
2	0.75	1.000	28.53	10.85	5.78	0.42	570.0	1.500	20.321	463.2	1.000	11.760
3	1.25	1.000	33.46	10.33	5.50	0.70	520.3	1.500	15.531	416.2	1.000	9.506
4	2.00	1.000	36.91	9.55	5.09	1.11	438.1	1.500	11.869	250.5	1.000	7.544
5	2.75	1.000	33.39	8.76	4.67	1.53	362.6	1.500	10.862	200.1	1.000	6.883
6	3.50	1.000	29.86	7.98	4.25	1.95	293.8	1.500	9.849	235.1	1.000	6.212
7	4.25	1.000	26.34	7.19	3.83	2.37	231.7	1.500	8.793	185.3	1.000	5.527
8	5.00	1.000	22.85	6.41	3.41	2.79	176.4	1.500	7.719	141.1	1.000	4.822
9	5.75	1.000	19.36	5.62	3.00	3.20	128.4	1.500	6.628	102.7	1.000	4.109
10	6.50	1.000	15.89	4.84	2.58	3.62	87.7	1.500	5.322	70.2	1.000	3.386
11	7.25	1.000	12.41	4.05	2.16	4.04	54.5	1.500	4.387	43.6	1.000	2.646
12	8.00	1.000	11.16	3.27	1.74	4.46	28.6	1.500	2.560	22.9	1.000	1.584

서울-문산 고속도로

Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

Page 9 of 10

License number: MSEW-301927

MSEW – Mechanically Stabilized Earth Walls

서울-문산 고속도로

Project Information: Road No. 101, Stationing: 0+321~0+680

Design: 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating T_{max}

#	Geogrid Elevation [m]	Reduction factor for connection break, C_R	Reduction factor for connection pullout, C_P	Available connection strength, $T_{c-break}$ [kN/m]	Available connection strength, $T_{c-pullout}$ [kN/m]	Available Geogrid Tensileable strength [kN/m]	F_s -overall connection break	F_s -overall connection pullout	F_s -overall Geogrid strength	Product name				
1	0.25	29.8	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.57	1.50	4.52	1.50	2.60	RG-150
2	0.75	27.8	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.76	1.50	4.86	1.50	2.79	RG-150
3	1.25	32.0	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.40	1.50	4.22	1.50	2.42	RG-150
4	2.00	34.3	0.90	0.90	76.7	135.0	77.5	1.50	2.23	1.50	3.93	1.50	2.26	RG-150
5	2.75	30.2	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.69	1.50	2.98	1.50	1.71	RG-100
6	3.50	26.2	0.90	0.90	51.1	90.0	51.7	1.50	1.95	1.50	3.43	1.50	1.97	RG-100
7	4.25	22.4	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	1.82	1.50	3.21	1.50	1.84	RG-80
8	5.00	18.9	0.90	0.90	40.9	72.0	41.3	1.50	2.17	1.50	3.81	1.50	2.19	RG-80
9	5.75	15.5	0.90	0.90	30.7	54.0	31.0	1.50	1.98	1.50	3.49	1.50	2.00	RG-60
10	6.50	12.3	0.90	0.84	30.7	50.5	31.0	1.50	2.50	1.50	4.11	1.50	2.52	RG-60
11	7.25	9.3	0.90	0.54	30.7	32.7	31.0	1.50	3.31	1.50	5.52	1.50	3.34	RG-60
12	8.00	8.1	0.90	0.25	30.7	14.8	31.0	1.50	3.81	1.50	6.84	1.50	3.85	RG-60

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

Live Load included in calculating T_{max}

#	Geogrid Elevation [m]	Reduction factor for connection break, C_R	Reduction factor for connection pullout, C_P	Available connection strength, $T_{c-break}$ [kN/m]	Available connection strength, $T_{c-pullout}$ [kN/m]	Available Geogrid Tensileable strength [kN/m]	F_s -overall connection break	F_s -overall connection pullout	F_s -overall Geogrid strength	Product name				
1	0.25	41.1	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.08	1.00	2.63	1.00	2.10	RG-150
2	0.75	38.4	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.23	1.00	2.82	1.00	2.25	RG-150
3	1.25	41.9	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	2.01	1.00	2.58	1.00	2.03	RG-150
4	2.00	43.2	0.90	0.72	76.7	108.0	77.5	1.00	1.92	1.00	2.30	1.00	1.94	RG-150
5	2.75	38.1	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.45	1.00	1.89	1.00	1.47	RG-100
6	3.50	33.2	0.90	0.72	51.1	72.0	51.7	1.00	1.67	1.00	2.17	1.00	1.69	RG-100
7	4.25	28.6	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.56	1.00	2.02	1.00	1.57	RG-80
8	5.00	24.2	0.90	0.72	40.9	57.6	41.3	1.00	1.84	1.00	2.38	1.00	1.86	RG-80
9	5.75	20.0	0.90	0.72	30.7	43.2	31.0	1.00	1.68	1.00	2.16	1.00	1.69	RG-60
10	6.50	16.0	0.90	0.67	30.7	40.4	31.0	1.00	2.10	1.00	2.52	1.00	2.12	RG-60
11	7.25	12.3	0.90	0.44	30.7	26.1	31.0	1.00	2.74	1.00	3.12	1.00	2.77	RG-60
12	8.00	10.4	0.90	0.20	30.7	11.9	31.0	1.00	3.22	1.00	3.14	1.00	3.25	RG-60

서울-문산 고속도로

Copyright 1998-2012 ADAMA Engineering, Inc. License number: MSEW-301927

안전점토서

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

제10 편 기타구조물 설계

10.2.3 보강토옹벽 안정성 검토결과

○ 내측·외측 안정성 검토 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구 간 Sta.	높이(m)	내 측 안 정 인정파단 안정율 (>1.0)	외 측 안 정 인정파단 안정율 (>1.5)	외 측 안 정 인정파단 안정율 (>2.0)	지 지력 (>2.5)
1	지선 STA. 0+321.27 ~ STA. 0+680.00	9.63	1.55	2.56	1.79	3.25
2	분선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00	6.13	1.53	10.87	1.59	3.35
3	분선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00	11.88	1.57	7.13	1.67	2.90
4	분선 STA. 2+560.00 ~ STA. 2+637.18	8.63	1.61	19.12	1.68	3.79
5	시도79호선 STA. 3+220.00 ~ sta. 3+300.00	83.13	1.58	2.51	1.66	2.74
6	분선 STA. 4+339.33 ~ STA. 4+435.21	10.63	1.51	2.65	1.68	2.91
7	행선R-C STA. 0+234.31 ~ STA. 0+269.19	4.13	1.80	15.10	1.67	4.53
8	복로JCT R-D STA. 0+478.97 ~ STA. 0+565.00	6.38	1.57	2.66	1.67	2.85
9	강매IC 1교 sta. 0+784.33 ~ sta. 0+808.31	3.13	3.08	8.61	1.61	4.07
10	강매IC 1교 sta. 0+869.70 ~ sta. 0+925.09	3.13	3.08	8.61	1.61	4.07
11	행선IC 자판게도로 STA. 0+79.30 ~ STA. 0+124.43	7.13	1.66	1.92	1.74	3.00
12	강매IC 1교	4.13	1.52	2.30	1.75	3.00
13	강매2교	10.13	1.50	2.69	1.61	3.00
14	도내지하차도	8.38	1.54	3.02	2.35	4.77
15	행선1교	7.13	1.50	2.86	1.85	3.00
16	행선2교	8.88	1.52	5.31	1.68	2.68
17	도내교	6.63	1.50	2.75	1.83	3.00
18	행선IC R-G교	6.63	1.50	2.75	1.75	3.00
19	행선IC교	9.13	1.50	2.05	1.79	3.00
20	미병교	9.13	1.50	2.53	1.75	3.00
21	미병교	4.88	1.53	2.76	1.73	3.00
22	행선IC R-A 1교	9.13	1.51	2.44	1.68	2.84
23	행선IC R-A 2교	8.63	1.51	4.29	1.66	2.66
24	행선IC R-B교	5.63	1.50	2.62	1.74	3.00
25	행선2교	5.38	1.50	2.60	1.73	3.00
26	행선2교	10.63	1.50	2.75	1.75	3.00
27	행선3교	8.38	1.50	2.62	1.74	3.00
28	행선4교	7.13	1.50	2.69	1.74	3.00
29	행선5교	8.38	1.50	2.69	1.82	3.00
30	행선6교	6.38	1.50	2.66	1.66	2.84
31	행선7교	5.38	1.50	2.58	1.80	3.00
32	행선8교	6.38	1.50	2.78	1.66	2.84
33	행선9교	7.88	1.50	2.78	1.75	3.00
34	행선10교	7.88	1.50	2.41	1.72	3.00

국토교통부

530

○ 전체 안정성 검토결과 (도면 부대공 : 보강토옹벽 참조, 구조계산서)

구분	구 간 Sta.	높이(m)	전체 안정성 안전율 (>1.5)	비고
1	지선 STA. 0+321.27 ~ STA. 0+680.00	9.63	1.66	1.11
2	분선 STA. 0+283.83 ~ STA. 0+400.00	6.13	1.60	1.13
3	분선 STA. 1+914.20 ~ STA. 2+20.00	11.88	1.63	1.17
4	분선 STA. 2+560.00 ~ STA. 2+637.18	8.63	1.62	1.14
5	시도79호선 STA. 3+220.00 ~ sta. 3+300.00	83.13	1.74	1.24
6	분선 STA. 4+339.33 ~ STA. 4+435.21	10.63	1.81	1.18
7	행선R-C STA. 0+234.31 ~ STA. 0+269.19	4.13	2.05	1.38
8	복로JCT R-D STA. 0+478.97 ~ STA. 0+565.00	6.38	2.10	1.65
9	강매IC 1교 sta. 0+784.33 ~ sta. 0+808.31	3.13	1.66	1.16
10	강매IC 1교 sta. 0+869.70 ~ sta. 0+925.09	3.13	-	-
11	행선IC 자판게도로 STA. 0+79.30 ~ STA. 0+124.43	7.13	2.12	1.47
12	강매IC 1교	4.13	2.18	1.78
13	강매2교	10.13	6.69	1.11
14	도내지하차도	8.38	2.78	1.36
15	행선1교	7.13	2.12	1.46
16	행선2교	8.88	1.57	1.13
17	도내교	6.63	2.06	1.45
18	행선IC R-G교	6.63	1.68	1.14
19	행선IC교	9.13	1.51	1.12
20	미병교	9.13	1.68	1.13
21	미병교	4.88	2.42	1.55
22	행선IC R-A 1교	9.13	1.55	1.17
23	행선IC R-A 2교	8.63	1.89	1.13
24	행선IC R-B교	5.63	1.69	1.16
25	행선2교	5.38	2.16	1.48
26	행선2교	10.63	1.64	1.20
27	행선3교	8.38	1.75	1.22
28	행선4교	7.13	1.83	1.11
29	행선5교	8.38	1.51	1.20
30	행선6교	6.38	2.66	1.84
31	행선7교	5.38	10.2	6.84
32	행선8교	6.38	2.66	1.84
33	행선9교	7.88	1.77	1.12
34	행선10교	7.88	1.70	1.25

서울문산고속도로주식회사

531

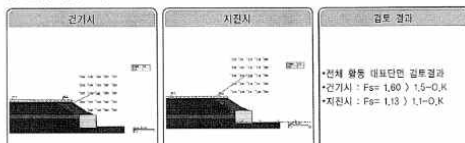
SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

제10 편 기타구조물 설계

○ 1호옹벽 지선 STA.0+340



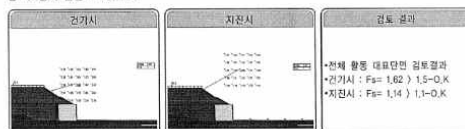
○ 2호옹벽 분선 STA.0+340



○ 3호옹벽 분선 STA.1+960



○ 4호옹벽 분선 STA.2+580



국토교통부

532

10.2.3 보강토옹벽 뒤통수체 검토

• 보강토 구조물의 건설에 이용되는 뒤통수체는 이론적으로 흙과 보강재 사이의 마찰효과에 의하여 뒤통수체의 전단력이 계량된다고 할 수 있음
• 국내에서는 뒤통수체로에 대하여 상세하게 평가된 시험 및 규정은 없으며, 국내외 각 기관의 시험기초를 참조하여, 토목장 평가자료의 적용을 이루어 검토한 후 설계에 적용

○ 국내 뒤통수체 선정기준

구분	배치기	입도분포	동반분율(%)	비고
국립건설시험 연구소 (1983)	254mm (10 in)	최대입경 100 ~ 75	74μ m (No. 200)	내부마찰각 25° 이상
도로설계 실무편람 (1996)	102mm (4 in)	0.075mm 100	0.15 0 ~ 60	-
(No. 200 통과량 15% 이하인 경우)	0.425mm 100	0.075mm 10 ~ 20%	0.15 0 ~ 60	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6 이하
구조물 기초설계기준 (2003)	0.425mm 100	0.075mm 10 ~ 20%	0.15 0 ~ 60	-
(No. 200 통과량 15% 이하인 경우)	0.075mm 100	0.015mm 10% 이하	0.075mm 10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6 이하

■ 뒤통수체 재료로서 갖추어야 할 조건 : 도로설계 표준편람, 1996, 구조물 기초설계기준, 2003
최대입경 : 입경 100mm 이하의 경우
입경 0.075mm 이하의 경우
250mm 5% 이하 25% 이하
• 세립분이 적당하게 혼합되어 있어서 다짐효과를 발휘할 수 있어야 함

○ 취합기준 설정

구분	기준 1	기준 2	비고
입도	• 최대입경 : 254mm • 5mm 통과량 : 20 ~ 100% • 0.08mm 통과량 : 15% 이하	• 최대입경 : 254mm • 100mm 통과량 : 75 ~ 100% • 0.08mm 통과량 : 25% 이하	• 기준 1과 2를 사용하되 기준 1과 2를 한 번씩 사용 가능 • 기준 2 기준 적용
내부마찰각	25° 이상	25° 이상	
소성지수(PI)	PI < 6	PI < 6	

○ 다짐장비에 의한 시험 시 검토법 검토

• 국내·외 연구자료를 문헌을 통하여 Duncan(ASCE, 1993)에 의하여 제시된 방법을 활용하여 시험 중 다짐장비에 의하여 발생하는 추가요인을 고려하여 시험 중 안정성 분석 수행
• 국내·외 연구자료를 검토하여 Duncan(ASCE, 1993)에 제안한 방법을 의하여 100kN의 진동압축과 장비를 사용한 경우 최대 활동압은 43.6kPa에 한정
• 연구자료를 사용시에는 토대로 검토한 결과, 다짐장비와 흙벽체사이의 거리를 1.0m 이상으로 할 경우 오히려 미치는 활동압의 영향은 적은 것으로 분석

서울문산고속도로주식회사

533

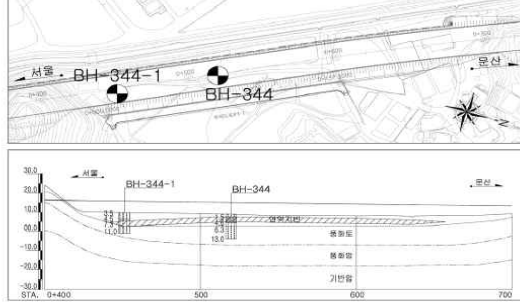
지반조사 보고서

제4편 상세 및 보완조사

2.1.4. 쌓기구간

○ 지선 쌓기 1-1구간(STA. 0+420~0+700) : BH-344-1, 344

■ 조사위치 및 지층단면도



■ 지층상세

구분	층번	층심(m)	층호(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
회색층	점토	1.5~4.5	2.8~4.8	실트질 점토, 점토질 실트	2/30~7/30
	모래	3.5	1.0	실트질 모래	5/30
	중화토	6.3~7.3	3.7~6.7	실트질 모래	17/30~50/11

구분	지층 개요	
회색층	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 1.5~3.5m 층호로 분포하며 실트질 모래로 구성 • 습윤하여 표준관입시험 결과 매우느슨~보통조밀한 상태임	
	점토	• 지표하 1.5~4.5m에서 2.8~4.8m 층호로 분포하며 실트질 점토와 점토질 실트로 구성 • 습윤하여 표준관입시험 결과 매우무연~보통조밀한 연도임
	모래	• BH-344-1번공 지표하 3.5m에서 1.0m 층호로 분포하며, 실트질 모래로 구성 • 습윤하여 표준관입시험 결과 느슨한 상태임
중화토	• 기반암의 상부층으로 지표하 6.3~7.3m에서 3.7~6.7m 층호로 분포 • 화강암~퇴적암의 실트질 모래로 구성되며 표준관입시험 결과 보통조밀~매우조밀한 상태임	

137

서울문산고속도로주식회사

제4편 상세 및 보완조사

■ 쌓기구간

구분	지하수위		구분	지하수위		구분	지하수위	
	GL, -m	EL, m		GL, -m	EL, m		GL, -m	EL, m
BH-37	7.6	54.5	BH-51-1	8.8	25.3	BH-57-1	8.8	28.6
BH-98	6.9	39.6	BH-345	4.6	20.0	-	-	-

■ 쌓기구간

구분	지하수위		구분	지하수위		구분	지하수위	
	GL, -m	EL, m		GL, -m	EL, m		GL, -m	EL, m
BH-36	1.5	24.7	BH-68-1	1.7	15.6	BH-99-1	2.0	30.1
BH-44	심도이하	-	BH-71	3.0	24.4	BH-344	2.8	5.9
BH-49-1	3.2	5.5	BH-74-2	4.2	10.0	BH-344-1	4.3	4.8
BH-49-2	2.7	6.9	BH-84	7.0	18.1	BH-345-4	2.3	6.8
BH-51	3.2	9.0	BH-85	4.5	25.7	BH-346-1	6.5	1.6
BH-52	0.7	8.9	BH-86	5.0	13.2	BH-347	5.3	1.3
BH-52-1	2.0	10.0	BH-91	3.8	11.4	BH-363	심도이하	-
BH-52-2	1.8	12.3	BH-97	2.3	27.1	-	-	-

○ 결과분석

구분	지하수위	
	GL, ~m	EL, m
터널구간	1.0~18.6	29.2~58.1
교량구간	0.8~11.2	-0.6~40.5
쌓기구간	4.6~8.8	20.0~54.5
쌓기구간	0.7~7.0	1.3~30.1

■ 분석결과

- 지하수위 측정결과 터널구간 GL(-) 1.0~18.6m, 교량구간 GL(-) 0.8~11.2m, 쌓기구간 : GL(-) 4.6~8.8m, 쌓기구간 : GL(-) 0.7~7.0m범위내 분포
- 구조물 및 위치에 따라 편차가 나타남

165

서울문산고속도로주식회사

제4편 상세 및 보완조사

(계속)

구분	심도(m)	지층	N값	투수계수(cm/sec)	구분	심도(m)	지층	N값	투수계수(cm/sec)
BH-99	3.0~4.0	중화토	30/30	5.61x10 ⁻³	BH-339-1	6.0~7.0	매립층(SM)	10/30	2.86x10 ⁻³
BH-104	5.0~6.0	매립층(SM)	7/30	1.86x10 ⁻³	BH-345-3	0.6~1.5	매립층(SM)	5/30	3.50x10 ⁻³
BH-105	5.0~6.0	중화토	50/24	3.81x10 ⁻⁴	BH-348	8.0~9.0	회색층(ML)	9/30	7.32x10 ⁻⁴
BH-317-1	10.0~11.0	회색층(SM)	6/30	7.08x10 ⁻⁴	BH-349	12.0~13.0	회색층(SP)	13/30	8.29x10 ⁻⁴
BH-319	14.0~15.0	회색층(SP)	15/30	8.33x10 ⁻⁴	BH-356	8.0~9.0	회색층(SM)	11/30	5.04x10 ⁻⁴
BH-325	3.0~4.0	회색층(SP)	4/30	1.90x10 ⁻³	BH-358	8.0~9.0	회색층(ML)	10/30	8.50x10 ⁻⁴
BH-326	4.0~5.0	회색층(SM)	5/30	1.09x10 ⁻³	BH-359	11.0~12.0	회색층(SP)	35/30	3.69x10 ⁻³
BH-329	4.0~5.0	회색층(SC)	7/30	6.03x10 ⁻⁴	BH-355	14.0~15.0	회색층(SM)	8/30	1.45x10 ⁻³
BH-331	17.0~18.0	회색층(GM)	50/10	2.63x10 ⁻³	BH-360-1	10.0~11.0	회색층(SP)	14/30	2.07x10 ⁻³
BH-332	6.0~7.0	회색층(SC)	8/30	7.61x10 ⁻⁴	BH-361	10.0~11.0	회색층(ML)	6/30	6.98x10 ⁻⁴
BH-333	17.0~18.0	회색층(GM)	50/18	3.32x10 ⁻³	BH-361-2	9.0~10.0	중화토	38/30	2.28x10 ⁻⁴
BH-334	6.0~7.0	회색층(SP)	5/30	1.21x10 ⁻³	BH-361-3	6.0~7.0	중화토	28/30	1.31x10 ⁻⁴
BH-336	4.0~5.0	회색층(SC)	7/30	6.47x10 ⁻⁴	BH-362	4.0~5.0	중화토	34/30	2.02x10 ⁻⁴
BH-339	11.0~12.0	중화토	24/30	5.91x10 ⁻⁴	-	-	-	-	-

■ 깎기구간

구분	심도(m)	지층	N값	투수계수(cm/sec)	구분	심도(m)	지층	N값	투수계수(cm/sec)
BH-37	3.0~4.0	중화토	42/30	1.19x10 ⁻⁴	BH-67	12.0~13.0	중화토	27/30	4.27x10 ⁻⁴
BH-51-1	2.0~3.0	중화토	13/30	1.11x10 ⁻⁴	BH-345	9.0~10.0	중화토	50/15	1.76x10 ⁻⁴

■ 쌓기구간

구분	심도(m)	지층	N값	투수계수(cm/sec)	구분	심도(m)	지층	N값	투수계수(cm/sec)
BH-44	10.0~11.0	중화토	50/25	4.26x10 ⁻⁴	BH-52-2	3.0~4.0	중화토	15/30	7.51x10 ⁻⁴
BH-49-1	0.5~1.5	매립층(SM)	6/30	4.43x10 ⁻³	BH-68-1	3.0~4.0	중화토	24/30	2.90x10 ⁻³
BH-49-2	1.5~2.5	회색층(SM)	4/30	8.88x10 ⁻⁴	BH-86	4.0~5.0	중화토	9/30	1.07x10 ⁻⁴
BH-52	7.0~8.0	회색층(SC)	8/30	9.35x10 ⁻⁵	BH-344-1	2.0~3.0	매립층(SM)	11/30	4.04x10 ⁻⁴
BH-52-1	4.0~5.0	중화토	8/30	6.14x10 ⁻⁴	BH-347	15.0~16.0	회색층(SM)	50/5	6.46x10 ⁻⁴

○ 결과분석

구분	매립층	점토	모래	자갈	중화토
교량구간	2.22x10 ⁻³	8.06x10 ⁻⁴	9.76x10 ⁻⁴	3.94x10 ⁻³	3.41x10 ⁻⁴
깎기구간	-	-	-	-	2.08x10 ⁻⁴
쌓기구간	4.03x10 ⁻³	-	5.43x10 ⁻³	-	9.59x10 ⁻⁴

167

서울문산고속도로주식회사

4.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 4.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)에 대한 주요 손상으로, 상부 배수로 토사퇴적이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 옹벽의 안정선에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

4.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○현장조사결과 전회 정밀안전점검에서 전면부 블럭 재균열, 배수시설 배수로 균열, 파손 등의 손상이 조사되었고, 금회 점검에서 추가적인 기 손상에 대한 진전, 신규손상 발생 여부 및 기존손상에 대한 보수여부 확인에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

4.2.5 시설물 보수 이력

【표 4.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

4.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 4.2.3】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상여부	설계적용여부	검토대상 부재	결과	검토결과 요약
대상	Y	해당사항 없음	—	—
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.				

4.3 현장조사 및 시험

4.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 서울문산고속도로 본선이 있으며, 하부로는 하천 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 곡선형을 가지며, 높이는 0.3~9.6m를 보이며, 총 연장은 355.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대상상(L=355.0m, L=9.6m)의 제원과 미소한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 4.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2022. 10. 24.		조 사 자	장 진 원
시설물명	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)		시설물 종류	2중
일 기	맑음		시설물번호	RW2020-0000127
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 현천동 대덕로101번길 16		
	위치좌표	시점 : 37 ° 35 ' 22 "N 126 ° 51 ' 08 "E		
		종점 : 37 ° 35 ' 11 "N 126 ° 51 ' 15 "E		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	355.0m	지면노출 높 이	9.6m
	보 강 재 길 이	—	저 판 폭 길 이	—
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	하천		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	(주)동일기술공사(김형만)	설 계 자	(주)다산컨설팅트
	부대시설	—		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 18개 구간(S1~S18)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 4.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	5.4	10	180.0~200.0m	200.0	5.6
2	20.0~40.0m	40.0	5.8	11	200.0~220.0m	220.0	6.1
3	40.0~60.0m	60.0	6.4	12	220.0~240.0m	240.0	6.4
4	60.0~80.0m	80.0	6.6	13	240.0~260.0m	260.0	6.4
5	80.0~100.0m	100.0	6.6	14	260.0~280.0m	280.0	6.6
6	100.0~120.0m	120.0	5.8	15	280.0~300.0m	300.0	6.6
7	120.0~140.0m	140.0	6.1	16	300.0~320.0m	320.0	8.4
8	140.0~160.0m	160.0	6.1	17	320.0~340.0m	340.0	8.6
9	160.0~180.0m	180.0	5.6	18	340.0~355.0m	355.0	9.6



측점분할 작업사진



측점분할 작업사진

4.3.2 부재별 현장조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

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



【그림 4.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

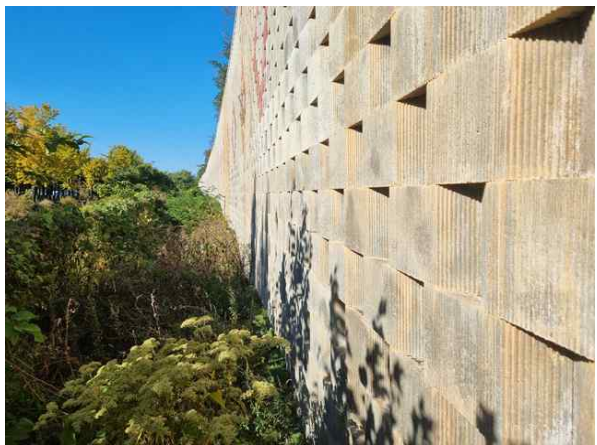
- 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 침하, 활동, 전도 등 구조적인 손상결함 및 세굴이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 4.3.3】 지반, 기초부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S2	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S3	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S4	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S5	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S6	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S7	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S8	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S9	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S10	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

【표 4.3.3】 지반, 기초부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S11	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S12	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S13	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S14	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S15	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S17	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S18	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• —	원 인	• —
대 책	• —	대 책	• —

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 보강토옹벽의 현장조사 결과 손상이 없는 상태로 확인되었고, 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

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



【그림 4.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

- 현장조사 결과, 전면부 블록에 블록 박리, 블록 균열이 조사되었으나, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 4.3.4】 전면부 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S2	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S3	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S4	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S5	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S6	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S7	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S8	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S9	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S10	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

【표 4.3.4】 전면부 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S11	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S12	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S13	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S14	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S15	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S17	블록 균열	—	0.3	—	m	3	0.90	—
S18	블록 박리	—	0.3	0.2	m ²	1	0.06	—
	블록 균열	—	0.3	—	m	4	1.20	—

			
현 황	• S17 블록 균열	현 황	• S18 블록 박리
원 인	• 시공미흡	원 인	• 시공미흡
대 책	• 균열보수	대 책	• 단면보수

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 보강토옹벽의 현장조사 결과 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리, 블록 균열 등의 손상이 확인되었고, 구조적인 손상결함 또한 발생하지 않은 것으로 확인되었으나 발생한 손상에 대하여 균열보수, 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)

1) 현황

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



【그림 4.3.3】 주변영향인자 전경

2) 조사결과

- 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로, 전면부 배수관에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태이나 옹벽 내부 충전물 유실이 확인되었다.

【표 4.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S1	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S2	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S3	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S4	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

【표 4.3.5】 주변영향인자 손상현황(계속)

위 치	손상명	폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	손상 물량	비고
S5	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S6	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S7	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S8	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S9	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S10	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S11	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S12	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S13	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S14	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S15	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S16	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S17	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
S18	옹벽 내부 충진물 유실	—	2.00	—	m	1	2.00	T=110.0cm

			
현 황	• S18 옹벽 내부 충진물 유실(22년)	현 황	• S18 옹벽 내부 충진물 유실(21년)
원 인	• 시공미흡	원 인	• 시공미흡
대 책	• 되메우기 및 마감조치	대 책	• 되메우기 및 마감조치

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -

3) 기 정밀안전점검과의 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 보강토옹벽의 현장조사 결과, 옹벽 상부 배수로(측구)에 별도의 손상은 조사되지 않았으며, 상부성토부에도 성토부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나 옹벽 종점 교량 접속부측에 옹벽 내부 충전물이 일부 유실된 것으로 확인되었다. 충전물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 우수유입 등에 의한 추가적인 충전물 유실 방지를 위하여 뒷채움을 실시하고 적절한 마감조치를 시행후 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료하다.

4.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 4.3.6】 현장조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
전면부	블록 균열	균열보수
	블록 박리	단면보수
주변영향인자	옹벽 내부 충전물 유실	되메우기 및 마감조치
기초부의 세굴	상태양호	—
결과요약	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리, 블록 균열, 주변영향인자에 시공미흡으로 인한 옹벽 내부 충전물 유실 등의 손상이 조사되었다. 금회 점검시 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 균열보수, 단면보수, 되메우기 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단되며, 옹벽 내부 충전물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 유추된다. 본 손상부에 우수유입 등 외부 요인에 의한 추가 유실 발생 등의 손상진전을 방지하기 위하여 되메우기를 실시 후 재손상 방지를 위한 적절한 마감조치 대책을 수립하고 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.	

【표 4.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	블록 균열	m	2.10	7	
	블록 박리	m ²	0.06	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
성토부	옹벽 내부 충전물 유실	m	2.00	1	T=110.0cm
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680))은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀 안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 4.3.4】 측량작업 전경

나. 측량결과

설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

【표 8.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	0m	0.0	0.00	-11.4	1.15	11.4	1.15	a	전면
2	25m	-3.8	0.70	-11.4	1.15	7.6	0.45	a	전면

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

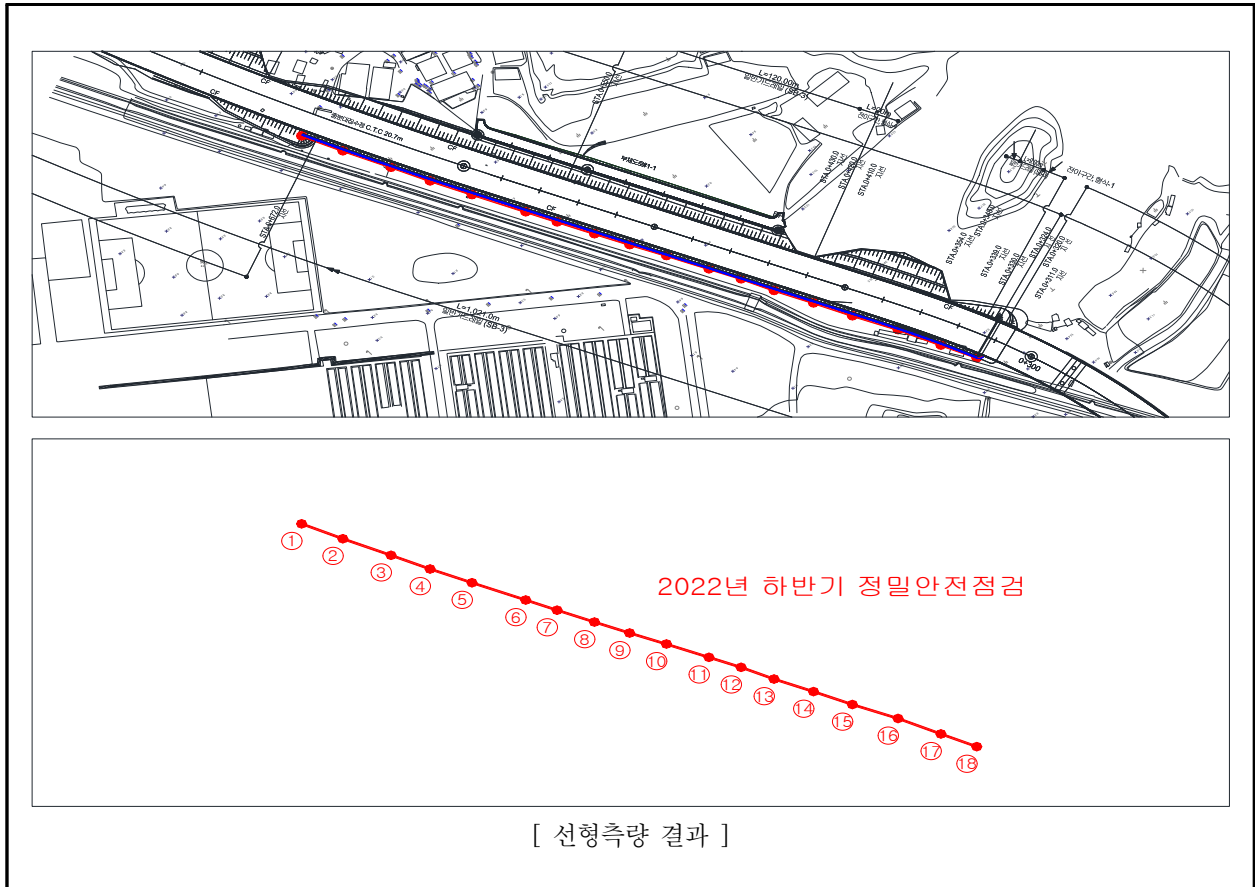
【표 8.3.8】 경사도 결과(계속)

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
3	50m	-4.2	0.69	-11.4	1.15	7.2	0.46	a	전면
4	75m	-4.8	0.72	-11.4	1.15	6.6	0.43	a	전면
5	95m	-4.8	0.79	-11.4	1.15	6.6	0.36	b	전면
6	120m	-4.6	0.79	-11.0	1.15	6.4	0.36	b	전면
7	130m	-5.2	0.90	-11.0	1.15	5.8	0.25	b	전면
8	150m	-4.8	0.83	-11.0	1.15	6.2	0.32	b	전면
9	175m	-4.4	0.83	-11.0	1.15	6.6	0.32	a	전면
10	195m	-4.5	0.85	-11.0	1.15	6.5	0.30	a	전면
11	217m	-4.4	0.75	-11.0	1.15	6.6	0.40	a	전면
12	236m	-5.0	0.78	-11.5	1.15	6.5	0.37	a	전면
13	248m	-4.5	0.70	-11.5	1.15	7.0	0.45	a	전면
14	275m	-4.2	0.63	-11.4	1.15	7.2	0.52	a	전면
15	293m	-5.2	0.79	-11.4	1.15	6.2	0.36	a	전면
16	315m	-6.3	0.77	-15.8	1.15	9.5	0.38	a	전면
17	330m	-6.7	0.78	-15.8	1.15	9.1	0.37	a	전면
18	355m	15.4	1.75	-15.8	1.15	31.2	2.90	b	전면

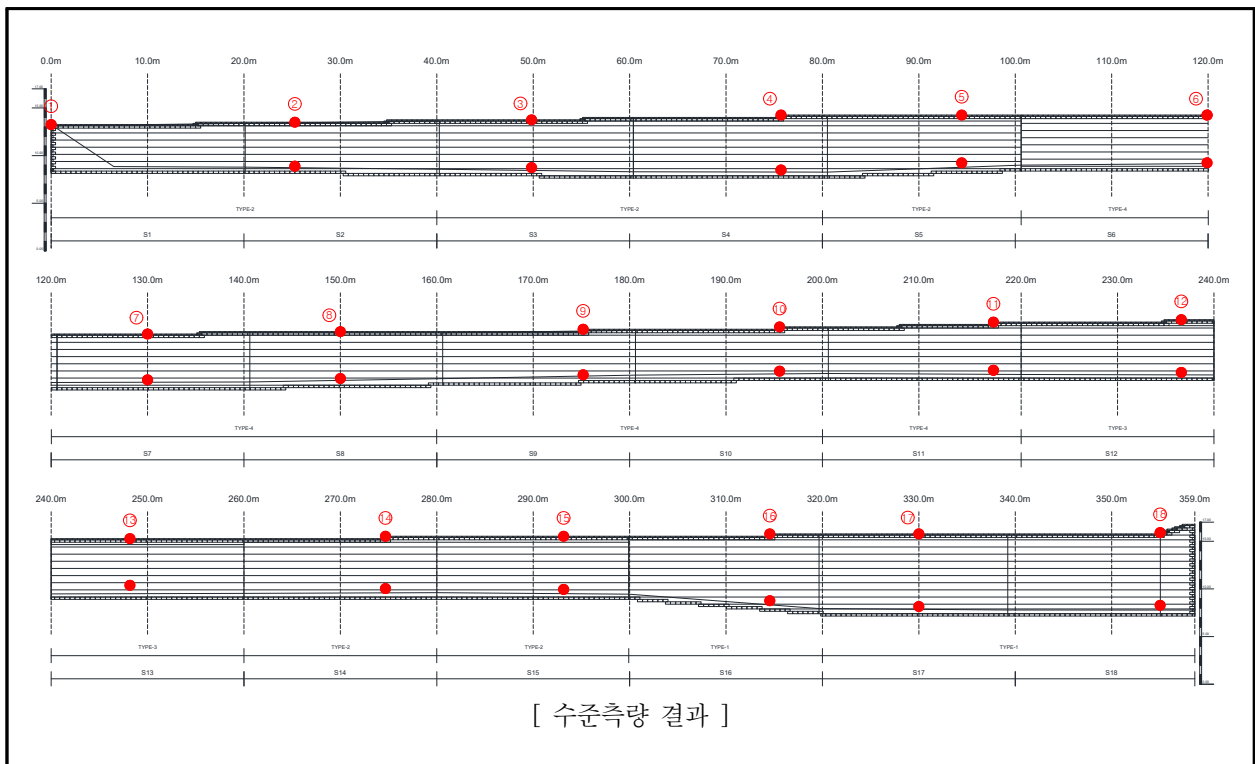
※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

【표 4.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치	X	Y	노출 높이 (m)	측정위치	X	Y	노출 높이 (m)
①	-244.829	120.029	0.3	⑩	-65.825	50.247	5.3
②	-224.608	111.355	5.4	⑪	-44.965	42.504	5.9
③	-200.947	101.750	6.1	⑫	-29.205	36.702	6.4
④	-181.801	93.783	6.6	⑬	-13.045	29.904	6.4
⑤	-161.234	85.813	6.1	⑭	6.330	22.621	6.6
⑥	-134.875	75.778	5.8	⑮	25.393	15.122	6.6
⑦	-119.489	69.885	5.8	⑯	47.807	7.005	8.2
⑧	-101.140	62.988	5.8	⑰	68.842	-1.979	8.6
⑨	-83.885	56.621	5.3	⑱	86.433	-9.347	8.8



【그림 4.3.5】 선형 및 수준측량 결과



【그림 4.3.5】 선형 및 수준측량 결과(계속)

4.3.5 콘크리트 강도 시험

가. 재료시험 개요

본 용역에서는 대상 구조물의 재료시험은 콘크리트부재(블록)에 대해 콘크리트 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험으로 시행하였으며, 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.



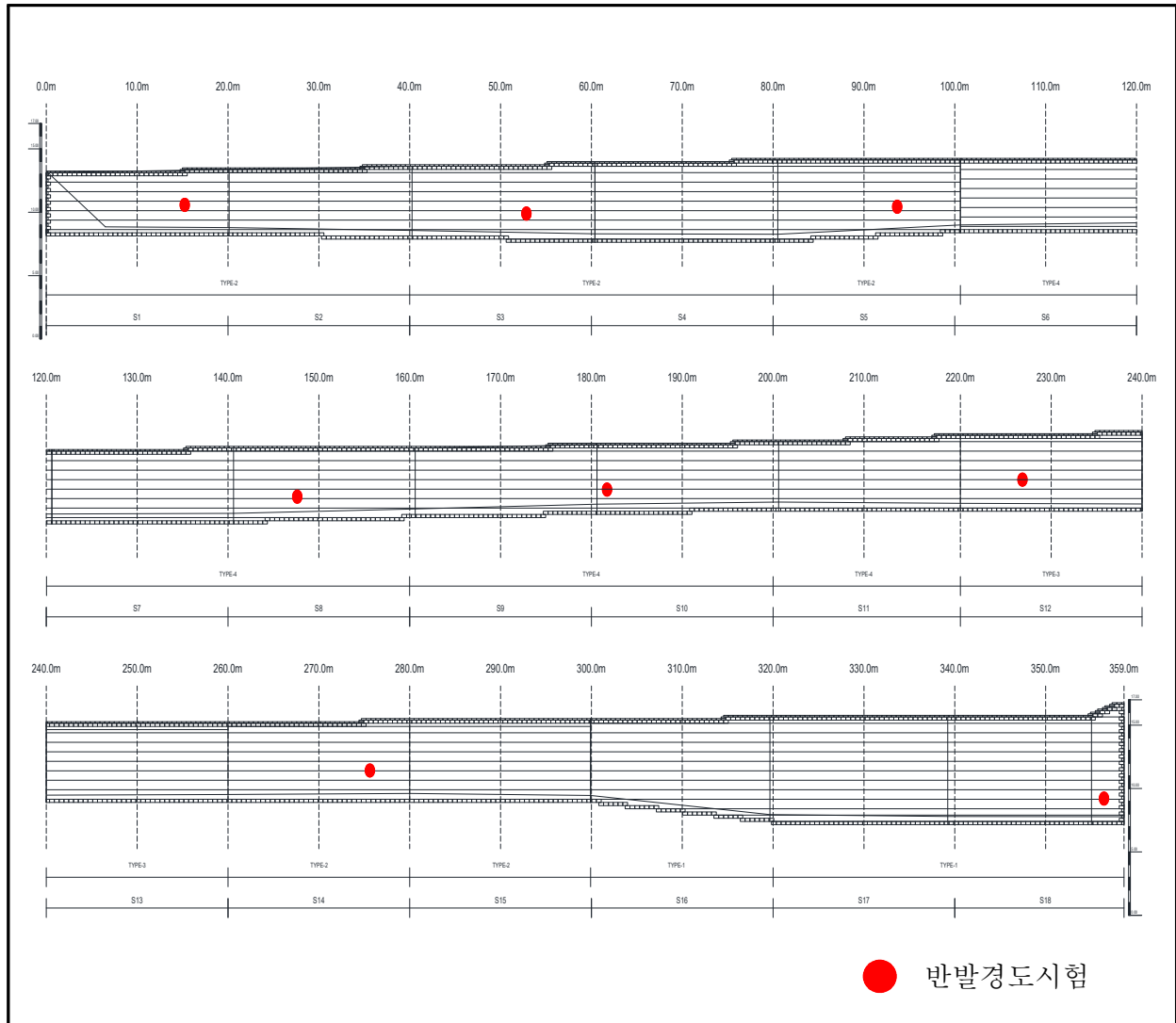
【그림 4.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 8개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다. 설계자료에 기준강도자료가 없는 상태로, 인근 공구 및 시중의 동일한 제품의 블록식 보강토옹벽의 설계기준강도를 참조하여 결과를 작성하였다.

【표 4.3.10】 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	강도비(%)		설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 건축학회		일본 재료학회	일본 건축학회	
전 면 부	S1	47.2	28.1	29.2	0.67	100.4	104.2	28.0
	S3	47.4	28.2	29.3	0.67	100.8	104.5	
	S5	48.3	29.0	29.7	0.67	103.6	106.0	
	S8	47.6	28.4	29.4	0.67	101.4	104.8	
	S10	48.7	29.4	29.9	0.67	104.9	106.8	
	S12	50.2	28.8	28.8	0.67	102.8	102.8	
	S14	48.3	29.0	29.7	0.67	103.7	106.1	
	S18	47.2	28.1	29.2	0.67	100.2	104.2	



【그림 4.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.4 상태평가

4.4.1 구간분할

금회 구간분할을 기준으로 20m를 1구간으로 구분하여 분할하였고, 대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 상태평가기준을 적용하였다.

4.4.2 상태평가 결과 산정

【표 4.4.1】 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	침하	계획 선형 오차	활동	전면부 진행성 배부름	파손 손상 및 균열	유 실	이 격	세 굴	주변영향인자				결합 점수 합계	평가 단위 결합 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출 수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	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	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	a
S18	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0.04	a
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	a
									상태평가 결과					A	

4.4.3 상태평가 결과

상태평가 결과, 평가기준에 따른 결함지수는 0.00로서 평가결과는 “A”로 산정되었다.

4.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.5.1 종합평가 결과

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

【표 4.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)		표 번 호	[표 4.5.1]
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.00	A	근거표번호	[표 4.4.1]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.00	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

4.5.2 안전등급 지정

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

【표 4.5.2】 안전등급 기준

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

4.6 보수·보강 및 유지관리방안

4.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 4.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 균열	균열보수	2.10	3.15	m	—	—	하자
	블록 박리	단면보수	0.06	0.09	m²	—	—	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
성토부	옹벽 내부 충전물 유실	되메우기 및 마감조치	2.00	3.00	m	—	—	하자
기초부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천원)		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

4.6.2 유지관리방안

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

【표 4.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전 면 부	발생한 블록 균열의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요	
	발생한 블록 박리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요	
성 토 부	발생한 옹벽 내부 충전물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 우수유입 등에 의한 추가적인 충전물 유실 방지를 위하여 뒷채움을 실시하고 적절한 마감조치를 시행후 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 필요	
기 초 부	우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

4.7 종합결론

4.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 보강토옹벽(지선 STA.0+321~0+680)의 현장조사 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 박리, 블록 균열, 주변영향인자에 시공미흡으로 인한 옹벽 내부 충전물 유실 등의 손상이 조사되었다. 금회 점검시 해당 시설물의 사용성에 문제는 없는 상태이나 발생한 손상에 대하여 균열보수, 단면보수, 되메우기 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 신규손상 및 재손상의 발생 여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다고 판단되며, 옹벽 내부 충전물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 유추된다. 본 손상부에 우수유입 등 외부 요인에 의한 추가 유실 발생 등의 손상진전을 방지하기 위하여 되메우기를 실시 후 재손상 방지를 위한 적절한 마감조치 대책을 수립하고 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 설계도서와 비교하여 선형 및 수준, 기울기를 검토한 결과, 측량결과 값에 미소한 차이가 확인되었으며, 이는 측량기기 오차, 측량기기 사용 종류의 차이와 측량시 발생할 수 있는 오차 내로서, 침하, 전도, 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으나, 주기적인 점검을 통한 전도, 침하, 활동 등의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 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.

4.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 전면부, 배수시설, 상부성토부, 기초부에는 구조적 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

4.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 성토부의 옹벽 내부 충전물 유실의 경우 옹벽 전면부에 구조적인 균열 및 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 시공초기에 교량과 옹벽 사이 마감조치 미흡으로 인한 손상으로 유추된다. 본 손상부에 우수유입 등 외부 요인에 의한 추가 유실 발생 등의 손상진전을 방지하기 위하여 되메우기를 실시 후 재손상 방지를 위한 적절한 마감조치 대책을 수립하고 주기적인 점검을 통한 추가 유실 및 전면부 블록의 유동성 여부를 확인하는 측량 및 육안점검을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 전면부에 발생한 블록 균열, 블록 박리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 본 손상에 대하여 균열보수, 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요

4.7.4 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 바람직하다고 판단된다.