

6. 보강토옹벽

(U-II블록 STA.11+092~11+193)

6.1 시설물 개요

6.2 자료수집 및 분석

6.3 현장조사 및 시험

6.4 상태평가

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.6 보수·보강 및 유지관리 방안

6.7 종합결론

6. 보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193)

6.1 시설물 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7에 위치한 2중 시설물로서 연장 116.0m, 지면노출높이 9.6m의 블록식 보강토옹벽이다.

6.1.1 일반사항

【표 6.1.1】 옹벽 일반사항

시설물명	보강토옹벽 (U-II블록 STA.11+092~11+193)		종별구분	2중 시설물
시설물번호	RW2020-0000084		관리번호	-
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7		
	위치좌표	시점 : 37 ° 41 ' 02 "N 126 ° 50 ' 53 "E		
		종점 : 37 ° 40 ' 59 "N 126 ° 50 ' 56 "E		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	116.0m	지면노출 높 이	9.6m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	동남이엔씨(주)(오희기)	설 계 자	(주)다산건설턴트
	부대시설	-		
비 고				

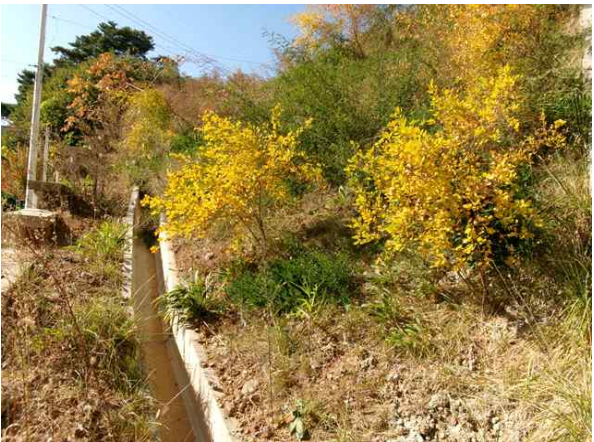
6.1.2 위치도 및 전경사진



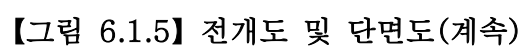
【그림 6.1.1】 위치도

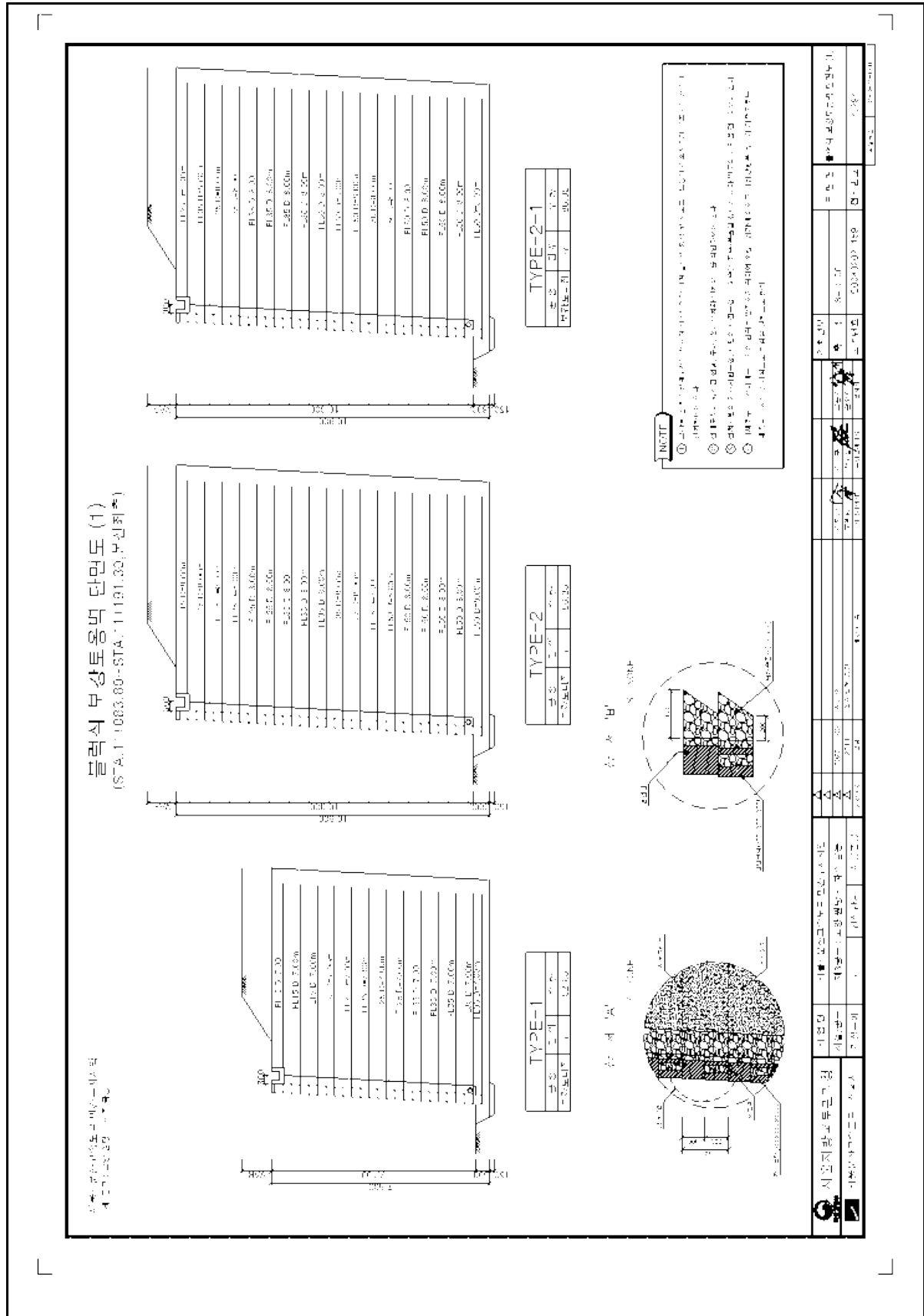


【그림 6.1.2】 전경사진

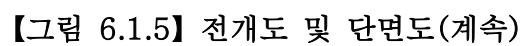
	
전면부 전경	배수로 전경
	
하부 전경	상부 성토부 전경
	
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 6.1.3】 부재별 현황 및 작업사진





【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



6.2 자료수집 및 분석

6.2.1 설계자료 검토

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

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30~STA.11+193.10 분선 좌측 TYPE-1(상시)
[Reinforced Soil Structure Example Calculation Result Summary]

* 외력안정 검토(External Stability)

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 7.500 < 8.000 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 8.000 O.K

SLIDING, Fset :

Fset = R_s / P_s(h) = 1200.345 / 774.186 = 1.550 > 1.500 O.K

OVERTURNING, Fset :

Fset = W₁ / W₀ = 9913.045 / 3632.073 = 2.729 > 2.000 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 0.979 / 8.000 = 0.122

e = 0.979 < L/6.000 = 8.000 / 6.000 = 1.333 O.K

BEARING CAPACITY, F_{Bc} :

F_{Bc} = Q_{ult} / Q_a = 2563.826 / 344.094 = 7.450 > 2.500 O.K

* 내력안정 검토(Internal Stability)

No.	E[n]	L[a]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT	SLIDING
1	0.300	8.000	1.584 > 1.500 O.K	0.K	8.825 > 1.500 O.K	1.502 > 1.500 O.K
2	0.300	8.000	1.665 > 1.500 O.K	0.K	8.702 > 1.500 O.K	1.526 > 1.500 O.K
3	1.500	1.000	1.756 > 1.500 O.K	0.K	8.620 > 1.500 O.K	1.615 > 1.500 O.K
4	1.500	1.000	1.855 > 1.500 O.K	0.K	8.499 > 1.500 O.K	1.681 > 1.500 O.K
5	2.700	8.000	1.955 > 1.500 O.K	0.K	8.471 > 1.500 O.K	1.733 > 1.500 O.K
6	2.700	8.000	1.969 > 1.500 O.K	0.K	8.427 > 1.500 O.K	1.809 > 1.500 O.K
7	3.300	8.000	2.095 > 1.500 O.K	0.K	8.367 > 1.500 O.K	1.903 > 1.500 O.K
8	3.300	8.000	1.969 > 1.500 O.K	0.K	7.947 > 1.500 O.K	1.981 > 1.500 O.K
9	4.500	8.000	1.999 > 1.500 O.K	0.K	7.495 > 1.500 O.K	2.080 > 1.500 O.K
10	4.500	8.000	1.777 > 1.500 O.K	0.K	7.156 > 1.500 O.K	2.177 > 1.500 O.K
11	6.300	8.000	1.809 > 1.500 O.K	0.K	6.443 > 1.500 O.K	2.283 > 1.500 O.K
12	6.300	8.000	2.043 > 1.500 O.K	0.K	6.302 > 1.500 O.K	2.383 > 1.500 O.K
13	8.100	8.000	1.666 > 1.500 O.K	0.K	5.948 > 1.500 O.K	2.498 > 1.500 O.K
14	8.100	8.000	1.709 > 1.500 O.K	0.K	5.815 > 1.500 O.K	2.569 > 1.500 O.K
15	9.300	8.000	1.971 > 1.500 O.K	0.K	5.788 > 1.500 O.K	2.669 > 1.500 O.K
16	9.300	8.000	2.194 > 1.500 O.K	0.K	5.568 > 1.500 O.K	2.829 > 1.500 O.K
17	9.300	8.000	1.915 > 1.500 O.K	0.K	5.195 > 1.500 O.K	3.167 > 1.500 O.K
18	10.500	8.000	1.915 > 1.500 O.K	0.K	5.876 > 1.500 O.K	3.167 > 1.500 O.K

* 연결강도 검토(Connection Strength)

No.	E[n]	Reinforcement Strength	Connection Break	Connection Pullout	Result
1	0.300	1.584	1.500 OK	1.585	1.500 OK
2	0.300	1.665	1.500 OK	1.667	1.500 OK
3	1.500	1.756	1.500 OK	1.757	1.500 OK
4	1.500	1.855	1.500 OK	1.858	1.500 OK
5	2.700	1.955	1.500 OK	1.971	1.500 OK
6	2.700	1.969	1.500 OK	1.971	1.500 OK
7	3.300	2.095	1.500 OK	2.090	1.500 OK
8	3.300	1.969	1.500 OK	1.971	1.500 OK
9	4.500	1.999	1.500 OK	1.971	1.500 OK
10	4.500	1.777	1.500 OK	1.779	1.500 OK
11	6.300	1.809	1.500 OK	1.804	1.500 OK
12	6.300	1.843	1.500 OK	1.831	1.500 OK
13	8.100	2.043	1.500 OK	2.045	1.500 OK
14	8.100	1.666	1.500 OK	1.567	1.500 OK
15	9.300	1.709	1.500 OK	1.708	1.500 OK
16	9.300	2.194	1.500 OK	1.708	1.500 OK
17	9.300	1.915	1.500 OK	1.708	1.500 OK
18	10.500	1.915	1.500 OK	1.708	1.500 OK

1 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 분선 좌측 TYPE-1(상시)

p' ext 17.944 Deg

p' int 25.000 Deg

[보강재 배치]

번호	높이	수직간격	길이	Rc[n]	b	Sh	재형	단위
1	0.300	0.300	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
2	0.900	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
3	1.500	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
4	2.100	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
5	2.700	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
6	3.300	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
7	3.900	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
8	4.500	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
9	5.100	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
10	5.700	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
11	6.300	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
12	6.900	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
13	7.500	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
14	8.100	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
15	8.700	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
16	9.300	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
17	9.900	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	
18	10.500	0.600	8.000	0.20000	0.2000	0.35	Fold Lock 50kN	

[참고] Rc = b/Sh, Rc/G_{max}, R₀ : 보강재 전단강도, b : 보강재의 폭, Sh : 보강재의 수평설치간격

[보강재 재형]

A. Ultimate Strength Criteria

번호	굴복과 보강재의 상호관계			굴복과 보강재의 상호관계 (인발/전단항복 기준)			굴복과 보강재의 상호관계		
	acs	λcs	acs(max)	Ors	Oru	인발	전단	λu	su(max)
	(kN/m)		(kN/m)			(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
2	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
3	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
4	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
5	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
6	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
7	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
8	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
9	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
10	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
11	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
12	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
13	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
14	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
15	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
16	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
17	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-
18	-	-	0.910	0.910	1.00	0.78	0.80	-	-

[비고] Rc와 보강재의 상호관계 (인발/전단 기준) 기준

1.Ors : 보강토와의 전단항복계수

2.Oru : 인발에 대한 Rc와 보강재의 상호 작용계수

3.Ors : Rc와 보강재의 전단항복계수

2 페이지

3 페이지

옹벽 6 - 12

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30~STA.11+193.10 분선 공측 TYPE-3(상시)	
[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]	
* 외력영향 검토[External Stability]	
보강재 설치길이 검토	
보강재 전장설치길이 L : 0.700 x H = 6.510 < 7.600 O.K	
보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 7.600 O.K	
SLIDING, Fsl :	
Fsl = Fg / Pa(h) = 069.785 / 633.866 = 1.514 > 1.500 O.K	
OVERTURNING, Fst :	
Fst = Wt / Mt = 8078.662 / 2949.420 = 3.049 > 2.000 O.K	
ECCENTRICITY, e :	
e/L = 0.719 / 7.600 = 0.095	
e = 0.719 < L/6.000 = 7.600 / 6.000 = 1.267 O.K	
BEARING CAPACITY, Fbcr :	
Fbcr = Qult / Qa = 1056.148 / 285.988 = 3.693 > 2.500 O.K	

* 내력영향 검토[Internal Stability]						
No.	E[n]	L[n]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT	SLIDING
1	0.300	7.600	2.444 > 1.500 O.K	0.0	11.717 > 1.500 O.K	1.559 > 1.500 O.K
2	0.600	7.600	2.553 > 1.500 O.K	0.0	11.826 > 1.500 O.K	1.590 > 1.500 O.K
3	1.200	7.600	2.019 > 1.500 O.K	0.0	8.765 > 1.500 O.K	1.024 > 1.500 O.K
4	1.800	7.600	1.507 > 1.500 O.K	0.0	8.135 > 1.500 O.K	1.721 > 1.500 O.K
5	2.400	7.600	1.815 > 1.500 O.K	0.0	8.000 > 1.500 O.K	1.739 > 1.500 O.K
6	3.000	7.600	1.786 > 1.500 O.K	0.0	7.865 > 1.500 O.K	1.871 > 1.500 O.K
7	3.600	7.600	1.837 > 1.500 O.K	0.0	7.612 > 1.500 O.K	1.959 > 1.500 O.K
8	4.200	7.600	1.911 > 1.500 O.K	0.0	7.201 > 1.500 O.K	2.046 > 1.500 O.K
9	4.800	7.600	2.008 > 1.500 O.K	0.0	6.590 > 1.500 O.K	2.150 > 1.500 O.K
10	5.400	7.600	1.525 > 1.500 O.K	0.0	6.589 > 1.500 O.K	2.289 > 1.500 O.K
11	6.000	7.600	1.505 > 1.500 O.K	0.0	6.589 > 1.500 O.K	2.391 > 1.500 O.K
12	6.600	7.600	1.806 > 1.500 O.K	0.0	6.589 > 1.500 O.K	2.511 > 1.500 O.K
13	7.200	7.600	1.770 > 1.500 O.K	0.0	6.512 > 1.500 O.K	2.649 > 1.500 O.K
14	7.800	7.600	2.340 > 1.500 O.K	0.0	6.501 > 1.500 O.K	2.780 > 1.500 O.K
15	8.400	7.600	1.691 > 1.500 O.K	0.0	6.463 > 1.500 O.K	2.934 > 1.500 O.K
16	9.000	7.600	2.173 > 1.500 O.K	0.0	7.033 > 1.500 O.K	3.022 > 1.500 O.K

No.	E[n]	Reinforcement Strength	Connection Break	Connection Pullout	Result
1	0.300	2.444 1.500 OK	2.447 1.500 OK	4.305 1.500 OK	OK
2	0.600	2.553 1.500 OK	2.555 1.500 OK	4.497 1.500 OK	OK
3	1.200	2.019 1.500 OK	2.021 1.500 OK	3.557 1.500 OK	OK
4	1.800	1.507 1.500 OK	1.509 1.500 OK	2.655 1.500 OK	OK
5	2.400	1.815 1.500 OK	1.816 1.500 OK	3.865 1.500 OK	OK
6	3.000	1.786 1.500 OK	1.742 1.500 OK	3.065 1.500 OK	OK
7	3.600	1.837 1.500 OK	1.839 1.500 OK	3.237 1.500 OK	OK
8	4.200	1.911 1.500 OK	1.913 1.500 OK	3.365 1.500 OK	OK
9	4.800	2.008 1.500 OK	2.010 1.500 OK	3.537 1.500 OK	OK
10	5.400	1.525 1.500 OK	1.527 1.500 OK	3.697 1.500 OK	OK
11	6.000	1.505 1.500 OK	1.547 1.500 OK	2.699 1.500 OK	OK
12	6.600	1.806 1.500 OK	1.807 1.500 OK	3.181 1.500 OK	OK
13	7.200	1.770 1.500 OK	2.027 1.500 OK	3.058 1.500 OK	OK
14	7.800	2.340 1.500 OK	2.342 1.500 OK	4.122 1.500 OK	OK
15	8.400	1.691 1.500 OK	1.692 1.500 OK	2.879 1.500 OK	OK
16	9.000	2.173 1.500 OK	2.175 1.500 OK	3.828 1.500 OK	OK

STA.11+092.30~STA.11+193.10 분선 공측 TYPE-3(상시)	
6	7.60 994.641 39.338 0.000 641.020 327.784 0.000 0.000 371.265 1.871 > 1.500 O.K
7	7.60 641.020 39.338 0.000 641.020 327.784 0.000 0.000 371.265 1.871 > 1.500 O.K
8	7.60 367.069 35.190 0.000 547.995 288.910 0.000 0.000 248.910 2.152 > 1.500 O.K
9	7.60 326.079 31.050 0.000 548.079 248.910 0.000 0.000 248.910 2.381 > 1.500 O.K
10	7.60 492.600 26.910 0.000 480.960 213.238 0.000 0.000 213.238 2.511 > 1.500 O.K
11	7.60 450.079 22.770 0.000 480.960 180.875 0.000 0.000 180.875 2.649 > 1.500 O.K
12	7.60 378.025 18.630 0.000 378.025 150.022 0.000 0.000 150.022 2.780 > 1.500 O.K
13	7.60 327.059 14.490 0.000 327.059 123.678 0.000 0.000 123.678 2.934 > 1.500 O.K
14	7.60 276.050 10.350 0.000 276.050 99.144 0.000 0.000 99.144 2.780 > 1.500 O.K
15	7.60 226.079 6.210 0.000 226.079 77.319 0.000 0.000 77.319 2.934 > 1.500 O.K
16	7.60 175.989 2.070 0.000 175.989 59.204 0.000 0.000 59.204 3.022 > 1.500 O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안전계산]

연결강도 안전계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dm,n]	Tu[n]	Ta[n]	F[sta,n]	F[dm,n]	Fg[n]	Tb[n]/Fg[n]	Fbcr Result
1	0.300	30.192	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	96.447	2.444	1.500 OK
2	0.600	29.807	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	55.064	2.553	1.500 OK
3	1.200	36.548	0.000	102.00	91.65	1.936	0.000	70.786	2.019	1.500 OK
4	1.800	34.268	0.000	102.00	91.65	1.936	0.000	66.342	1.507	1.500 OK
5	2.400	31.988	0.000	102.00	91.65	1.936	0.000	57.514	1.815	1.500 OK
6	3.000	29.708	0.000	102.00	91.65	1.936	0.000	48.490	1.911	1.500 OK
7	3.600	29.113	0.000	102.00	91.65	1.936	0.000	42.806	1.857	1.500 OK
8	4.200	27.634	0.000	102.00	91.65	1.936	0.000	35.328	2.008	1.500 OK
9	4.800	25.726	0.000	102.00	91.65	1.936	0.000	28.806	2.086	1.500 OK
10	5.400	24.191	0.000	102.00	91.65	1.936	0.000	22.887	2.341	1.500 OK
11	6.000	22.427	0.000	71.43	36.30	1.936	0.000	43.419	1.845	1.500 OK
12	6.600	20.435	0.000	71.43	36.30	1.936	0.000	36.295	2.026	1.500 OK
13	7.200	18.218	0.000	71.43	36.30	1.936	0.000	30.577	2.345	1.500 OK
14	7.800	15.768	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	25.347	1.691	1.500 OK
15	8.400	13.093	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	20.726	2.173	1.500 OK

Note. 1. Fg[sta,n] = Fg[sta,n]*Fg[sta,n] + Fg[dm,n]*Fg[dm,n]

2. Fg[dm,n] = Fd[n]*HdF[n] / HdF[n+1]

3. Fg[sta,n] = Fd[n]*HdF[n] / HdF[n]

2. Connection Break

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dm,n]	Tu[n]	CU	Fg[sta,n]	Fg[dm,n]	Fg[n]	Tb[n]/Fg[n]	Fbcr Result
1	0.320	30.920	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	93.134	2.447	1.600 OK
2	0.620	29.107	0.002	142.86	0.910	1.760	0.000	50.878	2.585	1.600 OK
3	1.220	36.548	0.002	102.00	0.910	1.760	0.000	64.384	2.021	1.600 OK
4	1.820	34.268	0.002	102.00	0.910	1.760	0.000	65.311	1.509	1.600 OK
5	2.420	31.988	0.002	100.00	0.910	1.760	0.000	55.298	1.843	1.600 OK
6	3.020	29.708	0.002	100.00	0.910	1.760	0.000	46.286	1.943	1.600 OK
7	3.620	28.173	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	40.480	1.895	1.500 OK
8	4.220	27.594	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	34.776	1.973	1.500 OK
9	4.820	25.726	0.000	102.00	0.910	1.760	0.000	46.276	2.013	1.500 OK
10	5.420	24.191	0.000	102.00	0.910	1.760	0.000	40.480	2.053	1.500 OK
11	6.020	22.427	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	39.472	2.027	1.600 OK
12	6.620	20.435	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	32.780	2.147	1.600 OK
13	7.220	18.218	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	26.080	2.037	1.600 OK
14	7.820	15.768	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	20.384	1.842	1.600 OK
15	8.420	13.093	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	23.043	1.682	1.500 OK
16	9.020	10.199	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	17.933	2.175	1.500 OK

Note. 1. Fg[dm,n] = Fg[sta,n]*Fg[sta,n] + Fg[dm,n]*Fg[dm,n]

12 회로기

STA.11+092.30~STA.11+193.10 분선 공측 TYPE-3(상시)										
2. Connection Break										
No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dm,n]	Tu[n]	Cb	F[sta,n]	F[dm,n]	Fg[n]	Tb[n]/Fg[n]	Fbcr Result
1	0.300	30.190	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	63.134	2.447	1.902 OK
2	0.600	29.807	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	50.878	2.555	1.920 OK
3	1.200	36.548	0.000	102.00	0.910	1.760	0.000	64.304	2.021	1.920 OK
4	1.800	34.268	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	65.311	1.509	1.920 OK
5	2.400	31.988	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	56.298	1.786	1.920 OK
6	3.000	29.708	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	52.269	1.742	1.920 OK
7	3.600	29.113	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	49.490	1.826	1.920 OK
8	4.200	27.634	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	42.778	2.010	1.920 OK
9	4.800	25.726	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	36.275	2.127	1.920 OK
10	5.400	24.191	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	30.477	1.847	1.920 OK
11	6.000	22.427	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	30.460	1.857	1.920 OK
12	6.600	20.435	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	27.752	2.142	1.920 OK
13	7.200	18.218	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	23.043	1.692	1.920 OK
14	7.800	15.768	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	19.933	2.175	1.920 OK
15	8.400	13.093	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	17.933	2.175	1.920 OK
16	9.000	10.199	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	15.933	2.175	1.920 OK

STA.11+092.30~STA.11+193.10 분선 공측 TYPE-3(상시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이터 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용한 기준문 'Demonstration Project Reinforced Soil Structures MSEW

Publication No. FHWA-SA-99-071 Reprinted June 1999.'

본 기법으로 하여 작성함.

[지층물성치 데이터]

	단위중량 (kN/m³)	내부마찰각 (°)	점착력 (kPa)	점착력 (kPa)
위층토질	19.000	30.000	0.000	0.000
밑 (배면토)지반	18.000	28.000	20.999	0.000
가호지반	19.000	28.000		3.000
배수개	19.000	30.000		0.000

[지반역, 배면 토압, 토압력]

[값이여 다른 Kr/Ka 값 데이터]	
* 상단에서 6.000 n 까지는 Kr/Ka = 1.500	
6.000 n 이상부분 : Kr/Ka = 1.000	

[블록치환]	
기반층 블록 단위높이	Hu : 0.300 m
마우라 블록 단위높이	Hbu : 0.120 m
기반층 블록 단위폭	Bu : 0.300 m
블록 단위폭(내부차랑계 포함)	bu : 28.300 kN/m²
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu : 0.150 m
블록의 전심면으로부터 블록중심시 발생되는 기울기	α : 3.000 deg

[보강토옹벽 재료]	
설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H' : 8.900 m
단면길이	Herb : 0.500 m
전장높이(H = H' + Herb)	H : 9.300 m
블록상자수	31 Fa
옹벽배면부에서 수평차랑에 대한 배면경사각	B : 25.000 Deg
경사면의	R : 7.000 m
Broken slope angle	β' : 20.999 Deg
2 x H	18.600 m
Case	4 Select
β ext	20.999 Deg
β int	25.000 Deg

S/A.11+092.30~STA.11+193.10 분선 공측 TYPE-3(상시)									
2. Fg[sta,n] = RFD[1]*RFD[1]									
Fg[dm,n] = RFD[1]									
3. Tb[n] = Tu[n]*αBu									
3. Connection Pullout									
No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dm,n]	Fg[n]	Tu[n]	Cb	Tb[n]	Tp[n]/Fg[n]	Fbcr Result
1	0.300	30.190	0.000	30.190	142.867	0.910	130.000	4.306	1.500 OK
2	0.600	29.807	0.000	29.807	142.867	0.910	130.000	4.497	1.500 OK
3	1.200	36.548	0.000	36.548	102.000	0.910	102.000	3.557	1.500 OK
4	1.800	34.268	0.000	34.268	100.000	0.910	91.000	2.556	1.500 OK
5	2.400	31.988	0.000	31.988	100.000	0.910	91.000	2.845	1.500 OK
6	3.000	29.708	0.000	29.708	100.000	0.910	91.000	3.363	1.500 OK
7	3.600	29.113	0.000	29.113	100.000	0.910	91.000	3.237	1.500 OK
8	4.200	27.634	0.000	27.634	100.000	0.910	91.000	3.369	1.500 OK
9	4.800	25.726	0.000	25.726	100.000	0.910	91.000	3.537	1.500 OK
10	5.400	24.191	0.000	24.191	100.000	0.910	91.000	3.887	1.500 OK
11	6.000	22.427	0.000	22.427	100.000	0.910	91.000	2.888	1.500 OK
12	6.600	20.435	0.000	20.435	100.000	0.910	91.000	3.181	1.500 OK
13	7.200	19.215	0.000	19.215	100.000	0.910	91.000	3.568	1.500 OK
14	7.800	18.768	0.000	18.768	100.000	0.910	91.000	4.122	1.500 OK
15	8.400	18.065	0.000	18.065	100.000	0.910	91.000	2.579	1.500 OK
16	9.000	10.189	0.000	10.189	42.867	0.910	39.000	3.828	1.500 OK

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30~STA.11+193.10 분선 좌측 TYPE-3(지점시)									
[Reinforced Soil SRM Example Calculation Result Summary]									
* 외적안정 검토(External Stability)									
보강재 설치깊이 검토									
보강재 관장설치깊이 L : 0.700 x H = 6.510 < 7.620 O.K									
보강재 최소설치깊이(Lmin) : 2.500 m < 7.600 O.K									
SLIDING, FSsl :									
FSsl = R _o / (PIR + Pachi + 0.5xαP _{dyn} (h)) = 885.309 / 878.766 = 1.122 > 1.100 O.K									
OVERTURNING, FSot :									
FSot = M _r / M _o = 8373.751 / 4777.511 = 2.004 > 1.500 O.K									
ECCENTRICITY, e :									
e/L = 1.484 / 7.600 = 0.195									
e = 1.484 < L/4.000 = 7.600 / 4.000 = 1.900 O.K									
BEARING CAPACITY, FSbc :									
FSbc = Q _{ult} / Q _a = 813.030 / 381.275 = 2.078 > 2.000 O.K									
* 내적안정 검토(Internal Stability)									
No.	E[n]	L[n]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT	SLIDING			
1	0.300	7.600	2.017 > 1.000 O.K	0.0	2.002 > 1.100 O.K	1.180 > 1.100 O.K			
2	0.600	7.600	2.088 > 1.000 O.K	0.0	1.959 > 1.100 O.K	1.188 > 1.100 O.K			
3	1.200	7.600	1.735 > 1.000 O.K	0.0	5.556 > 1.100 O.K	1.247 > 1.100 O.K			
4	1.800	7.600	1.452 > 1.000 O.K	0.0	4.137 > 1.100 O.K	1.311 > 1.100 O.K			
5	2.400	7.600	1.359 > 1.000 O.K	0.0	5.033 > 1.100 O.K	1.392 > 1.100 O.K			
6	3.000	7.600	1.451 > 1.000 O.K	0.0	4.938 > 1.100 O.K	1.422 > 1.100 O.K			
7	3.600	7.600	1.564 > 1.000 O.K	0.0	4.781 > 1.100 O.K	1.466 > 1.100 O.K			
8	4.200	7.600	1.831 > 1.000 O.K	0.0	4.521 > 1.100 O.K	1.553 > 1.100 O.K			
9	4.800	7.600	1.717 > 1.000 O.K	0.0	4.317 > 1.100 O.K	1.728 > 1.100 O.K			
10	5.400	7.600	1.305 > 1.000 O.K	0.0	4.149 > 1.100 O.K	1.500 > 1.100 O.K			
11	6.000	7.600	1.405 > 1.000 O.K	0.0	4.022 > 1.100 O.K	2.250 > 1.100 O.K			
12	6.600	7.600	1.125 > 1.000 O.K	0.0	3.942 > 1.100 O.K	2.222 > 1.100 O.K			
13	7.200	7.600	0.718 > 1.000 O.K	0.0	3.984 > 1.100 O.K	2.023 > 1.100 O.K			
14	7.800	7.600	0.865 > 1.000 O.K	0.0	3.984 > 1.100 O.K	2.023 > 1.100 O.K			
15	8.400	7.600	1.358 > 1.000 O.K	0.0	4.170 > 1.100 O.K	2.643 > 1.100 O.K			
16	9.000	7.600	1.749 > 1.000 O.K	0.0	4.573 > 1.100 O.K	3.003 > 1.100 O.K			

No.	E[n]	Reinforcement Strength	Connection Break	Connection Pullout	Result
1	0.300	2.017, 1.125 OK	2.019, 1.000 OK	2.573, 1.000 OK	OK
2	0.600	2.088, 1.125 OK	2.101, 1.000 OK	2.622, 1.000 OK	OK
3	1.200	1.735, 1.125 OK	1.737, 1.000 OK	2.255, 1.000 OK	OK
4	1.800	1.452, 1.125 OK	1.453, 1.000 OK	1.677, 1.000 OK	OK
5	2.400	1.359, 1.125 OK	1.361, 1.000 OK	1.789, 1.000 OK	OK
6	3.000	1.451, 1.125 OK	1.452, 1.000 OK	1.917, 1.000 OK	OK
7	3.600	1.564, 1.125 OK	1.566, 1.000 OK	2.025, 1.000 OK	OK
8	4.200	1.831, 1.125 OK	1.833, 1.000 OK	2.113, 1.000 OK	OK
9	4.800	1.717, 1.125 OK	1.718, 1.000 OK	2.225, 1.000 OK	OK
10	5.400	1.305, 1.125 OK	1.306, 1.000 OK	1.692, 1.000 OK	OK
11	6.000	1.405, 1.125 OK	1.407, 1.000 OK	1.822, 1.000 OK	OK
12	6.600	1.125, 1.125 OK	1.127, 1.000 OK	1.991, 1.000 OK	OK
13	7.200	0.718, 1.125 OK	0.719, 1.000 OK	2.716, 1.000 OK	OK
14	7.800	0.865, 1.125 OK	0.867, 1.000 OK	2.538, 1.000 OK	OK
15	8.400	1.358, 1.125 OK	1.360, 1.000 OK	1.785, 1.000 OK	OK
16	9.000	1.749, 1.125 OK	1.751, 1.000 OK	2.287, 1.000 OK	OK

No.	E[n]	Reinforcement Strength	Connection Break	Connection Pullout	Result
1	0.300	2.017, 1.125 OK	2.019, 1.000 OK	2.573, 1.000 OK	OK
2	0.600	2.088, 1.125 OK	2.101, 1.000 OK	2.622, 1.000 OK	OK
3	1.200	1.735, 1.125 OK	1.737, 1.000 OK	2.255, 1.000 OK	OK
4	1.800	1.452, 1.125 OK	1.453, 1.000 OK	1.677, 1.000 OK	OK
5	2.400	1.359, 1.125 OK	1.361, 1.000 OK	1.789, 1.000 OK	OK
6	3.000	1.451, 1.125 OK	1.452, 1.000 OK	1.917, 1.000 OK	OK
7	3.600	1.564, 1.125 OK	1.566, 1.000 OK	2.025, 1.000 OK	OK
8	4.200	1.831, 1.125 OK	1.833, 1.000 OK	2.113, 1.000 OK	OK
9	4.800	1.717, 1.125 OK	1.718, 1.000 OK	2.225, 1.000 OK	OK
10	5.400	1.305, 1.125 OK	1.306, 1.000 OK	1.692, 1.000 OK	OK
11	6.000	1.405, 1.125 OK	1.407, 1.000 OK	1.822, 1.000 OK	OK
12	6.600	1.125, 1.125 OK	1.127, 1.000 OK	1.991, 1.000 OK	OK
13	7.200	0.718, 1.125 OK	0.719, 1.000 OK	2.716, 1.000 OK	OK
14	7.800	0.865, 1.125 OK	0.867, 1.000 OK	2.538, 1.000 OK	OK
15	8.400	1.358, 1.125 OK	1.360, 1.000 OK	1.785, 1.000 OK	OK
16	9.000	1.749, 1.125 OK	1.751, 1.000 OK	2.287, 1.000 OK	OK

No.	L[n]	E[n]	W[n]	W' [n]	PIR[n]	n[n]	R' [n]	n+W[n]	Pass[n]	FSsl[n]
1	7.600	0.300	938.512	122.245	0.000	105.000	11.45	959.213	727.702	1.162 > 1.100 O.K
2	7.600	0.600	877.079	118.231	0.000	98.722	11.07	935.602	580.022	1.188 > 1.100 O.K
3	7.600	1.200	750.274	99.018	0.000	55.008	10.30	878.191	519.115	1.247 > 1.100 O.K
4	7.600	1.800	651.813	84.892	0.000	29.958	9.54	820.570	492.735	1.311 > 1.100 O.K
5	7.600	2.400	551.684	71.853	0.000	51.752	8.78	783.524	499.554	1.392 > 1.100 O.K
6	7.600	3.000	459.919	58.930	0.000	51.479	9.01	707.124	432.150	1.422 > 1.100 O.K
7	7.600	3.600	376.487	48.054	0.000	42.141	7.25	651.020	377.680	1.466 > 1.100 O.K
8	7.600	4.200	301.338	38.254	0.000	33.730	6.49	596.111	328.505	1.553 > 1.100 O.K
9	7.600	4.800	234.653	30.551	0.000	26.225	5.72	541.429	272.384	1.728 > 1.100 O.K
10	7.600	5.400	178.590	22.353	0.000	19.723	4.95	487.482	238.878	1.900 > 1.100 O.K
11	7.600	6.000	120.191	16.435	0.000	14.175	4.20	434.051	197.586	2.250 > 1.100 O.K
12	7.600	6.600	84.475	11.000	0.000	8.455	3.43	381.238	162.108	2.222 > 1.100 O.K
13	7.600	7.200	51.102	6.556	0.000	5.720	2.67	329.307	130.445	2.416 > 1.100 O.K
14	7.600	7.800	26.073	3.986	0.000	2.918	1.91	277.374	102.587	2.293 > 1.100 O.K
15	7.600	8.400	9.385	1.622	0.000	1.051	1.14	228.336	78.582	2.843 > 1.100 O.K
16	7.600	9.000	1.043	0.135	0.000	0.117	0.38	175.694	58.343	3.009 > 1.100 O.K

[블록식 보강토용벽의 연결강도 안정검토]									
1. Reinforcement Strength									
No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Ta[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[sta,n]	FScal Result
1	0.300	30.190	10.225	142.86	73.79	1.906	1.210	70.819	2.017
2	0.600	28.907	10.009	142.86	73.79	1.936	1.210	69.075	2.099
3	1.200	36.548	9.976	142.86	73.79	1.936	1.210	82.343	1.735
4	1.800	34.268	9.143	142.86	73.79	1.936	1.210	77.405	1.962
5	2.400	31.958	8.711	142.86	73.79	1.936	1.210	72.468	1.980
6	3.000	29.735	8.278	142.86	73.79	1.936	1.210	67.530	1.980
7	3.600	28.113	7.845	142.86	73.79	1.936	1.210	63.020	1.964
8	4.200	27.034	7.412	142.86	73.79	1.936	1.210	61.957	1.951
9	4.800	25.725	6.980	142.86	73.79	1.936	1.210	59.251	1.717
10	5.400	24.151	6.547	142.86	73.79	1.936	1.210	54.795	1.325
11	6.000	22.427	6.114	142.86	73.79	1.936	1.210	50.817	1.428
12	6.600	20.435	5.682	142.86	73.79	1.936	1.210	46.439	1.538
13	7.200	18.216	5.249	142.86	73.79	1.936	1.210	42.343	1.735
14	7.800	15.768	4.816	142.86	73.79	1.936	1.210	36.359	1.855
15	8.400	13.330	4.383	142.86	73.79	1.936	1.210	30.651	1.938
16	9.000	10.189	3.951	142.86	73.79	1.936	1.210	24.505	1.749

Note: 1. Fg[sta,n] = Fg[sta,n]xFS[sta,n] + Fg[dyn,n]xFS[dyn,n]

2. Fg[sta,n] = RFD[1]xRFD[1]

Fg[dyn,n] = RFD[1]xRFD[1]

2. Connection Break

16 블럭까지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 분선 좌측 TYPE-3(지점시)

[블록식 보강토용벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이터 :

블록식 보강토용벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEB Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1992.'

본 기준으로 하여 작성됨

[지출입력치 데이터]

	입출점장 (Km/Hr)	내부마찰각 (°)	변위마찰각 (°)	점착력 (kPa)
위입출점 :	19.000	30.000	0.000	0.000
위 (변위)지반 :	19.000	28.000	20.599	0.000
기층지반 :	19.000	28.000		3.000
배수층 :	19.000	30.000		0.000

[길이에 따른 K_r/Ka값 데이터]

• 산에서 : 6.000 m 이하 : K_r/Ka = 1.500

6.000 m 이상부분 : K_r/Ka = 1.000

구조계산서 및 안전검토서

제10편 기타구조물 설계

제 1 장 보강토옹벽 구조물 설계

1.1 설계요

기본사항

- 주거지역, 인근 도로 및 토목계획이 곤란한 면적에상구간에 기타구조물 계획
- 옹벽 형식은 지반조건, 미관 및 경제성 분석을 통하여 현지에건에 적합한 형식을 선정
- 주변 환경성 미관 및 안정성에 유리한 옹벽형식 선정

1.1.1 보강토옹벽 형식 검토

•옹벽의 형식은 지반조건, 미관 및 경제성 분석을 통하여 현지에건에 적합한 형식을 선정
•옹벽에 대한 내적, 외적 및 전체적 안정성을 검토하여 옹벽설계 수행

구분	블록식 보강토 옹벽	판넬식 보강토 옹벽	일반 콘크리트 옹벽
개요			
높이	1~15m (제한형)	3~30m	2~6m
구성	•콘크리트 블록 •보강재 및 기타부속 •토체를 토공 및 다짐	•콘크리트 전면판 •보강재 및 기타부속 •토체를 토공 및 다짐	•가설재로 구성 •토체를 토공 및 다짐
공기	•기상풍으로 통풍이 용이가능	•기상풍으로 통풍이 용이가능	•통풍이 공사에 어려움
미관	•자연적 풍양 외관으로 •다양한 색채 공백효과	•조형적 Precast Con'c 이므로 •형상미 우수	•현장타설로 표면이 거칠 •조형미가 없음
안정성	•무동정하, 지진등 내구성이 강한 (지반, 배면토압에 적응가능)	•전면판으로 수압에 조절에 의해 •안정성 확보, 전단면 변형 미비	•토체공 격함 현상에 따른 수압 •증가로 옹벽 안정성 저하가능
설계	•지반미관을 고려하여 미관이 우수한 블록식 보강토 옹벽 선정		
재료	•배면 여유부지 미확보 및 옹벽 높이가 높지 않은 구간은 일반 콘크리트 옹벽 선정		

1.1.2 보강토옹벽 설계기준

구분	설계기준 및 해석방법	적용 설계기준
적용 시방서	•French Standard NF P94-220, A 05-252 •도로교 설계기준 (건설교통부, 2000)	외적안정
참고 문헌	•TAI Design Guide A-01/05, A-15/16 •도로설계편람(III) (건설교통부, 2000) •도로교통시설무연관 (한국도로공사, 1998) •도로교통시설무연관 - 관계사별 설계기준 •현재안정 - 허용응력 설계법	
적용 설계법	•내적/외적안전 - 관계사별 설계법	내적안정
적용 토입	•Coulomb 토입 •Monobloc-Okabe 토입	

(487)

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

1.2 보강토옹벽 안정성 검토

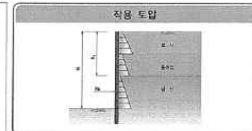
1.2.1 보강토옹벽 안정성 검토

○ 외적 안정성 검토

■ 옹벽에 작용하는 토압

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

여기서,
 K_a : Coulomb주동토압계수
 H : 옹벽의 높이
 γ : 흙기재의 내부 마찰각



■ 활동에(Sliding) 대한 안정

•보강토체와 지반 사이에서 발생하는 활동력과 이에 대한 저항력에 근거하여 안정검토

$$F_s = \frac{\sum \text{수직하중력}}{\sum \text{수평활동력}} = \frac{(V_1 + V_2 + F_p) \tan \delta + C_s B}{F_H}$$

여기서, δ : 옹벽저면과 지지면 사이의 마찰각
 C_s : 옹벽저면과 지지면 사이의 부착력



■ 전도에(Overtuning) 대한 안정

•전단면을 포함한 보강토체와 옹벽선단을 중심으로 회전하려는 모멘트와 이에 대해 저항하려는 모멘트에 근거한 안정검토

$$F_o = \frac{\sum \text{저항모멘트}}{\sum \text{전도모멘트}}$$

여기서,
 M_s : 지함 모멘트, M_y : 전도 모멘트

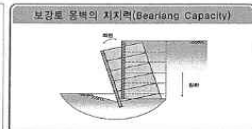


■ 지지력에(Bearing Capacity)에 대한 안정

•보강토 옹벽의 자중 및 토압으로 인한 수직하중과 지반의 허용지지력과 관계하여 근거한 안정검토

$$q_a \leq q_u = \frac{q_{ult}}{FS}$$

여기서,
 q_u : 옹벽저면의 수직하중
 q_a : 기초지반의 허용지지력
 q_{ult} : 기초지반의 극한지지력



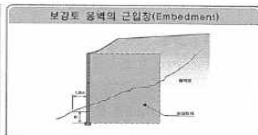
국토교통부

(488)

제10편 기타구조물 설계

■ 근입장제 (Embedment) 대한 안정

•복합조건
-단단한 지반 : 최소근입장 길이
-일반 지반조건 : 최소 근입장 $D_m \geq 40cm$
-벽체 전단지반의 경사하에 따라 다름
•검토식 - NF P 94-220
•벽체 전단지반의 경사하에 따라 다름

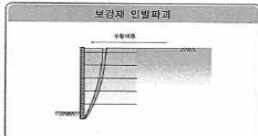


○ 내적 안정성 검토

■ 인발지향 (Pull out)

•라 보강재에 유발되는 인발력에 대해 보강재의 유효 길이에 따른 인발저항력에 근거하여 안정검토

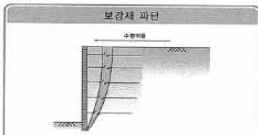
여기서,
 T_t : 보강재의 인발저항 능력
 T_m : 보강재에 인발력
 L_a : 보강재의 유효길이(인발파괴선 외측)
 b : 보강재 폭, σ : 마찰계수



■ 보강재 파단 (Strip rupture)

•보강재에 유발되는 인발력에 대한 보강재가 견딜 수 있는 최대인발인발력에 근거한 안정검토

여기서,
 T_t : 최대인발력
 T_y : 보강재의 허용인발장력
 RO : 파단강도

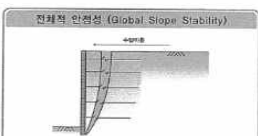


■ 보강토 옹벽의 전체 안정성 검토

•보강토 옹벽 구조체 전체를 포함한 토체의 파괴에 대한 비탈면 안정검토를 수행
•마괴면은 원호로 가정하고, Moment Equilibrium에 의한 관계방정식으로 검토

$$F_m = \frac{M_s}{M_d}$$

여기서,
 M_d : 보강토 옹벽에 불안정성을 유발하는 Driving모멘트
 M_y : Driving모멘트에 대한 저항 모멘트



(489)

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

1.2.2 보강토옹벽 안정성 검토결과

○ 내적·외적 안정성 검토 (도면 부대용 : 보강토옹벽 검토, 구조계산서)

구분	구간	높이(m)	내적 안정성 인정비율 (>1.0)	외적 안정성 인정비율 (>1.5)	활동 전도 지반 안정성 (>2.0)	외적 안전 지반 안정성 (>2.5)
1	STA.10+170.80~STA.10+230.00 : 우측	7.00	1.52	6.89	1.50	3.71
2	STA.10+180.00~STA.10+270.00 : 좌측	5.80	1.53	5.86	1.51	3.42
3	STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측	6.40	1.57	6.26	1.57	3.42
4	STA.10+503.10~STA.10+571.10 : 좌측	10.90	1.53	5.06	1.51	2.92
5	STA.11+079.10~STA.11+200.00 : 우측	8.80	1.51	5.92	1.51	3.60
6	STA.11+092.30~STA.11+193.10 : 좌측	10.90	1.51	5.47	1.51	2.73
7	STA.11+220.00~STA.11+267.80 : 좌측	6.70	1.53	6.02	1.51	3.81
8	STA.11+310.00~STA.11+350.00 : 좌측	5.20	1.73	6.74	1.51	3.73
9	STA.13+790.00~STA.13+900.40 : 우측	12.40	1.53	3.55	1.66	2.83
10	STA.13+855.50~STA.13+891.00 : 좌측	7.60	1.53	4.40	1.70	2.87
11	STA.13+953.20~STA.14+032.00 : 우측	14.50	1.51	5.01	1.66	3.00
12	STA.14+123.30~STA.14+219.10 : 좌측	15.10	1.50	4.97	1.69	3.03
13	STA.15+529.00~STA.15+557.60 : 우측	5.20	1.59	3.16	1.65	5.46
14	STA.16+310.00~STA.16+370.00 : 좌측	6.10	1.55	4.98	1.57	2.98
15	STA.16+772.90~STA.16+856.50 : 우측	7.60	1.54	5.44	1.61	3.41
16	STA.16+888.50~STA.16+930.00 : 좌측	7.00	1.58	5.58	1.61	3.11
17	STA.18+195.70~STA.18+234.00 : 우측	9.40	1.52	4.58	1.58	2.96
18	STA.0+052.30~STA.0+140.00 : 좌측	9.10	1.55	3.47	1.73	3.00
19	STA.0+052.30~STA.0+120.00 : 우측	9.70	1.52	3.53	1.75	3.03
20	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 좌측	6.70	1.55	4.37	1.92	3.37
21	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 우측	7.90	1.54	4.57	1.66	3.00
22	STA.0+083.10~STA.0+130.50 : 우측	3.10	1.62	4.67	1.71	3.06
23	원당3교	7.60	1.62	3.62	1.76	2.80
24	원당4교	7.60	1.62	3.63	1.70	2.88
25	원당5교	10.90	1.53	3.69	1.74	2.95

국토교통부

(490)

구조계산서 및 안전검토서

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

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

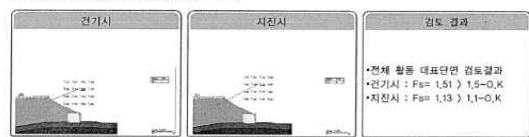
구분	구 간	높이(m)	간기시 (>1.5)	지진시 (>1.1)	비 고
1	STA.10+170.60~STA.10+230.00 : 우측	7.00	1.51	1.13	O,K
2	STA.10+180.00~STA.10+270.00 : 좌측	5.80	1.50	1.11	O,K
3	STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측	8.40	1.51	1.23	O,K
4	STA.10+503.10~STA.11+571.10 : 좌측	10.90	1.51	1.13	O,K
5	STA.11+079.10~STA.11+200.00 : 우측	8.80	1.57	1.20	O,K
6	STA.11+092.30~STA.11+193.10 : 좌측	10.90	1.60	1.18	O,K
7	STA.11+220.00~STA.11+267.80 : 좌측	6.70	1.51	1.15	O,K
8	STA.11+310.00~STA.11+350.00 : 좌측	5.20	1.58	1.22	O,K
9	STA.13+790.00~STA.13+900.40 : 우측	12.40	2.02	1.58	O,K
10	STA.13+855.50~STA.13+891.00 : 좌측	7.60	2.16	1.55	O,K
11	STA.13+953.20~STA.14+032.00 : 우측	14.50	1.54	1.20	O,K
12	STA.14+123.30~STA.14+219.10 : 좌측	15.10	1.78	1.38	O,K
13	STA.15+529.00~STA.15+557.60 : 우측	5.20	2.01	1.59	O,K
14	STA.16+310.00~STA.16+370.00 : 좌측	6.10	1.67	1.29	O,K
15	STA.16+772.90~STA.16+856.50 : 우측	7.60	1.53	1.19	O,K
16	STA.16+888.50~STA.16+930.00 : 좌측	7.00	1.51	1.16	O,K
17	STA.18+195.70~STA.18+234.00 : 우측	9.40	1.53	1.18	O,K
18	STA.0+052.30~STA.0+140.00 : 좌측	9.10	1.79	1.37	O,K
19	STA.0+052.30~STA.0+120.00 : 우측	9.70	1.75	1.36	O,K
20	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 좌측	6.70	1.58	1.24	O,K
21	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 우측	7.90	1.62	1.25	O,K
22	STA.0+083.10~STA.0+130.50 : 우측	3.10	2.17	1.72	O,K
23	원형3교	7.80	1.85	1.48	O,K
24	원형4교	7.60	1.85	1.44	O,K
25	원형5교	10.80	1.64	1.28	O,K

국토교통부

492

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

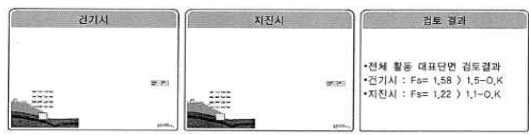
○ STA.10+170.60~STA.10+230.00 : 우측



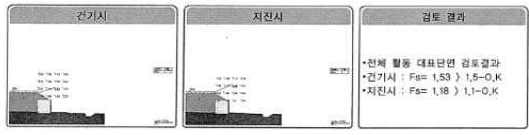
○ STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측



○ STA.11+310.00~STA.11+350.00 : 좌측



○ STA.18+195.70~STA.18+234.00 : 우측



국토교통부

494

제10편 기타구조물 설계

1.2.3 보강토옹벽 뒷채움재 검토

※보강토 구조물의 건설에 이용되는 뒷채움재는 이론적으로 흙과 보강재 사이의 마찰효과에 의하여 활기재체의 전단특성이 개량된다고 할 수 있음
※국내에서는 뒷채움재로 대하여 상세하게 평가된 시험 및 규정은 없으며, 국내외 각 기관의 시험기준을 참조하여, 토질 및 활기재의 적합성 여부를 검토한 후 설계에 적용

○ 국내 뒷채움재 선정기준

구 분	입 도 분 보	동 과 분 보율(%)	비 고
국립건설시험 연구소 (1983)	254mm (10 in)	최대입경 100 ~ 75	내부마찰각 25° 이상
	101.5mm (4 in)	0 ~ 15	
도로설계 실무편람 (1996)	102mm (4 in)	100	-
	0.425mm	0 ~ 60	
구조물 기초설계기준 (2003)	762mm (30 in)	0 ~ 15	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하
	0.075mm	10 ~ 20%	
뒷채움 재료로서 갖추어야 할 조건 : 도로설계 표준편람, 1996, 구조물 기초설계기준, 2003	100mm	100	-
	0.425mm	0 ~ 60	
최대입경	254mm	100 ~ 75	비 고
	101.5mm	0 ~ 15	
최소입경	762mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하
	0.075mm	10 ~ 20%	
250mm	5% 이하	25% 이하	※시험법이 적당하게 혼합되어 있어야 다짐효과를 발휘할 수 있어야 함

○ 품질기준 설정

구 분	기준 1	기준 2	비 고
입 도	최대입경 : 254mm 5mm 통과율 : 20 ~ 100%	최대입경 : 254mm 100mm 통과율 : 75 ~ 100%	기존 1채움재 사용하의 기준 1채움재 현장 부근에서 구할 수 없을 때 기준 적용
내부마찰각	25° 이상	25° 이상	
소성지수(PI)	PI < 6	PI < 6	

○ 다짐장비에 의한 시공 시 함몰량 검토

※국내·외 연구사례를 분석을 통하여 Duncan(ASCE, 1993)에 의하여 제시된 방법을 활용하여 시공 중 다짐장비에 의하여 발생하는 추가침몰을 고려하여 시공 중 안정성 분석 수행
※국내·외 연구사례를 검토하여 Duncan(ASCE, 1993)이 제안한 방법에 의하여 100kN의 진동로울러 장비를 사용한 경우 최대 함몰량은 43.6kPa으로 선정
※연구사례와 시공사례를 토대로 검토한 결과, 다짐장비와 옹벽 벽체사이의 거리를 1.0m이상으로 할 경우 옹벽에 미치는 함몰량의 영향은 적은 것으로 분석

495

서울문산고속도로주식회사

지반조사 보고서

제 2 장 공구별 지층현황

2.1 시추조사 현황

2.1.1 시추조사 위치



○ 터널구간

구분	공변	X	좌표 Y	표고 (E.L.m)
문정터널	BH-179	566,046.5	184,306.2	65.5

○ 교량구간

구분	공변	X	좌표 Y	표고 (E.L.m)
원당4교	BH-146	564,069.00	187,073.20	34
	BH-147	564,094.00	187,078.30	30.5
	BH-150-1	564,477.00	186,970.10	25.8
	BH-150-2	564,500.00	186,976.80	25.7
	BH-151-1	564,581.50	186,908.80	26.0
	BH-151-2	564,603.40	186,909.50	26.0
	BH-151-3	564,643.80	186,901.90	26.0
	BH-152	564,605.70	186,871.90	25.9
	BH-152-1	564,718.70	186,804.10	26.2
	BH-153	564,759.40	186,791.80	26.3
	BH-154	564,772.60	186,781.10	26.3
	BH-154-1	564,793.80	186,757.70	26.3
	BH-154-2	564,827.50	186,720.00	27.3
	BH-155	564,851.00	186,692.20	27.2
	BH-156-1	564,868.00	186,597.80	27.8
	BH-157	565,010.10	186,575.90	29.9

(71)

서울문산고속도로주식회사

SM 서울-문산고속도로 민간투자사업

(계속)

구분	공변	X	좌표 Y	표고 (E.L.m)
성석3교	BH-196	568,255.00	182,245.00	37.7
	BH-198	568,334.30	182,224.20	39.8
	BH-196-1	568,353.30	182,218.30	39.4
	BH-201	568,863.10	182,134.80	51.2
	BH-206	568,999.00	181,400.70	17.6
	BH-207	568,006.80	181,432.40	18.1
	BH-208-2	569,000.70	181,859.60	37.4
	BH-212	569,587.00	182,122.10	24.0
	BH-213	569,622.90	182,121.30	22.5
	BH-218-1	570,795.20	182,063.60	12.1
	BH-219	570,834.20	182,035.70	10.9
	BH-219-1	570,849.60	182,018.60	10.5
	BH-221	571,020.50	182,010.00	6.5
	BH-222	571,053.80	181,996.80	11.5

○ 왕기구간

구분	공변	X	좌표 Y	표고 (E.L.m)
	BH-160	565,303.2	186,013.5	50.5
	BH-161	565,378.1	186,079.7	55.4
	BH-166	565,774.7	185,737.0	57.1
	BH-167	565,754.3	185,617.2	61.2
	BH-170	565,760.0	185,075.0	69.5
	BH-188	566,628.0	183,380.0	54.2

○ 왕기구간

구분	공변	X	좌표 Y	표고 (E.L.m)
	BH-163-1	565,578.0	185,923.1	33.0
	BH-164	565,599.8	185,853.1	37.8
	BH-165	565,599.9	185,590.0	46.3
	BH-171	565,816.8	185,466.7	42.6
	BH-185	566,219.0	183,928.0	38.2
	BH-188	566,846.0	183,108.0	27.1
	BH-192	567,333.0	182,869.2	25.6
	BH-193	567,999.9	182,345.6	38.1

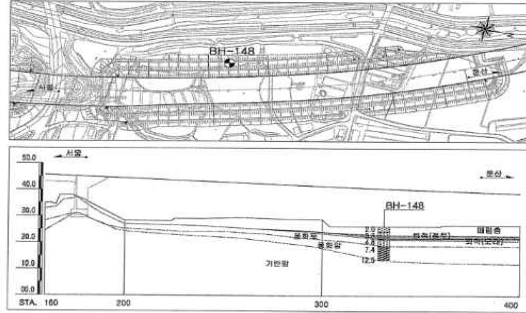
국토교통부

(72)

2.1.5 왕기구간

○ 본선 왕기 3~1구간(STA. 10+175~11+400) : BH-148

■ 조사위치 및 지층단면도



■ 지층상태

구분	층원심(m)	층 두(m)	구성성분	N값 및 TCR/ROD	
대입층	점토	0.0	2.0	모래질 사암	33/30
	점토	3.3	1.5	실트질 점토	3/30
비적층	모래	2.0	1.3	실트질 모래	5/30~6/30
	점토	4.8	2.6	실트질 점토	15/30~36/30
통과층	점토	7.4	5.1	실트질 점토	50/8~50/4

구분	지층개요
대입층	· 최상부층으로 지표하 0.0m에서 2.0m 층으로 분포하여 모래질 점토로 구성 · 층상면이 표층과 일치하며, 층과 조밀한 실트질 점토로 구성 · 지표하 3.3m에서 1.5m 층으로 분포하여 실트질 점토로 구성
비적층	· 층상면이 표층과 일치하며, 층과 연한 점토로 구성 · 지표하 2.0m에서 1.3m 층으로 분포하여 실트질 점토로 구성 · 표층과 일치하며, 층과 연한 점토로 구성
점토	· 기반암의 상부층으로 지표하 4.8m에서 2.6m 층으로 분포 · 표층과 일치하며, 층과 연한 점토로 구성 · 기반암의 상부층으로 지표하 7.4m에서 5.1m 층으로 분포하며, 층과 연한 점토로 구성
점토	· 표층과 일치하며, 층과 연한 점토로 구성

국토교통부

(73)

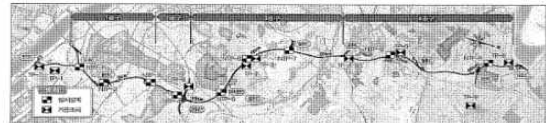
SM 서울-문산고속도로 민간투자사업

2.2 시험굴조사 및 핸드오거보링

2.2.1 시험굴조사

개요 : 지층의 구성 상태 및 성토 재료로서의 적합 여부와 다짐 특성 파악

○ 조사위치



○ 기존조사 자료

구분	심도 (GL. -m)	구성성분	교란전 상태		교란전 상태		L값
			슬롯단위중량 (kN/m³)	건조단위중량 (kN/m³)	슬롯단위중량 (kN/m³)	건조단위중량 (kN/m³)	
1공구	TP-1	1.8 점토	18.70	19.70	17.02	17.97	0.912
	TP-2	1.5 점토	18.42	19.54	16.04	17.02	0.871
	TP-3	2.0 점토	15.51	17.97	12.77	14.80	0.824
	TP-4	2.0 점토	14.41	16.47	12.08	13.80	0.838
4공구	TP-5	1.8 점토	17.00	20.66	14.57	17.70	0.857
	TP-6	1.5 점토	17.21	19.78	16.58	19.05	0.953
1공구	TP-7	2.0 점토	16.54	17.69	13.08	13.97	0.790
	2공구	TP-8	1.9 점토	15.30	17.96	12.84	15.08
4공구	TP-9	1.8 점토	14.13	16.31	12.66	14.61	0.896

○ 실시결과조사 자료

구분	심도 (GL. -m)	구성성분	목공인입형		고관인입형		L값
			슬롯단위중량 (kN/m³)	건조단위중량 (kN/m³)	슬롯단위중량 (kN/m³)	건조단위중량 (kN/m³)	
1공구	NTP-1	1.0 SM	18.09	14.90	14.38	11.83	1.260
	NTP-2	1.0 SM	17.68	15.49	14.22	12.46	1.244
	NTP-3	1.0 SM	18.51	16.80	13.82	12.39	1.340
2공구	NTP-4	1.0 SM	17.62	14.93	13.38	11.34	1.317
	NTP-5	1.0 SM	17.84	16.74	14.50	13.60	1.231
3공구	NTP-6	1.0 SM	18.25	15.72	13.91	11.98	1.312
	NTP-7	1.0 SM	18.01	15.00	13.93	11.60	1.293
4공구	NTP-8	1.0 SM	18.57	15.21	14.89	12.20	1.247
	NTP-9	1.0 SM	18.27	14.99	12.66	10.39	1.443

· 불교단위중량 : 14.13~18.70kN/m³, 건조단위중량 : 14.90~20.66kN/m³
· 건조단위중량 : 12.09~17.02kN/m³, 건조단위중량 : 10.39~19.05kN/m³
· L값 : 0.79~1.443의 범위로 나타남

국토교통부

(74)

지반조사 보고서

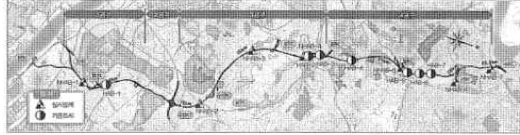
제4편 상세 및 보완조사

2.2.2 핸드오거보링

개요

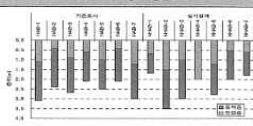
- 빙기구간의 지층 구성 상세 파악, 토질시험 채취 및 실내시험 실시
- 연약지반 분포현황 파악 및 빙기구 사주조사 시행여부 결정

○ 조사위치



구분	심도(m)	전단층	심도(m)	충적층
1공구	HAB-1	0.0~1.1 암회색, 자갈석인 실트질 모래	1.1~2.0 암회색, 모래질 실트	
	HAB-2	0.0~0.4 황색, 모래질 실트	0.4~2.0 암회색, 실트질 모래	
	HAB-3	0.0~0.9 암회색, 실트질 모래	0.9~1.8 암회색, 점토질모래	
	HAB-4	0.0~0.6 암회색, 자갈석인 실트질 모래	0.6~1.5 암회색, 자갈석인 실트질 모래	
	HAB-5	0.0~1.0 갈색, 실트질 모래	1.0~1.5 갈색~암갈색, 실트질 모래	
	HAB-6	0.0~0.4 암회색, 자갈석인 실트질 모래	0.4~1.7 암회색, 실트질 모래	
	HAB-7	0.0~1.2 갈색, 습윤, 실트질 모래	1.2~1.8 암회색, 실트질 모래	
2공구	NHAB-1	0.0~0.7 암회색, 실트질 점토	0.7~1.0 황갈색, 실트질 모래	
	NHAB-2	0.0~1.5 암갈색, 실트질 모래	1.5~2.0 암회색, 모래질 실트	
	NHAB-3	0.0~1.0 암회색, 자갈석인 실트질 모래	1.0~2.0 암갈색, 모래질 점토	
	NHAB-4	0.0~2.0 암갈색, 모래질 실트	—	
	NHAB-5	0.0~1.2 암갈색, 실트질 모래	1.2~1.6 암갈색~갈색, 실트질 모래	
	NHAB-6	0.0~0.5 암회색, 실트질 점토	0.5~1.5 갈색, 실트질 모래	
	NHAB-7	0.0~0.6 암회색, 실트질 점토	0.6~1.2 암회색~갈색, 점토질 모래	

현 장 사 진(HAB-2)



135

서울문산고속도로주식회사

제4편 상세 및 보완조사

■ 빙기구간

공 변	심 도(m)	지 층	RQD(%)	N값	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
BH-149	8.0	점화암	50/7	323	525	—	PMT
BH-231	3.5	퇴적(실트)	1/30	0.97	—	—	LLT

○ 결과분석

구분	토질층	충화암	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비고
터널구간	—	—	914	903~9,918	9,580~18,336
교량구간	—	—	499~1,184	10,279	—
빙기구간	—	272~302	646~9,975	—	17,655

■ 분석결과

• 연약의 변형계수는 터널구간(914MPa), 교량구간(499~1,184MPa), 빙기구간(646~9,975MPa)로 구간별 위치 및 지층상태에 따라 편차가 크게 나타남

4.1.2 공내전단시험

개요

- 중화대층에 대한 비탈면의 안정성 해석을 위한 설계지반정수 자료로 활용
- 중화대층의 원위지 상태의 점착력(C)과 내부마찰각(ϕ) 측정

○ 기존조사 자료

구분	공 변	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각($^{\circ}$)
문봉터널	TTB-1	13.0	점화암	50/7	27.0	31.6

○ 실시설계조사 자료

■ 빙기구간

공 변	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각($^{\circ}$)
BH-161	9.0	점화암	50/5	32.9	30.7
BH-202	7.0	점화암	43/30	18.4	29.0

○ 결과분석

구분	점착력(kPa)	점화암	아찰각($^{\circ}$)
빙기구간	18.4	32.9	29.0
터널구간	27.0	31.6	30.7

■ 분석결과

• 점착력(C)은 점화암 : 18.4kPa, 점화암 : 32.9kPa로 분포
• 마찰각(ϕ)은 점화암 : 29.0kPa, 점화암 : 30.7kPa로 분포

143

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

(계속)

구분	지 하 수 위	구분	지 하 수 위	구분	지 하 수 위
BH-222	5.6	BH-227	0.0	BH-235	3.2
BH-222-1	5.5	BH-229	0.3	BH-235-1	3.3
BH-224	6.4	BH-230	3.6	BH-235-2	1.7
BH-225	5.8	BH-233	0.5	—	—
BH-226	5.2	BH-234	1.0	—	—

■ 빙기구간

구분	지 하 수 위	구분	지 하 수 위	구분	지 하 수 위
BH-158	10.2	BH-167	심도이하	BH-199	16.0
BH-159	15.5	BH-170	12.5	BH-202	15.3
BH-160	5.9	BH-171	2.9	BH-214	10.4
BH-161	10.9	BH-180	심도이하	BH-218	11.7
BH-166	심도이하	BH-198-2	1.7	—	—

■ 빙기구간

구분	지 하 수 위	구분	지 하 수 위	구분	지 하 수 위
BH-148	2.4	BH-192	0.5	BH-211	1.7
BH-149	3.8	BH-192-2	1.4	BH-215	7.3
BH-149-1	2.8	BH-193	7.0	BH-217	2.3
BH-150	0.5	BH-204	3.0	BH-218	1.3
BH-163-1	2.1	BH-205	1.5	BH-223	1.0
BH-164	4.1	BH-208	0.5	BH-231	0.3
BH-165	0.7	BH-208-1	1.0	BH-232	0.2
BH-185	1.7	BH-209-1	2.0	BH-236	0.2
BH-189	2.9	BH-210	2.2	—	—

○ 결과분석

구분	지하수위	분석결과
터널구간	7.8~9.5	57.7~64.3
교량구간	0.0~13.2	2.3~53.7
빙기구간	1.7~16.0	20.2~57.0
발기구간	0.2~7.3	6.6~45.6

• 지하수위 측정결과
터널구간 GL(-) 7.9~9.5m(EL. 57.7~64.3m)
교량구간 GL(-) 0.0~13.2m(EL. 2.3~53.7m)
빙기구간 GL(-) 1.7~16.0m(EL. 20.2~57.0m)
발기구간 GL(-) 0.2~7.3m(EL. 6.6~45.6m)
• 위치 및 구조별로 상이한 차이를 보임

국토교통부

148

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

■ 빙기구간

구분	심 도(m)	지 층	N값	투수계수(cm/sec)	구분	심 도(m)	지 층	N값	투수계수(cm/sec)
BH-148	5.0~6.0	점화암	15/30	6.55X10 ⁻⁴	BH-208-1	7.0~8.0	점화암	28/30	3.40X10 ⁻⁴
BH-149	3.5~4.5	퇴적층(SM)	3/30	9.27X10 ⁻⁴	BH-210	5.0~6.0	점화암	50/9	4.77X10 ⁻⁴
BH-150	5.5~6.5	점화암	50/30	3.28X10 ⁻⁴	BH-211	2.0~3.0	점화암	22/30	6.82X10 ⁻⁴
BH-185	4.0~5.0	점화암	5/30	8.38X10 ⁻⁴	BH-215	7.0~8.0	점화암	50/17	4.84X10 ⁻⁴
BH-189	4.0~5.0	퇴적층(SM)	3/30	1.01X10 ⁻³	BH-218	5.0~6.0	점화암	37/30	4.61X10 ⁻⁴
BH-192	2.0~3.0	점화암	15/30	8.66X10 ⁻⁴	BH-232	5.0~6.0	퇴적층(GP)	39/30	3.54X10 ⁻⁴
BH-193	1.0~1.5	퇴적층(SM)	10/30	2.19X10 ⁻³	BH-236	5.0~6.0	퇴적층(SM)	5/30	2.03X10 ⁻³

○ 결과분석

구분	점착력	점화암	점화암	점화암	점화암
교량구간	8.96X10 ⁻⁴	3.45X10 ⁻³	1.85X10 ⁻³	2.57X10 ⁻⁴	4.17X10 ⁻⁴
빙기구간	—	—	—	5.22X10 ⁻⁴	5.20X10 ⁻⁴
발기구간	2.19X10 ⁻³	—	1.32X10 ⁻³	3.54X10 ⁻³	5.59X10 ⁻⁴

4.2.3 수압시험

개요

- 터널구간 및 비탈면 구간내에 분포하는 기반암의 투수특성 및 암질상태 파악
- 수리지질학적 특성을 규명하여 시공을 위한 굴착시 지하수의 유출량파악 및 지하수 저류결정

○ 기존조사 자료

■ 터널구간

구분	공 변	심 도(m)	지 층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	투수계수	Flow Type
터널	TTB-1	23.0~28.0	보통암	50~63	9.11X10 ⁻⁸	0.729	Laminar Flow
터널	TTB-2	11.4~16.4	보통암~경암	60~80	6.44X10 ⁻⁸	0.528	Dilation

■ 빙기구간

구분	공 변	심 도(m)	지 층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	투수계수	Flow Type
교량	CCB-2	10.0~15.0	보통암~경암	48~75	3.24X10 ⁻⁸	0.221	Dilation

국토교통부

148

지반조사 보고서

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

○ 깃기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits (%)		통과중량 백분율(%)				USCS
					LL	PI	No.4	No.10	No.200	0.002mm	
BH-158	3.0	점토	10.3	2,652	N.P	N.P	90.1	84.6	25.3	—	SM
BH-159	4.0	점토	16.8	2,659	N.P	N.P	95.2	87.1	19.2	—	SM
BH-160	2.0	점토	8.4	2,652	N.P	N.P	81.2	69.8	17.9	—	SM
BH-161	1.0	점토	20.7	2,674	N.P	N.P	99.8	97.7	52.0	9.9	ML
BH-166	9.0	점토	11.2	2,655	N.P	N.P	92.4	80.8	25.2	—	SM
BH-167	6.0	점토	14.1	2,659	N.P	N.P	87.9	47.7	24.5	—	SM
BH-170	6.0	점토	13.7	2,656	N.P	N.P	98.2	91.8	20.2	—	SM
BH-188	4.0	점토	17.0	2,658	N.P	N.P	94.8	87.2	26.5	—	SM
BH-198-2	1.0	점토	12.7	2,656	N.P	N.P	91.6	73.2	18.0	—	SM
BH-199	5.0	점토	13.0	2,658	N.P	N.P	99.6	88.2	21.9	—	SM
BH-202	2.0	점토	13.9	2,658	N.P	N.P	86.9	50.9	27.4	—	SM
BH-214	4.0	점토	18.5	2,663	N.P	N.P	97.7	84.9	25.7	—	SM
BH-216	10.0	점토	24.1	2,665	N.P	N.P	98.0	84.5	22.3	—	SM

■ 지층별 결과분석

구 분	함수비(%)	비 중	Atterberg Limits (%)		통과중량 백분율(%)				USCS
			LL	PI	No.4	No.10	No.200	0.002mm	
점토층	13.9~20.7	2,658~2,674	N.P	N.P	86.9~99.8	27.4~52.0	—	—	SM, ML
점토	8.4~24.1	2,652~2,665	N.P	N.P	81.2~99.6	17.9~26.5	—	—	SM

분석결과	* 깃기구간의 토질은 SM, ML로 구성됨 * 함수비 : 8.4~24.1%, 비중 : 2,652~2,674, #200통과중량 백분율 : 17.9~52.0%
------	---

○ 별기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits (%)		통과중량 백분율(%)				USCS
					LL	PI	No.4	No.10	No.200	0.002mm	
BH-148	4.0	점토	31.3	2,683	33.5	12.0	—	100.0	85.4	13.7	CL
BH-149	2.0	점토	31.2	2,685	34.2	21.8	100.0	99.9	87.0	13.3	CL

국토교통부

170

제4편 상세 및 보완조사

(계속)

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits (%)		통과중량 백분율(%)				USCS
					LL	PI	No.4	No.10	No.200	0.002mm	
BH-149-1	3.0	점토	17.2	2,656	N.P	N.P	82.5	71.8	18.8	—	SM
BH-163-1	4.0	점토	8.0	2,644	N.P	N.P	51.6	37.0	7.2	—	SW-SM
BH-164	4.0	점토	12.6	2,655	N.P	N.P	100.0	96.6	25.8	—	SM
BH-165	4.0	점토	9.5	2,650	N.P	N.P	96.2	85.1	17.2	—	SM
BH-171	3.0	점토	9.3	2,651	N.P	N.P	43.0	33.0	26.8	—	SM
BH-185	8.0	점토	14.0	2,654	N.P	N.P	98.9	94.7	28.1	—	SM
BH-189	6.0	점토	15.8	2,657	N.P	N.P	84.8	69.5	23.0	—	SM
BH-192	2.0	점토	18.0	2,662	N.P	N.P	99.4	92.2	24.6	—	SM
BH-193	4.0	점토	10.0	2,654	N.P	N.P	70.5	57.1	14.6	—	SM
BH-204	1.0	점토	25.5	2,682	30.2	20.4	96.5	90.3	82.0	13.4	CL
BH-204	3.0	점토	13.0	2,657	N.P	N.P	59.2	47.8	28.7	—	SM
BH-205	2.0	점토	31.9	2,684	32.2	21.4	99.2	97.1	87.0	13.7	CL
BH-205	3.0	점토	23.8	2,644	N.P	N.P	86.5	50.7	2.4	—	SP
BH-208	2.0	점토	30.5	2,674	32.8	23.6	99.9	98.9	91.2	11.6	ML
BH-208-1	2.0	점토	39.0	2,694	44.3	24.1	100.0	99.3	95.9	18.8	CL
BH-208-1	1.0	점토	8.1	2,650	N.P	N.P	87.2	53.3	27.9	—	SM
BH-210	3.0	점토	8.2	2,650	N.P	N.P	95.8	87.6	21.2	—	SM
BH-211	4.0	점토	15.4	2,659	N.P	N.P	96.9	89.2	18.5	—	SM
BH-215	6.0	점토	14.6	2,659	N.P	N.P	90.0	73.3	25.3	—	SM
BH-217	3.0	점토	23.9	2,681	31.2	10.1	99.2	98.5	76.0	12.4	CL
BH-218	3.0	점토	28.4	2,683	32.6	11.0	96.0	95.3	61.6	10.9	CL
BH-223	2.0	점토	30.6	2,682	33.9	12.4	—	100.0	86.3	15.6	CL
BH-231	8.0	점토	6.8	2,645	N.P	N.P	30.9	28.6	3.1	—	GP
BH-232	7.0	점토	9.1	2,649	N.P	N.P	36.4	36.0	2.9	—	GP
BH-236	5.0	점토	27.1	2,665	N.P	N.P	99.5	98.8	15.0	—	SM

171

서울문산고속도로주식회사

제4편 상세 및 보완조사

(계속)

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	단위중량 (kN/m ³)	탄성파속도(m/s)		압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
					P파	S파			
대형교	BH-224	15.7~15.9	보통암	27.62	5,183	3,313	61.3	54.28	0.33
	BH-225	9.9~10.0	연 암	25.64	1,413	720	15.1	8.10	0.17
	BH-227	8.3~8.5	연 암	26.19	4,176	2,571	26.2	21.27	0.19
중형교	BH-230	12.3~12.5	보통암	26.56	4,023	2,364	41.0	29.34	0.22
	BH-235	12.0~12.1	연 암	26.72	3,652	2,235	73.0	27.06	0.24
	BH-235-2	6.8~7.0	연 암	26.52	4,504	2,823	59.1	29.48	0.27

■ 지층별 결과분석

구 분	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s)		압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
		P파	S파			
연 암	25.64~27.33	1,413~5,019	720~3,017	15.1~92.5	8.1~46.65	0.17~0.28
보통암	26.08~27.62	2,596~5,183	1,490~3,313	20.0~77.6	10.74~54.28	0.20~0.33

분석결과	* 연 암 → 압축강도: 15.1~92.5MPa, 포아송비: 0.17~0.28 범위로 나타남 * 보통암 → 압축강도: 20.0~77.6MPa, 포아송비: 0.20~0.33 범위로 나타남
------	--

○ 토공구간

공 번	심 도 (m)	지 층	단위중량 (kN/m ³)	탄성파속도(m/s)		압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
				P파	S파			
BH-158	13.6~13.8	보통암	27.41	4,440	2,843	128.8	56.30	0.22
BH-160	18.5~18.7	연 암	25.58	2,938	1,715	38.2	17.80	0.15
BH-161	15.6~15.8	보통암	26.47	4,844	3,097	109.4	50.42	0.25
BH-198-2	3.9~4.1	보통암	26.51	4,094	3,029	114.4	56.53	0.32
BH-202	25.9~26.0	보통암	26.92	4,214	2,658	59.7	23.95	0.18
BH-236	12.5~12.7	연 암	26.23	3,590	2,085	16.6	17.07	0.21

■ 지층별 결과분석

구 분	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s)		압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
		P파	S파			
연 암	25.58~26.23	2,938~3,590	1,715~2,085	16.6~39.2	17.07~17.9	0.15~0.21
보통암	26.47~27.41	4,214~4,844	2,658~3,097	59.7~128.8	23.95~56.38	0.18~0.32

분석결과	* 연 암 → 압축강도: 16.6~39.2MPa, 포아송비: 0.15~0.21 범위로 나타남 * 보통암 → 압축강도: 59.7~128.8MPa, 포아송비: 0.18~0.32 범위로 나타남
------	---

175

서울문산고속도로주식회사

6.2.2 시설물 점검이력

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

【표 6.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	보강토옹벽(U-11블록 STA.11+092~11.193)에 대한 외관조사 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(U-11블록 STA.11+092~11.193)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

6.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

6.2.4 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	○외관조사결과 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 정기안전점검 총 3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

6.2.5 시설물 보수 이력

【표 6.2.2】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

6.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 6.2.3】 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.				

6.3 현장조사 및 시험

6.3.1 현황 및 구간분할

본 과업대상 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7에 위치하고 있으며, 옹벽의 상단부는 서울문산고속도로 본선이 있으며, 하부로는 하천 등이 접하고 있는 상태이다. 선형은 블록형태 시공의 곡선형을 가지며, 높이는 0.5~12.3m를 보이며, 총 연장은 116.0m의 규모를 가지는 보강토 옹벽이다. 현장조사를 위한 실측조사 결과 시설물관리대상상(L=116.0m, L=12.3m)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 6.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2022. 10. 21.		조 사 자	장 진 원
시설물명	보강토옹벽 (U-II블록 STA.11+092~11+193)		시설물 종류	2중
일 기	맑음		시설물번호	RW2020-0000084
시설물위치	행정구역	경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7		
	위치좌표	시점 : 37 ° 41 ' 02 "N 126 ° 50 ' 53 "E		
		종점 : 37 ° 40 ' 59 "N 126 ° 50 ' 56 "E		
노선명	고속국도17호선			
제 원	옹벽형식	블록식	옹벽재료	무근콘크리트
	연 장	116.0m	지면노출 높 이	9.6m
	보 강 재 길 이	-	저 판 폭 길 이	-
관리주체	서울문산고속도로주식회사		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽상부	서울문산고속도로 본선		
	옹벽하부	지방도		
시공현황	준공년도	2020년 11월 06일	시 공 자	지에스건설(주)
	감 리 자	동남이엔씨(주)(오흥기)	설 계 자	(주)다산컨설턴트
	부대시설	-		
비 고				

나. 옹벽 구간분할 결과

금회 정밀안전점검시 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 6개 구간(S1~S6)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

【표 6.3.2】 일반현황 조사결과

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)	Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	9.6	4	60.0~80.0m	80.0	9.6
2	20.0~40.0m	40.0	9.6	5	80.0~100.0m	100.0	7.2
3	40.0~60.0m	60.0	9.6	6	100.0~116.0m	116.0	5.0

	
측점분할 작업사진	측점분할 작업사진

6.3.2 부재별 외관조사 결과

가. 지반, 기초부

1) 현황

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



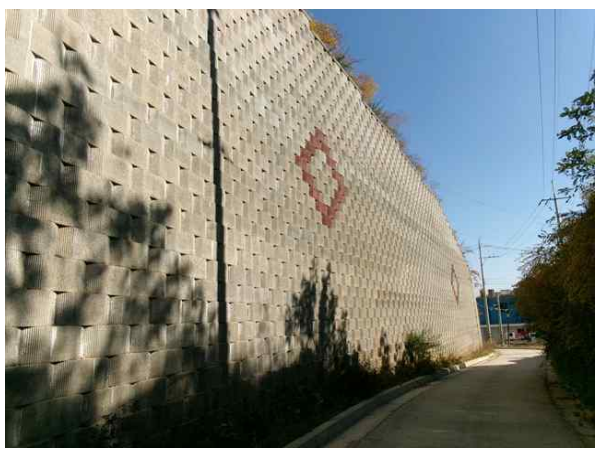
【그림 6.3.1】 지반, 기초부 전경

2) 조사결과

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

【표 6.3.3】 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	—	—	—	—	—	—	—

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -
			
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 6.3.2】 전면부 전경

2) 조사결과

- 현장조사 결과, 전면부 블록에 블록 균열의 손상이 조사되었으나, 구조적인 손상결함은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 6.3.4】 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	블록 균열	—	—	—	EA	4	4.00	—
S6	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

			
현 황	• S5 블록 균열	현 황	• S5 블록 균열
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• 시공미흡 등
대 책	• 균열보수	대 책	• 균열보수
			
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.

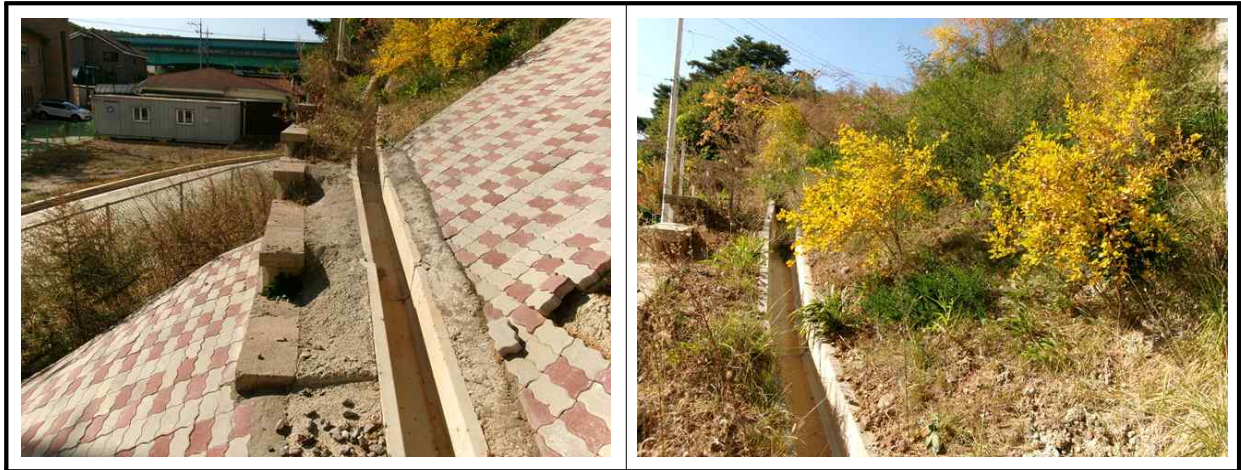
4) 검토의견

- 보강토옹벽의 현장조사 결과 전면부 블록에 시공미흡으로 인한 블록 균열이 확인되었으나, 구조적인 손상결함은 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 전면부의 신규손상 및 재 손상 발생여부를 확인하는 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 6.3.3】 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 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 6.3.5】 주변영향인자 손상현황

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

			
현 황	• 상태양호	현 황	• 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
대 책	• -	대 책	• -
			
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 원활한 유지관리를 위하여 배수로 인근 정비를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 전면부의 손상발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

6.3.3 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 6.3.6】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수 · 보강 방안
전면부	블록균열	균열보수
주변영향인자	상태양호	—
기초부의 세굴	상태양호	—
결과요약	보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 성토부, 주변영향 인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단되며, 전면부 시공미흡으로 인한 블록 균열, 주변영향 인자 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 조푸집 조기탈거 등에 의한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상)의 손상이 조사되어 주입보수, 균열보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.	

【표 6.3.7】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
전면부	블록균열	EA	4.00	4	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부성토부	상태양호	—	—	—	
기초부	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

6.3.4 측량

가. 개요

금회(2022년) 정밀안전점검 대상시설물(보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193))은 광파기, 클리노미터, 경사계 등을 이용하여 선형 및 수준측량, 경사도를 측정을 하였으며, 금회 점검은 최초의 정밀안전점검으로 설계도서와의 선형 및 수준 비교를 실시하였다. 본 보고서에 기입된 측량 좌표는 기계설치점을 X:0.000, Y:0.000으로 설정하고 대상시설물에 대한측량을 실시하였다.



【그림 6.3.4】 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.

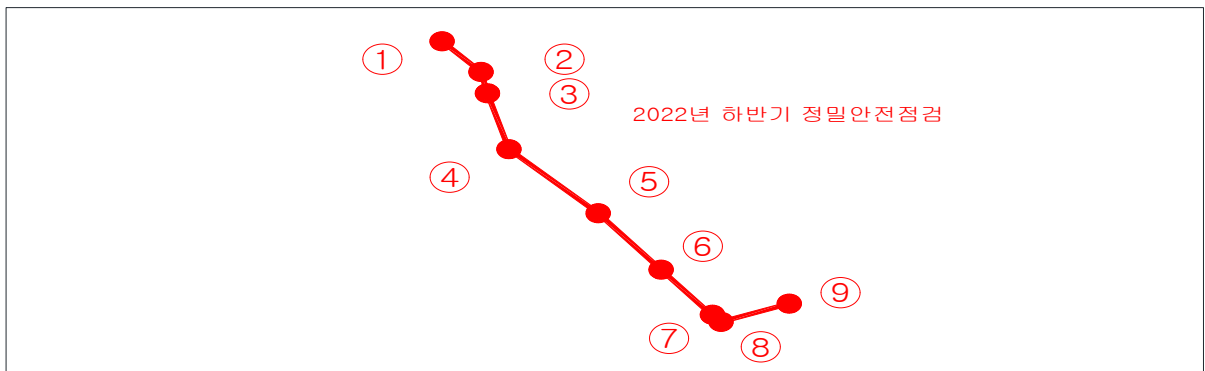
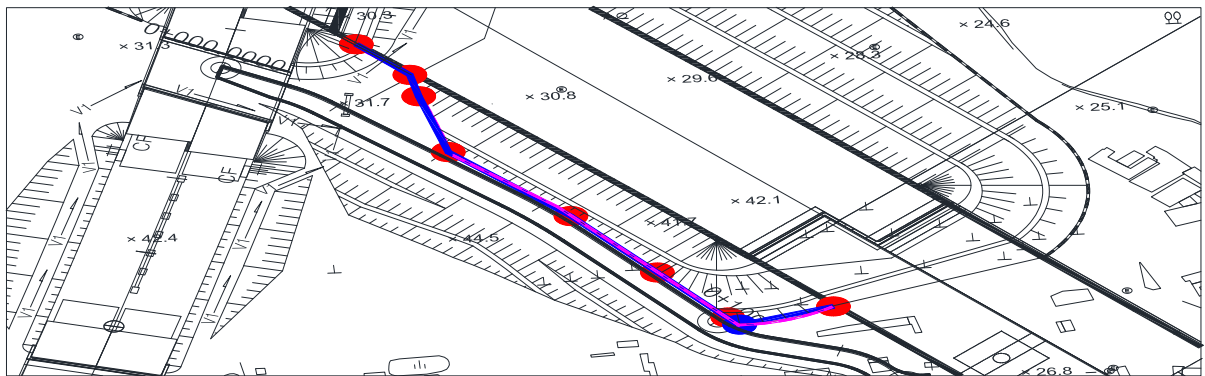
【표 6.3.8】 경사도 결과

구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전 등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	12	-53.0	5.52	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-2.2~-18.2	0.59~0.62	a	배면
2	32	-67.0	6.98	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-16.2~-32.2	2.05~2.08	b	배면
3	53	-60.0	6.25	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-9.2~-25.2	1.32~1.35	a	배면
4	78	-64.9	6.75	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-14.1~-30.1	1.82~1.85	a	배면
5	91	-42.0	5.83	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-7.2~-8.8	0.90~0.93	a	배면
6	116	-7.0	5.83	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-24.8~-40.8	0.90~0.93	a	전면

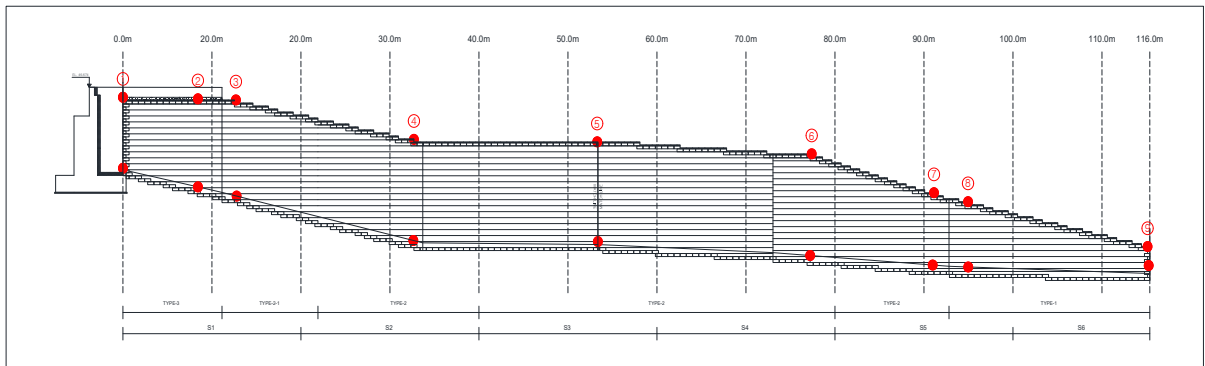
※ 주) 측정값의 (+)부호는 옹벽 전면부측 기울기, (-)값은 옹벽 배면부측 기울기를 의미함

【표 6.3.9】 선형 및 수준측량 결과

측정위치	X	Y	노출 높이 (m)	측정위치	X	Y	노출 높이 (m)
①	5.616	16.867	7.2	⑥	50.232	-43.062	9.6
②	13.545	8.829	8.7	⑦	60.681	-54.878	7.2
③	14.860	3.218	9.6	⑧	62.432	-56.761	6.3
④	19.238	-11.452	9.6	⑨	76.328	-51.975	1.2
⑤	37.414	-28.254	9.6	—	—	—	—



[선형측량 결과]



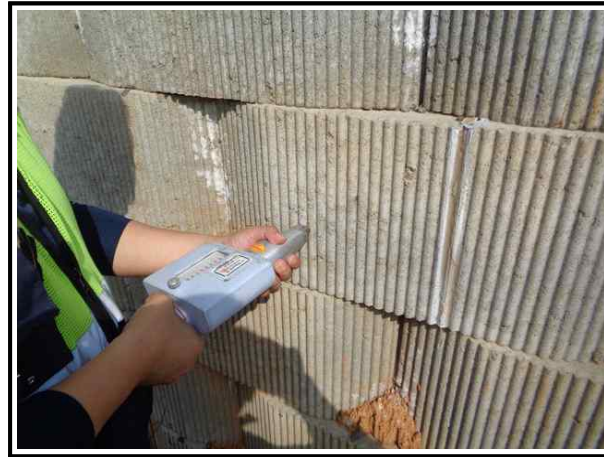
[수준측량 결과]

【그림 6.3.5】 선형 및 수준측량 결과 및 비교

6.3.5 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.



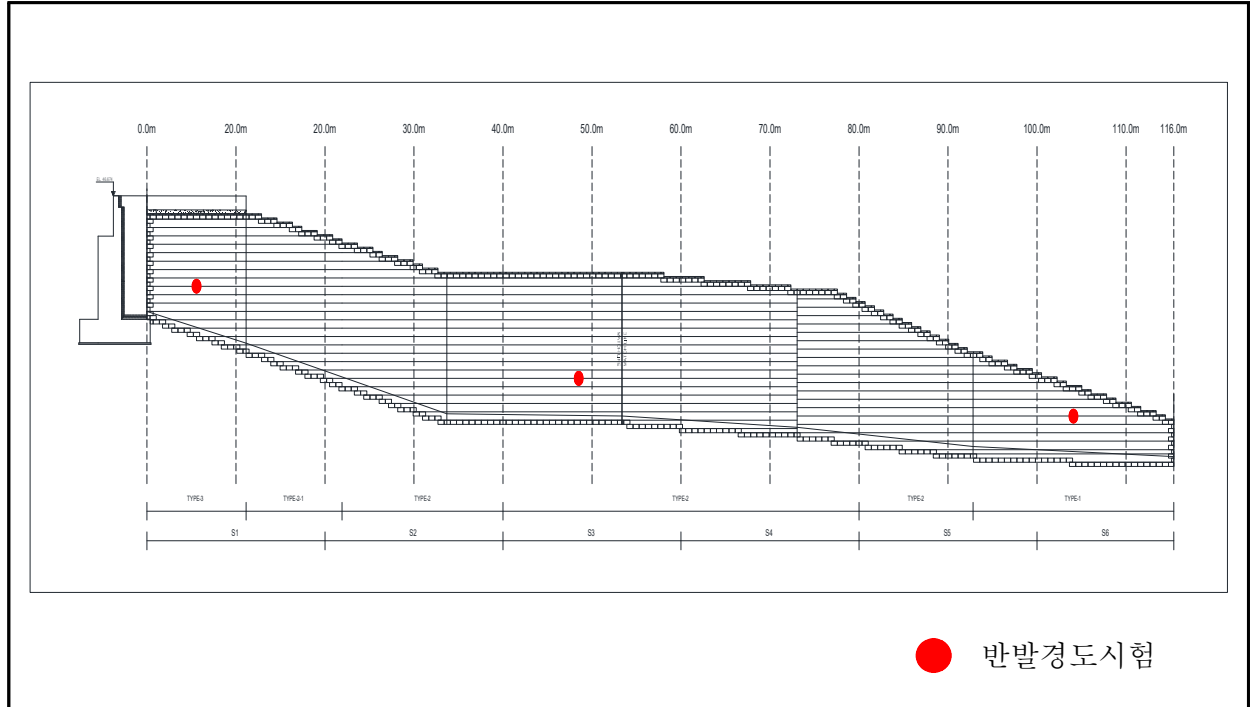
【그림 6.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

나. 시험결과

본 보강토옹벽은 재료시험으로 전면부 블록에 반발경도를 실시하였으나 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 옹벽편(2021.12, 국토안전관리원)”에 표기된 기준 수량을 적용하여 3개소에서 반발경도시험을 실시하였고, 그 결과값은 다음과 같다. 설계자료에 기준강도자료가 없는 상태로, 인근 공구 및 시중의 동일한 제품의 블록식 보강토옹벽의 설계기준강도를 참조하여 결과를 작성하였다.

【표 6.3.10】 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	47.9	28.7	29.5	0.67	102.5	105.4	28.0
	S3	47.8	28.6	29.5	0.67	102.0	105.2	
	S6	48.0	28.8	29.6	0.67	102.8	105.6	



【그림 4.3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도

다. 기 점검 비교분석

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

6.4 상태평가

6.4.1 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.

6.4.2 상태평가 결과 산정

【표 6.4.1】 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 결함 지수	평가 단위 평가 등급	
									배수 시설	사면조사					
										사면 구매	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	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02	a
S6	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	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	a
									상태평가 결과				A		

6.4.3 상태평가 결과

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

6.4.4 이전 정밀안전점검과의 비교

금회 정밀안전점검은 준공이후 실시하는 최초의 정밀안전점검이다.

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.5.1 종합평가 결과

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

【표 6.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	보강토옹벽 (U-II블록 STA.11+092~11+193)		표 번 호	[표 6.5.1]
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.00	A	근거표번호	[표 6.4.1]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.00	A	최저등급 적용	
종합평가결과	옹벽의 종합평가 결과 : A			

6.5.2 안전등급 지정

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

【표 6.5.2】 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 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

6.6 보수·보강 및 유지관리방안

6.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 6.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
전면부	블록 균열	균열보수	4.00	4.00	EA	－	－	하자
배수시설	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
상부성토부	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
기초부	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	－		－		－		
	재경비 (순공사비의 50%)	－		－		－		
	합계	－		－		－		
개략공사비 총계(천원)		－						

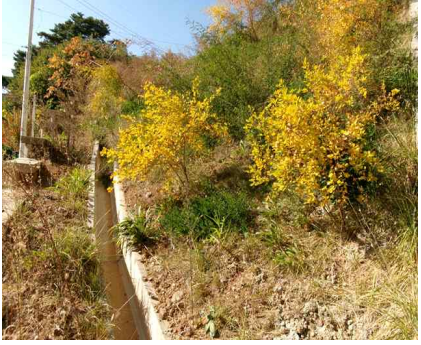
주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

6.6.2 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 6.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
전 면 부	· 발생한 블록 균열에 대하여 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요 · 균열 및 파손, 배부름 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 일정규모 이상 발생할 경우 보수를 통한 관리 필요	
배 수 시 설	· 배수로에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
성 토 부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기 초 부	· 우수에 의한 기초부 침식, 세굴 등의 손상 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	

6.7 종합결론

6.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 보강토옹벽(U-II블록 STA.11+092~11+193)의 현장조사 결과, 전면부, 기초부, 상부 성토부, 주변영향 인자에는 구조적인 결함이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 사용성에 문제는 없는 상태이나 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단되며, 전면부 시공미흡으로 인한 블록 균열, 주변영향 인자 옹벽 상부 배수로에 건조수축, 조꾸집 조기탈거 등에 의한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상)의 손상이 조사되어 주입보수, 균열보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 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.

6.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

6.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 전면부에 발생한 블록 균열에 대하여 균열보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

6.7.4 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.

