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 2종 시설물로서 연장 116.0m, 지면노출높이 9.6m의 블록식 보강토옹벽이다.

6.1.1 일반사항

【표 6.1.1】 옹벽 일반사항

<table>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="2">보강토옹벽
(U-II블록 STA.11+092~11+193)</td><td>종별구분</td><td colspan="2">2종 시설물</td></tr>
<tr><td>시설물번호</td><td colspan="2">RW2020-0000084</td><td>관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시설물위치</td><td>행정구역</td><td colspan="5">경기도 고양시 덕양구 원당동 산 101-7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치좌표</td><td colspan="5">시점 : 37 ° 41 ' 02 "N 126 ° 50 ' 53 "E</td></tr>
<tr><td colspan="5">종점 : 37 ° 40 ' 59 "N 126 ° 50 ' 56 "E</td></tr>
<tr><td>노선명</td><td colspan="6">고속국도17호선</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제 원</td><td>옹벽형식</td><td>블록식</td><td>옹벽재료</td><td colspan="2">무근콘크리트</td></tr>
<tr><td>연 장</td><td>116.0m</td><td>지면노출
높 이</td><td colspan="2">9.6m</td></tr>
<tr><td>보 강 재
길 이</td><td>-</td><td>저 판 폭
길 이</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="2">서울문산고속도로주식회사</td><td>관리주체구분</td><td colspan="2">민간</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주변환경</td><td>옹벽상부</td><td colspan="5">서울문산고속도로 본선</td></tr>
<tr><td>옹벽하부</td><td colspan="5">지방도</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시공현황</td><td>준공년도</td><td>2020년 11월 06일</td><td>시 공 자</td><td colspan="2">지에스건설(주)</td></tr>
<tr><td>감 리 자</td><td>동남이엔씨(주)(오흥기)</td><td>설 계 자</td><td colspan="2">(주)다산컨설턴트</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td>비 고</td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

6.1.2 위치도 및 전경사진

【그림 6.1.1】 위치도

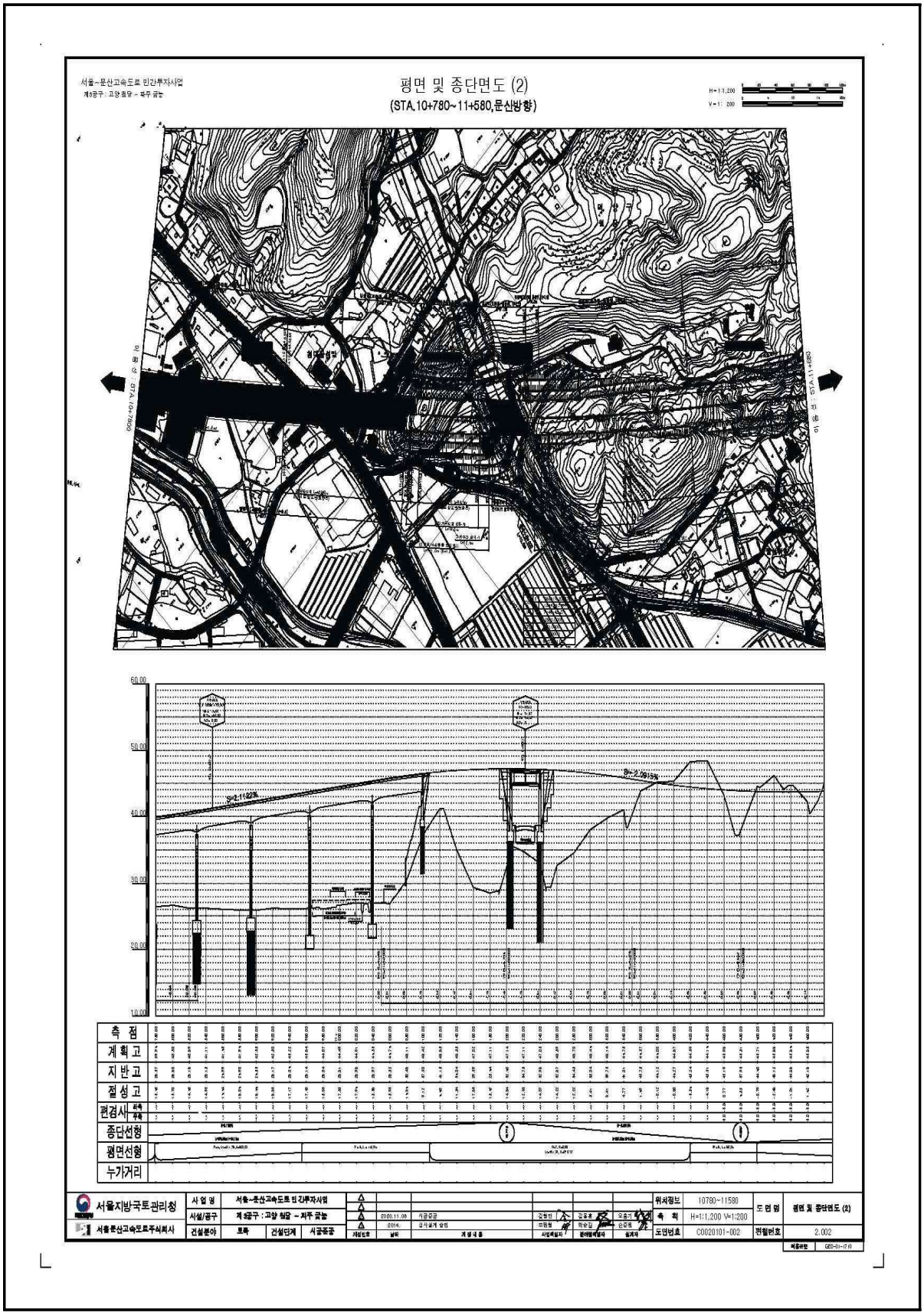
시점부 전경	종점부 전경

【그림 6.1.2】 전경사진

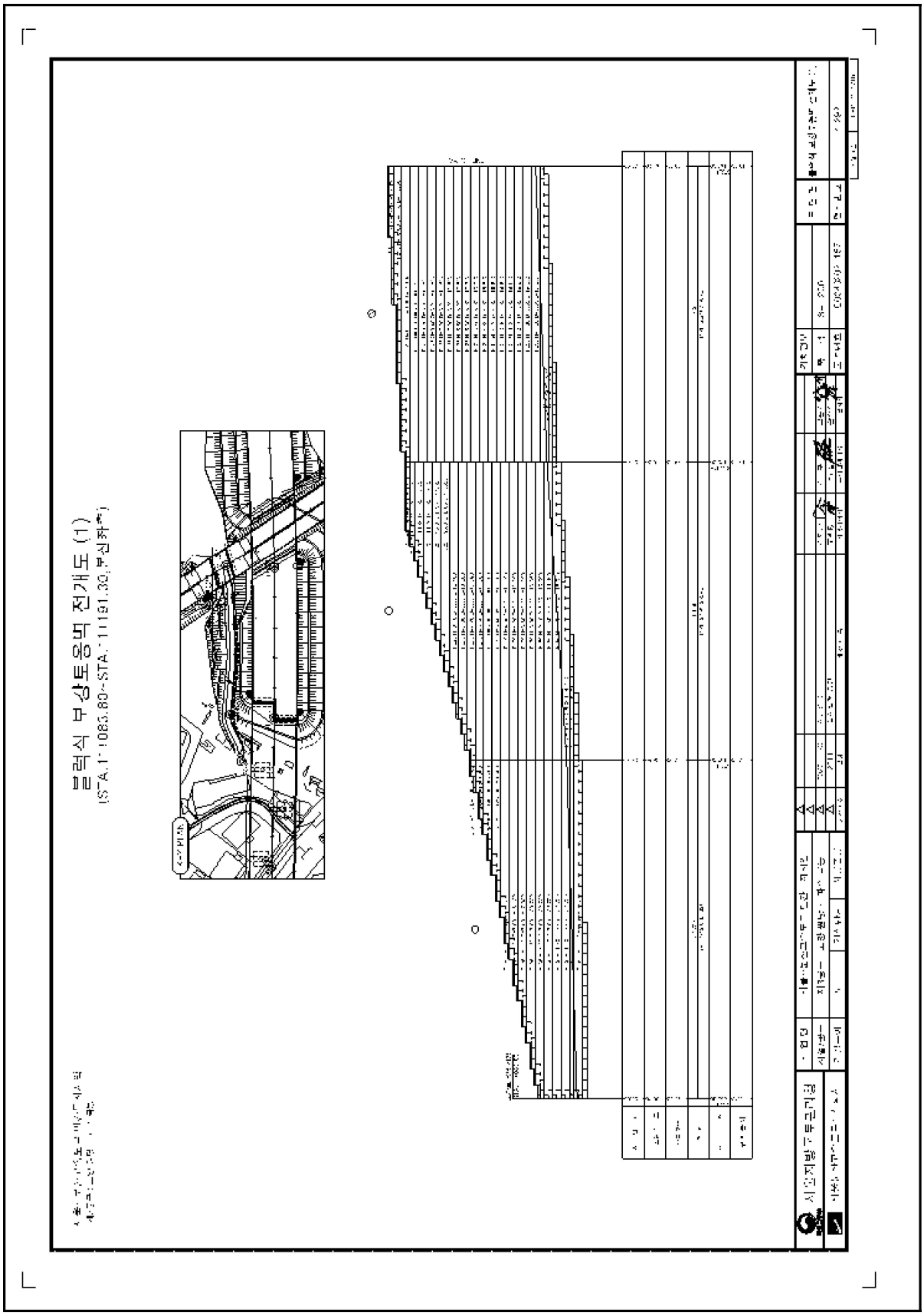
전면부 전경	배수로 전경
하부 전경	상부 성토부 전경
광파기를 이용한 측량 작업	스토퍼를 이용한 구간분할 측정

【그림 6.1.3】 부재별 현황 및 작업사진

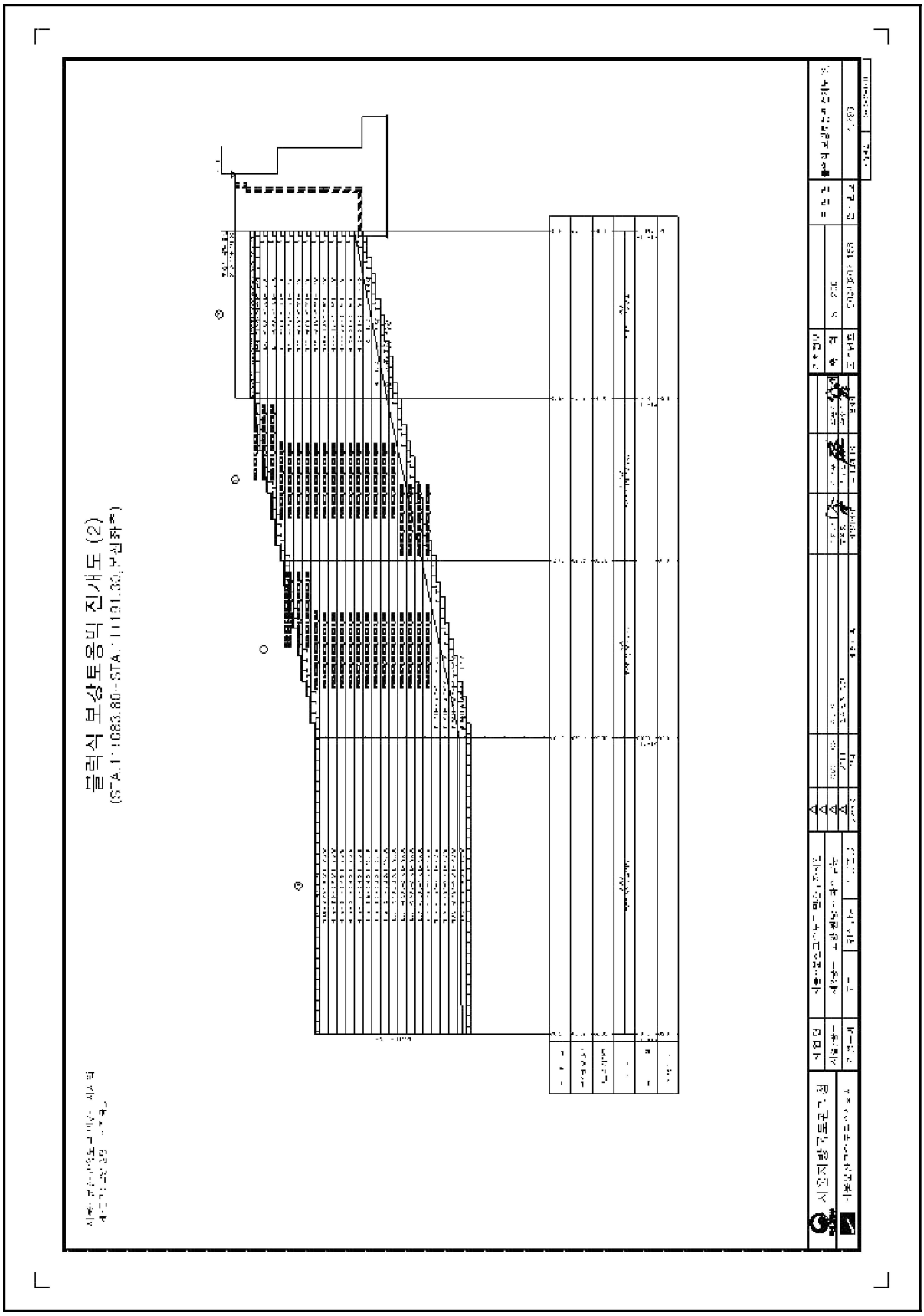
6.1.3 시설물 일반도



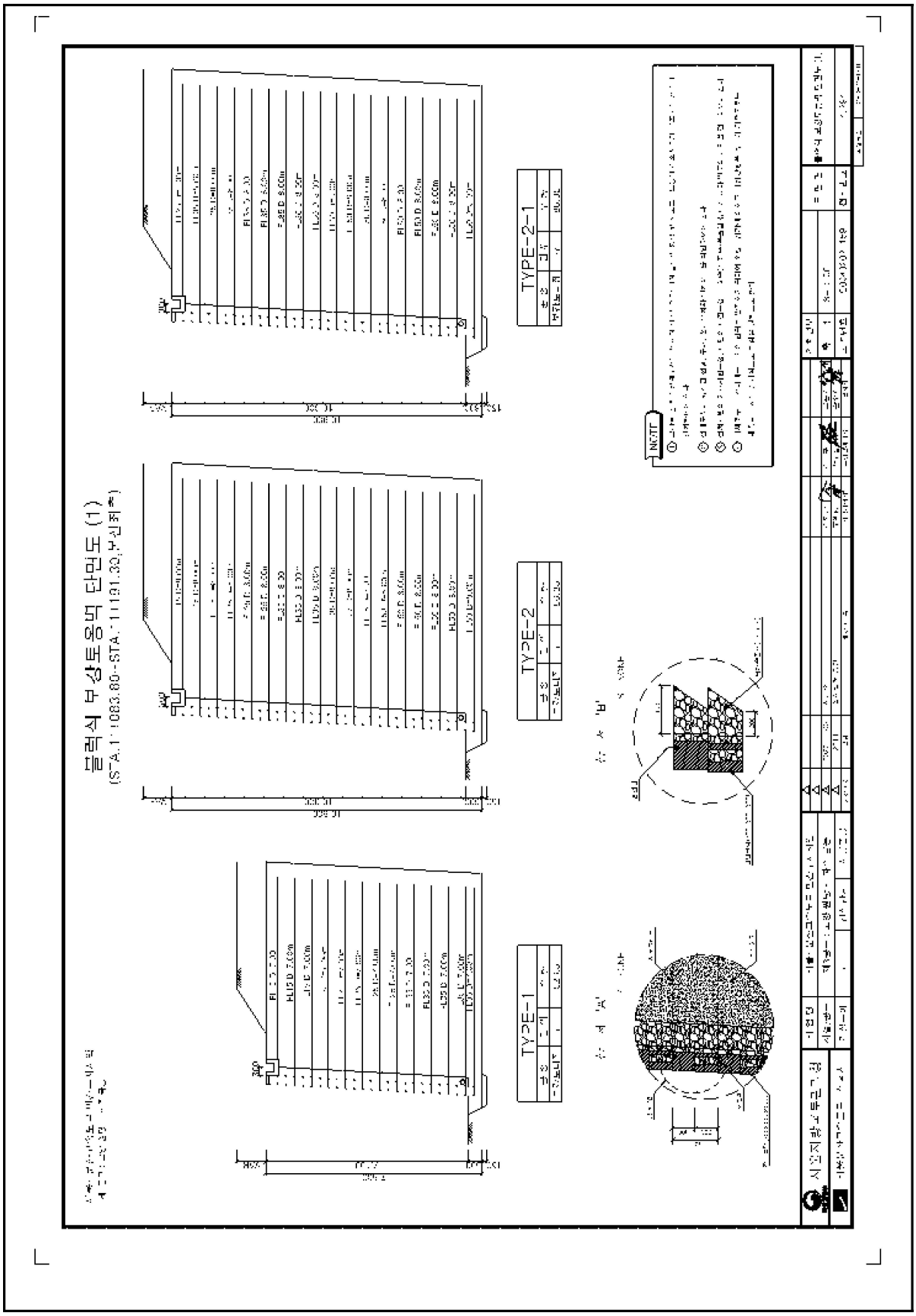
【그림 6.1.4】 종평면도



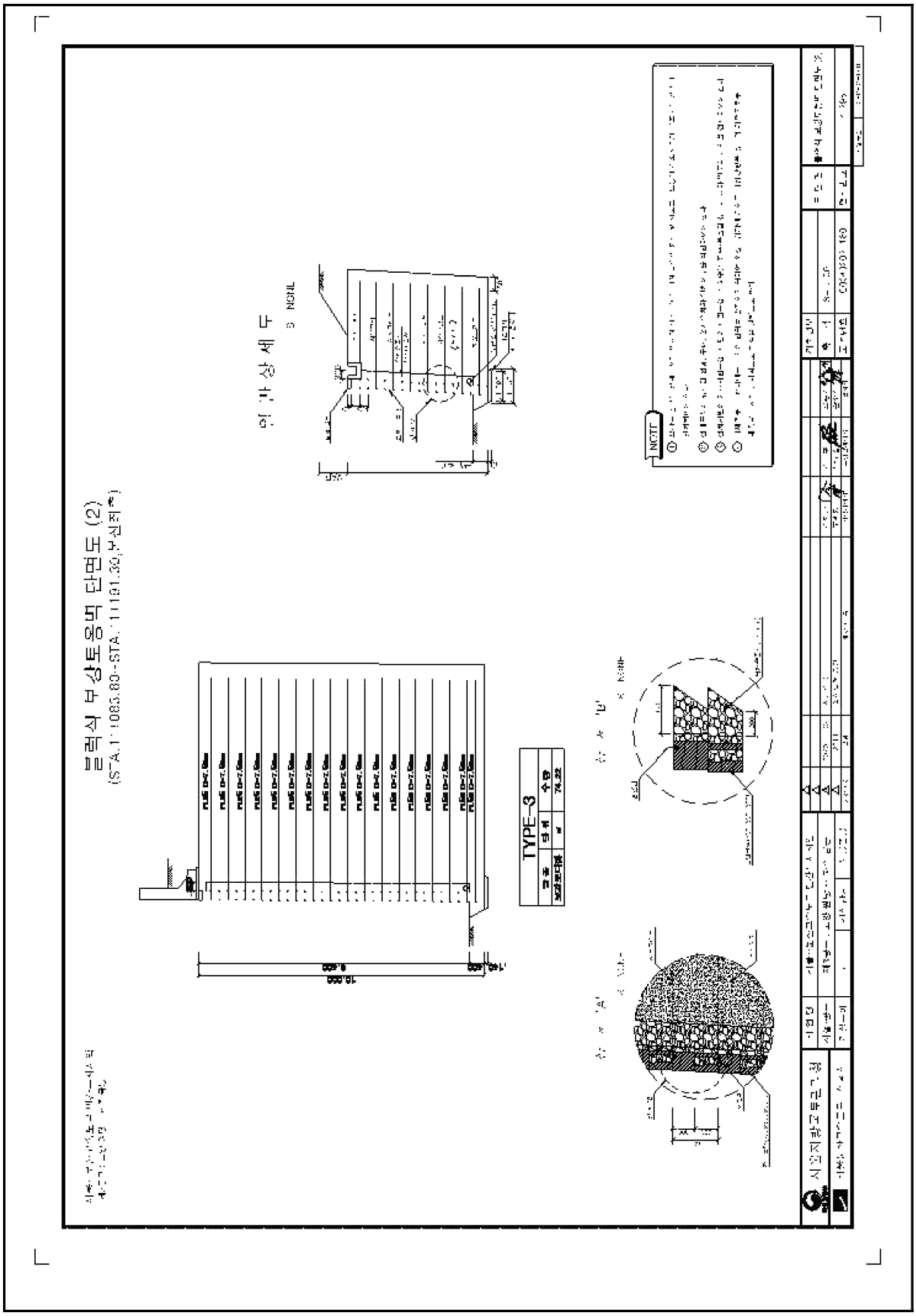
【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도



【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【그림 6.1.5】 전개도 및 단면도(계속)



【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 좌측

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

[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]
  - 보강재 설치길이 검토
    - 보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 7.560 < 8.000 O.K
    - 보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 8.000 O.K
  - SLIDING, FSsl :
    - FSsl = Rs / Pa(h) = 1200.345 / 774.186 = 1.550 > 1.500 O.K
  - OVERTURNING, FSot :
    - FSot = Mr / Mo = 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, FSbc :
    - FSbc = Qult / Qa = 2563.626 / 344.094 = 7.450 > 2.500 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[n]	L[n]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT		SLIDING
1	0.300	8.000	1.584 > 1.500 O.K	O.K	8.806 > 1.500	O.K	1.502 > 1.500 O.K
2	0.900	8.000	1.665 > 1.500 O.K	O.K	8.762 > 1.500	O.K	1.556 > 1.500 O.K
3	1.500	8.000	1.755 > 1.500 O.K	O.K	8.620 > 1.500	O.K	1.616 > 1.500 O.K
4	2.100	8.000	1.856 > 1.500 O.K	O.K	8.489 > 1.500	O.K	1.681 > 1.500 O.K
5	2.700	8.000	1.969 > 1.500 O.K	O.K	8.371 > 1.500	O.K	1.753 > 1.500 O.K
6	3.300	8.000	2.096 > 1.500 O.K	O.K	8.269 > 1.500	O.K	1.829 > 1.500 O.K
7	3.900	8.000	1.569 > 1.500 O.K	O.K	7.607 > 1.500	O.K	1.908 > 1.500 O.K
8	4.500	8.000	1.686 > 1.500 O.K	O.K	7.482 > 1.500	O.K	1.991 > 1.500 O.K
9	5.100	8.000	1.777 > 1.500 O.K	O.K	7.195 > 1.500	O.K	2.080 > 1.500 O.K
10	5.700	8.000	1.843 > 1.500 O.K	O.K	6.785 > 1.500	O.K	2.177 > 1.500 O.K
11	6.300	8.000	1.929 > 1.500 O.K	O.K	6.440 > 1.500	O.K	2.283 > 1.500 O.K
12	6.900	8.000	2.043 > 1.500 O.K	O.K	6.160 > 1.500	O.K	2.398 > 1.500 O.K
13	7.500	8.000	1.566 > 1.500 O.K	O.K	5.949 > 1.500	O.K	2.523 > 1.500 O.K
14	8.100	8.000	1.706 > 1.500 O.K	O.K	5.818 > 1.500	O.K	2.656 > 1.500 O.K
15	8.700	8.000	1.897 > 1.500 O.K	O.K	5.788 > 1.500	O.K	2.797 > 1.500 O.K
16	9.300	8.000	2.164 > 1.500 O.K	O.K	5.688 > 1.500	O.K	2.939 > 1.500 O.K
17	9.900	8.000	1.535 > 1.500 O.K	O.K	6.198 > 1.500	O.K	3.072 > 1.500 O.K
18	10.500	8.000	1.915 > 1.500 O.K	O.K	5.876 > 1.500	O.K	3.187 > 1.500 O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	1.584	1.500	OK	1.585	1.500	OK	2.790	1.500	OK	OK
2	0.900	1.665	1.500	OK	1.667	1.500	OK	2.933	1.500	OK	OK
3	1.500	1.755	1.500	OK	1.757	1.500	OK	3.092	1.500	OK	OK
4	2.100	1.856	1.500	OK	1.858	1.500	OK	3.270	1.500	OK	OK
5	2.700	1.969	1.500	OK	1.971	1.500	OK	3.469	1.500	OK	OK
6	3.300	2.096	1.500	OK	2.099	1.500	OK	3.693	1.500	OK	OK
7	3.900	1.569	1.500	OK	1.571	1.500	OK	2.764	1.500	OK	OK
8	4.500	1.686	1.500	OK	1.688	1.500	OK	2.970	1.500	OK	OK
9	5.100	1.777	1.500	OK	1.779	1.500	OK	3.131	1.500	OK	OK
10	5.700	1.843	1.500	OK	1.844	1.500	OK	3.246	1.500	OK	OK
11	6.300	1.929	1.500	OK	1.931	1.500	OK	3.399	1.500	OK	OK
12	6.900	2.043	1.500	OK	2.045	1.500	OK	3.599	1.500	OK	OK
13	7.500	1.566	1.500	OK	1.567	1.500	OK	2.758	1.500	OK	OK
14	8.100	1.706	1.500	OK	1.708	1.500	OK	3.006	1.500	OK	OK
15	8.700	1.897	1.500	OK	1.899	1.500	OK	3.342	1.500	OK	OK
16	9.300	2.164	1.500	OK	2.166	1.500	OK	3.813	1.500	OK	OK
17	9.900	1.535	1.500	OK	1.537	1.500	OK	2.705	1.500	OK	OK
18	10.500	1.915	1.500	OK	1.917	1.500	OK	3.373	1.500	OK	OK

1 페이지

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

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999.,'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/m³)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	16.000	28.000	17.944	0.000
기초지반 :	21.200	31.000		28.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]
- 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500
- 6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	γu :	23.000 kN/m³
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	10.100 m
근입깊이	Hemb	0.700 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	10.800 m
블록설치수		36 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	7.000 m
Broken slope angle	β'	17.944 Deg
	2 x H	21.600 m
	Case	4 Select

2 페이지

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

β'ext 17.944 Deg

β'int 25.000 Deg

[보강재 배치]

번호	높이	수직간격	길이	Rc[n]	b	Sh	제품 형태
1	0.300	0.300	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
2	0.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
3	1.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
4	2.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
5	2.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
6	3.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
7	3.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
8	4.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
9	5.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
10	5.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
11	6.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
12	6.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
13	7.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
14	8.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
15	8.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
16	9.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
17	9.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 15kN
18	10.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 15kN

[참고] Rc = b/Sh, 여기서, Rc : 보강재 면적비, b : 보강재의 폭, Sh : 보강재의 수평설치간격

[보강재 제원]

A. Ultimate Strength Criteria

번호	블록과 보강재의 상호관계					흙과 보강재 상호관계 (인발/직접활동 계수)			블록과 블록의 상호관계		
	연결강도			감소계수		비보강재	보강재포함		전단강도 계수		
	acs (kN/m)	λcs	acs(max) (kN/m)	CRs	CRu	Cds	Cds	Ci·α	au (kN/m)	λu	au(max) (kN/m)
1	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
2	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
3	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
4	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
5	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
6	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
7	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
8	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
9	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
10	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
11	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
12	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
13	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
14	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
15	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
16	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
17	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
18	-	-	-	0.910	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-

[비고] 흙과 보강재의 상호관계(인발저항과 직접활동) 계수
1. Cds : 보강토체의 직접활동계수
2. Ci : 인발에 대한 흙과 보강재의 상호 작용계수
3. Cds : 흙과 보강재의 직접활동계수

3 페이지

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(지진시)

[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 7.560 < 8.000 O.K

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

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / (PIR + Pa(h) + 0.5xΔPdyn(h)) = 1224.089 / 1052.461 = 1.163 > 1.100 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 10195.561 / 5596.745 = 1.822 > 1.500 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 1.831 / 8.000 = 0.229

e = 1.831 < L/4.000 = 8.000 / 4.000 = 2.000 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 2098.613 / 488.733 = 4.294 > 2.000 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[m]	L[m]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT		SLIDING
1	0.300	8.000	1.347 > 1.000 O.K	O.K	5.502 > 1.100	O.K	1.130 > 1.100 O.K
2	0.900	8.000	1.415 > 1.000 O.K	O.K	5.463 > 1.100	O.K	1.179 > 1.100 O.K
3	1.500	8.000	1.489 > 1.000 O.K	O.K	5.363 > 1.100	O.K	1.232 > 1.100 O.K
4	2.100	8.000	1.572 > 1.000 O.K	O.K	5.269 > 1.100	O.K	1.292 > 1.100 O.K
5	2.700	8.000	1.664 > 1.000 O.K	O.K	5.180 > 1.100	O.K	1.359 > 1.100 O.K
6	3.300	8.000	1.768 > 1.000 O.K	O.K	5.101 > 1.100	O.K	1.431 > 1.100 O.K
7	3.900	8.000	1.320 > 1.000 O.K	O.K	4.676 > 1.100	O.K	1.510 > 1.100 O.K
8	4.500	8.000	1.415 > 1.000 O.K	O.K	4.580 > 1.100	O.K	1.596 > 1.100 O.K
9	5.100	8.000	1.492 > 1.000 O.K	O.K	4.410 > 1.100	O.K	1.692 > 1.100 O.K
10	5.700	8.000	1.553 > 1.000 O.K	O.K	4.183 > 1.100	O.K	1.800 > 1.100 O.K
11	6.300	8.000	1.631 > 1.000 O.K	O.K	3.987 > 1.100	O.K	1.921 > 1.100 O.K
12	6.900	8.000	1.731 > 1.000 O.K	O.K	3.824 > 1.100	O.K	2.059 > 1.100 O.K
13	7.500	8.000	1.327 > 1.000 O.K	O.K	3.697 > 1.100	O.K	2.215 > 1.100 O.K
14	8.100	8.000	1.445 > 1.000 O.K	O.K	3.611 > 1.100	O.K	2.390 > 1.100 O.K
15	8.700	8.000	1.602 > 1.000 O.K	O.K	3.575 > 1.100	O.K	2.585 > 1.100 O.K
16	9.300	8.000	1.818 > 1.000 O.K	O.K	3.610 > 1.100	O.K	2.794 > 1.100 O.K
17	9.900	8.000	1.277 > 1.000 O.K	O.K	3.745 > 1.100	O.K	3.001 > 1.100 O.K
18	10.500	8.000	1.564 > 1.000 O.K	O.K	4.048 > 1.100	O.K	3.156 > 1.100 O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[m]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	1.347	1.125	OK	1.349	1.000	OK	1.743	1.000	OK	OK
2	0.900	1.415	1.125	OK	1.416	1.000	OK	1.829	1.000	OK	OK
3	1.500	1.489	1.125	OK	1.491	1.000	OK	1.924	1.000	OK	OK
4	2.100	1.572	1.125	OK	1.573	1.000	OK	2.029	1.000	OK	OK
5	2.700	1.664	1.125	OK	1.666	1.000	OK	2.147	1.000	OK	OK
6	3.300	1.768	1.125	OK	1.770	1.000	OK	2.278	1.000	OK	OK
7	3.900	1.320	1.125	OK	1.322	1.000	OK	1.699	1.000	OK	OK
8	4.500	1.415	1.125	OK	1.416	1.000	OK	1.818	1.000	OK	OK
9	5.100	1.492	1.125	OK	1.494	1.000	OK	1.919	1.000	OK	OK
10	5.700	1.553	1.125	OK	1.555	1.000	OK	2.001	1.000	OK	OK
11	6.300	1.631	1.125	OK	1.633	1.000	OK	2.104	1.000	OK	OK
12	6.900	1.731	1.125	OK	1.732	1.000	OK	2.234	1.000	OK	OK
13	7.500	1.327	1.125	OK	1.329	1.000	OK	1.714	1.000	OK	OK
14	8.100	1.445	1.125	OK	1.447	1.000	OK	1.866	1.000	OK	OK
15	8.700	1.602	1.125	OK	1.604	1.000	OK	2.066	1.000	OK	OK
16	9.300	1.818	1.125	OK	1.820	1.000	OK	2.338	1.000	OK	OK
17	9.900	1.277	1.125	OK	1.278	1.000	OK	1.634	1.000	OK	OK
18	10.500	1.564	1.125	OK	1.566	1.000	OK	1.986	1.000	OK	OK

1 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(지진시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999..'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/m³)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	18.000	28.000	17.944	0.000
기초지반 :	21.000	31.000		25.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블럭제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/m³
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	10.100 m
근입깊이	Hemb	0.700 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	10.800 m
블록설치수		36 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	7.000 m
Broken slope angle	β'	17.944 Deg
	2 x H	21.600 m
	Case	4 Select

2 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(지진시)

β'ext 17.944 Deg

β'int 25.000 Deg

[보강재 배치]

번호	높이	수직간격	길이	Rc[m]	b	Sh	제품 형태
1	0.300	0.300	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
2	0.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
3	1.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
4	2.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
5	2.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
6	3.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 50kN
7	3.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
8	4.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
9	5.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
10	5.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
11	6.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
12	6.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 35kN
13	7.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
14	8.100	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
15	8.700	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
16	9.300	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 25kN
17	9.900	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 15kN
18	10.500	0.600	8.000	0.20000	0.07000	0.35	Fold Lock 15kN

[참고] Rc = b/Sh, 여기서, Rc : 보강재 면적비, b : 보강재의 폭, Sh : 보강재의 수평설치간격

[보강재 제원]

A. Ultimate Strength Criteria

번호	블록과 보강재의 상호관계					흙과 보강재 상호관계 (인발/직접활동 계수)			블록과 블록의 상호관계		
	연결강도			감소계수		비보강재	보강재포함		전단강도 계수		
	acs (kN/m)	λcs	acs(max) (kN/m)	CRs	CRu	Cds	Cds	Ci*α	au (kN/m)	λu	au(max) (kN/m)
1	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
2	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
3	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
4	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
5	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
6	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
7	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
8	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
9	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
10	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
11	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
12	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
13	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
14	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
15	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
16	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
17	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-
18	-	-	-	0.728	0.910	1.00	0.76	0.80	-	-	-

[비고] 흙과 보강재의 상호관계(인발저항과 직접활동) 계수

1.Cds : 보강토체의 직접활동계수

2.Ci : 인발에 대한 흙과 보강재의 상호 작용계수

3.Cds : 흙과 보강재의 직접활동계수

3 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-1(지진시)

4. α : Scale Effect Correction Factor

5.CRu : 보강재와 블록의 파단에 대한 극한강도 감소계수

6.CRs : 보강재와 블록의 인발에 대한 극한강도 감소계수

B. Available Reinforcement Design Strength Determination : Tal

No	Product		Tal	Tult	RFd	RFid	RFcr	FScs
	제품	형태	(kN/m)	(kN/m)				
1	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
2	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
3	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
4	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
5	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
6	Fold Lock	50kN	73.79	142.86	1.10	1.10	1.60	1.50
7	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
8	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
9	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
10	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
11	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
12	Fold Lock	35kN	51.65	100.00	1.10	1.10	1.60	1.50
13	Fold Lock	25kN	36.90	71.43	1.10	1.10	1.60	1.50
14	Fold Lock	25kN	36.90	71.43	1.10	1.10	1.60	1.50
15	Fold Lock	25kN	36.90	71.43	1.10	1.10	1.60	1.50
16	Fold Lock	25kN	36.90	71.43	1.10	1.10	1.60	1.50
17	Fold Lock	15kN	22.14	42.86	1.10	1.10	1.60	1.50
18	Fold Lock	15kN	22.14	42.86	1.10	1.10	1.60	1.50

[Note] 블록식 보강토 옹벽에 대한 장기간 이용할 수 있는 인장강도(Tal)는 다음과 같다.

Tal = Tult / (RFd x RFid x RFcr)

여기서,

토목섬유 보강재의 극한인장강도(또는 항복인장강도) Tult kN/m

각 종 강도저하를 일으키는 감소계수

- 내구성에 대한 감소계수 RFd

(미생물, 화학약품, 산화, 가수분해 등에 의한 토목섬유의 강도손실)

- 설치시 발생되는 피해 및 손상에 대한 감소계수 RFid

- 크리프 감소계수 RFcr

(실내 크리프 시험에서 얻은 토목섬유의 크리프 한계강도에 대한 극한강도의 비)

불확실성에 대한 안전률 FScs

(구조물의 형상과 뒷채움의 특성, 보강재특성, 외부 작용하중 등의 불확실성 및 구조물의 중요도를 고려한 안전률)

[인발시험으로 부터 구한 수등저항재 안의 전단강도 정수]

번호	apr(kN/m)	λpr(°)	apr[max](kN/m)	Rcpr	Cpr	제품 형태
1	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
2	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
3	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
4	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
5	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
6	74.470	42.260	210.000	0.500	0.760	Fold Lock 50kN
7	111.650	15.540	170.000	0.500	0.760	Fold Lock 35kN
8	111.650	15.540	170.000	0.500	0.760	Fold Lock 35kN
9	111.650	15.540	170.000	0.500	0.760	Fold Lock 35kN
10	111.650	15.540	170.000	0.500	0.760	Fold Lock 35kN

4 페이지

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(상시)

[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]

• 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 5.880 < 6.300 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 6.300 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / Pa(h) = 747.431 / 482.460 = 1.549 > 1.500 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 4907.597 / 1777.437 = 2.761 > 2.000 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 0.732 / 6.300 = 0.116

e = 0.732 < L/6.000 = 6.300 / 6.000 = 1.050 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 2234.457 / 267.703 = 8.347 > 2.500 O.K

• 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[n]	L[n]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT		SLIDING
1	0.300	6.300	2.050 > 1.500 O.K	O.K	7.803 > 1.500	O.K	1.510 > 1.500 O.K
2	0.900	6.300	1.532 > 1.500 O.K	O.K	7.197 > 1.500	O.K	1.580 > 1.500 O.K
3	1.500	6.300	1.643 > 1.500 O.K	O.K	7.052 > 1.500	O.K	1.656 > 1.500 O.K
4	2.100	6.300	1.772 > 1.500 O.K	O.K	6.930 > 1.500	O.K	1.735 > 1.500 O.K
5	2.700	6.300	1.875 > 1.500 O.K	O.K	6.682 > 1.500	O.K	1.824 > 1.500 O.K
6	3.300	6.300	1.954 > 1.500 O.K	O.K	6.284 > 1.500	O.K	1.921 > 1.500 O.K
7	3.900	6.300	2.058 > 1.500 O.K	O.K	5.971 > 1.500	O.K	2.029 > 1.500 O.K
8	4.500	6.300	1.568 > 1.500 O.K	O.K	5.725 > 1.500	O.K	2.150 > 1.500 O.K
9	5.100	6.300	1.697 > 1.500 O.K	O.K	5.554 > 1.500	O.K	2.284 > 1.500 O.K
10	5.700	6.300	1.871 > 1.500 O.K	O.K	5.471 > 1.500	O.K	2.432 > 1.500 O.K
11	6.300	6.300	2.111 > 1.500 O.K	O.K	5.504 > 1.500	O.K	2.595 > 1.500 O.K
12	6.900	6.300	2.460 > 1.500 O.K	O.K	5.706 > 1.500	O.K	2.768 > 1.500 O.K
13	7.500	6.300	1.800 > 1.500 O.K	O.K	6.191 > 1.500	O.K	2.939 > 1.500 O.K
14	8.100	6.300	2.364 > 1.500 O.K	O.K	7.241 > 1.500	O.K	3.072 > 1.500 O.K

• 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	2.050	1.500	OK	2.052	1.500	OK	3.612	1.500	OK	OK
2	0.900	1.532	1.500	OK	1.534	1.500	OK	2.700	1.500	OK	OK
3	1.500	1.643	1.500	OK	1.645	1.500	OK	2.895	1.500	OK	OK
4	2.100	1.772	1.500	OK	1.774	1.500	OK	3.122	1.500	OK	OK
5	2.700	1.875	1.500	OK	1.877	1.500	OK	3.304	1.500	OK	OK
6	3.300	1.954	1.500	OK	1.956	1.500	OK	3.443	1.500	OK	OK
7	3.900	2.058	1.500	OK	2.060	1.500	OK	3.626	1.500	OK	OK
8	4.500	1.568	1.500	OK	1.569	1.500	OK	2.762	1.500	OK	OK
9	5.100	1.697	1.500	OK	1.699	1.500	OK	2.989	1.500	OK	OK
10	5.700	1.871	1.500	OK	1.872	1.500	OK	3.296	1.500	OK	OK
11	6.300	2.111	1.500	OK	2.113	1.500	OK	3.719	1.500	OK	OK
12	6.900	2.460	1.500	OK	2.462	1.500	OK	4.333	1.500	OK	OK
13	7.500	1.800	1.500	OK	1.802	1.500	OK	3.171	1.500	OK	OK
14	8.100	2.364	1.500	OK	2.366	1.500	OK	4.164	1.500	OK	OK

1 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(상시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999.,'

를 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/m³)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	18.000	28.000	19.635	0.000
기초지반 :	21.000	31.000		28.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/m³
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	7.900 m
근입깊이	Hemb	0.500 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	8.400 m
블록설치수		28 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	6.000 m
Broken slope angle	β'	19.635 Deg
	2 x H	16.800 m
	Case	4 Select
	β'ext	19.635 Deg
	β'int	25.000 Deg

[보강재 배치]

2 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(상시)

여기서,

Ps[h,n] = 0.5 x Ka(ext) x γr x (H − E[n] + h[n])² x cos(δe)

Pq[h,n] = (ql + qd) x Ka(ext) x (H − E[n] + h[n]) x cos(δe)

Pqe[h,n] = 외부작용하중(띠하중, 독립기초하중, 집중하중)

No.	H[n]	Live Pqe[h,n]				Dead Pqe[h,n]				Pqe[n]	cos(δe)	Pqe[h,n]
		S	I	P	Sum	S	I	P	Sum			
1	10.84	0.45	0.00	0.00	0.45	2.08	0.00	0.00	2.08	2.536	0.942	2.389
2	10.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.84	0.838	0.942	0.789
3	9.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
4	9.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
5	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
6	7.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
7	7.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
8	6.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
9	6.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
10	5.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
11	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
12	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
13	3.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000
14	3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.942	0.000

[비고] ql + qd = 0.000 + 0.000 = 0.000 kPa

Ka(ext) = 0.455

cos(δe) = cos(19.635) = 0.942

각 보강층에 대하여 내적활동파괴에 대한 안전율(FSsl[n])은 다음과 같이 계산된다.

FSsl[n] = (R's[n] + Vu[n]) / Pa[h,n] > 1.500 O.K

A. 입력된 데이타에 대한 검토 결과

No.	L[n]	R's[n]	Ww[n]	Vu[n]	R's[n]+Vu[n]	Ps[h,n]	Pq[h,n]	Pqe[h,n]	Pa[h,n]	FSsl[n]
1	6.30	688.438	39.498	0.000	688.438	453.640	0.000	2.389	456.029	1.510 > 1.500 O.K
2	6.30	642.765	39.498	0.000	642.765	405.971	0.000	0.789	406.760	1.580 > 1.500 O.K
3	6.30	597.577	39.498	0.000	597.577	360.947	0.000	0.000	360.947	1.656 > 1.500 O.K
4	6.30	552.871	39.498	0.000	552.871	318.569	0.000	0.000	318.569	1.735 > 1.500 O.K
5	6.30	508.492	39.330	0.000	508.492	278.836	0.000	0.000	278.836	1.824 > 1.500 O.K
6	6.30	464.439	35.190	0.000	464.439	241.748	0.000	0.000	241.748	1.921 > 1.500 O.K
7	6.30	420.712	31.050	0.000	420.712	207.307	0.000	0.000	207.307	2.029 > 1.500 O.K
8	6.30	377.312	26.910	0.000	377.312	175.510	0.000	0.000	175.510	2.150 > 1.500 O.K
9	6.30	334.239	22.770	0.000	334.239	146.360	0.000	0.000	146.360	2.284 > 1.500 O.K
10	6.30	291.492	18.630	0.000	291.492	119.854	0.000	0.000	119.854	2.432 > 1.500 O.K
11	6.30	249.072	14.490	0.000	249.072	95.995	0.000	0.000	95.995	2.595 > 1.500 O.K
12	6.30	206.978	10.350	0.000	206.978	74.781	0.000	0.000	74.781	2.768 > 1.500 O.K
13	6.30	165.211	6.210	0.000	165.211	56.212	0.000	0.000	56.212	2.939 > 1.500 O.K
14	6.30	123.771	2.070	0.000	123.771	40.289	0.000	0.000	40.289	3.072 > 1.500 O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안정계산]

연결강도 안정계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Tal[n]	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[s,n]	Tult[n]/Fg[s,n]	FScs	Result

11 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(상시)

1	0.300	35.990	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	59.676	2.050	1.500	OK
2	0.900	33.710	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	55.262	1.532	1.500	OK
3	1.500	31.430	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	60.845	1.643	1.500	OK
4	2.100	29.150	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	56.434	1.772	1.500	OK
5	2.700	27.541	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	53.320	1.875	1.500	OK
6	3.300	26.434	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	51.176	1.954	1.500	OK
7	3.900	25.098	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	48.590	2.058	1.500	OK
8	4.500	23.535	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	45.563	1.568	1.500	OK
9	5.100	21.743	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	42.095	1.697	1.500	OK
10	5.700	19.724	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	38.185	1.871	1.500	OK
11	6.300	17.476	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	33.834	2.111	1.500	OK
12	6.900	15.001	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	29.041	2.460	1.500	OK
13	7.500	12.297	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	23.807	1.800	1.500	OK
14	8.100	9.366	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	18.132	2.364	1.500	OK

Note. 1. Fg[s,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFid[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]xRFid[i]

2. Connection Break

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	CRu	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[p,n]	Tb[n]/Fg[p,n]	FScb	Result
1	0.300	35.990	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	63.342	2.052	1.500	OK
2	0.900	33.710	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	59.329	1.534	1.500	OK
3	1.500	31.430	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	55.316	1.645	1.500	OK
4	2.100	29.150	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	51.303	1.774	1.500	OK
5	2.700	27.541	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	48.473	1.877	1.500	OK
6	3.300	26.434	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	46.524	1.956	1.500	OK
7	3.900	25.098	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	44.173	2.060	1.500	OK
8	4.500	23.535	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	41.421	1.569	1.500	OK
9	5.100	21.743	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	38.268	1.699	1.500	OK
10	5.700	19.724	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	34.714	1.872	1.500	OK
11	6.300	17.476	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	30.758	2.113	1.500	OK
12	6.900	15.001	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	26.401	2.462	1.500	OK
13	7.500	12.297	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	21.643	1.802	1.500	OK
14	8.100	9.366	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	16.484	2.366	1.500	OK

Note. 1. Fg[p,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]

3. Tb[n] = Tult[n]xCRu

3. Connection Pullout

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[n]	Tult[n]	CRs	Tp[n]	Tp[n]/Fg[n]	FScp	Result
1	0.300	35.990	0.000	35.990	142.857	0.910	130.000	3.612	1.500	OK
2	0.900	33.710	0.000	33.710	100.000	0.910	91.000	2.700	1.500	OK
3	1.500	31.430	0.000	31.430	100.000	0.910	91.000	2.895	1.500	OK
4	2.100	29.150	0.000	29.150	100.000	0.910	91.000	3.122	1.500	OK
5	2.700	27.541	0.000	27.541	100.000	0.910	91.000	3.304	1.500	OK
6	3.300	26.434	0.000	26.434	100.000	0.910	91.000	3.443	1.500	OK
7	3.900	25.098	0.000	25.098	100.000	0.910	91.000	3.626	1.500	OK
8	4.500	23.535	0.000	23.535	71.429	0.910	65.000	2.762	1.500	OK
9	5.100	21.743	0.000	21.743	71.429	0.910	65.000	2.989	1.500	OK
10	5.700	19.724	0.000	19.724	71.429	0.910	65.000	3.296	1.500	OK
11	6.300	17.476	0.000	17.476	71.429	0.910	65.000	3.719	1.500	OK
12	6.900	15.001	0.000	15.001	71.429	0.910	65.000	4.333	1.500	OK
13	7.500	12.297	0.000	12.297	42.857	0.910	39.000	3.171	1.500	OK
14	8.100	9.366	0.000	9.366	42.857	0.910	39.000	4.164	1.500	OK

Note. 1. Tp[n] = CRs[n] x Tult[n] = PullOut ReductFactor x (acs[i] + Ww[i] x tanλcs ≤ acsMax[i])

12 페이지

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(지진시)

[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 5.880 < 6.300 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 6.300 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / (PIR + Pa(h) + 0.5xΔPdyn(h)) = 766.637 / 667.220 = 1.149 > 1.100 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 5085.442 / 2807.117 = 1.812 > 1.500 O.K

ECCENTRICITY, e :

e/L = 1.434 / 6.300 = 0.228

e = 1.434 < L/4.000 = 6.300 / 4.000 = 1.575 O.K

BEARING CAPACITY, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 1651.223 / 386.950 = 4.784 > 2.000 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[m]	L[m]	STRENGTH			SPACING	PULLOUT			SLIDING		
1	0.300	6.300	1.748	> 1.000	O.K	O.K	4.598	> 1.100	O.K	1.126	> 1.100	O.K
2	0.900	6.300	1.302	> 1.000	O.K	O.K	4.469	> 1.100	O.K	1.186	> 1.100	O.K
3	1.500	6.300	1.394	> 1.000	O.K	O.K	4.384	> 1.100	O.K	1.256	> 1.100	O.K
4	2.100	6.300	1.499	> 1.000	O.K	O.K	4.292	> 1.100	O.K	1.353	> 1.100	O.K
5	2.700	6.300	1.588	> 1.000	O.K	O.K	4.132	> 1.100	O.K	1.420	> 1.100	O.K
6	3.300	6.300	1.661	> 1.000	O.K	O.K	3.929	> 1.100	O.K	1.521	> 1.100	O.K
7	3.900	6.300	1.754	> 1.000	O.K	O.K	3.743	> 1.100	O.K	1.638	> 1.100	O.K
8	4.500	6.300	1.339	> 1.000	O.K	O.K	3.596	> 1.100	O.K	1.770	> 1.100	O.K
9	5.100	6.300	1.450	> 1.000	O.K	O.K	3.482	> 1.100	O.K	1.927	> 1.100	O.K
10	5.700	6.300	1.597	> 1.000	O.K	O.K	3.435	> 1.100	O.K	2.112	> 1.100	O.K
11	6.300	6.300	1.797	> 1.000	O.K	O.K	3.440	> 1.100	O.K	2.327	> 1.100	O.K
12	6.900	6.300	2.080	> 1.000	O.K	O.K	3.533	> 1.100	O.K	2.573	> 1.100	O.K
13	7.500	6.300	1.505	> 1.000	O.K	O.K	3.769	> 1.100	O.K	2.836	> 1.100	O.K
14	8.100	6.300	1.932	> 1.000	O.K	O.K	4.267	> 1.100	O.K	3.055	> 1.100	O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[m]	Reinforcement Strength				Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	1.748	1.125	OK		1.748	1.000	OK	2.259	1.000	OK	OK
2	0.900	1.302	1.125	OK		1.304	1.000	OK	1.884	1.000	OK	OK
3	1.500	1.394	1.125	OK		1.395	1.000	OK	1.900	1.000	OK	OK
4	2.100	1.499	1.125	OK		1.500	1.000	OK	1.934	1.000	OK	OK
5	2.700	1.588	1.125	OK		1.589	1.000	OK	2.049	1.000	OK	OK
6	3.300	1.661	1.125	OK		1.662	1.000	OK	2.147	1.000	OK	OK
7	3.900	1.754	1.125	OK		1.756	1.000	OK	2.271	1.000	OK	OK
8	4.500	1.339	1.125	OK		1.340	1.000	OK	1.735	1.000	OK	OK
9	5.100	1.450	1.125	OK		1.451	1.000	OK	1.879	1.000	OK	OK
10	5.700	1.597	1.125	OK		1.598	1.000	OK	2.069	1.000	OK	OK
11	6.300	1.797	1.125	OK		1.798	1.000	OK	2.326	1.000	OK	OK
12	6.900	2.080	1.125	OK		2.082	1.000	OK	2.693	1.000	OK	OK
13	7.500	1.505	1.125	OK		1.506	1.000	OK	1.931	1.000	OK	OK
14	8.100	1.932	1.125	OK		1.934	1.000	OK	2.454	1.000	OK	OK

1 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(지진시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999..'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/m³)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채흙재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
흙(배면토)지반 :	18.000	28.000	19.635	0.000
기초지반 :	21.000	31.000		28.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.900 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부지중재 포함)	γu :	23.000 kN/m³
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	7.900 m
근입깊이	Hemb	0.500 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	8.400 m
블록설치수		26 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	6.000 m
Broken slope angle	β'	19.635 Deg
	2 x H	16.800 m
	Case	4 Select
	β'ext	19.635 Deg
	β'int	25.000 Deg

[보강재 배치]

2 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(지진시)

9	6.30	5.10	126.191	16.435	0.000	14.125	4.20	337.061	150.750	1.927	> 1.100	O.K
10	6.30	5.70	84.475	11.032	0.000	9.455	3.43	229.381	129.486	2.112	> 1.100	O.K
11	6.30	6.30	51.102	6.656	0.000	5.720	2.67	150.215	101.822	2.327	> 1.100	O.K
12	6.30	6.90	26.073	3.396	0.000	2.918	1.91	207.561	77.754	2.573	> 1.100	O.K
13	6.30	7.50	9.398	1.222	0.000	1.051	1.14	166.421	57.289	2.836	> 1.100	O.K
14	6.30	8.10	1.043	0.136	0.000	0.117	0.38	123.794	40.409	3.055	> 1.100	O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안정계산]

연결강도 안정계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[m]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Tal[n]	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[s,n]	Tult[n]/Fg[s,n]	FScs	Result
1	0.300	35.990	10.044	142.86	73.79	1.936	1.210	51.832	1.746	1.125	OK
2	0.900	33.710	9.529	100.00	51.65	1.936	1.210	76.732	1.302	1.125	OK
3	1.500	31.430	9.014	100.00	51.65	1.936	1.210	71.755	1.394	1.125	OK
4	2.100	29.150	8.499	100.00	51.65	1.936	1.210	66.715	1.499	1.125	OK
5	2.700	27.541	7.984	100.00	51.65	1.936	1.210	62.981	1.588	1.125	OK
6	3.300	26.434	7.469	100.00	51.65	1.936	1.210	60.214	1.661	1.125	OK
7	3.900	25.098	6.954	100.00	51.65	1.936	1.210	57.005	1.754	1.125	OK
8	4.500	23.535	6.439	71.43	36.90	1.936	1.210	53.355	1.339	1.125	OK
9	5.100	21.743	5.924	71.43	36.90	1.936	1.210	49.263	1.450	1.125	OK
10	5.700	19.724	5.409	71.43	36.90	1.936	1.210	44.730	1.597	1.125	OK
11	6.300	17.476	4.894	71.43	36.90	1.936	1.210	39.755	1.797	1.125	OK
12	6.900	15.001	4.379	71.43	36.90	1.936	1.210	34.340	2.080	1.125	OK
13	7.500	12.297	3.864	42.86	22.14	1.936	1.210	28.483	1.505	1.125	OK
14	8.100	9.366	3.349	42.86	22.14	1.936	1.210	22.184	1.932	1.125	OK

Note. 1. Fg[s,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]xRFd[i]

2. Connection Break

No.	E[m]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	CRu	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[p,n]	Tb[n]/Fg[p,n]	FScb	Result
1	0.300	35.990	10.044	142.86	0.910	1.760	1.100	74.391	1.748	1.000	OK
2	0.900	33.710	9.529	100.00	0.910	1.760	1.100	69.811	1.304	1.000	OK
3	1.500	31.430	9.014	100.00	0.910	1.760	1.100	65.232	1.395	1.000	OK
4	2.100	29.150	8.499	100.00	0.910	1.760	1.100	60.653	1.500	1.000	OK
5	2.700	27.541	7.984	100.00	0.910	1.760	1.100	57.255	1.589	1.000	OK
6	3.300	26.434	7.469	100.00	0.910	1.760	1.100	54.740	1.662	1.000	OK
7	3.900	25.098	6.954	100.00	0.910	1.760	1.100	51.823	1.756	1.000	OK
8	4.500	23.535	6.439	71.43	0.910	1.760	1.100	48.504	1.340	1.000	OK
9	5.100	21.743	5.924	71.43	0.910	1.760	1.100	44.785	1.451	1.000	OK
10	5.700	19.724	5.409	71.43	0.910	1.760	1.100	40.664	1.598	1.000	OK
11	6.300	17.476	4.894	71.43	0.910	1.760	1.100	36.142	1.798	1.000	OK
12	6.900	15.001	4.379	71.43	0.910	1.760	1.100	31.218	2.082	1.000	OK
13	7.500	12.297	3.864	42.86	0.910	1.760	1.100	25.893	1.506	1.000	OK
14	8.100	9.366	3.349	42.86	0.910	1.760	1.100	20.167	1.934	1.000	OK

Note. 1. Fg[p,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]

3. Tb[n] = Tult[n]xCRu

3. Connection Pullout

13 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-2(지진시)

No.	E[m]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[n]	Tult[n]	CRs	Tp[n]	Tp[n]/Fg[n]	FScp	Result
1	0.300	35.990	10.044	46.034	142.857	0.728	104.000	2.259	1.000	OK
2	0.900	33.710	9.529	43.239	100.000	0.728	72.800	1.684	1.000	OK
3	1.500	31.430	9.014	40.444	100.000	0.728	72.800	1.800	1.000	OK
4	2.100	29.150	8.499	37.649	100.000	0.728	72.800	1.934	1.000	OK
5	2.700	27.541	7.984	35.525	100.000	0.728	72.800	2.049	1.000	OK
6	3.300	26.434	7.469	33.903	100.000	0.728	72.800	2.147	1.000	OK
7	3.900	25.098	6.954	32.053	100.000	0.728	72.800	2.271	1.000	OK
8	4.500	23.535	6.439	29.974	71.429	0.728	52.000	1.735	1.000	OK
9	5.100	21.743	5.924	27.667	71.429	0.728	52.000	1.879	1.000	OK
10	5.700	19.724	5.409	25.133	71.429	0.728	52.000	2.069	1.000	OK
11	6.300	17.476	4.894	22.370	71.429	0.728	52.000	2.326	1.000	OK
12	6.900	15.001	4.379	19.380	71.429	0.728	52.000	2.683	1.000	OK
13	7.500	12.297	3.864	16.161	42.857	0.728	31.200	1.931	1.000	OK
14	8.100	9.366	3.349	12.715	42.857	0.728	31.200	2.454	1.000	OK

Note. 1. Tp[n] = CRs[n] x Tult[n] = PullOut ReductFactor x (acs[i] + Ww[i] x tanλcs ≤acsMax[i])

2. CRs[n] = Tp[n]/Tult[n]

4. Result for connection

No.	E[m]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	1.746	1.125	OK	1.748	1.000	OK	2.259	1.000	OK	OK
2	0.900	1.302	1.125	OK	1.304	1.000	OK	1.884	1.000	OK	OK
3	1.500	1.394	1.125	OK	1.395	1.000	OK	1.900	1.000	OK	OK
4	2.100	1.499	1.125	OK	1.500	1.000	OK	1.934	1.000	OK	OK
5	2.700	1.588	1.125	OK	1.589	1.000	OK	2.049	1.000	OK	OK
6	3.300	1.661	1.125	OK	1.662	1.000	OK	2.147	1.000	OK	OK
7	3.900	1.754	1.125	OK	1.756	1.000	OK	2.271	1.000	OK	OK
8	4.500	1.339	1.125	OK	1.340	1.000	OK	1.735	1.000	OK	OK
9	5.100	1.450	1.125	OK	1.451	1.000	OK	1.879	1.000	OK	OK
10	5.700	1.597	1.125	OK	1.598	1.000	OK	2.069	1.000	OK	OK
11	6.300	1.797	1.125	OK	1.798	1.000	OK	2.326	1.000	OK	OK
12	6.900	2.080	1.125	OK	2.082	1.000	OK	2.683	1.000	OK	OK
13	7.500	1.505	1.125	OK	1.506	1.000	OK	1.931	1.000	OK	OK
14	8.100	1.932	1.125	OK	1.934	1.000	OK	2.454	1.000	OK	OK

14 페이지

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(상시)

[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 권장설치길이 L : 0.700 x H m = 6.510 < 7.600 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 7.600 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / Pa(h) = 959.785 / 633.866 = 1.514 > 1.500 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 8078.662 / 2649.420 = 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, FSbc :

FSbc = Qult / Qa = 1056.148 / 285.985 = 3.693 > 2.500 O.K

* 내적안정 검토[Internal Stability]

No.	E[n]	L[n]	STRENGTH	SPACING	PULLOUT		SLIDING
1	0.300	7.600	2.444 > 1.500 O.K	O.K	11.717 > 1.500	O.K	1.559 > 1.500 O.K
2	0.600	7.600	2.553 > 1.500 O.K	O.K	11.895 > 1.500	O.K	1.590 > 1.500 O.K
3	1.200	7.600	2.019 > 1.500 O.K	O.K	8.765 > 1.500	O.K	1.654 > 1.500 O.K
4	1.800	7.600	1.507 > 1.500 O.K	O.K	8.135 > 1.500	O.K	1.721 > 1.500 O.K
5	2.400	7.600	1.615 > 1.500 O.K	O.K	8.005 > 1.500	O.K	1.793 > 1.500 O.K
6	3.000	7.600	1.739 > 1.500 O.K	O.K	7.892 > 1.500	O.K	1.871 > 1.500 O.K
7	3.600	7.600	1.837 > 1.500 O.K	O.K	7.612 > 1.500	O.K	1.958 > 1.500 O.K
8	4.200	7.600	1.911 > 1.500 O.K	O.K	7.201 > 1.500	O.K	2.048 > 1.500 O.K
9	4.800	7.600	2.008 > 1.500 O.K	O.K	6.800 > 1.500	O.K	2.150 > 1.500 O.K
10	5.400	7.600	1.525 > 1.500 O.K	O.K	6.590 > 1.500	O.K	2.260 > 1.500 O.K
11	6.000	7.600	1.645 > 1.500 O.K	O.K	6.398 > 1.500	O.K	2.381 > 1.500 O.K
12	6.600	7.600	1.805 > 1.500 O.K	O.K	6.298 > 1.500	O.K	2.511 > 1.500 O.K
13	7.200	7.600	2.025 > 1.500 O.K	O.K	6.315 > 1.500	O.K	2.649 > 1.500 O.K
14	7.800	7.600	2.340 > 1.500 O.K	O.K	6.501 > 1.500	O.K	2.790 > 1.500 O.K
15	8.400	7.600	1.691 > 1.500 O.K	O.K	6.958 > 1.500	O.K	2.924 > 1.500 O.K
16	9.000	7.600	2.173 > 1.500 O.K	O.K	7.933 > 1.500	O.K	3.022 > 1.500 O.K

* 연결강도 검토[Connection Stability]

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	2.444	1.500	OK	2.447	1.500	OK	4.306	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	2.656	1.500	OK	OK
5	2.400	1.615	1.500	OK	1.616	1.500	OK	2.845	1.500	OK	OK
6	3.000	1.739	1.500	OK	1.740	1.500	OK	3.063	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	3.366	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	2.687	1.500	OK	OK
11	6.000	1.645	1.500	OK	1.647	1.500	OK	2.898	1.500	OK	OK
12	6.600	1.805	1.500	OK	1.807	1.500	OK	3.181	1.500	OK	OK
13	7.200	2.025	1.500	OK	2.027	1.500	OK	3.568	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	2.979	1.500	OK	OK
16	9.000	2.173	1.500	OK	2.175	1.500	OK	3.828	1.500	OK	OK

1 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(상시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999..'

을 기본으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/m³)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채움재 :	19.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	18.000	28.000	20.599	0.000
기초지반 :	19.000	28.000		3.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이터]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/m³
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	8.800 m
근입깊이	Hemb	0.500 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	9.300 m
블록설치수		31 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	R	7.000 m
Broken slope angle	β'	20.599 Deg
	2 x H	18.600 m
	Case	4 Select
	β'ext	20.599 Deg
	β'int	25.000 Deg

2 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(상시)

6	7.60	694.541	39.496	0.000	694.541	371.285	0.000	0.000	371.285	1.871 > 1.500 O.K
7	7.60	641.020	39.330	0.000	641.020	327.784	0.000	0.000	327.784	1.958 > 1.500 O.K
8	7.60	587.866	35.190	0.000	587.866	286.992	0.000	0.000	286.992	2.048 > 1.500 O.K
9	7.60	535.079	31.050	0.000	535.079	248.910	0.000	0.000	248.910	2.150 > 1.500 O.K
10	7.60	482.660	26.910	0.000	482.660	213.538	0.000	0.000	213.538	2.260 > 1.500 O.K
11	7.60	430.609	22.770	0.000	430.609	180.875	0.000	0.000	180.875	2.381 > 1.500 O.K
12	7.60	378.925	18.630	0.000	378.925	150.922	0.000	0.000	150.922	2.511 > 1.500 O.K
13	7.60	327.609	14.490	0.000	327.609	123.678	0.000	0.000	123.678	2.649 > 1.500 O.K
14	7.60	276.660	10.350	0.000	276.660	99.144	0.000	0.000	99.144	2.790 > 1.500 O.K
15	7.60	226.079	6.210	0.000	226.079	77.319	0.000	0.000	77.319	2.924 > 1.500 O.K
16	7.60	175.866	2.070	0.000	175.866	58.204	0.000	0.000	58.204	3.022 > 1.500 O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안정계산]

연결강도 안정계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Tal[n]	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[s,n]	Tult[n]/Fg[s,n]	FScs	Result
1	0.300	30.190	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	58.447	2.444	1.500	OK
2	0.600	28.907	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	55.964	2.553	1.500	OK
3	1.200	36.548	0.000	142.86	73.79	1.936	0.000	70.756	2.019	1.500	OK
4	1.800	34.268	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	66.342	1.507	1.500	OK
5	2.400	31.988	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	61.928	1.615	1.500	OK
6	3.000	29.708	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	57.514	1.739	1.500	OK
7	3.600	28.113	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	54.428	1.837	1.500	OK
8	4.200	27.034	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	52.338	1.911	1.500	OK
9	4.800	25.726	0.000	100.00	51.65	1.936	0.000	49.806	2.008	1.500	OK
10	5.400	24.191	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	46.833	1.525	1.500	OK
11	6.000	22.427	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	43.419	1.645	1.500	OK
12	6.600	20.435	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	39.563	1.805	1.500	OK
13	7.200	18.216	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	35.266	2.025	1.500	OK
14	7.800	15.768	0.000	71.43	36.90	1.936	0.000	30.527	2.340	1.500	OK
15	8.400	13.093	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	25.347	1.691	1.500	OK
16	9.000	10.189	0.000	42.86	22.14	1.936	0.000	19.726	2.173	1.500	OK

Note. 1. Fg[s,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFid[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]xRFid[i]

2. Connection Break

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	CRu	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fg[p,n]	Tb[n]/Fg[p,n]	FScb	Result
1	0.300	30.190	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	53.134	2.447	1.500	OK
2	0.600	28.907	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	50.876	2.555	1.500	OK
3	1.200	36.548	0.000	142.86	0.910	1.760	0.000	64.324	2.021	1.500	OK
4	1.800	34.268	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	60.311	1.509	1.500	OK
5	2.400	31.988	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	56.298	1.616	1.500	OK
6	3.000	29.708	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	52.286	1.740	1.500	OK
7	3.600	28.113	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	49.480	1.839	1.500	OK
8	4.200	27.034	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	47.580	1.913	1.500	OK
9	4.800	25.726	0.000	100.00	0.910	1.760	0.000	45.278	2.010	1.500	OK
10	5.400	24.191	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	42.575	1.527	1.500	OK
11	6.000	22.427	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	39.472	1.647	1.500	OK
12	6.600	20.435	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	35.966	1.807	1.500	OK
13	7.200	18.216	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	32.060	2.027	1.500	OK
14	7.800	15.768	0.000	71.43	0.910	1.760	0.000	27.752	2.342	1.500	OK
15	8.400	13.093	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	23.043	1.692	1.500	OK
16	9.000	10.189	0.000	42.86	0.910	1.760	0.000	17.933	2.175	1.500	OK

Note. 1. Fg[p,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

12 페이지

STA.11+092.30~STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(상시)

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]

3. Tb[n] = Tult[n]xCRu

3. Connection Pullout

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[n]	Tult[n]	CRs	Tp[n]	Tp[n]/Fg[n]	FScp	Result
1	0.300	30.190	0.000	30.190	142.857	0.910	130.000	4.306	1.500	OK
2	0.600	28.907	0.000	28.907	142.857	0.910	130.000	4.497	1.500	OK
3	1.200	36.548	0.000	36.548	142.857	0.910	130.000	3.557	1.500	OK
4	1.800	34.268	0.000	34.268	100.000	0.910	91.000	2.656	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	3.063	1.500	OK
7	3.600	28.113	0.000	28.113	100.000	0.910	91.000	3.237	1.500	OK
8	4.200	27.034	0.000	27.034	100.000	0.910	91.000	3.366	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	71.429	0.910	65.000	2.687	1.500	OK
11	6.000	22.427	0.000	22.427	71.429	0.910	65.000	2.898	1.500	OK
12	6.600	20.435	0.000	20.435	71.429	0.910	65.000	3.181	1.500	OK
13	7.200	18.216	0.000	18.216	71.429	0.910	65.000	3.568	1.500	OK
14	7.800	15.768	0.000	15.768	71.429	0.910	65.000	4.122	1.500	OK
15	8.400	13.093	0.000	13.093	42.857	0.910	39.000	2.979	1.500	OK
16	9.000	10.189	0.000	10.189	42.857	0.910	39.000	3.828	1.500	OK

Note. 1. Tp[n] = CRs[n] x Tult[n] = PullOut ReductFactor x (acs[i] + Ww[i] x tanλcs ≤ acsMax[i])

2. CRs[n] = Tp[n]/Tult[n]

4. Result for connection

No.	E[n]	Reinforcement Strength			Connection Break			Connection Pullout			Result
1	0.300	2.444	1.500	OK	2.447	1.500	OK	4.306	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	2.656	1.500	OK	OK
5	2.400	1.615	1.500	OK	1.616	1.500	OK	2.845	1.500	OK	OK
6	3.000	1.739	1.500	OK	1.740	1.500	OK	3.063	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	3.366	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	2.687	1.500	OK	OK
11	6.000	1.645	1.500	OK	1.647	1.500	OK	2.898	1.500	OK	OK
12	6.600	1.805	1.500	OK	1.807	1.500	OK	3.181	1.500	OK	OK
13	7.200	2.025	1.500	OK	2.027	1.500	OK	3.568	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	2.979	1.500	OK	OK
16	9.000	2.173	1.500	OK	2.175	1.500	OK	3.828	1.500	OK	OK

13 페이지

구조계산서 및 안전검토서

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(지진시)

[Reinforced Soil SRW Example Calculation Result Summary]

* 외적안정 검토[External Stability]

보강재 설치길이 검토

보강재 관장설치길이 L : 0.700 x H m = 6.510 < 7.600 O.K

보강재 최소설치길이(Lmin) : 2.500 m < 7.600 O.K

SLIDING, FSsl :

FSsl = Rs / (PIR + Pa(h) + 0.5xΔPdyn(h)) = 986.309 / 876.766 = 1.122 > 1.100 O.K

OVERTURNING, FSot :

FSot = Mr / Mo = 8373.761 / 4177.611 = 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 = Quit / Qa = 813.030 / 391.275 = 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	O.K	7.022 > 1.100	O.K	1.160 > 1.100	O.K
2	0.600	7.600	2.099 > 1.000	O.K	O.K	7.089 > 1.100	O.K	1.188 > 1.100	O.K
3	1.200	7.600	1.735 > 1.000	O.K	O.K	5.556 > 1.100	O.K	1.247 > 1.100	O.K
4	1.800	7.600	1.292 > 1.000	O.K	O.K	5.137 > 1.100	O.K	1.311 > 1.100	O.K
5	2.400	7.600	1.380 > 1.000	O.K	O.K	5.033 > 1.100	O.K	1.392 > 1.100	O.K
6	3.000	7.600	1.481 > 1.000	O.K	O.K	4.939 > 1.100	O.K	1.482 > 1.100	O.K
7	3.600	7.600	1.564 > 1.000	O.K	O.K	4.761 > 1.100	O.K	1.552 > 1.100	O.K
8	4.200	7.600	1.631 > 1.000	O.K	O.K	4.521 > 1.100	O.K	1.653 > 1.100	O.K
9	4.800	7.600	1.717 > 1.000	O.K	O.K	4.317 > 1.100	O.K	1.758 > 1.100	O.K
10	5.400	7.600	1.305 > 1.000	O.K	O.K	4.149 > 1.100	O.K	1.900 > 1.100	O.K
11	6.000	7.600	1.408 > 1.000	O.K	O.K	4.022 > 1.100	O.K	2.050 > 1.100	O.K
12	6.600	7.600	1.538 > 1.000	O.K	O.K	3.942 > 1.100	O.K	2.222 > 1.100	O.K
13	7.200	7.600	1.716 > 1.000	O.K	O.K	3.922 > 1.100	O.K	2.416 > 1.100	O.K
14	7.800	7.600	1.965 > 1.000	O.K	O.K	3.954 > 1.100	O.K	2.629 > 1.100	O.K
15	8.400	7.600	1.398 > 1.000	O.K	O.K	4.170 > 1.100	O.K	2.843 > 1.100	O.K
16	9.000	7.600	1.749 > 1.000	O.K	O.K	4.573 > 1.100	O.K	3.009 > 1.100	O.K

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(지진시)

[블록식 보강토옹벽 구조검토 계산 결과]

설계에 필요한 입력데이타 :

블록식 보강토옹벽 구조검토에 적용된 기준은 'Demonstration Project82 Reinforced Soil Structures MSEW Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999.,'

를 기준으로 하여 작성됨.

[지층물성치 데이타]

	단위중량 (kN/㎥)	내부마찰각 (φ)	벽면마찰각 (δ)	점착력 (kPa)
뒤채흙재 :	18.000	30.000	0.000	0.000
원(배면토)지반 :	18.000	28.000	20.599	0.000
기초지반 :	19.000	28.000		3.000
배수재 :	19.000	30.000		0.000

[깊이에 따른 Kr/Ka값 데이타]

* 상단에서 6.000 m 까지 : Kr/Ka = 1.500

6.000 m 이하부분 : Kr/Ka = 1.000

[블록제원]

기본형 블록 단위높이	Hu :	0.300 m
마무리 블록 단위높이	Hcu :	0.100 m
기본형 블록 단위폭	Wu :	0.300 m
블록 단위중량(내부채움재 포함)	ru :	23.000 kN/㎥
블록전면으로부터 블록 무게중심까지의 거리	Gu :	0.150 m
블록의 연직전면으로부터 블록조립시 발생되는 기울기	ω :	3.000 Deg

[보강토옹벽 제원]

설치높이(지표면 상부 노출된 부분)	H'	8.800 m
근입깊이	Hemb	0.500 m
전체높이(H = H' + Hemb)	H	9.300 m
블록설치수		31 Ea
옹벽최상부에서 수평지반에 대한 배면경사각	β	25.000 Deg
경사높이	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

1 페이지

2 페이지

* 연결강도 검토[Connection Stability]

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	2.099	1.125	OK	2.101	1.000	OK	2.672	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	1.292	1.125	OK	1.293	1.000	OK	1.677	1.000	OK	OK
5	2.400	1.380	1.125	OK	1.381	1.000	OK	1.789	1.000	OK	OK
6	3.000	1.481	1.125	OK	1.482	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	1.631	1.125	OK	1.633	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	1.408	1.125	OK	1.407	1.000	OK	1.822	1.000	OK	OK
12	6.600	1.538	1.125	OK	1.540	1.000	OK	1.991	1.000	OK	OK
13	7.200	1.716	1.125	OK	1.718	1.000	OK	2.216	1.000	OK	OK
14	7.800	1.965	1.125	OK	1.967	1.000	OK	2.526	1.000	OK	OK
15	8.400	1.398	1.125	OK	1.400	1.000	OK	1.765	1.000	OK	OK
16	9.000	1.749	1.125	OK	1.751	1.000	OK	2.207	1.000	OK	OK

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(지진시)

4	7.60	820.519	39.496	0.000	820.519	466.416	0.000	0.000	466.416
5	7.60	763.524	39.496	0.000	763.524	417.456	0.000	0.000	417.456
6	7.60	707.124	39.496	0.000	707.124	371.285	0.000	0.000	371.285
7	7.60	651.320	39.330	0.000	651.320	327.784	0.000	0.000	327.784
8	7.60	595.111	35.190	0.000	595.111	285.992	0.000	0.000	285.992
9	7.60	541.499	31.050	0.000	541.499	248.910	0.000	0.000	248.910
10	7.60	487.482	26.910	0.000	487.482	213.538	0.000	0.000	213.538
11	7.60	434.061	22.770	0.000	434.061	180.875	0.000	0.000	180.875
12	7.60	381.235	18.630	0.000	381.236	150.922	0.000	0.000	150.922
13	7.60	329.007	14.490	0.000	329.007	123.678	0.000	0.000	123.678
14	7.60	277.374	10.350	0.000	277.374	99.144	0.000	0.000	99.144
15	7.60	226.336	6.210	0.000	226.336	77.319	0.000	0.000	77.319
16	7.60	175.894	2.070	0.000	175.894	58.204	0.000	0.000	58.204

No.	L[n]	E[n]	W'i[n]	W'B[n]	PIR[n]	H[n]	R's[n]+Wu[n]	Pae[n,n]	FSsli[n]
1	7.60	0.30	938.610	122.245	0.000	105.060	11.45	966.213	727.762	1.160 > 1.100 O.K
2	7.60	0.60	877.079	114.231	0.000	96.172	11.07	936.602	690.002	1.188 > 1.100 O.K
3	7.60	1.20	750.274	99.018	0.000	85.098	10.30	876.191	619.115	1.247 > 1.100 O.K
4	7.60	1.80	651.813	84.892	0.000	72.958	9.54	820.519	562.735	1.311 > 1.100 O.K
5	7.60	2.40	551.694	71.853	0.000	61.752	8.78	763.524	490.554	1.392 > 1.100 O.K
6	7.60	3.00	459.919	59.920	0.000	51.479	8.01	707.124	432.190	1.482 > 1.100 O.K
7	7.60	3.60	376.487	49.034	0.000	42.141	7.25	651.320	377.640	1.552 > 1.100 O.K
8	7.60	4.20	301.399	39.254	0.000	33.736	6.49	595.111	326.935	1.653 > 1.100 O.K
9	7.60	4.80	234.653	30.561	0.000	26.255	5.72	541.499	279.984	1.758 > 1.100 O.K
10	7.60	5.40	176.250	22.955	0.000	19.728	4.96	487.482	236.878	1.900 > 1.100 O.K
11	7.60	6.00	126.191	16.438	0.000	14.125	4.20	434.061	197.586	2.050 > 1.100 O.K
12	7.60	6.60	84.479	11.000	0.000	9.455	3.43	381.236	162.108	2.222 > 1.100 O.K
13	7.60	7.20	51.102	6.656	0.000	5.720	2.67	329.007	130.445	2.416 > 1.100 O.K
14	7.60	7.80	26.073	3.396	0.000	2.918	1.91	277.374	102.597	2.629 > 1.100 O.K
15	7.60	8.40	9.385	1.222	0.000	1.051	1.14	226.336	78.562	2.843 > 1.100 O.K
16	7.60	9.00	1.043	0.135	0.000	0.117	0.38	175.894	58.343	3.009 > 1.100 O.K

[블록식 보강토옹벽의 연결강도 안정계산]

연결강도 안정계산

1. Reinforcement Strength

No.	E[n]	Fg[sta.n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	Tat[n]	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fp[s,n]	Tult[n]/Fg[s,n]	FScs	Result
1	0.300	30.190	10.225	142.86	73.79	1.936	1.210	70.819	2.017	1.125	OK
2	0.600	28.907	10.009	142.86	73.79	1.936	1.210	68.075	2.099	1.125	OK
3	1.200	26.548	9.576	142.86	73.79	1.936	1.210	62.343	1.735	1.125	OK
4	1.800	34.265	9.143	100.00	51.65	1.936	1.210	77.405	1.292	1.125	OK
5	2.400	31.998	8.711	100.00	51.65	1.936	1.210	72.468	1.380	1.125	OK
6	3.000	29.708	8.278	100.00	51.65	1.936	1.210	67.530	1.481	1.125	OK
7	3.600	28.113	7.845	100.00	51.65	1.936	1.210	63.920	1.564	1.125	OK
8	4.200	27.034	7.412	100.00	51.65	1.936	1.210	61.307	1.631	1.125	OK
9	4.800	25.726	6.980	100.00	51.65	1.936	1.210	58.251	1.717	1.125	OK
10	5.400	24.191	6.547	71.43	36.90	1.936	1.210	54.755	1.305	1.125	OK
11	6.000	22.427	6.114	71.43	36.90	1.936	1.210	50.817	1.406	1.125	OK
12	6.600	20.435	5.682	71.43	36.90	1.936	1.210	46.438	1.538	1.125	OK
13	7.200	18.216	5.249	71.43	36.90	1.936	1.210	41.617	1.716	1.125	OK
14	7.800	15.768	4.815	71.43	36.90	1.936	1.210	36.355	1.965	1.125	OK
15	8.400	13.093	4.383	42.86	22.14	1.936	1.210	30.651	1.398	1.125	OK
16	9.000	10.189	3.951	42.86	22.14	1.936	1.210	24.505	1.749	1.125	OK

Note. 1. Fg[s,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFid[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]xRFid[i]

2. Connection Break

13 페이지

STA.11+092.30-STA.11+193.10 본선 좌측 TYPE-3(지진시)

No.	E[n]	Fg[sta.n]	Fg[dyn,n]	Tult[n]	CRu	Fs[sta,n]	Fs[dyn,n]	Fp[s,n]	Tb[n]/Fg[p,n]	FScb	Result
1	0.300	30.190	10.225	142.86	0.910	1.760	1.100	64.381	2.019	1.000	OK
2	0.600	28.907	10.009	142.86	0.910	1.760	1.100	61.886	2.101	1.000	OK
3	1.200	26.548	9.576	142.86	0.910	1.760	1.100	56.848	1.737	1.000	OK
4	1.800	34.265	9.143	100.00	0.910	1.760	1.100	70.359	1.293	1.000	OK
5	2.400	31.998	8.711	100.00	0.910	1.760	1.100	65.880	1.381	1.000	OK
6	3.000	29.708	8.278	100.00	0.910	1.760	1.100	61.391	1.482	1.000	OK
7	3.600	28.113	7.845	100.00	0.910	1.760	1.100	58.109	1.566	1.000	OK
8	4.200	27.034	7.412	100.00	0.910	1.760	1.100	55.733	1.633	1.000	OK
9	4.800	25.726	6.980	100.00	0.910	1.760	1.100	52.956	1.718	1.000	OK
10	5.400	24.191	6.547	71.43	0.910	1.760	1.100	49.777	1.306	1.000	OK
11	6.000	22.427	6.114	71.43	0.910	1.760	1.100	46.197	1.407	1.000	OK
12	6.600	20.435	5.682	71.43	0.910	1.760	1.100	42.216	1.540	1.000	OK
13	7.200	18.216	5.249	71.43	0.910	1.760	1.100	37.833	1.718	1.000	OK
14	7.800	15.768	4.816	71.43	0.910	1.760	1.100	33.050	1.967	1.000	OK
15	8.400	13.093	4.383	42.86	0.910	1.760	1.100	27.865	1.400	1.000	OK
16	9.000	10.189	3.951	42.86	0.910	1.760	1.100	22.278	1.751	1.000	OK

Note. 1. Fp[p,n] = Fg[sta,n]xFs[sta,n] + Fg[dyn,n]xFs[dyn,n]

2. Fs[sta,n] = RFd[i]xRFcr[i]

Fs[dyn,n] = RFd[i]

3. Tb[n] = Tult[n]xCRu

3. Connection Pullout

No.	E[n]	Fg[sta,n]	Fg[dyn,n]	Fg[n]	Tult[n]	CRs	Tp[n]	Tp[n]/Fg[n]	FScp	Result
1	0.300	30.190	10.225	40.415	142.857	0.728	104.000	2.573	1.000	OK
2	0.600	28.907	10.009	38.916	142.857	0.728	104.000	2.672	1.000	OK
3	1.200	26.548	9.576	46.124	142.857	0.728	104.000	2.255	1.000	OK
4	1.800	34.265	9.143	43.411	100.000	0.728	72.800	1.677	1.000	OK
5	2.400	31.998	8.711	40.698	100.000	0.728	72.800	1.789	1.000	OK
6	3.000	29.708	8.278	37.986	100.000	0.728	72.800	1.917	1.000	OK
7	3.600	28.113	7.845	35.999	100.000	0.728	72.800	2.025	1.000	OK
8	4.200	27.034	7.412	34.446	100.000	0.728	72.800	2.113	1.000	OK
9	4.800	25.726	6.980	32.706	100.000	0.728	72.800	2.226	1.000	OK
10	5.400	24.191	6.547	30.738	71.429	0.728	52.000	1.692	1.000	OK
11	6.000	22.427	6.114	28.541	71.429	0.728	52.000	1.822	1.000	OK
12	6.600	20.435	5.682	26.117	71.429	0.728	52.000	1.991	1.000	OK
13	7.200	18.216	5.249	23.465	71.429	0.728	52.000	2.216	1.000	OK
14	7.800	15.768	4.816	20.584	71.429	0.728	52.000	2.526	1.000	OK
15	8.400	13.093	4.383	17.476	42.857	0.728	31.200	1.785	1.000	OK
16	9.000	10.189	3.951	14.140	42.857	0.728	31.200	2.207	1.000	OK

Note. 1. Tp[n] = CRs[n] x Tult[n] = Pullout ReductFactor x [acs[i] + Ww[i] x tanλcs ≤acsMax[i]]

2. CRs[n] = Tp[n]/Tult[n]

4. Result for connection

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	2.099	1.125	OK	2.101	1.000	OK	2.672	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	1.292	1.125	OK	1.293	1.000	OK	1.677	1.000	OK	OK
5	2.400	1.380	1.125	OK	1.381	1.000	OK	1.789	1.000	OK	OK
6	3.000	1.481	1.125	OK	1.482	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	1.631	1.125	OK	1.633	1.000	OK	2.113	1.000	OK	OK
9	4.800	1.717	1.125	OK	1.718	1.000	OK	2.226	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	1.408	1.125	OK	1.407	1.000	OK	1.822	1.000	OK	OK
12	6.600	1.538	1.125	OK	1.540	1.000	OK	1.991	1.000	OK	OK
13	7.200	1.716	1.125	OK	1.718	1.000	OK	2.216	1.000	OK	OK

14 페이지

구조계산서 및 안전검토서

제 1 장 보강토옹벽 구조물 설계

1.1 설계개요

기본방향	•주거지역, 인근 도로 및 토공계획이 곤란한 민원예상구간에 기타구조물 계획 •옹벽 형식은 지반조건, 경제성 및 시공성 분석을 통한 현지여건에 적합한 형식 선정 •주변 환경성 미관 및 안정성에 유리한 옹벽형식 선정

1.1.1 보강토옹벽 형식 검토

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

구 분		블럭식 보강토 옹벽	판넬식 보강토 옹벽	일반 콘크리트 옹벽
개 요 도				
시공성	높이	•1~15m (계단형)	•3~30m	•2~8m
	구성	•콘크리트 블록 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트 전면판 •보강재 및 기타부속 •뒷채움 토공 및 다짐	•콘크리트, 철근, 거푸집, 비계 등 가설재로 구성 •배수공, 뒷채움 다짐
	공기	•기성품으로 동절기 공사가능	•기성품으로 동절기 공사가능	•동절기 공사에 어려움
	미관	•자연석 문양 외관수려 •다양한 색상 옹벽축조	•조립식 Precast Con'c 이므로 형상이 정확	•현장타설로 표면이 거칠 •조형미가 없음
안정성		•부등침하, 지진등 내구성이 강함 (지반, 배면토변위에 적응력우수)	•전면배수로 수압에 조절에 의해 안정성확보, 전면판 변형 미비	•배수공 막힘 현상에 따른 수압 증가로 옹벽 안정성 저하우려
선 정		◉	-	◉
검토 결과		•지역여건을 고려하여 미관이 우수한 블럭식 보강토 옹벽 선정 •배면 여유부지 미확보 및 옹벽 높이가 높지 않은 구간은 일반 콘크리트 옹벽 선정		

1.1.2 보강토옹벽 설계기준

구 분		설계기준 및 해석방법	적용 설계기준	
적용 시방서		•French Standard NF P94-220, A 05-252 •도로교 설계기준 (건설교통부, 2000)	외적안정	•저면활동 : Fs = 1.5 •전 도 : Fs = 2.0 •지 지 력 : Fs = 2.5 •전체활동 : Fs = 1.5
참 고 문 헌		•TAI Design Guide A-01/05, A-15/16 •도로설계편람(III) (건설교통부, 2000) •도로설계실무편람 (한국도로공사, 1996)		
적용 설계법		•내적/외적안정 – 한계상태 설계법 •전체안정 – 허용응력 설계법	내적안정	•보강재인발 : Fs = 1.5 •보강재파단 : Fs = 1.0
적용 토압	상 시	•Coulomb 토압		
	지진시	•Mononobe-Okabe 토압		

1.2 보강토옹벽 안정성 검토

1.2.1 보강토옹벽 안정성 검토

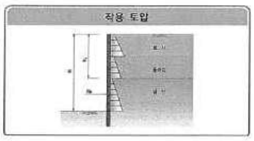
○외적 안정성 검토

▮ 옹벽에 작용하는 토압

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

여기서,
K_a : Coulomb주동토압계수
H : 옹벽의 높이
φ : 쌓기재의 내부 마찰각

작용 토압



▮ 활동에(Sliding) 대한 안정

•보강토체와 지반 사이에서 발생하는 활동력과 이에 대한 저항력에 근거하여 안정검토

$$F_s = \frac{\Sigma \text{수평저항력}}{\Sigma \text{수평활동력}} = \frac{(V_1 + V_2 + F_V)\tan\delta + C_a B}{F_H}$$

여기서, δ : 옹벽저판과 지지지반 사이 마찰각
Ca : 옹벽저판과 지지지반 사이 부착력

보강토 옹벽의 활동(Slinding)

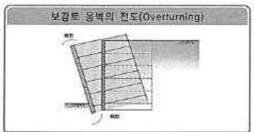
▮ 전도에(Overturning) 대한 안정

•전면판을 포함한 보강토체가 옹벽선단을 중심으로 회전하려는 모멘트와 이에 대해 저항하려는 모멘트에 근거한 안정검토

$$F_s = \frac{\Sigma \text{저항모멘트}}{\Sigma \text{전도모멘트}}$$

여기서,
Ms : 저항 모멘트, My : 전도 모멘트

보강토 옹벽의 전도(Overturning)



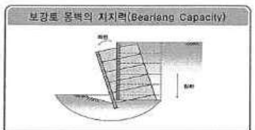
▮ 지지력에(Bearing Capacity)에 대한 안정

•보강토 옹벽의 자중 및 토압으로 인한 수직응력과 지반의 허용지지력과의 관계에 근거한 안정검토

$$\sigma_v \le q_a = \frac{q_{ult}}{Fs}$$

여기서,
σ_v : 옹벽저면의 수직응력
q_a : 기초지반의 허용지지력
q_{ult} : 기초지반의 극한지지력

보강토 옹벽의 지지력(Beariang Capacity)

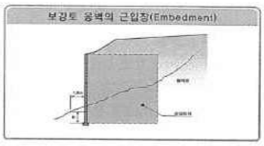


▮ 근입장에 (Embedment) 대한 안정

•적용조건
– 단단한 지반 : 최소근입장 없음
– 일반 지반조건 : 최소 근입장 Dm ≥ 40cm
벽체 전면지반의 경사에 따라 다름
•검토식 – NF P 94-220

벽체 전면지반 경사	Dmin / qref ≥ Dm
수평	1.5×10^{-2}
3H : 1V	3.0×10^{-2}
2H : 1V	4.5×10^{-2}
3H : 2V	6.5×10^{-2}

보강토 옹벽의 근입장(Embedment)



○내적 안정성 검토

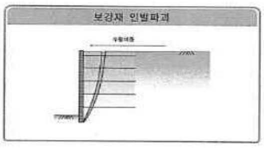
▮ 인발저항 (Pull out)

•각 보강재에 유발되는 인장력에 대해 보강재의 유효 길이에 따른 인발저항력에 근거하여 안정검토

$$\frac{T_f}{T_m} > 1, T_f = \frac{2b\alpha f^* \times L_a \times \sigma_v}{(F_s)f}$$

여기서,
Tf : 보강재의 인발저항 능력
Tm : 발생최대 인장력
La : 보강재의 유효길이(인장파괴선 외측)
b : 보강재 폭, f* : 마찰계수

보강재 인발파괴



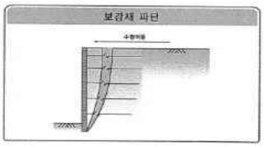
▮ 보강재 파단 (Strip rupture)

•보강재에 유발되는 인장력에 대한 보강재가 견딜 수 있는 최대허용인장력에 근거한 안정검토

$$\frac{T_f}{T_m} > 1, T_y = \frac{R_0}{(F_s)f} \times \frac{e_0 - e_S}{e_0}$$

여기서,
Tm : 최대인장력
Ty : 보강재의 허용인장강도
R0 : 파단강도

보강재 파단



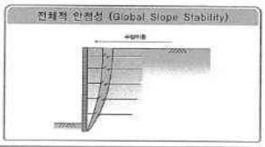
▮ 보강토 옹벽의 전체 안정성 검토

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

$$F_{sm} = \frac{M_r}{M_d}$$

여기서,
Md : 보강토 옹벽에 불안정을 유발하는 Driving모멘트
My : Driving모멘트에 대한 저항 모멘트

전체적 안정성 (Global Slope Stability)



1.2.2 보강토옹벽 안정성 검토결과

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

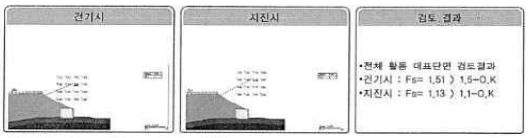
구분	구 간 Sta.	높이(m)	내적안정 인장파단 (>1.0)	내적안정 인발파괴 (>1.5)	외적안정 활동 (>1.5)	외적안정 전도 (>2.0)	외적안정 지지력 (>2.5)
1	STA.10+170.60~STA.10+230.00 : 우측	7.00	1.52	6.89	1.50	3.71	5.64
2	STA.10+180.00~STA.10+270.00 : 좌측	5.80	1.53	5.86	1.51	3.42	4.87
3	STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측	6.40	1.57	6.26	1.57	3.42	4.40
4	STA.10+503.10~STA.10+571.10 : 좌측	10.90	1.53	5.06	1.51	2.92	3.22
5	STA.11+079.10~STA.11+200.00 : 우측	8.80	1.51	5.92	1.51	3.60	5.69
6	STA.11+092.30~STA.11+193.10 : 좌측	10.90	1.51	5.47	1.51	2.73	3.69
7	STA.11+220.00~STA.11+267.80 : 좌측	6.70	1.53	6.02	1.51	3.81	5.77
8	STA.11+310.00~STA.11+350.00 : 좌측	5.20	1.73	6.74	1.51	3.73	5.71
9	STA.13+790.00~STA.13+900.40 : 우측	12.40	1.53	3.55	1.66	2.83	2.64
10	STA.13+855.50~STA.13+891.00 : 좌측	7.60	1.53	4.40	1.70	2.87	3.20
11	STA.13+953.20~STA.14+032.00 : 우측	14.50	1.51	5.01	1.66	3.00	3.21
12	STA.14+123.30~STA.14+219.10 : 좌측	15.10	1.50	4.97	1.69	3.03	3.22
13	STA.15+529.00~STA.15+557.60 : 우측	5.20	1.59	3.16	5.82	1.65	5.46
14	STA.16+310.00~STA.16+370.00 : 좌측	6.10	1.55	4.98	1.57	2.99	3.47
15	STA.16+772.90~STA.16+856.50 : 우측	7.60	1.54	5.44	1.61	3.41	3.46
16	STA.16+888.50~STA.16+930.00 : 좌측	7.00	1.56	5.58	1.61	3.11	3.57
17	STA.18+195.70~STA.18+234.00 : 우측	9.40	1.52	4.56	1.58	2.96	3.33
18	STA.0+052.30~STA.0+140.00 : 좌측	9.10	1.55	3.47	1.73	3.00	2.59
19	STA.0+052.30~STA.0+120.00 : 우측	9.70	1.52	3.53	1.75	3.03	2.60
20	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 좌측	6.70	1.55	4.37	1.92	3.37	3.28
21	STA.0+000.00~STA.0+009.50 : 우측	7.90	1.54	4.57	1.66	3.00	3.21
22	STA.0+083.10~STA.0+130.50 : 우측	3.10	1.62	3.57	1.71	3.06	2.91
23	원당3교	7.60	1.62	3.62	1.76	2.80	4.26
24	원당4교	7.60	1.62	3.63	1.70	2.89	2.63
25	원당5교	10.90	1.53	3.69	1.74	2.95	2.66

구조계산서 및 안전검토서

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

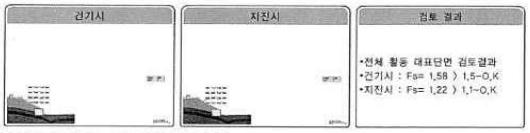
구분	구 간 Sta.	높이(m)	전체 안정성 건기시 (>1.5)	전체 안정성 지진시 (>1.1)	비고
1	STA.10+170.60~STA.10+230.00 : 우측	7.00	1.51	1.13	O.K
2	STA.10+180.00~STA.10+270.00 : 좌측	5.80	1.50	1.11	O.K
3	STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측	8.40	1.61	1.23	O.K
4	STA.10+503.10~STA.10+571.10 : 좌측	10.90	1.51	1.13	O.K
5	STA.11+079.10~STA.11+200.00 : 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	1.76	1.36	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	원당3교	7.60	1.85	1.48	O.K
24	원당4교	7.60	1.85	1.44	O.K
25	원당5교	10.90	1.64	1.28	O.K

○ STA.10+170.60~STA.10+230.00 : 우측

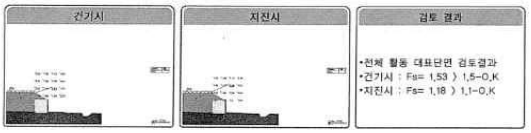


○ STA.10+455.50~STA.10+468.30 : 좌측

○ STA.11+310.00~STA.11+350.00 : 좌측



○ STA.18+195.70~STA.18+234.00 : 우측



1.2.3 보강토옹벽 뒷채움재 검토

- 보강토 구조물의 건설에 이용되는 뒷채움재는 이론적으로 흙과 보강재 사이의 마찰효과에 의하여 쌓기재체의 전단특성이 개량된다고 할 수 있음
- 국내에서는 뒤채움재료에 대하여 상세하게 명기된 시방 및 규정은 없으며, 국내외 각 기관의 시방기준을 참조하여, 토취장 쌓기재료의 적합성 여부를 검토한 후 설계에 적용

○ 국내 뒤채움재 선정기준

구 분	입도분포 체크기		통과백분율(%)	비 고
국립건설시험 연구소 (1983)	254mm (10 in) 101.6mm (4 in) 74μ m (No 200체)		최대입경 100 ~ 75 0 ~ 15	내부마찰각 25° 이상
도로설계 실무편람 (1996)	102mm (4 in) 0.425mm 74μ m (No 200체)		100 0 ~ 60 0 ~ 15	–
	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	–
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하
구조물 기초설계기준 (2003)	100mm 0.425mm 0.075mm		100 0 ~ 60 0 ~ 15	–
	예외규정 (No. 200통과량 15% 이상인 경우)	0.015mm	10% 이하	–
		0.015mm	10 ~ 20%	내부마찰각 25° 이상, 소성지수(PI) 6이하

■ 뒤채움 재료로서 갖추어야 할 조건 : 도로설계 표준편람, 1996, 구조물 기초설계기준, 2003

최대입경	입경100mm 이상의 함유율	입경 0.074mm 이하의 함유율	비 고
250mm	5% 이하	25% 이하	•세립분이 적당하게 혼합되어 있어서 다짐효과를 발휘할 수 있어야 함

○ 품질기준 설정

구 분	기준 1	기준 2	비 고
입 도	•최대입경 : 254mm •5mm 통과량 : 20 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 15% 이하	•최대입경 : 254mm •100mm 통과량 : 75 ~ 100% •0.08mm 통과량 : 25% 이하	•기준 1재료를 사용하되 기준 1재료를 현장 부근 에서 구할 수 없을 때 기준 적용
내부마찰각	25° 이상	25° 이상	
소성지수(PI)	PI < 6	PI < 6	

○ 다짐장비에 의한 시공 시 횡토압 검토

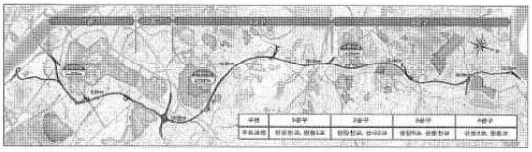
- 국내·외 연구사례를 분석을 통하여 Duncan(ASCE, 1993)에 의하여 제시된 방법을 활용하여 시공 중 다짐장비에 의하여 발생되는 추가토압을 고려하여 시공 중 안정성 분석 수행
- 국내 · 외 연구사례를 검토하여 Duncan(ASCE,1993)이 제안한 방법에 의하여 100kN의 진동로울러 장비를 사용한 경우 최대 횡토압은 43.6kPa으로 산정
- 연구사례와 시공사례를 토대로 검토한 결과, 다짐장비와 옹벽 벽체사이의 거리를 1.0m이상으로 할 경우 옹벽에 미치는 횡토압의 영향은 적은 것으로 분석

지반조사 보고서

제 2 장 공구별 지층현황

2.1 시추조사 현황

2.1.1 시추조사 위치



○ 터널구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
문봉터널	BH-179	566,046.5	184,306.2	65.5	문봉터널	BH-180	566,008.2	184,289.1	73.8

○ 교량구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
원당4교	BH-146	564,069.00	187,073.20	34	사리현IC R-A교	BH-162	565,480.80	185,916.60	36.3
원당5교	BH-147	564,094.00	187,076.30	30.5		BH-163-3	565,665.97	185909.88	33.3
	BH-150-1	564,477.00	186,970.10	25.8	사리현 1교	BH-163	565,494.97	185,884.39	36.3
	BH-150-2	564,500.60	186,976.80	25.7	사리현교	BH-169	565,692.60	185,274.40	54.2
	BH-151-1	564,581.50	186,906.80	26.0	문봉교	BH-181	566,106.50	184,188.90	43.5
	BH-151-2	564,603.40	186,909.50	26.0		BH-183	566,077.00	184,135.00	50.0
	BH-151-3	564,643.80	186,901.90	26.0		BH-184	566,119.40	184,151.40	47.4
	BH-152	564,605.70	186,871.90	25.9	문봉1교	BH-185-1	566,283.80	183,850.80	41.5
	BH-152-1	564,718.70	186,804.10	26.2	문봉육교	BH-186	566,494.00	183,562.00	57.9
	BH-153	564,759.40	186,791.80	26.3		BH-187	566,461.00	183,539.00	53.9
	BH-154	564,772.60	186,761.10	26.3	장진천교	BH-189-1	566,924.50	183,010.30	22.5
	BH-154-1	564,799.80	186,757.70	26.3	성석1교	BH-191	567,081.50	182,860.10	22.3
	BH-154-2	564,827.50	186,720.00	27.3		BH-191-1	567,100.20	182,852.70	26.8
	BH-155	564,851.00	186,692.20	27.2	성석2교	BH-192-2	567,454.80	182,597.30	28.7
원당6교	BH-156-1	564,986.00	186,597.80	27.8	성석육교	BH-192-1	567,665.20	182,489.30	48.9
	BH-157	565,010.10	186,575.90	29.9	성석3교	BH-195	568,214.20	182,256.10	36.4

(계속)

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
성석3교	BH-196	568,255.00	182,245.00	37.7	장진천교	BH-222-2	571,064.22	182,048.56	7.9
성석4교	BH-198	568,334.30	182,224.20	39.8	대원교	BH-223-1	571,179.00	182,005.88	8.6
	BH-198-1	568,353.30	182,218.30	38.4	내원2교	BH-224	571,419.00	181,881.00	12.3
설문IC	BH-201	568,863.10	182,134.80	51.2		BH-225	571,628.60	181,818.20	7.9
설문IC R-A교	BH-206	568,999.00	181,400.70	17.8		BH-226	571,662.00	181,807.50	8.4
	BH-207	569,006.80	181,432.40	18.1	공릉천교	BH-227	571,693.90	181,798.50	3.9
설문육교	BH-208-2	569,000.70	181,859.60	37.4		BH-229	571,795.80	181,766.60	5.2
설문1교	BH-212	569,587.00	182,122.10	24.0		BH-230	571,848.40	181,750.50	7.5
	BH-213	569,622.90	182,121.30	22.5	금촌IC교	BH-233	572,340.00	181,621.10	7.1
설문2교	BH-218-1	570,795.20	182,063.60	12.1		BH-234	572,378.30	181,603.30	7.2
장진천 2교	BH-219	570,934.20	182,036.70	10.0		BH-235	572,457.00	181,570.70	9.8
	BH-219-1	570,949.60	182,018.60	10.5	금촌1교	BH-235-1	572,445.40	181,603.00	9.9
	BH-221	571,020.50	182,010.00	6.5		BH-235-2	572,484.40	181,566.50	10.4
	BH-222	571,063.60	181,996.80	11.5	–	–	–	–	–

○ 깎기구간

구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
깎기구간	BH-160	565,303.2	186,013.5	50.5	깎기구간	BH-198-2	568,528.3	182,178.7	51.1
	BH-161	565,378.1	186,079.7	55.4		BH-199	568,695.0	182,121.0	61.1
	BH-166	565,774.7	185,737.0	57.1		BH-202	568,875.1	182,009.9	58.3
	BH-167	565,754.3	185,617.2	61.2		BH-214	569,765.0	182,095.0	36.4
	BH-170	565,760.0	185,075.0	69.5		BH-216	570,142.0	182,107.0	31.9
	BH-188	566,626.0	183,380.0	54.2		–	–	–	–

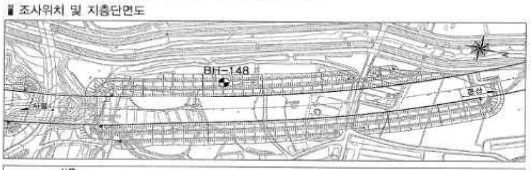
○ 쌓기구간

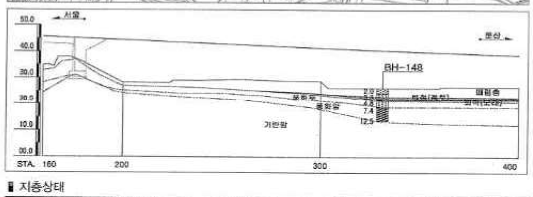
구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)	구분	공번	좌표 X	좌표 Y	표고 (EL.m)
쌓기구간	BH-163-1	565,578.0	185,923.1	33.0	쌓기구간	BH-208	569,078.7	181,698.5	24.1
	BH-164	565,599.8	185,853.1	37.8		BH-208-1	569,010.9	181,657.3	22.5
	BH-165	565,599.9	185,590.0	46.3		BH-209-1	569,022.7	182,091.4	34.8
	BH-171	565,816.8	185,466.7	42.6		BH-210	569,160.0	182,124.0	29.9
	BH-185	566,219.0	183,928.0	38.2		BH-211	569,402.0	182,141.0	21.3
	BH-189	566,846.0	183,109.0	27.1		BH-215	569,919.6	182,119.2	17.2
	BH-192	567,333.0	182,669.2	25.6		BH-217	570,409.5	182,104.2	16.0
	BH-193	567,989.9	182,345.6	38.1		–	–	–	–

2.1.5 쌓기구간

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

■ 조사위치 및 지층단면도





■ 지층상태

구 분		출현심도(m)	층 후(m)	구성성분	N값 및 TCR/RQD
매립층	점토	0.0	2.0	모래질 자갈	33/30
퇴적층	점토	3.3	1.5	실트질 점토	3/30
	모래	2.0	1.3	실트질 모래	5/30~6/30
풍화토		4.8	2.6	실트질 모래	15/30~36/30
풍화암		7.4	5.1	실트질 모래	50/8~50/4

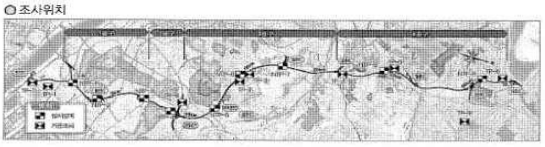
구 분		지 층 개 요
매립층	점토	• 최상부층으로 지표하 0.0m에서 2.0m 층후로 분포하여 모래질 자갈로 구성 • 습윤하여 표준관입시험 결과 조밀한 상대밀도
퇴적층	점토	• 지표하 3.3m에서 1.5m 층후로 분포하여 실트질 점토로 구성 • 습윤하여 표준관입시험 결과 연약한 연경도
	모래	• 지표하 2.0m에서 1.3m 층후로 분포하여 실트질 모래로 구성 • 표준관입시험 결과 느슨한 상대밀도
풍화토		• 기반암의 상부풍화대로 지표하 4.8m에서 2.6m 층후로 분포 • 표준관입시험 결과 보통조밀~조밀한 상대밀도
풍화암		• 기반암의 하부풍화대로 지표하 7.4m에서 5.1m 이상의 층후로 분포하며 • 굴진시 담회색의 일반적인 실트질 모래로 분해

2.2 시험굴조사 및 핸드오거보링

2.2.1 시험굴조사

계 요 • 지층의 구성 상태 및 성토 재료로서의 적합 여부와 다짐 특성 파악

○ 조사위치



○ 기존조사 자료

구 분		심 도 (GL. -m)	구성성분	불교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	불교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	L값
1공구	TP-1	1.8	풍화암	18.70	19.70	17.02	17.97	0.912
3공구	TP-2	1.5	풍화암	18.42	19.54	16.04	17.02	0.871
	TP-3	2.0	풍화토	15.51	17.97	12.77	14.80	0.824
	TP-4	2.0	풍화토	14.41	16.47	12.08	13.80	0.838
4공구	TP-5	1.8	풍화암	17.00	20.66	14.57	17.70	0.857
	TP-6	1.5	풍화암	17.21	19.78	16.58	19.05	0.963
1공구	TP-7	2.0	풍화토	16.54	17.69	13.06	13.97	0.790
2공구	TP-8	1.9	풍화토	15.30	17.96	12.84	15.08	0.839
4공구	TP-9	1.8	풍화토	14.13	16.31	12.66	14.61	0.896

○ 실시설계조사 자료

구 분		심 도 (GL. -m)	구성성분	불교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	불교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	L값
1공구	NTP-1	1.0	SM	18.09	14.90	14.36	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	16.60	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	18.77	14.99	12.66	10.39	1.443

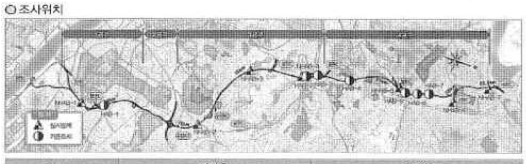
분석결과
• 불교란시료의 습윤단위중량 : 14.13~18.70kN/m³, 건조단위중량 : 14.90~20.66kN/m³
• 교란시료의 습윤단위중량 : 12.08~17.02kN/m³, 건조단위중량 : 10.39~19.05kN/m³
• L값 : 0.79~1.443의 범위로 나타남

지반조사 보고서

2.2.2 핸드오거보링

개 요
- 쌓기구간의 지층 구성 상태 파악, 토질시료 채취 및 실내시험 실시
- 연약지반 분포현황 파악 및 쌓기부 시추조사 시행여부 결정

○ 조사위치



구 분			전단층		충적층	
			심도(m)	구성성분	심도(m)	구성성분
기존조사	1공구	HAB-1	0.0~1.1	암회색, 자갈섞인 실트질 모래	1.1~2.0	암회색, 모래질 실트
	3공구	HAB-2	0.0~0.4	회색, 모래질 실트	0.4~2.0	암회색, 실트질 모래
		HAB-3	0.0~0.9	암회색, 실트질 모래	0.9~1.8	암회색, 점토질모래
	4공구	HAB-4	0.0~0.6	암회색, 자갈섞인 실트질 모래	0.6~1.5	암회색, 자갈섞인 실트질 모래
		HAB-5	0.0~1.0	갈색, 실트질 모래	1.0~1.5	갈색~담갈색, 실트질 모래
		HAB-6	0.0~0.4	암회색, 자갈섞인 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
실시설계	1공구	NHAB-1	0.0~0.7	암회색, 실트질 점토	0.7~1.0	황갈색, 실트질 모래
	3공구	NHAB-2	0.0~1.5	암갈색, 실트질 모래	1.5~2.0	암회색, 모래질 실트
		NHAB-3	0.0~1.0	암회색, 자갈섞인 실트질 모래	1.0~2.0	암갈색, 모래질 점토
		NHAB-4	0.0~2.0	암갈색, 모래섞인 실트질 점토	-	-
	4공구	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)	핸드오거보링 지층분포

■ 쌓기구간

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

○ 결과분석

구분	변형계수(MPa)				
	퇴적층	풍화암	연 암	보통암	경 암
터널구간	-	-	914	903~9,918	9,580~18,336
교량구간	-	-	499~1,184	10,279	-
깎기구간	-	272~302	646~9,975	-	17,655

분석결과
- 연암의 변형계수는 터널구간(914MPa), 교량구간(449~1,184MPa), 깎기구간 (646~9,975MPa)로 구간별 위치 및 지층상태에 따라 편차가 크게 나타남

4.1.2 공내전단시험

개 요
- 풍화대층에 대한 비탈면의 안정성 해석을 위한 설계지반정수 자료로 활용
  → 풍화대층의 원위치 상태의 점착력(C)과 내부마찰각(φ)측정

○ 기존조사 자료

■ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
문봉터널	TTB-1	13.0	풍화암	50/7	27.0	31.6

○ 실시설계조사 자료

■ 깎기구간

공 번	심 도(m)	지 층	N값	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
BH-161	9.0	풍화암	50/5	32.9	30.7
BH-202	7.0	풍화토	43/30	18.4	29.0

○ 결과분석

구분	점착력(kPa)		마찰각(°)	
	풍화토	풍화암	풍화토	풍화암
깎기구간	18.4	32.9	29.0	30.7

분석결과
- 점착력(C)은 풍화토 : 18.4kPa, 풍화암 : 32.9kPa로 분포
- 마찰각(°)은 풍화토 : 29.0kPa, 풍화암 : 30.7kPa로 분포 분포

(계속)

구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m
BH-222	5.6	5.9	BH-227	0.0	3.9	BH-235	3.2	6.6
BH-222-1	5.5	6.0	BH-229	0.3	4.9	BH-235-1	3.3	6.6
BH-224	6.4	5.9	BH-230	3.6	3.9	BH-235-2	1.7	8.7
BH-225	5.6	2.3	BH-233	0.5	8.6	-	-	-
BH-226	5.2	3.2	BH-234	1.0	6.2	-	-	-

■ 깎기구간

구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m
BH-158	10.2	39.9	BH-167	심도이하	-	BH-199	16.0	45.1
BH-159	15.5	52.1	BH-170	12.5	57.0	BH-202	15.3	43.0
BH-160	5.9	44.6	BH-171	2.9	39.7	BH-214	10.4	26.0
BH-161	10.9	44.5	BH-188	심도이하	-	BH-216	11.7	20.2
BH-166	심도이하	-	BH-198-2	1.7	49.4	-	-	-

■ 쌓기구간

구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	구 분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m
BH-148	2.4	24.5	BH-192	0.5	25.1	BH-211	1.7	19.6
BH-149	3.8	22.1	BH-192-2	1.4	27.3	BH-215	7.3	9.9
BH-149-1	2.8	23.0	BH-193	7.0	31.1	BH-217	2.3	13.7
BH-150	0.5	23.2	BH-204	3.0	8.8	BH-218	1.3	10.2
BH-163-1	2.1	30.9	BH-205	1.5	12.2	BH-223	1.0	6.7
BH-164	4.1	33.7	BH-208	0.5	23.6	BH-231	0.3	6.6
BH-165	0.7	45.6	BH-208-1	1.0	21.5	BH-232	0.2	7.0
BH-185	1.7	36.5	BH-209-1	2.0	32.8	BH-236	0.2	6.7
BH-189	2.9	24.2	BH-210	2.2	27.7	-	-	-

○ 결과분석

구분	지하수위 GL. -m	지하수위 EL. m	분석결과
터널구간	7.8~9.5	57.7~64.3	• 지하수위 측정결과 터널구간 GL(-) 7.8~9.5m(EL. 57.7~64.3m) 교량구간 GL(-) 0.0~13.2m(EL. 2.3~53.7m) 깎기구간 GL(-) 1.7~16.0(EL. 20.2~57.0m) 쌓기구간 GL(-) 0.2~7.3(EL. 6.6~45.6m) • 위치 및 구조물별로 상이한 차이를 보임
교량구간	0.0~13.2	2.3~53.7	
깎기구간	1.7~16.0	20.2~57.0	
쌓기구간	0.2~7.3	6.6~45.6	

■ 쌓기구간

구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)	구 분	심 도 (m)	지 층	N값	투수계수 (cm/sec)
BH-148	5.0~6.0	풍화토	15/30	6.55×10^{-4}	BH-208-1	7.0~8.0	풍화토	28/30	3.40×10^{-4}
BH-149	3.5~4.5	퇴적층(SM)	3/30	9.27×10^{-4}	BH-210	5.0~6.0	풍화암	50/9	4.77×10^{-5}
BH-150	5.5~6.5	풍화토	50/30	3.28×10^{-4}	BH-211	2.0~3.0	풍화토	22/30	6.82×10^{-4}
BH-185	4.0~5.0	풍화토	5/30	8.36×10^{-4}	BH-215	7.0~8.0	풍화토	50/17	4.84×10^{-4}
BH-189	4.0~5.0	퇴적층(SM)	3/30	1.01×10^{-3}	BH-218	5.0~6.0	풍화토	37/30	4.81×10^{-4}
BH-192	2.0~3.0	풍화토	15/30	6.66×10^{-4}	BH-232	5.0~6.0	퇴적층(GP)	39/30	3.54×10^{-3}
BH-193	1.0~1.5	퇴적층(SM)	10/30	2.19×10^{-3}	BH-236	5.0~6.0	퇴적층(SM)	5/30	2.03×10^{-3}

○ 결과분석

구분	붕적층	퇴적층			풍화토	풍화암
		점토	모래	자갈		
교량구간	8.96×10^{-4}	3.45×10^{-5}	1.85×10^{-3}	2.57×10^{-4}	4.17×10^{-4}	5.75×10^{-5}
깎기구간	-	-	-	-	5.22×10^{-4}	5.21×10^{-5}
쌓기구간	2.19×10^{-3}	-	1.32×10^{-3}	3.54×10^{-3}	5.59×10^{-4}	4.77×10^{-5}

4.2.3 수압시험

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

○ 기존조사 자료

■ 터널구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	루전값	Flow Type
문봉터널	TTB-1	23.0~28.0	보통암	50~53	9.11×10^{-5}	0.729	Laminar Flow
	TTB-2	11.4~16.4	보통암~경암	60~80	6.14×10^{-5}	0.528	Dilation

■ 깎기구간

구 분	공 번	심 도(m)	지층	RQD(%)	투수계수(cm/sec)	루전값	Flow Type
깎기3-3	CCB-2	10.0~15.0	보통암~경암	48~75	3.24×10^{-5}	0.221	Dilation

지반조사 보고서

○ 깎기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-158	3.0	풍화토	10.3	2.652	N.P	N.P	96.1	84.6	25.3	–	SM
BH-159	4.0	풍화토	16.8	2.659	N.P	N.P	95.2	87.1	19.2	–	SM
BH-160	2.0	풍화토	8.4	2.652	N.P	N.P	81.2	69.8	17.9	–	SM
BH-161	1.0	붕적층	20.7	2.674	N.P	N.P	99.8	97.7	52.0	9.9	ML
BH-166	9.0	풍화토	11.2	2.655	N.P	N.P	92.4	60.8	25.2	–	SM
BH-167	6.0	풍화토	14.1	2.659	N.P	N.P	87.9	47.7	24.5	–	SM
BH-170	6.0	풍화토	13.7	2.656	N.P	N.P	98.2	91.8	20.2	–	SM
BH-188	4.0	풍화토	17.0	2.658	N.P	N.P	94.8	87.2	26.5	–	SM
BH-198-2	1.0	풍화토	12.7	2.650	N.P	N.P	91.6	73.2	18.0	–	SM
BH-199	5.0	풍화토	13.0	2.658	N.P	N.P	99.6	88.2	21.9	–	SM
BH-202	2.0	붕적층	13.9	2.658	N.P	N.P	86.9	50.9	27.4	–	SM
BH-214	4.0	풍화토	18.5	2.663	N.P	N.P	97.7	84.9	25.7	–	SM
BH-216	10.0	풍화토	24.1	2.665	N.P	N.P	98.0	84.5	22.3	–	SM

■ 지층별 결과분석

구 분	함수비(%)	비 중	Atterberg Limits(%) LL	PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.200	USCS
붕적층	13.9~20.7	2.658~2.674	N.P	N.P	86.9~99.8	27.4~52.0	SM, ML
풍화토	8.4~24.1	2.652~2.665	N.P	N.P	81.2~99.6	17.9~26.5	SM

분석결과
- 깎기구간의 토질은 SM, ML로 구성됨
- 함수비 : 8.4~24.1%, 비중 : 2.652~2.674, #200통과중량 백분율 : 17.9~52.0%

○ 쌓기구간

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-148	4.0	퇴적층	31.3	2.683	33.5	12.0	–	100.0	85.4	13.7	CL
BH-149	2.0	퇴적층	31.2	2.685	34.2	21.8	100.0	99.9	67.0	13.3	CL

(계속)

공 번	심 도 (m)	지 층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limits(%) LL	PI	통과중량 백분율(%) No.4	No.10	No.200	0.002mm	USCS
BH-149-1	3.0	퇴적층	17.2	2.656	NP	NP	82.5	71.8	18.8	–	SM
BH-163-1	4.0	퇴적층	8.0	2.644	N.P	N.P	51.6	37.0	7.2	–	SW-SM
BH-164	4.0	풍화토	12.6	2.655	N.P	N.P	100.0	98.6	25.8	–	SM
BH-165	4.0	풍화토	9.5	2.650	N.P	N.P	96.2	85.1	17.2	–	SM
BH-171	3.0	퇴적층	9.3	2.651	N.P	N.P	43.0	33.0	26.8	–	SM
BH-185	8.0	풍화토	14.0	2.654	N.P	N.P	98.6	94.7	28.1	–	SM
BH-189	6.0	풍화토	15.8	2.657	N.P	N.P	84.8	69.5	23.0	–	SM
BH-192	2.0	풍화토	18.0	2.662	N.P	N.P	99.4	92.2	24.0	–	SM
BH-193	4.0	풍화토	10.0	2.654	N.P	N.P	70.5	57.1	14.6	–	SM
BH-204	1.0	퇴적층	25.5	2.682	30.2	20.4	98.5	90.3	82.0	13.4	CL
BH-204	3.0	퇴적층	13.0	2.657	N.P	N.P	59.2	47.8	28.7	–	SM
BH-205	2.0	퇴적층	31.9	2.684	32.2	21.4	99.2	97.1	87.0	13.7	CL
BH-205	3.0	퇴적층	23.8	2.644	N.P	N.P	86.5	50.7	2.4	–	SP
BH-208	2.0	퇴적층	30.5	2.674	32.8	23.6	99.9	98.9	91.2	11.6	ML
BH-208-1	2.0	퇴적층	39.0	2.694	44.3	24.1	100.0	99.3	95.9	18.8	CL
BH-209-1	1.0	붕적층	8.1	2.650	N.P	N.P	87.2	53.3	27.9	–	SM
BH-210	3.0	풍화토	8.2	2.650	N.P	N.P	95.8	87.6	21.2	–	SM
BH-211	4.0	풍화토	15.4	2.659	N.P	N.P	96.9	89.2	18.5	–	SM
BH-215	6.0	풍화토	14.6	2.659	N.P	N.P	90.0	73.3	25.3	–	SM
BH-217	3.0	붕적층	23.9	2.681	31.2	10.1	99.2	98.5	76.0	12.4	CL
BH-218	3.0	퇴적층	28.4	2.683	32.6	11.0	96.0	95.3	61.6	10.9	CL
BH-223	2.0	퇴적층	30.6	2.682	33.9	12.4	–	100.0	86.3	15.6	CL
BH-231	8.0	퇴적층	6.8	2.645	N.P	N.P	30.9	28.6	3.1	–	GP
BH-232	7.0	퇴적층	9.1	2.649	N.P	N.P	36.4	36.0	2.9	–	GP
BH-236	5.0	퇴적층	27.1	2.665	N.P	N.P	99.5	98.8	15.0	–	SM

(계속)

구 분	공 번	심 도 (m)	지 층	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s) P파	S파	일축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
대원교	BH-224	15.7~15.9	보통암	27.62	5,183	3,313	61.3	54.28	0.33
공릉천교	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
	BH-230	12.3~12.5	보통암	26.56	4,023	2,364	41.0	29.34	0.22
금촌1교	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) P파	S파	일축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
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 → 일축압축강도: 15.1~92.5MPa, 포아송비: 0.17~28 범위로 나타남
- 보통암 → 일축압축강도: 20.0~77.6MPa, 포아송비: 0.20~0.33 범위로 나타남

○ 토공구간

공 번	심 도 (m)	지 층	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s) P파	S파	일축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
BH-159	13.6~13.8	보통암	27.41	4,440	2,943	128.8	56.30	0.22
BH-160	18.5~18.7	연 암	25.58	2,938	1,715	39.2	17.90	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	4,694	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) P파	S파	일축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
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 → 일축압축강도: 16.6~39.2MPa, 포아송비: 0.15~21 범위로 나타남
- 보통암 → 일축압축강도: 59.7~128.8MPa, 포아송비: 0.18~0.32 범위로 나타남

6.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회 실사한 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	ㅇ현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	ㅇ관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	ㅇ안전, 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	ㅇ점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	ㅇ일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	ㅇ외관조사결과 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	ㅇ중대결함 : 없음 ㅇ구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	ㅇ점검일 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 시설물관리대장상(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	2종
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, 옹벽밀림 등에 대해 면밀한 조사를 실시하였으며, 주요 손상 및 조사결과는 다음과 같다.

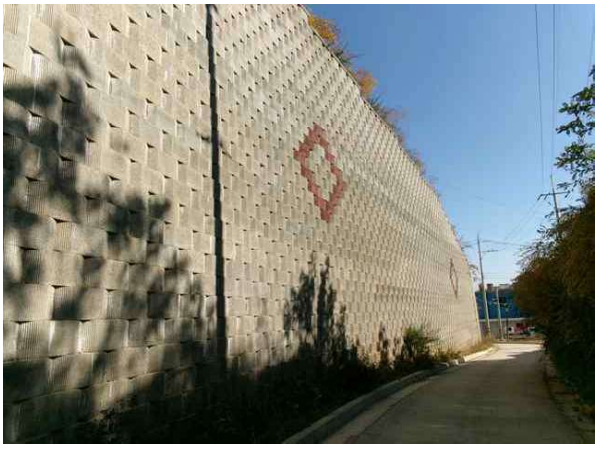
【그림 6.3.1】 지반, 기초부 전경

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(㎜)	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(㎜)	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 재손상 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 성도부 내의 침식, 유실 등의 손상이 없는 상태로 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 6.3.5】 주변영향인자 손상현황

위 치	손상명	폭(㎜)	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 성도부 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(Cw=0.3㎜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.

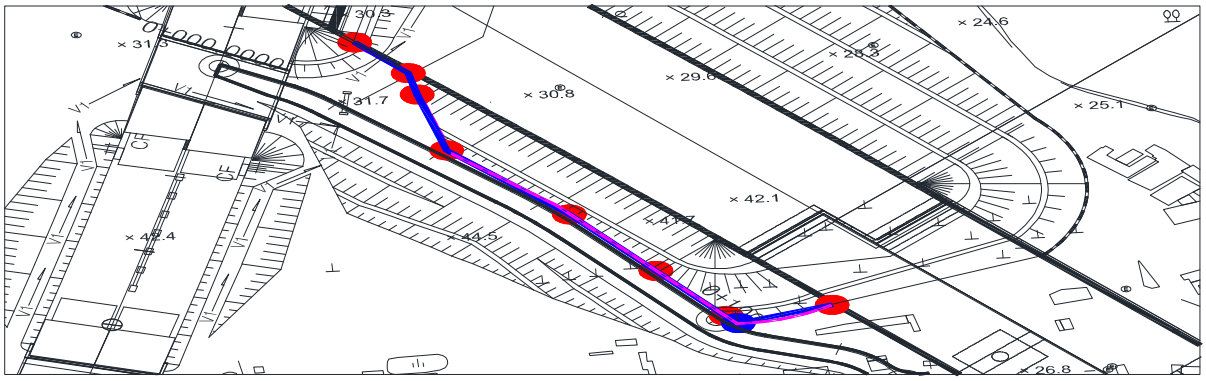
【표 6.3.8】 경사도 결과

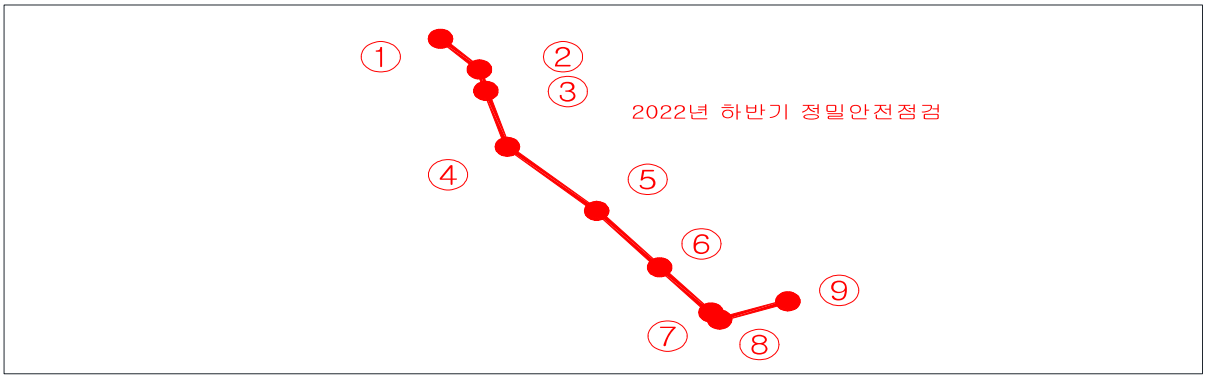
구분	측정위치 (m)	측정경사량		설계경사량		계획선형오차		안전등급	설계값 대비
		경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)	경사량 (cm)	기울기 (%)		
1	12	-53.0	5.52	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-2.2~-18.2	0.59~0.62	a	배면
2	32	-67.0	6.98	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-16.2~-32.2	2.05~2.08	b	배면
3	53	-60.0	6.25	-34.8~-50.8	4.90~4.93	-9.2~-25.2	1.32~1.35	a	배면
4	78	-64.9	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

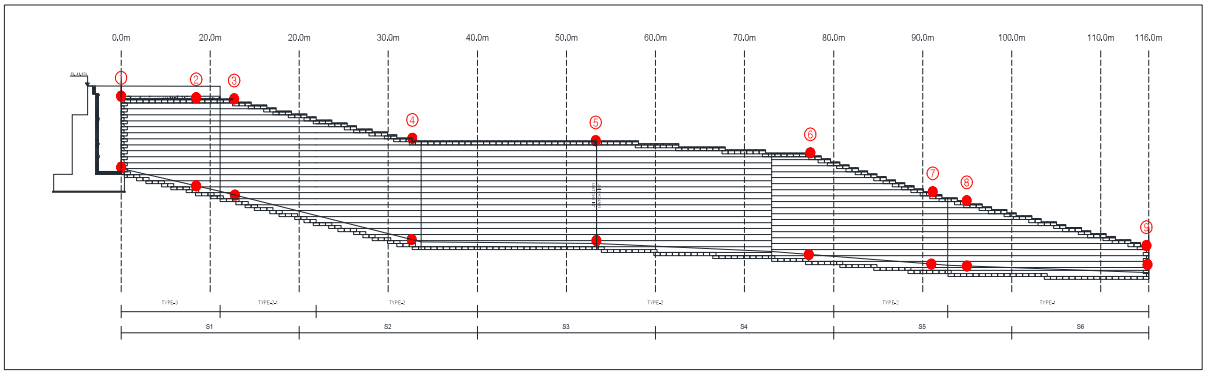
【표 6.3.9】 선형 및 수준측량 결과

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.

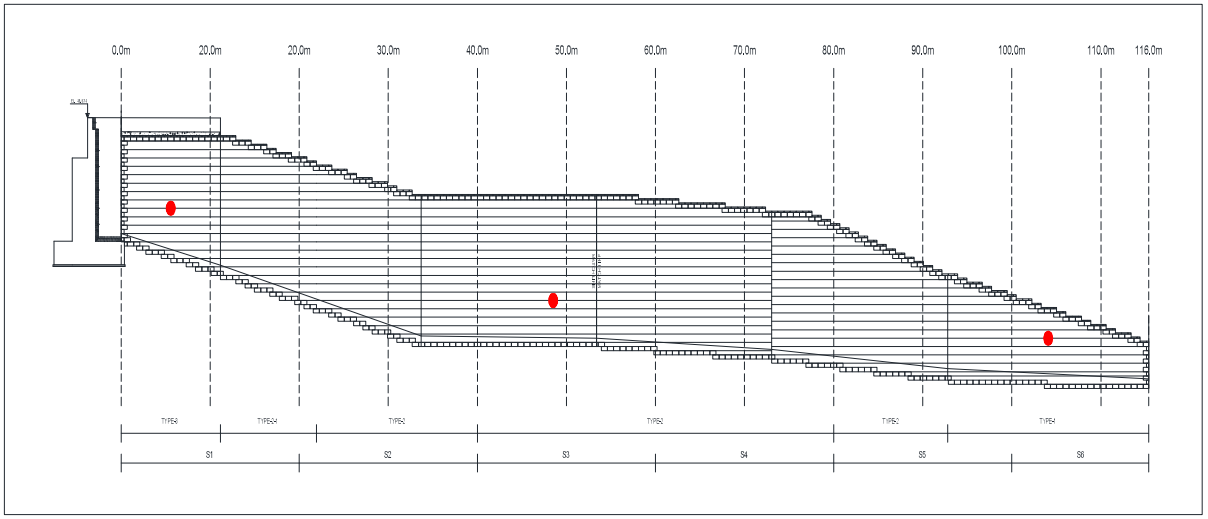
【그림 6.3.6】 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 전경

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	
전면부	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	



반발경도시험

【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	유실	이격	세굴	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함 지수	평가 단위 평가 등급
									배수 시설	사면조사					
										사면 구배	낙석 흔적	침출수			
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	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 갈음하였으며, 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	결함지수	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 위험이 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(㎡)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
전면부	· 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	
배수시설	· 배수로에 발생하는 토사퇴적의 경우 장기공용, 우수 등에 의한 손상으로 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 통한 관리 필요	
성토부	· 우수 및 동결융해에 의한 지하수 침투, 식생유실 발생여부를 주기적인 관찰을 통한 확인필요	
기초부	· 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, 조푸집 조기탈거 등에 의한 균열(Cw=0.3㎜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.