

기 술 검 토 서

NO. 토질 및 기초 — 57

제 목: 송정2터널(시점측) 갱구부 토류벽체
및 사면안정대책 적정성 검토

2007. 6

강 원 건 설 사 업 소
춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

기술검토건명	송정2터널(시점측) 갱구부 토류벽체 및 사면안정대책 적정성 검토		
공 구	제4공구	검 토 구 분	토질 및 기초
검 토 기 간	2007. 6. 12 ~ 2007. 6. 15	검 토 자	배 원 호
		담 당 자	오 성 민
근 거 공 문	제 강원-2007-29호	회 신 공 문	제 강원자문-2007-29호

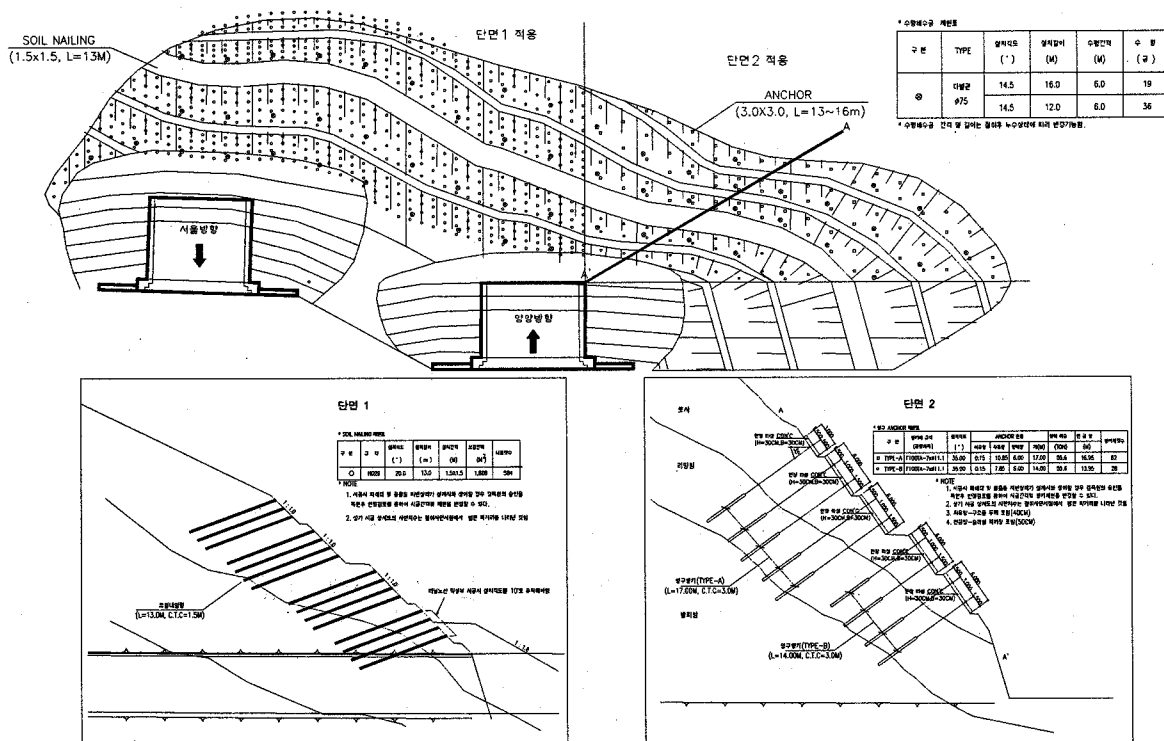
1. 검토목적

고속국도 60호선 춘천~동홍천간 건설공사를 시행함에 있어 송정2터널(시점측) 갱구부 토류벽체 및 사면안정대책을 시공사에서 제출한 바 이에 대한 적정성을 검토하고자 함.

2. 검토내용

가. 현황

1) 설계 현황



[그림-1] 송정2터널(시점부) 설계 현황

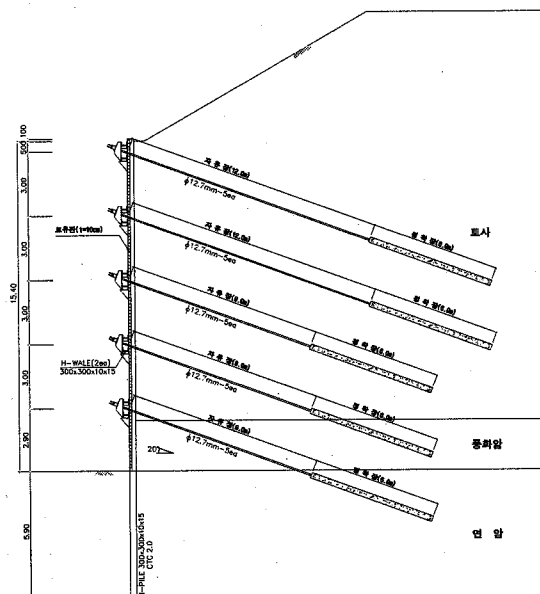
2) 현장검토 내용

[표-1] 현장검토 내용 요약

구 분	검 토 내 용
개 요	송정2터널(시점) 갱구부 절토사면은 토사층이 깊고 암반부의 암질이 불량한 상태이며, 기존 설계시의 표준구배를 적용할 경우 거의 무한 사면을 형성하게 되므로 터널 갱구부의 시공성 확보를 위하여 흙막이 가시설 설치에 필요한 바, 이에 따른 흙막이 가시설 구조검토를 수행함. 또한 기존 사면보강공법으로 적용된 Soil Nailing 보강후의 안정성검토를 확인하기 위하여 검토를 실시하였음.
토류벽체	- H-Pile : H-300×300×10×15(C.T.C 2.0m) - 휨 응 력 : $F=509<1712\text{kg/cm}^2$ O.K - 전단응력 : $\tau=649<1080\text{kg/cm}^2$ O.K - 토류판 : t=10cm 적용 - WALE - 휨 응 력 : $F=509<1712\text{kg/cm}^2$ O.K - 전단응력 : $\tau=649<1080\text{kg/cm}^2$ O.K - Earth Anchor : 5단 보강
사면안정	- 건기시 : $2.15>1.5$, 우기시 : $1.26>1.2$ O.K

나. 토류벽체 적정성 검토

1) 토류벽체 현황



[그림-2] 토류벽체 단면도

2) 엄지말뚝(H-Pile : 300×300×10×15)

(1) 휨응력 검토

최대모멘트 (ton · m)	휨응력 (kgf/cm ²)	허용휨응력 (kgf/cm ²)	비 고
6.92	508.8	1711.8	O.K

(2) 전단응력 검토

최대전단력 (ton/m)	전단응력 (kgf/cm ²)	허용전단응력 (kgf/cm ²)	비 고
17.52	648.9	1080.0	O.K

3) 띠장(H-Pile : 250×250×9×14)

(1) 휨응력 검토

최대축력 (ton/ea)	최대모멘트 (ton · m)	휨응력 (kgf/cm ²)	허용휨응력 (kgf/cm ²)	비 고
32.90	8.23	302.6	1819.8	O.K

(2) 전단응력 검토

최대축력 (ton/ea)	최대전단력 (ton)	전단응력 (kgf/cm ²)	허용전단응력 (kgf/cm ²)	비 고
32.90	16.45	304.6	1080.0	O.K

4) Anchor 검토

단수	설계최대 축력(ton)	사용 강선수(개)	정착장 (m)	자유장 (m)	여유장 (m)	총길이 (m)	Jacking Force(ton)
1	13.30	5	6.0	11.0	1.5	18.5	18.904
2	20.04	5	6.0	9.0	1.5	16.5	26.156
3	25.42	5	6.0	7.0	1.5	14.5	32.367
4	31.83	5	6.0	6.0	1.5	13.5	39.385
5	32.90	5	6.0	5.0	1.5	12.5	41.283

5) 토류판 검토

목재의 허용 인장응력(미송재) : $f_{ba} = 180\text{kgf/cm}^2$

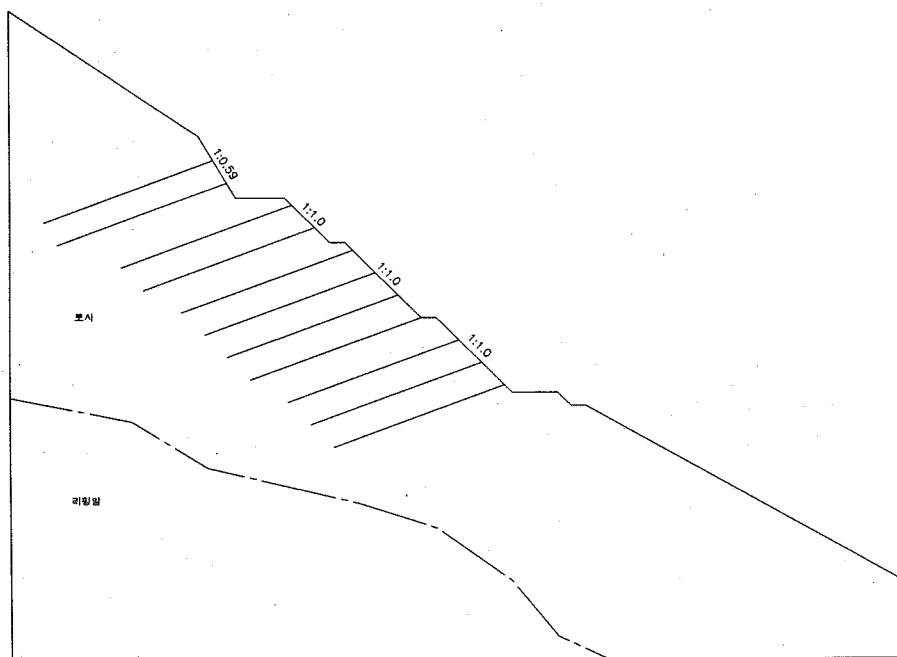
목재의 허용 전단응력(미송재) : $\tau_a = 10.5\text{kgf/cm}^2$

$$\text{토류판두께 } T = \sqrt{\frac{6 \times M}{8 \times b \times f_{ba}}}$$

토류판길이 (m)	최대토압 (t/m ²)	소요토류판 두께(cm)	적용토류판 두께(cm)
1.78	7.44	9.9	10.0

다. 사면안정 적정성 검토

1) 검토단면



[그림-2] 검토 횡단면도

2) 안정해석방법

금번 검토사면은 토사 및 리핑층이 두꺼운 층상태를 나타내고 있으며 토사, 리핑, 발파암의 점이적인 층상태를 나타내고 있으므로 한계평형해석을 실시하여 안정성 및 안정대책을 검토함.

- 한계평형해석 프로그램 : Talren 97(Bishop's method)

3) 검토단면

터널갱구로부터 약 20m 이격된 단면을 선정함.(TC+20m)

4) 지반강도정수

지반강도정수를 추정하는 방법에는 시험에 의한 방법, 경험에 의한 방법, 역해석에 의한 방법, 검토자료를 이용하는 방법 등이 있으며 이는 검토자(설계자)에 따라 견해를 달리 할 수 있음.

본 검토구간은 원설계시의 강도정도를 이용하여 사면안정 검토를 실시하였으며, 지층별 강도정수는 다음표와 같다.

[표-2] 지층별 강도정수

구 분	단위중량(γ/m^3)	점착력(c/m^2)	내부마찰각($^\circ$)	비 고
풍화토	1.9	1.5	28	
풍화암	2.0	5.0	30	
발파암	2.6	6.0	34	

5) 허용안전율 기준

[표-3] 허용안전율 적용기준

구 분		최소안전율(F_s)	비 고
절토사면	건기시	$F_s > 1.5$	- 도로설계요령 제2권 P130 - 본 검토에서는 우기시 최소안전율을 1.2이상 으로 적용
	우기시	$F_s > 1.1 \sim 1.2$	

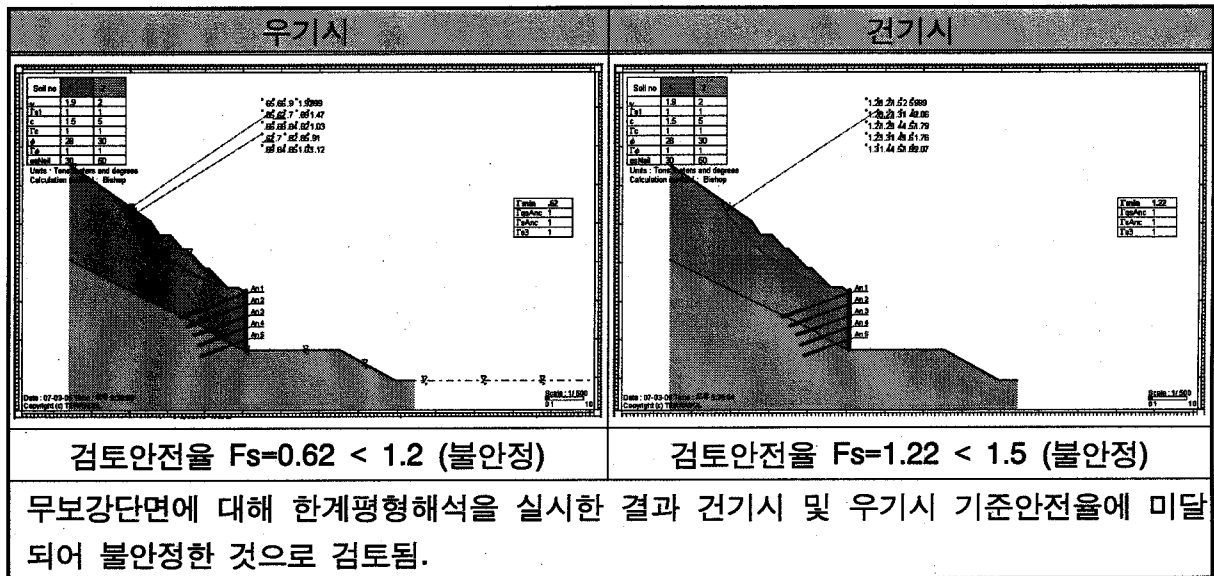
6) 사면안정방안

▶ Soil Nailing공법

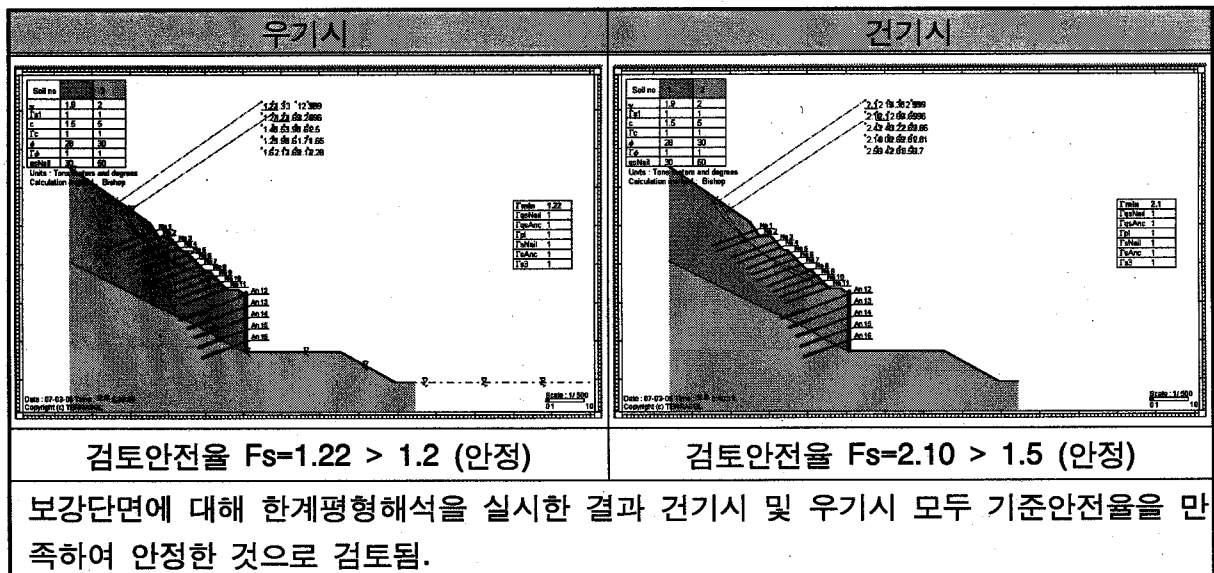
- 제원 : SD30, D29
- 설치간격 : 1.5×1.8(수직×수평)
- 설치단수 : 11단,
- 설치각도 : 하향 20°
- Nail 길이 : 12m

7) 한계평형해석

[표-4] 한계평형해석 결과(무보강)



[표-4] 한계평형해석 결과(보강)



8) 사면안정성 검토결과

[표-5] 한계평형해석 검토결과

구간(STA.)	조건	현장안	자문단	안정방안
터널갱구로부터 약 20m 이격	우기	$1.26 > 1.2$	$1.22 > 1.2$	Soil Nailing공법
	건기	$2.15 > 1.5$	$2.10 > 1.5$	

3. 검토결론

시공완료된 송정2터널(시점측) 갱구부의 토류벽체 및 사면보강공법(Soil Nailing)의 안정성을 확인하기 위해 현장에서 제출된 내용을 검토한 결과는 다음과 같음.

1) 토류벽체

- 엄지말뚝 및 띠장 검토결과

구 분	현장안(300×300×10×15)		자문단(300×300×10×15)		비 고
	휨응력	전단응력	휨응력	전단응력	
엄지말뚝	509<1711.8	649<1080	508.8<1647.0	648.9<1080	O.K
띠장	302<1711.8	305<1080	302.6<1647.0	304.6<1080	O.K

- 앵커 검토결과

단수	사용강선수 (개)		정착장 (m)		자유장 (m)		여유장 (m)		총길이 (m)		Jacking Force(ton)	
	시공사	자문단	시공사	자문단	시공사	자문단	시공사	자문단	시공사	자문단	시공사	자문단
1	5	5	6.0	6.0	12.0	11.0	-	1.5	18.0	18.5	19.80	18.90
2	5	5	6.0	6.0	12.0	9.0	-	1.5	18.0	16.5	26.51	26.16
3	5	5	6.0	6.0	9.0	7.0	-	1.5	15.0	14.5	31.89	32.37
4	5	5	6.0	6.0	9.0	6.0	-	1.5	15.0	13.5	38.30	39.39
5	5	5	6.0	6.0	9.0	5.0	-	1.5	15.0	12.5	39.37	41.28

2) 사면보강

사면안정대책으로 시공된 Soil Nailing공법에 대한 적정성을 검토한 결과 우기시 및 건기시 모두 기준안전율을 만족함.

구간(STA.)	조건	현장안	자문단	안정방안
터널갱구로부터 약 20m 이격	우기	1.26 > 1.2	1.22 > 1.2	Soil Nailing공법
	건기	2.15 > 1.5	2.10 > 1.5	

3) 송정2터널(시점측) 갱구부의 안정성 확보를 위해 시공된 토류벽체 및 사면보강공법(Soil Nailing)의 적정성에 대한 현장검토내용은 적정한 것으로 판단됨.