

기 술 검 토 서

NO. 토질 및 기초 — 9

제 목: 북방3터널 시점부 갱구위치 및
사면안정방안 검토

2005. 7

강 원 건 설 사 업 소
춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

기술검토건명	북방3터널 갱구위치 및 사면안정방안 검토		
공 구	제 3 공구	검 토 구 분	토질 및 기초
검 토 기 간	2005. 6. 28 ~ 2004. 7. 5	검 토 자	오 관 식
		담 당 자	오 성 민
근 거 공 문	구두지시(2005. 6. 28)	회 신 공 문	용마(홍천) 제2005 - 0020호

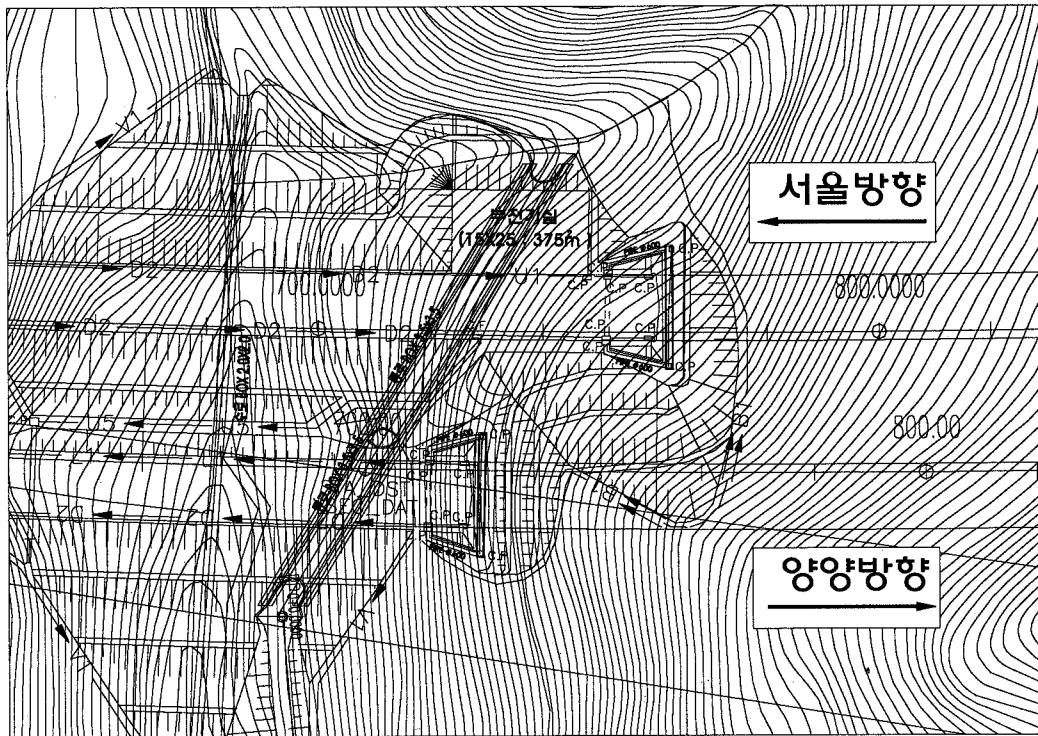
1. 검토목적

춘천~동홍천간 고속도로 제3공구에 위치하는 북방3터널 시점부 갱구위치 및 갱구사면의 안정방안을 수립하고자 함.

2. 검토내용

가. 터널설계 현황

1) 위치도



[그림-1] 북방3터널 시점부 위치도

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

2) 터널현황

[표-1] 북방3터널 터널설계 현황

구 분		북방3터널	
		서울방향	양양방향
시점부	NATM	STA.9+765	STA.9+723
	터널	STA.9+762	STA.9+720
종점부	NATM	STA.11+257	STA.11+197
	터널	STA.11+280	STA.11+240
연장	NATM	1492m	1474m
	터널	1518m	1520m
환기방식		기계환기	기계환기
갱문형식		시점부 : 면벽식 종점부 : 면벽식	
굴착폭(D)		13.567m	13.567m
갱구보강		시점:Rock Bolt 종점:Rock Bolt, FRP보강그라우팅	시점:Rock Bolt, Soil Nailing, FRP보강그라우팅 종점:Rock Bolt, FRP보강그라우팅

2) 지반조사 결과(설계)

설계시 북방3터널 시점부의 지반조사는 3개소(TB-7, TB-8, TB-9)에 대해서 시추조사를 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

[표-2] 북방3터널 지반조사 결과

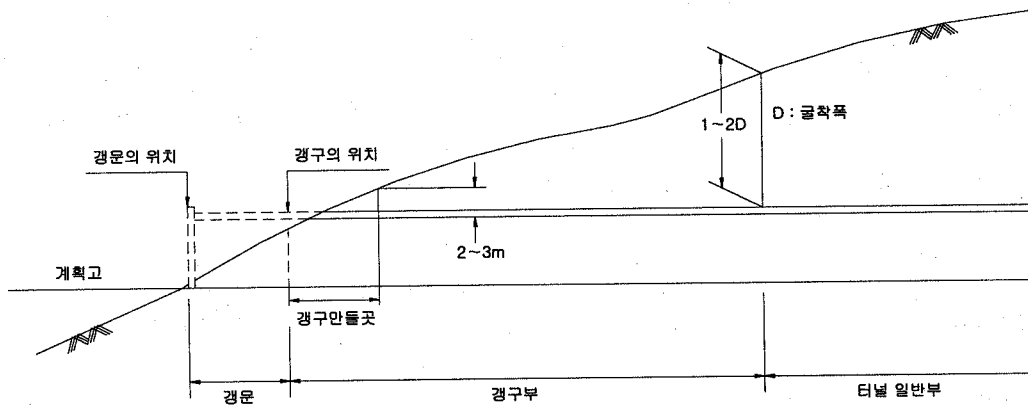
구분	공번	표토층	붕적층	풍화토	풍화암	연암	경암	계
시점부	TB-7	0.0~2.0 (2.0)	-	2.0~8.0 (6.0)	8.0~9.0 (1.0)	9.0~10.8 (1.8)	10.8~24.0 (13.2)	24.0
	TB-8	-	-	0.0~1.0 (1.0)	1.0~2.8 (1.8)	2.8~4.0 (1.2)	4.0~41.2 (37.2)	41.2
	TB-9	1.0~1.0	-	-	1.0~4.8 (3.8)	4.8~5.7 (0.9)	5.7~61.0 (55.3)	61.0

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

나. 갱구위치 설치기준

1) 갱구부의 개념

- 갱구 : 터널 굴진을 위한 기지, NATM 터널의 시점
- 갱구보강부 : 터널 시공시 사면이나 지표면에 영향을 미칠 가능성이 있는 범위
 갱문배면에서 갱속의 그랜드 아치의 형성이 가능한 1~2D 정도의 토
 피가 확보되는 범위



<그림-5> 갱구부 개념도

2) 갱구부 설치기준

(1) 도로설계요령 (제4권 터널, 한국도로공사 2001, P158)

- 갱구는 필수로 경사면과 직교하는 위치에 만들며, 공사용 설비의 배치에 대해서도 고려한다.
- 갱구 설치시 토피고는 최소 2~3m 정도를 확보한다. 또 절토면은 필요에 따라 숏크리트나 록볼트에 의한 보강을 하여 충분한 경사면의 안정성을 확보한다.

(2) 터널 갱구부 설계기준 검토(한국도로공사 기술환 13304-30025호, 02.1.18)

- 설계시 특수한 지형 · 지질조건을 제외하고는 최소 토피고 2~3m 에서 1D 범위 내에서 검토 · 적용하고 개착터널 구간의 복토를 자연지형에 연속되게 수립하며, 시공시 공사비 절감을 위한 갱구위치의 임의 조정은 지양하고 시공전 실지형에 맞는 사전조사 및 검토를 의무화하여 환경성강화를 위한 실천적인 노력을 기울임이 바람직 할 것으로 판단됨.

(3) 터널 갱문부 설계기준 검토(한국도로공사 설계도 10201-70호, 03.3.14)

- 점차 강화되는 환경보호정책 방향에 부응하고 갱구부 사면의 안정성 확보를 위해 갱구부상단 토피가 3~5m 정도 확보되는 지점에 갱구 형성을 표준으로 설계하여 갱구부 절취를 최소화한다.

(4) 터널 갱문부 설계기준 보완 검토(한국도로공사 설계도 10201-433호, 03.12.27)

- 터널 갱구부 절취 최소화를 위하여 터널 갱구위치를 갱구상단부 토피가 3~5m정도 확보하는 지점에 선정하나, 지형이 완경사이고 고심도의 토사층 구간 및 저토피 연속구간 등의 특이한 지형·지질구간과 교량, 터널관리소등 부득히 시설물이 인접·저촉되는 경우에는 갱구상단부 토피 3~5m정도의 갱구 위치선정시 터널의 시공성, 경제성 및 안정성 확보측면에서 취약성이 있으므로,
- 환경훼손 최소화 측면을 고려한 터널의 시공성, 경제성 및 안정성 등을 검토하여 최적의 갱구위치 선정.

다. 갱구위치 설치적정성 검토

1) 금번 검토에서는 다음과 같은 조건의 만족여부를 검토하였다.

- 갱구부의 위치를 설계보다 전방이동시에는 절취량 감소에 의한 자연훼손은 작으나, 터널의 연장이 길어지고, 토피고 부족에 따른 많은 보강이 필요하고, 후방으로 이동시에는 절취량 증가에 따른 자연훼손은 많으나, 터널의 연장이 짧아지고, 보강이 다소 작은 경우가 발생되어 다소 상반되는 결과를 나타내는 실정이므로 도로공사 설계기준 방향에 맞추어 자연훼손을 최소화시키고 사면안정과 보조공법 적용유무 등에 따른 터널의 굴착 안정성을 확보할 수 있는 위치를 선정하여야 함이 타당할 것으로 판단됨.
- 갱구부 상단 토피고는 3~5m 정도 확보되는 지점을 우선적으로 고려함.
- 특이한 지형·지질구간(지형이 완경사이고 고심도의 토사층 구간 및 저토피 연속구간) 또는 시설물이 인접·저촉되는 경우(교량, 터널관리소 등) 등은 환경훼손 최소화 측면을 고려한 터널의 시공성, 경제성 및 안정성 등을 검토하여 최적의 갱구위치를 선정함.

- 서울방향

종단면도	북방3터널 시점(서울) 당초-변경대비
횡단면도	북방3터널 NATM 시점(당초) STA. 9+765(서울) 북방3터널 NATM 시점(변경) STA. 9+768(서울)
검토의견	- 시공측량 및 확인시추결과 지형 및 암선이 3~5m정도 하향. - 변경지형에 의한 원설계의 NATM위치는 적절한 위치임. - 현장안(NATM 연장3m축소)의 경우 토피고가 원설계보다 높아 상대적으로 안정적임. - 암토피에 의한 갱구부 안정성의 유불리는 미미하나, 터널전면에 부변전실이 계획되어 있고, 해빙기와 집중호우시 낙석, 눈사태, 산사태로부터 도로의 안전(터널 갱문부 설계기준 검토(한국도로공사 설계도 10201-70호, 03.3.14))을 위해 개착구간 7m정도 확보가 가능한 현장안이 유리한 것으로 판단됨. - 원설계 및 시공사안 모두 용지경계내에서 표준구배로 절취가능하므로 별도의 보강은 필요 없을 것으로 판단됨.

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

라. 갱구사면 안정방안 검토

1) 사면안정 검토 단면

용지경계내에서 표준구배 형성이 불가능한 양양방향을 검토대상으로 하며, 용지경계내에서는 표준구배 형성이 가능한 서울방향 갱구사면은 검토대상에서 제외함.

양양방향의 경우 원설계의 위치(STA. 9+723)에서 보강방안과 현장안의 위치(STA. 9+725)에서 보강방안 모두를 검토하였음.

2) 강도정수

지반강도정수를 추정하는 방법에는 시험에 의한 방법, 경험에 의한 방법, 역해석에 의한 방법, 검토자료를 이용하는 방법 등이 있으며 이는 검토자에 따라 견해를 달리할 수 있음.

본 사면은 양양방향의 경우 설계시의 지층구성과 상이(암선이 약3m 상향)한 상태이므로 원설계시의 강도정도를 이용하여 사면안정 검토를 실시하였으며, 검토시 적용된 지층별 강도정수는 다음표와 같다.

[표-1] 지층별 강도정수

구 분	단위중량(γ/m^3)	점착력(γ/m^2)	내부마찰각($^\circ$)	비 고
풍화토층	1.9	1.5	28	
풍화암	2.0	3.0	30	
암반층	2.3	6.0	34	

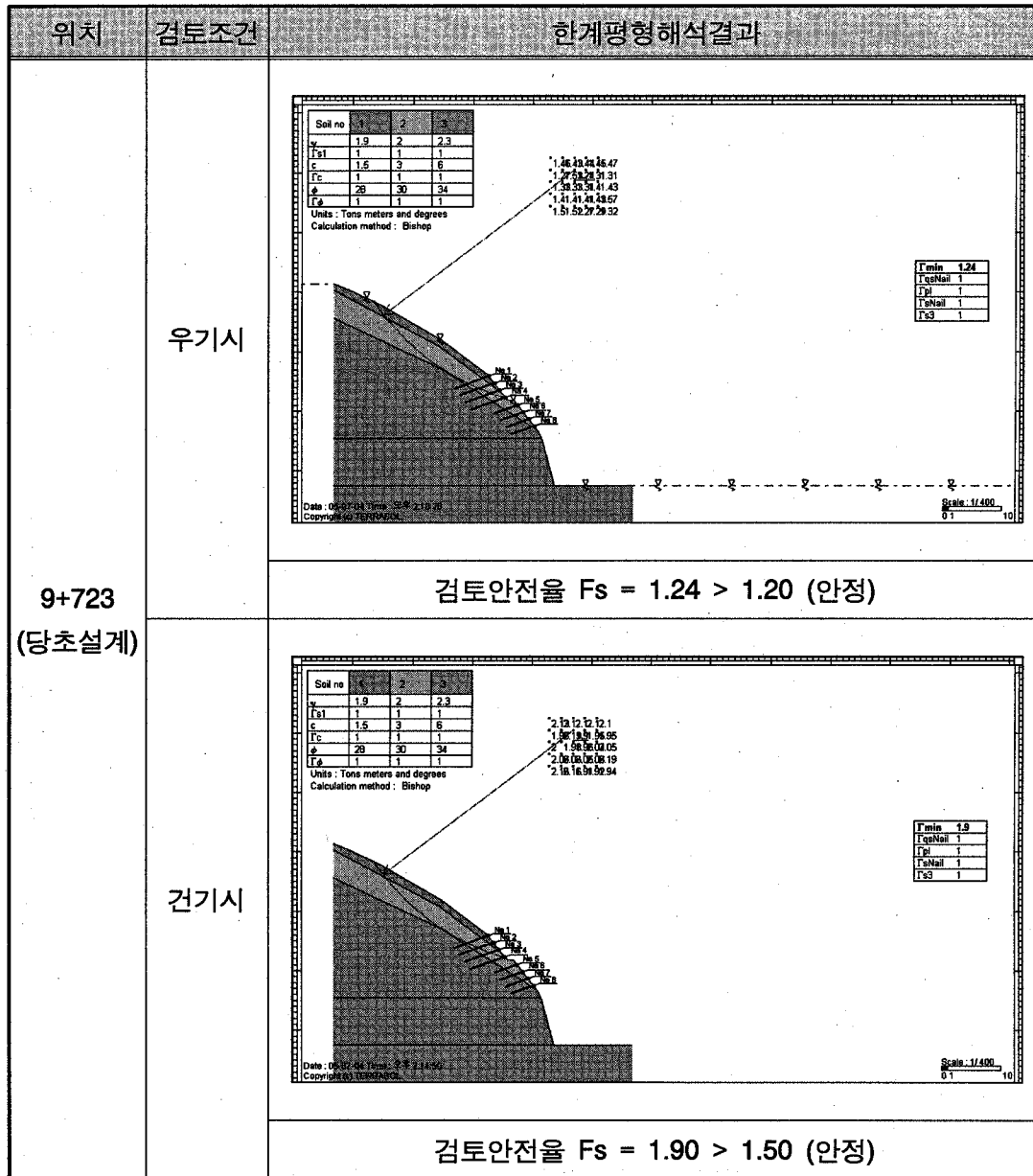
3) 허용안전율 기준

[표-2] 허용안전율 적용기준

구 분		최소안전율(F_s)	비 고
절토사면	건기시	$F_s > 1.5$	- 도로설계요령 제2권 P130 - 본 검토에서는 우기시 최소안전율을 1.20이상으로 적용
	우기시	$F_s > 1.1 \sim 1.2$	

4) 안정성 검토결과

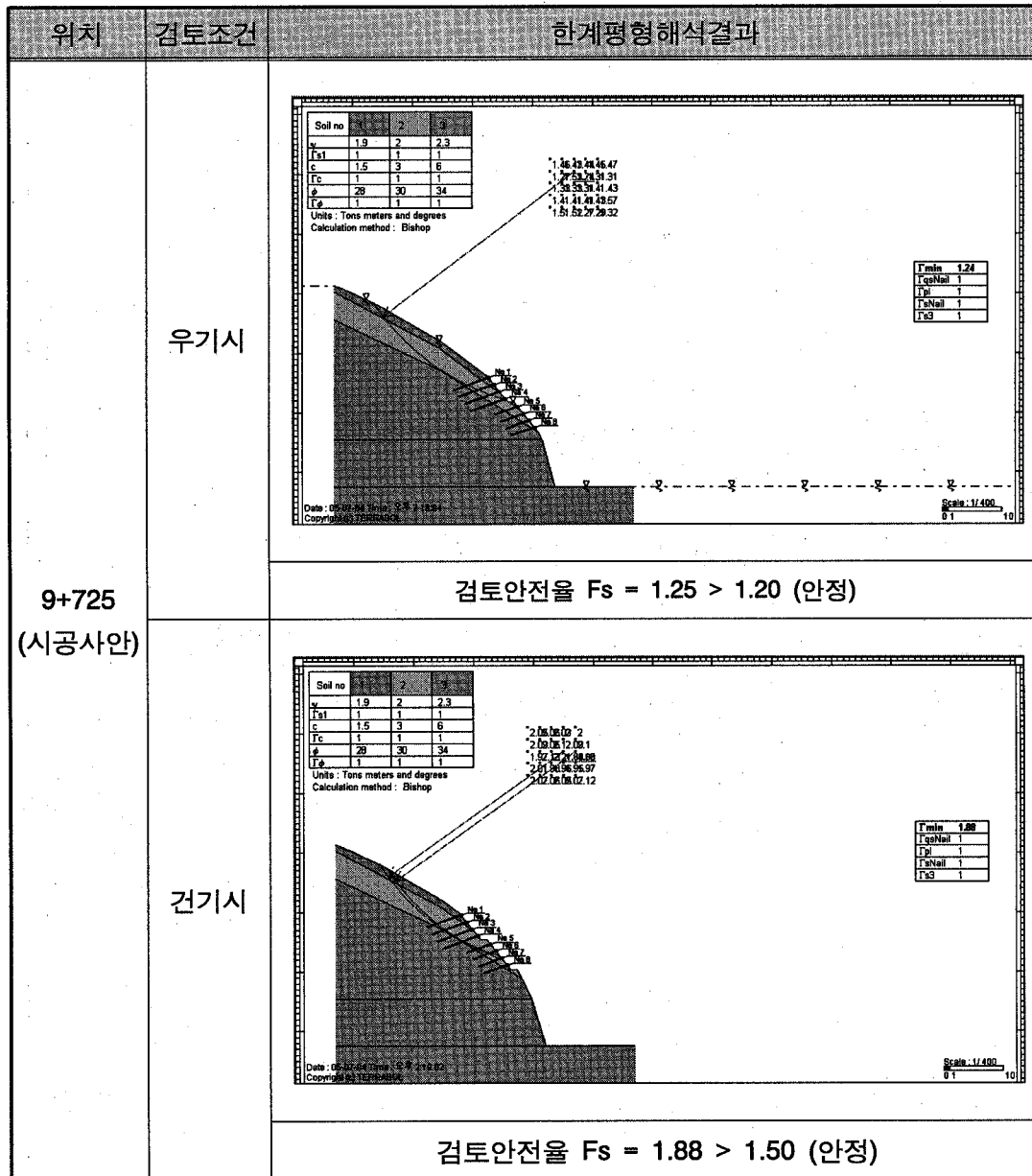
(1) 북방3터널 갱구사면(양양방향) 당초설계(STA. 9+723)



보강공법	설치간격(m) C.T.C	설치길이(m)	네일제원	설치각도(°)	설치단수	비고
Soil Nailing	1.5×1.5	4,6m	SD35/D29	하향20°	8	

춘천 ~ 동흥천 기술자문단

(2) 북방3터널 갱구사면(양양방향) 시공사안(STA. 9+725)



보강공법	설치간격(m) C.T.C	설치길이(m)	네일제원	설치각도(°)	설치단수	비고
Soil Nailing	1.5×1.5	4,6m	SD35/D29	하향20°	8	

춘천 ~ 동홍천 기술자문단

5) 검토의견

북방3터널 시점부(양양방향) 갱구사면의 안정성을 검토한 결과 당초설계위치 및 현장안 위치 모두 보강(Soil Nailing)이 필요한 실정임.

사면안정 검토결과 두 단면 모두 보강수량은 동일한 것으로 검토되며, 이유로는 2m 이동에 따른 절취량은 다소 변화가 있으나, 보강단면은 큰 변화가 없기 때문인 것으로 판단됨.

3. 검토결론

- 1) 갱구위치에 대한 정확한 선정은 지형, 지반조건 및 노선의 위치 등 설계조건이 다르기 때문에 곤란하나, 근래 대두되는 환경보호정책방향에 부응하고 갱구사면의 안정성 확보를 위해 갱구상단부 토피가 3~5m 정도 확보되는 지점에 갱구형성을 표준으로 하고 있는 실정임.
- 2) 금번 검토터널은 지형 및 암선이 변화되었고, 터널 갱문부 설계기준 검토(한국도로공사 설계도 10201-70호, 03.3.14) 및 터널 갱문부 설계기준 보완 검토(한국도로공사 설계도 10201-433호, 03.12.27)에 의거 해빙기와 집중호우시 낙석, 눈사태, 산사태로부터 도로의 안전(터널 갱문부 설계기준 검토(한국도로공사 설계도 10201-70호, 03.3.14))을 위해 개착구간 7m정도 확보를 위해서는 당초설계 NATM 위치보다는 현장안의 NATM 위치가 적합한 것으로 판단되며 방향별 주요 변경사항은 아래표 같다.

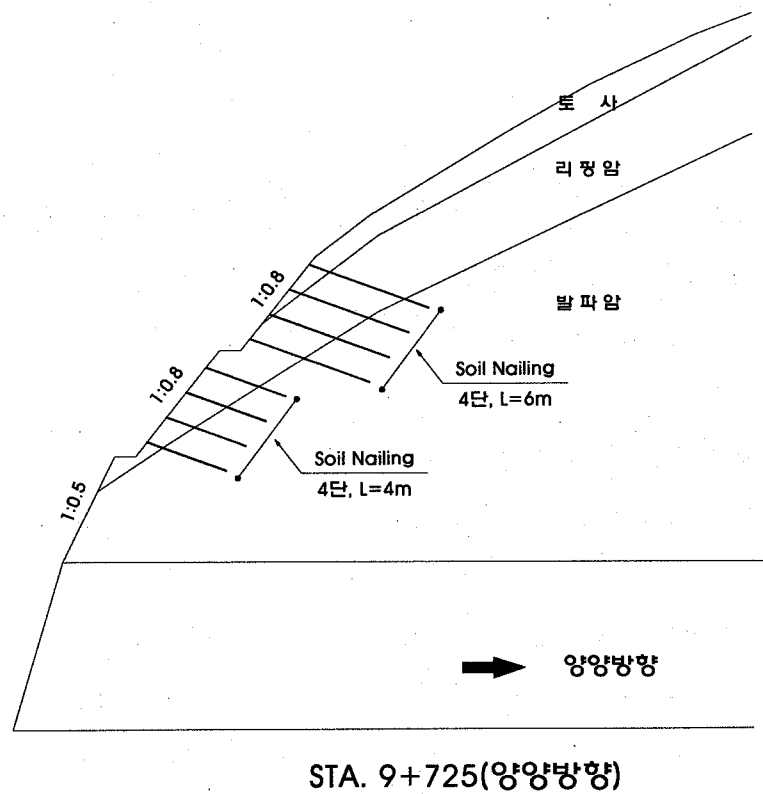
터널명	방향	위치(STA.)		보강방안	비고
		원설계	현장안		
북방3터널 시점부	서울	9+765	9+768	표준구배 적용	NATM 3m 축소
	양양	9+723	9+725	Soil Nailing : 8단	NATM 2m 축소

- 3) 갱구사면의 안정성 확보를 위해 방향별로 검토한 결과 서울방향은 용지경계내에서 표준구배 적용이 가능한 것으로 검토되므로 별도의 보강공법은 필요없는 것으로 판단되나, 양양방향은 표준구배 적용시 용지경계를 침범하고 절취량이 과다한 실정이므로 절취구배를 변경 후 Soil Nailing공법을 적용하였으며, 세부사항은 아래와 같다.

춘 천 ~ 동 흥 천 기 술 자 문 단

보강공법	설치간격(m) C.T.C	설치길이(m)	내일제원	설치각도(°)	설치단수	비고
Soil Nailing	1.5×1.5	상부4단 : 6m 하부4단 : 4m	SD35/D29	하향20°	8	

4) 보강단면도



5) 갯구보강공법(FRP 보강그라우팅)은 갯구부 굴착후 절취면을 확인 후 적용여부를 판단함이 타당할 것으로 판단됨.

춘천 ~ 동홍천 기술자문단