

기 술 검 토 서

NO. 토질 및 기초 — 78

제 목 : 절토사면 상시계측시스템 설치
적정성 검토

2008. 7

강 원 건 설 사 업 소
춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

기술검토건명	절토사면 상시계측시스템 설치 적정성 검토		
공 구	전공구	검 토 구 분	토질 및 기초
검 토 기 간	2008. 7. 7 ~ 2008. 7. 15	검 토 자	오 성 민
근 거 공 문	제 강원-2008-143호	회 신 공 문	제 강원자문-2008-143호

1. 검토목적

고속국도 60호선 춘천~동홍천간 건설공사를 시행함에 절토사면 취약지점에 대하여 자동 경보체계를 갖춘 상시계측시스템을 도입, 운영하고자 대상사면에 대해 도로교통연구원에서 검토 보고서를 제출한 바 이에 대한 적정성을 검토하고자 함.

2. 검토내용

가. 사면현황

제출된 보고서상의 사면현황은 아래와 같다.

[표-1] 검토대상 사면현황(도로교통연구원 제출내용)

공구	위치(STA.)	방향	절취고(m)	연장(m)	사면보강이력
1	1+500~1+600	서울	41	100	Rock Bolt
	2+620~2+700	서울	41	80	-
	2+820~2+900	서울	48	80	-
	R-B 1+780~1+840	-	45	60	Rock Bolt, FRP그라우팅
	R-F 0+480~0+540	-	51	60	-
2	동산2터널 시점측	양방향	65	60	앵커, 소일네일
	북방1터널 시점측	양양	70	100	앵커, 소일네일
	7+980~8+040	서울	41	80	Rock Bolt
3	11+565~11+605	서울	33	40	소일네일
	12+200~12+340	서울	33	140	소일네일
4	12+380~12+460	서울	48	80	-
	송정1터널 시점측	양방향	34	58	앵커, 억지말뚝
	송정1터널 종점측	양방향	30	84	앵커
	송정2터널 시점측	양방향	30	103	소일네일

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

나. 자문단 검토

1) 사면계측의 목적

절토사면 계측의 목적은 동태관찰, 사면안정대책 수립 후 대책공법의 유효성확인 및 향후 진행과정 파악 등으로 대별할 수 있으며 세부내용은 아래와 같다.

- (1) 사면의 거동 여부를 사전에 예지 및 문제발생시의 대응태세 구비
- (2) 사면보강공법 효과 검증
- (3) 시공단계부터 공용화 이후까지 항구적인 안정성 확보
- (4) 장기적인 사면계측의 통합관리 고려
- (5) 사면 유지관리용 자동화계측 시스템 구축/적용 등

2) 사면계측시 고려사항

- (1) 사면보강공법과 동일한 환경 하에서 계측기의 운용이 가능할 것
- (2) 변위 발생시 정확한 징후 판단을 위해 정밀도 및 연계성 있는 계측기기를 중복 설치하여 상호 연계분석이 가능해야 함
- (3) 파괴가 발생하더라도 최대한의 변형 Data를 수록할 수 있도록 작동 범위가 큰 계측기기 선택
- (4) 사면의 변상 또는 파괴발생시 변위 또는 응력 관리기준에 의해 비상통보체제(경고음 및 안내방송 실시) 구축
- (5) 절토사면의 특성 및 향후 유지관리를 위해 자동화 계측 수행이 가능할 것
- (6) 향후 유지관리를 위해 사면계측 개소의 통합관리가 가능하도록 관리체계구축
- (7) 준공 후 영구적인 계측관리 가능

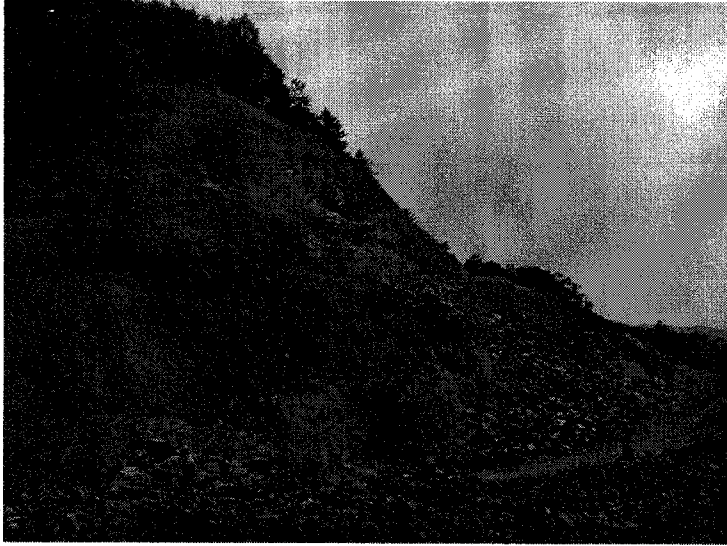
3) 현장조사 내용

계측기 설치가 예정된 절토사면에 대해 계측기 위치, 사양, 수량 등에 대한 적정성을 검토하기 위하여 지표지질조사를 실시하였으며 조사내용은 다음과 같다.

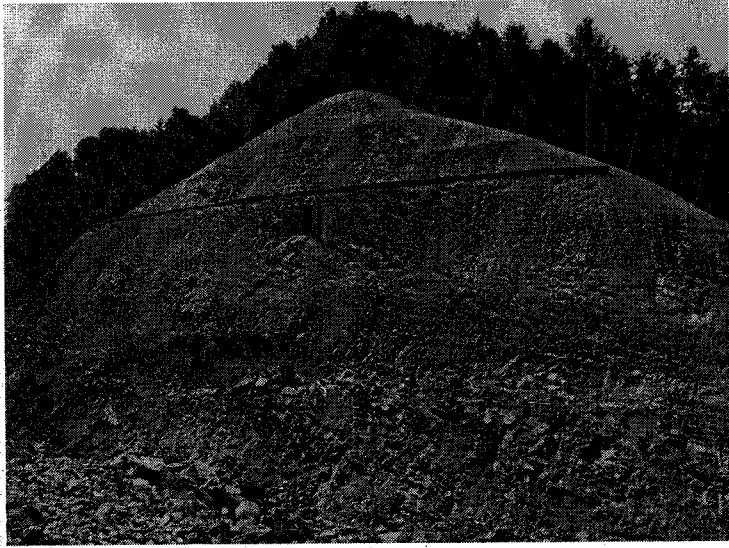
- (1) 붕괴이력, 보강공법, 지층/지질상태, 장기적인 안정성 확보 여부 등
- (2) 불연속면 특성(충전물, 암괴크기, 주향/경사, 연속성, 간격, 투수성, 틈새크기, 면강도, 면거칠기 등), 절취고, 절취구배, 풍화정도, 예상활동 유형 등

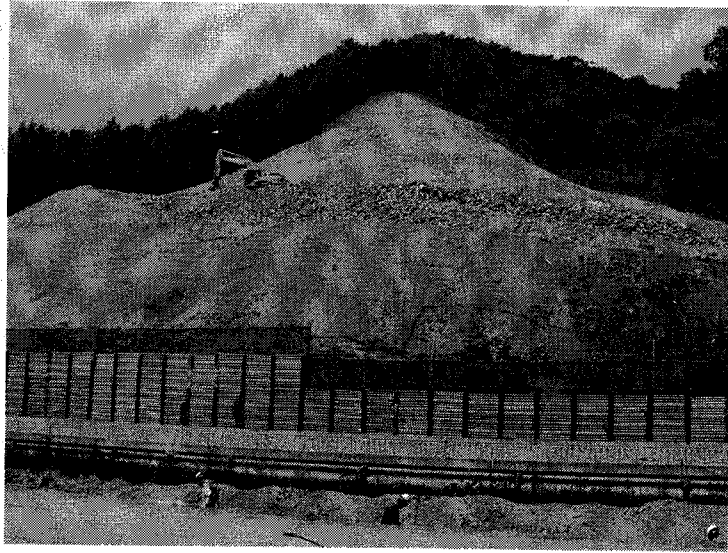
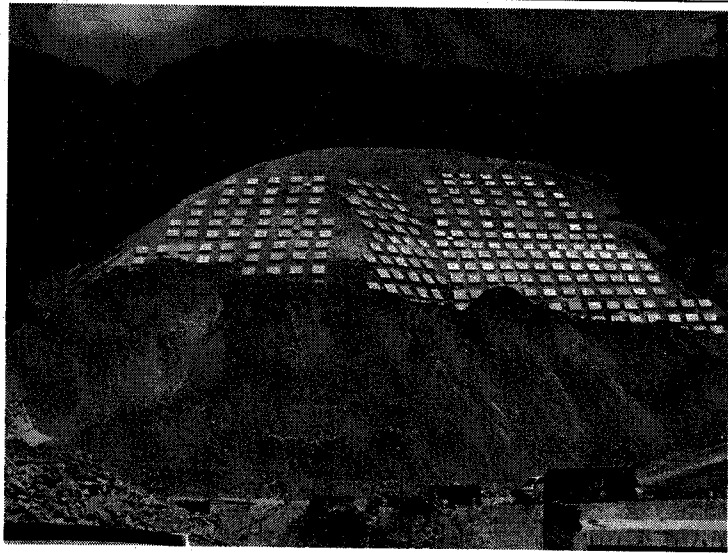
4) 현장조사 결과

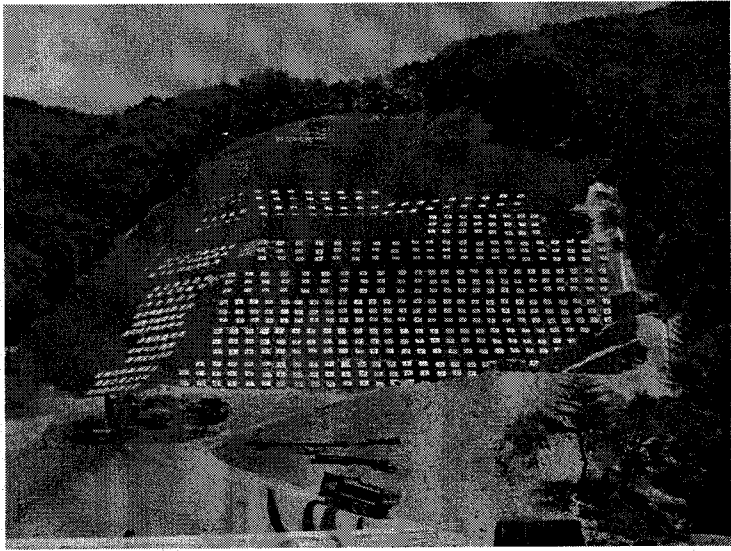
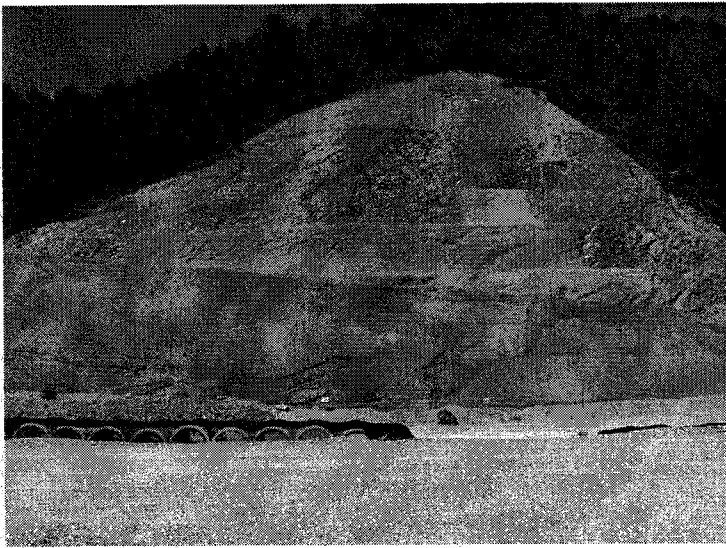
[표-2] 구간별 현장조사 내용

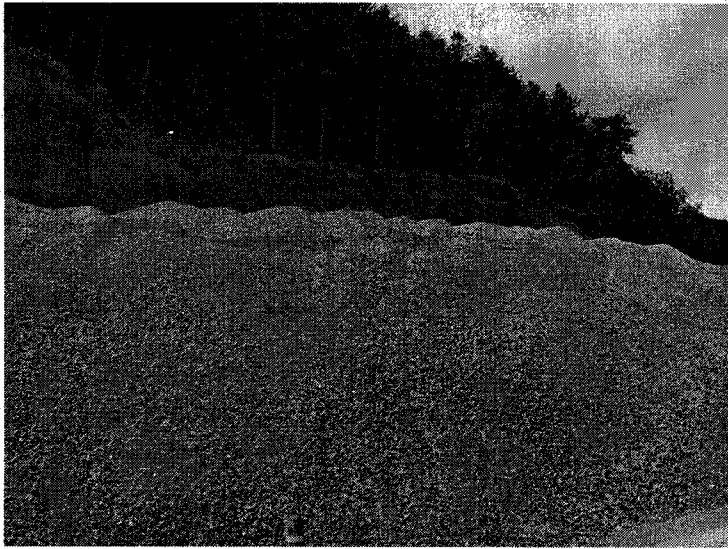
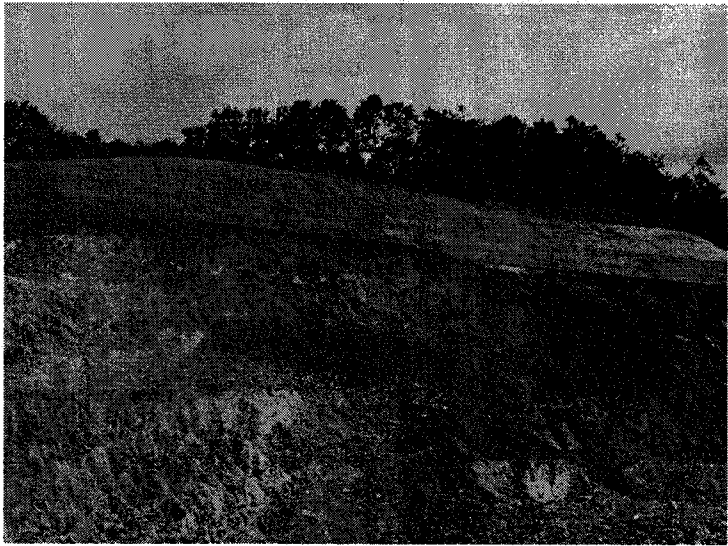
현장사진			
공 구	1	위 치	STA. 1+500~1+600(서울방향)
조사내용	- 쪼개짐 현상 및 뜬돌이 다수 관찰됨. - 토사/리핑과 암반층의 경계부에서 유실가능성 내재. - 대규모 붕괴보다는 낙석의 발생가능성 높은 것으로 조사됨. - 별도의 계측은 필요가 없을 것으로 판단됨.		
현장사진			
공 구	1	위 치	STA. 2+620~2+700(서울방향)
조사내용	- 절리간격이 좁고 미세절리 발달됨. - 록볼트로 보강되어 있으며 소규모 낙석발생의 가능성 내재. - 별도의 계측은 필요가 없을 것으로 판단됨.		

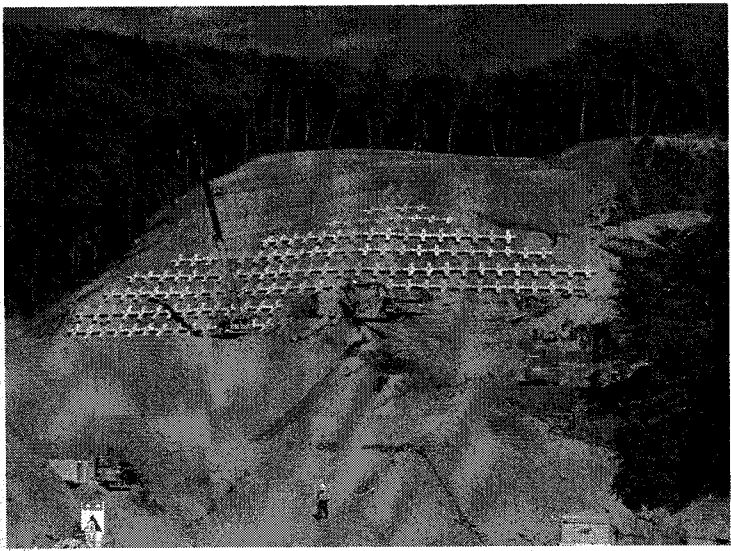
춘 천 ~ 동 흥 천 기 술 자 문 단

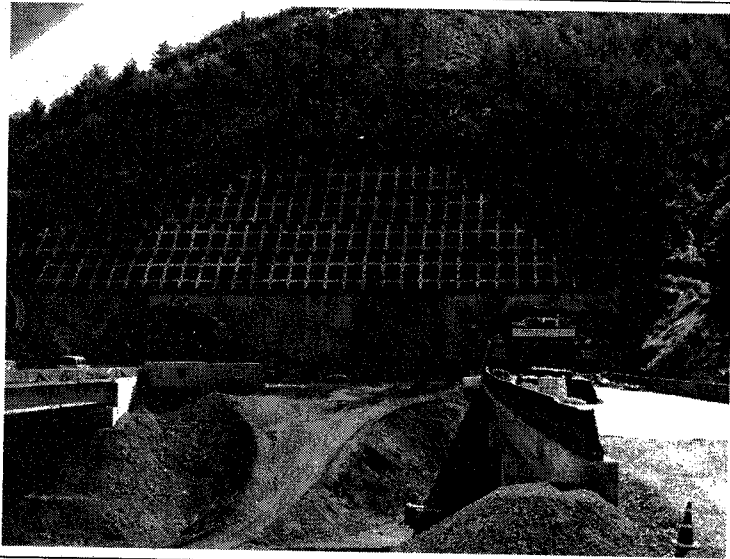
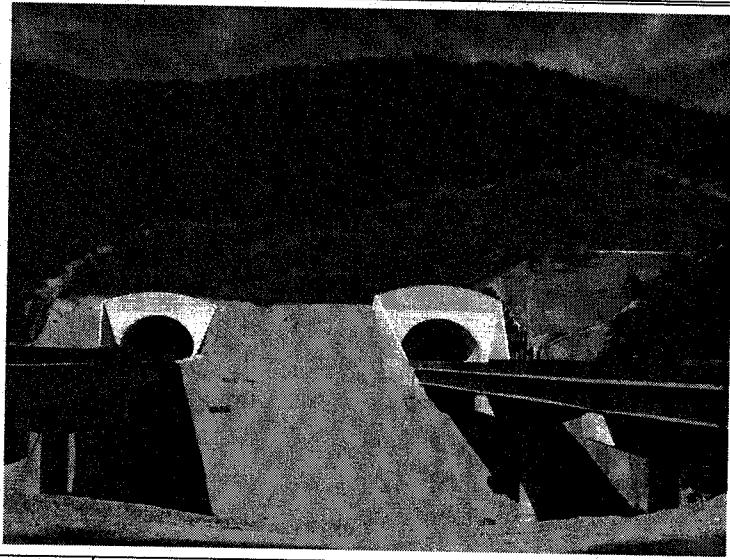
현장사진			
공 구	1	위 치	STA. 2+820~2+900(서울방향)
조사내용	- 습곡작용에 의한 배사구조가 발달됨. - 엽리구조가 발달되어 있으나 절리간격은 좁은상태로 조사됨. - 국부적인 취약층에서 소규모 유실 또는 낙석발생 가능성 내재. - 별도의 계측은 필요가 없을 것으로 판단됨.		
현장사진			
공 구	1	위 치	R-B STA. 1+780~1+840
조사내용	- 비교적 고각의 절리가 발달됨. - 록볼트로 보강이 되어 있으며 사면중단부에 켜기형 파괴가 발생됨. - 국부적인 낙석발생 가능성이 있으며 대규모의 붕괴가능성은 낮음. - 별도의 계측은 필요가 없을 것으로 판단됨.		

현장사진			
공 구	1	위 치	R-F STA. 0+480~0+540
조사내용	- 기존사면의 구배를 준용하여 절취되고 있음. - 상부의 토사/리핑층은 비교적 느슨한 상태이며 암선이 저하됨. - 모암은 비교적 견고하나 미세절리가 발달되어 있음. - 대규모의 붕괴가능성 낮은 편으로 별도의 계측은 필요 없을 것으로 판단됨.		
현장사진			
공 구	2	위 치	동산2터널 시점부(양방향)
조사내용	- 절취중 소규모 붕괴 및 터널관통후 재차붕괴가 발생한 사면임. - 보강공사가 거의 완료되었으며 표면처리(녹화)가 시공되어 있음. - 붕괴이력 및 장기적인 거동관찰을 위해 계측을 실시하는 것이 필요한 것으로 판단됨.		

현장사진			
공 구	2	위 치	북방1터널 시점부(양양방향)
조사내용	- 3차에 걸쳐 붕괴가 발생한 사면으로 안정대책 수립을 위한 지반조사 결과 대규모의 단층파쇄대가 조사되었음. - 보강공사 및 표면처리(녹화)가 완료된 상태임. - 붕괴이력 및 장기적인 거동관찰을 위해 계측을 실시하는 것이 필요한 것으로 판단됨.		
현장사진			
공 구	2	위 치	STA. 7+980~8+040(서울방향)
조사내용	- 절취가 완료되었으며 골재가 야적되어 있음. - 절리는 도로방향으로 발달되어 있으며 록복트를 보강되어 있음. - 소규모의 낙석발생 가능성이 있는 것으로 판단되므로 별도의 계측은 필요 없을 것으로 판단됨.		

현장사진			
공 구	3	위 치	STA. 11+565~11+605(서울방향)
조사내용	- 사면절취가 완료되어 최하단부 TOE부분 시공시 활동이 발생됨. - 배면에 인장균열이 다수 발생되어 안정대책으로 앵커보강 예정됨. - 사면에 골재가 야적되어 있으며 활동이력, 취약층 등을 고려할 때 장기적인 거동관찰을 위해 계측을 실시하는 것이 필요한 것으로 판단됨.		
현장사진			
공 구	3	위 치	STA. 12+200~12+340(서울방향)
조사내용	- 소일네일링 보강사면으로 절취중 소규모 붕괴가 발생됨. - 안정대책으로 사면구배완화공법이 예정됨. - 구배완화로 사면의 면적이 넓어지고 표면이 느슨한 상태이므로 장기적인 거동관찰을 위해 계측을 실시하는 것이 필요한 것으로 판단됨.		

현장사진			
공 구	4	위 치	STA. 12+380~12+460(서울방향)
조사내용	- 설계시보다 암선이 저하되어 재절취가 예정된 사면임. - 절취구배가 비교적 완만하며 특별한 이상징후가 발견되지 않은 사면으로 별도의 계측은 필요 없을 것으로 판단됨.		
현장사진			
공 구	4	위 치	송정1터널 시점부(양방향)
조사내용	- 절취중 암선저하 및 암질이 불량하여 대규모의 붕괴가 발생한 사면으로 안정대책 수립을 위한 지반조사 결과 대규모의 단층파쇄대가 조사되었음. - 사면보강이 완료되었으며 표면처리(녹화) 시공중에 있음. - 붕괴이력 및 장기적인 거동관찰을 위해 계측을 실시하는 것이 필요한 것으로 판단됨.		

현장사진			
공 구	4	위 치	송정1터널 종점부(양방향)
조사내용	- 시공시 붕적층이 형성되어 있어 붕적층 제거 후 갱구위치를 변경한 이력이 있는 사면임. - 앵커보강 사면의 장기적인 거동관찰을 위해 계측을 실시하는 것이 필요한 것으로 판단됨.		
현장사진			
공 구	4	위 치	송정2터널 시점부(양방향)
조사내용	- 갱구부형성을 위해 절취가 많은 사면으로 국부적으로 급구배를 형성하고 있음. - 사면고가 비교적 높은 편으로 장기적인 거동관찰을 위해 계측을 실시하는 것이 필요한 것으로 판단됨.		

3. 검토결론

- 1) 절토사면 취약지점 상시계측시스템 설치에 따른 STA.1+500~1+600(서울방향)외 13개소 사면에 대한 현장조사 결과 도로교통연구원에서 제출된 계측위치, 사양, 수량 등은 적정한 것으로 판단됨.
- 2) 도로교통연구원에서 제출된 계측내용은 지표관찰을 위한 표면계측기가 우세하며 이는 현장여건(시공진행상태) 및 계측기 시공가능성, 경제성 등을 고려할 때 타당한 것으로 판단됨.
- 3) 계측은 초기치 설정 및 지속적인 관찰과 분석이 중요한 바 이에 대한 고려가 필요함.
- 4) 사면별 계측적용 세부내용은 아래와 같다.

공구	위치(STA.)	방향	계측기종류, 수량
1	1+500~1+600	서울	설치 필요성 없음
	2+620~2+700	서울	설치 필요성 없음
	2+820~2+900	서울	설치 필요성 없음
	R-B 1+780~1+840	-	설치 필요성 없음
	R-F 0+480~0+540	-	설치 필요성 없음
2	동산2터널 시점측	양방향	표면계측기 3측선-12개소
	북방1터널 시점측	양양	지중경사계 20m, 우량계 표면계측기 2측선-12개소
	7+980~8+040	서울	설치 필요성 없음
3	11+565~11+605	서울	지중경사계 20m, 우량계 표면계측기 1측선-4개소 200ton 하중계 5개
	12+200~12+340	서울	표면계측기 1측선-4개소
4	12+380~12+460	서울	설치 필요성 없음
	송정1터널 시점측	양방향	표면계측기 1측선-4개소 지하수위계 20m
	송정1터널 종점측	양방향	표면계측기 1측선-4개소, 우량계
	송정2터널 시점측	양방향	표면계측기 1측선-4개소