

중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설 기타공사

터 널 계 측 보 고 서

(월간 3차 : 2017. 06. 01 ~ 2017. 06. 30)



2017. 06

提 出 文

금호건설(주) 현장대리인 귀하

귀사와 계약 체결된 “중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사”중 순호터널, 수북터널
계측관리용역에 대한 과업을 2017년 06월 01일 ~ 2017년 06월 30일까지 성실히 수행하고,
현장에서 실시된 공사 및 계측업무에 대한 전반적인 사항을 본 월간보고서로 요약하여 제출합
니다.

2017年 06月

경기도 고양시 일산동구 장항동 750-1

주식회사 지오텍코리아

대표이사인  종 관

토질 및 기초기술사 하 정 

목 차

1. 과업의 개요

1.1 개요 및 목적	1
1.2 계측의 목적	3
1.3 지형 및 지질	4
1.4 과업 수행 절차	9
1.5 과업 수행 범위	10
1.6 과업 수행 예정공정표	11
1.7 과업 수행 체계	12

2. 터널구간 계측기 시공계획

2.1 계측항목 및 수량	14
2.2 계측항목 및 활용방안	16
2.3 계측위치 선정기준	17
2.4 계측기 사양 및 설치방법	18
2.5 측정항목별 계측 system 구성	31

3. 비탈면구간 계측기 시공계획

3.1 계측항목 및 수량	33
3.2 계측기 사양 및 설치방법	34

4. 계측관리 및 관리기준치 산정

4.1 터널구간 계측관리 기준치 및 계측빈도 설정	43
4.2 비탈면구간 계측관리 기준치 및 계측빈도 설정	47
4.3 계측관리 기준치 초과시 조치요령	48
4.4 계측기 망실 및 파손에 대한 대처방법	53

5. 계측관리 현황

5.1 공사진행현황	55
5.2 계측기 설치수량	55
5.3 타입별 계측관리 기준치	56
5.4 계측기 설치일자	56
5.5 계측결과 종합 및 분석의견	58

6. 부록

제 1 장 과업의 개요



1.1 개요 및 목적

1.2 계측의 목적

1.3 계측 수행 절차

1.4 과업 수행 절차 및 범위

1.5 과업 수행 일정

1.6 과업 수행 체계

제 1 장 과업의 개요

1.1 개요 및 목적

과업의 개요

- 과 업 명 : 도담~영천 복선전철 제10공구 노반건설공사 계측관리
- 과 업 위 치 : 경북 군위군 의흥면 연계리 ~ 경북 영천시 화산면 효정리 일원
- 발 주 처 : 한국철도시설공단
- 시 공 사 : 금호건설(주)

<과업 대상구간 현황>

도담~영천 복선전철 제10공구 노반 건설공사	
터 널	● 청로터널 - 량기(현) 281Km957.0 ~ 284Km985.0(L=3,028.0m) ● 순호터널 - 량기(현) 285Km735.0 ~ 286Km905.0(L=1,170.0m) ● 수북터널 - 량기(현) 287Km070.0 ~ 289Km160.0(L=2,090.0m)
갱구비탈면	● 청로터널갱구 시종점, 순호터널갱구 시종점, 수북터널갱구 시종점
위 치	● 경북 군위군 의흥면 연계리 ~ 경북 영천시 화산면 효정리 일원

<과업대상구간 현황도>



과업의 목적

■ 터널구간 :

터널굴착에 따른 지반 및 주변 구조물의 거동을 파악하고 각종 지보재의 효과를 확인하여 터널공사에 따른 주변시설물이나 터널자체의 안정성(일상의 시공관리) 및 경제성(설계의 검토)을 확보하는데 있다.

■ 갱구비탈면구간 :

비탈면은 공학적 성질이 불균질한 경우가 많으므로 비탈면 규모가 클 경우 설계시 조사에서 그 성상을 충분히 파악하기가 어려움. 따라서 비탈면의 높이가 높고 제한된 지반조사의 결과를 바탕으로 한 것으로 예상외의 집중호우나 조사시 인지하지 못한 불규칙적이고 연장성이 양호한 불연속면의 발달등으로 인해 비탈면의 파괴가능성이 있어 계측을 통해 지속적인 감시와 대책을 세우는데 주목적이 있다.

1.2 계측의 목적

계측관리의 주된 목적은 공사 중 관찰된 지반의 거동과 이론적 해석에 의한 예상치와의 차이를 규명함으로써 사전조사 및 설계 시 부득이 고려하지 못한 점들을 측정하여 시공에 반영시킴으로서 공사의 합리성을 판단하며, 위험요소를 제거하고 전반적인 시공의 수준을 향상시키는 동시에 공사의 안정성과 경제성을 도모하는데 있다.

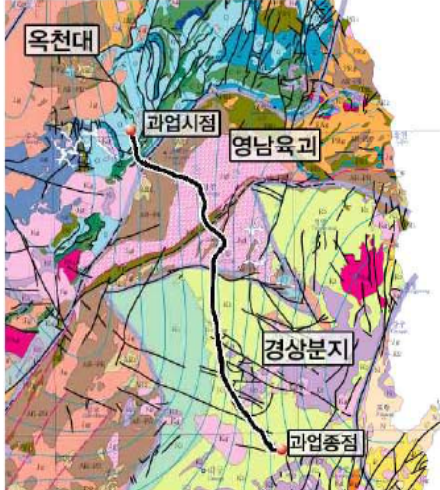
- 1) 설계 시 지반조건에 관한 정보 부족으로 인한 설계상의 결점을 시공 중에 발견하여 제거하기 위한 수단
- 2) 설치된 계측기를 통해 배면지반 및 인접구조물의 거동을 관찰하여 위험요소를 조기에 발견함으로써 공사 진행 속도를 조절하고 신속한 보강 대책을 강구하여 안전 관리에 도움을 주기 위한 수단
- 3) 굴착으로 인한 구조물의 범위를 계측하여 안전시공관리에 자료 제공
- 4) 설계상에서 적용된 설계치와 실측치를 비교, 분석하여 안전관리에 필요한 자료 수집
- 5) 공사가 진행됨에 따라 발생하는 주변의 피해(지반침하, 인접구조물의 침하, 경사, 소음, 진동)에 대해 근거가 되는 자료를 수집하여 법적소송 등 민원에 대비
- 6) 계측된 자료를 수집, 정리, 분석하여 자료를 축적하여 차후 구조물 설계 및 시공에 적용하여 거동에 대한 확신을 주어 경제성 및 안정성을 도모

또한 계측관리의 기술적 경험을 축적하여 체계적인 정립을 통해 차후 설계 시 이를 반영하여 보다 합리적이고 경제적인 설계를 추구하는데 있다고 볼 수 있으며, 공사 초기부터 굴착에 의한 영향이 종결되는 시점까지 얻어지는 자료는 그 양이 방대하여 거동을 분석하는 어려움이 있을 수 있다. 따라서 이러한 자료를 시공 단계별 또는 일자별로 정리하여 도표화하고 정확한 이론으로 종합 분석하여 거동양상을 가시화 하여야 한다.

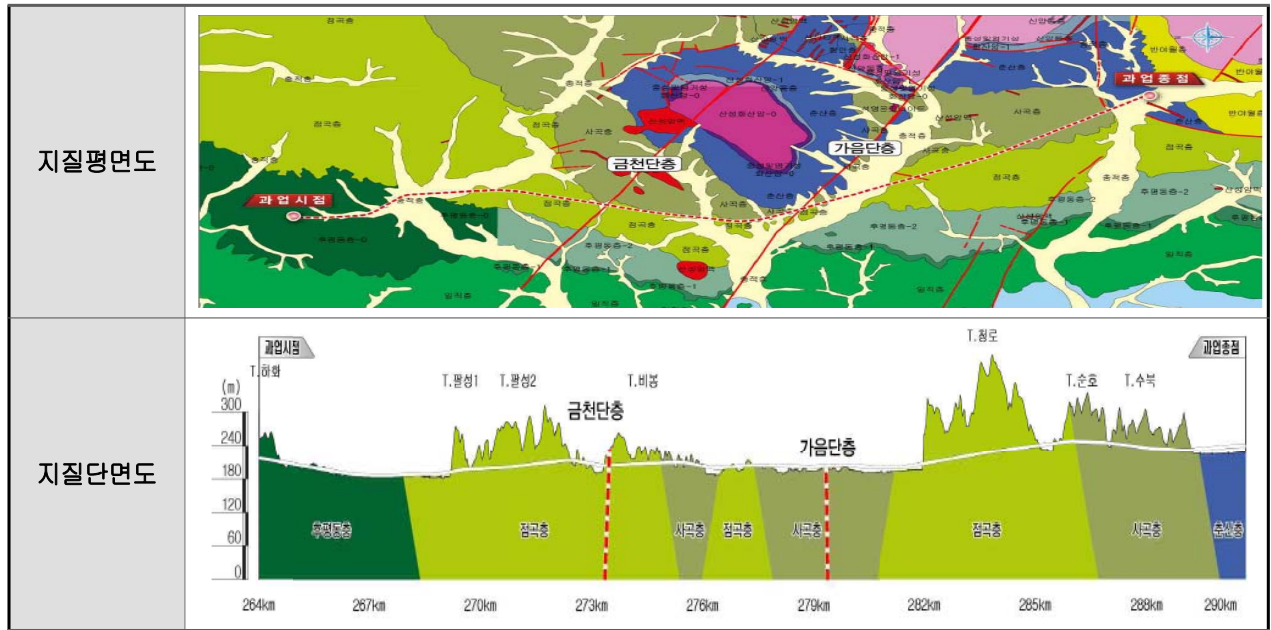
이러한 작업을 통해 일정한 추세를 규명하고 이론치와 비교하여 그 차이를 시공 상황에 비추어 원인을 규명하는데 목적을 두고 있다.

1.3 지형 및 지질

(1) 지체 구조도 분석

광역지체구조(한국지자연, 2001)		분 석 결 과	
	지체 구조	· 과업구간은 중생대 경상분지에 위치	
	지질 분포	· 과업구간 일대는 경상계 퇴적암인 하양층군과 화산암류 인유천층군이 우세하게 분포 · 과업노선이 통과하는 지역은 경상계 퇴적암인 후평동층 점곡층, 사곡층, 춘산층이 분포	
	주요 지질 구조	· 과업구간은 주로 북서방향의 단층대가 우세하게 발달하며 금천단층과 가음단층이 과업노선과 교차 · 각 지체구조구 경계부에는 대규모 단층대 발달 가능성이 높음	

구 분		내 용
지층구성		· 과업 노선은 중생대 백악기에 형성된 경상계 퇴적암류인 하양층군으로 구성
분포암상		· 춘산층, 사곡층, 점곡층, 후평동층
특 징		· 이암이나 셰일은 노출후 풍화진행으로 파편화되는 경향을 보이며, 두 개의 서로 평행한 주향이동단층이 분포
주요단층		· 금천단층, 가음단층
예상 지질 문제	터널	· 사암과 이암은 강도 특성이 상이하어, 교호되는 지층 통과시 터널내 다수의 암탈락이나 국부적인 붕괴 가능성이 있음. · 노출후 지하수에 의한 풍화가 빠르게 진행되므로 암질약화가 발생할수 있음. · 일부 발달하는 역암층 통과시 매끄러운 터널면 형성이 어려울수 있으며, 역의 탈락 발생
	비탈면	· 백악기 퇴적암은 특징적으로 노출후 풍화가 대부분 빠르게 진행되어 암질이 급속히 약해지며 파편화되거나, 굴착후 인장균열을 동반한 원호파괴가 다수발생 · 층리면은 대부분 저각이나, 층리면과 평행한 단층을 따른 점토 충전이나 이암부의 빠른 풍화로 인해 저경사의 대규모 파괴가 발생가능 · 또한 연장성이 양호한 지각의 층리면과 연장성이 불량한 고각의 절리로 인해 Rock bridge 형태의 파괴가 발생가능함. · 사암도 암상내 장식류의 구성정도에 따라 급속한 암질약화가 발생하기도함.



(2) 대표암종

청로터널시점	위치도	노두사진

구분	J1	J2	J3
방향성 (경사/경사방향)	18/120	71/280	80/32
불연속면 종류	층리	절리	절리
풍화도(Weathering)	약한풍화	약한풍화	약한풍화
연장(Persistence)	1~10m	0.3~3m	1~10m
간격(Distance)	0.06~0.6m	0.06~0.6m	0.2~0.6m
거칠기(JRC)	2~4	3~5	3~5
틈새(Aperture)	0.1~0.5mm	0.25~2.5mm	0.25~2.5mm
충진물(filling)	-	-	-
누수상태(Seepage)	-	-	-
강도(JCS)	45Mpa	65Mpa	61Mpa

청로 터널 종점	위치도	노두사진
		

구 분	J1	J2	J3
방향성 (경사/경사방향)	14/91	81/8	78/285
불연속면 종류	층리	절리	절리
풍화도(Weathering)	약한풍화	약한풍화	약한풍화
연장(Persistence)	1~3m	1~3m	1~3m
간격(Distance)	0.06~0.6m	0.2~2m	0.2~2m
거칠기(JRC)	2~4	3~5	2~4
틈새(Aperture)	0.1~0.25mm	0.25~2.5mm	0.25~2.5mm
충진물(filling)	-	-	-
누수상태(Seepage)	-	-	-
강도(JCS)	측정불가	측정불가	-

순호 터널 시점	위치도	노두사진
		

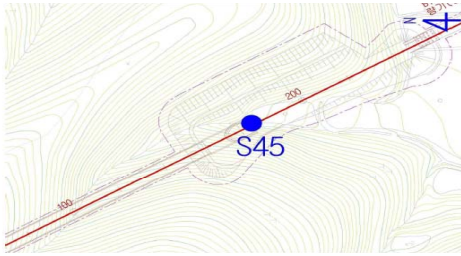
구 분	J1	J2	J3
방향성 (경사/경사방향)	6/35	89/28	85/285
불연속면 종류	층리	절리	절리
풍화도(Weathering)	약한풍화	약한풍화	약한풍화
연장(Persistence)	1~3m	1~3m	1~3m
간격(Distance)	0.06~0.6m	0.2~2m	0.2~2m
거칠기(JRC)	2~4	3~5	2~4
틈새(Aperture)	0.1~0.25mm	0.25~2.5mm	0.25~2.5mm
충진물(filling)	-	-	-
누수상태(Seepage)	-	-	-
강도(JCS)	-	-	57Mpa

순호 터널 종점	위치도	노두사진

구 분	J1	J2	J3
방향성 (경사/경사방향)	13/47	75/260	81/153
불연속면 종류	층리	절리	절리
풍화도(Weathering)	보통풍화	보통풍화	보통풍화
연장(Persistence)	1~3m	1~3m	1~3m
간격(Distance)	0.02~0.6m	0.2~2m	0.2~2m
거칠기(JRC)	2~4	3~5	2~4
틈새(Aperture)	0.1~0.25mm	0.25~2.5mm	0.25~2.5mm
충진물(filling)	-	-	-
누수상태(Seepage)	-	-	-
강도(JCS)	-	-	49Mpa

수북 터널 시점	위치도	노두사진

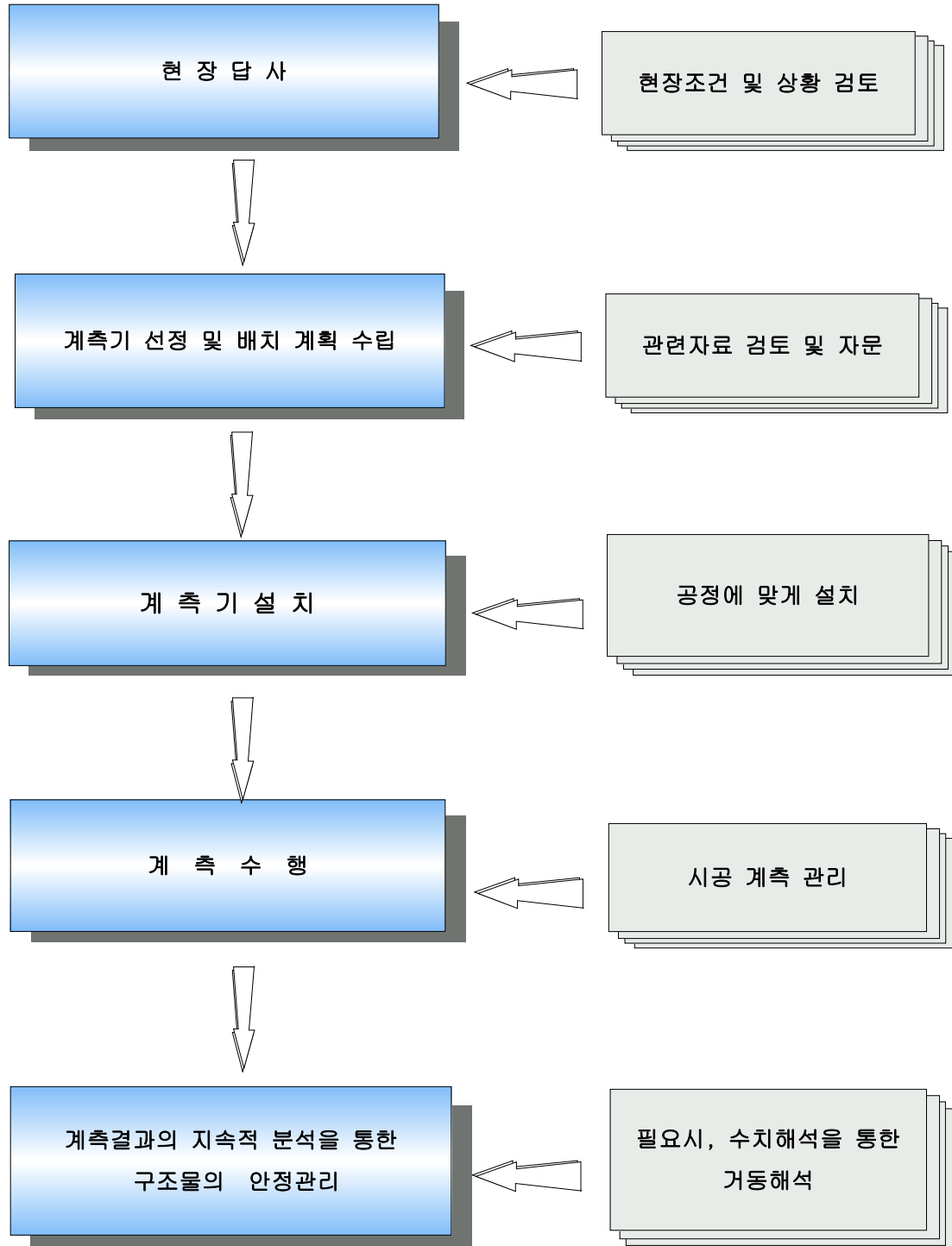
구 분	J1	J2	J3
방향성 (경사/경사방향)	12/93	85/171	80/272
불연속면 종류	층리	절리	절리
풍화도(Weathering)	약한풍화	약한풍화	약한풍화
연장(Persistence)	0.2~3m	0.2~3m	1~3m
간격(Distance)	0.02~0.6m	0.2~2m	0.2~2m
거칠기(JRC)	2~4	3~5	2~4
틈새(Aperture)	0.1~0.25mm	0.25~2.5mm	0.25~2.5mm
충진물(filling)	-	-	-
누수상태(Seepage)	-	-	-
강도(JCS)	측정불가	측정불가	75Mpa

수북 터널 중점	위치도	노두사진
		

구 분	J1	J2	J3
방향성 (경사/경사방향)	38/123	82/206	67/298
불연속면 종류	층리	절리	절리
풍화도(Weathering)	약한풍화	약한풍화	약한풍화
연장(Persistence)	1~3m	1~3m	1~3m
간격(Distance)	0.06~0.6m	0.2~2m	0.2~2m
거칠기(JRC)	2~4	3~5	3~5
틈새(Aperture)	0.1~0.25mm	0.25~2.5mm	0.25~2.5mm
충진물(filling)	-	-	-
누수상태(Seepage)	-	-	-
강도(JCS)	151Mpa	107Mpa	100Mpa

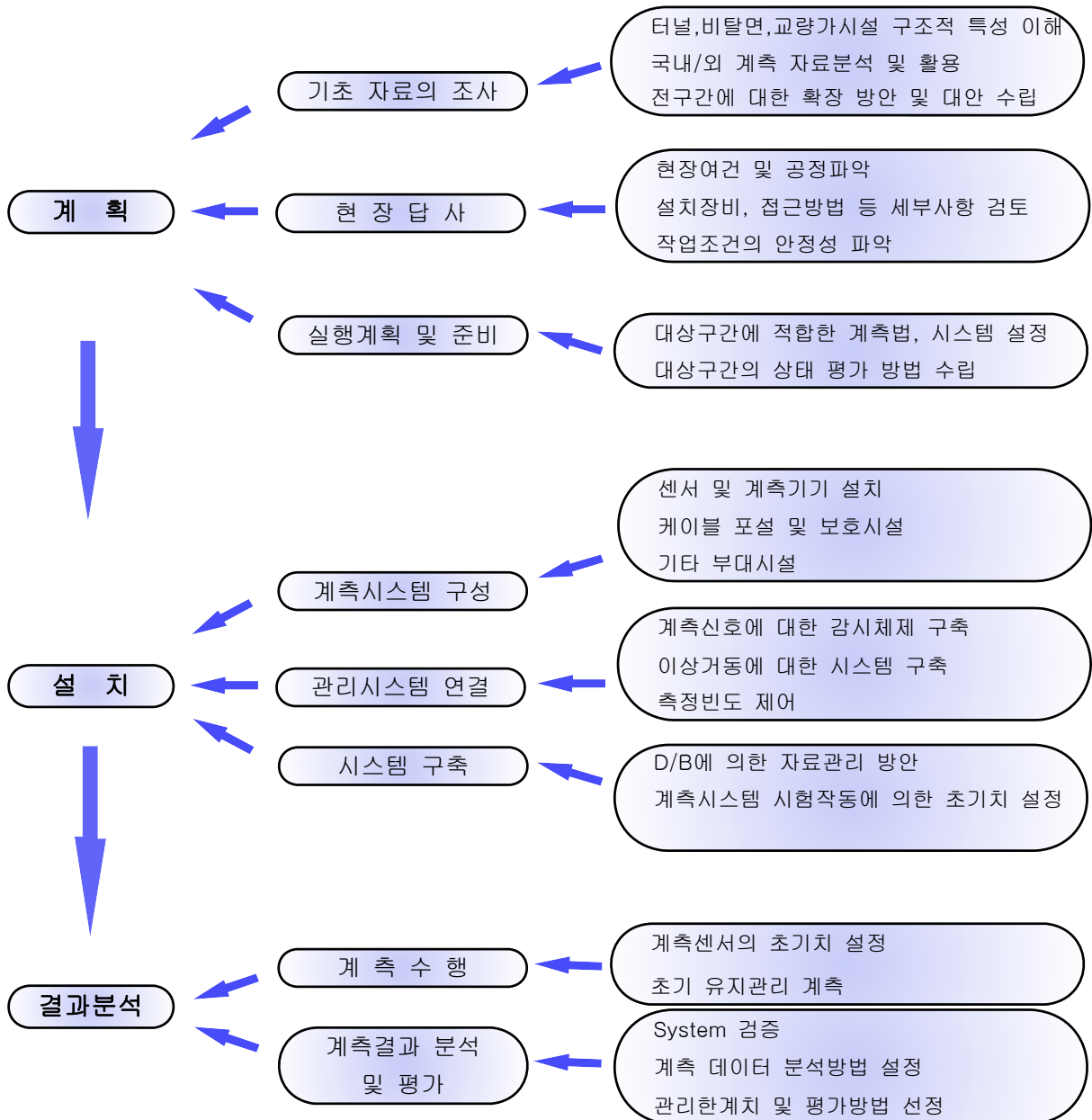
1.4 과업 수행 절차

계측 수행 흐름도



[표] 계측수행 흐름도

1.5 과업 수행 범위



1.7 과업수행 체계

과업수행 조직도



보고 체계

(1) 정기 보고

- 담당 : 현장 전담반 + 분석팀
- 형식 : 정식 보고서 형식 ▶ 주간 보고서 , 월간 보고서(토질 및 기초기술사 검토)
- 보고일 : 일간 보고서 : 매일, off line 보고서 제출
주간 보고서 : 매주 화요일, off line 보고서 제출
월간 보고서 : 매월 5일
- 내용 : 공사진행 상황기록, 계획내용 요약, 비교검토

(2) 부정기 보고

- 담당 : 현장 계측팀
- 형식 : 원인 분석 후 검토의견서 제출
- 내용 : 측정치 급변동과 관련 문제점 발생시 신속히 보고

제 2 장 터널 구간 계측기 시공계획



2.1 계측항목 및 수량

2.2 계측항목 및 활용방안

2.3 계측위치 선정기준

2.4 계측기 사양 및 설치, 측정 방법

2.5 측정항목별 계측 SYSTEM 구성

제 2 장 터널 구간 계측기 시공계획

2.1 계측항목 및 수량

중앙선 도담~영천간 복선전철 10공구의 평가항목은 A계측, B계측 등이며 세부 계측관리 항목 및 수량은 다음과 같다.

계측항목별 측정목적 및 수량

계측 항목		계측의 목적	청로 터널	순호 터널	수북 터널	비고
A 계측 (일상계측)	천단 침하계	▪ 터널 천정부의 침하량을 측정하여 변위 속도에 의한 지반의 안정성 판단	146	49	116	
	내공 변위계	▪ 터널내부의 변위량 및 변위속도를 측정하여 단면의 평형상태, 변위의 수렴상태를 파악	458	148	464	
	록볼트 인발시험	▪ 락볼트의 종류 선정 및 시공 후의 정착 효과를 파악	453	173	312	
	막장 관찰	▪ 터널 발파시 막장의 지질분포, 지층의 상태, 지하용수의 유무 여부를 파악하여 막장의 자립성 및 안정성을 판단하는데 목적이 있다.	매막장 마다	매막장 마다	매막장 마다	
B 계측 (정밀계측)	숏크리트 응력계	▪ 숏크리트의 배면토압 및 내부응력 변화를 측정하여 원지반 하중의 낙반방지 효과 및 하중의 분담정도를 파악	25	15	25	
	락볼트 축력계	▪ Rock Bolt에 작용하는 축력을 심도별로 측정하여 지반의 봉합효과, 아칭효과를 위한 터널의 정착효과를 확인	20	12	20	
	지중변위계	▪ 터널주변의 이완영역 범위 및 지보효과를 검토하여 Rock Bolt 길이의 타당성을 검토	25	15	25	

계측 항목		계측의 목적	청로 터널	순호 터널	수북 터널	비고
유지관리계측	간극수압계	▪ 터널배면의 간극수압측정을 통해 배수시스템기능 확인 및 라이닝에 작용하는 수압 확인	1	1	1	
	라이닝 응력계 (콘크리트 응력계)	▪ 라이닝(콘크리트)에 발생하는 응력을 측정함으로써 유지관리시 터널의 안정성, 내구성 확인	1	1	1	
갱구비탈면	지표침하	▪ 터널갱구부의 지반에 침하량을 파악하여 안전도 및 피해 영향권 추정	75	30	30	
	지하수위계	▪ 굴착으로 인한 수위변동 파악으로 터널 안정성 평가	4	4	4	
	지중경사	▪ 굴착에 따른 지반의 심도별 수평변위량을 측정하여 수평방향의 지반변위영역 및 가설 구조물의 안정성 검토	4	4	4	
	신축계	▪ 터널갱구사면의 변위를 정밀하게 측정하여 안정성 검토	4	4	-	

2.2 계측항목 및 활용방안

터널내의 계측 항목별 계측내용 및 평가, 활용방안을 요약하면 다음과 같다.

<계측항목별 계측내용 및 활용방안>

구분	계 측 항 목	계 측 내 용	평가 및 활용방안
터 널 구 간 (A 계 측)	갱내 관찰 조사 (육안관찰)	- 지질분포, 지층의 주향 및 경사 - 암석의 풍화정도 및 굳기 - 용수 발생위치와 형태 및 용수량 - 절리의 틈새, 간격, 충전물의 유무 및 틈의 발달상태	- 막장의 자립성, 안정성 판단 - 암질, 단층파쇄대, 습곡구조, 변질대 등의 성상 평가 - 당초설계와 시공시의 지반구분의 재평가
	내공 변위 측정 (내공변위계)	- 내공단면의 변위량, 변위속도 및 수렴 여부 파악	- 터널의 안정성 평가 안정성평가 - 막장굴착 초기에 최종 변위량을 파악하여 Rock Bolt 및 슛크리트의 추가 여부 판단 - Lining 콘크리트 타설 시기 판단
	천단 침하 측정 (천단변위계)	- 터널 천단의 수직 침하량 - 침하속도 및 수렴여부 파악	- 터널 천단의 절대 침하량을 감시하고 단면의 변형상태를 파악하여 주변지반의 안정성 확인, Rock Bolt 및 슛크리트의 지보효과 파악
	록볼트 인발시험	- 록볼트의 인발내력 확인	- 정착방법 판단 - 록볼트 길이의 적정성 판단
터 널 구 간 (B 계 측)	지중 변위 측정 (지중변위계)	- 터널주변 암반의 이완영역의 파악 및 반경방향 변위량, 변위속도 및 수렴 여부 파악	- 터널 주변의 느슨해진 영역과 변위량을 파악, Rock Bolt의 길이, 설계시공의 타당성을 판단한다.
	Rock Bolt 축력 측정 (R/B축력계)	- 시공된 Rock Bolt 의 심도별 축응력 분포 및 이의 변화속도와 수렴 여부파악	- Rock Bolt 에 생긴 변형으로 Rock Bolt의 축력효과의 확인 - Rock Bolt 간격, Rock Bolt 길이, Rock Bolt 굵기 판단
	Shotcrete 응력 측정 (S/C응력계)	- 시공된 Shotcrete의 접선방향 응력과 반경방향 응력 파악 및 변화속도와 수렴 여부파악	- Shotcrete의 응력과 응력분포 측정으로 슛크리트의 안정성 및 추가 지보재의 필요성 검토
비 탈 면 구 간	지표 침하측정	- 터널굴착에 따른 사면부 각층에서 일어나는 압축량 예측, 지층의 침하량과 속도 측정	- 터널 굴착시 사면부 침하량 확인 - 갱구부 사면의 안정성 확인

2.3 계측위치 선정기준

계측위치는 여건에 따라 A계측과 B계측으로 나누어 해석 및 종합적인 안정성 관리를 위해 합리적 기준에 의하여 계측을 수행하는 단면위치를 선정한다.

또한, 계측단면에 있어서 계측 항목간에 계측결과의 상호검증(Cross-Check)과 종합적인 관리해석이 가능하도록 각각의 계측점과 축선을 배치한다.

2.3.1 일상계측

계측 단면 위치의 선정 기준은 다음과 같다.

- (1) 전 구간에 걸쳐 지반조건 및 공법에 따른 거동파악이 되도록 가능한 등간격으로 일관성 있는 계측단면 간격 유지.(계측계획평면도 참조)
- (2) 등간격 이외의 추가 계측 지점
 - ① 지반상태의 변화가 심한 지점
 - ② 암질 및 지보 패턴이 변화하는 지점
 - ③ 토피가 얇고 과다한 변위가 예상되는 지점
 - ④ 터널 및 지상구조물의 위험이 예상되는 지점
 - ⑤ 터널의 단면 형태나 시공방법이 변화하는 지점

2.3.2 정밀계측 (대표 단면 계측)

계측 단면 위치의 선정기준은 다음과 같다.

- (1) 단면해석 (FEM, FDM, DEM)지점
- (2) 대표적인 지반조건을 지닌 지점
- (3) 설계, 시공에 있어서 대표적인 지점
- (4) 터널이나 지상구조물의 위험이 특히 예상되는 지점
- (5) 기기 설치와 측정이 용이하고 시공 Cycle에 지장이 적은 지점
- (6) 주변에 특수시설이 없는 지점
- (7) 일상계측 결과의 검증이 필요한 지점
- (8) 터널 및 주변지반의 종합적인 안정성 판단이 필요한 지점

2.4 계측기 사양 및 설치, 측정 방법

2.4.1 내공변위 및 천단침하계

측정 목적

- ① 막장굴착 후 가능한 초기에 최종 변위량을 예측하고 안정성을 검토하여 1차 복공의 추가여부를 판단한다.
- ② 하반굴착 등에 의한 1차 복공의 안정성의 판단자료로 사용한다.

설치 방법

■ 계측핀의 설치(Target)

- ① 측정핀을 설치코자 원하는 위치에 계측핀 설치를 위한 Hole을 뚫는다.
- ② 측정핀을 Hole에 설치후 고정시킨다.
- ③ 발파시 날아오는 발파암이나 터널굴착 작업시 측정핀이 손상을 입지 않도록 설치한다.

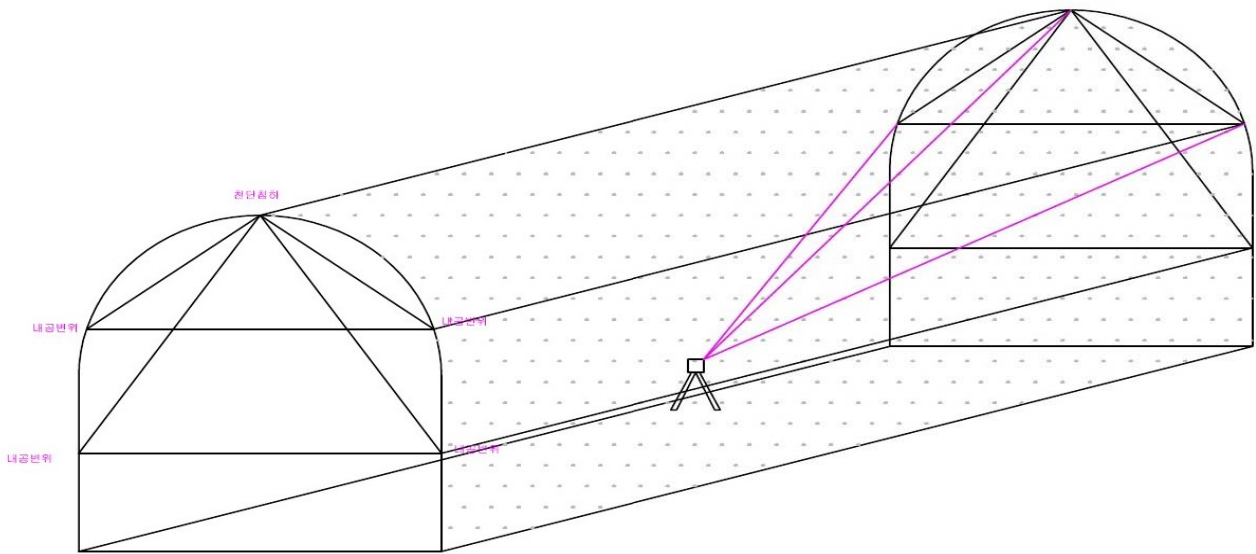
■ 설치시 유의사항

- ① 광파기는 Target를 계측하기 위해 가장 좋은 시계를 확보할 수 있고 작업진행에 방해를 주지 않는 위치에 설치한다.
- ② 광파기를 정확히 거치하고 시차를 제거한 후 Target에 맞추고 측량기 옆에 정착된 Spotlight를 Target을 향해 비춘다.
- ③ 측량은 양방향으로 80m까지 가능하며 주로 터널조건과 시야조건에 달려있다.

내공변위 및 천단침하계 사양

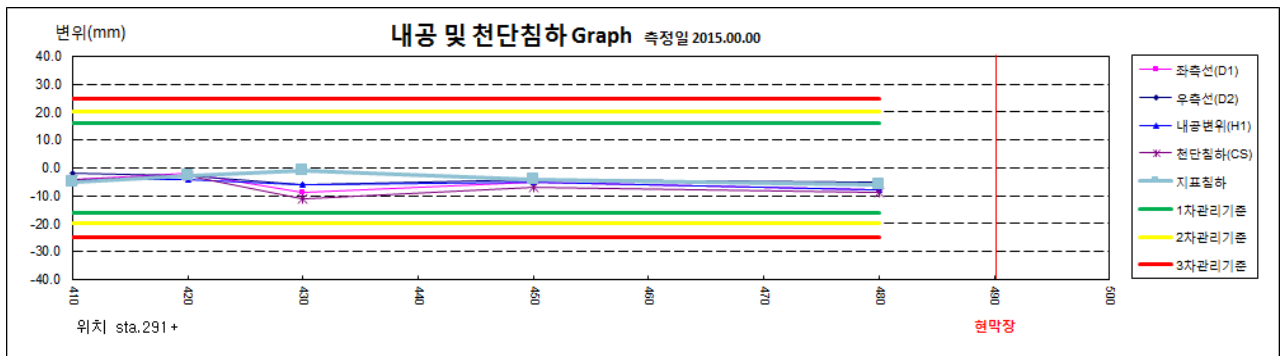
항 목	사 양
배 율	30 × EDM
분 해 력	2.5 “
정 밀 도	최대2700m 정도: ± (2mm + 2PPM)
최소 측정 단위	Fine: 1mm/0.2mm, Normal/coarse: 1mm
형 상	  [그림 3.1] 내공변위 및 천단침하계 자재, 측정기

터널계측 개념도



■ 계측핀의 측정

- ① 측정핀을 광파기를 사용하여 측정을 한다.
- ② 좌대각, 우대각, 내공변위는 좌표간 거리 계산을 통하여 측정치를 산정한다. (절대변위측정)
- ③ 천단침하는 고정된 기준점으로 천단침하게 레벨값을 산정한다.



<천단침하 및 내공변위계 data sheet 예>



2.4.2 지중 변위계

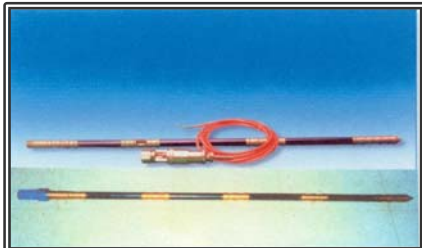
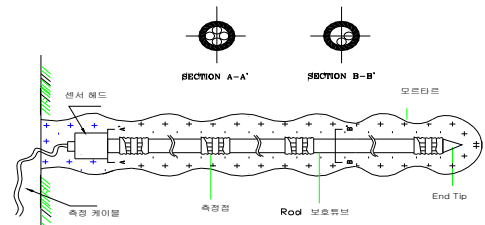
측정 목적

터널내부에서 실시하는 지중변위의 측정은 터널주변의 이완영역 등의 지반거동을 명확하게 파악하기 위하여 실시한다.

설치 방법

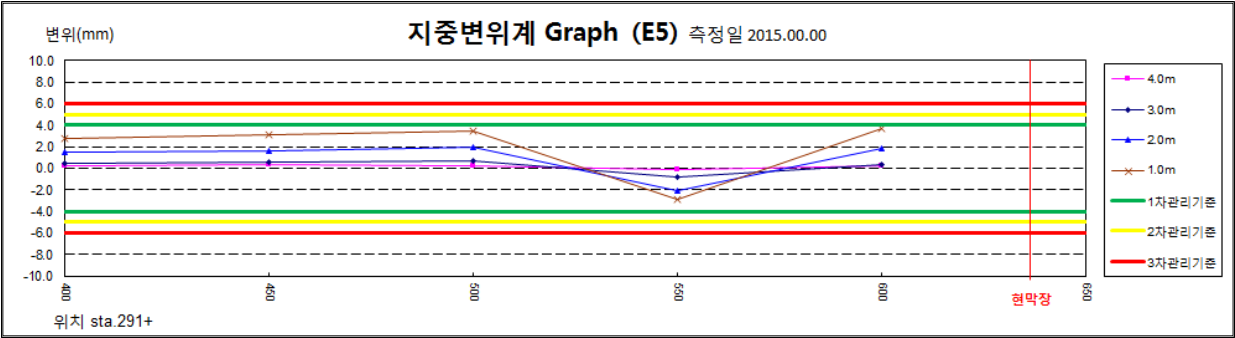
- ① 측정하고자 하는 지점에 $\phi 50\text{mm}$ 의 크기로 천공을 한다.
- ② 천공홀 확인 및 레진삽입.
- ③ 천공 깊이는 락 볼트 설치 깊이보다 1m정도 깊게 하여 설치. 부동점이 되도록 한다.

지중 변위계 사양

항 목	사 양
측정 양카 수	4 Point (1.0M, 2.0M, 3.0M, 4.0M)
최소 천공직경	$\phi 38\text{mm}$ 이상
제품 길이	4.00M
양카 로드	황동 (Brass) ($\phi 3\text{mm}$)
양카로드 보호카바	P.V.C Protector Tube ($\phi 25\text{mm}$)
센서 형식	진동현식(v/w)
측정 기기	v/w 센서 휴대용 측정기
형 상	 

측정 방법

- 지중변위계의 측정
 - v/w 센서 휴대용 측정기를 사용하여 계측치 측정을 한다.
 - 변위량=(초기치-측정치)*계측기 상수 (mm)을 대입하여 변위량을 산정한다.



<지중 변위계 data sheet 예>



지중 변위계 측정

2.4.3 쏿크리트 응력계

측정 목적

쏿크리트의 안전성 및 추가 지보공의 필요성을 검토하기 위해 복공내에 응력계를 설치하여 쏿크리트의 축방향과 반경 방향의 응력을 측정한다.

설치 방법

- ① drill 등을 이용하여 센서를 고정할 수 있도록 Anchor Bolt를 설치한다.
- ② Cable은 보호관을 이용하여 보호한다.(Shotcrete 타설시 파손되지 않게 하기 위함이다.)
- ③ Radial 방향의 Sensor를 센서 설치시 터널 벽면에 공극이 발생하지 않도록 밀착하여 설치한다.

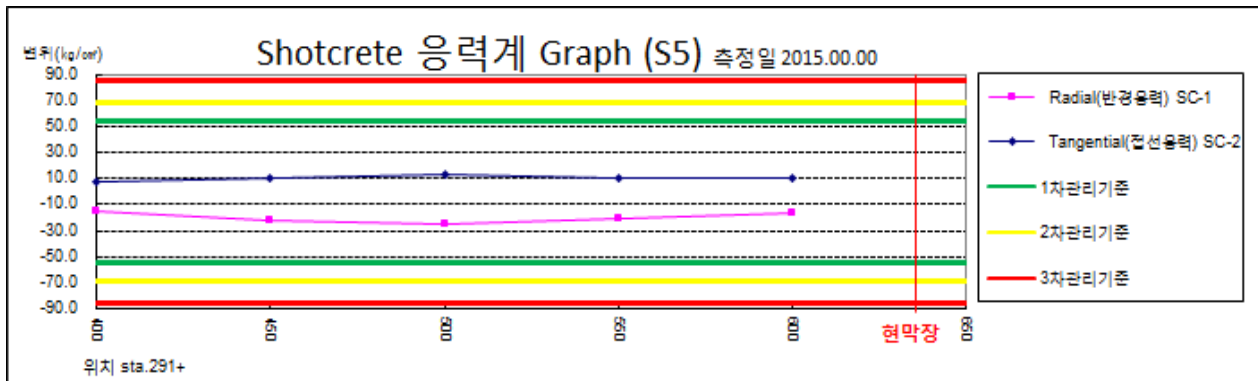
쏿크리트 응력계 사양

항 목	사 양
형 식	진동현식(v/w)
측정 범위	± 1500 microstrain
분 해 능	$0.1 \mu \varepsilon$ 이상
작동온도	$-20 \sim 50$ °C
형 상	 [그림] 쏿크리트 응력계 그림

측정 방법

▪ 쏘크리트 응력계의 측정

- ① v/w 센서 휴대용 측정기를 사용하여 계측치 측정을 한다.
- ② 변위량=((측정치-초기치)*변형계수/압축강도* 10^{-6}) (kg/cm²)
계산치*0.0980665=Mpa 하여 변위량을 산정한다.



<쏘크리트 응력계 data sheet 예>



2.4.4 락볼트 축력계

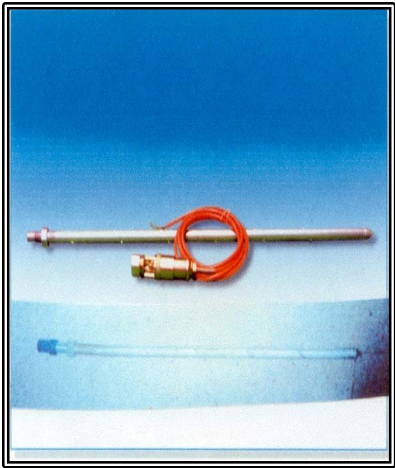
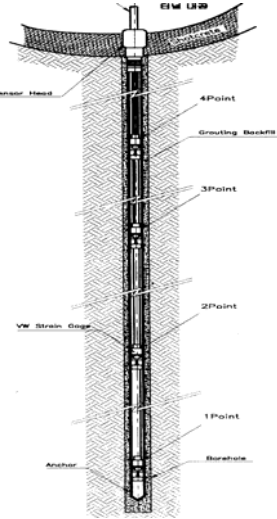
측정 목적

락볼트는 각 지점의 축력을 측정하여 락볼트 시공수량의 증설여부와 락볼트의 적정길이를 판단하여 시공의 안정성 판단을 목적으로 설치한다.

설치 방법

- ① 설치지점에 $\Phi 50\text{mm}$ 로 천공한다.
- ② 레진삽입후 심도가 다른 앵커가 설치된 락볼트 축력계를 삽입 한다.
- ③ 경화 후 초기계측을 실시 한다.

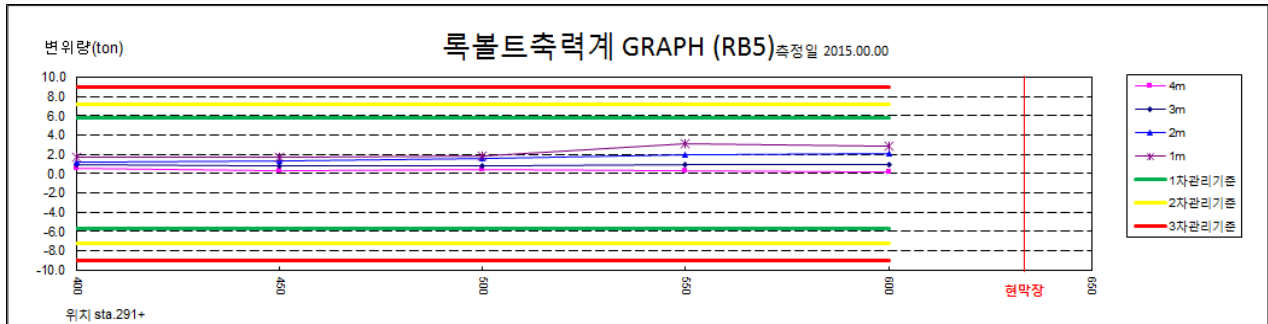
락볼트 축력계사양

항 목		사 양
적용 센서		진동현식(v/w)
측정 앵카 수		1~4 Point
앵카 길이		선택
앵 카		그라우팅 앵카, SPIDER SPRUNG 앵카 선택
주요 재질	헤드부	알루미늄 강재
	앵카로드	탄소강 ($\Phi 6\text{ mm}$)
	앵카로드 보호커버	Nylon Tube($\Phi 10 \times \Phi 12\text{ mm}$) PE($\Phi 10 \times \Phi 12\text{ mm}$)
센서 그림		 
[그림] 락볼트 축력계 측정 및 설치 그림		

측정 방법

▪ 락볼트 축력계의 측정

- ① v/w 센서 휴대용 측정기를 사용하여 계측치 측정을 한다.
- ② 변위량 $=((\text{측정치} \times 10^{-6}) - (\text{초기치} \times 10^{-6})) \times \text{축력계 단면적} \times \text{탄성계수}$ (ton)
계산치 $\times 9.8 = \text{Kn}$ 을 대입하여 변위량을 산정한다.



<록볼트 축력계 data sheet 예>



2.4.5 락볼트 인발시험

측정 목적

락볼트 인발시험은 락볼트의 종류 선정 및 시공 후의 정착 효과를 판정하기 위하여 시험하는 것이다. 특히 미고결, 사질토 지반 등 락볼트의 인발 내력이 크게 기대되지 않는 경우에 중요한 시험이 된다. 이 시험은 가능한 한 굴착 초기 단계에 갱구 부근의 적당한 장소에서 실시해야 한다. 본 항의 인발 시험은 이하에 나타난 항목을 변수로 하여 비교, 검토한다.

- (1) 정착 재료 및 정착 재료의 재령
- (2) 락볼트 형상 및 재질
- (3) 락볼트 길이
- (4) 기타의 볼트 직경, 천공경의 관계, 천공 방법, 프리스트레싱의 유무 등

설치 및 측정 방법

- ① 지질 상황에 따라 가능한 한 불량한 암반에 일반 시험 Bolt를 선정(50본당 1본을 원칙)한다.
- ② 일반 시험용 Bolt에는 Shocrete 부착 영향을 없애야 한다.
- ③ 반력 판은 Bolt축에 직각으로 부착시킨다.
- ④ Pump로 Bolt에 하중을 1톤 / 분 단위로 가하여 Bolt를 인발하여 변위와 장력과의 관계 및 인발 저항을 구한다.

전면 정착 방식 락볼트의 인발 시험시 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

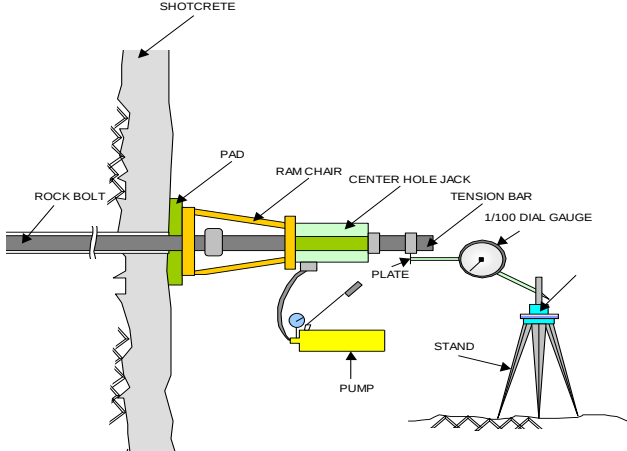
(1) 슛크리트가 시공되는 때에는 슛크리트를 파쇄하여 암반면을 노출시키든가, 우선 인발 시험용 락볼트에 슛크리트 부착 영향이 없게 한 후 천(布) 등으로 감아서 설치하고 시험을 행할 것이 요망된다.

(2) 테이프 워셔 등을 이용하여 인발 방향을 락볼트 축에 일치시키고 볼트에 힘이 발생되지 않도록 주의하여 지반과 정착재 사이에 정확한 인발 저항치가 얻어지도록 한다. 토사 지반과 같이 전단 강도가 작고 소정의 인발 내력이 얻어지지 않을 때에는 락볼트의 본수를 증가시키면서 길이를 길게 할 필요가 있다.

또 용출수 상황, 지반 상황과도 연관시켜 인발 시험에 의해 락볼트의 길이, 직경, 재질, 천공경 및 정착재의 강도 등을 신중하게 선정해야 한다. 특히 락볼트의 소요 길이에 대하여는 인발 시험과 실제 락볼트의 축력 분포가 다를 가능성이 있기 때문에 주의할 필요가 있다.

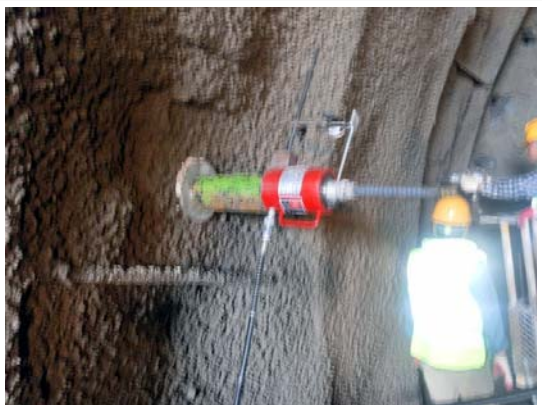
인발 시험의 재하 속도는 일반적으로 1톤/분으로 하고 시험은 락볼트 시공 후 소정의 시간이 경과한 시점에서 실시한다. 평가하는 방법은 아래 그림과 같이 하중-변위 곡선을 그려 인발내력을 구한다. 인발내력은 그림의 하중-변위 곡선에서 A영역 직선부의 접선과 C영역 접선과의 교점(D)이다. 즉 C 영역은 볼트의 정착효과를 기대할 수 없는 영역으로 기대할 수 있는 영역은 D점까지이다. 일반적으로 락볼트 인발하중은 17톤 이상 나오는 락볼트를 사용하여야 하며 암반 강도가 낮아서 소정의 인발저항이 얻어지지 않으면 락볼트의 길이를 길게 할 필요가 있다.

락볼트 인발 평가 방법

항 목	사 양
평 가 방 법	하중 - 변위 곡선을 그려 인발 내력을 구한다. 인발 내력은 하중 - 변위 곡선에서 A 영역 직선부의 접선과 C영역 접선과의 교점은 (D)이다. 즉 C 영역은 Bolt의 정착 효과를 기대할 수 없는 영역으로 기대 할 수 있는 영역은 D까지이다. 일반적으로 Rock-Bolt의 인발 하중은 17톤 이상 나오는 Rock-Bolt 를 사용한다. 암반 강도가 낮아서 소정의 인발 저항이 얻어지지 않으면 Rock-Bolt 길이를 길게할 필요가 있다.
측 정 방 법	 The diagram illustrates the setup for a rock bolt pulling test. A rock bolt is embedded in a rock face covered with shotcrete. The bolt passes through a pad and a ram chair. A center hole jack is attached to the bolt, connected to a tension bar. A 1/100 dial gauge is used to measure the displacement. A pump is connected to the system, and a stand supports the dial gauge. Labels include: SHOTCRETE, ROCK BOLT, PAD, RAM CHAIR, CENTER HOLE JACK, TENSION BAR, 1/100 DIAL GAUGE, PLATE, PUMP, and STAND. [그림] 락볼트 인발시험 개요도

<락볼트 인발시험 관리기준 예>

관 리 기 준 설 정	비 고
인발하중:사전인발내력x0.8(안전율)=타입별 인발하중	※ R/B 항복강도 : 4,000Kg/cm ²
변위량:사전인발하중의 변위량 이내	

	
락볼트 인발기 설치	락볼트 인발 시험

2.4.6 갱내 관찰조사

a. 측정 목적

터널을 비롯한 지하공동의 굴착 시 계측은 지하공동의 안전성과 시공시기 방법을 검토하기 위한 기초자료로 이용

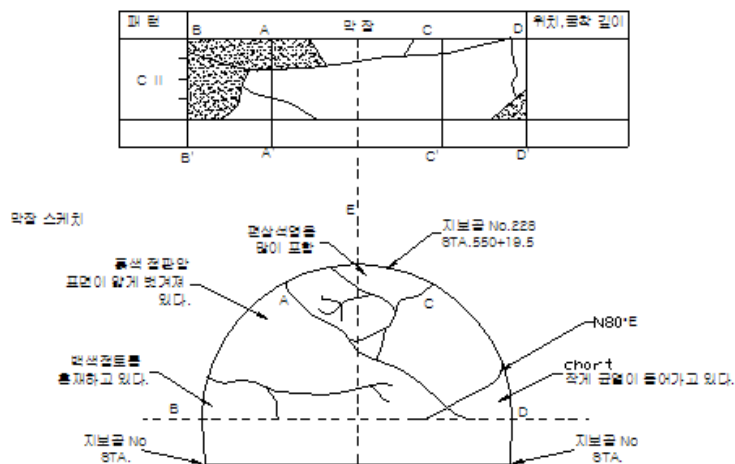
(1) 육안(지질) 관찰 사항

- ① 지질의 분포상태(지질명, 풍화정도, 색깔, 신선도)
- ② 고결도, 경도, 변질상태
- ③ 단층의 분포와 방향, 경사 및 암의 절리와 풍화상태
- ④ 암색, 입도, 특수 광물의 함유상태
- ⑤ 용수의 위치 및 용수상태

(2) 지보공 관찰 사항

- ① Rock Bolt의 설치위치, 방향, 정착여부
- ② 슛크리트의 두께, 파괴여부(발생위치, 폭, 길이 등), 용수의 상태
- ③ 강재 지보공의 변형 여부

이러한 막장 관찰은 새롭게 막장이 출현해서 우선 최초에 실시하는 관찰이며 발주처의 입회하에 스케치 그림의 작성이나 사진 촬영을 실시한다. 막장관찰은 지보규모의 결정을 할 때, 계측만으로는 파악하지 못하는 주변암반 정보를 얻는 것을 목적으로 해서 실시하는 것이며 주로 막장의 지질 상태와 지질의 변화 상황을 육안으로 조사하는 것이다.



<갱내관찰 예>

b. 관찰조사 평가 방법

관찰 조사의 평가 기법으로서는 보편적이고 정량적인 것이 요구되고 있지만, 각종 정량적 기법도 확립된 것이라고 하기 어렵다. 또한, 하나하나의 터널마다 암반 조건이나 시공법에 독자성이 있고 이것들에 유연하게 대응하기 위해서는 정성적 평가를 사용할 수밖에 없다.

관찰조사를 평가 할 때는 당초 설계시의 정보 및 터널 굴착을 시공해 가는 과정에서 관찰뿐만 아니라 계측에 의해 얻어지는 새로운 정보를 종합적으로 평가하는 것이 중요하다. 이것은, 우리나라의 암반은 변화가 심하고 막장과 계측점에서 지질이 변화할 가능성이 높은 것, 또한 일반적으로 계측 결과가 터널 굴착 후 상당히 시간이 경과하지 않으면 최종적인 값을 파악 못하는 것 등의 이유에 의하고 있다.

암판정 기준(Standard of Rock Identification)

육안 및 현장시험에 의한 암판정 기준 (Standard for Visual Test and Site Inspection)	구 분 (Classification)	육안식별 (Visual Inspection)	함마타격 (Hammer Impact)	슈미트 치(MPa) (Schmit value)
	풍화암 (Weathered Rock)	-균열은 많으나 점토화의 진행으로 거의 밀착상태(Many cracks, but in close adherence slate due to transformation to clay) -암내부까지 풍화진행, 암의 구조 및 조직이 남아 있음(Weathering processed to inside of rock, structure and texture are still remained)	-손으로 부서짐 (Broken by hand)	50 이하 (Below 50)
	연 암 (Soft Rock)	-균열이 많이 발달 (Many cracks developed) -균열간격은 100mm 이내(Spacing of cracks are within 100mm)	-함마로 치면 가볍게 부서짐(Easily crushed with impact by hammer)	50 ~ 250
	경 암 (Hard Rock)	-균열의 발달이 적으며, 균열간격은 100mm 이상(Less developed cracks, spacing of cracks are more than 100mm) -대체로 밀착상태이나, 일부 open됨(Mostly adhered, partly opened) -대체로 신선, 균열을 따라 약간 풍화됨, 암내부는 신선함(Mostly not transformed, minor weathering transformation along the cracks, not transformed inside rock)	-함마로 치면 금속성을 내고(Making metallic sound by impact of hammer) -잘 부서지지 않으며 튀는 경향을 보임(Not easily crushed by hammer bounce)	250 이상 (Above 250)
시험결과에 의한 암판정 기준 (Standard for Rock identification by Test Results)	구 분 (Classification)	일축압축강도(MPa) (Uni-axial Strength)	탄성파속도 (Elastic Velocity)	변형계수 (Deformation Coefficient)
	풍화암 (Weathered Rock)	50 이하(Below 50)	Below 1.2	Below 4,000
	연 암 (Soft Rock)	50 ~ 250	1.2 ~ 2.5	4,000 ~ 10,000
	경 암 (Hard Rock)	250 이상(Above 250)	Above 2.5	Above 10,000

주(Notes) : 본 기준은 일반적인 분류기준 제시안임. 실제적용에 있어서는 암판정 목적에 따라서 고속철도 터널 시방서 해설(안) 부록 #3을 참고하여 분류목적에 부합되는 제반 요인을 면밀히 분석 평가하여 적용한다.

(This is a general standard of classification. In real application, all necessary factors shall be closely analyzed and evaluated corresponding to the classification purpose with reference to Attachment #3, High Speed Railway Specification for Tunnel)

2.5 측정항목별 계측 SYSTEM 구성

계측시스템은 계측목적, 방식, 관리방법, Data 처리속도 등을 고려해서 현장마다 특성에 맞도록 달리 계획되어야 한다.



<계측 SYSTEM 구성>

제 3 장 비탈면구간 계측기 시공계획



3.1 계측항목 및 수량

3.2 계측기 사양 및 설치, 측정 방법

3.1 계측항목 및 수량

중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구의 갱구 비탈면 계측평가항목 및 수량은 다음과 같다.

계측항목별 측정목적 및 수량

계측 항목	계측의 목적	수량	비고
지표침하계	▪ 갱구부 굴착사면의 거동 및 대절토 사면의 변위를 분석하여 사면의 파괴예측 및 안전관리	135	
지중경사계	▪ 굴착에 따른 지반의 심도별 수평변위량을 측정하여 수평방향의 지반변위 영역 및 가설구조물의 안정성 검토.	12	
지하수위계	▪ 굴착으로 인한 수위변동 및 차수벽의효과검토.	12	
신축계	▪ 갱구사면등의 큰변위를 정밀하게 측정하여 안정성 검토	8	

3.2 계측기 사양 및 설치, 측정방법

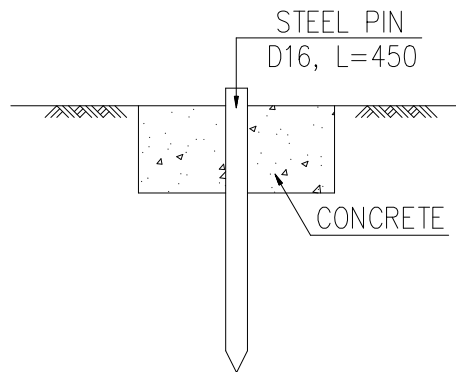
3.2.1 지표침하계

측정 목적

지표의 수직 변위량을 측정하여 지표면의 거동을 파악하여 사면 붕괴를 예방하기 위한 것이다.

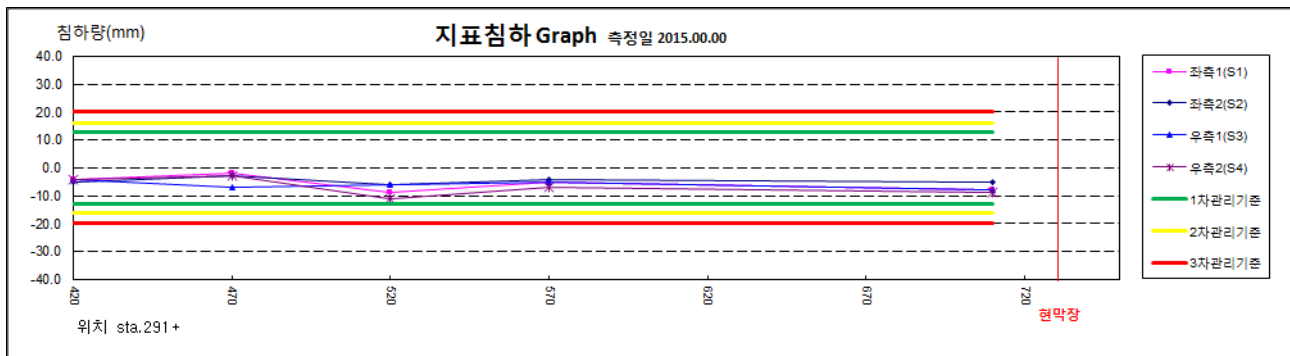
설치 방법

- ① 인력으로 굴착한다. 이때 매설 깊이는 450mm 기준으로 설치한다.
- ② 매설후 상부 콘크리트를 타설하여 지표면과 일체화 시킨다.
- ③ 초기치를 수준측량 으로 측정한다.



지표 침하계 사양

	구 분	계 측 기 기 사 양
	형 식	기계식
	정 밀 도	1mm
	측정기기	Level



<지표 침하계 data sheet 예>



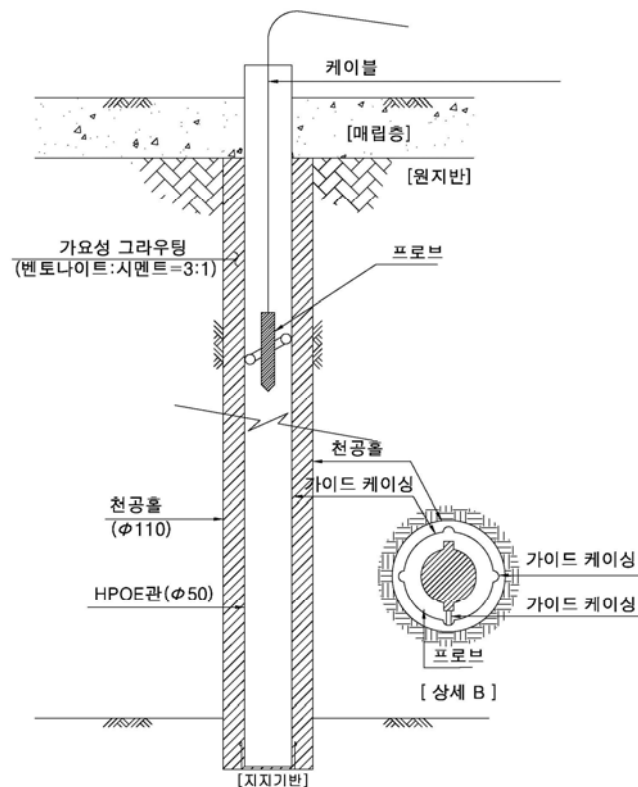
3.2.2 지중경사계

측정 목적

대상지점의 심도별 수평 변위량을 측정하여 수평방향의 지반변위 및 가설구조물의 안정성 검토.

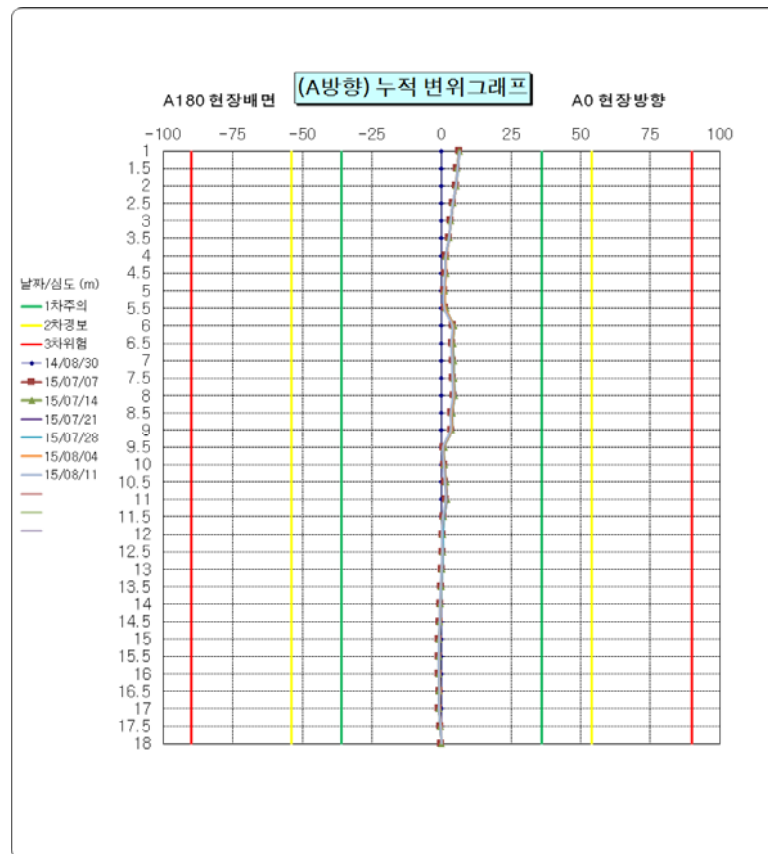
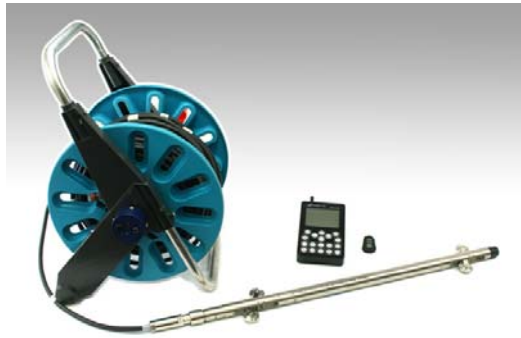
설치 방법

- ① 천공장비(회전수세식,크롤러 등)로 설치공을 계획심도까지 굴착한다.
- ② 최초에 삽입되는 하단부는 엔드캡을 씌워 이물질이 내부에 들어가지 않도록 한다.
- ③ 미리 측정관을 커플링으로 연결하여 조합시켜 놓고 실리콘과 테이프등을 이용하여 실링 처리한다.
- ④ 조립된 측정관을 천공홀내에 삽입(측정방향과 홀의방향을 맞춤).
- ⑤ 부력으로 측정관이 내려가지 않을 경우 맑은물을 측정관내에 주입한다.
- ⑥ 측정관삽입후 외부에 그라우팅을 실시한다.
- ⑦ 상단부 마개를 씌우개 보호박스를 설치하여 파손을 방지한다.
- ⑧ 일정기간 양생후 휴대용 측정기를 이용하여 초기치를 측정한다.



지중경사계 사양

구 분	계 측 기 기 사 양
적 용 센 서	지중경사계(인클리노미터), 서보 액셀러레이터
측 정 범 위	$\pm 53^\circ$ from Vertical
Resolution	0.02mm per 500mm
Linearity	$\pm 0.02\%$ FS
System Accuracy	$\pm 6\text{mm}$ per 25m



<지중경사계 data sheet 예>

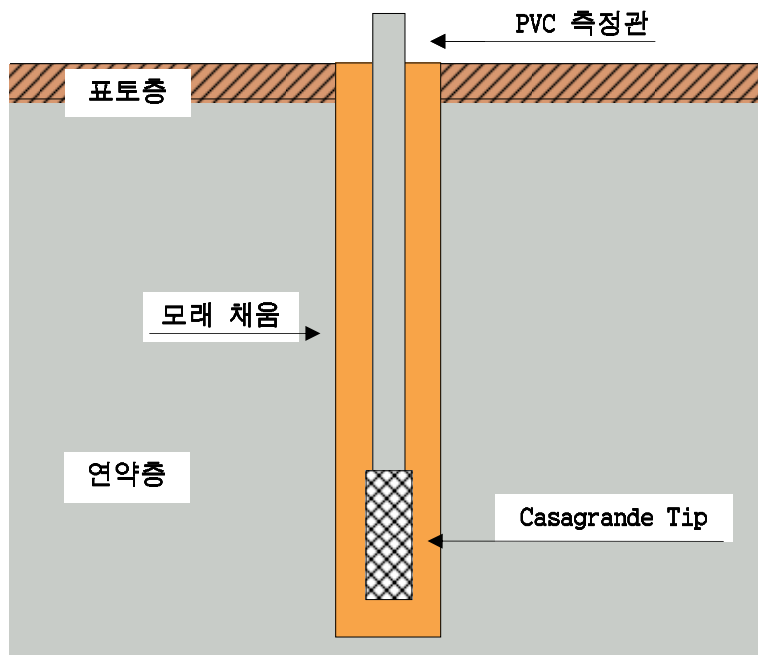
3.2.3 지하수위계

측정 목적

굴착으로 인한 수위변동 및 차수벽의 효과검토.

설치 방법

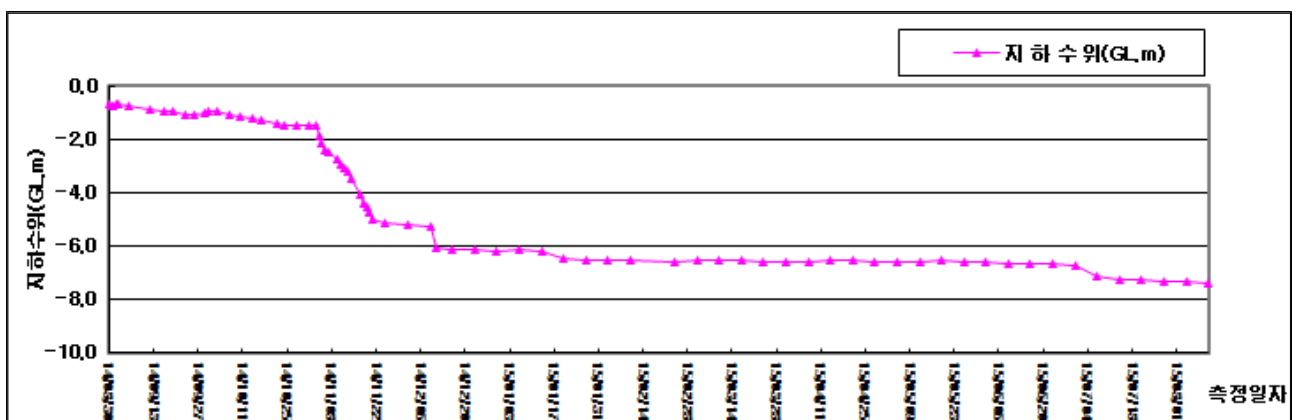
- ① 천공장비(회전수세식,크롤러 등)로 설치공을 계획심도까지 굴착한다.
- ② casagrande tip 과 측정관을 연결하여 설치공내에 삽입한다.
- ③ 여굴이 형성된 주변에 모래를 채운다.
- ④ 상부는 지표수 유입을 방지하기 위해 그라우팅을 실시한다.
- ⑤ 파이프 상부에 보호마개를 설치한다.
- ⑥ 휴대용측정기를 사용하여 초기치를 측정한다.



지하수위계 사양



구 분	계 측 기 기 사 양
측 정 방 식	라이트 & 부저 타입
측 정 범 위	100mm
정 밀 도	1mm



<지하수위계 data sheet 예>

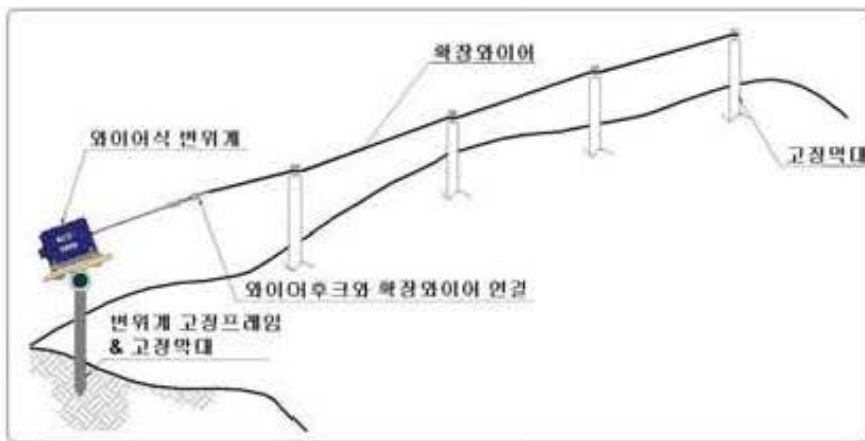
3.2.4 신축계

측정 목적

터널갱구사면 및 깎기비탈면 등의 변위를 정밀하게 측정하여 안정성 검토

설치 방법

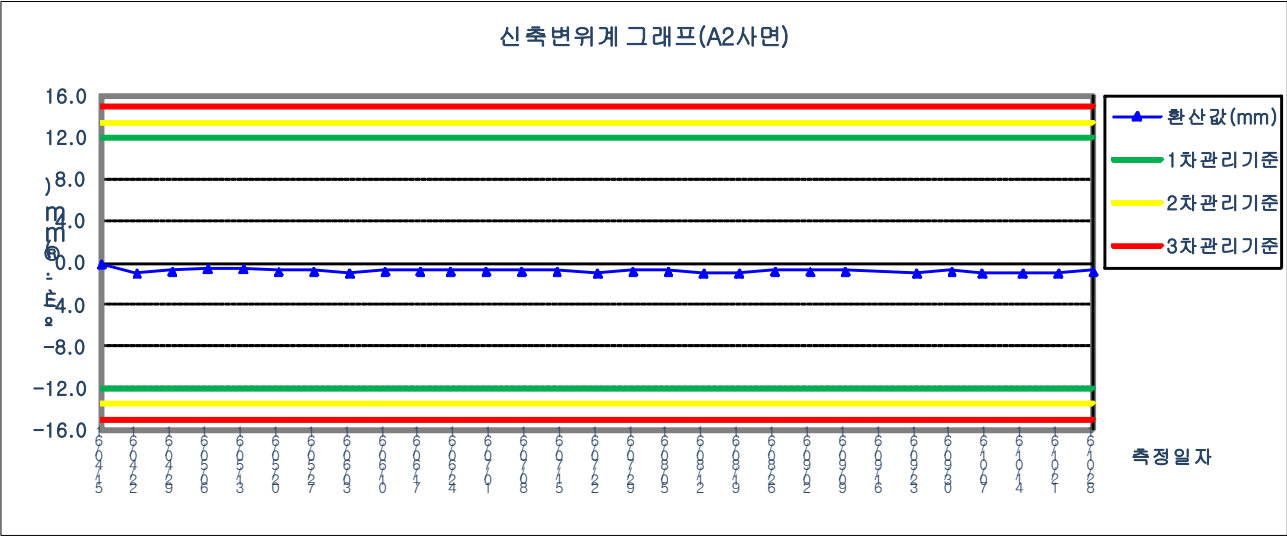
- ① 설치위치에 변위계 고정프레임과 고정막대를 설치한다.
- ② 측점에 고정막대를 설치한다.
- ③ 와이어후크와 확장와이어를 연결한다.
- ④ 휴대용측정기를 사용하여 초기치를 측정한다.



신축계 사양

구 분	계 측 기 기 사 양
용 도	표면 부착형
적용센서	포텐티오미터
측정범위	500,1000,2000,3000mm
분해능	무한
정확도	± 0.1% FS





<신축계 data sheet 예>

제 4 장 계측관리 및 관리기준치 산정



4.1 터널구간 계측관리 기준치 및 계측빈도 설정

4.2 터널갱구 비탈면구간 계측관리 기준치 및 계측빈도 설정

4.3 계측 관리기준치 초과시 조치요령

4.4 계측기 망실 및 파손에 대한 대처방법

제 4 장 계측관리 및 관리기준치 산정

4.1 터널계측 관리 기준치 및 계측빈도 설정

4.1.1 계측 관리기준치

계측관리의 주된 목적은 공사 중 관찰된 거동과 이론적 해석에 의한 예상치와의 차이를 규명함으로써 공사의 합리성을 판단하여 위험요소를 제거하고 전반적인 시공 수준을 향상시키고 경비절감효과를 이루는데 있다.

또한 이러한 기술적 경험을 축적하여 체계화시킴으로써 차후 설계 시 이를 반영하여 보다 합리적이고 경제적인 설계를 추구하는 데 있다고 볼 수 있다.

■ 관리 기준치 설정근거(철도시설공단 품질안전단 2011.10)

○ 터널구간의 계측관리기준은 터널형상, 지보패턴, 암피복 두께, RMR 분류에 따라 24개분류 TCase 1 ~ TCase 24)를 하여 적용하였다.

(1) 터널형상에 따른 분류 : 단선, 복선

(2) 지보패턴에 따른 분류

- TYPE II : 토사
- TYPE III : 풍화암 ~ 연암
- TYPE IV : 연암, 보통암
- TYPE V : 경암

(3) 암피복 두께에 따른 분류

- 2D 이상 : 터널상부의 암반두께가 터널 직경의 2배 이상일 때
- 2D 미만 : 터널상부의 암반두께가 터널 직경의 2배 미만일 때

(4) RMR에 의한 분류

- RMR 값이 45이상일 때
- RMR 값이 45미만일 때

터널구간 계측관리기준 [한국철도시설공단 품질안전단]

관리기준분류		RMR	암피복두께	지보패턴
단 선	복 선			
TCase1	TCase13	45 미만	2D 미만	Type II
TCase2	TCase14	45 미만	2D 이상	
TCase3	TCase15	45 미만	2D 미만	Type III
TCase4	TCase16	45 이상		
TCase5	TCase17	45 미만	2D 이상	
TCase6	TCase18	45 이상		
TCase7	TCase19	45 미만	2D 미만	Type IV
TCase8	TCase20	45 이상		
TCase9	TCase21	45 미만	2D 이상	
TCase10	TCase22	45 이상		
TCase11	TCase23	45 이상	2D 미만	Type V
TCase12	TCase24	45 이상	2D 이상	

※ TCase1은 단선터널의 RMR 45미만, 암피복두께 2D미만의 Type II 지보패턴인 경우의 계측관리 기준

터널 지보패턴별로 CASE 산정후 낮은 CASE를 적용.

© 터널구간 계측관리기준 적용표

※ 설계 예상치가 없는 경우는 3차 관리기준치의 80%를 2차 관리기준치로 정하고, 1차 관리기준은 2차 관리기준치의 80%로 정한다.

구분	계측기종류	관 리 기 준			
		1차	2차	3차	기준치 설정근거
유 지 관 리	라이닝응력계	900kg/cm ²	1200kg/cm ²	1500kg/cm ²	지반공학회 터널계측의 이론과 실무 Page 394~395
	간극수압계	0.6*설계치	0.8*설계치	1.0*설계치	

4.1.2 당 현장 계측 빈도

계측 빈도는 막장의 진행속도와 지반 및 지보재의 거동 등의 주변여건과 계측항목별 특성과 목적을 충분히 고려하여 지반 거동 감시에 만전을 기하도록 선정하여야 한다.

일반적으로 암반변위의 변화 양상은 굴착면이 접근해 옴에 따라 굴착에 의한 영향권 내에서 굴착 전에 변위가 발생하여 서서히 증가하다가 굴착 직후 급격히 증가한다. 그러나 암반 자체의 점탄성적 변형특성과 막장면의 지지효과, Shotcrete, Rock Bolt, Steel Rib 등 가축성 1차 지보의 시간 의존적 변형특성에 의하여 굴착 후 단기간에 변위가 수렴하지 않으며, 시간의 경과 혹은 막장의 전진에 따라 변위의 증가속도가 점차 둔화되며 일정한 값으로 수렴하여 구조적 안정이 이루어진다.

이러한 현지 암반의 변형특성을 고려하여 상주계측을 원칙으로 하여, 굴착 후 가능한 빠른 시기에 막장면에 근접하여 기기를 설치하고 계측을 시작하여 향후 계측의 기준치가 될 초기치를 측정하도록 한다.

계측빈도는 아래 표를 기준으로 하며, 현장여건 및 지반조건을 감안하여 감독자의 확인을 받은 후 조정하여 사용할 수 있다.

<계측빈도>

구 간	계측항목	측 정 빈 도			
		2D전방~막장	0~14일 (0~7일)	15~29일 (8~14일)	30일~ (15일~)
일상계측	막장관찰	-	매막장		
	내공변위	-	1회/1일	2회/주	1회/주
	천단침하	-	1회/1일	2회/주	1회/주
정밀계측	-shot크리트응력	-	1회/1일	2회/주	1회/주
	-rock볼트축력	-	1회/1일	2회/주	1회/주
	지중변위	-	1회/1일	2회/주	1회/주
	지중침하	1회/일	1회/1일	2회/주	1회/주

※ ()값은 조기에 수렴된 경우의 계측빈도임

30일(15일~)이후 계측은 1차 관리기준에서 수렴한 경우 1회/월 적용가능

4.2 터널 갱구비탈면 관리기준치 및 계측빈도 설정

4.2.1 계측 관리기준치

- 일반적으로 지반 공사현장의 안전관리를 위한 계측관리 기법으로 절대치관리와 예측관리로 나눌 수 있다. 절대치관리란 시공전에 미리 설정한 관리기준치와 실측치를 비교/검토하여 그 시점에서 공사의 안전성을 평가하는 방법이며, 예측관리는 이전 단계의 실측치에 의하여 예측된 다음 단계의 예측치와 관리기준치를 대비하여 안전성 여부를 판정하는 기법이다. 일반적으로 절대치관리기법이 계측결과에 대해서 신속하게 대처할 수 있어 현장에서 계측기 관리방법으로 많이 사용되고 있다.
- 터널갱구 비탈면의 계측관리기준치는 구체적으로 명시된 부분이 없어, 철도시설공단에서 제시한 계측관리요령(2011.10)을 참고(개착 및 가시설구간 참조)하여 작성하였다.

구분	계측기종류	관 리 기 준			
		1차	2차	3차	기준치 설정근거
터 널 갱 구 비 탈 면	지표침하계	±12.8	±16	±20	한국철도시설공단 품질안전단 계측관리 지침서
	지중경사계	1/500	1/300	1/200	한국철도시설공단 품질안전단 계측관리 지침서
	지하수위계	± 0.5m/day	±1.0m/day	±1.5m/day	한국철도시설공단 호남고속철도 지침서
	신 축 계	5mm/10일	5~50mm/5일	10~100mm/일	지반공학회 건설계측공학 chapter5

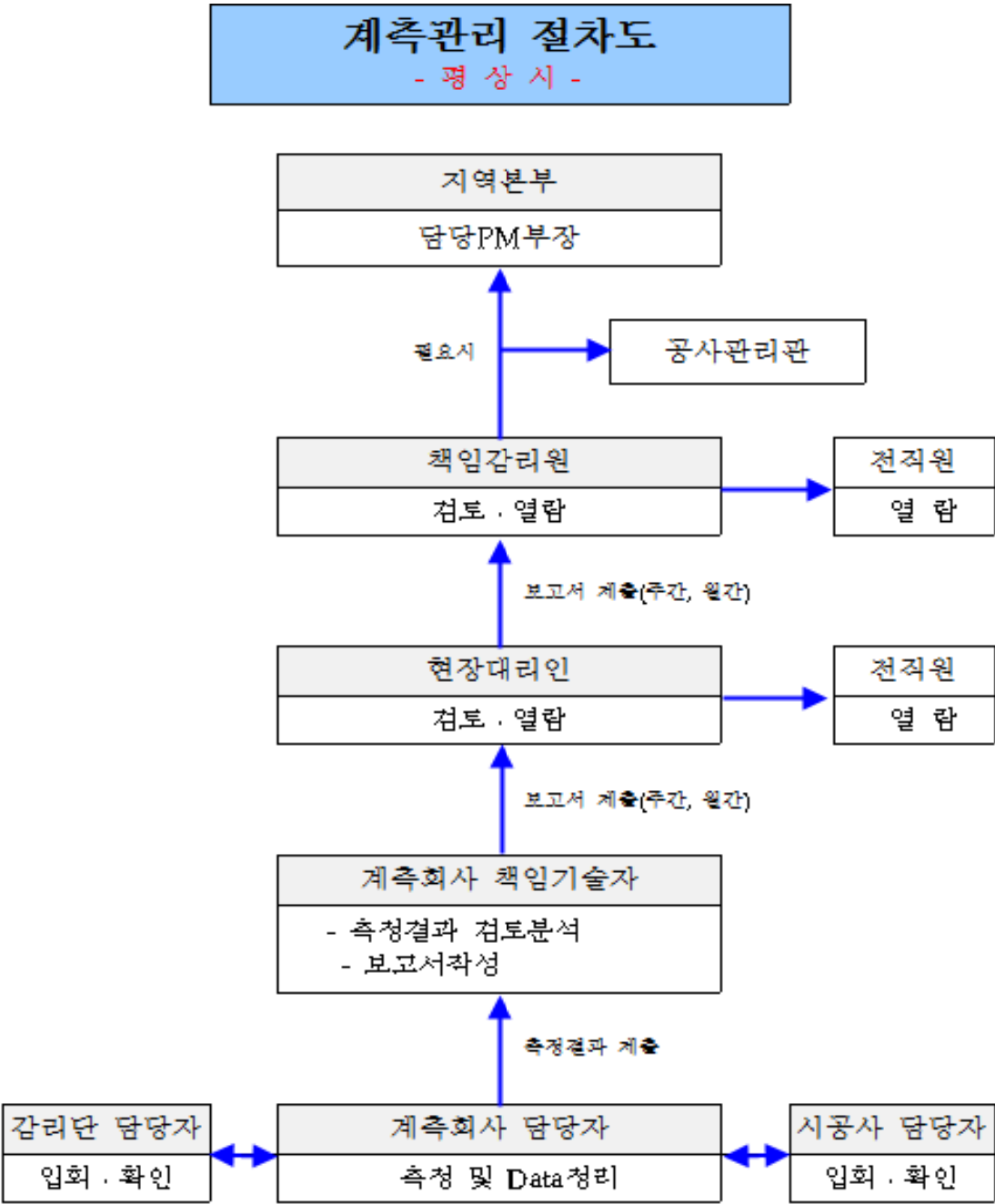
<계측빈도>

구 간	계측항목	측 정 빈 도			
		2D전방~막장	0~14일 (0~7일)	15~29일 (8~14일)	30일~ (15일~)
갱 구 비탈면	지표침하	-	1회/1일	2회/주	1회/주
	지중경사	-	1회/1일	2회/주	1회/주
	지하수위	-	1회/1일	2회/주	1회/주
	신축계	1회/일	1회/1일	2회/주	1회/주

4.3 관리 기준치 초과시 조치요령

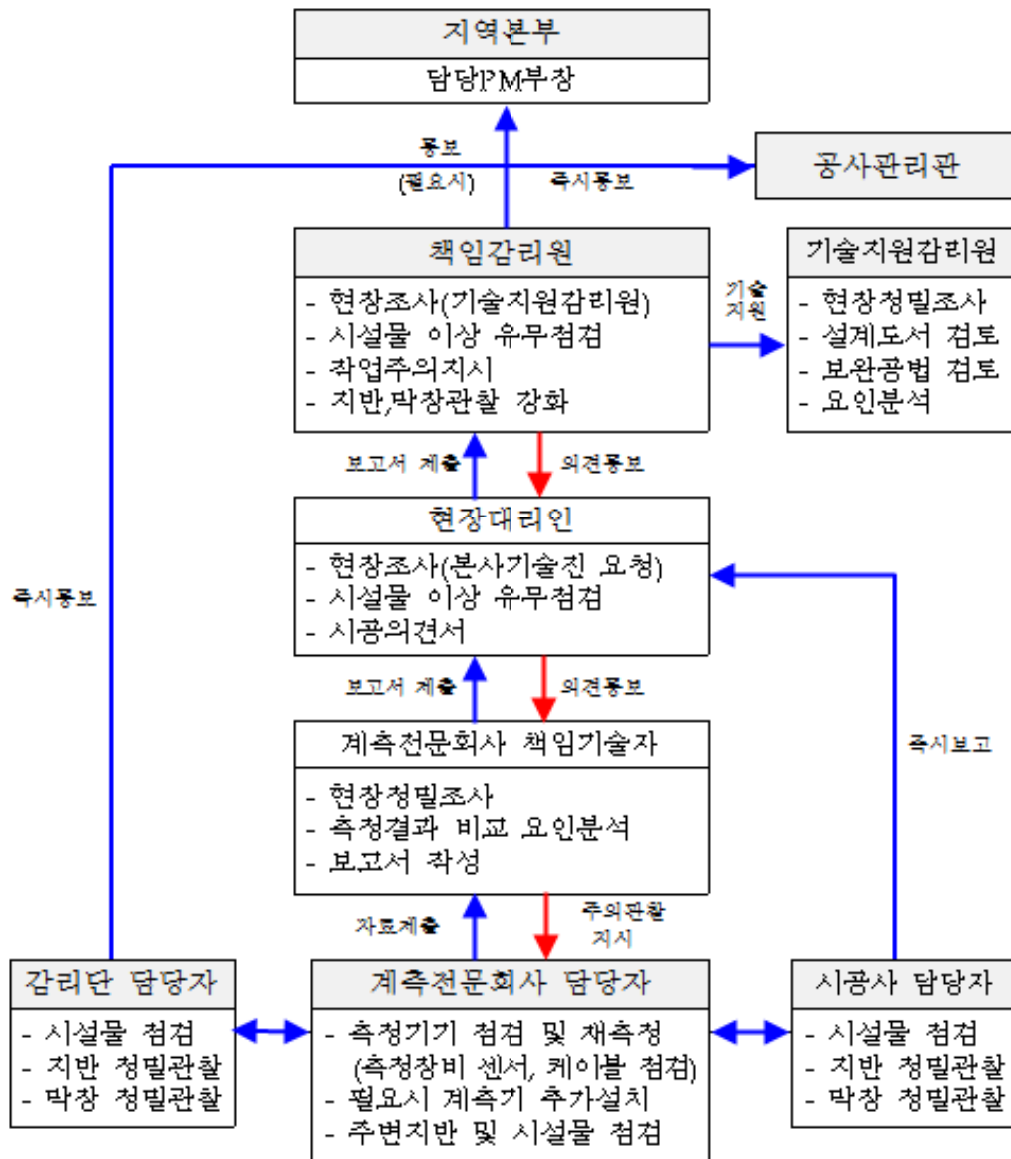
구 분	1단계 : 주의단계 (1차관리기준 초과시)	2단계 : 경보단계 (2차관리기준 초과시)	3단계 : 위험단계 (3차관리기준 초과시)
계 측 사	● 측정기 점검 및 재측정 (센서, 케이블 점검) ->필요시 추가설치 ● 주변지반 및 시설물 일체점검 (육안점검) ● 책임기술자 현장정밀조사 -> 원인분석 -> 보고서 작성	● 측정기 추가설치, 측정빈도 증가 (매 시간마다 측정), 주변지반 및 시설물 점검 ● 책임기술자 현장정밀조사 -> 관리기준치 검토 -> 원인분석 -> 계측체제 강화 -> 보고서 작성 ● SMS송신 -> 현장소장, 감리단장, 공단 지역본부(팀장, 파트장, 지원업무수행자)	● 측정기 추가설치 및 측정빈도 증가 대책 수립 ● 주변지반 및 시설물 일체 점검 ● 책임기술자 현장정밀조사 -> 관리기준치 검토 -> 원인분석 -> 계측체제 강화 -> 보고서 작성 ● SMS송신 -> 현장소장, 감리단장, 공단 지역본부(팀장, 파트장, 지원업무수행자)
시 공 사	● 시설물 점검, 지반 정밀관찰, 막장 정밀관찰 ● 본사 기술진 현장조사 및 시설물 이상유무 확인 -> 의견서 작성	● 시설물 점검, 지반 정밀관찰, 막장 정밀관찰 ● 변위 진행 사항 기록 ● 계측체제 강화 및 공사중지 여부검토 ● 본사 기술진 현장조사 및 시설물 이상유무 확인 ● 필요시 외부전문기관 용역시행 ● 보완공법 시공방안작성 보완방법 보고	● 공사중지 (안전시공 대책 수립시까지) ● 되메우기 및 굴착심도 저감 ● 시공방법의 변경 ● 재설계 추진계획 작성 ● 지반조사 및 응급보강 조치 ● 외부기관 안전진단(점검) 실시 ● 대체공법 강구 재설계 추진계획 등 시행방안 보고 ● 계측시스템 개선 (수동 -> 정밀 또는 자동화)
감 리 단	● 시설물 점검, 지반 정밀관찰, 막장 정밀관찰, 작업주의 지시 ● 필요시 비상주 감리관리자 현장정밀조사 -> 설계도서 검토 -> 원인분석 -> 필요시 보완공법 검토 ● 이상징후 발견시 : 지원 업무수행자 즉시 통보	● 시설물 점검, 지반 정밀관찰, 막장 정밀관찰, 변위진행 상황확인 ● 기술지원 감리자 현장정밀조사 -> 계측등 원인분석 -> 보완공법제시 ● 현장상황 점검, 계측체제 강화 ● 공사 중단여부 검토, 필요시 응급보강 지시 ● 보완공법 결정 및 시행계획 보고	● 공사중지 및 현장점검 ● 되메우기 및 굴착심도 저감 검토 ● 기술지원 감리자 보강공사 실시 결과 검토, 대체공법 및 재설계 검토, 원인분석 ● 재설계 추가계획 및 대체공법 시행계획 검토 ● 대체공법 및 재설계추진계획 시행방안 승인 요청 ● 계측시스템 개선 (수동 -> 정밀 또는 자동화)
공 단	● 현장 상황 조사	● 현장 상황 조사 -> 본사PM보고 (필요시) ● 보완공법 검토 승인	● 현장 상황 조사 -> 본사PM보고 -> 국토해양부 담당과보고(필요시) ● 대체공법 검토 ● 계측기 시스템 변경 승인 ● 재설계 보강공법 검토 승인

4.3.1 계측결과 관리기준치 초과시 대응 절차도



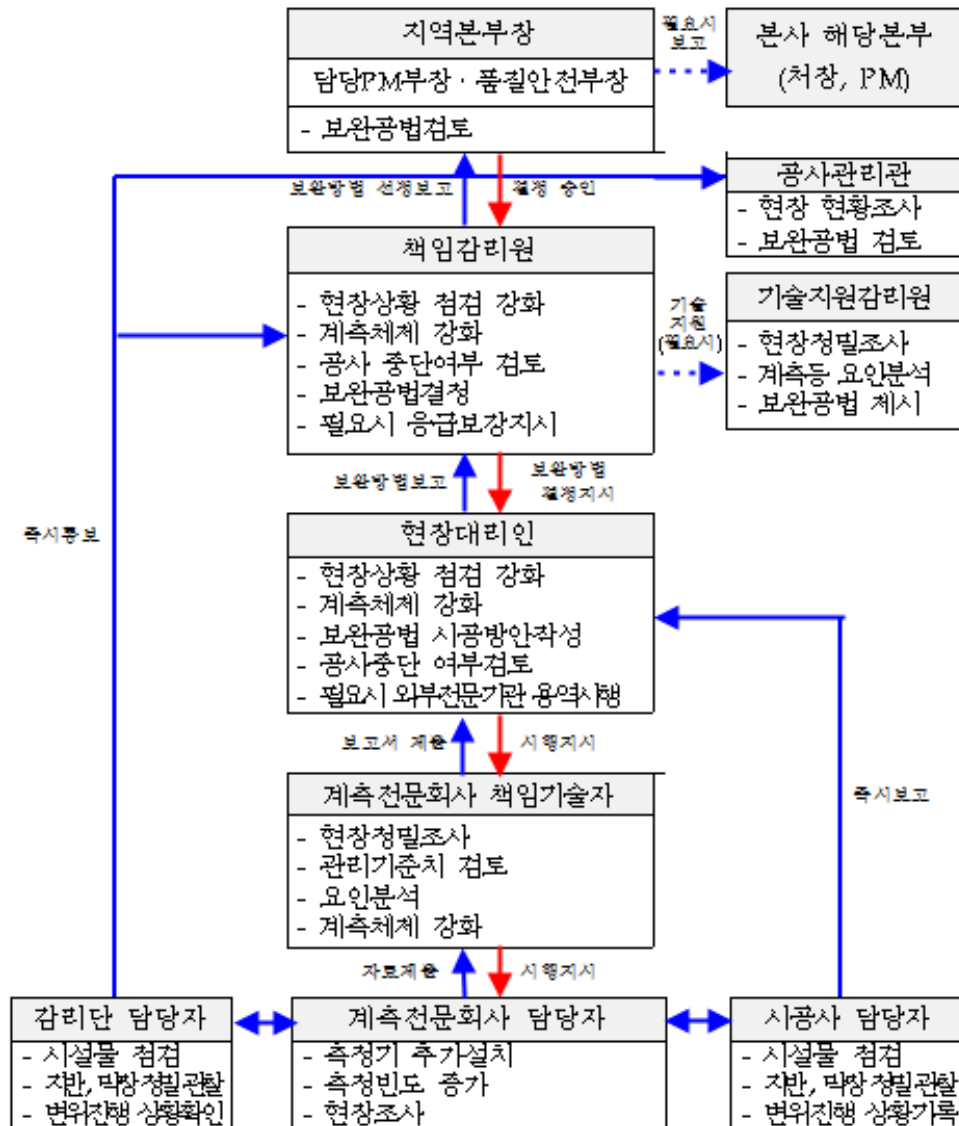
계측관리 절차도(1단계:주의단계)

- 1차 관리기준치 초과시 -



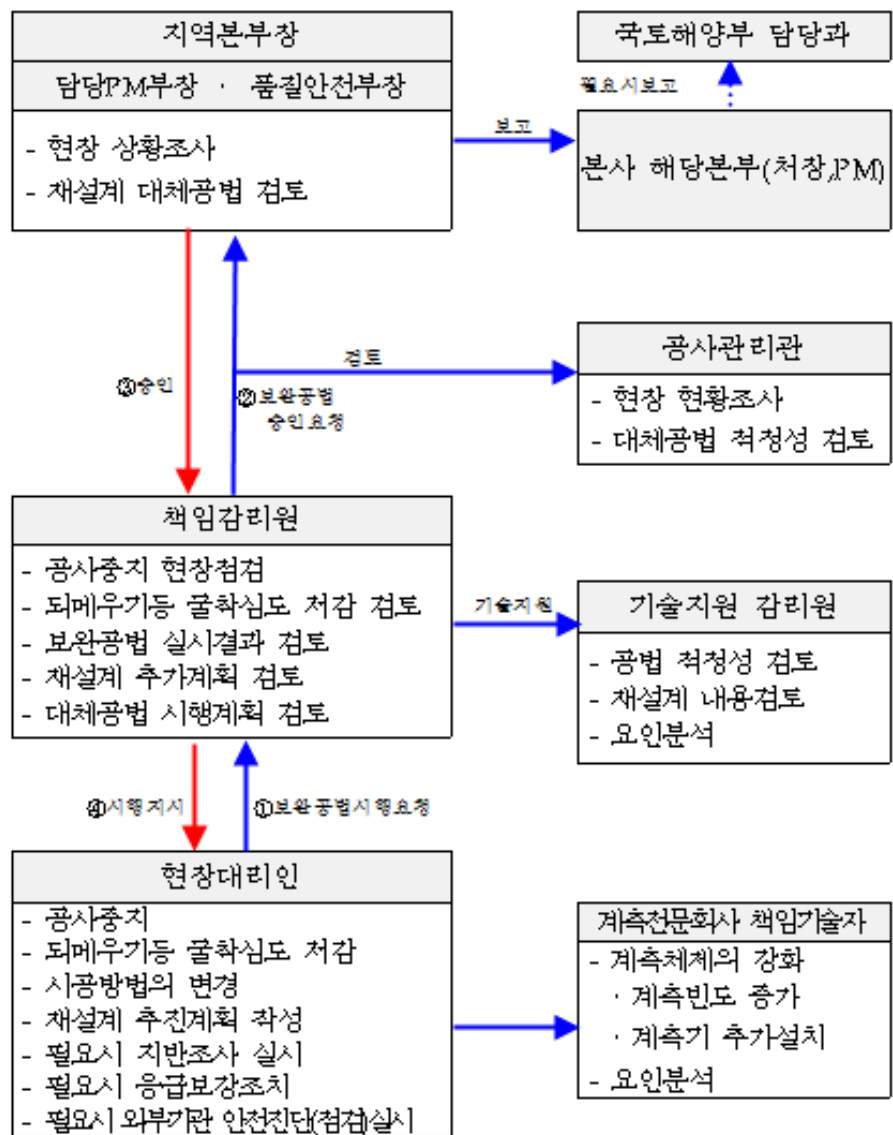
※SMS메세지송신(현장소장,감리단장,지역본부(PM부장,공사관리관)

- 2차 관리기준치 초과시 -



- 51 -

계측관리 절차도(3단계:위험단계)
 - 3차 관리기준치 초과시 -



※SMS메세지송신(현장소장,감리단장,지역본부(PM부장,품질안전부장,공사관리관)

4.4 계측기 망실 및 파손에 대한 대처방법

4.4.1 계측기 손상 원인

굴착 공사는 그 특성상 굴착의 연속적인 시공을 실시하는 복잡한 공정을 지니고 있다. 따라서 시공시 계측기의 손상원인도 매우 다양하게 나타나고 있다. 이들 중 본 현장에서 발생 가능한 계측기의 손상 원인으로 다음의 3가지 요인을 들 수 있다.

- ① 갑작스런 하중증가로 인한 계기의 손상
- ② 발파 등의 충격으로 인한 계기의 손상
- ③ 기타 갱내 시공 장비 등에 의한 손상

4.4.2 계측기의 보호대책

- ① 터널부 일상계측 단면의 주의표지판 설치
 - 아래의 그림과 같이 노란색 계측기설치 주의표식부를 발광물질로 제작하여 원거리 식별의 용이성, 대량주문으로 인한 제작원가의 절감, 적은 소요비용으로 인한 추가 투입시 경제성을 극대화. (계측기명, 설치 위치, 설치 일자, 연락처의 순으로 기술)
- ② 내공/천단 반사타켓의 경우 발파시 비산 암버력에 계측기의 망실을 최소화하기위해 경험의 원리와 같이 암버력에 타격을 받아도 접혔다가 다시 원지점에 복귀하도록 제작되었으며, **특허청(20-0446441)**에 등록된 제품을 사용하고 있다.



< 계측 주의표지판 부착 >

계측기의 파손에 대비하여 계획당시에 여유물량을 확보하여 계측수행 도중에 계측이 단절되는 현상을 방지하도록 한다.

③ 갯내 시공 장비에 의한 손상 및 먼지, 습기 방지를 강구하도록 한다.



< 대표단면 보호BOX설치 >

4.4.3 계측기의 여유확보

계측기의 파손에 대비하여 계획당시에 여유물량을 확보하여 계측수행 도중에 계측이 단절되는 현상을 방지 하도록 한다.

계측기명	계측기 망실의 위험소지	계측기 망실시 대책
천단 침하계 내공 변위계	☞ 발파 및 장비에 의한 망실	☞ 즉시 재설치하고 망실전 변위량을 기준으로 누적변위를 적용하여 관리한다.
지중 변위계 지표 침하계 락볼트 축력계	☞ 발파 및 장비에 의한 망실	☞ 망실지점이 아닌 막장인접구간에 재설치해야 하므로 시공, 감리와 협의하여 설치여부를 조율한다.
숏크리트응력계	☞ 발파 및 장비에 의한 Cable망실	☞ Cable 단선인 경우 보수작업을 실시하고 단선부위에 따라 보수가 불가능할수도 있다. ☞ 매립형이라 재설치가 불가능하다.

제 5 장 계측 관리 현황



5.1 순호터널/ 수북터널

5.1 공사진행 현황

구 분		공 사 현 황	비 고
순호터널 종 점	상반	* NATM : STA. 286K896.5 ~ 286K754.6(141.9m굴진)	연장 : 1,150m
	하반	* NATM : STA. 286K880.3 ~ 286K816.1(64.2m굴진)	
수북터널 시점	전단면	* NATM : STA. 287K076.5 ~ 287K220.1(143.6m굴진)	연장 : 2,080m

5.2 계측기 설치수량

터널명	계 측 기 명	계획 수량	설치 수량	미설치수량	비 고
순호 터널	천단 침하계	48	10	38	
	내공 변위계	148	34	114	
	락볼트 인발시험	173	24	149	
	지중 변위계	15	5	10	
	락볼트 축력계	12	5	7	
	숏크리트 응력계	15	5	10	
	지표 침하계	20	5	15	
	지중경사계	4	2	2	
	지하수위계	4	2	2	
	신 축 계	4	0	4	

터널명	계 측 기 명	계획 수량	설치 수량	미설치수량	비 고
수북 터널	천단 침하계	116	9	107	
	내공 변위계	464	30	434	
	락볼트 인발시험	312	28	284	
	지중 변위계	25	2	23	
	락볼트 축력계	20	2	18	
	숏크리트 응력계	25	2	23	
	지표 침하계	20	10	10	
	지중경사계	4	2	2	
	지하수위계	4	2	2	

5.3 타입별 계측관리기준치

구 분	1차 관리기준 (주의)	2차 관리기준 (경보)	3차 관리기준 (위험)	비 고 (타입별)
천단침하계 (mm)	6.4	8	10	PD-2
	9.6	12	15	PD-3
	12.8	16	20	PD-4
	16.0	20	25	PD-5,6
내공변위계 (mm)	6.4	8	10	PD-2
	9.6	12	15	PD-3
	±12.8	±16	±20	PD-4
	±16.0	±20.0	±25.0	PD-5,6
지중변위계 (mm)	±2.5	±3.2	±4.0	PD-5,6
R/B축력계 (ton)	±5.5	±6.8	±8.6	PD-5,6
S/C응력계 (kg/cm ²)	+53/-5.3	+53/-5.3	+53/-5.3	PD-5,6
지표침하계 (mm)	12.8	16.0	20.0	PD-6
지중경사계 (mm)	1/500(22mm)	1/300(33mm)	1/200(55mm)	PD-6
지하수위계 (m)	± 0.5m/day	±1.0m/day	±1.5m/day	PD-6

5.4 계측기 설치일자

◎ 갱구부

구 분	위 치	계측기명	설치일자	수량	초기측정일자	수령일자	비 고
순호터널	286K895 사면부 (갱구부)	지중경사계	2016. 12. 21	2	2017. 04. 23		
		지하수위계	2016. 12. 21	2	2017. 04. 23		
		지표침하계	2017. 04. 23	10	2017. 04. 23		

구 분	위 치	계측기명	설치일자	수량	초기측정일자	수령일자	비 고
수북터널	287K076 사면부 (갱구부)	지중경사계	2017. 01. 23	2	2017. 04. 23		
		지하수위계	2017. 01. 23	2	2017. 04. 23		
		지표침하계	2017. 04. 23	10	2017. 04. 23		

◎ 터널내 (일상계측)

구 분	위 치	계측기명	설치일자	수량	초기측정일자	수령일자	비 고
순호터널 (중점부)	286K+896.5 (터널내)	천단침하계	2017. 04. 25	1	2017. 04. 25		
		내공변위계(상반)	2017. 04. 25	2	2017. 04. 25		
	286K+886.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 02	1	2017. 05. 02		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 02	2	2017. 05. 02		
	286K+876.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 09	1	2017. 05. 09		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 09	2	2017. 05. 09		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 04	2	2017. 06. 04		
	286K+866.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 14	1	2017. 05. 14		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 14	2	2017. 05. 14		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 05	2	2017. 06. 05		
	286K+856.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 19	1	2017. 05. 19		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 19	2	2017. 05. 19		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 06	2	2017. 06. 06		
	286K+846.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 23	1	2017. 05. 23		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 23	2	2017. 05. 23		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 08	2	2017. 06. 08		
	286K+826.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 31	1	2017. 05. 31		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 31	2	2017. 05. 31		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 10	2	2017. 06. 10		
	286K+806.5 (터널내)	천단침하계	2017. 06. 15	1	2017. 06. 15		
		내공변위계(상반)	2017. 06. 15	2	2017. 06. 15		
	286K+786.5 (터널내)	천단침하계	2017. 06. 21	1	2017. 06. 21		
		내공변위계(상반)	2017. 06. 21	2	2017. 06. 21		
	286K+756.5 (터널내)	천단침하계	2017. 06. 30	1	2017. 06. 30		
		내공변위계(상반)	2017. 06. 30	2	2017. 06. 30		

구 분	위 치	계측기명	설 치 일 자	수 량	초기측정일자	수령일자	비 고
수북터널 (시점부)	287K+076.5 (터널내)	천단침하계	2017. 04. 26	1	2017. 04. 26		
		내공변위계(상반)	2017. 04. 26	2	2017. 04. 26		
	287K+086.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 03	1	2017. 05. 03		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 03	2	2017. 05. 03		
	287K+096.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 09	1	2017. 05. 09		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 09	2	2017. 05. 09		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 05	2	2017. 06. 05		
	287K+106.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 16	1	2017. 05. 16		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 16	2	2017. 05. 16		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 06	2	2017. 06. 06		
	287K+116.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 20	1	2017. 05. 20		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 20	2	2017. 05. 20		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 07	2	2017. 06. 07		
	287K+126.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 25	1	2017. 05. 25		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 25	2	2017. 05. 25		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 08	2	2017. 06. 08		
	287K+146.5 (터널내)	천단침하계	2017. 05. 30	1	2017. 05. 30		
		내공변위계(상반)	2017. 05. 30	2	2017. 05. 30		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 10	2	2017. 06. 10		
	287K+166.5 (터널내)	천단침하계	2017. 06. 13	1	2017. 06. 13		
		내공변위계(상반)	2017. 06. 13	2	2017. 06. 13		
		내공변위계(하반)	2017. 06. 20	2	2017. 06. 20		
	287K+196.5 (터널내)	천단침하계	2017. 06. 25	1	2017. 06. 25		
		내공변위계	2017. 06. 25	2	2017. 06. 25		

◎ 터널내 (대표계측)

구 분	위 치	계측기명	설 치일 자	수 량	초기측정일자	수령일자	비 고
순호터널 (종점부)	286K+896.5 (터널내)	지중변위계	2017. 04. 30	2	2017. 05. 02		
		록볼트축력계	2017. 04. 30	2	2017. 05. 02		
		숏크리트응력계	2017. 04. 30	2	2017. 05. 02		
	286K+786.5 (터널내)	지중변위계	2017. 06. 21	3	2017. 06. 22		
		록볼트축력계	2017. 06. 21	3	2017. 06. 22		
		숏크리트응력계	2017. 06. 21	3	2017. 06. 22		

구 분	위 치	계측기명	설 치일 자	수 량	초기측정일자	수령일자	비 고
수북터널 (시점부)	287K+076.5 (터널내)	지중변위계	2017. 04. 30	2	2017. 05. 02		
		록볼트축력계	2017. 04. 30	2	2017. 05. 02		
		숏크리트응력계	2017. 04. 30	2	2017. 05. 02		

5.5 계측결과 종합 및 분석의견

5.5.1 계측결과 종합

◎ 순호터널 종점부

계측기기	설치위치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
						1차	2차	3차
지 표 침하계	286K896.5 사 면 (갱구부)	P1	-1	-1	0	±12.8mm	±16mm	±20mm
		P2	-1	-1	0			
		P3	0	0	0			
		P4	-2	-2	0			
		P5	-3	-3	0			
		P6	-3	-3	0			
		P7	-2	-2	0			
		P8	-2	-2	0			
		P9	0	0	0			
		P10	0	0	0			

계측기기	설치위치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
						1차	2차	3차
지 중 경사계	286K896.5 사 면 (갱구부)	I-1(좌)	1.39	1.38	-0.01	±22mm	±33mm	±55mm
		I-2(우)	0.02	0.02	0.00			

계측기기	설치위치		전월 (m)	금월 (m)	변화량 (m)	관리기준		
						1차	2차	3차
지 하 수위계	286K896.5 사 면 (갱구부)	W-1(좌)	-0.12	0.11	0.23	± 0.5m/day	±1.0m/day	±1.5m/day
		W-2(우)	-0.15	-0.12	0.03			

터널명	계측 기기	설 치 위 치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
							1차	2차	3차
순호 터널	천단침하	286K896.5 (터널내)	CS(천단침하)	-4	-4	0	±16mm	±20mm	±25mm
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-2	-2	0			
			CDR1(상반우측측선)	-3	-3	0			
			CH1(상반수평측선)	-2	-2	0			

터널명	계측 기기	설 치 위 치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
							1차	2차	3차
순호 터널	천단침하	286K+886.5 (터널내)	CS(천단침하)	-4	-4	0	±16mm	±20mm	±25mm
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-2	-2	0			
			CDR1(상반우측측선)	-2	-2	0			
			CH1(상반수평측선)	-3	-3	0			
	천단침하	286K+876.5 (터널내)	CS(천단침하)	-5	-6	-1			
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-2	-3	-1			
			CDR1(상반우측측선)	-3	-4	-1			
			CH1(상반수평측선)	-2	-3	-1			
			CDL2(하반좌측측선)	-	-2	-2			
			CDR2(하반우측측선)	-	-1	-1			
			CH2(하반수평측선)	-	-1	-1			
	천단침하	286K+866.5 (터널내)	CS(천단침하)	-3	-3	0			
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-3	-3	0			
			CDR1(상반우측측선)	-3	-4	-1			
			CH1(상반수평측선)	-3	-3	0			
			CDL2(하반좌측측선)	-	-1	-1			
			CDR2(하반우측측선)	-	-2	-2			
			CH2(하반수평측선)	-	-2	-2			
	천단침하	286K+856.5 (터널내)	CS(천단침하)	-2	-2	0			
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-2	-2	0			
			CDR1(상반우측측선)	-2	-3	-1			
			CH1(상반수평측선)	-1	-2	-1			
			CDL2(하반좌측측선)	-	-3	-3			
			CDR2(하반우측측선)	-	-1	-1			
			CH2(하반수평측선)	-	-3	-3			
	천단침하	286K+846.5 (터널내)	CS(천단침하)	-2	-4	-2			
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-1	-2	-1			
			CDR1(상반우측측선)	-2	-3	-1			
			CH1(상반수평측선)	-2	-3	-1			
			CDL2(하반좌측측선)	-	-3	-3			
			CDR2(하반우측측선)	-	-1	-1			
CH2(하반수평측선)			-	-1	-1				
천단침하	286K+826.5 (터널내)	CS(천단침하)	-	-5	-5				
내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-	-3	-3				
		CDR1(상반우측측선)	-	-3	-3				
		CH1(상반수평측선)	-	-2	-2				
		CDL2(하반좌측측선)	-	-3	-3				
		CDR2(하반우측측선)	-	-2	-2				
		CH2(하반수평측선)	-	-5	-5				

터널명	계측 기기	설 치 위 치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
							1차	2차	3차
순호 터널	천단침하	286K+806.5 (터널내)	CS(천단침하)	-	-3	-3	±12.8mm	±16mm	±20mm
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-	-4	-4			
			CDR1(상반우측측선)	-	-3	-3			
			CH1(상반수평측선)	-	-2	-2			
	천단침하	286K+786.5 (터널내)	CS(천단침하)	-	-3	-3	±12.8mm	±16mm	±20mm
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-	-4	-4			
			CDR1(상반우측측선)	-	-2	-2			
			CH1(상반수평측선)	-	-2	-2			
	천단침하	286K+756.5 (터널내)	CS(천단침하)	-	0	0	±9.6mm	±12mm	±15mm
	내공변위		CDL(좌측측선)	-	0	0			
			CDR(우측측선)	-	0	0			
			CH(수평측선)	-	0	0			

◎ 지중변위계

구 분	설치 위치	측 정 위 치	전월누적 변위량(mm)				금월누적 변위량(mm)				분석 결과 요약					관 리 기준치
			1측점 (1.25M)	2측점 (2.5M)	3측점 (3.75M)	4측점 (5M)	1측점 (1.25 M)	2측점 (2.5M)	3측점 (3.75M)	4측점 (5M)	전월대비(mm)				설치 일자	
											1 측점	2 측점	3 측점	4 측점		
대 표 계 측	STA. 286K +896.5 터널내	상반 좌측	0.15	0.16	-0.13	0.07	0.15	0.16	-0.13	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	2017. 04.30	±2.5 MM (1차)
		상부 우측	0.09	0.11	-0.09	0.04	0.09	0.11	-0.09	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00		
	STA. 286K +786.5 터널내	상반 천단	-	-	-	-	0.13	0.13	0.19	0.15	0.13	0.13	0.19	0.15	2017. 06.21	
		상반 좌측	-	-	-	-	0.21	0.18	0.15	0.15	0.21	0.18	0.15	0.15		
		상부 우측	-	-	-	-	0.15	0.16	0.21	0.09	0.15	0.16	0.21	0.09		

◎ 록볼트축력계

구 분	설치 위치	측정 위치	전월누적 축력값(ton)				금월누적 축력값(ton)				분석 결과 요약					관 리 기준치
			1측점 (1M)	2측점 (2M)	3측점 (3M)	4측점 (4M)	1측점 (1M)	2측점 (2M)	3측점 (3M)	4측점 (4M)	전월대비(ton)				설치 일자	
											1 측점	2 측점	3 측점	4 측점		
대 표 계 측	STA. 286K +896.5 터널내	상반 좌측	-	-	-	-	0.06	0.08	0.10	0.03	0.06	0.08	0.10	0.03	2017. 04.30	±5.5 ton (1차)
		상부 우측	-	-	-	-	0.03	0.01	0.06	0.04	0.03	0.01	0.06	0.04		
	STA. 286K +786.5 터널내	상반 천단	-	-	-	-	0.05	0.07	0.06	0.21	0.05	0.07	0.06	0.21	2017. 06.21	
		상반 좌측	-	-	-	-	0.06	0.06	0.04	0.02	0.06	0.06	0.04	0.02		
		상부 우측	-	-	-	-	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06		

◎ 슛크리트응력계

구 분	설치 위치	측정 위치	전월누적 응력값(kg _{cm} ²)		금월누적 응력값(kg _{cm} ²)		분석 결과 요약			관리 기준치
			RADIAL	TANGEN	RADIAL	TANGEN	전월대비(kg _{cm} ²)		설치일자	
							RADIAL	TANGEN		
대 표 계 측	STA. 286K +896.5 터널내	상반 좌측	4.56	4.99	4.56	4.99	0.00	0.00	2017. 04.30	±53kg _{cm} ² (1차)
		상반 우측	5.21	2.82	5.21	2.82	0.00	0.00		
	STA. 286K +786.5 터널내	상반 천단	-	-	3.69	3.26	3.69	3.26	2017. 06.21	
		상반 좌측	-	-	3.47	3.04	3.47	3.04		
		상부 우측	-	-	4.99	2.82	4.99	2.82		

◎ 수북터널 시점부

계측기기	설치위치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
						1차	2차	3차
지 표 침하계	287K076.5 사 면 (갱구부)	P1	0	0	0	±12.8mm	±16mm	±20mm
		P2	0	0	0			
		P3	-1	-1	0			
		P4	-1	-1	0			
		P5	-2	-2	0			
		P6	-1	-1	0			
		P7	-1	-1	0			
		P8	-1	-1	0			
		P9	-1	-1	0			
		P10	0	0	0			

계측기기	설치위치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
						1차	2차	3차
지 중 경사계	287K076.5 사 면 (갱구부)	I-1(좌)	1.38	1.36	-0.02	±22mm	±33mm	±55mm
		I-2(우)	-0.72	-0.70	0.02			

계측기기	설치위치		전월 (m)	금월 (m)	변화량 (m)	관리기준		
						1차	2차	3차
지 하 수위계	287K076.5 사 면 (갱구부)	W-1(좌)	0.16	-0.03	-0.19	± 0.5m/day	±1.0m/day	±1.5m/day
		W-2(우)	0.00	-0.31	-0.31			

터널명	계측 기기	설 치 위 치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
							1차	2차	3차
수북 터널	천단침하	287K+076.5 (터널내)	CS(천단침하)	-3	-3	0	±16mm	±20mm	±25mm
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-1	-1	0			
			CDR1(상반우측측선)	-1	-1	0			
			CH1(상반수평측선)	-1	-1	0			
	천단침하		287K+086.5 (터널내)	CS(천단침하)	-2	-2			
	내공변위	CDL1(상반좌측측선)		-1	-1	0			
		CDR1(상반우측측선)		-1	-1	0			
		CH1(상반수평측선)		-2	-2	0			
	천단침하	287K+096.5 (터널내)		CS(천단침하)	-2	-2			
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-2	-2	0			
			CDR1(상반우측측선)	-2	-2	0			
			CH1(상반수평측선)	-3	-3	0			
			CDL2(하반좌측측선)	-	-1	-1			
			CDR2(하반우측측선)	-	-1	-1			
			CH2(하반수평측선)	-	-2	-2			
	천단침하	287K+106.5 (터널내)	CS(천단침하)	-5	-5	0			
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-2	-3	-1			
			CDR1(상반우측측선)	-2	-2	0			
			CH1(상반수평측선)	-2	-3	-1			
			CDL2(하반좌측측선)	-	-2	-2			
			CDR2(하반우측측선)	-	-1	-1			
			CH2(하반수평측선)	-	-2	-2			
	천단침하	287K+116.5 (터널내)	CS(천단침하)	-2	-3	-1			
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-1	-4	-3			
			CDR1(상반우측측선)	-2	-2	0			
			CH1(상반수평측선)	-2	-3	-1			
CDL2(하반좌측측선)			-	-1	-1				
CDR2(하반우측측선)			-	-2	-2				
CH2(하반수평측선)			-	-1	-1				
천단침하	287K+126.5 (터널내)	CS(천단침하)	-2	-4	-2				
내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-1	-2	-1				
		CDR1(상반우측측선)	-1	-2	-1				
		CH1(상반수평측선)	-1	-4	-3				
		CDL2(하반좌측측선)	-	-1	-1				
		CDR2(하반우측측선)	-	-1	-1				
		CH2(하반수평측선)	-	-3	-3				

터널명	계측 기기	설 치 위 치		전월 (mm)	금월 (mm)	변화량 (mm)	관리기준		
							1차	2차	3차
수북 터널	천단침하	287K+146.5 (터널내)	CS(천단침하)	-1	-3	-2	±12.8mm	±16mm	±20mm
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	0	-2	-2			
			CDR1(상반우측측선)	-1	-3	-2			
			CH1(상반수평측선)	0	-4	-4			
			CDL2(하반좌측측선)	-	-1	-1			
			CDR2(하반우측측선)	-	-2	-2			
			CH2(하반수평측선)	-	-4	-4			
	천단침하	287K+166.5 (터널내)	CS(천단침하)	-	-4	-4	±12.8mm	±16mm	±20mm
	내공변위		CDL1(상반좌측측선)	-	-3	-3			
			CDR1(상반우측측선)	-	-3	-3			
			CH1(상반수평측선)	-	-4	-4			
			CDL2(하반좌측측선)	-	-2	-2			
			CDR2(하반우측측선)	-	-1	-1			
			CH2(하반수평측선)	-	-2	-2			
	천단침하	287K+196.5 (터널내)	CS(천단침하)	-	-4	-4	±9.6mm	±12mm	±15mm
	내공변위		CDL(좌측측선)	-	-3	-3			
			CDR(우측측선)	-	-3	-3			
			CH(수평측선)	-	-4	-4			

◎ 지중변위계

구 분	설치 위치	측 정 위 치	전월누적 변위량(mm)				금월누적 변위량(mm)				분석 결과 요약					관 리 기준치
			1측점 (1.25M)	2측점 (2.5M)	3측점 (3.75M)	4측점 (5M)	1측점 (1.25 M)	2측점 (2.5M)	3측점 (3.75M)	4측점 (5M)	전월대비(mm)				설치 일자	
											1 측점	2 측점	3 측점	4 측점		
대 표 계 측	STA. 287K +076.5 터널내	상반 좌측	0.11	0.04	0.11	0.07	0.11	0.04	0.11	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	2017. 04.30	±2.5 MM (1차)
		상부 우측	0.21	0.04	0.06	0.07	0.21	0.04	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00		

◎ 록볼트축력계

구 분	설치 위치	측정 위치	전월누적 축력값(ton)				금월누적 축력값(ton)				분석 결과 요약					관 리 기준치
			1측점 (1M)	2측점 (2M)	3측점 (3M)	4측점 (4M)	1측점 (1M)	2측점 (2M)	3측점 (3M)	4측점 (4M)	전월대비(ton)				설치 일자	
											1 측점	2 측점	3 측점	4 측점		
대 표 계 측	STA. 287K +076.5 터널내	상반 좌측	0.02	0.03	0.06	0.07	0.02	0.03	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	2017. 04.30	±5.5 ton (1차)
		상부 우측	0.08	0.08	0.10	0.00	0.08	0.08	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

◎ 슛크리트응력계

구 분	설치 위치	측정 위치	전월누적 응력값(kgcm ²)		금월누적 응력값(kgcm ²)		분석 결과 요약			관리 기준치	
			RADIAL	TANGEN	RADIAL	TANGEN	전월대비(kgcm ²)		설치일자		
							RADIAL	TANGEN			
대 표 계 측	STA. 287K +076.5 터널내	상반 좌측	3.91	4.13	3.91	4.13	0.00	0.00	017. 04.30	±53kgcm ² (1차)	
		상반 우측	4.34	3.91	4.34	3.91	0.00	0.00			

5.5.2 분석의견

- 2017년 06월 30일 현재 순호터널 종점 갱구부에 지중경사계2개소, 지하수위계 2개소, 지표침하계10개소를 터널내부에 천단침하10개소, 상반내공변위계 20개소, 하반내공변위계 14개소를 수북터널 종점 갱구부에 지중경사계2개소, 지하수위계 2개소, 지표침하계10개소를 터널내부에 천단침하9개소, 상반내공변위계 18개소, 하반내공변위계 12개소를 설치하여 측정중이다.

금월 순호터널 종점부 전단면 PD-3타입 141.9M 굴진중이며 하부반단면 PD-4타입 64.2M 굴진중이다.

PD3타입 전단면 굴진에 따른 갱구부 지중경사계는 +0.02~+1.38mm의 변위를 지하수위계는 -0.12~+0.11m를 지표침하계의 침하량은 0~-3mm로 1차관리기준치 이내의 안정적인 변위거동을 보여 터널굴진에 따른 갱구부 안정성에는 이상이 없는 것으로 사료된다.

순호터널 종점부 터널내 286k+896.5~286k+756.5의 최대내공변위량은 -5mm이며 최대천단침하량은 -6mm로 1차관리기준($\pm 16\text{mm}/\pm 9.6\text{mm}$) 이내이며 굴진에 따른 안정성에는 이상이 없는 것으로 사료된다.

순호터널 종점부 터널내 286k+896.5 상반 좌,우측벽면에 대표단면(지중변위계, R/B축력계, 쏫크리트응력계)을 설치하여 측정중이다.

지중변위계의 경우 -0.13mm ~ +0.16mm의 변위거동을 보여 지반내의 이완영역은 미세하게 나타났으며 1차관리기준치 이내로 안정적이다.

R/B축력계의 경우 +0.01ton ~+0.10ton의 축력값을 보여 RB시공에 따른 터널 안정성에는 이상이 없을 것으로 판단된다.

S/C응력계의 경우 +2.82kg/cm² ~+5.21kg/cm²의 응력값을 보여 1차관리기준(+53kg/cm², -5.3kg/cm²) 이내로 터널 안정성에는 이상이 없을 것으로 판단된다.

순호터널 종점부 터널내 286k+786.5 천단, 상반 좌,우측벽면에 대표단면(지중변위계, R/B축력계, 쏫크리트응력계)을 설치하여 측정중이다.

지중변위계의 경우 -0.13mm ~ +0.16mm의 변위거동을 보여 지반내의 이완영역은 미세하게 나타났으며 1차관리기준치 이내로 안정적이다.

R/B축력계의 경우 +0.01ton ~+0.10ton의 축력값을 보여 RB시공에 따른 터널 안정성에는 이상이 없을 것으로 판단된다.

S/C응력계의 경우 +2.82kg/cm² ~+5.21kg/cm²의 응력값을 보여 1차관리기준(+53kg/cm², -5.3kg/cm²) 이내로 터널 안정성에는 이상이 없을 것으로 판단된다.

금월 수북터널 시점부 전단면 PD-3타입 143.6M 굴진중이다

PD3타입 전단면 굴진에 따른 갱구부 지중경사계는 $-0.70 \sim +1.36\text{mm}$ 의 변위를 지하수위계는 $-0.03 \sim -0.31\text{m}$ 를 지표침하계의 침하량은 $0 \sim -2\text{mm}$ 로 1차관리기준치 이내의 안정적인 변위거동을 보여 터널굴진에 따른 갱구부 안정성에는 이상이 없는 것으로 사료된다.

수북터널 시점부 터널내 $287\text{k}+076.5 \sim 287\text{k}+196.5$ 의 최대내공변위량은 -4mm 이며 최대천단침하량은 -5mm 로 1차관리기준($\pm 16\text{mm}/\pm 9.6\text{mm}$) 이내이며 굴진에 따른 안정성에는 이상이 없는 것으로 사료된다.

수북터널 시점부 터널내 $287\text{k}+076.5$ 상반 좌,우측벽면에 대표단면(지중변위계, R/B축력계, 슛크리트응력계)을 설치하여 측정중이다.

지중변위계의 경우 $+0.04\text{mm} \sim +0.21\text{mm}$ 의 변위거동을 보여 지반내의 이완영역은 미세하게 나타났으며 1차관리기준치 이내로 안정적이다.

R/B축력계의 경우 $0.00\text{ton} \sim +0.10\text{ton}$ 의 축력값을 보여 RB시공에 따른 터널 안정성에는 이상이 없을 것으로 판단된다.

S/C응력계의 경우 $+3.91\text{kg}/\text{cm}^2 \sim +4.34\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 응력값을 보여 1차관리기준($+53\text{kg}/\text{cm}^2, -5.3\text{kg}/\text{cm}^2$) 이내로 터널 안정성에는 이상이 없을 것으로 판단된다.

금월 순호터널종점, 수북터널시점 전단면 및 하반굴진에 따른 갱구부 입구쪽(지중경사계, 지표침하계, 지하수위계)에 설치한 계측기와 터널 내부(내공변위, 천단침하, 지중변위, 록볼트축력, 슛크리트응력)에 설치한 모든 계측기에서 변위거동은 1차 관리기준치 이내로 터널 안정성에는 문제가 없을 것으로 사료된다.

부 록

■ 계측기 설치도면

■ 계측 DATA SHEET

- 순호터널 종점 / 수북터널 시점

(1) 지중경사계 DATA SHEET

(2) 지하수위계 DATA SHEET

(3) 지표침하계 DATA SHEET

(4) 내공변위/천단침하계 DATA SHEET

(5) 지중변위계 DATA SHEET

(6) 록볼트축력계 DATA SHEET

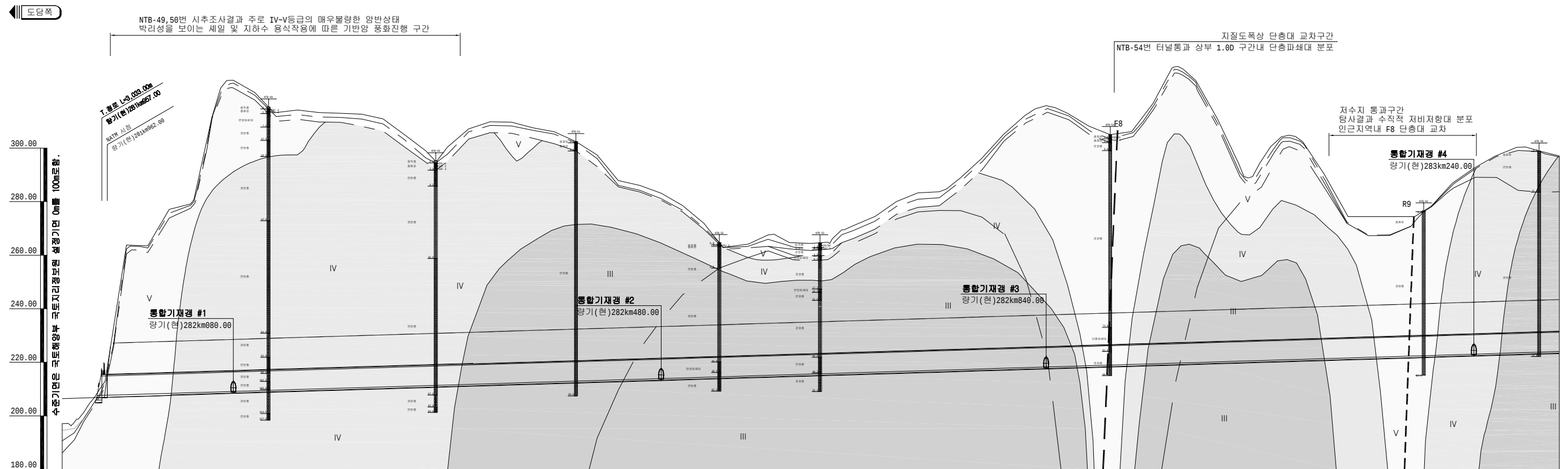
(7) 슛크리트응력계 DATA SHEET

■ 사진 대지

순호터널종점/수북터널시점

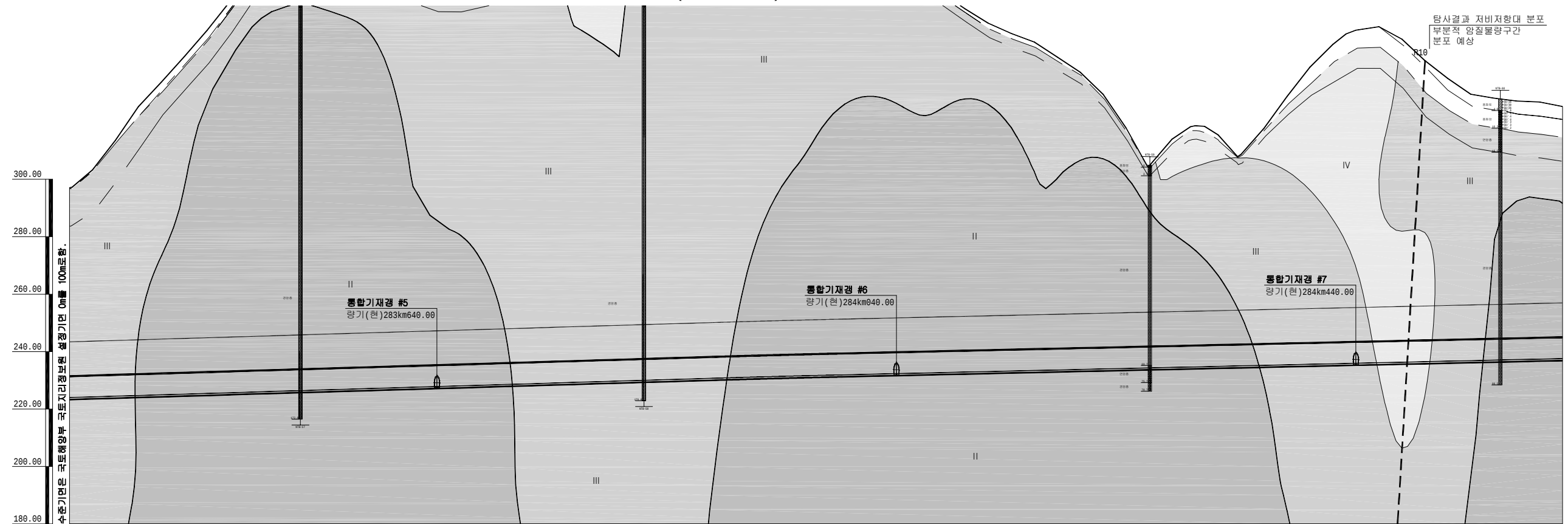
▣ 계측기 설치도면

중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 계측계획도 (1)
(청로터널)

[illegible]

 한국철도시설공단 KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY		설계회사	 (주)쌍용엔지니어링건설			△						건설분야	도목	철도구분	일반철도	도 면 명 중앙선 도당-영천 철도건설(안동-영천간) 제5공구 계속계획도 (1) (청로터널)		
		설계감리				△						건설단계	실시설계	노 선 명	중앙선			
설계건명	중앙선 도당-영천 철도건설(안동-영천간) 제5공구 노반 재설계	시공회사				△					노선방향	상 · 하선	시설위치	신호장01-군위				
시공건명	중앙선 도당-영천 복선전철 제10공구 노반신설 기타공사	시공감리				00	2017. 07.	3차 우선시공분 제출	방경철 	구용회 	최석운 	운영코드	공 구	제5공구				
						개정번호	날 짜	내 용	작성자	검토자	확인자	도면축척	H=1:1,000, V=1:800	편집번호	구도면번호			
																표준버전	RAIL v1.0(2009)	

중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 계측계획도 (2)
(청로터널)

[illegible]

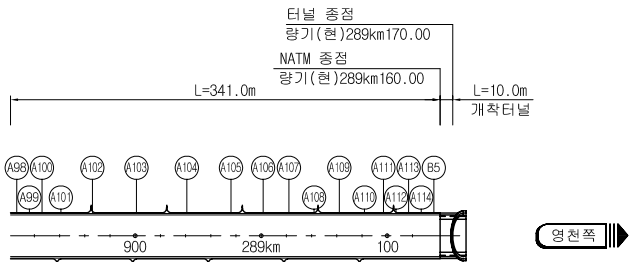
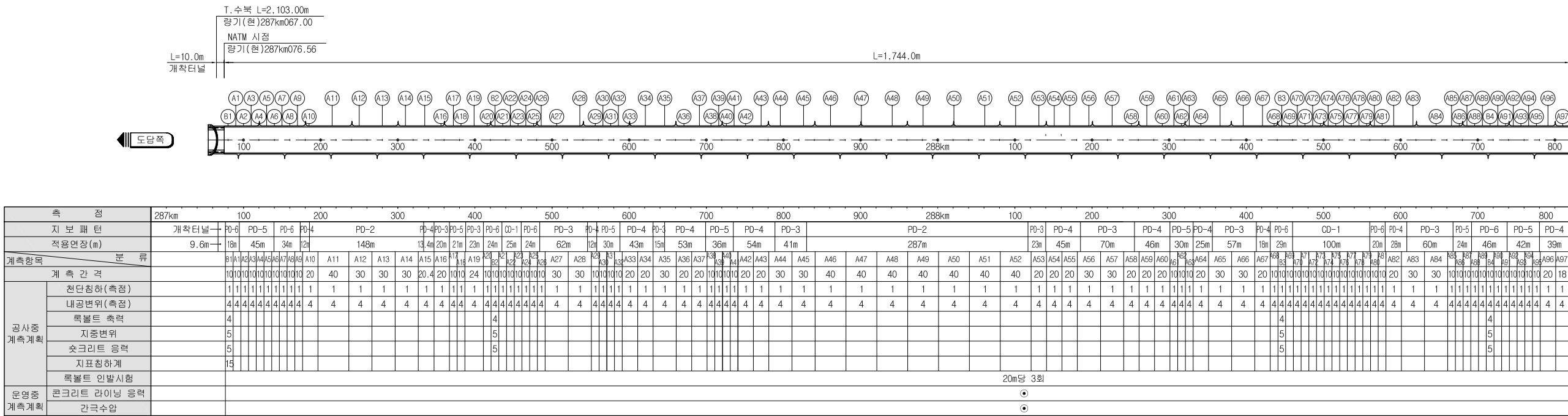
 한국철도시설공단 KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY		설계회사	 (주)성일엔지니어링						△						건설분야	도목	철도구분	일반철도	도 면 명	중양선 도당-영천 철도건설(안동-영천간) 제5공구 계측계획도 (2) (청로터널)
		설계감리							△						건설단계	실시설계	노 선 명	중양선		
설계건명	중양선 도당-영천 철도건설(안동-영천간) 제5공구 노반 재설계	시공회사							△						노선방향	상 · 하선	시설위치	신호장01-군위		
시공건명	중양선 도당-영천 복선전철 제10공구 노반신설 기타공사	시공감리							00	2017. 07.	3차 우선시공분 제출	방경철 	구용회 	최석운 	운영코드	공 구	제5공구			
		개정번호	날 짜	내 용			작성자	검토자	확인자	도면축척	H=1:1,000, V=1:800	편집번호	구도면번호			표준버전	RAIL v1.0(2009)			

NOTE

-

주. 1) ()는 수령이 빨리되는 경우의 빈도임.
2) 막장 후방 1~3m 또는 굴착후 24시간 이내 중 빠른 시기를 기준으로 함.

중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 수북터널 계획도



측 점		900					289km					100					200		합 계
지 보 패 턴		P0-5	P0-4	P0-3	PD-2			PD-3		PD-4			PD-6		개착터널				
적용연장 (m)		30m	24m	26m	98m			35m		80m			48m		10m		2,103m		
계측항목	분 류	A9	A10	A101	A102	A103	A104	A105	A106	A107	A108	A109	A110	A111	A112	B5			
계 측 간 격		10	10	10	20	30	40	40	30	21	20	20	20	20	10	10	10		
공사중 계측계획	천단침하 (측점)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	119		
	내공변위 (측점)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	476		
	록볼트 축력															4	20		
	지중변위															5	25		
	숏크리트 응력															5	25		
	지표침하계															15	30		
운영중 계측계획	록볼트 인발시험																313		
	콘크리트 라이닝 응력																1		
	간극수압																1		

구 분	계측 항목	계측 간격	배 치	계측기 설치시기 및 위치	측 정 빈 도		
					0~15일 (0~7일)	15~30일 (8~14일)	30일~ (15일~)
계 측 A (일상계측)	터널내 관찰	전 연 장	전 막 장	-	매막장마다	매막장마다	매막장마다
	내공변위	PD-1 : 50m PD-2 : 40m PD-3 : 30m PD-4 : 20m PD-5 : 10m	수 평 2 대각선 4	막장후방 1~3m 또는 굴착후 24시간 이내	1~2회/일	2회/주	1회/주
	천단침하	PD-1 : 50m PD-2 : 40m PD-3 : 30m PD-4 : 20m PD-5 : 10m	1 개 소	막장후방 1~3m 또는 굴착후 24시간 이내	1~2회/일	2회/주	1회/주
	록볼트 인발시험	20m당 3회		-	-	-	-
계 측 B (정밀계측)	지표, 지중 침하	저토피 구간 필요시	터널상부 3~5개소	막장전방 30m	1회/일	1회/주	1회/2주
	숏크리트 응력	터널 갱구부 등 일반적으로 중요지점	3~5개소 (수평, 수직방향)	막장후방 1~3m 또는 굴착후 24시간 이내	1회/일	1회/주	1회/2주
	지중변위	저토피 구간 필요시	3~5개소 (3~5개의 다른침도)	막장후방 1~3m 또는 굴착후 24시간 이내	1~2회/일	1회/2일	1회/주
	록볼트 축력	터널 갱구부 등 일반적으로 중요지점	3~5개소 (3~5개의 다른침도)	막장후방 1~3m 또는 굴착후 24시간 이내	1~2회/일	1회/2일	1회/주

NOTE

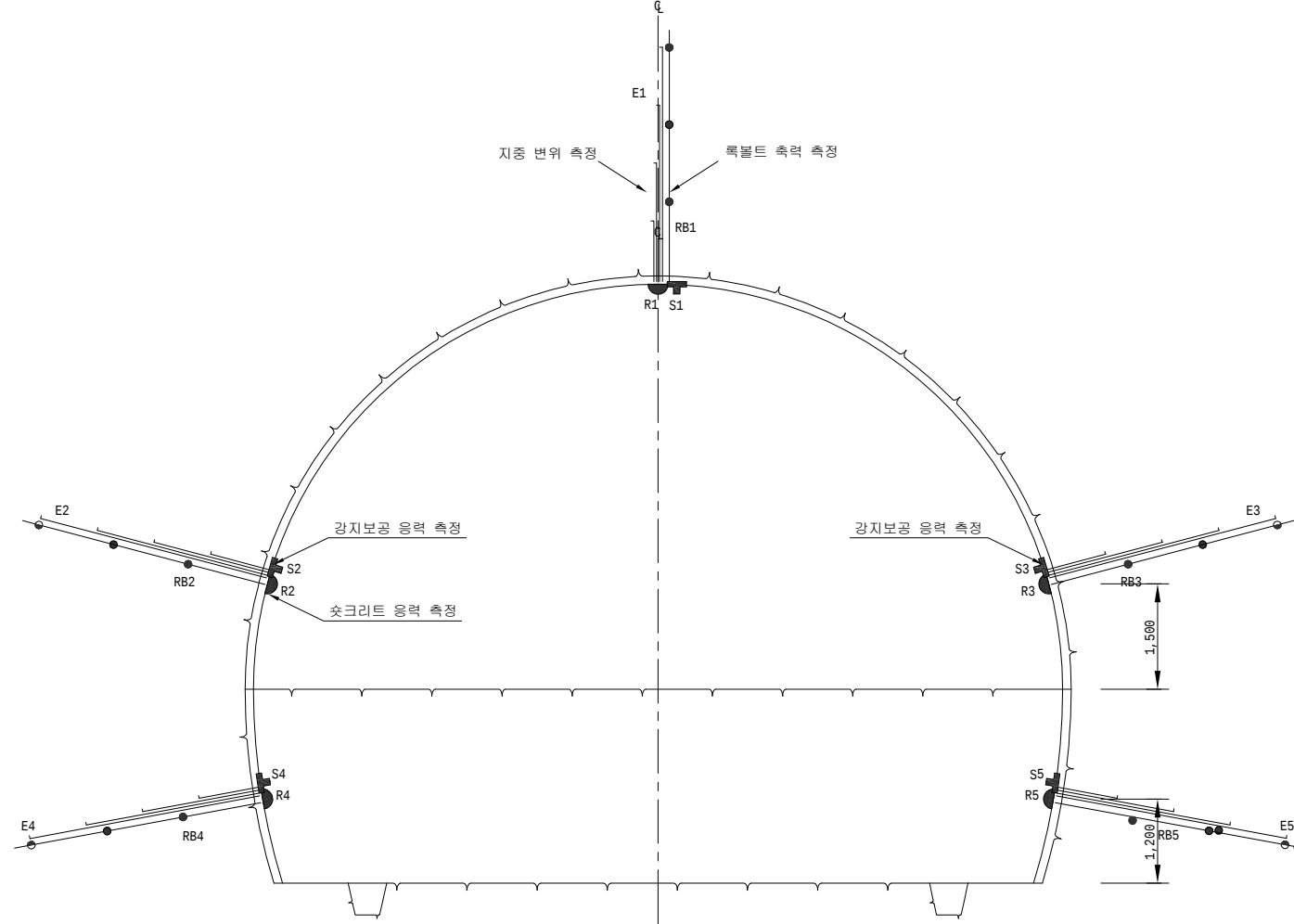
- 지질이 양호하고 균질한 경우는 표준간격을 넣는다
- 지질변화가 심한 경우는 표준간격을 줄인다.
- 갱구부 50m 구간은 계측간격을 10m 정도로 실시한다.
- 계측기는 가능한 조기에 설치하여 초기치를 확보하여야 한다.
- 계측의 측정간격 및 빈도는 설계도서 및 시방서에 의하되 현장여건 및 지질변화등을 감안하여 감독자와 협의하여 변경할 수 있다.
- 지중 수평변위 측정은 가설 흙막이 배면부 또는 경사사면 소단부에 굴착 전 가능한 빨리 설치하여 초기치를 확보하여야 한다.
- 록볼트 인발시험은 20m당 3회 이상 실시를 원칙으로하며, 한 단면당 측벽부와 천정부에서 실시하여야 한다.
- 영구계측 항목은 시공시에는 현장사무실에서 관리하며, 공용후에는 유지관리 부서와 측정, 분석, 관리에 대한 제반사항을 협의하여 관리하도록 하여야 한다.
- B계측의 위치 및 간격, 항목, 설치여부는 저토피부, 토사터널 혹은 연약한 암반터널, 터널갱구부, 교차로부근, 중요한 구조물 부근, 과다한 변위가 우려되는 지점, 지반취약부, 터널 해석위치 등 기타 여건을 고려하여 기술자의 판단에 따라 조정할 수 있다.

주. 1) ()는 수렴이 발리되는 경우의 빈도임.
2) 막장 후방 1~3m 또는 굴착후 24시간 이내 중 빠른 시기를 기준으로 함.

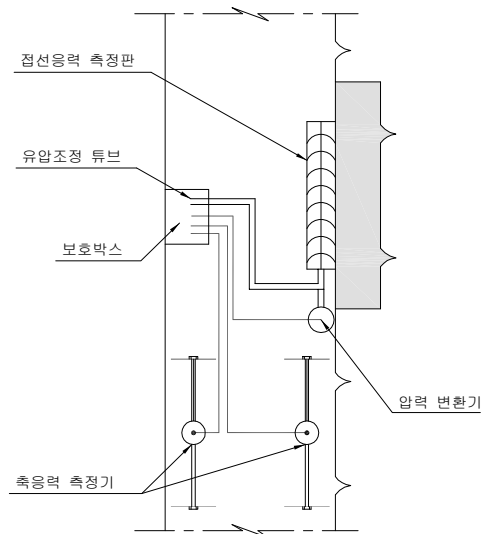
 한국철도시설공단 KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY		설계회사	56세원엔지니어링 (주) 56SEWON ENGINEERING CO., LTD.	설계감리							건설분야	토목	철도구분	일반철도	도 면 명	중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 수북터널 계획계획도	
											건설단계	실시설계	노 선 명	중앙선			
설계건명	중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 노반 재설계	시공회사									노선방향	상 · 하선	시설위치	신호장01~군위			
시공건명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설 기타공사	시공감리									운용코드		공 구	제5공구			
		개정번호	날 짜	내 용		작성자	검토자	확인자	도면축척	1:1,000		편월번호	구도면번호		표준버전		
														RAIL v1.0(2009)			

중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 계측상세도 (2) (정밀계측 및 영구계측)

정밀계측 설치 단면도



-shotcrete 응력 측정

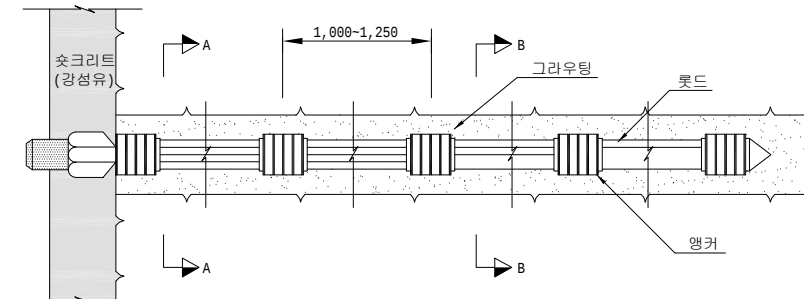


범	례
지중 변위 측정 (E1-E5)	
shotcrete 응력 측정 (R1-R5)	
록볼트 축력 측정 (RB1-RB5)	
갯지보 공 응력 측정 (S1-S5)	

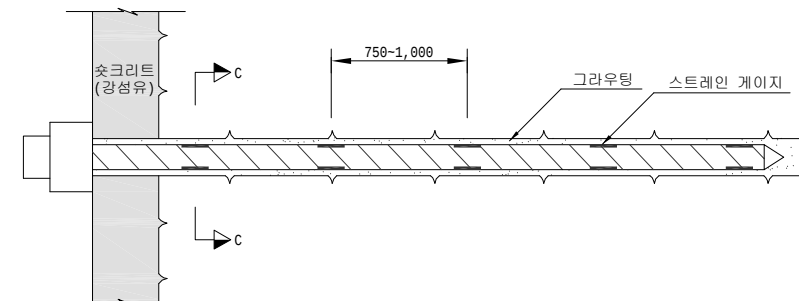
NOTE

- 정밀계측의 위치는 도면에 제시된 위치를 기준으로 하되 패턴별 록볼트 위치에 따라 조정할 수 있다.
- 록볼트 축력계의 길이는 패턴별 록볼트의 길이와 동일하게 적용한다.
- 지중변위 측정길이는 록볼트 길이보다 1m이상 되도록 설치한다.
- 계측의 측정간격, 빈도는 설계도서 및 시방서에 의하되 지보패턴 및 지질의 변화와 변위속도, 크기 및 변위수렴등의 측정결과를 고려하여 감독원의 승인하에 종감할 수 있다.

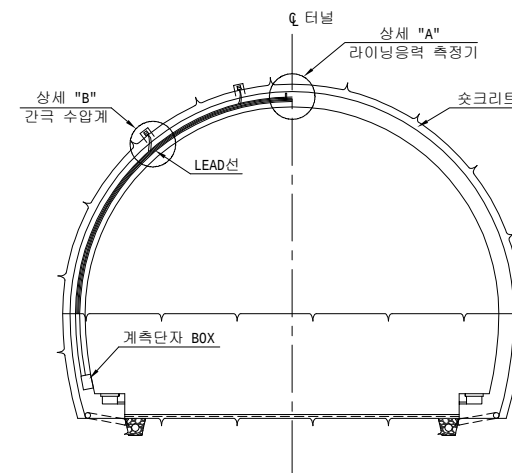
지중변위 측정



록볼트 축력 측정



간극수압 및 라이닝 응력측정

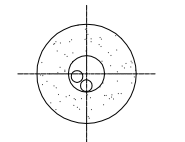
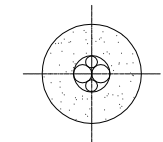


NOTE

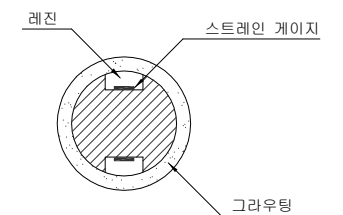
- 간극수압계 설치방법:
- 간극수압계는 shotcrete층을 천공한후 설치하고 모래를 채운후 시멘트 페이스트로 밀봉한다.
 - 간극수압계의 LEAD선은 방수막 배면으로 유도한후 유공관을 통하여 외부로 빼낸다.

단면 A-A

단면 B-B

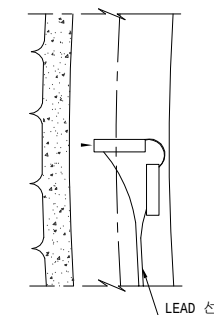


단면 C-C

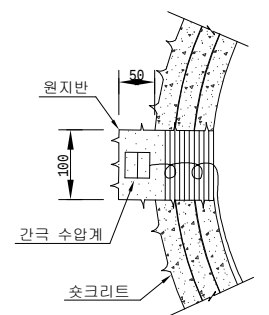


상 세 "A"
S = NONE

상 세 "B"
S = NONE



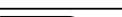
라이닝 응력 측정기



간극수압계

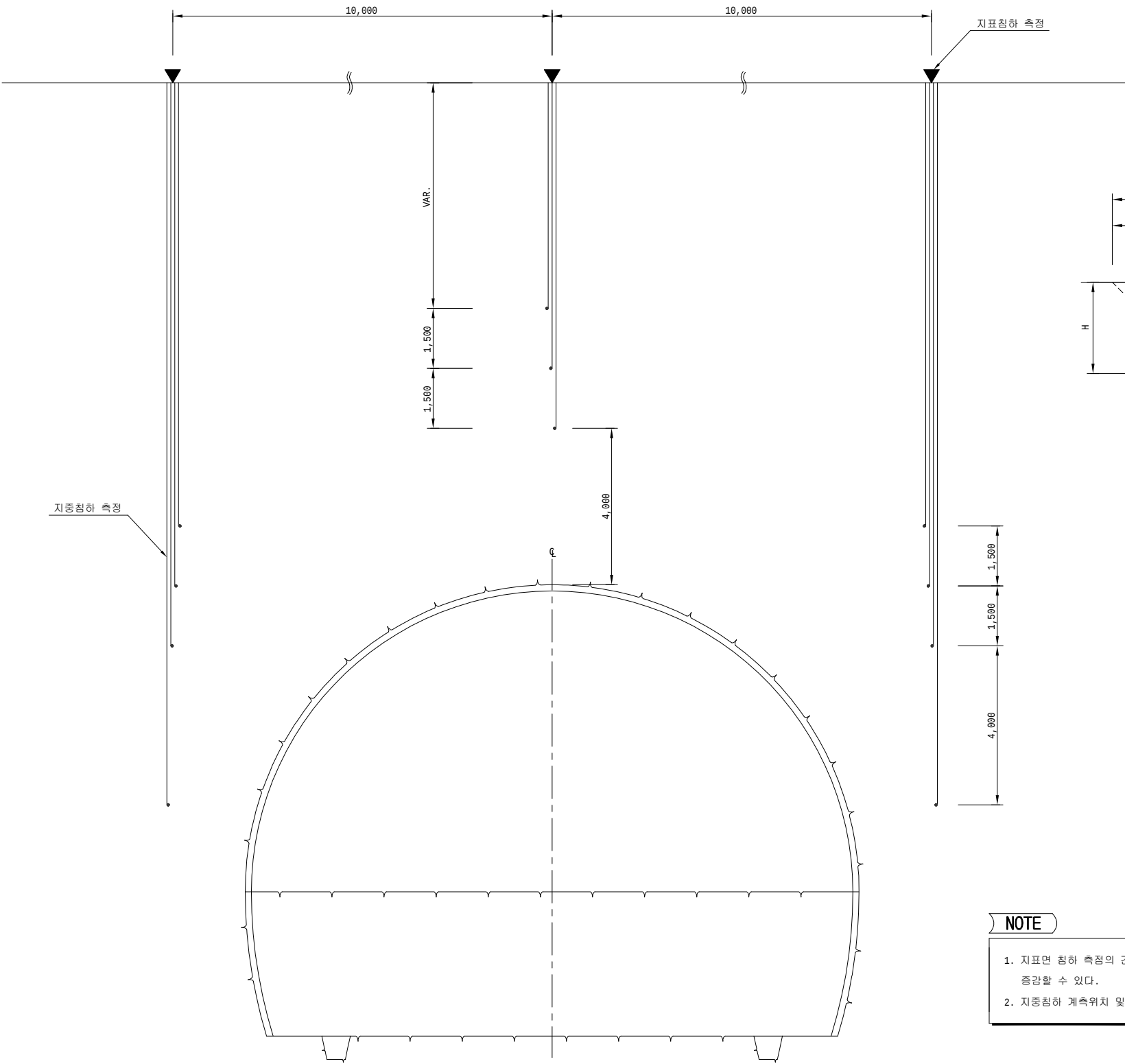
NOTE

- 각 터널별 계측위치는 계측계획도를 참조하도록 한다.
- 라이닝 및 S/C 응력계 (천단, SPRINGLINE)
 - 라이닝 응력계의 설치방향은 응력조건에 따라 변경할 수 있다.
 - 0.4 fck에 의한 관리치 산정
 - 시공중, 운행중 계측치의 비교 관리치와 비교
- 간극수압계 (INVERT, SPRINGLINE)
 - 터널 시공후 운행시 배수계통의 이상점검
 - 비 정상적인 지하수위 상승으로 인한 터널안정성 점검
 - INVERT와 포장재 안정성 검토 (간극수압에 의한 부력과 INVERT의 중량 비교)
- 응력계와 간극수압계의 복합적 계측으로 터널 안정성 저해요인 파악하여 대처가능한 지침 부여함.

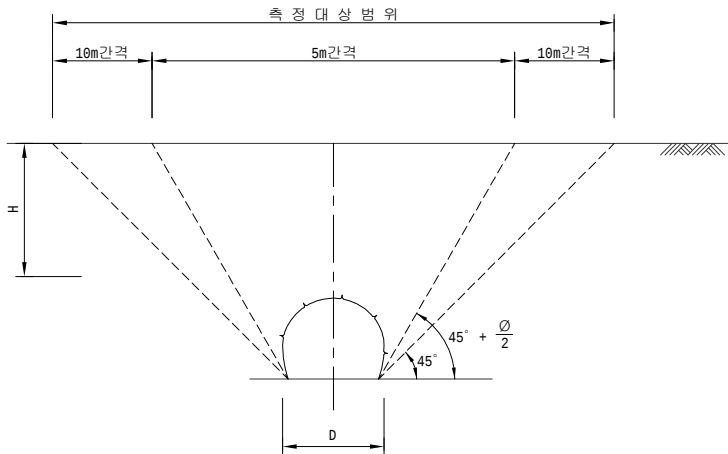
 한국철도시설공단 KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY		설계회사	 S&S S&S ENGINEERING & DESIGN S&S ENGINEERING & DESIGN	 K&S K&S ENGINEERING & DESIGN K&S ENGINEERING & DESIGN	 K&S K&S ENGINEERING & DESIGN K&S ENGINEERING & DESIGN	 K&S K&S ENGINEERING & DESIGN K&S ENGINEERING & DESIGN	 K&S K&S ENGINEERING & DESIGN K&S ENGINEERING & DESIGN	건설분야	토목	철도구분	일반철도	도 면 명	중앙선 도담-영천 철도건설(안동-영천간) 제5공구 계측상세도 (2) (정밀계측 및 영구계측)		
		설계감리						건설단계	실시설계	노 선 명	중앙선				
설계건명	중앙선 도담-영천 철도건설(안동-영천간) 제5공구 노반 재설계	시공회사						노선방향	상 · 하선	시설위치	신호장01-군위				
시공건명	중앙선 도담-영천 복선전철 제10공구 노반신설 기타공사	시공감리						운영코드		공 구	제5공구				
		개정번호	날 짜	내 용		작성자	검토자	확인자	도면축척	NONE	편월번호	구도면번호			
														표준버전	RAIL v1.0(2009)

중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 계측상세도 (3) (지표 및 지중침하 측정)

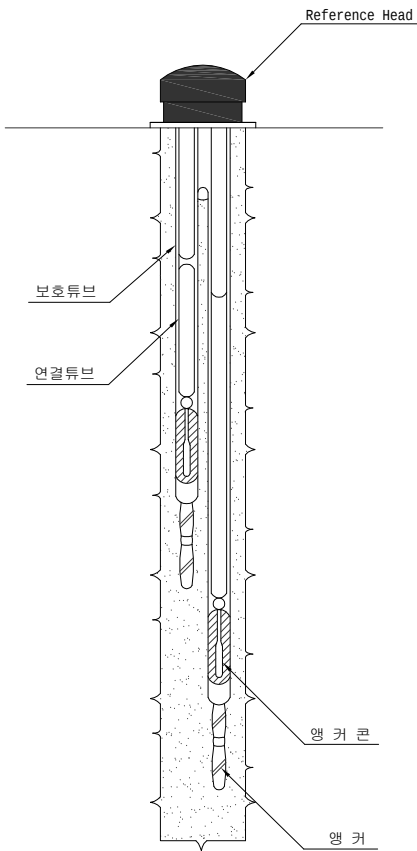
지표 및 지중침하 측정 단면도
(위험구간 별도적용)



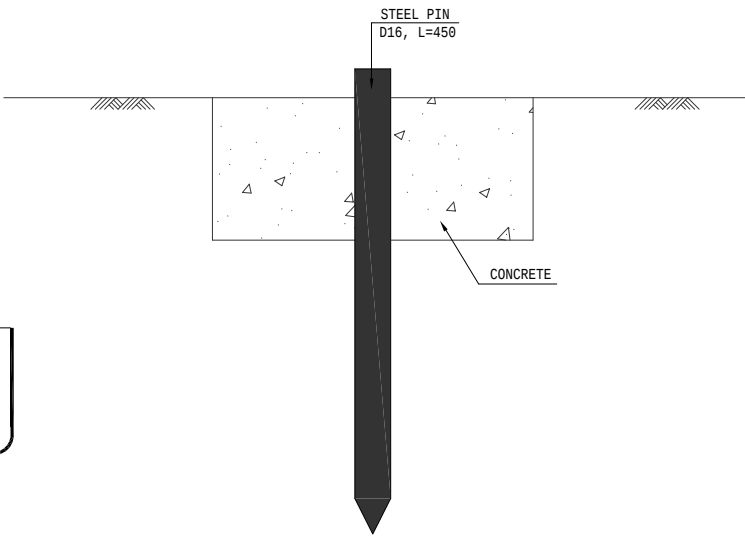
측정대상 범위도



지중침하 측정계



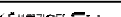
지표 침하계



NOTE

1. 지표면 침하 측정의 간격은 현장여건에 따라 감독원/감리원의 승인하에 증감할 수 있다.
2. 지중침하 계측위치 및 수량, 빈도는 주변상황에 감독원 승인하에 조정할 수 있다.

치수단위 : mm

 한국철도시설공단 KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY		설계회사	SY 주요사업자 한국철도건설공사 주요사업자 한국철도건설공사 주요사업자							건설분야	토목	철도구분	일반철도	도 면 명	중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 계측상세도 (3) (지표 및 지중침하 측정)		
		설계감리								건설단계	실시설계	노 선 명	중앙선				
설계건명	중앙선 도담~영천 철도건설(안동~영천간) 제5공구 노반 재설계	시공회사							노선방향	상 · 하선	시설위치	신호장01-군위					
시공건명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설 기타공사	시공감리		2017.07.	3차 우선시공분 제출	방경철 	구종회 	최석운 	운영코드	공 구	제5공구	구도면번호		도면번호			
		개정번호	날 짜	내 용				작성자	검토자	확인자	도면축척	NONE	편철번호		표준버전	RAIL v1.0(2009)	

▣ 계측 DATA SHEET

1. 지중경사계 Data

지중수평변위 계측 결과표 (A/B 방향)

· 현 장 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점부

A 방향 : 굴착방향

· 계 기 종 류 : Inclinator (I-1)

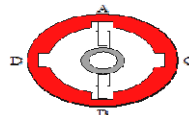
B 방향 : 굴착배면방향

· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(좌측)

C 방향 : 영천방향

· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일

D 방향 : 도담방향

[illegible]

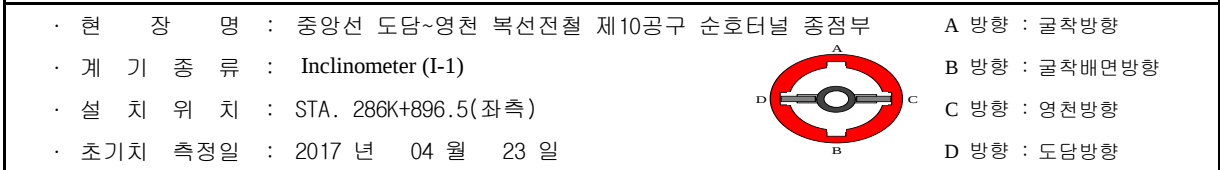
지중수평변위 계측 결과표(C/D 방향)

· 현 장 명	: 중앙선 도당~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점부	A 방향 : 굴착방향
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-1)	B 방향 : 굴착배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 286K+896.5 (좌측)	C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 23 일	D 방향 : 도당방향

· 계 기 종 류 : Inclinometer (I-1)  B 방향 : 굴착배면방향
· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(좌측) C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도담방향

· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(좌측)  C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일



· 현 장 명	: 중앙선 도당~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점부	A 방향 : 굴착방향
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-1)	B 방향 : 굴착배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 286K+896.5 (좌측)	C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 23 일	D 방향 : 도당방향

· 계 기 종 류 : Inclinometer (I-1)  B 방향 : 굴착배면방향
· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(좌측) C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도담방향

· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(좌측)  C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일

[illegible]

지중수평변위 GRAPH

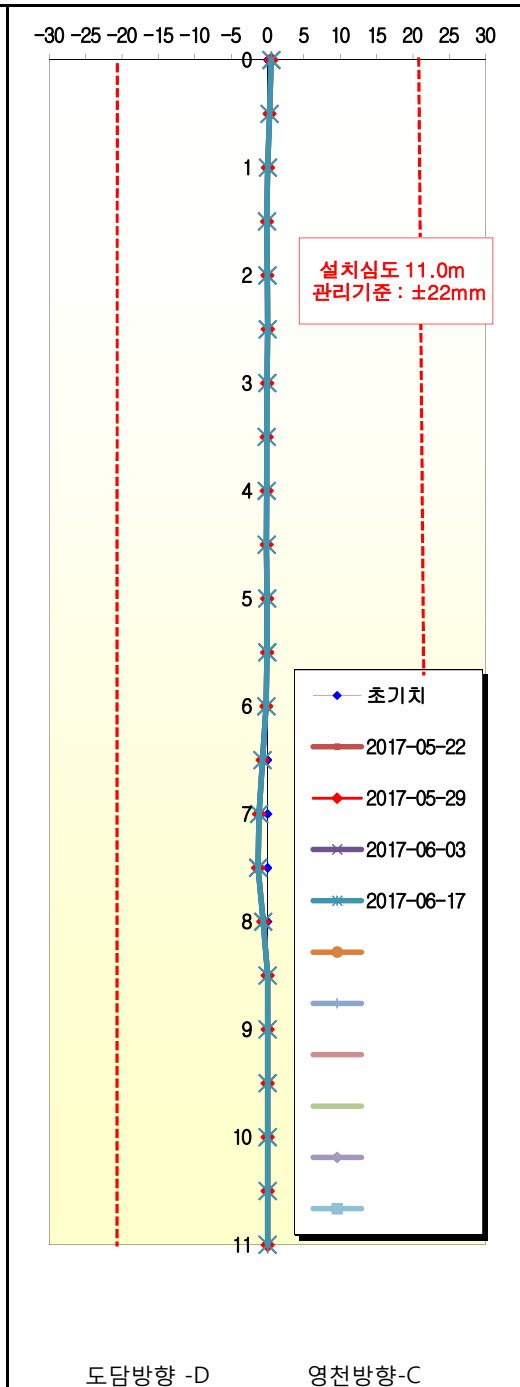
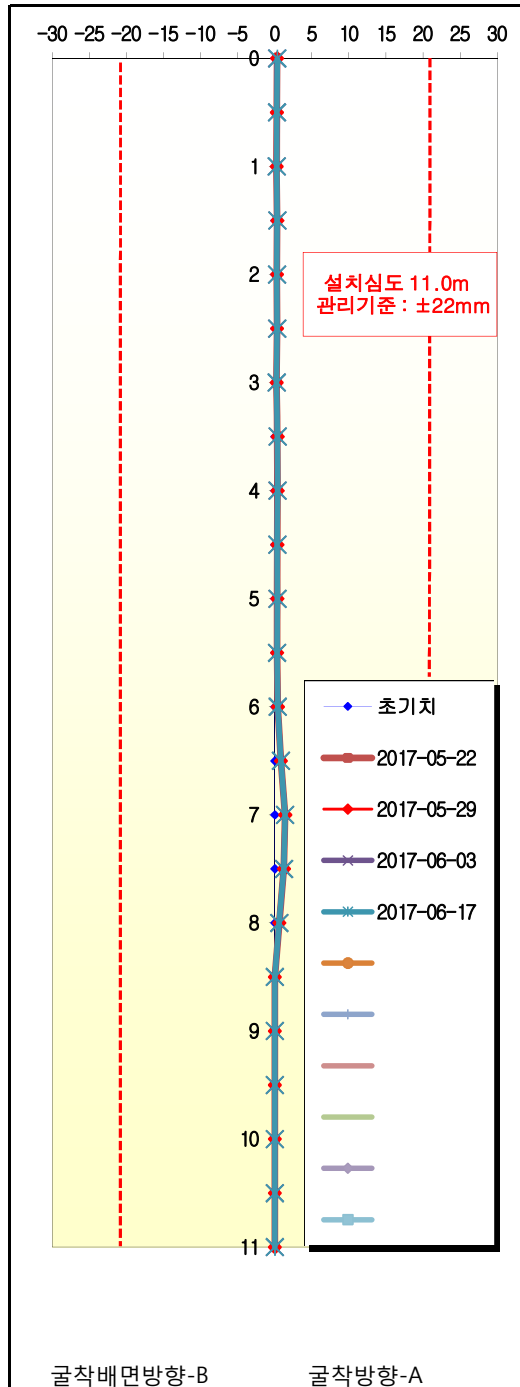
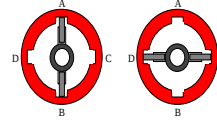
· 현 장 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점부

· 계 기 종 류 : Inclinator (I-1)

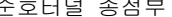
· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(좌측)

· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일

A 방향 : 굴착방향
B 방향 : 굴착배면방향
C 방향 : 영천방향
D 방향 : 도담방향



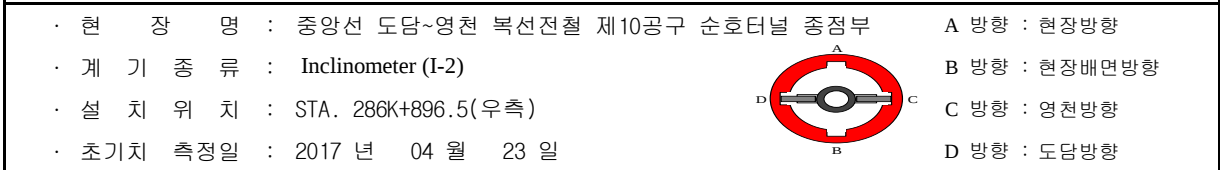
지중수평변위 계측 결과표(C/D 방향)

· 현 장 명	: 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점부	A 방향	: 현장방향	
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-2)		B 방향	: 현장배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 286K+896.5 (우측)		C 방향	: 영천방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 23 일		D 방향	: 도담방향

· 계 기 종 류 : Inclinometer (I-2)  B 방향 : 현장배면방향
· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(우측) C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(우측)  C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일



· 현 장 명	: 중앙선 도당~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점부	A 방향	: 현장방향
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-2)	B 방향	: 현장배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 286K+896.5 (우측)	C 방향	: 영천방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 23 일	D 방향	: 도당방향

· 계 기 종 류 :	Inclinometer (I-2)		B 방향 : 현장배면방향
· 설 치 위 치 :	STA. 286K+896.5(우측)		C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 :	2017 년 04 월 23 일		D 방향 : 도당방향

· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(우측)  C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일

[illegible]

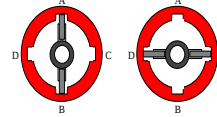
지중수평변위 GRAPH

· 현 장 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점부

· 계 기 종 류 : Inclinator (I-2)

· 설 치 위 치 : STA. 286K+896.5(우측)

· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일

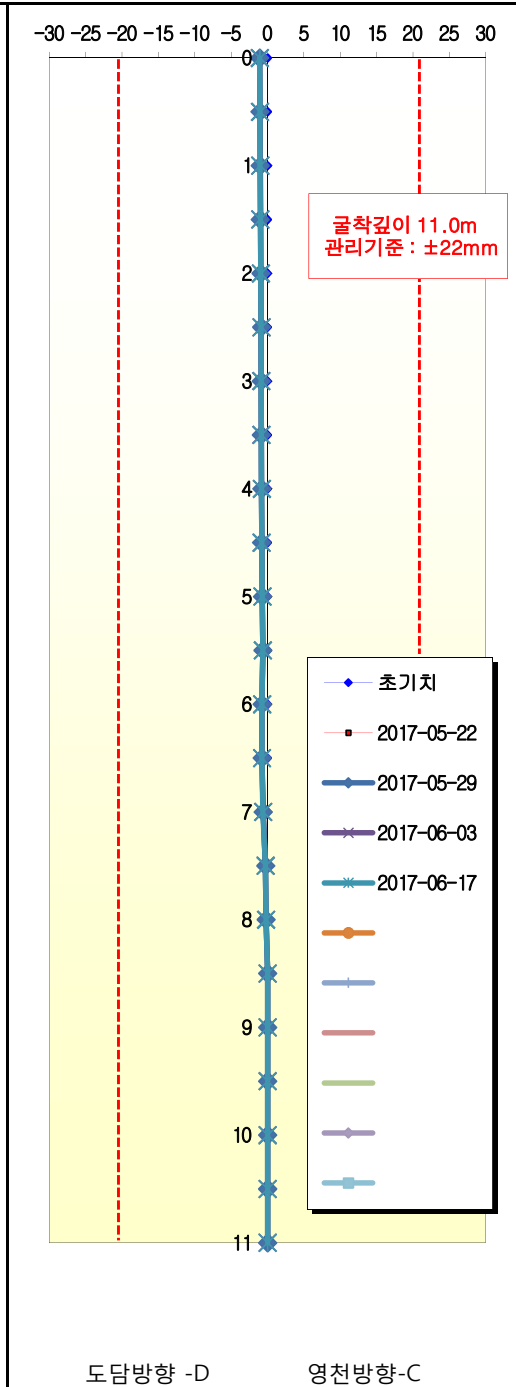
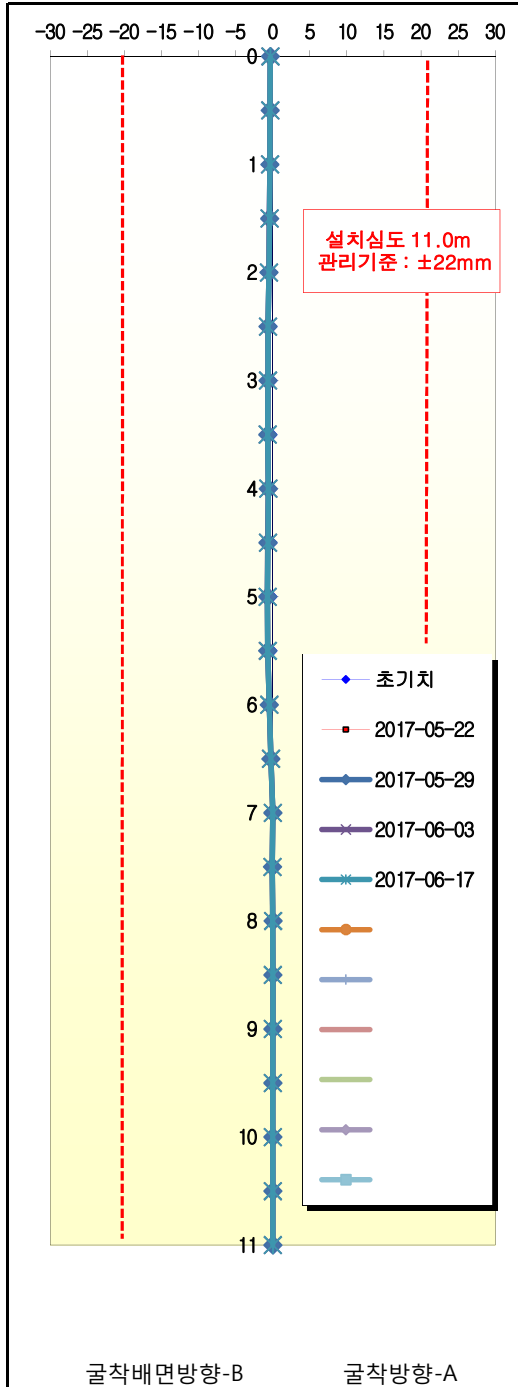


A 방향 : 현장방향

B 방향 : 현장배면방향

C 방향 : 영천방향

D 방향 : 도담방향



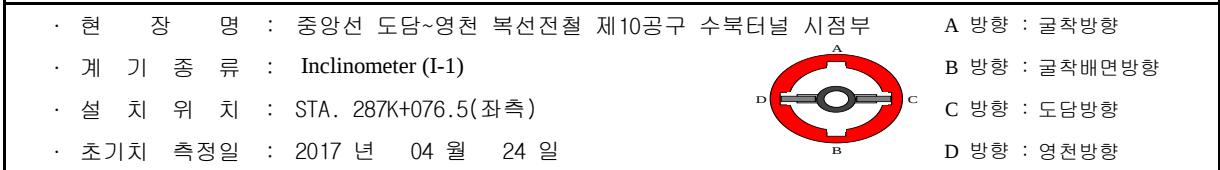
지중수평변위 계측 결과표(C/D 방향)

· 현 장 명	: 중앙선 도당~영천 복선전철 제10공구 수복터널 시정부	A 방향 : 굴착방향
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-1)	B 방향 : 굴착배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 287K+076.5 (좌측)	C 방향 : 도당방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 24 일	D 방향 : 영천방향

· 계 기 종 류 : Inclinometer (I-1)  B 방향 : 굴착배면방향
· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(좌측) C 방향 : 도담방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 24 일 D 방향 : 영천방향

· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(좌측)  C 방향 : 도담방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 24 일 D 방향 : 영천방향

· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 24 일



· 현 장 명	: 중앙선 도당~영천 복선전철 제10공구 수복터널 시정부	A 방향	: 굴착방향
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-1)	B 방향	: 굴착배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 287K+076.5 (좌측)	C 방향	: 도당방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 24 일	D 방향	: 영천방향

· 계 기 종 류 : Inclinometer (I-1)  B 방향 : 굴착배면방향
· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(좌측) C 방향 : 도담방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 24 일 D 방향 : 영천방향

· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(좌측)  C 방향: 도담방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 24 일 D 방향: 영천방향

· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 24 일

[illegible]

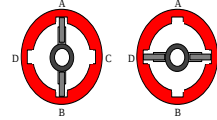
지중수평변위 GRAPH

· 현 장 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 수북터널 시정부

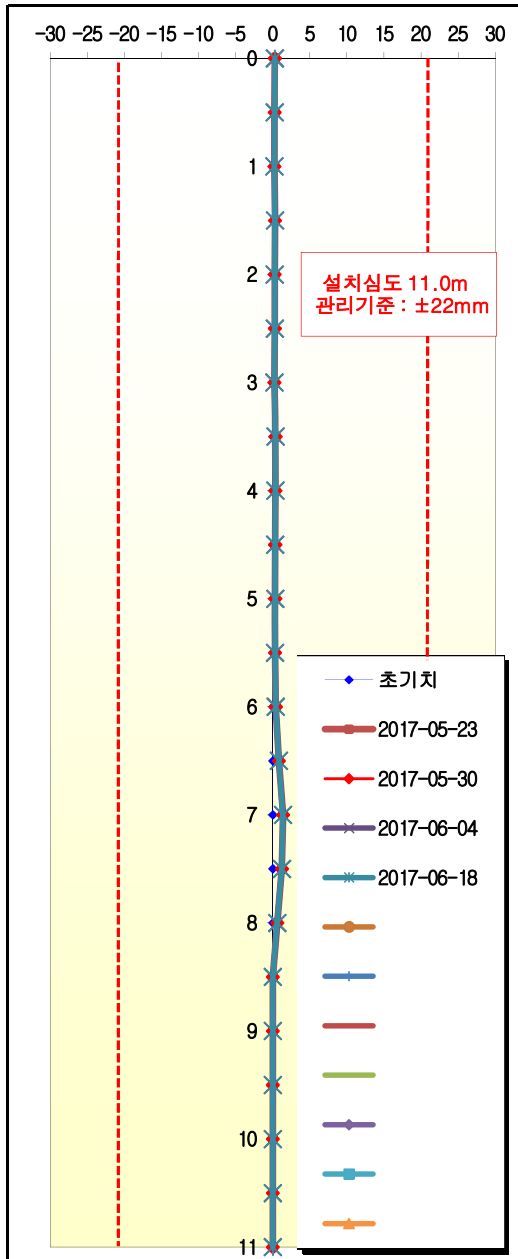
· 계 기 종 류 : Inclinator (I-1)

· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(좌측)

· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 24 일

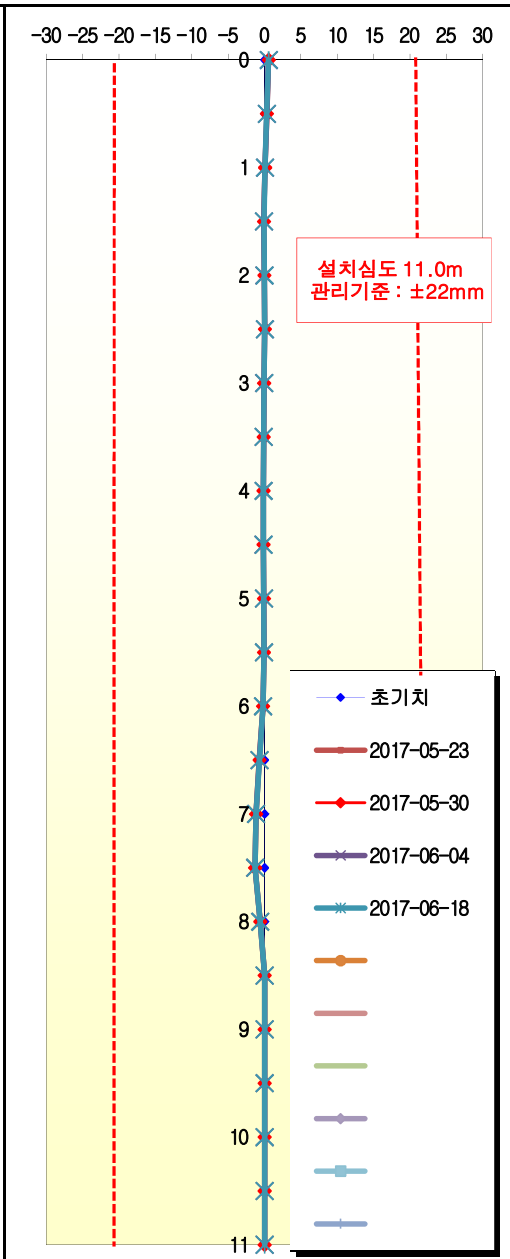


A 방향 : 굴착방향
B 방향 : 굴착배면방향
C 방향 : 도담방향
D 방향 : 영천방향



굴착배면방향-B

굴착방향-A



영천방향 -D

도담방향-C

지중수평변위 계측 결과표(A/B 방향)

· 현 장 명	: 중앙선 도당~영천 복선전철 제10공구 수복터널 시점부	A 방향	: 현장방향
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-2)	B 방향	: 현장배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 287K+076.5 (우측)	C 방향	: 영천방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 23 일	D 방향	: 도당방향

D 방향 : 도담방향

[illegible]

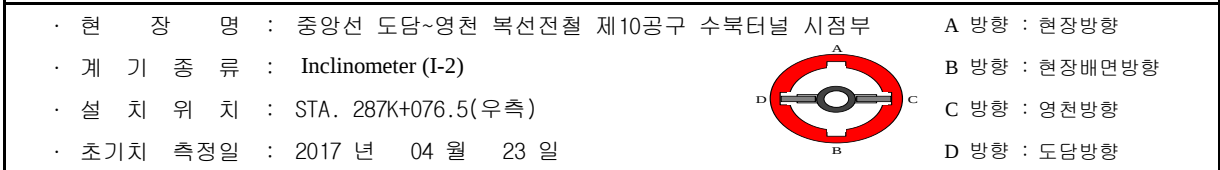
지중수평변위 계측 결과표(C/D 방향)

· 현 장 명	: 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 수복터널 시정부	A 방향	: 현장방향
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-2)	B 방향	: 현장배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 287K+076.5(우측)	C 방향	: 영천방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 23 일	D 방향	: 도담방향

· 계 기 종 류 : Inclinator (I-2)  B 방향 : 현장배면방향
· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(우측) C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(우측)  C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일



· 현 장 명	: 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 수복터널 시정부	A 방향	: 현장방향
· 계 기 종 류	: Inclinator (I-2)	B 방향	: 현장배면방향
· 설 치 위 치	: STA. 287K+076.5 (우측)	C 방향	: 영천방향
· 초기치 측정일	: 2017 년 04 월 23 일	D 방향	: 도담방향

· 계 기 종 류 : Inclinometer (I-2)  B 방향 : 현장배면방향
· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(우측) C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

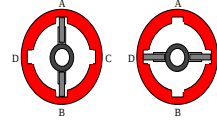
· 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(우측)  C 방향 : 영천방향
· 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일 D 방향 : 도당방향

초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일

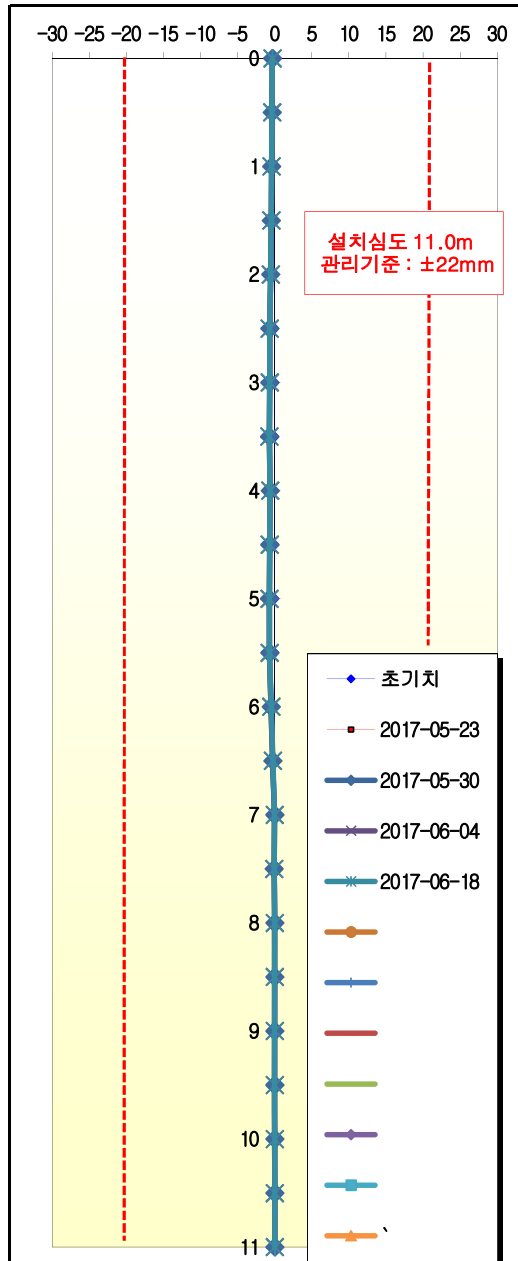
[illegible]

지중수평변위 GRAPH

· 현 장 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 수북터널 시점부
 · 계 기 종 류 : Inclinator (I-2)
 · 설 치 위 치 : STA. 287K+076.5(우측)
 · 초기치 측정일 : 2017 년 04 월 23 일

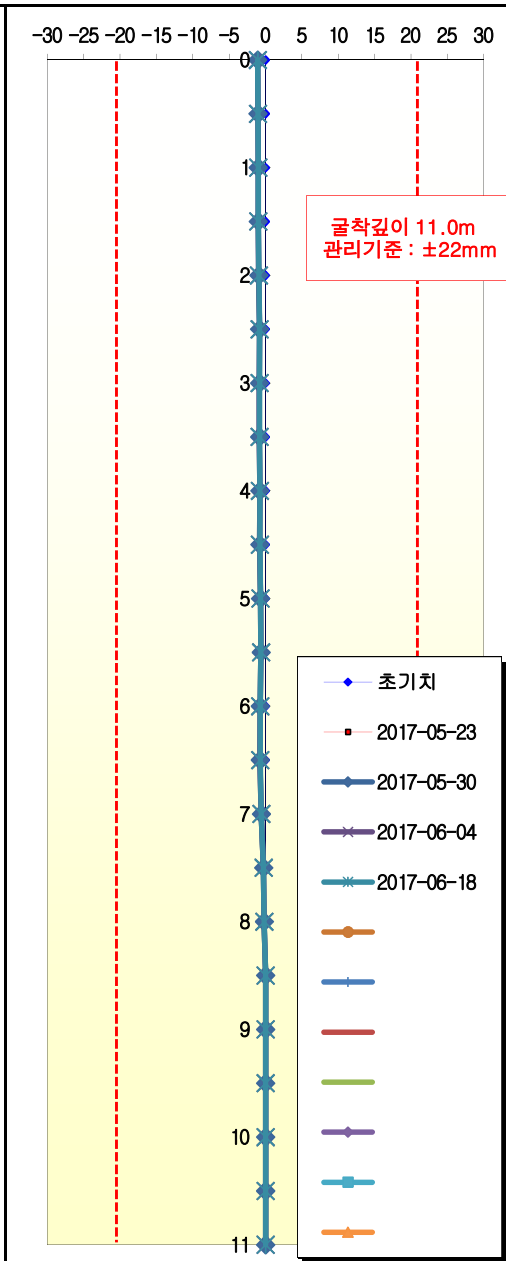


A 방향 : 현장방향
 B 방향 : 현장배면방향
 C 방향 : 영천방향
 D 방향 : 도담방향



굴착배면방향-B

굴착방향-A



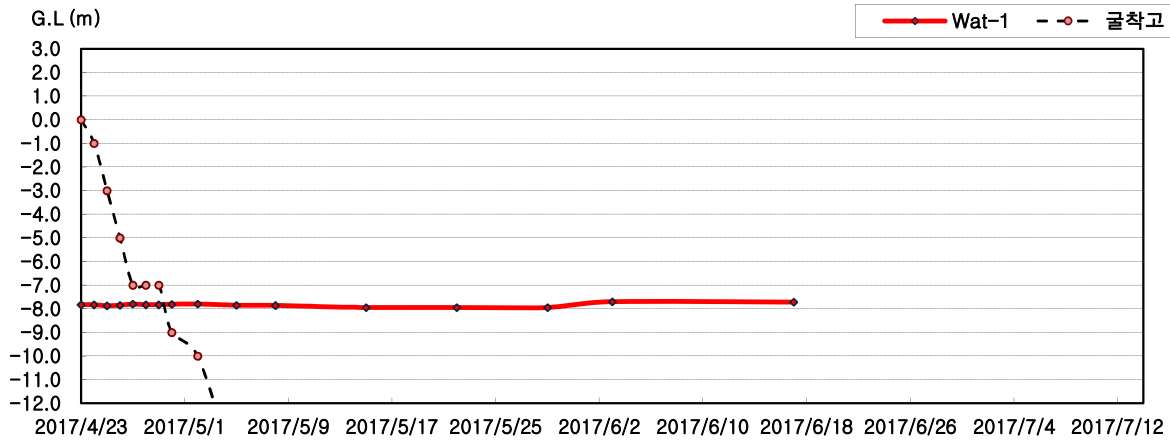
도담방향 -D

영천방향-C

2. 지하수위계 Data

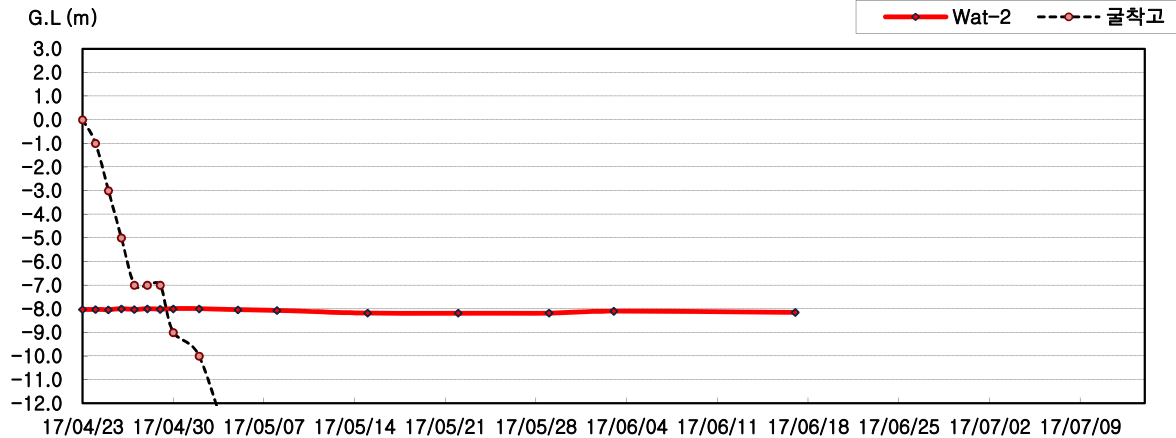
Water Level Meter Report

현 장 명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 순호터널 중점부 광구사면		
설치심도	G.L(-)11.0m	계측기 위치(No)	STA.286K+896.5(좌 W-1)
설치일자	2016. 12. 21	관리기준	±0.5m/일

[illegible]

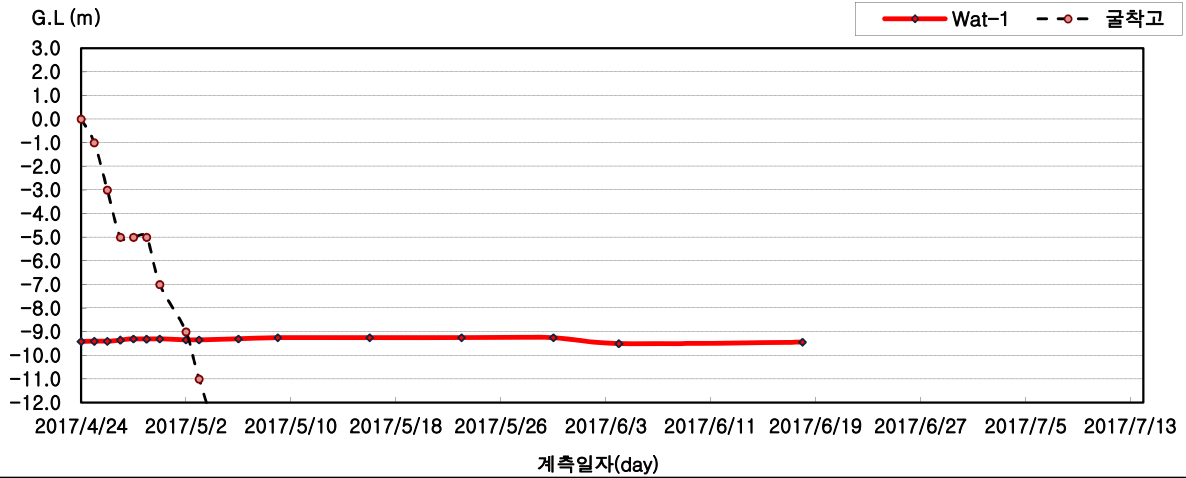
Water Level Meter Report

현 장 명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점부 갱구사면		
설치심도	G.L(-)11.0m	계측기 위치(No)	STA.286K+896.5(우 W-2)
설치일자	2016. 12. 21	관리기준	±0.5m/일

[illegible]

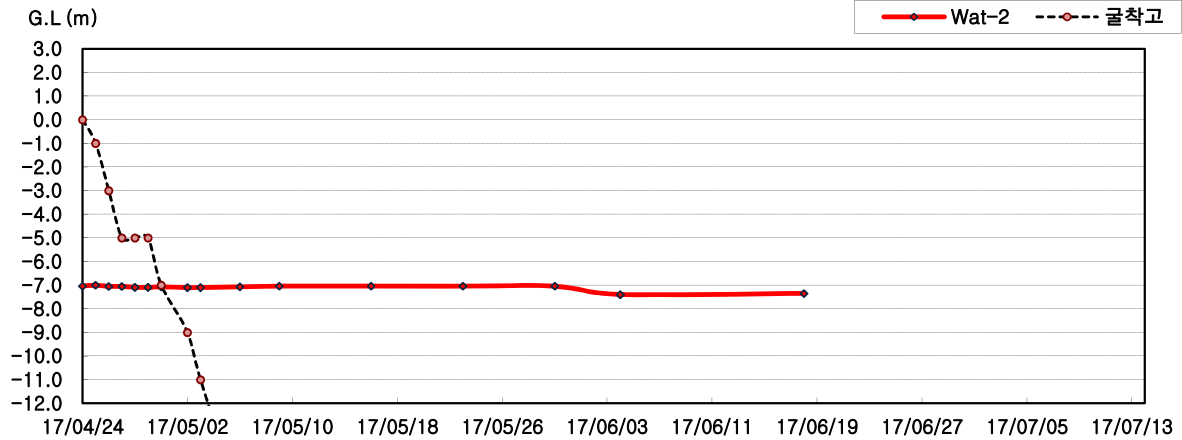
Water Level Meter Report

현 장 명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 수목터널 시점부 광구사면		
설치심도	G.L(-)11.0m	계측기 위치(No)	STA.287K+076.5(좌 W-1)
설치일자	2017. 01. 23	관리기준	±0.5m/일

[illegible]

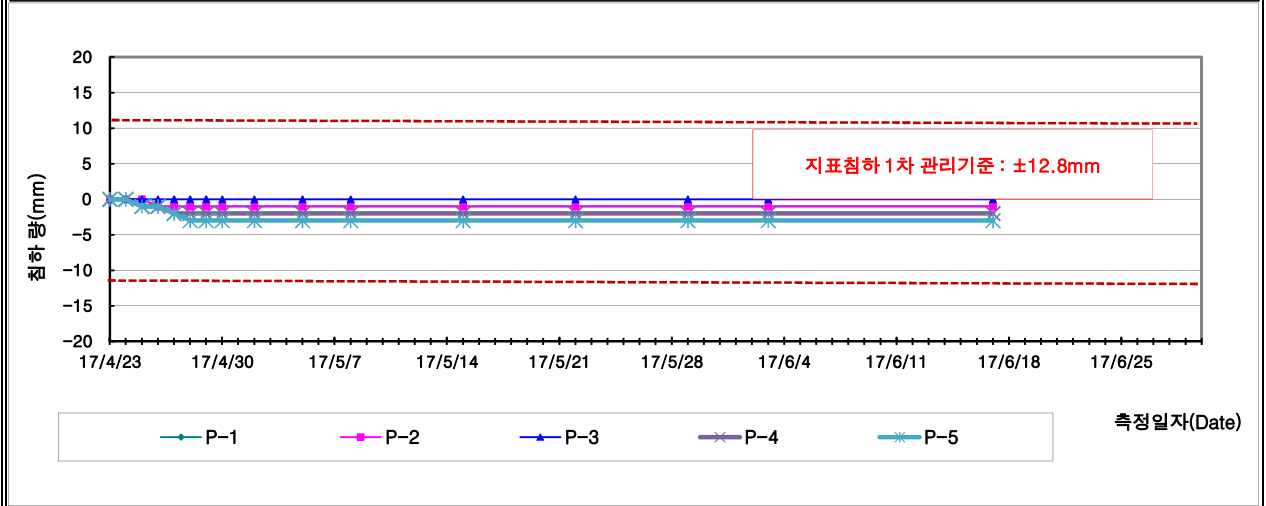
Water Level Meter Report

현 장 명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 수목터널 시점부 갱구사면		
설치심도	G.L(-)11.0m	계측기 위치(No)	STA.287K+076.5(우 W-2)
설치일자	2017. 01. 23	관리기준	±0.5m/일

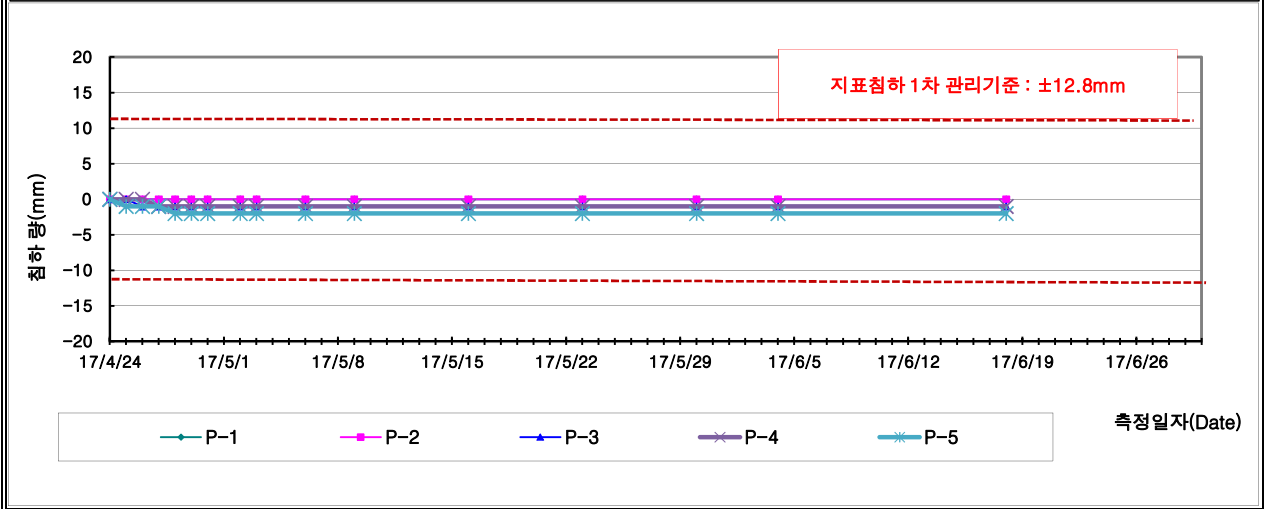
[illegible]

3. 지표침하계 Data

지 표 침 하 계			
현 장 명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점 갱구사면		
계측기 No	P1(L) ~ P5(C)	설치위치	STA. 286K+896.5갱구부 좌측
계 산 식	침하량(mm): 현재치-초기치	설치일자	2017. 04. 23
관리기준	1차 관리기준 : ±12.8mm, 2차 관리기준 : ±16mm, 3차 관리기준 : ±20mm이상		

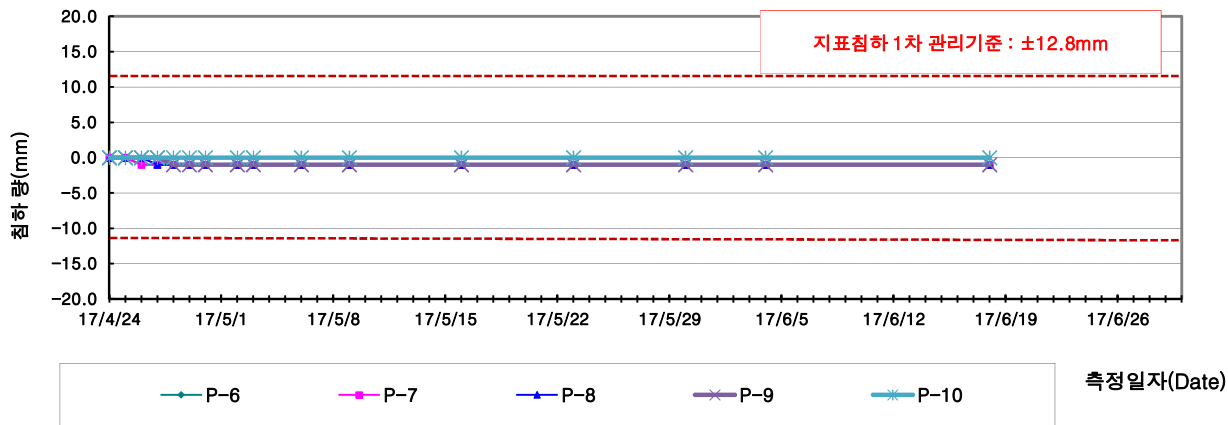
[illegible]

지 표 침 하 계			
현 장 명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 수북터널 시점 갱구사면		
계측기 No	P1(L) ~ P5(C)	설치위치	STA. 287K+076.5갱구부 좌측
계 산 식	침하량(mm): 현재치-초기치	설치일자	2017. 04. 23
관리기준	1차 관리기준 : ±12.8mm, 2차 관리기준 : ±16mm, 3차 관리기준 : ±20mm이상		

[illegible]

지표침하계

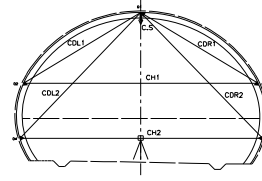
현 장 명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 순호터널 종점 갱구사면		
계측기 No	P6(C) ~ P10(R)	설치위치	STA. 287K+076.5갱구부 우측
계 산 식	침하량(mm): 현재치-초기치	설치일자	2017. 04. 23
관리기준	1차 관리기준 : ±12.8mm, 2차 관리기준 : ±16mm, 3차 관리기준 : ±20mm이상		

[illegible]

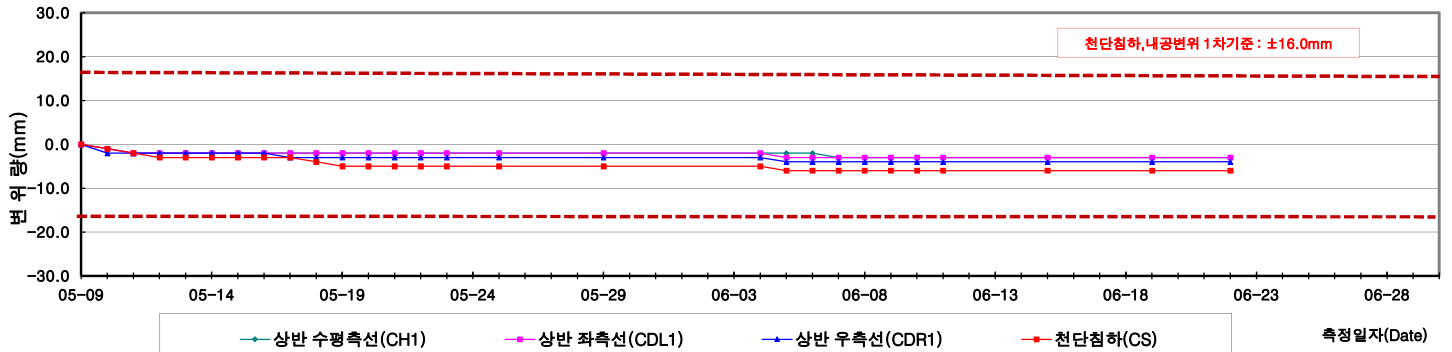
4. 내공변위/천단침하계 Data

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

- 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(순호터널 종점)
- 설 치 위 치 : 286K+876.5(상반)
- 설 치 일 자 : 2017년 05월 09일
- 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
- 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : $\pm 16\text{mm}$, 2차관리기준 : $\pm 20\text{mm}$, 3차관리기준 : $\pm 25\text{mm}$ 이상(5type)



C S: 천단침하
 C H 1: 상반수평내공
 CDL1: 상반좌측대각선내공
 CDR1: 상반우측대각선내공
 C H 2: 하반수평내공
 CDL2: 하반좌측대각선내공
 CDR2: 하반우측대각선내공

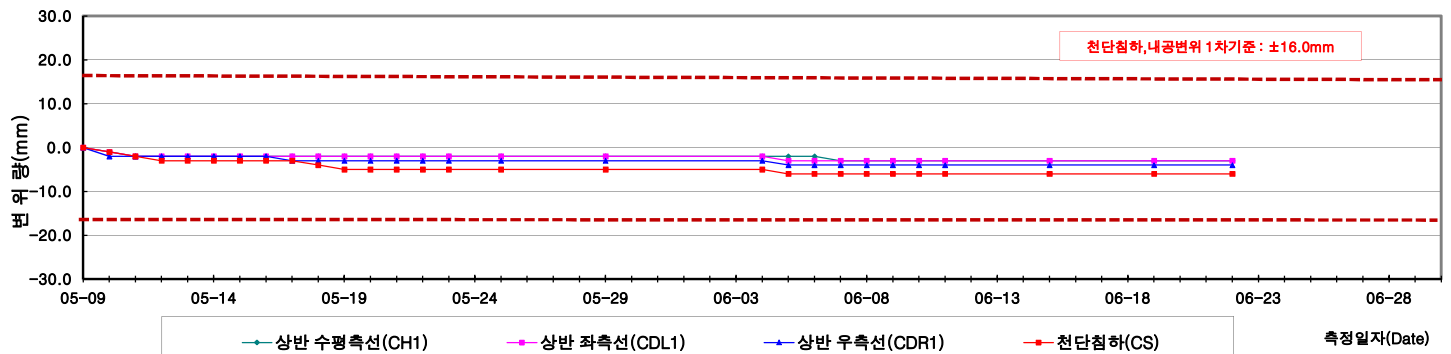


NO.	DATE	경과 일수	상반 수평측선(CH1)		상반 좌측선(CDL1)		상반 우측선(CDR1)		하반 수평측선(CH2)		하반 좌측선(CDL2)		하반 우측선(CDR2)		천단침하(CS)		비 고
			측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	
1	05-09	0	11006	0.0	6857	0.0	6775	0.0							3058	0.0	초기치
2	05-10	1	11005	-1.0	6856	-1.0	6773	-2.0							3057	-1.0	1일/1회
3	05-11	2	11004	-2.0	6855	-2.0	6773	-2.0							3056	-2.0	
4	05-12	3	11004	-2.0	6855	-2.0	6773	-2.0							3055	-3.0	
5	05-13	4	11004	-2.0	6855	-2.0	6773	-2.0							3055	-3.0	
6	05-14	5	11004	-2.0	6855	-2.0	6773	-2.0							3055	-3.0	
7	05-15	6	11004	-2.0	6855	-2.0	6773	-2.0							3055	-3.0	
8	05-16	7	11004	-2.0	6855	-2.0	6773	-2.0							3055	-3.0	
9	05-17	8	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3055	-3.0	
10	05-18	9	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3054	-4.0	
11	05-19	10	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3053	-5.0	
12	05-20	11	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3053	-5.0	
13	05-21	12	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3053	-5.0	
14	05-22	13	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3053	-5.0	
15	05-23	14	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3053	-5.0	2회/주
16	05-25	16	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3053	-5.0	
17	05-29	20	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3053	-5.0	1회/주
18	06-04	26	11004	-2.0	6855	-2.0	6772	-3.0							3053	-5.0	1회/1일
19	06-05	27	11004	-2.0	6854	-3.0	6771	-4.0							3052	-6.0	
20	06-06	28	11008	-2.0	7544	-3.0	6073	-4.0							3015	-6.0	재설치
21	06-07	29	11007	-3.0	7544	-3.0	6073	-4.0							3015	-6.0	
22	06-08	30	11007	-3.0	7544	-3.0	6073	-4.0							3015	-6.0	
23	06-09	31	11007	-3.0	7544	-3.0	6073	-4.0							3015	-6.0	
24	06-10	32	11007	-3.0	7544	-3.0	6073	-4.0							3015	-6.0	
25	06-11	33	11007	-3.0	7544	-3.0	6073	-4.0							3015	-6.0	2회/주
26	06-15	37	11007	-3.0	7544	-3.0	6073	-4.0							3015	-6.0	
27	06-19	41	11007	-3.0	7544	-3.0	6073	-4.0							3015	-6.0	

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

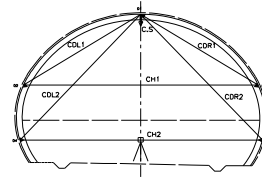
-

C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

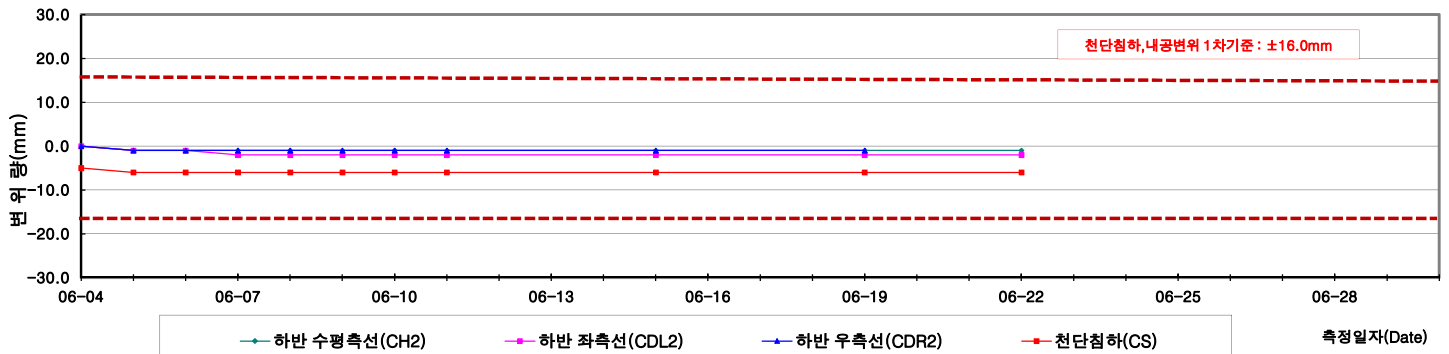
[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

1. 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(순호터널 종점)
2. 설 치 위 치 : 286K+876.5(하반)
3. 설 치 일 자 : 2017년 06월 04일
4. 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
5. 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : ±16mm, 2차관리기준 : ±20mm, 3차관리기준 : ±25mm이상(5type)

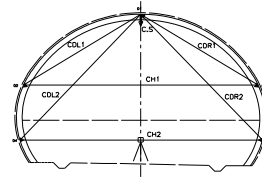


C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

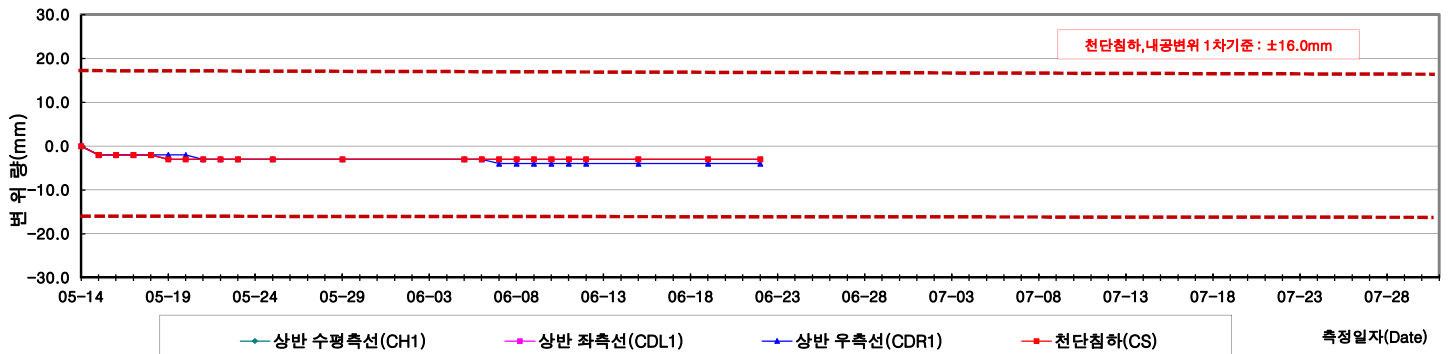
[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

1. 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(순호터널 종점)
2. 설 치 위 치 : 286K+866.5(상반)
3. 설 치 일 자 : 2017년 05월 14일
4. 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
5. 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : ±16mm, 2차관리기준 : ±20mm, 3차관리기준 : ±25mm이상(5type)



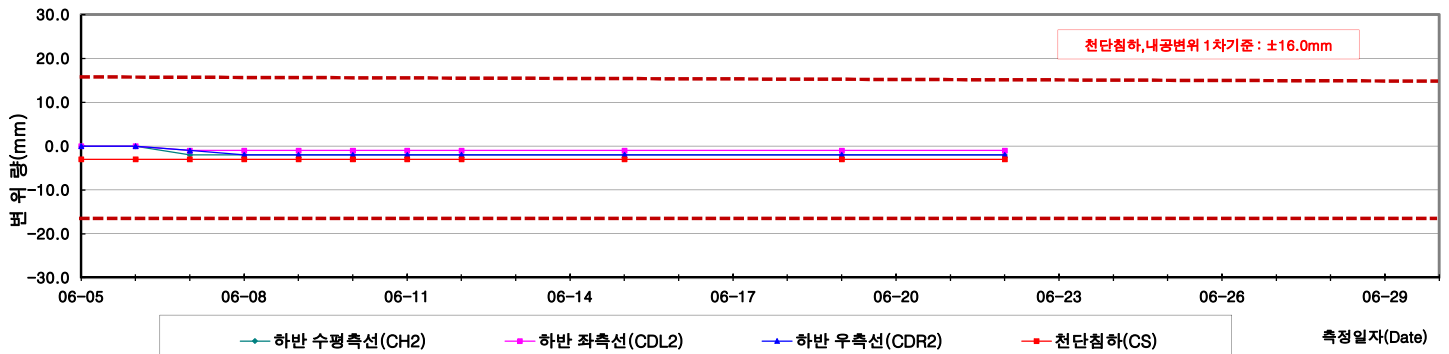
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

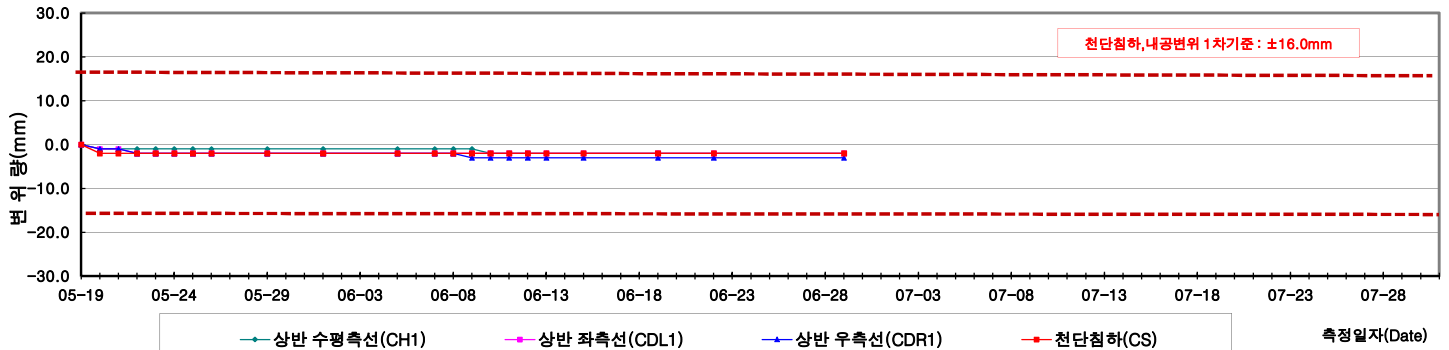
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

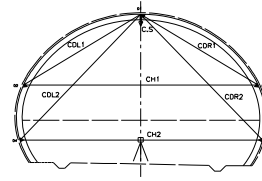
-

C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

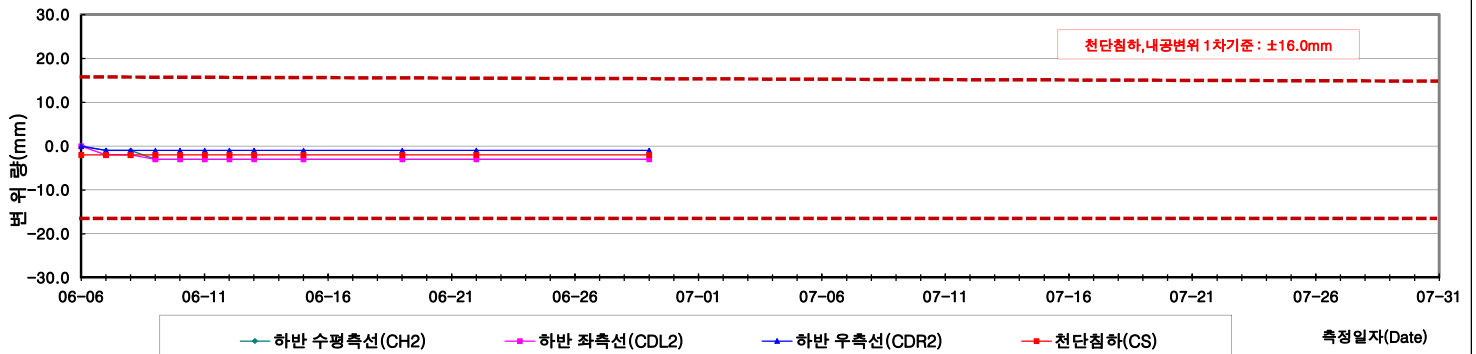
[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

1. 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(순호터널 종점)
2. 설 치 위 치 : 286K+856.5(하반)
3. 설 치 일 자 : 2017년 06월 06일
4. 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
5. 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : ±16mm, 2차관리기준 : ±20mm, 3차관리기준 : ±25mm이상(5type)



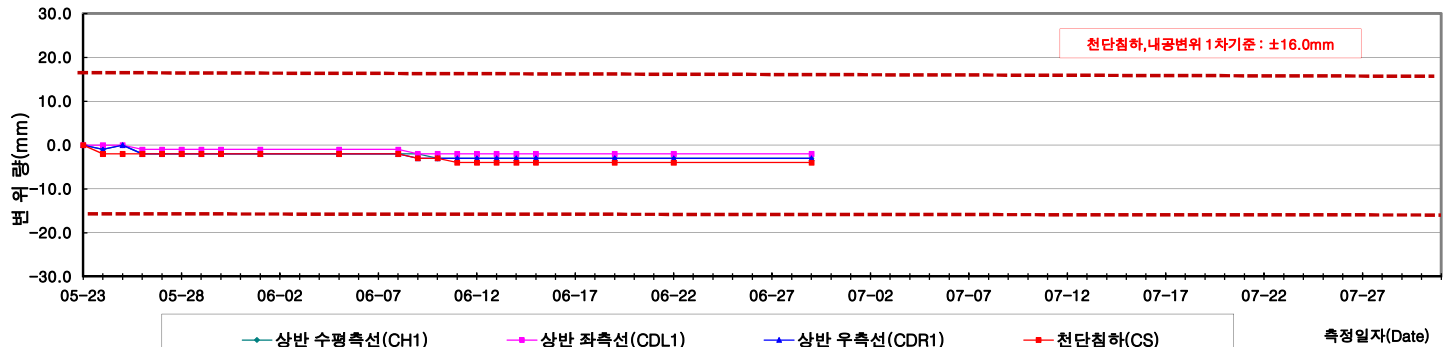
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

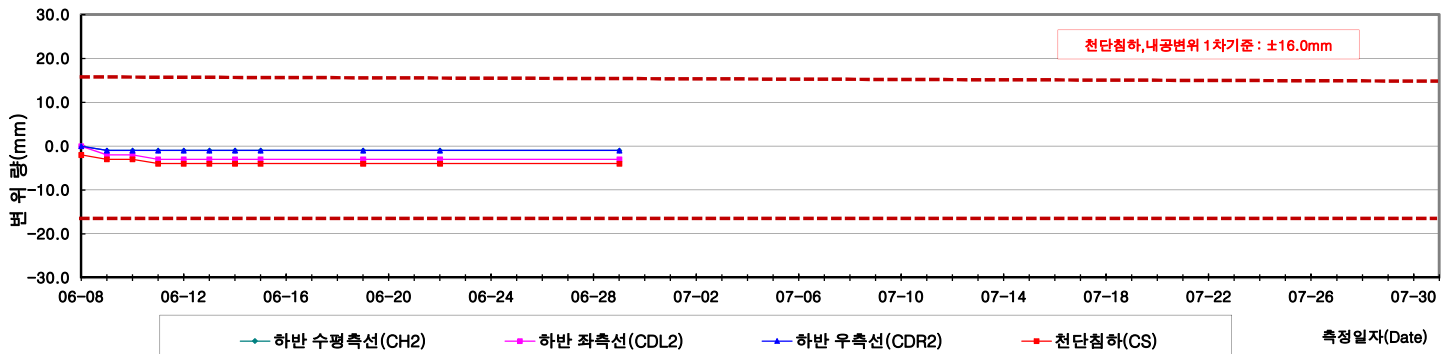
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

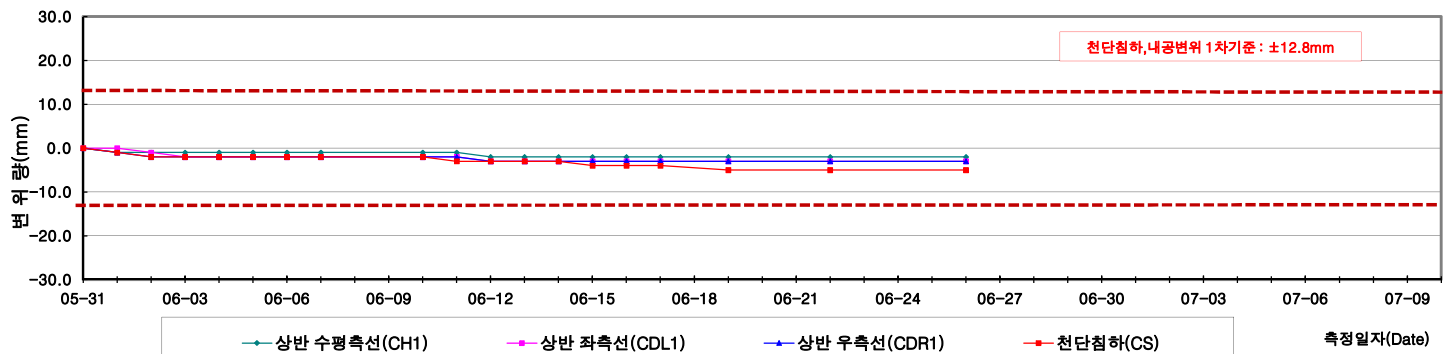
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

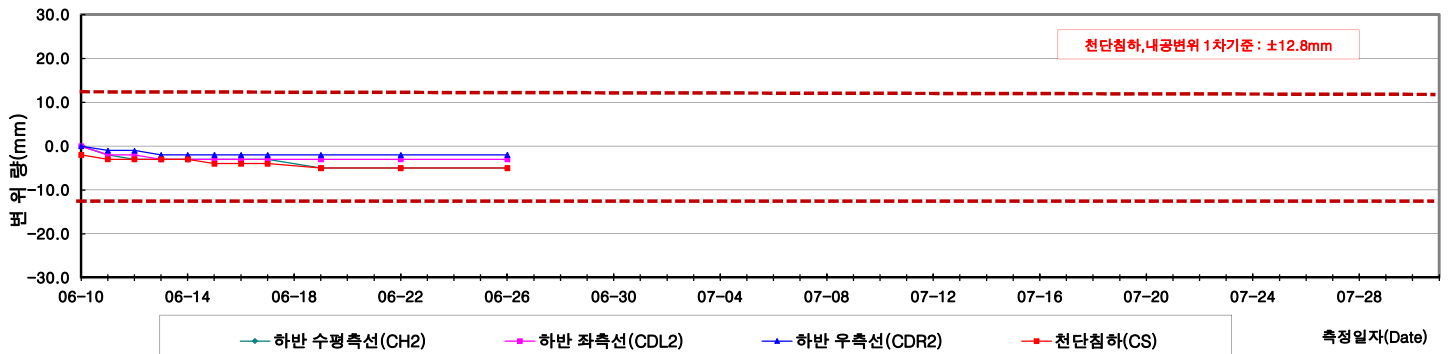
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

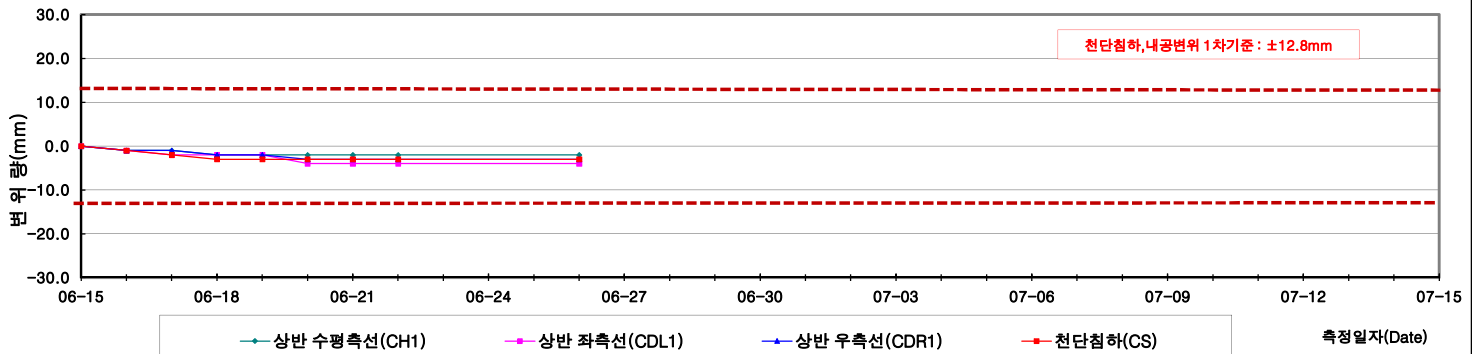
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

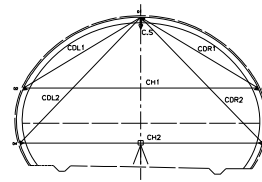
-

C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

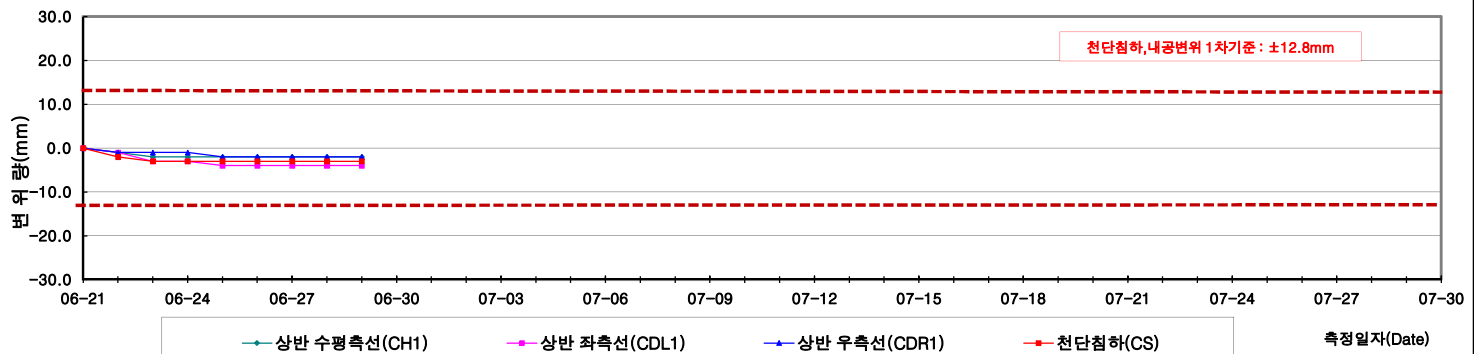
[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

1. 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(순호터널 종점)
2. 설 치 위 치 : 286K+786.5(상반)
3. 설 치 일 자 : 2017년 06월 21일
4. 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
5. 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : ±12.8mm, 2차관리기준 : ±16mm, 3차관리기준 : ±20mm이상(4type)

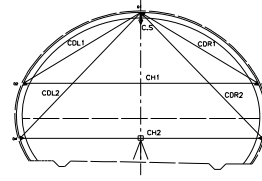


C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

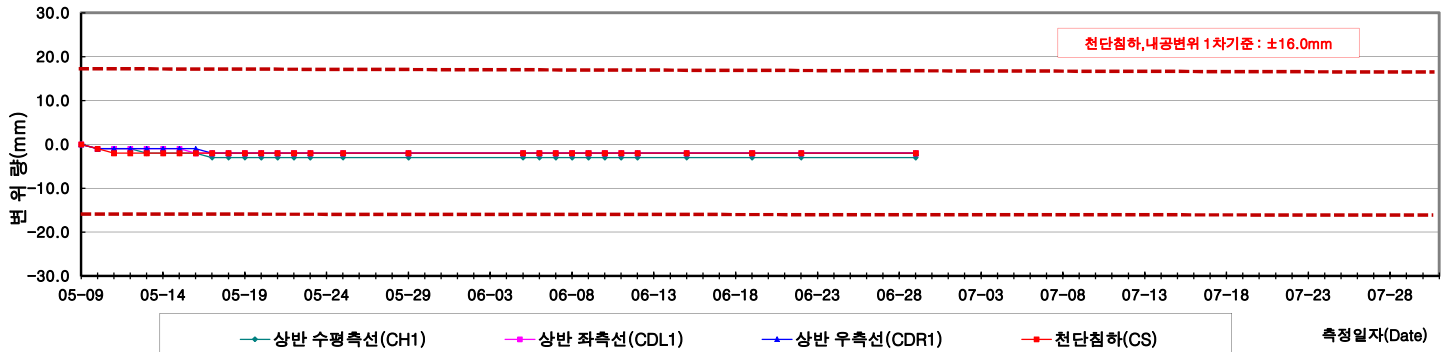
[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

- 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(수북터널 시점)
- 설 치 위 치 : 287K+096.5(상반)
- 설 치 일 자 : 2017년 05월 09일
- 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
- 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : $\pm 16\text{mm}$, 2차관리기준 : $\pm 20\text{mm}$, 3차관리기준 : $\pm 25\text{mm}$ 이상(5type)



C S: 천단침하
 C H 1: 상반수평내공
 CDL1: 상반좌측대각선내공
 CDR1: 상반우측대각선내공
 C H 2: 하반수평내공
 CDL2: 하반좌측대각선내공
 CDR2: 하반우측대각선내공

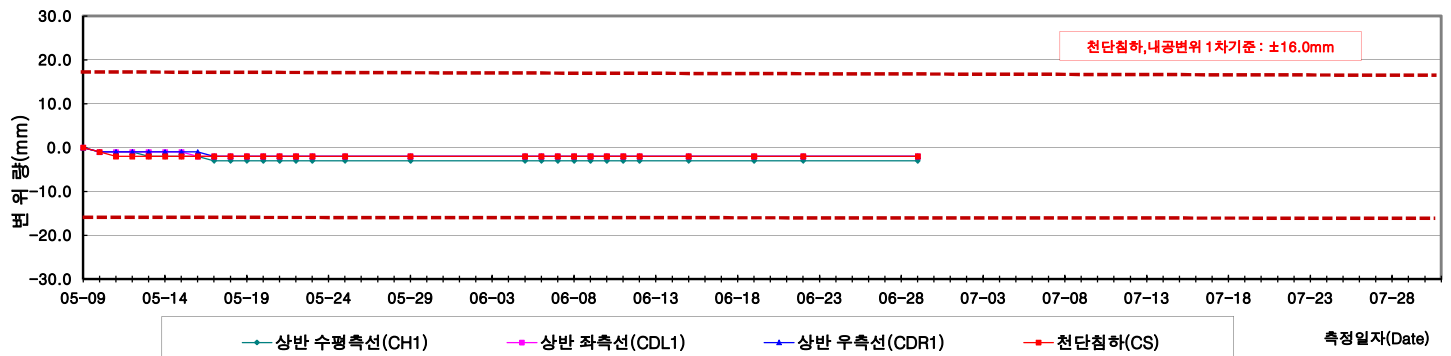


NO.	DATE	경과 일수	상반 수평측선(CH1)		상반 좌측선(CDL1)		상반 우측선(CDR1)		하반 수평측선(CH2)		하반 좌측선(CDL2)		하반 우측선(CDR2)		천단침하(CS)		비 고
			측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	측정Data	변위량 (mm)	
1	05-09	0	11197	0.0	7348	0.0	6660	0.0							2176	0.0	초기치
2	05-10	1	11196	-1.0	7347	-1.0	6659	-1.0							2175	-1.0	1일/1회
3	05-11	2	11196	-1.0	7347	-1.0	6659	-1.0							2174	-2.0	
4	05-12	3	11196	-1.0	7347	-1.0	6659	-1.0							2174	-2.0	
5	05-13	4	11195	-2.0	7347	-1.0	6659	-1.0							2174	-2.0	
6	05-14	5	11195	-2.0	7347	-1.0	6659	-1.0							2174	-2.0	
7	05-15	6	11195	-2.0	7347	-1.0	6659	-1.0							2174	-2.0	
8	05-16	7	11195	-2.0	7346	-2.0	6659	-1.0							2174	-2.0	
9	05-17	8	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	
10	05-18	9	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	2회/주
11	05-19	10	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	
12	05-20	11	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	
13	05-21	12	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	
14	05-22	13	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	
15	05-23	14	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	
16	05-25	16	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	
17	05-29	20	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	1회/주
18	06-05	27	11194	-3.0	7346	-2.0	6658	-2.0							2174	-2.0	1일/1회
19	06-06	28	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	재설치
20	06-07	29	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	
21	06-08	30	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	
22	06-09	31	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	
23	06-10	32	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	
24	06-11	33	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	
25	06-12	34	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	2회/주
26	06-15	37	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	
27	06-19	41	11189	-3.0	7327	-2.0	6774	-2.0							2127	-2.0	

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-
- The diagram shows a cross-section of a ship's hull. A vertical dashed line represents the centerline. The center of buoyancy (C.B.) is marked with a dot on the centerline. The center of gravity (C.G.) is marked with a dot below C.B. on the centerline. Various points on the hull are labeled: C.B., C.G., C.1, C.2, C.3, C.4, C.5, C.6, C.7, C.8, C.9, C.10, C.11, C.12, C.13, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18, C.19, C.20, C.21, C.22, C.23, C.24, C.25, C.26, C.27, C.28, C.29, C.30, C.31, C.32, C.33, C.34, C.35, C.36, C.37, C.38, C.39, C.40, C.41, C.42, C.43, C.44, C.45, C.46, C.47, C.48, C.49, C.50, C.51, C.52, C.53, C.54, C.55, C.56, C.57, C.58, C.59, C.60, C.61, C.62, C.63, C.64, C.65, C.66, C.67, C.68, C.69, C.70, C.71, C.72, C.73, C.74, C.75, C.76, C.77, C.78, C.79, C.80, C.81, C.82, C.83, C.84, C.85, C.86, C.87, C.88, C.89, C.90, C.91, C.92, C.93, C.94, C.95, C.96, C.97, C.98, C.99, C.100. The hull is shown with a curved bottom and a flat top. The waterline is indicated by a horizontal line. The diagram is used to illustrate the concept of the center of buoyancy and the center of gravity in a ship's hull.

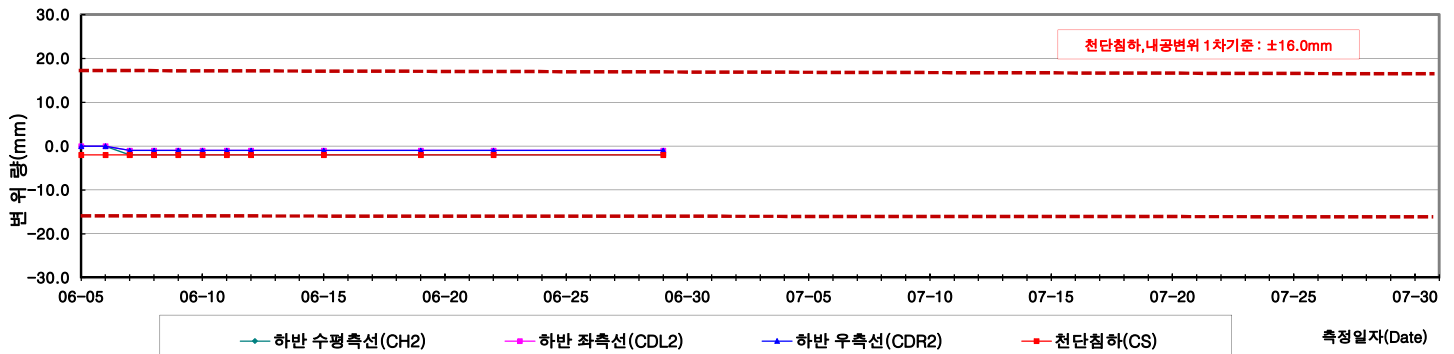
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

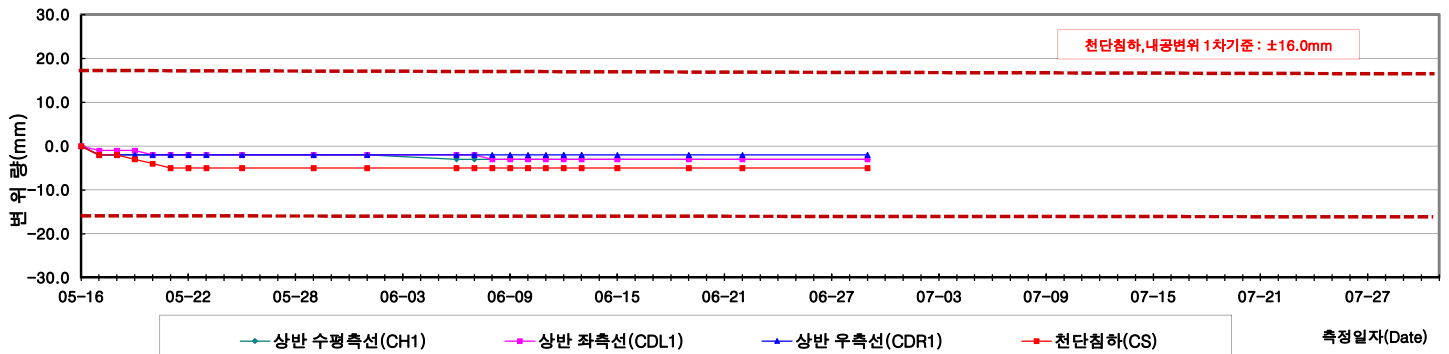
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

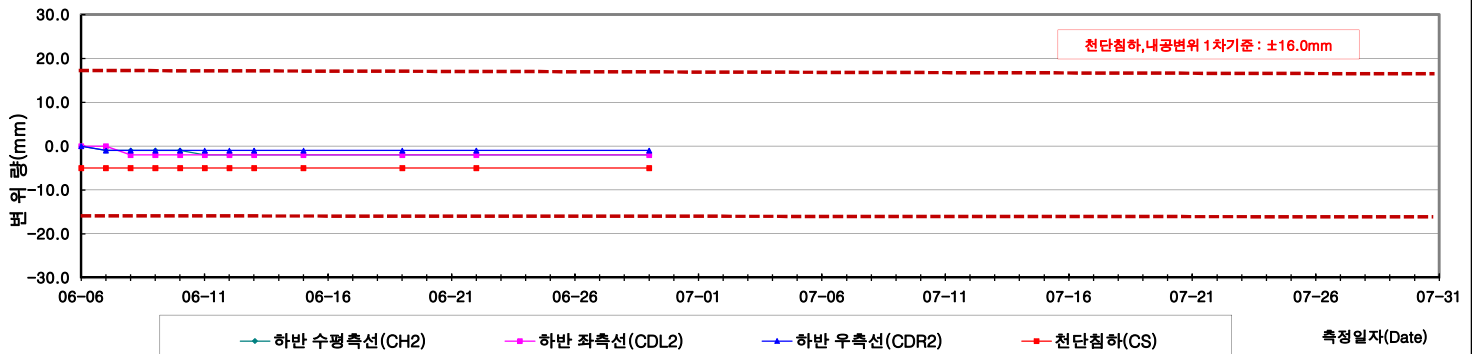
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

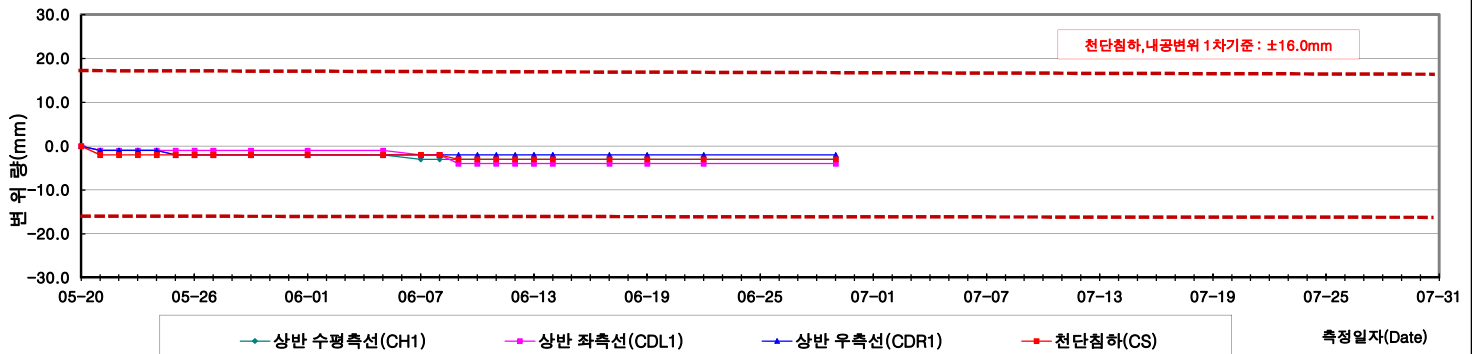
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

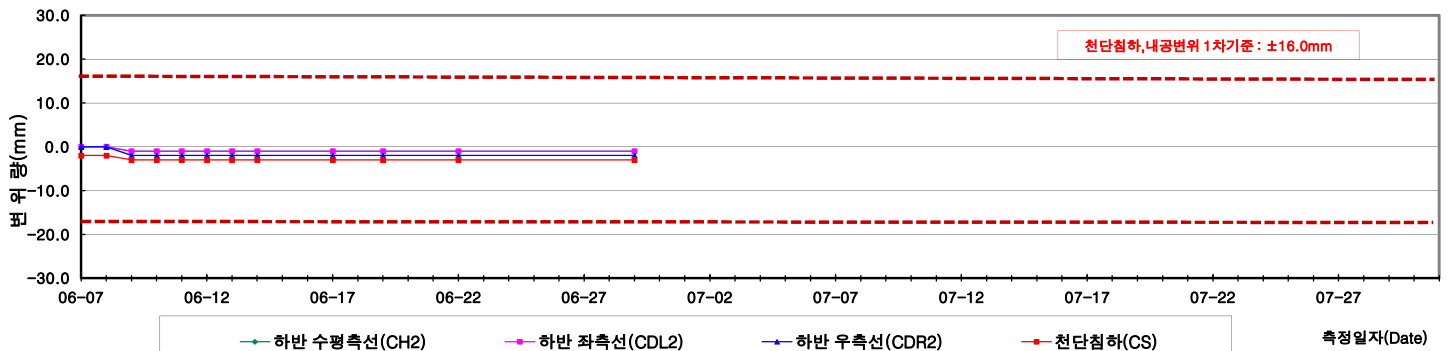
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

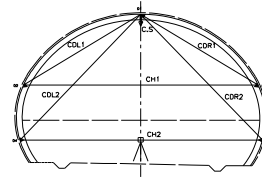
-

C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

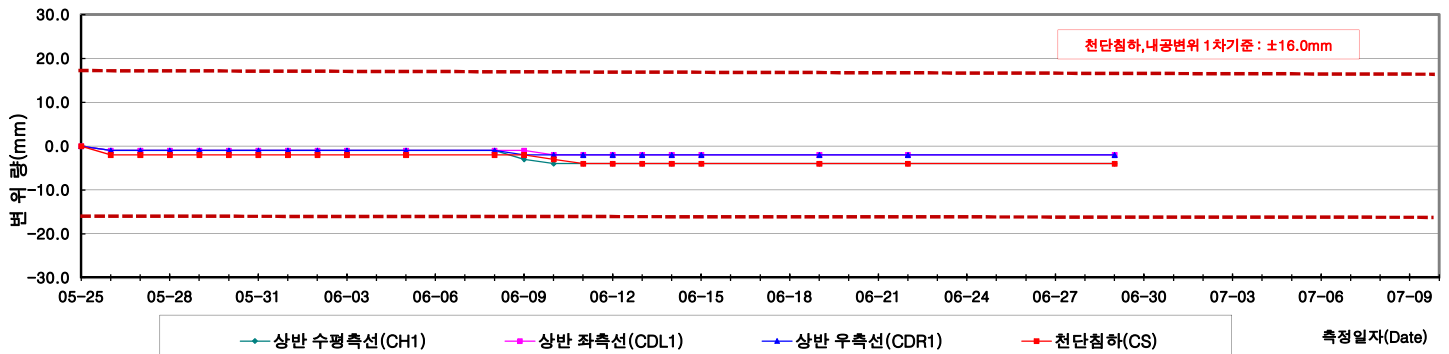
[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

1. 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(수북터널 시점)
2. 설 치 위 치 : 287K+126.5(상반)
3. 설 치 일 자 : 2017년 05월 25일
4. 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
5. 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : ±16mm, 2차관리기준 : ±20mm, 3차관리기준 : ±25mm이상(5type)



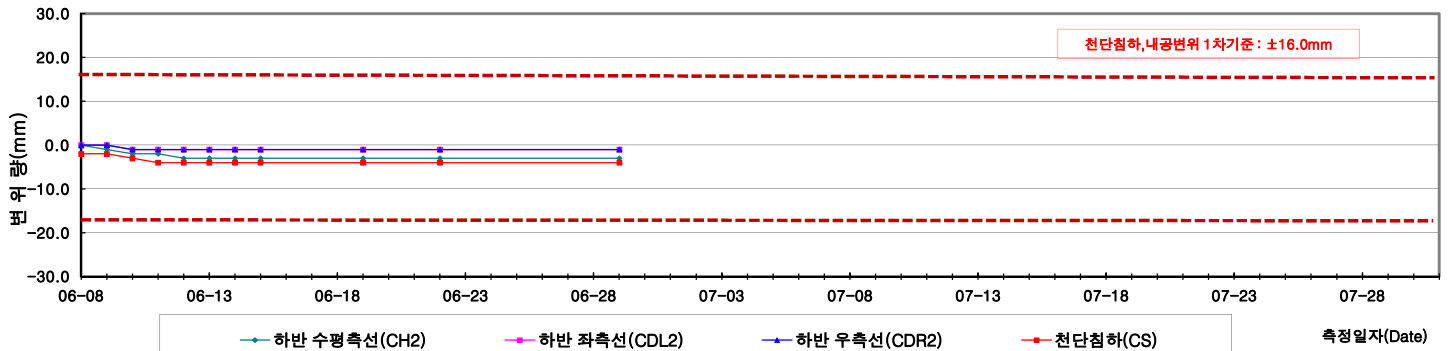
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

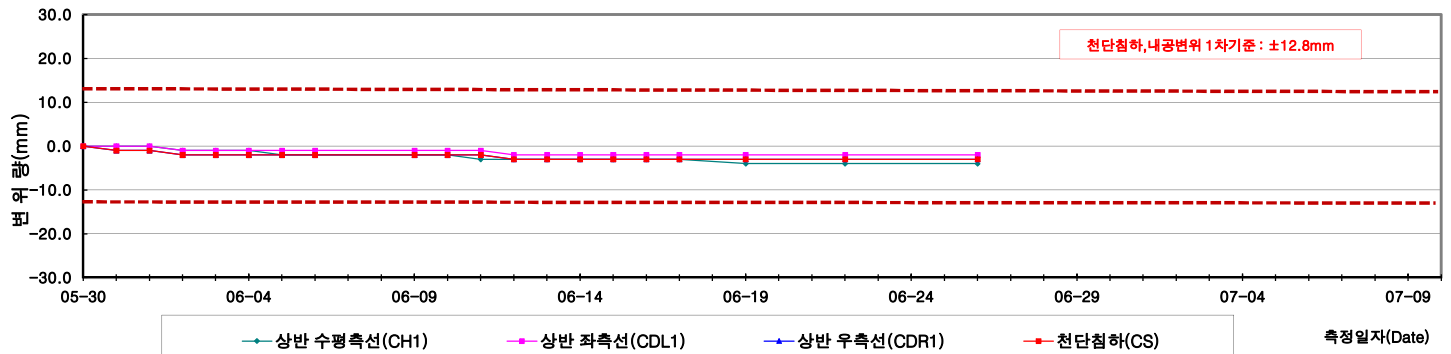
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

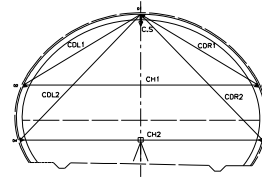
-

C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

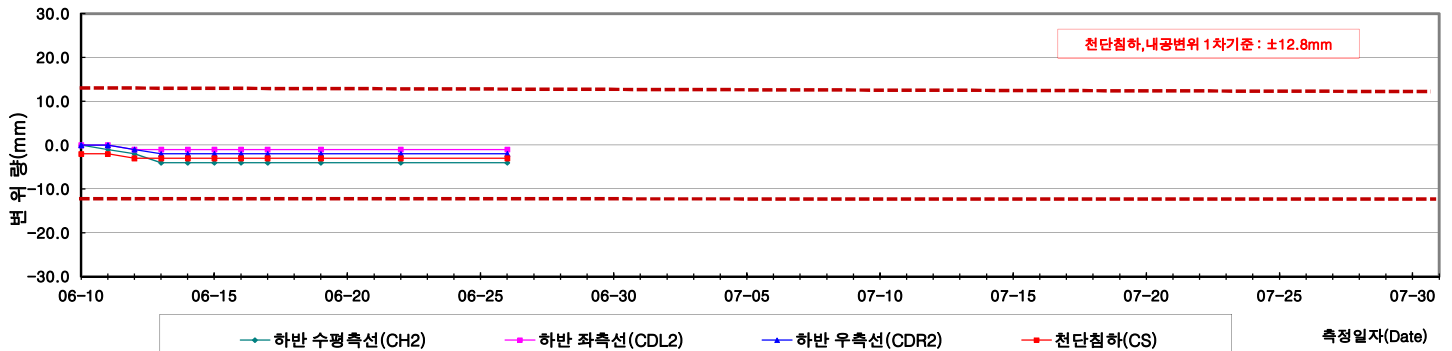
[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

1. 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(수북터널 시점)
2. 설 치 위 치 : 287K+146.5(하반)
3. 설 치 일 자 : 2017년 06월 10일
4. 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
5. 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : ±12.8mm, 2차관리기준 : ±16mm, 3차관리기준 : ±20mm이상(4type)

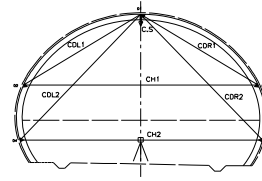


C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

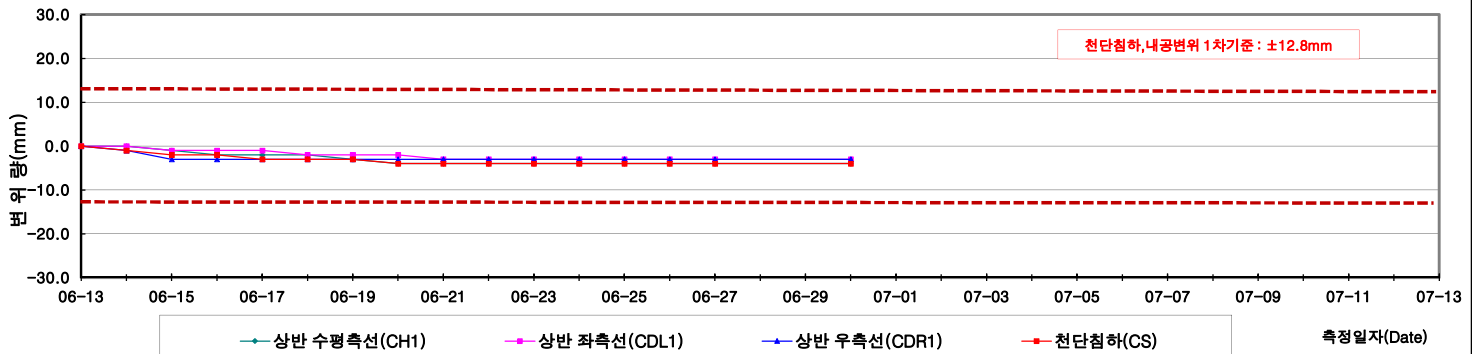
[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

1. 공 사 명 : 중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구(수북터널 시점)
2. 설 치 위 치 : 287K+166.5(상반)
3. 설 치 일 자 : 2017년 06월 13일
4. 계 산 식 : 변위량(mm) = 측정치 - 초기치
5. 관 리 기 준 : 1차 관리기준 : ±12.8mm, 2차관리기준 : ±16mm, 3차관리기준 : ±20mm이상(4type)



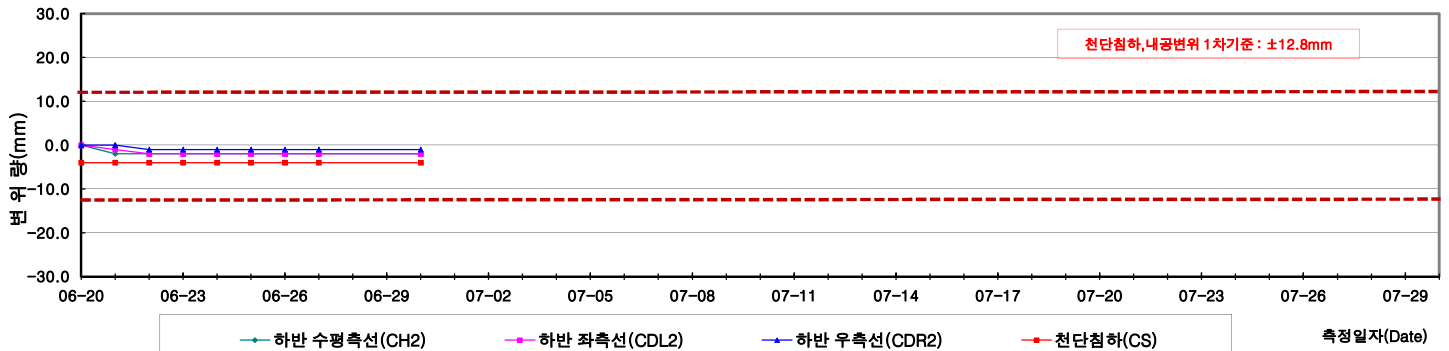
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

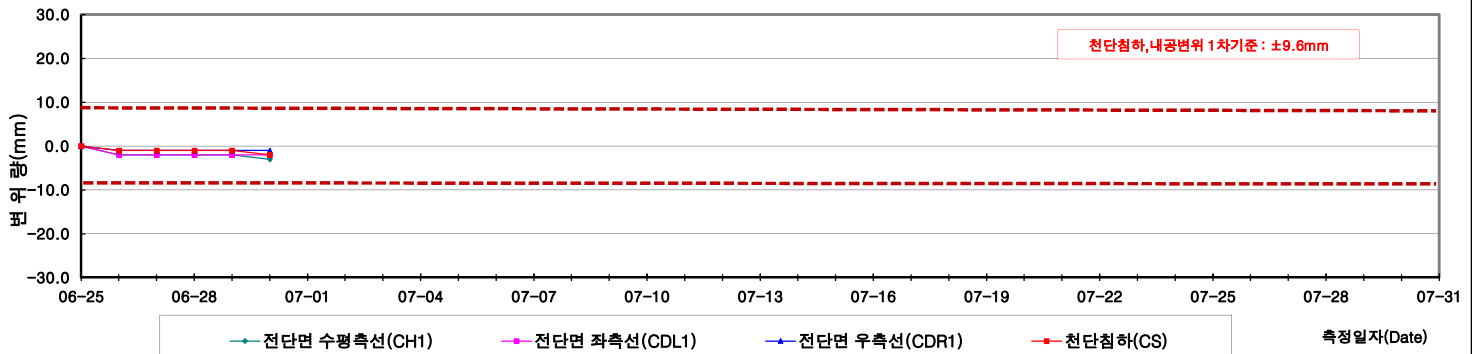
C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

[illegible]

천단침하 / 내공변위 측정 (CS/CH)

-

C S: 천단침하
C H 1: 상반수평내공
CDL1: 상반좌측대각선내공
CDR1: 상반우측대각선내공
C H 2: 하반수평내공
CDL2: 하반좌측대각선내공
CDR2: 하반우측대각선내공

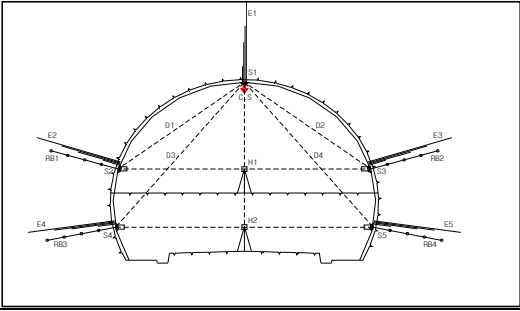
[illegible]

5. 지중변위계 Data

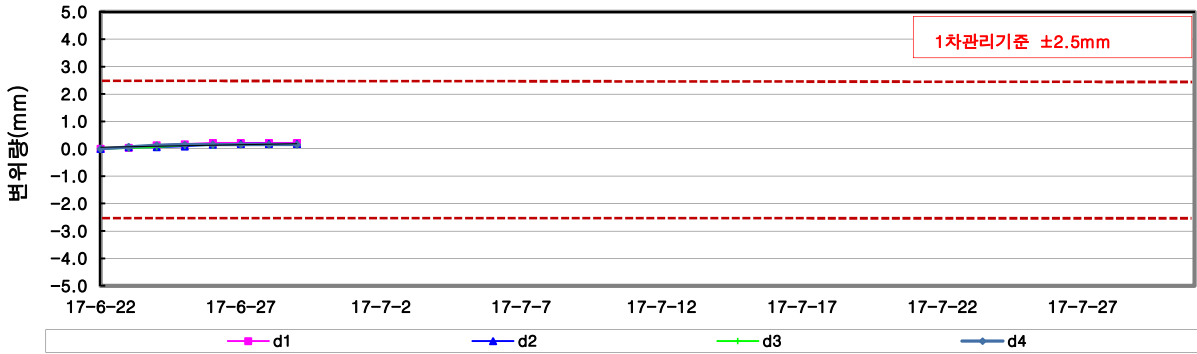
지중변위 측정

1. 공 사 명 : 중앙선 도답~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사
2. 설 치 위 치 : 순호터널 종점부 286k+786.5(상좌E2)
3. 설 치 일 자 : 2017-06-21
4. 계 산 식 : 변위량 = AR2 + BR + C

Point	1(1.0M)	2(2.0M)	3(3.0M)	4(4.0M)
A Factor	-4E-08	1E-08	-1E-08	-2E-08
B Factor	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02
C Factor	-5E+01	-5E+01	-5E+01	-5E+01



지중변위계 286k+786.5(상좌)

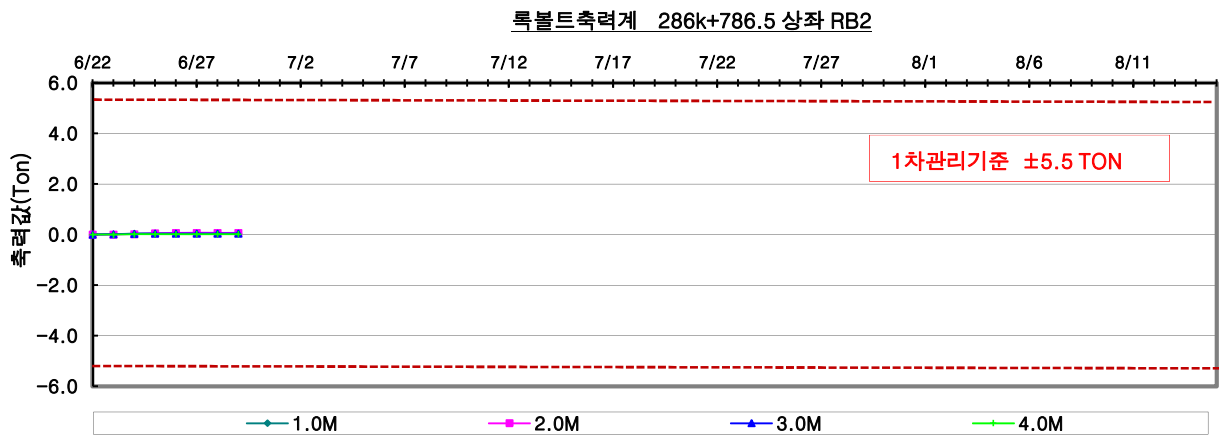
[illegible]

6. 록볼트축력계 Data

ROCK BOLT 축력 측정

-

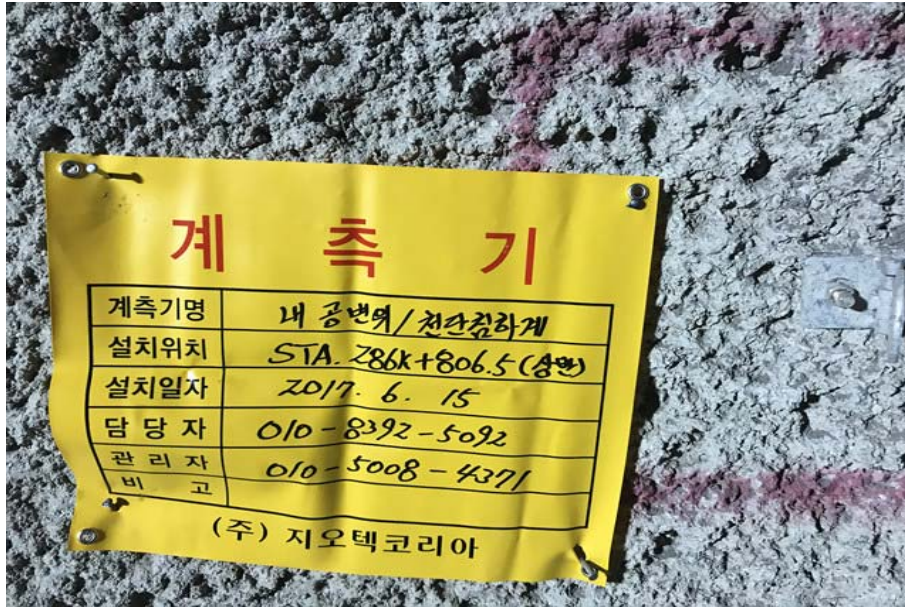
▶ 지보패턴 : TYPE 4

[illegible]

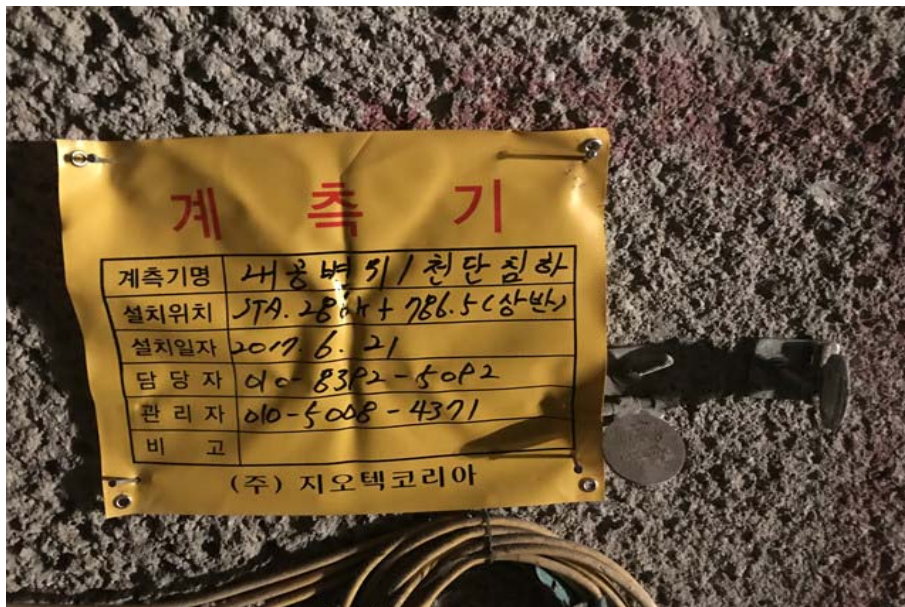
7. 슛크리트응력계 Data

▣ 사 진 대 지

사 진 대 지

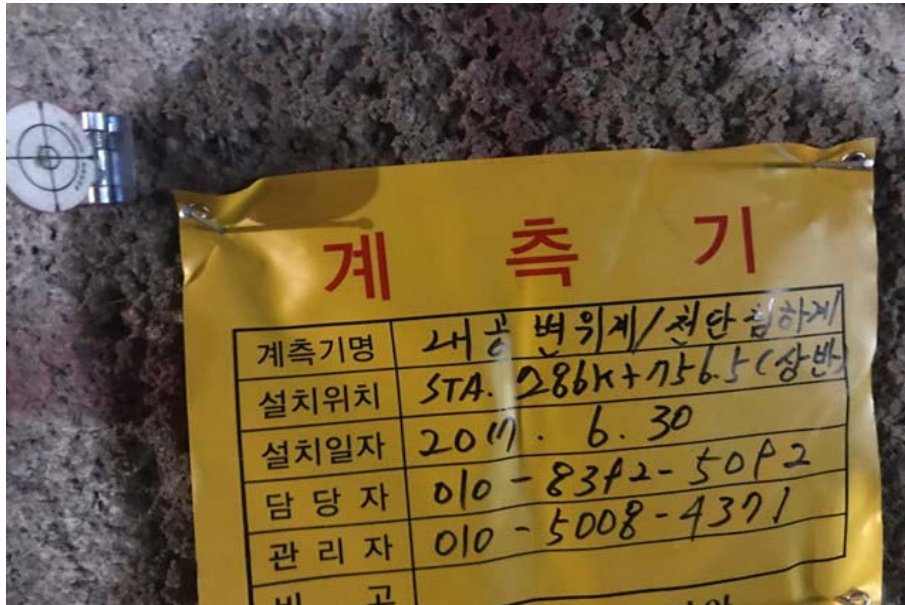


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+806.5(순호터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위/천단침하계)-상반	일자	2017. 06. 15



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+786.5(순호터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위/천단침하계)-상반	일자	2017. 06. 21

사 진 대 지

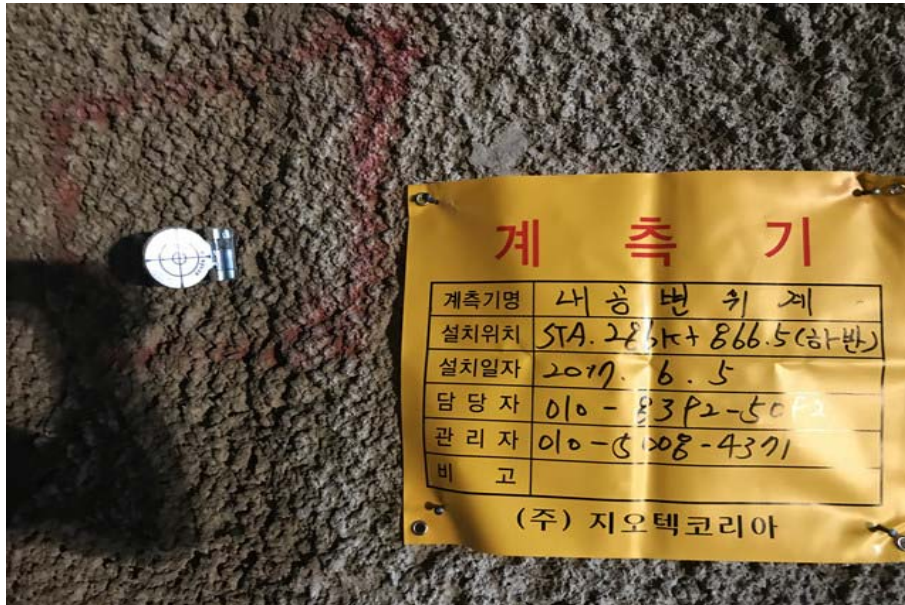


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+756.5(순호터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위/천단침하계)-상반	일자	2017. 06. 30

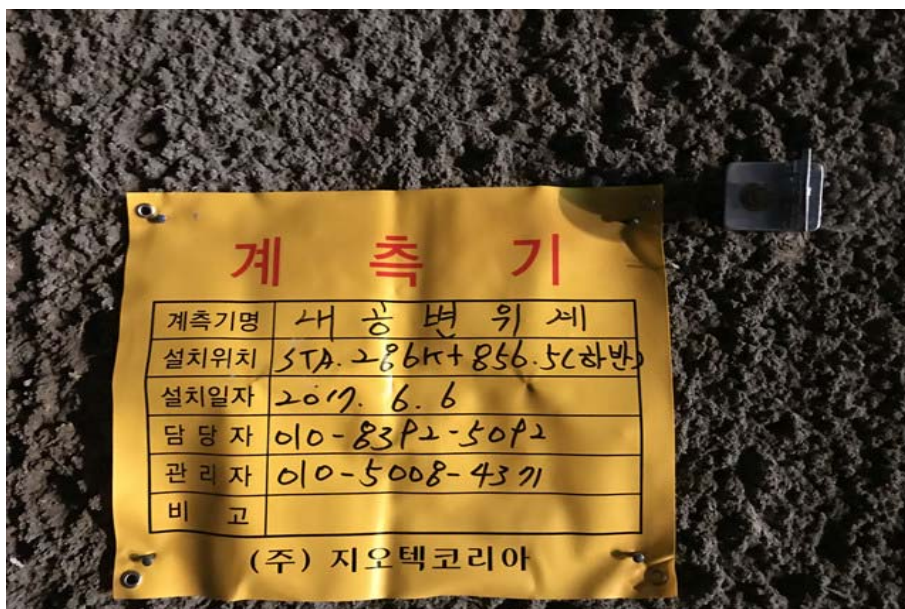


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+876.5(순호터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 04

사 진 대 지

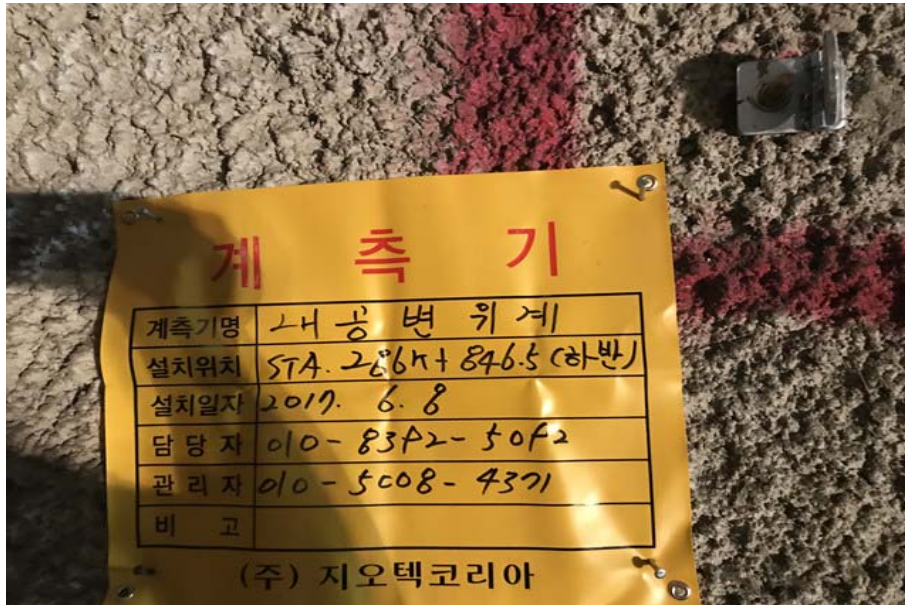


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+866.5(순호터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 05

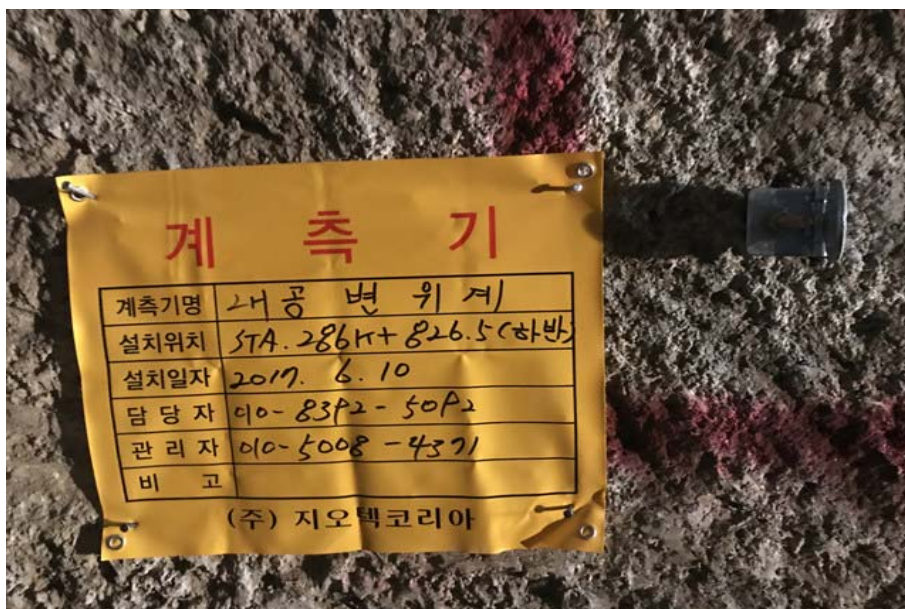


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+856.5(순호터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 06

사 진 대 지



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+846.5(순호터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 08



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+826.5(순호터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 10

사 진 대 지

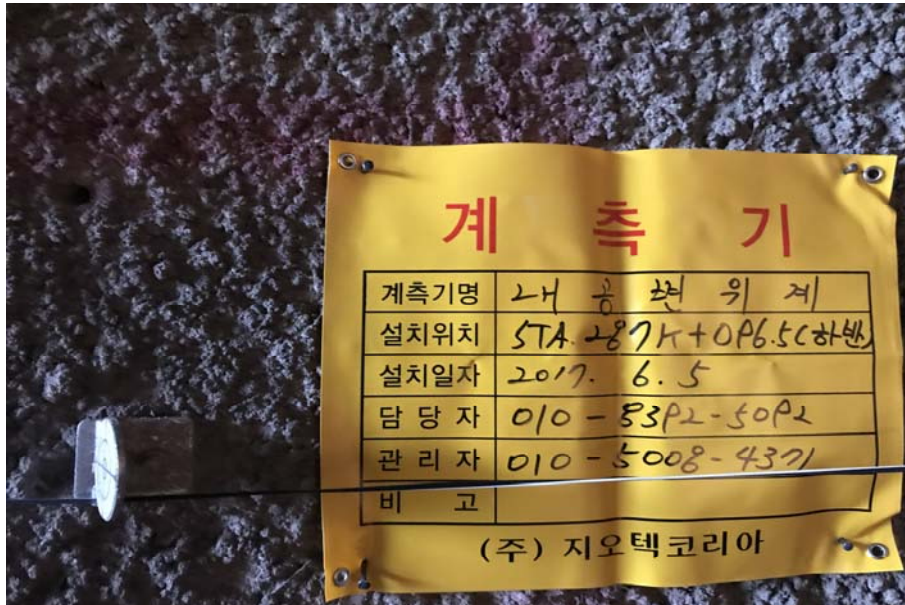


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)287k+166.5(수북터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위/천단침하계)-상반	일자	2017. 06. 13



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)287k+196.5(수북터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위/천단침하계)-상반	일자	2017. 06. 25

사 진 대 지



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)287k+096.5(수북터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 05

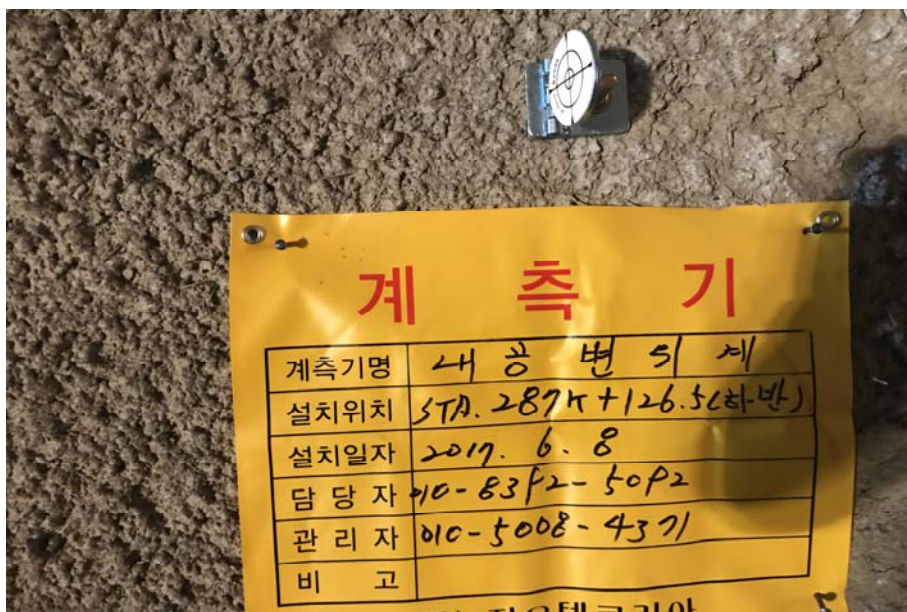


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)287k+106.5(수북터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 06

사 진 대 지



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)287k+116.5(수북터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 07

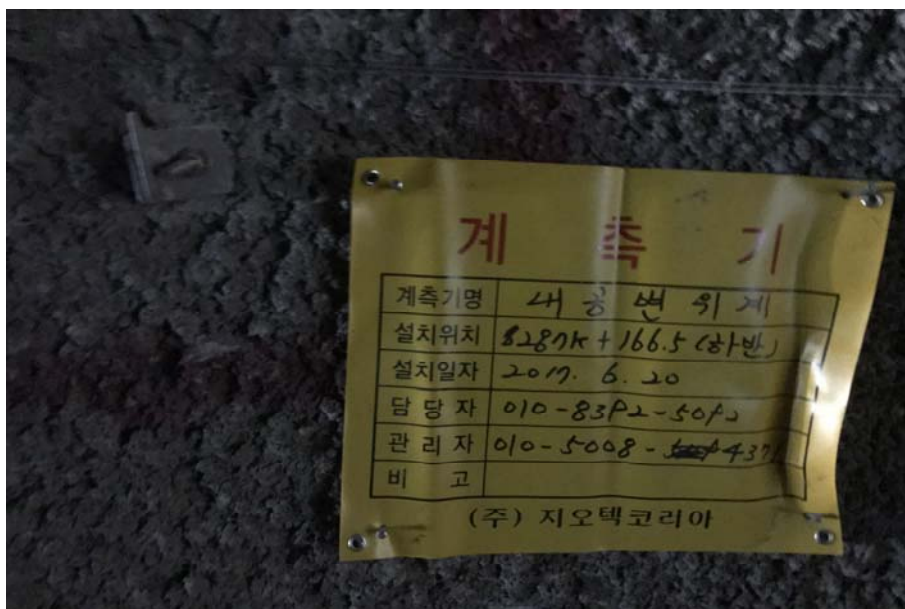


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)287k+126.5(수북터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 08

사 진 대 지



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)287k+146.5(수북터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 10



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)287k+166.5(수북터널 터널내)
내 용	계측기 설치(내공변위)-하반	일자	2017. 06. 20

사 진 대 지

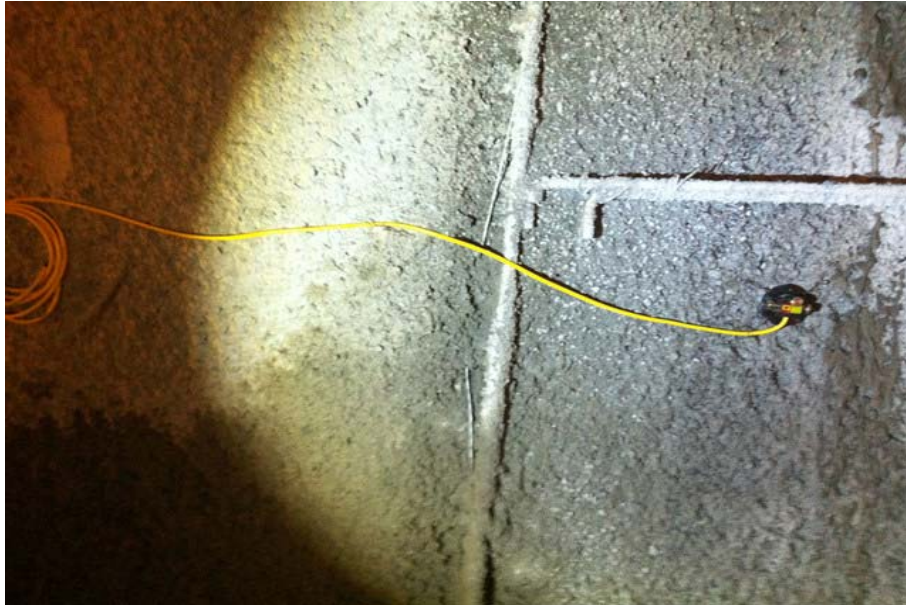


현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+786.5(순호터널 터널내)
내 용	지중변위계설치(상반 천단, 좌, 우)	일자	2017. 06. 21



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+786.5(순호터널 터널내)
내 용	록볼트축력계설치(상반 천단, 좌, 우)	일자	2017. 06. 21

사 진 대 지



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	량기(현)286k+786.5(순호터널 터널내)
내 용	췁크리트응력계설치(상반 천단,좌,우)	일자	2017. 06. 21



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	순호터널/수북터널 갱구부
내 용	지 표 침 하 계 측정	일자	2017. 06. 01 ~ 2017. 06. 30

사 진 대 지



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	순호터널/수북터널 갱구부
내 용	지 중 경 사 계 측정	일자	2017. 06. 01 ~ 2017. 06. 30



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	순호터널/수북터널 갱구부
내 용	지 하 수 위 계 측정	일자	2017. 06. 01 ~ 2017. 06. 30

사 진 대 지



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	순호터널/수복터널 터널내
내 용	계측기 측정(내공변위/천단침하계)	일자	2017. 06. 01 ~ 2017. 06. 30



현장명	중앙선 도담~영천 복선전철 제10공구 노반신설공사	위치	순호터널/수복터널 갱구부
내 용	대표단면 측정(지중변위/록볼트축력/숏크리트응력)	일자	2017. 06. 01 ~ 2017. 06. 30