Ⅱ. 시설물편

1. 서면1터널
2. 서면2터널
3. 북면터널
4. 6지구 2구간 옹벽

1. 서면1터널

제 1 장 서 론
제 2 장 외관조사
제 3 장 내구성조사
제 4 장 GPR탐사
제 5 장 상태평가
제 6 장 보수 및 유지관리 방안
제 7 장 결 론

제 1 장 서 론

1.1 터널현황

1.2 전경사진

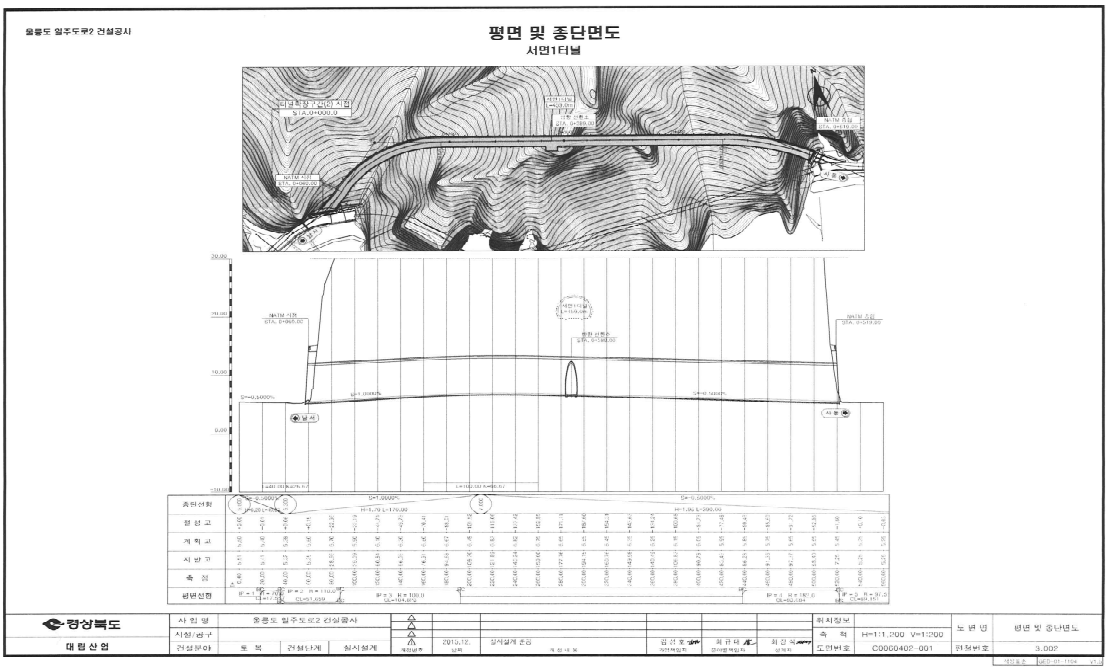
1.3 관련도면

1.4 기 안전점검 결과

제 1 장 서 론

1.1 터널 현황

노선명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위치	경북 울릉군 서면 남양리	공사이정	시점 : STA. 0+060 종점 : STA. 0+519
형식	난 형	환기방식	자연환기
연장	459m	도로폭원	8.0m(2차로)
내공단면	62.2㎡	평면선형	R=70.0 ~ R=110.0
종단경사	1.00% ~ -0.50%	편경사	±5.0%
갱문형식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연결통로	방향전환소 1개소
주요공법	NATM	보조공법	훠폴링, 강관보강그라우팅



1.2 전경사진

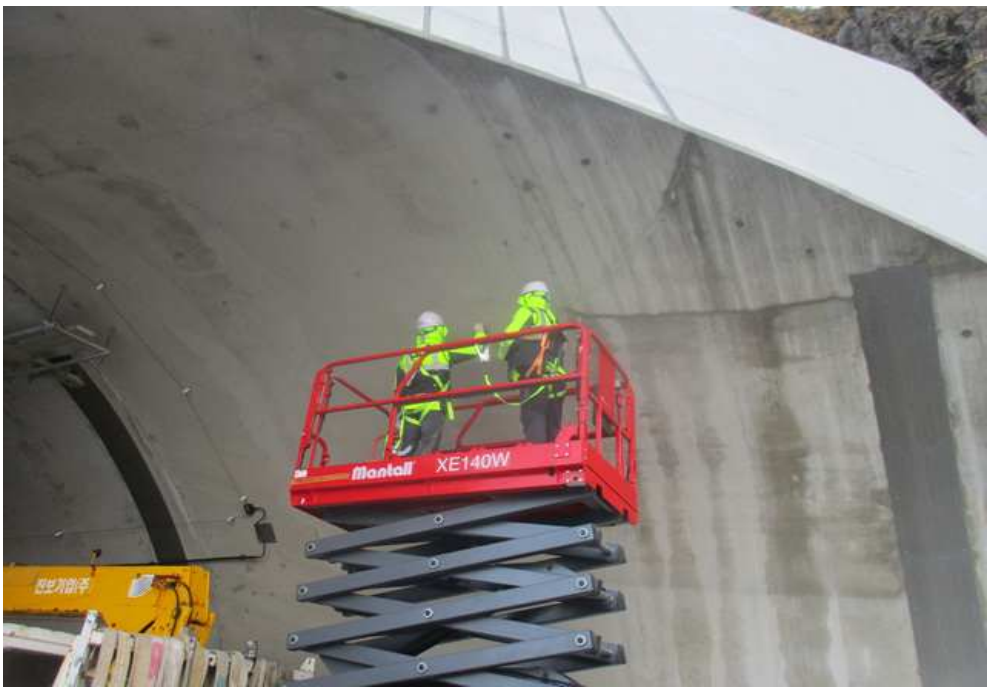
시점부 전경

종점부 전경

내부 전경

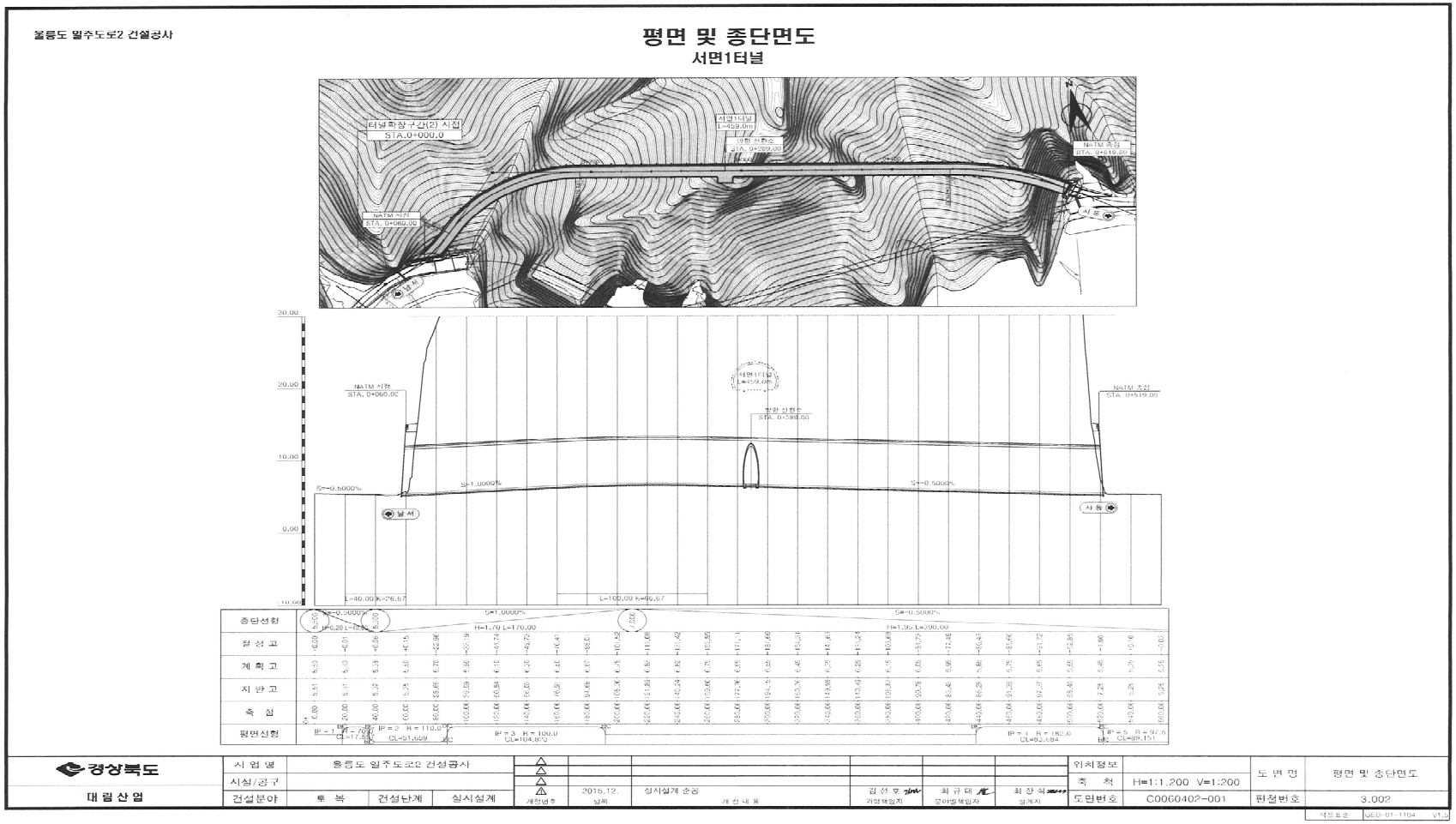
소화전

방향전환소 전경

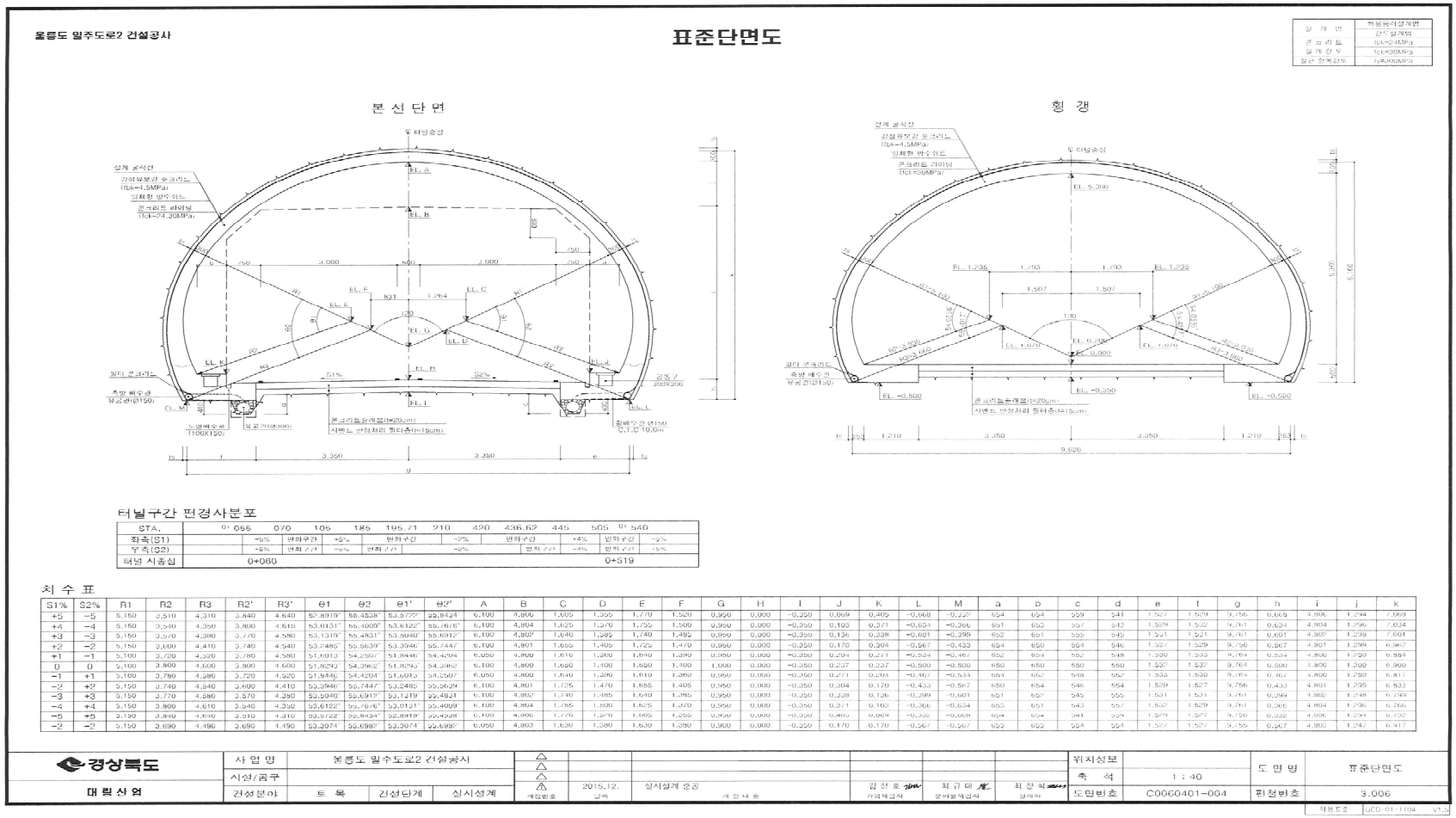


고소차 점검

1.3 관련도면



【그림 1.3-1】 종평면도

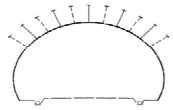
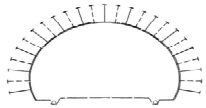
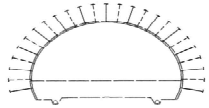
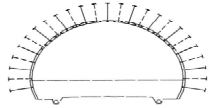
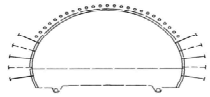

울릉도 일주도로2 건설공사
표준단면도
본 선 단 면
횡 갱
터널구간 편경사분포
치 수 표
경상북도
대림산업
사 업 명
울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야
토 목
건설단계
실시설계
2015.12.
실시설계 준공
위치성보
축 척
1 : 40
도 면 명
표준단면도
도면번호
C0060401-004
평점번호
3.006

【그림 1.3-2】 표준단면도

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (1)

서면1터널

구 분	본 선					
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5-1	P-5-2(예비)
표 준 단 면						
암 반 등 급	I	II	III	IV	V	단층파쇄대
R M R	81 이상	61 ~ 80	41 ~ 60	21 ~ 40	20 이하	20 이하
Q value	40 이상	10 ~ 40	1 ~ 10	0.1 ~ 1	0.1 이하	단층대
굴 착 공 법 (발 파)	전단면 굴착	전단면 굴착	전단면 굴착	상·하반분할 굴착	상·하반분할 굴착	상·하반분할 굴착
굴진장(상반/하반) (m)	3.5	3.5	2.0	1.5/3.0	1.2/1.2	1.2/1.2
지보공 숏크리트 두께(mm) 1 차	50 (일반)	50(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)	100(강섬유)	100(강섬유)
지보공 숏크리트 두께(mm) 2 차	-	-	-	40(강섬유)	60(강섬유)	60(강섬유)
지보공 록볼트 길이 (m)	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
지보공 록볼트 갯수 (개)	RANDOM	5.5	12.5	12.5	12.5	5
지보공 록볼트 간격 종방향	RANDOM	3.5	2.0	1.5	1.2	1.2
지보공 록볼트 간격 횡방향	RANDOM	2.0(상부 120°)	1.5	1.5	1.5	1.5
지보공 강지보재 (m) 규 격	-	-	-	LG-50×20×30	LG-70X20X30	LG-70X20X30
지보공 강지보재 (m) 간 격	-	-	-	1.5	1.2	1.2
내부라이닝 두께(mm)	300	300	300	300	300 (철근보강)	300 (철근보강)
보 조 공 법	-	-	-	필요시 학폴링	학폴링 : 필요시 강관보강 그라우팅	강관보강 그라우팅 : 필요시 대구경 강관보강 그라우팅 (120°)
비 고	-	-	-	-	-	-

규 격
일반 숏크리트 : 지보패턴 P-1
강섬유 보강 숏크리트 : 지보패턴 P-2 ~ P-6-2, P1-1~P1-2
강지보공 : LG - 50 x 20 x 30
LG - 70 x 20 x 30
H형강 - 125x125x6.5x9
콘크리트 라이닝 : fck = 24MPa, 30MPa, 35MPa
강섬유 혼입량 : 37kg/m³
록 볼 트 : SD35 D25
콘크리트 라이닝 철근 : SD30

NOTE

1. 시공시 막장관찰 및 계측분석결과 등을 분석하여 지반조건에 따라 지보패턴의 적용은 탄력적으로 실시하여야 한다.
2. 본선 적용 표준지보패턴표는 지반조사 및 지질 특성을 기초로 하여 결정하였으나 실제 시공시 추가 개선이 필요한 경우에는 공사 감독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시종점 경구부의 지형 및 지반현황을 분석하여 추가지보패턴을 계획하였으나, 실제 지반조건이 설계시 예상한 바와 상이할 경우에는 굴착공법, 굴진장 및 지보재를 변경할 수 있다.

경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사								위치정보		도 면 명	표준지보패턴표 (1)
	시설/공구				△					축 척	NONE		
대 림 산 업	건설분야	토 목	건설단계	실시설계	△	2015.12.	실시설계 준공	김 성 호	최 규 대	최 창 식	도면번호	C0060401-002	필철번호	3.004
					개정번호	날짜	개 정 내 용	과업책임자	분야별책임자	설계자				

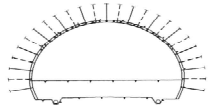
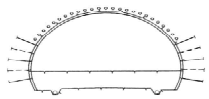
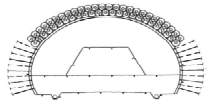
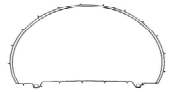
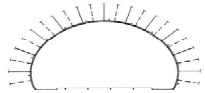
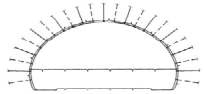
적용표준 GED-01-1104 V1.5

【그림 1.3-3】 표준지보패턴표(1)

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (2)

서면1터널

구 분	갱 구 부				방향 선환수	
	P-6-1	P-6-2(예비)	P-6-3(예비)	P-6-4	PT-1	PT-2(예비)
표 준 단 면						
일 반 등 급	IV 이상	V	V 이하	-	I, II, III	IV, V
R M R	갱 구 부	갱 구 부	갱 구 부	연암세반	41이상	40이하
Q value	연암 이상	풍화암	풍화암 이하	연암세반	4이상	4이하
굴 착 공 법 (발 파)	상-하반분할 굴착	상-하반분할 굴착	일정 굴착	전단면 굴착	하나면 굴착	상-하반분할 굴착
굴신장(상반/하반) (m)	1.0/1.0	1.0/1.0	0.8/0.8	1.0	2.0	1.0
숏크리트 두께(mm) 1 차	100(강섬유)	100(강섬유)	100(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)
숏크리트 두께(mm) 2 차	60(강섬유)	60(강섬유)	60(강섬유)	-	-	40(강섬유)
록볼트 길이 (m)	4.0	4.0	4.0	-	4.0	4.0
록볼트 갯수 (개)	12.5	9	10	-	11.5	11.5
록볼트 간격 종방향	1.0	1.0	0.8	-	2.0	1.0
록볼트 간격 횡방향	1.5	1.5	0.8	-	1.5	1.5
강지보재 (m) 규 격	LG-70X70X30	LG-70X70X30	H-125x125x6.5x9	-	-	LG-60X70X30
강지보재 (m) 간 격	1.0	1.0	0.8	-	-	1.0
내부라이닝 두께(mm)	300 (철근보강)	300 (철근보강)	400 (철근보강)	300 (철근보강)	300 (철근보강)	300 (철근보강)
보 조 공 법	숏볼트 / 필요시 강관보강 그라우팅 (120°)	강관보강 (40°간격) / 필요시 대구경 강관보강 그라우팅 (180°)	(직선공)제구경 강관보강 그라우팅 2열(120°~180°)	-	-	-
비 고	-	-	-	-	-	-

규 격	
일반 숏크리트	: 지보패턴 P-1
강섬유 보강 숏크리트	: 지보패턴 P-2 ~ P-6-2, PT-1~PT-2
강지보공	: LG - 50 x 20 x 30 LG - 70 x 20 x 30 H형강 - 125x125x6.5x9
콘크리트 라이닝	: fck = 24MPa, 30MPa, 35MPa
강섬유 혼입량	: 37kg/m³
록 볼 트	: SD35 D25
콘크리트 라이닝 철근	: SD30

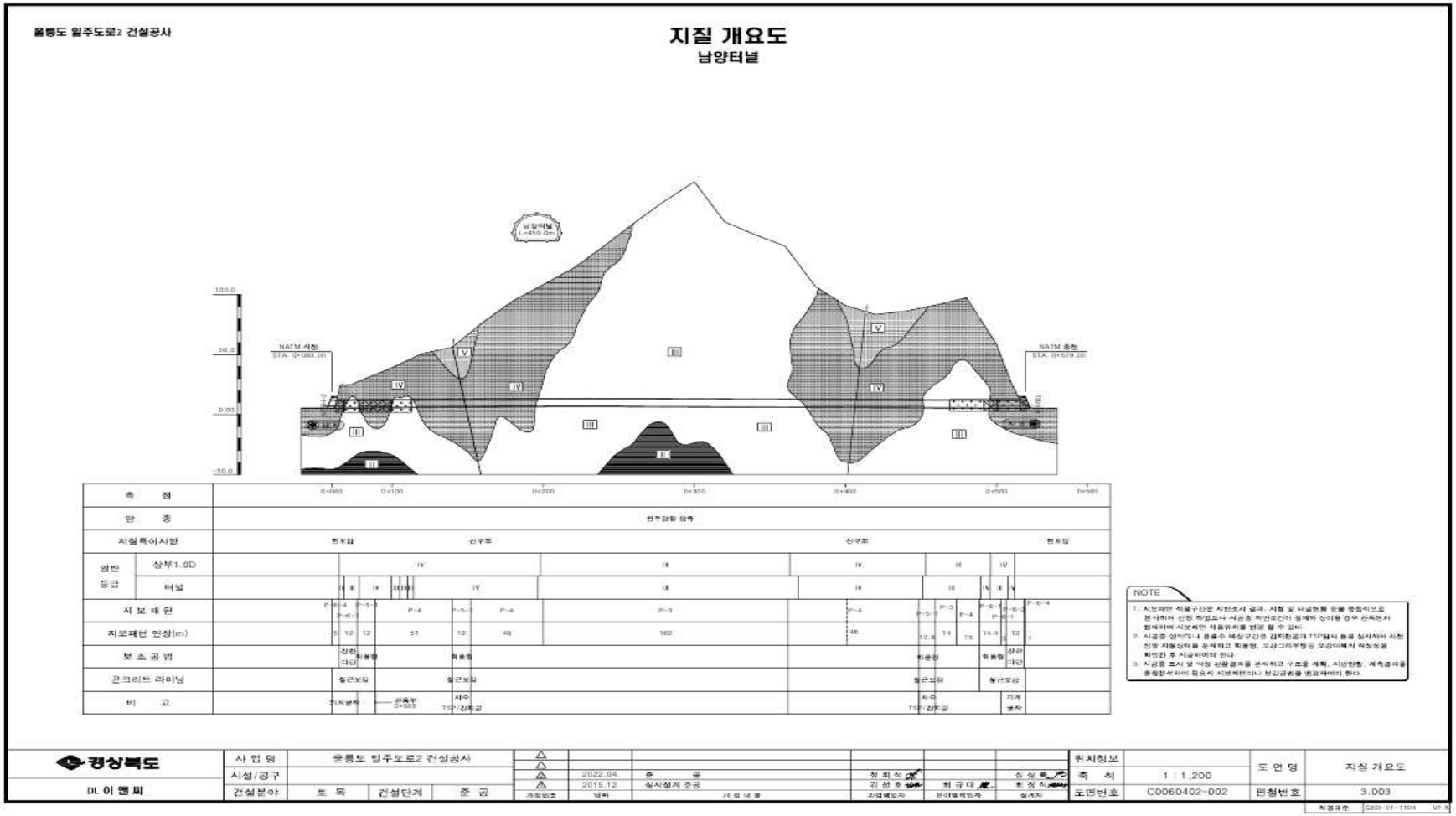
NOTE

1. 시공시 막장관찰 및 계측결과를 종합 분석하여 지반조건에 따라 지보패턴의 적용은 감리단장부 실시하여야 한다.
2. 본 신 작성 표준지보패턴표는 지반조사 및 지형 특성을 기초로 하여 검토하였으나 상세 시공시 추가 개선이 필요한 경우에는 회사 검독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시공중 갱 구부의 사면 및 지반현황을 분석하여 추가지보패턴을 계획하였으나, 실제 지반조건이 설계시 내상한 바와 상이할 경우에는 굴착단면, 굴신장 및 지보재를 변경할 수 있다.

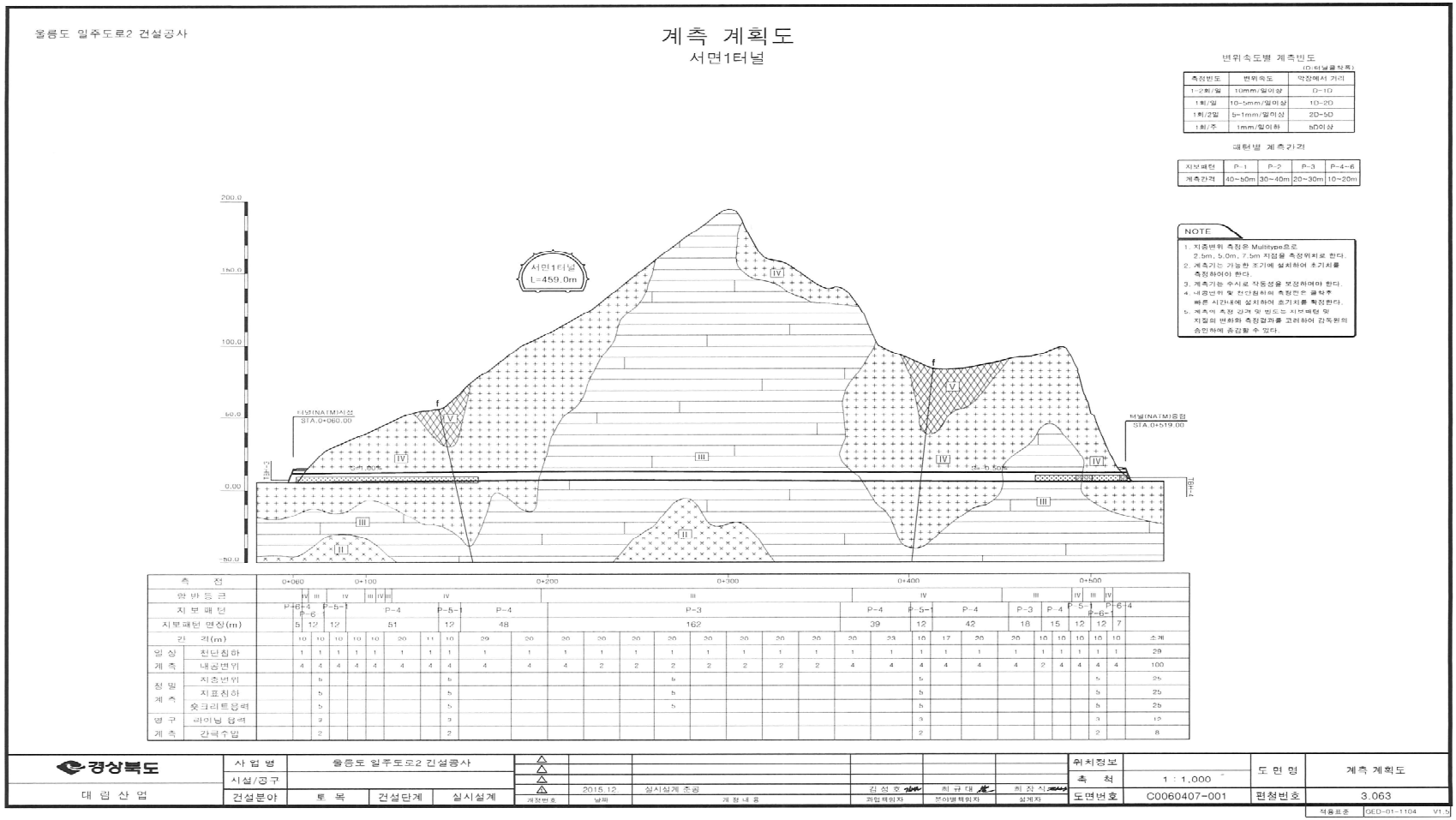
경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사							위치정보		도 면 명	표준지보패턴표 (2)
	시설/공구								축 척	NONE		
대림산업	건설분야	터 널	건설단계	실시설계	개정번호	2015.12. 일자	실시설계 준공 개정내용	검 토 자	분야별책임자	최 고 책임자	도면번호 C0060401-003	편철번호 3.005

서식표 3 GED-01-1104 V1.0

【그림 1.3-4】 표준지보패턴표(2)


울릉도 일주도로2 건설공사
지질 개요도
남양터널
NATM 시점
STA. 0+080.00
NATM 종점
STA. 0+519.00
측 점
암 종
지질특이사항
암반 등급
상부1.0D
터널
지보패턴
지보패턴 연장(m)
보조공법
콘크리트 라이닝
비 고
경상북도
DL 이앤씨
사 업 명
울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야
토 목
건설단계
준 공
2022.04.
2015.12
실시설계 준공
위치정보
축 척
1 : 1,200
도 면 명
지질 개요도
도면번호
CD060402-002
편철번호
3.003

【그림 1.3-5】 지질개요도


울릉도 일주도로2 건설공사
계측 계획도
서면1터널
변위속도별 계측빈도
(D:터널폭)
측정빈도 변위속도 막장에서 거리
1~2회/일 10mm/일이상 D~1D
1회/일 10~5mm/일이상 1D~2D
1회/2일 5~1mm/일이상 2D~5D
1회/주 1mm/일이하 5D이상
패턴별 계측간격
지보패턴 P-1 P-2 P-3 P-4~6
계측간격 40~50m 30~40m 20~30m 10~20m
NOTE
1. 지중변위 측정은 Multitype으로 2.5m, 5.0m, 7.5m 지점을 측정위치로 한다.
2. 계측기는 가능한 조기에 설치하여 초기치를 측정하여야 한다.
3. 계측기는 수시로 작동성을 보정하여야 한다.
4. 내공변위 및 천단침하의 측정은 굴착후 빠른 시간내에 설치하여 초기치를 확정한다.
5. 계측의 측정 간격 및 빈도는 지보패턴 및 지질의 변화와 측정결과를 고려하여 감독원의 승인하에 증감할 수 있다.
서면1터널
L=459.0m
터널(NATM)시점
STA.0+060.00
터널(NATM)종점
STA.0+519.00
200.0
150.0
100.0
50.0
0.00
-50.0
측 점
암 반 등 급
지 보 패 턴
지보패턴 연장(m)
간 격(m)
일상 계측 천단침하
내공변위
정밀 계측 지중변위
지표침하
숏크리트응력
영구 계측 라이닝 응력
간극수압
소계
경상북도
대 림 산 업
사 업 명 울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야 토 목 건설단계 실시설계
2015.12 실시설계 준공
위치정보
축 척 1 : 1,000
도 면 명 계측 계획도
도면번호 C0060407-001
편철번호 3.063
적용표준 QED-01-1104 V1.5

【그림 1.3-6】 계측계획도

1.4 기 안전점검 결과

1.4.1 안전점검 실시현황

구 분	점검기관	책임기술자	점검기간	비고
1차	(주)명성엔지니어링	인 승 철	2017. 06. ~ 2017. 08.	갱구 및 수직구 굴착 등 터널굴착 초기단계
2차	(주)명성엔지니어링	인 승 철	2017. 09. ~ 2018. 05.	터널굴착 중기단계 시공시
3차	(주)명성엔지니어링	인 승 철	2018. 06. ~ 2019. 12.	터널 라이닝 콘크리트타설 중간단계

1.4.2 차수별 공사현장 전경

(1) 1차점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

종점측 갱구부 상태	2017. 08

터널 굴착 상태	2017. 08

공사중 환기시설 상태	2017. 08

계측시 설치 상태	2017. 08

(2) 2차점검(2017. 09. ~ 2018. 05.)

시점측 갱구부 상태	2018. 06	시점측 사면 록볼트 보강 상태	2018. 06
터널 굴착 상태	2018. 06	강지보재 현황	2018. 06
계측기 현황	2018. 06	공사중 환기시설 현황	2018. 06
방수막 설치 현황	2018. 06	조명시설 설치 현황	2018. 06

(3) 3차점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

시점측 갱구부 상태	2019. 12	종점측 갱구부 상태	2019. 12
라이닝 콘크리트 현황	2019. 12	철근배근 현황	2019. 12
철근 직경 현황	2019. 12	방수쉬트 설치 현황	2019. 12

1.4.3 기 실시한 안전점검의 주요내용

(1) 1차 안전점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

점검 항목	점검 결과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	• 서면1터널 현장의 공사목적물 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질·시공상태 등의 적정성, 인접 건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장주변 안전조치의 적정성을 점검하고 관련도서, 시험 자료, 안전관리 활동 등을 종합적으로 분석한 결과, 시공, 품질, 안전관리 등 공사가 전반적으로 양호하게 진행되고 있으며, 후속 공종 수행에 있어 지속적인 시공, 품질 및 안전관리가 실시된다면 문제점이 없을 것으로 판단된다.
임시시설 및 가설공법 안전성	• 본 현장은 설계도서 및 시공계획에 맞추어 전반적으로 시공이 원만히 진행되고 있었으며, 점검일 현재 시공이 진행중인 임시시설물은 없는 것으로 조사되었다.
공사장 주변 안전조치 적정성	• 본 현장에서는 환경오염 저감과 공사장주변 안전조치를 위해서 세척수 처리시설, 소음 및 분진 처리시설, 공사장 주변 안전표지판 및 신호수 배치 등을 운영하여 공사가 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 본 공사로 인하여 공사장 주변 안전성에 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 판단된다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	• 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	• 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급기술자 1인, 고급기술자 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 105m²정도로 법적기준인 50m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

(2) 2차 안전점검(2017. 09. ~ 2018. 05.)

점검 항목	점검 결과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	• 서면1터널 현장의 공사목적물 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질·시공상태 등의 적정성, 인접 건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장주변 안전조치의 적정성을 점검하고 관련도서, 시험 자료, 안전관리 활동 등을 종합적으로 분석한 결과, 시공, 품질, 안전관리 등 공사가 전반적으로 양호하게 진행되고 있으며, 후속 공종 수행에 있어 지속적인 시공, 품질 및 안전관리가 실시된다면 문제점이 없을 것으로 판단된다.
임시시설 및 가설공법 안전성	• 본 현장은 설계도서 및 시공계획에 맞추어 전반적으로 시공이 원만히 진행되고 있었으며, 점검일 현재 시공이 진행중인 임시시설물은 없는 것으로 조사되었다.
공사장 주변 안전조치 적정성	• 본 현장에서는 환경오염 저감과 공사장주변 안전조치를 위해서 세척수 처리시설, 소음 및 분진 처리시설, 공사장 주변 안전표지판 및 신호수 배치 등을 운영하여 공사가 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 본 공사로 인하여 공사장 주변 안전성에 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 판단된다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	• 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	• 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급기술자 1인, 고급기술자 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 105m²정도로 법적기준인 50m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

(3) 3차 안전점검((2018. 06. ~ 2019. 12.)

점검 항목	점검 결과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	• 본 정기안전점검 대상인 서면1터널 현장의 공사목적물 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질·시공상태 등의 적정성, 인접 건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장주변 안전조치의 적정성을 점검하고 관련도서, 시험 자료, 안전관리 활동 등을 종합적으로 분석한 결과, 시공, 품질, 안전관리 등 공사가 전반적으로 양호하게 진행되고 있으며, 후속 공종 수행에 있어 지속적인 시공, 품질 및 안전관리가 실시된다면 문제점이 없을 것으로 판단된다.
임시시설 및 가설공법 안전성	• 본 현장은 설계도서 및 시공계획에 맞추어 전반적으로 시공이 원만히 진행되고 있었으며, 방수쉬트, 철근배근 작업과 라이닝 콘크리트 타설을 위한 거푸집이 설치된 상태이다. 점검결과, 각 부재의 위치, 간격 등이 구조계산에 준하여 제작·설치되었고, 전용 고정 장치를 이용하여 견고하게 설치가 이루어진 것으로 조사되었다.
공사장 주변 안전조치 적정성	• 본 현장에서는 환경오염 저감과 공사장주변 안전조치를 위해서 세척수 처리시설, 소음 및 분진 처리시설, 공사장 주변 안전표지판 및 신호수 배치 등을 운영하여 공사가 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 본 공사로 인하여 공사장 주변 안전성에 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 판단된다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	• 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	• 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급기술자 1인, 고급기술자 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 105m²정도로 법적기준인 50m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

1.4.4 정기안전점검 내구성조사 결과

점검대상 구조물인 서면1터널에 대한 비파괴 재료시험(콘크리트 압축강도, 철근배근탐사)을 실시하여 시공 및 품질에 대한 적정성을 평가하였다.

(1) 3차 안전점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

① 반발경도 측정결과

구분	측정위치	설계기준강도(A)	측정강도(B)	B/A*100(%)
1	STA.0+070	30.0MPa	32.5MPa	108.3%
2	STA.0+070	30.0MPa	32.9MPa	109.7%
3	STA.0+070	30.0MPa	32.5MPa	108.3%
4	STA.0+070	30.0MPa	34.1MPa	113.7%

서면1터널의 반발경도법에 의한 비파괴 강도시험에 대한 결과, 콘크리트 압축강도는 측정한 모든 부재에서 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되어 콘크리트 품질상태는 양호한 것으로 평가된다.

② 철근배근 탐사

구분	측정위치	설계치(mm)		측정치(mm)		피복두께(mm)	
		주철근	배력철근	주철근	배력철근	설계	실측
1	STA.0+070	125	250	125	250	80	80

서면1터널의 철근배근탐사 실시 결과, 전체적인 배근상태 및 피복두께 등은 설계도서와 일치하는 것으로 조사되어 철근배근상태는 적정한 것으로 판단된다.

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.2 외관조사 결과

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

본 과업의 대상시설물인 서면1터널의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 부재 전체에 대해서 가능한한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였고, 사전 현장답사를 통해 주변여건을 파악하여 현장접근에 필요한 접근방법, 장비동원과 일정계획을 수립하였다.

본 터널의 원활한 외관조사를 위해 측정분할을 실시하였고, 측점분할은 시공이음부를 기준으로 64개소의 SPAN으로 구분하여 조사를 실시하였다.

측점분할 결과는 5장 상태평가에 수록하였다.

측점 분할	작업차를 이용한 근접조사

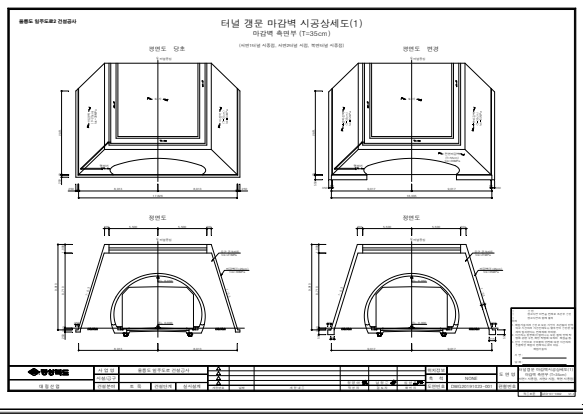
2.1.1 갱문 및 터널부사면

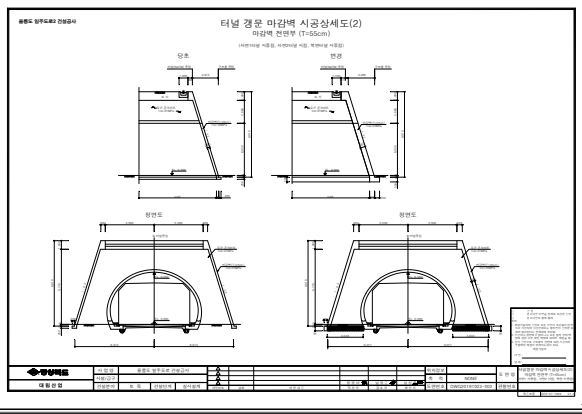
본 터널은 경상북도 울릉군 서면 남양리에 위치한 터널로서 NATM형으로 시공되어있으며 연장은 L=459.0m로, 자연환기방식으로 적용되어있다.

본 구조물의 갱문은 면벽식으로 콘크리트 구조물에서 발생되기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등에 대한 중점외관조사를 진행하였다.

시점부 전경

종점부 전경





갱문 일반도

갱문의 외관조사 결과, 콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등의 손상이 발생되지 않은 비교적 양호한 상태로 확인되었다. 따라서 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.

터널부사면의 외관조사 결과, 표층유실, 낙석 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 갱문상단에 낙석방지울타리가 설치된 것이 확인되었다. 사면에서 일부 이완암 형태가 확인되었고, 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

【표 2.1-1】 갱구부 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비고
갱구부	상태양호	-	-	-	-
절토사면	상태양호	-	-	-	-

시점측 터널부사면 전경

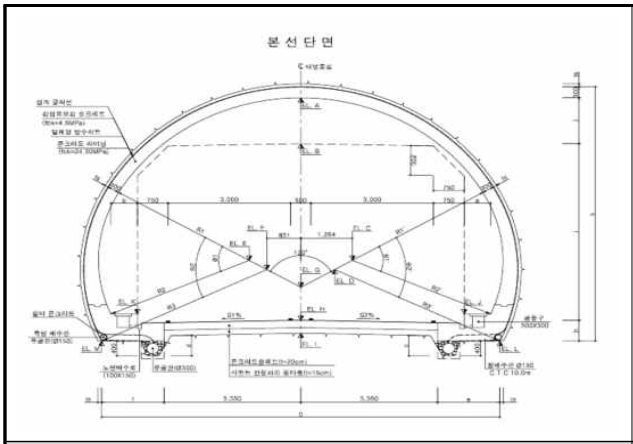
종점측 터널부사면 전경

2.1.2 라이닝

본 구조물은 연장 459.0m, 왕복 2차로 구조물로 자연환기 방식으로 시공되어있다.

측면 벽체에는 타일이 시공되어있으며, 측벽 하단에 공동구가 설치되어있다.

고소차 및 도보를 이용한 근접 외관조사를 진행하였으며, 간단한 비파괴 시험 또한 진행하였다.

	
표준단면도	전 경

외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 공사중 발생한 천단부 라이닝 콘크리트 균열 손상은 전구간 보수가 된 상태이며, 보수 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 측벽부 타일은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

라이닝 및 벽체 타일에 공용년수 증가로 인해 발생할 수 있는 콘크리트 열화, 타일부착력 저하 등의 손상은 지속적인 점검을 통하여 손상의 발생 여부 확인 등의 조치가 요구된다.

천단부 라이닝 전경

측벽부 타일 전경

균열 보수 전경

균열 보수 전경

【표 2.1-2】 천단부 손상물량

구 분		손상내용	단 위	손상수량(개소)	보수공법	비고
라이닝	천단부	상태양호	-	-	-	-
	측벽부	상태양호	-	-	-	-

2.1.3 바닥부(공동구 및 포장부)

본 구조물의 평면선형은 R=70.0～110.0 으로 편경사+1.00%～-0.50%로 콘크리트 포장으로 시공되어있다. 시공상태는 양호한 것으로 확인되며, 양쪽 측면에 횡배수관이 시공되어있는 상태이다.

콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 박리 등에 대한 중점외관조사를 실시하였고, 금회 점검에는 공동구에 대해 일괄적 조사도 진행하였다.

공동구 전경	포장부 전경

외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 바닥부는 공용중 발생할 수 있는 덮개파손, 공동구 파손, 포장부 열화 등의 손상은 주기적인 점검을 통한 손상 발생 여부 확인이 필요하다.

【표 2.1-3】 바닥판 손상물량

구 분		손상내용	단 위	손상수량(개소)	보수공법	비고
바닥부	공동구	상태양호	-	-	-	-
	포장부	상태양호	-	-	-	-

2.1.4 부속시설

본 시설물내 방향전환소, 전기시설, 신호기, 소화기함, 배수시설 등이 시공되어있으며, 외관조사 결과 파손, 균열, 망상균열 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

방향전환소 전경

배수구 전경

소화기함 전경

신호기 전경

【표 2.1-4】 부속시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비고
방향전환소	상태양호	-	-	-	-
전기시설	상태양호	-	-	-	-
신호기	상태양호	-	-	-	-
소화기함	상태양호	-	-	-	-
배수시설	상태양호	-	-	-	-

2.2 외관조사 결과

부 재	외관조사 결과	비고
갱문 및 터널부사면	◦본 터널은 경상북도 울릉군 서면 남양리에 위치한 터널로서 NATM형으로 시공되어있으며 연장은 L=459.0m로, 자연환기방식으로 적용되어있다. ◦본 구조물의 갱문은 면벽식으로 콘크리트 구조물에서 발생되기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등에 대한 중점외관조사를 진행하였다. ◦갱문의 외관조사 결과, 콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등의 손상이 발생되지 않은 비교적 양호한 상태로 확인되었다. 따라서 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다. ◦터널부사면의 외관조사 결과, 표층유실, 낙석 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 갱문상단에 낙석방지울타리가 설치된 것이 확인되었다. 사면에서 일부 이완암 형태가 확인되었고, 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.	
라이닝	◦본 구조물은 연장 459.0m, 왕복 2차로 구조물로 자연환기 방식으로 시공되어있다. 측면 벽체에는 타일이 시공되어있으며, 측벽 하단에 공동구가 설치되어있다. ◦고소차 및 도보를 이용한 근접 외관조사를 진행하였으며, 간단한 비파괴 시험 또한 진행하였다. 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 공사중 발생한 천단부 라이닝 콘크리트 균열 손상은 전구간 보수가 된 상태이며, 보수 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 측벽부 타일은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. ◦라이닝 및 벽체 타일에 공용년수 증가로 인해 발생할 수 있는 콘크리트 열화, 타일부착력 저하 등의 손상은 지속적인 점검을 통하여 손상의 발생 여부 확인 등의 조치가 요구된다.	
바닥부	◦본 구조물의 평면선형은 R=70.0~110.0 으로 편경사+1.00%~-0.50%로 콘크리트 포장으로 시공되어있다. 시공상태는 양호한 것으로 확인되며, 양쪽 측면에 횡배수관이 시공되어있는 상태이다. ◦콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 박리등에 대한 중점외관조사를 실시하였고, 금회 점검에는 공동구에 대해 일괄적 조사도 진행하였다. ◦외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 바닥부는 공용중 발생할 수 있는 덮개파손, 공동구 파손, 포장부 열화 등의 손상은 주기적인 점검을 통한 손상 발생 여부 확인이 필요하다.	
부속시설	◦본 시설물내 방향전환소, 전기시설, 신호기, 소화기함, 배수시설 등이 시공되어있으며, 외관조사 결과 파손, 균열, 망상균열 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.	

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과

3.2 철근배근탐사 결과

3.3 탄산화깊이 측정결과

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과

반발강도	반발강도

3.1.1 측정결과

부재	위 치	보정 반발경도 (Ro)	과학기술부 비파괴강도 (A)	설계 기준강도 (B)	(A/B) ×100 (%)
천단부	S02	47.8	41.1	30.0	137.0
	S60	47.6	40.9	30.0	136.3

3.1.2 결과분석

• 비파괴시험 대상 부재별 압축강도시험 결과, 측정값은 설계값과 유사하거나 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없으며, 반발경도법에 의한 강도가 양호함으로 내구성을 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.

3.2 철근배근 탐사 결과

철근탐사

철근탐사

3.2.1 측정결과

부재	측정위치	철근종류	설 계(㎜)		조 사(㎜)		비고
			배근	피복	배근	피복	
천단부	S03	주 철근	125	100	125	100	
		배력철근	150		150		
	S060	주 철근	125	100	125	105	
		배력철근	150		150		

3.2.2 결과분석

- 라이닝 콘크리트 배근간격은 설계도와 거의 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 다소의 편차는 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

3.3 탄산화깊이 측정결과

탄산화 깊이	탄산화 깊이

3.3.1 측정결과

부재	시험위치	탄산화 깊이(㎜)	측정피복 두께(㎜)	잔여깊이 (㎜)	탄산화 속도계수(A)	상태 평가	비 고
천단부	S03	0.5	100	99.5	0.50	a	
	S60	0.5	105	104.5	0.50	a	

※ 탄산화 깊이 측정방법
- 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 「한국시설안전공단-2021.12」

3.3.2 결과분석

▪ 상부구조와 하부구조에 대한 탄산화 진행 깊이 측정결과 탄산화의 진행은 미미한 상태로서 탄산화 진행에 따른 철근의 부식 우려는 없는 것으로 판단된다.

제 4 장 G P R 탐 사

4.1 탐사범위 및 자료취득 방법

4.2 탐사자료 해석방법

4.3 GPR측정 구간

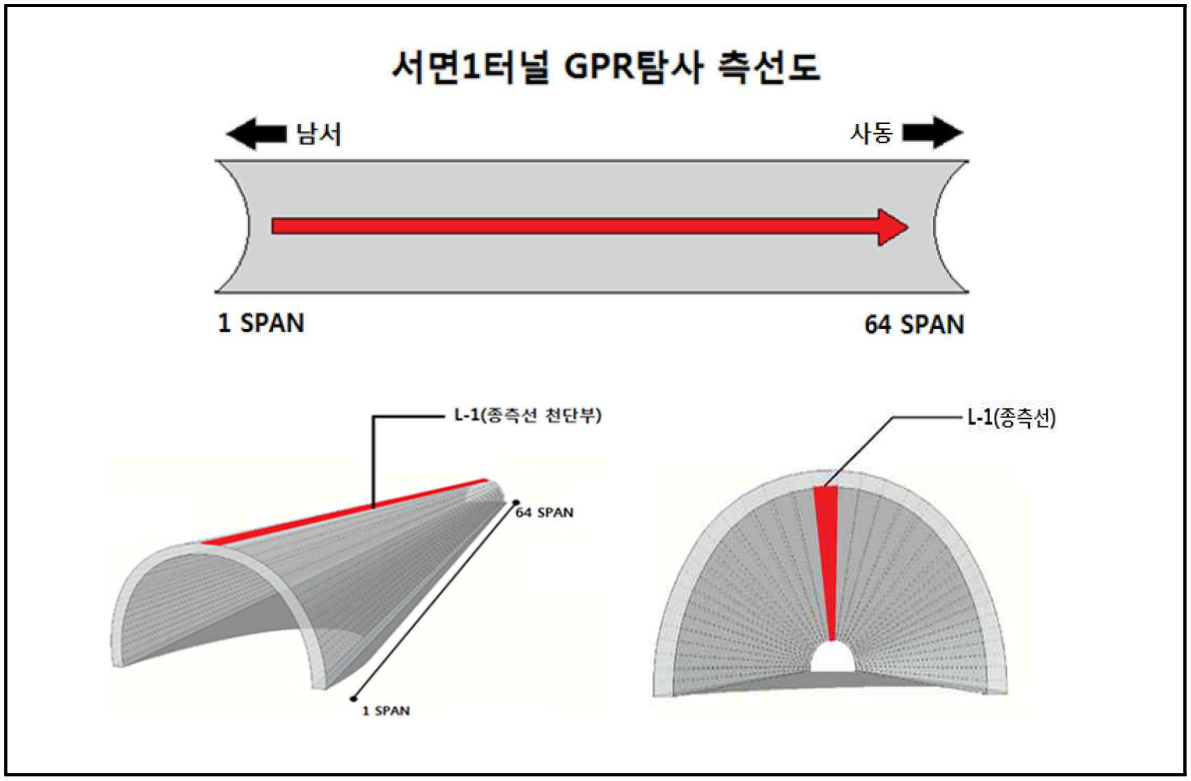
4.4 GPR탐사 결과

제 4 장 G P R 탐사

4.1 탐사범위 및 자료취득 방법

4.1.1 탐사범위

천단부에서 종방향으로 터널을 따라 1개소 탐사하였으며, 전체적인 터널의 라이닝 시공 상태를 파악하고자 하였다. 그림4.1-1은 탐사 측선위치도를 보여주며, 표4.1-1은 탐사측선 현황을 보여준다.



【그림 4.1-1】 측선위치도

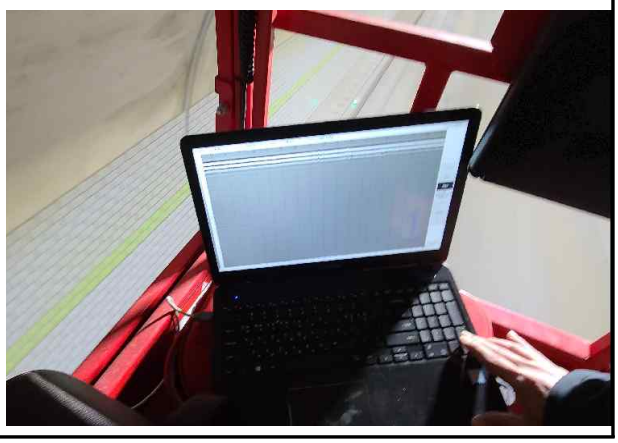
터널 구분	측선 위치	측선 연장	탐사심도	비고
서면1터널	천정부	459.0m	약 1.0m	

【표 4.1-1】 탐사측선 현황

4.1.2 자료취득 방법

자료수신에 사용된 장비는 러시아 RADAR System. Inc의 Ground Penetrating Radar(GPR) 중 Zond-12e를 이용하여 측정하였으며 주요 제원은 다음과 같다.

구 분	구 성 품	모델 및 규격	비 고
주장치 (Zond-12e)	Main Frame Body	-	전원공급, 전자기파 송신 및 수신, 전자기파 상호 데이터 화상처리 및 표시, 이미지 조정, 데이터 filtering
	Control/Display Module	휴대용 노트북 PC	
측정 안테나 (전자기파 송수신기)	1.5GHz	-	조사 심도 및 분해기능에 따라 최적 안테나 선정
실내 분석 장치	IBM 호환 퍼스널 컴퓨터	-	데이터 전송 및 저장
	데이터 분석용 Software	Prism2.60	디지털 신호처리 기법을 응용한 다각적인 데이터 분석 및 판독
출력 장치	컬러 프린터	-	분석 DATA 출력



【그림 4.1-2】 자료취득 장비 제원 및 측정 장면

4.2 탐사자료 해석방법

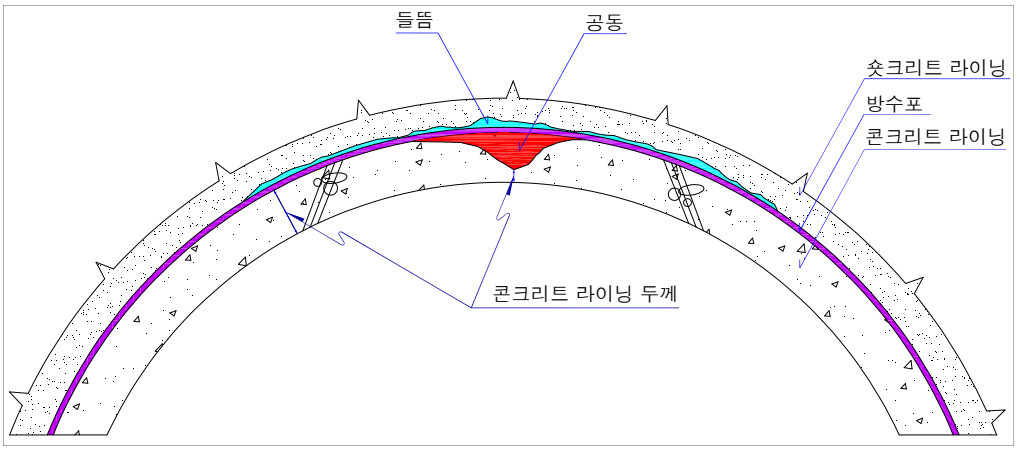
본 절에서는 NATM 공법에 의한 일반 터널의 GPR단면 해석방법에 대해 설명하며, 본 터널에 적용한 해석방법에 대해서는 탐사결과 란에서 다시 언급한다.

4.2.1 콘크리트라이닝 두께

콘크리트 라이닝 내부의 경계면 즉, 라이닝과 숏크리트의 경계면은 연속적인 반사면으로 작용하여 전자파를 반사시키므로 반사 신호의 왕복도달시간으로 라이닝의 두께를 알 수 있다(그림 4.2-1 참조). 그러나 기본적으로는 라이닝과 숏크리트의 상대유전율이 4~8로 매우 비슷

하기 때문에 각 경계면들이 잘 밀착되어 있고 함수율의 변화가 미미하다면 각 경계면에서의 반사강도가 크지 않아 그 경계면을 탐지하기가 매우 곤란하다. 만일, 경계면들 사이에 공동 또는 경계면의 들뜸 현상 및 함수율의 급격한 변화 등 에너지를 많이 반사시켜주는 이상대(anomalous zone)가 존재하면 경계면은 쉽게 탐지될 수 있다. 또한 터널 배면의 강지보재가 암반과 콘크리트 라이닝 사이에 시공된다는 점을 고려하여 탐사된 강지보재의 위치를 분석한다면 콘크리트 두께에 대한 정보를 취득할 수 있다. 대부분 터널의 탐사에서는 이러한 현상을 이용하여 콘크리트 라이닝의 경계면을 탐지하고 라이닝의 두께를 분석한다.

결론적으로 라이닝과 숏크리트의 경계면에서 전술한 이상대와 강지보재에 대한 정보가 있으면 대부분 쉽게 콘크리트 라이닝의 두께를 알 수 있다. 그러나 라이닝과 숏크리트는 에너지반사율에 가장 큰 영향을 미치는 상대유전율이 비슷하고(암반: 4~7, 콘크리트: 6~8) 함수비의 변화가 거의 없고 투과하던 에너지의 대부분이 감쇠, 반사 및 회절현상으로 라이닝과 암반이 경계면에 도달하는 에너지가 미미하고 강지보재에 대한 신호가 없다면 탐지가 매우 곤란하다.



【그림 4.2-1】 콘크리트 라이닝 경계면 탐사모식도

4.2.2 공동

공동이 콘크리트 라이닝 배면에 존재한다면 공동에서 반사되는 신호는 다음과 같은 양상을 나타내고 이와 같은 특징을 이용하여 공동구간을 탐지한다.

① 공동의 경계면에서 강한 반사 신호가 발생한다.

② 공동내부에서 속도가 콘크리트에서보다 3배 빠른 다중 반사 신호가 나타난다.

③ 공동의 양 끝단에서 회절신호가 발생한다.

④ 불규칙한 공동경계면에서 많은 산란 회절신호가 발생한다.

⑤ 공동은 전자기적으로 매우 균질한 전파매질이고 공동에서 전자파의 속도가 빠르므로 공동자체의 깊이에 따라 약간의 차이는 있지만 중첩되어 공동영역 하부에는 저주파수 특성이 강하게 나타난다.

4.2.3 강지보공(Steel-Rib)

강지보공은 터널 라이닝의 재료들 중에서 철근과 함께 콘크리트와 전기적 물성의 차이가 가장 큰 탐사대상체이다. 일반적으로 포물선 모양의 반사 신호가 매우 강하게 나타나며 동일한 모양의 다중 반사 신호를 심도에 따라 1~2회 정도 나타내므로 쉽게 탐지가 가능하다. 그러나 표면으로부터 심도가 깊다든지 주변매질이 물로 포화되어 있으면 쉽게 탐지되지 않은 경우도 종종 있다.

지보패턴		내 용	비 고
서면1 터널	P-3	라이닝 두께 300mm 무지보공, 록볼트 CTC 2.0m	
	P-4	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.5m, 록볼트 CTC 1.5m	
	P-5-1 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.2m, 록볼트 CTC 1.2m, 휘폴링 CTC 1.2m	
	P-6-1 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.0m, 록볼트 CTC 1.0m, 휘폴링 CTC 1.0m	
	P-6-2 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.0m, 록볼트 CTC 1.0m, 강관보강 그라우팅 CTC 0.5m	

4.3 GPR 측정 구간

【구간별 라이닝 현황】

NO	Span	누계거리 (m)	라이닝 두께		지보패턴	비고
			설계치(mm)	측정치(mm)	타입	
1	1~6	29	300	-	P6-2, P5-1	
2	7~12	58.1	300	300~380	P3	
3	13~18	87.3	300	300~360	P3	
4	19~24	116.3	300	310~350	P3	
5	25~29	155	300	300~340	P3	
6	30~33	203	300	330~370	P3	
7	34~37	246	300	320~380	P3	
8	38~41	294	300	320~350	P3	
9	42~45	342	300	300~330	P3, P4	
10	46~50	388	300	300~330	P4	
11	51~57	423	300	320~370	P5-1, P3, P4	
12	58~64	459	300	310~370	P4, P5-1, P6-1	

4.4 GPR탐사 결과

4.4.1 라이닝 콘크리트 시공성 평가

본 터널구간에 조사된 라이닝 콘크리트 두께는 설계기준(t:300㎜)에 적정하게 시공된 상태로 분석되었다.

4.4.2 라이닝 콘크리트 품질 평가

탐사결과 콘크리트 라이닝 두께분포는 300mm~380mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 한편, 대상 터널의 콘크리트 라이닝의 두께허용오차는 터널 표준 시방서(2015) 제6장 1.3.20항(설계두께의 1/3 혹은 100mm 중 작은 값을 초과하지 않는 범위내에서 시공오차를 허용한다)에 의하면 100mm이므로 라이닝 허용두께 200mm가 된다. 본시설물은 전체적으로 콘크리트 라이닝 허용두께분포인 200mm를 만족하며 설계도면과 부합되는 것으로 확인되었다.

NO.	구분	Span No.	이상반응 분포		이상반응	비고
			길이(ℓ/m)	깊이(d/m)		
1	이상신호 없음		-	-	-	-

【표 4.4-1】 이상반사파 탐지 구간

구분	탐사연장	조사구간	탐사연장대비 백분율
종측선	459.0m	0.0m	0.00%

【표 4.4-2】 공동 및 경계부들뜸 구간

NO.	구분	Span No.	길이(ℓ/m)	비고
1	두께부족구간 없음		-	

【표 4.4-3】 콘크리트 라이닝 두께 부족구간

구분	라이닝 두께 분포	설계두께	비고
종측선	30cm ~ 38cm	30cm	허용두께 20cm

【표 4.4-4】 콘크리트 라이닝 두께

제 5 장 상 태 평 가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.2 내구성 조사에 의한 평가

5.3 종합평가 결과

제 5 장 상 태 평 가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.1.1 측점분할

Span	측정거리(m)	누계(m)	Span	측정거리(m)	누계(m)
1	6	6	33	12	203
2	5	11	34	12	215
3	4.5	15.5	35	7	222
4	4.5	20	36	12	234
5	4.5	24.5	37	12	246
6	4.5	29	38	12	258
7	4.9	33.9	39	12	270
8	4.9	38.8	40	12	282
9	4.8	43.6	41	12	294
10	4.9	48.5	42	12	306
11	4.8	53.3	43	12	318
12	4.8	58.1	44	12	330
13	4.9	63	45	12	342
14	4.9	67.9	46	12	354
15	4.9	72.8	47	12	366
16	4.9	77.7	48	12	378
17	4.8	82.5	49	5	383
18	4.8	87.3	50	5	388
19	4.8	92.1	51	5	393
20	4.8	96.9	52	5	398
21	4.8	101.7	53	5	403
22	4.9	106.6	54	5	408
23	4.8	111.4	55	5	413
24	4.9	116.3	56	5	418
25	4.9	121.2	57	5	423
26	4.9	126.1	58	5	428
27	4.9	131	59	5	433
28	12	143	60	5	438
29	12	155	61	5	443
30	12	167	62	5	448
31	12	179	63	5	453
32	12	191	64	6	459

5.1.2 라이닝 결함지수 산정(NATM 무근구간)

Section	균열	누수	파손, 손상	박리	박락	백태	재료 분리	결함점수 합계	비고
7	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	
44	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	0	0	0	0	0	0	0	0	
46	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	
48	0	0	0	0	0	0	0	0	
49	0	0	0	0	0	0	0	0	
50	0	0	0	0	0	0	0	0	
53	0	0	0	0	0	0	0	0	
54	0	0	0	0	0	0	0	0	
55	0	0	0	0	0	0	0	0	
56	0	0	0	0	0	0	0	0	
57	0	0	0	0	0	0	0	0	
58	0	0	0	0	0	0	0	0	

5.1.3 터널 주변상태 결함점수 산정(NATM 무근구간)

항 목	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수상태	합계
결함점수	0	1.0	0.5	0	0	1.5

5.1.4 터널 상태평가 등급 산정(NATM 무근구간)

항목	균열	누수	손상	박리	박락	백태	재료분리	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	합계
결함점수	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.50

결함지수(F)=∑결함점수/34	0.044
상태평가 등급	A

5.1.5 라이닝 결함지수 산정(NATM 철근구간)

Section	균열	누수	파손, 손상	박리	박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물	결함점수 합계	비고
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

5.1.6 터널 주변상태 결함점수 산정(NATM 철근구간)

항 목	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수상태	합계
결함점수	0	1.0	0.5	0	0	1.5

5.1.7 터널 상태평가 등급 산정(NATM 철근구간)

항목	균열	누수	손상	박리	박락	백태	재료분리	철근노출	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	합계
결함점수	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.50

결함지수(F)=∑결함점수/43	0.035
상태평가 등급	A

5.1.8 터널 전체 상태평가 등급 산정

구조형식	결함지수	상태평가	연장	연장비	연장비 x결함지수
NATM구간(무근)	0.044	A	389.0	0.847	0.037
NATM구간(철근)	0.035	A	70.0	0.153	0.005
합계				1.000	0.043

종합 결함지수	0.043
상태평가 등급	A

5.2 내구성조사에 의한 평가

5.2.1 콘크리트 강도

구 분	측정회수	반발경도법 (MPa)	설계강도 (MPa)	판 정
라이닝	2	40.9~41.1	30.0	양호

• 라이닝 콘크리트 강도 측정결과 반발경도법에 의한 강도는 설계기준강도와 유사하거나 그 이상으로 측정되어 타설된 콘크리트는 재료역학적 건전성을 유지하고 있으며, 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없는 것으로 판단된다.

5.2.2 철근배근 탐사

부재	측정위치	철근종류	설 계(㎜)		조 사(㎜)		비고
			배근	피복	배근	피복	
천단부	S03	주 철근	125	100	125	100	
		배력철근	150		150		
	S060	주 철근	125	100	125	105	
		배력철근	150		150		

• 라이닝 콘크리트 배근간격은 설계도와 거의 일치하는 것으로 조사되었으며, 피복두께는 다소의 편차는 있으나 시방기준 이상의 최소피복을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

5.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분	탄산화 깊이(㎜)	순피복두께(㎜)	평가결과	판 정
S03	0.5	99.5	a 등급	양 호
S60	0.5	104.5	a 등급	양 호

• 탄산화 진행깊이의 측정결과 전구간의 라이닝 콘크리트에서 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 나타나 탄산화에 의한 철근의 부식발생 가능성은 없는 것으로 검토되었다.

5.3 종합평가 결과

종합평가등급		
평가구분	상태평가	종합평가
서면1터널	A (결함지수=0.043)	A
종합평가 결 과	• 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과에 근거하여 시설물의 종합평가등급으로 결정 • 종합평가등급 : A	

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수 방안

6.2 유지관리 방안

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

6.1 보수 방안

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비고
갱구부	상태양호	-	-	-	-
절토사면	상태양호	-	-	-	-
천단부	상태양호	-	-	-	-
측벽부	상태양호	-	-	-	-
공동구	상태양호	-	-	-	-
포장부	상태양호	-	-	-	-
방향전환소	상태양호	-	-	-	-
부대시설	상태양호	-	-	-	-

6.2 유지관리 방안

본 터널에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 시 구조물의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 주요 유지관리 항목을 설정하였다. 이러한 항목들은 결함의 발생 여부를 주기적으로 관찰함으로 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 중점유지관리 방안을 제시하였다.

구 분	중 점 유 지 관 리 방 안	비 고
라이닝부	• 전구간에 대한 라이닝두께는 적정한 것으로 점검됨 • 균열보수가 조사된 부분은 진행성 여부에 대한 추적관리가 요구됨	
	• 주요 점검항목 - 공통 : 균열, 누수, 동해, 파손, 오염, 콘크리트 강도조사 등 - 천정부, 아치부 ; 오염, 조명시설 상태 - 측벽부 : 오염, 타일탈락, 부속시설 상태 - 시공이음 : 압좌, 단차, 파손, 시공불량, 토사유입	· 육안조자 · 비파괴조사
라이닝 접속부	• 전체적으로 양호한 것으로 점검되었으며, 시공이음부는 공용중인 터널에서 각종 변상이 자주 발생하므로 정기적으로 면밀한 관찰이 필요함	
	• 주요 점검항목 - 공통 : 균열, 누수, 백태, 파손, 압좌, 변형, 오염 등	· 육안조사
부속시설	• 조명시설, 비상용 시설은 양호한 것으로 점검되었으며, 터널의 안전과 기능성에 관련이 있으므로 지속적인 유지관리가 필요함 • 공동구 덮개는 개통시 차량에 의해 파손 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요함	
	• 주요 점검항목 - 조명설비 : 조도, 전구교환, 파손, 오염, 비상등 상태 - 비상설비(소화전, 소화기) : 소화전 개폐·부식, 소화기 상태 - 감시설비(CCTV):장착상태, 장착부 라이닝 균열, 파손, 작동상태	· 육안조사
기타 시설물	• 갱문 및 방향전환소는 양호한 것으로 점검되었으며 이들 시설물은 터널의 안전성과 밀접한 관계가 있으므로 정기적인 유지관리가 필요함	
	• 주요 점검항목 - 갱문 및 방향전환소 균열, 열화 등의 발생 여부	· 육안조사

제 7 장 종 합 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 내구성조사 결과

7.3 GPR탐사 결과

7.4 상태평가 결과

7.5 종 합 결 론

제 7 장 종 합 결 론

7.1 현장조사 결과

터널의 현장조사 시 천단부에 대한 점검을 위하여 점검대차을 이용하였으며, 측벽부 및 공동구의 경우 도보를 통한 점검을 실시하였다. 대상 구조물에 대한 외관조사 결과, 터널의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 점검되었다.

- 갱문의 경우 콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등의 손상이 발생되지 않은 비교적 양호한 상태로 확인되었다. 터널부사면의 외관조사 결과, 표층유실, 낙석 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 갱문상단에 낙석방지울타리가 설치된 것이 확인되었다. 사면에서 일부 이완암 형태가 확인되었고, 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.
- 라이닝 콘크리트에 대한 외관조사 결과, 공사중 발생한 천단부 라이닝 콘크리트 균열 손상은 전구간 보수가 된 상태이며, 보수 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 측벽부 타일은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 라이닝 및 벽체 타일에 공용년수 증가로 인해 발생할 수 있는 콘크리트 열화, 타일부착력 저하 등의 손상은 지속적인 점검을 통하여 손상의 발생 여부 확인 등의 조치가 요구된다.
- 바닥부(공동구 및 포장부)에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 바닥부는 공용중 발생할 수 있는 덮개파손, 공동구 파손, 포장부 열화 등의 손상은 주기적인 점검을 통한 손상 발생 여부 확인이 필요하다.
- 부속시설(방향전환소, 전기시설, 신호기, 비상설비, 배수시설)의 경우 전체적으로 양호한 상태로 점검되었다.

7.2 내구성조사 결과

- 비파괴시험 대상 라이닝 콘크리트의 압축강도시험 결과, 측정값은 설계값과 유사하거나 상회한 것으로 나타나 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없으며, 내구성을 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.

- 라이닝 콘크리트에 대한 철근배근탐사 결과, 배근 간격 및 피복두께는 설계치와 비교하여 거의 일치하는 것으로 나타나 배근상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 탄산화의 진행이 내부철근에 대한 영향을 미칠 수 있는 개착구간에 대한 탄산화 진행깊이를 측정한 결과, 탄산화의 진행은 미미하며 탄산화 진행에 따른 철근의 부식우려는 없을 것으로 판단된다.

7.3 GPR탐사 결과

- 본 터널구간에 조사된 라이닝 콘크리트 두께는 설계기준(t:300㎜)에 적정하게 시공된 상태로 분석되었다.
- 탐사결과 콘크리트 라이닝 두께분포는 300mm~380mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다.

7.4 상태평가 결과

- 외관조사 및 비파괴조사의 결과를 바탕으로 한 상태평가 결과, 문제점이 없는 최상의 상태인 『A』등급으로 산정되었다.

7.5 종합결론

- 점검대상 터널인 서면1터널에 대하여 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021.12)”에 근거하여 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 터널의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 외관상태평가 등급은『A』등급으로 평가되었다.
  따라서, 터널의 대표등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 『A』등급으로 평가한다.