
울릉도 일주도로2 건설공사 정 기 안 전 점 검 보 고 서

< 서면1터널 - 3차 >

2019. 12

시 공 사 : **DAELIM** 대림산업[주]

점검기관 :  [주]명성엔지니어링

울릉도일주도로 2 건설공사

서면 1 터널

3차

정기안전점검보고서

2019.12

[주]명성엔지니어링

등 록 번 호 경 기 제177호

안전진단전문기관 등록증

1. 상 호 : (주) 명 성 엔 지 니 어 링
2. 대 표 자 : 김 선 무
3. 사무소 소재지 : 경기도 성남시 분당구 야탑로 69번길 18, 301호
(야탑동, 동아체인)
4. 등 록 분 야 : 교량 및 터널
5. 등 록 연 월 일 : 2015년 06월 24일

「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제9조에 따른 안전진단전문기관
으로 등록합니다.

2016년 06월 20일

경 기 도 지 사



제 출 문

대림산업주식회사 귀하

귀사와 계약·체결한 『울릉도 일주도로2 건설공사 정기안전점검용역』
의 과업을 성실히 수행하고, 그 결과를 본 보고서로 제출합니다.

2019년 12월

(주)명성엔지니어링

대표이사 김 선 무 (인)

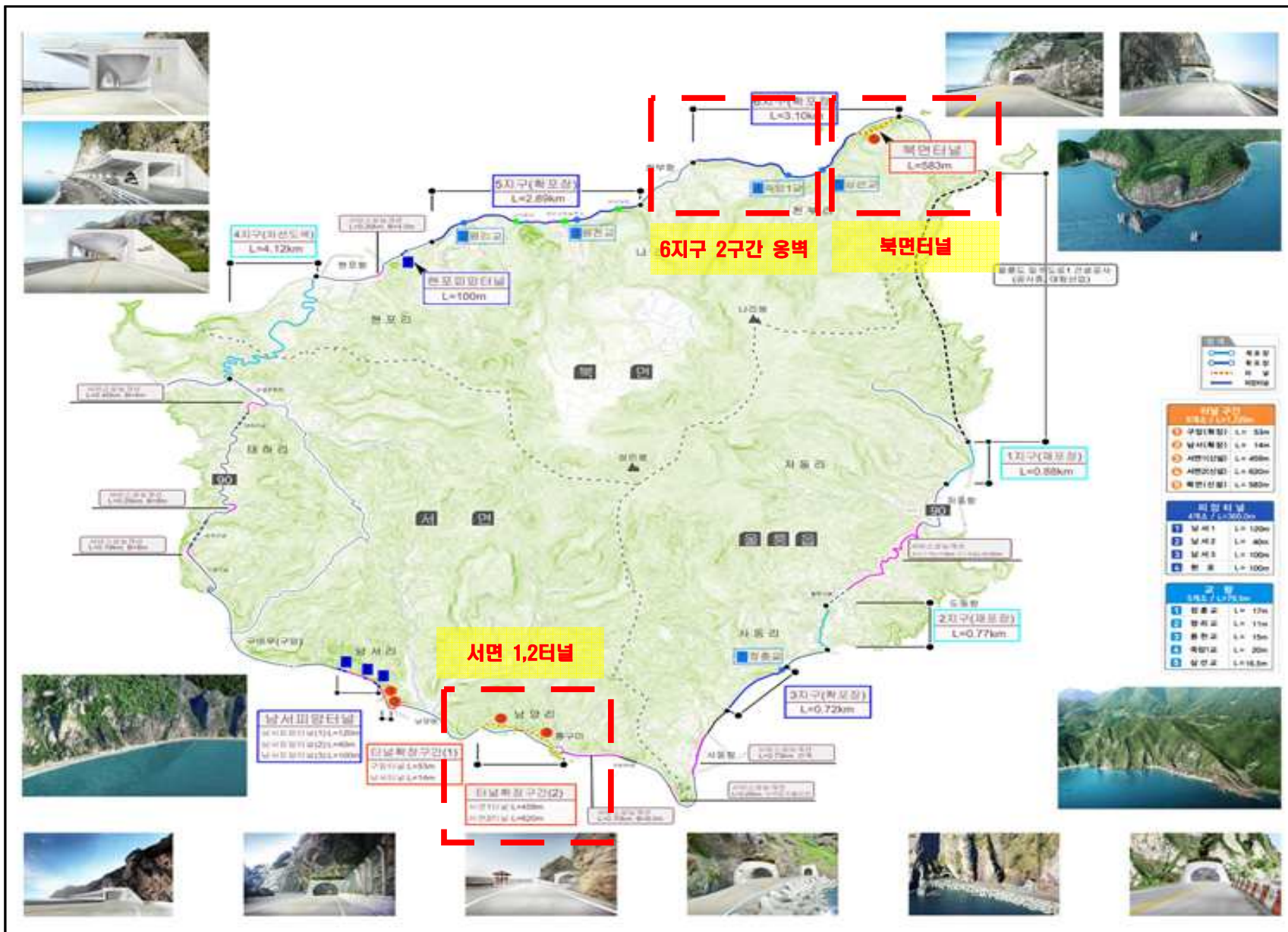
참여기술자 명단

□ 용 역 명 : 울릉도 일주도로2 건설공사 정기안전점검용역

□ 용역기간 : 2019년 12월

참 여 분 야	성 명	자격 및 등급	비 고
책임기술자	인 승 철	토목기사 특급기술자	
참여기술자	김 문 호	특급기술자	
	서 동 진	토목기사 고급기술자	
	유 재 희	토목기사 중급기술자	

위 치 도



공사 현황도



전경 사진



서면1터널 시점부 갱구 전경



서면1터널 종점부 갱부 전경

요 약 문

1 과업의 목적

본 과업은 『울릉도 일주도로2 건설공사』 현장의 과업대상 구조물에 대하여 “건설 기술진흥법 제62조, 시행령 제98조, 제100조, 시행규칙 제59조” 규정에 의한 건설공사 안전관리 업무수행 지침 『국토교통부 고시 제2016-718호』에 따라 실시하는 정기안전점검 용역으로써 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질·시공상태 등의 적정성, 인접건축물과 공사장 주변 안전조치의 적정성 여부를 실시하여 건설공사의 안전을 확보함은 물론 향후 유지관리에 필요한 자료로 활용하고자 한다.

2 서면1터널 현황

노 선 명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위 치	경북 울릉군 서면 남양리	공 사 이 정	시점 : STA. 0+060 종점 : STA. 0+519
형 식	난 형	환 기 방 식	자연환기
연 장	459m	도 로 폭 원	8.0m(2차로)
내 공 단 면	62.2m ²	평 면 선 형	R=70.0 ~ R=110.0
종 단 경 사	1.00% ~ -0.50%	편 경 사	±5.0%
갱 문 형 식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연 결 통 로	방향전환소 1개소
주 요 공 법	NATM	보 조 공 법	휘폴링, 강관보강그라우팅

3 금회 점검부위 및 시기

구분	정기안전점검 점검차수별 점검시기	점검 일자	비고
1차	갱구굴착 등 터널 굴착 초기단계	2017.06 ~ 2017.08	
2차	터널굴착 중기단계	2017.09 ~ 2018.05	
3차	라이닝 콘크리트 타설 중간단계	2018.06 ~ 2019.12	

4 정기안전점검 결과

점검 항목		점검 결과	개선 대책	비고
임시시설 및 가설공법의 안전성		설치상태 적정	—	
비파괴시험 결과	콘크리트 압축강도	압축강도 적정	—	
	철근배근 조사	배근상태 적정	—	
육안(외관)조사 결과		외관상태 적정	—	
인접건축물 또는 구조물 등 공사장 주변 안전조치의 적정성		안전조치 적정	—	
건설공사 안전관리 적정성 평가		안전관리 적정	—	
기타 점검 결과		안전시설물 적정	—	
평 가		전반적인 시공상태 적정		

- 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, 시험자료, 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.
- 라이닝 콘크리트 타설은 지반의 변위가 수렴된 후 실시하여야 하며, 타설시에는 재료분리가 생기지 않도록 골고루 채워져 공극이 발생하지 않도록 유의하여야 한다.
- 울릉도 일주도로2 건설공사 현장은 지역특성상 다수의 관광객이 출입하므로 공사중 통행 차량의 교통처리 대책과 안전관리대책에 만전을 기하여야 할 것으로 판단된다. 특히, 해빙기 동결융해에 의한 갱구부 사면 낙석위험구간은 철저한 관리 및 주의관찰이 필요하다.

목 차

■ 서 두

제1장 정기안전점검의 개요	1
1.1 점검대상물의 개요	2
1.2 점검의 범위	10
1.3 사용장비	12
1.4 정기안전점검 수행일정	13
제2장 점검대상물의 평가	15
2.1 주요부재별 외관조사 결과의 분석	16
2.2 조사, 시험 및 측정자료 검토	20
2.3 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장주변 안전조치의 적정성	30
2.4 임시시설 및 가설공법의 안전성	30
2.5 건설공사 안전관리 검토	31
2.6 기본조사 결과 및 분석	39
제3장 종합결론	42
3.1 정기안전점검 결과의 종합결론	43
3.2 시공시 특별관리가 필요한 사항	43
3.3 기 점검시 지적사항에 대한 조치사항	43
3.4 기타 필요한 사항	43

■ 부 록

1. 사진첩
2. 품질관리 관련자료
3. 반발경도 자료
4. 철근탐사 자료
5. 참여기술자 안전진단 교육 수료증

제1장 정기안전점검의 개요

1.1 점검대상물의 개요

1.2 점검의 범위

1.3 사용장비

1.4 정기안전점검 수행일정

제1장 정기안전점검의 개요

1.1 점검대상물의 개요

1.1.1 과업의 목적

본 과업은 『울릉도 일주도로2 건설공사』 현장의 과업대상 구조물에 대하여 “건설기술 진흥법 제62조, 시행령 제98조, 제100조, 시행규칙 제59조” 규정에 의한 건설공사 안전 관리 업무수행 지침 『국토교통부 고시 제2016-718호』에 따라 실시하는 정기안전점검 용역으로써 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질·시공상태 등의 적정성, 인접건축물과 공사장 주변 안전조치의 적정성 여부를 실시하여 건설공사의 안전을 확보함은 물론 향후 유지관리에 필요한 자료로 활용하고자 한다.

1.1.2 공사 개요

경상북도에서 시행하고 대림산업(주)에서 시공하는 『울릉도 일주도로2 건설공사』는 지역주민 및 관광객 안전성 확보, 지역주민 생활권 및 이동성 보장, 관광객 편의 제공 등의 목적으로 하는 공사이다.

구 분	내 용		
공 사 명	울릉도 일주도로2 건설공사		
공사위치	경상북도 울릉군 일원		
공사기간	2015년 12월 ~ 2022년 1월		
공사금액	1,513억원 (관급자재비 211억원, VAT 포함)		
공사규모	연장 : L=20.44km, B=8.0m (양방향 2차로) - 터널 1,729m/5개소, 교량 79.5m/5개소, 피암터널 360m/4개소 - 콘크리트 포장 1식, 서비스성능개선구간 7,115m - 조경 / 전기 / 기계 / 항만공사 1식		
발 주 처	경상북도	시 공 사	대림산업(주)[45%] 외 6개사
설 계 사	(주)동성엔지니어링 외	감 리 사	(주)수성엔지니어링 외 2개사

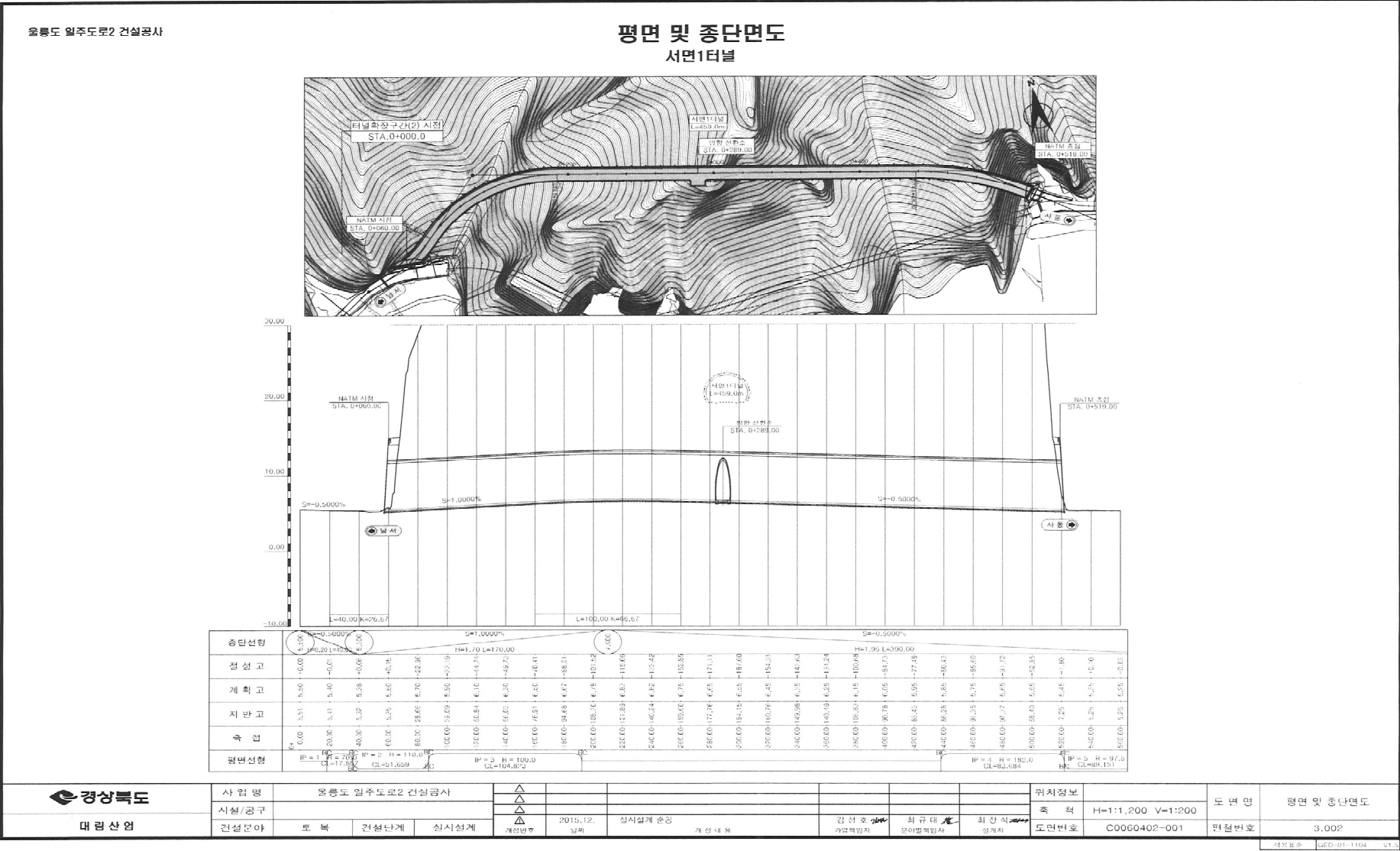
1.1.3 정기안전점검 대상시설물 현황

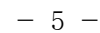
시설물명	위 치	형 식	폭,높이 (m)	연 장 (m)	종 별	비 고
서면1터널	STA.0+060~0+519	NATM	8.0	459	2중	
서면2터널	STA.0+610~1+230	NATM	8.8	620	2중	
북면터널	STA.2+475~3+058	NATM	8.8	583	2중	
6지구 2구간 옹벽	STA.0+200~0+800	콘크리트	3.0~8.0	600	2중	

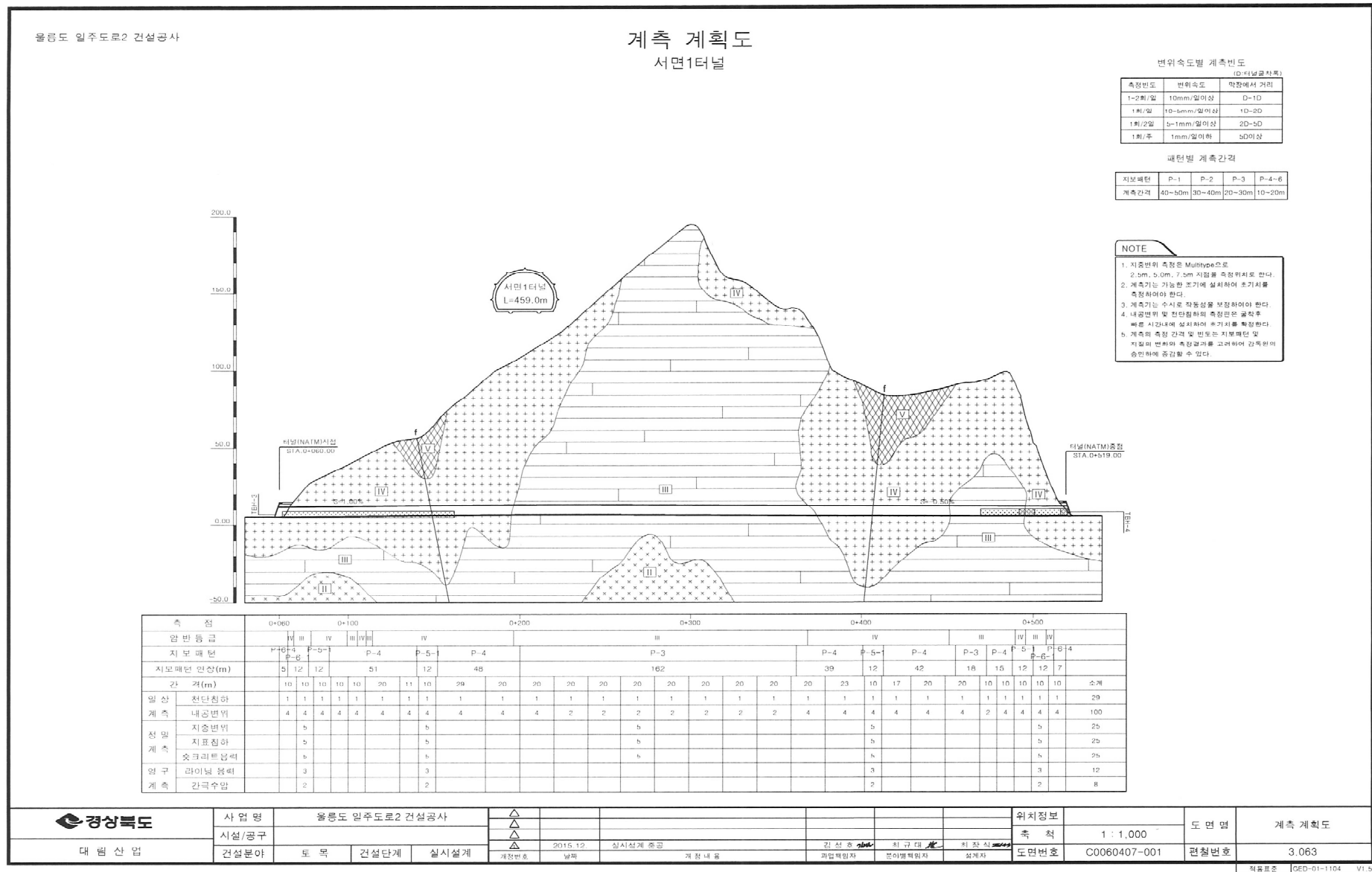
1.1.4 서면1터널 현황표

노 선 명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위 치	경북 울릉군 서면 남양리	공 사 이 정	시점 : STA. 0+060 종점 : STA. 0+519
형 식	난 형	환 기 방 식	자연환기
연 장	459m	도 로 폭 원	8.0m(2차로)
내 공 단 면	62.2m ²	평 면 선 형	R=70.0 ~ R=110.0
종 단 경 사	1.00% ~ -0.50%	편 경 사	±5.0%
개 문 형 식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연 결 통 로	방향전환소 1개소
주 요 공 법	NATM	보 조 공 법	강관보강그라우팅

1.1.5 서면1터널 관련도면







울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (1)
서면1터널

구 분		본 선					
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5-1	P-5-2(에미)
표준단면							
암반등급		I	II	III	IV	V	단층파쇄대
RMR		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
굴착공법 (발파)		전단면 굴착	전단면 굴착	전단면 굴착	상·하반분할 굴착	상·하반분할 굴착	상·하반분할 굴착
굴진상(상반/하반) (m)		3.5	3.5	2.0	1.5/3.0	1.2/1.2	1.2/1.2
지 보 역	콘크리트	1 차	50(합성유)	80(합성유)	80(합성유)	100(합성유)	100(합성유)
	두께(mm)	2 차	-	-	40(합성유)	60(합성유)	60(합성유)
	길이 (m)	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	갯수 (개)	RANDOM	5.5	12.5	12.5	12.5	5
	종방향 간격	RANDOM	3.5	2.0	1.5	1.2	1.2
	횡방향 간격	RANDOM	2.0(상부 120°)	1.5	1.5	1.5	1.5
	강지보재 (m)	규격	-	-	LG-50x20x30	LG-70x20x30	LG-70x20x30
	간격	-	-	-	1.5	1.2	1.2
	내부라이닝 두께(mm)	300	300	300	300	300 (철근보강)	300 (철근보강)
	보조공법	-	-	-	필요시 확충함	필요시 강관보강 그라우팅	강관보강 그라우팅 / 필요시 대구관 상판보강 그라우팅 (120°)
비 고		-	-	-	-	-	-

규격	
말뚝 콘크리트	: 지보패턴 P-1
강성유 보강 콘크리트	: 지보패턴 P-2 ~ P-6-2, P1-1~P1-2
강지보강	: LG-50 x 20 x 30
	: LG-70 x 20 x 30
	: H형강 - 125x125x6.5x9
콘크리트 라이닝	: fck = 24MPa, 30MPa, 35MPa
강성유 혼입량	: 37kg/m³
복합물	: SD35 D25
콘크리트 라이닝 철근	: SD30

NOTE

1. 시공시 직경변동 및 개구부크기과 등용 분식하여 지반조건에 따라 지보패턴의 적용은 단면적으로 실시하여야 한다.
2. 본선 직경 표준지보패턴에는 지반조사 및 지형 특성을 기초로 하여 검토하였으나 실제 시공시 추가 개선이 필요한 경우에는 공사 감독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시공중 경구부의 지형 및 지반현황을 분석하여 추가지보패턴을 계획하였으나, 실제 지반조건이 설계시 예상한 바와 상이할 경우에는 굴착공법, 굴진장 및 지보재를 변경할 수 있다.

 경상북도	사업명	울릉도 일주도로2 건설공사			△						위치정보		도면명	표준지보패턴표 (1)
	시설/공구				△						축척	NONE		
대립산업	건설분야	토목	건설단계	실시설계	△	2015. 12.	실시설계 준공	김성호 <i>gms</i>	최규대 <i>gms</i>	최진식 <i>gms</i>	도면번호	C0060401-002	편철번호	3.004
					개정번호	날짜	개정내용	작성일자	분야별책임자	설계자				

작성표준 GED-01-1104 V1.5

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 [2]
서면1터널

구분	경구부				방향 전환수	
	P-6-1	P-6-2(에비)	P-6-3(에비)	P-6-4	PT-1	PT-2(에비)
표준단면						
압입등급	IV 이상	V	V 이하	-	I, II, III	IV, V
RMR	경구부	경구부	경구부	안쪽지반	41이상	40이하
Q value	안쪽지반	통과압	통과압 이하	안쪽지반	40이상	40이하
굴착공법 (반파)	상·하반분할 굴착	상·하반분할 굴착	역직 굴착	전면굴착	전면굴착	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
시공	순크리트 두께(mm)	1차 100(강철유)	100(강철유)	80(강철유)	80(강철유)	80(강철유)
	2차	60(강철유)	60(강철유)	-	-	40(강철유)
	폭	길이 (m)	4.0	4.0	4.0	4.0
	갯수 (개)	12.5	5	10	11.5	11.5
	간격	총방향	1.0	0.8	2.0	1.0
		횡방향	1.5	0.8	1.5	1.5
강	강시보재 (m)	규격	LG-70X70X30	LG-70X70X30	H-125x125x6.5x9	LG-60X70X30
	간격	1.0	1.0	0.8	-	1.0
내부라이닝 두께(mm)	300 (철근포장)	300 (철근포장)	400 (철근포장)	300 (철근포장)	300 (철근포장)	300 (철근포장)
보조공법	필요시 필요시 (120)	필요시 / 필요시 (120)	(필요시) / 필요시 (120)	-	-	-
비고	-	-	-	-	-	-

규격

일반 순크리트	: 지보패턴 P-1
강철유 보강 순크리트	: 지보패턴 P-2 ~ P-6-2, PT-1 ~ PT-2
강시보재	: LG = 50 x 20 x 30 LG = 70 x 20 x 30 H형강 = 125x125x6.5x9
콘크리트 라이닝	: fck = 24MPa, 30MPa, 35MPa
강철유 혼입량	: 37kg/m³
석 골재	: SD35 D25
콘크리트 라이닝 철근	: SD30

NOTE

1. 시공시 역학환경 및 지반조건과 다를 경우 지반조건에 따라 지보패턴의 적용은 단계적으로 정지하여야 한다.
2. 본산 작업 표준지보패턴표는 지반조사 및 지반 특성을 기초로 하여 검토하였으나 실제 시공시 추가 개량이 필요한 경우에는 공사 감독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시공시 경구부의 시공 및 시안변경을 위하여 주지보패턴을 개칭하였으나, 실제 지반조건이 설계 시안조건에 설계 시안변경 사항과 상이할 경우에는 공칭표, 공칭표 및 지보패턴을 변경할 수 있다.

경상북도

사업명 울릉도 일주도로2 건설공사

시정/공구

건설분야

토목

건설단계

실시체계

개칭번호

2015.12.

날짜

실시체계 준공

개칭내용

검정표

제규대

제안서

제안서

제안서

제안서

제안서

제안서

제안서

제안서

제안서

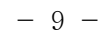
제안서

제안서

제안서

제안서

제안서



1.2 점검의 범위

1.2.1 정기안전점검 실시시기

가. 터 널

구 분	실 시 시 기	대상구조물
1차 정기안전점검	갱구 및 수직구 굴착 등 터널 굴착 초기단계 시공시	서면1터널 서면2터널 북면터널
2차 정기안전점검	터널 굴착 중기단계 시공시	
3차 정기안전점검	터널 라이닝 콘크리트 타설 중간단계 시공시	

나. 옹 벽

구 분	실 시 시 기	대상구조물
1차 정기안전점검	가시설공사 및 기초공사 시공시 (콘크리트 타설전)	6지구 2구간 옹벽
2차 정기안전점검	구조물 공사 시공시	

1.2.2 정기안전점검 범위

본 정기안전점검 범위는 건설기술진흥법 시행규칙 제59조(정기안전점검 및 정밀안전점검의 실시)에 규정에 의한 점검하여야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 공사목적물의 품질, 시공상태의 적정성
- ② 공사목적물의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성
- ③ 인접건축물 또는 구조물의 안전성등 공사장 주변 안전조치의 적정성
- ④ 이전의 점검시 지적된 사항에 대한 조치사항 확인

기타 공종별 세부점검사항은 당해 공사시방서 및 관련시방서를 참조하여 현장의 상황 및 시공조건에 따라 점검목적에 달성할 수 있도록 점검사항을 정한다.

1.2.3 정기안전점검 과업내용

구 분	정기안전점검 과업 내용
관련자료 조사	- 설계도면 및 관련도서 검토 - 관련기준 검토 및 계획 계획서 검토 - 자체 품질시험 실시 서류 검토 - 안전관리계획서 서류 검토
현장조사 및 평가	- 주요 부재별 외관조사 결과 분석 - 인접건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장주변 안전조치의 적정성 - 임시시설 및 가설공법의 안전성 - 건설공사 안전관리 검토 - 비파괴조사(철근탐사, 반발경도) - 기본조사 결과 및 분석
종합 결론	- 종합결론 - 시공시 특별관리 및 보수가 필요한 사항 - 기타 필요한 사항

1.3 사용장비

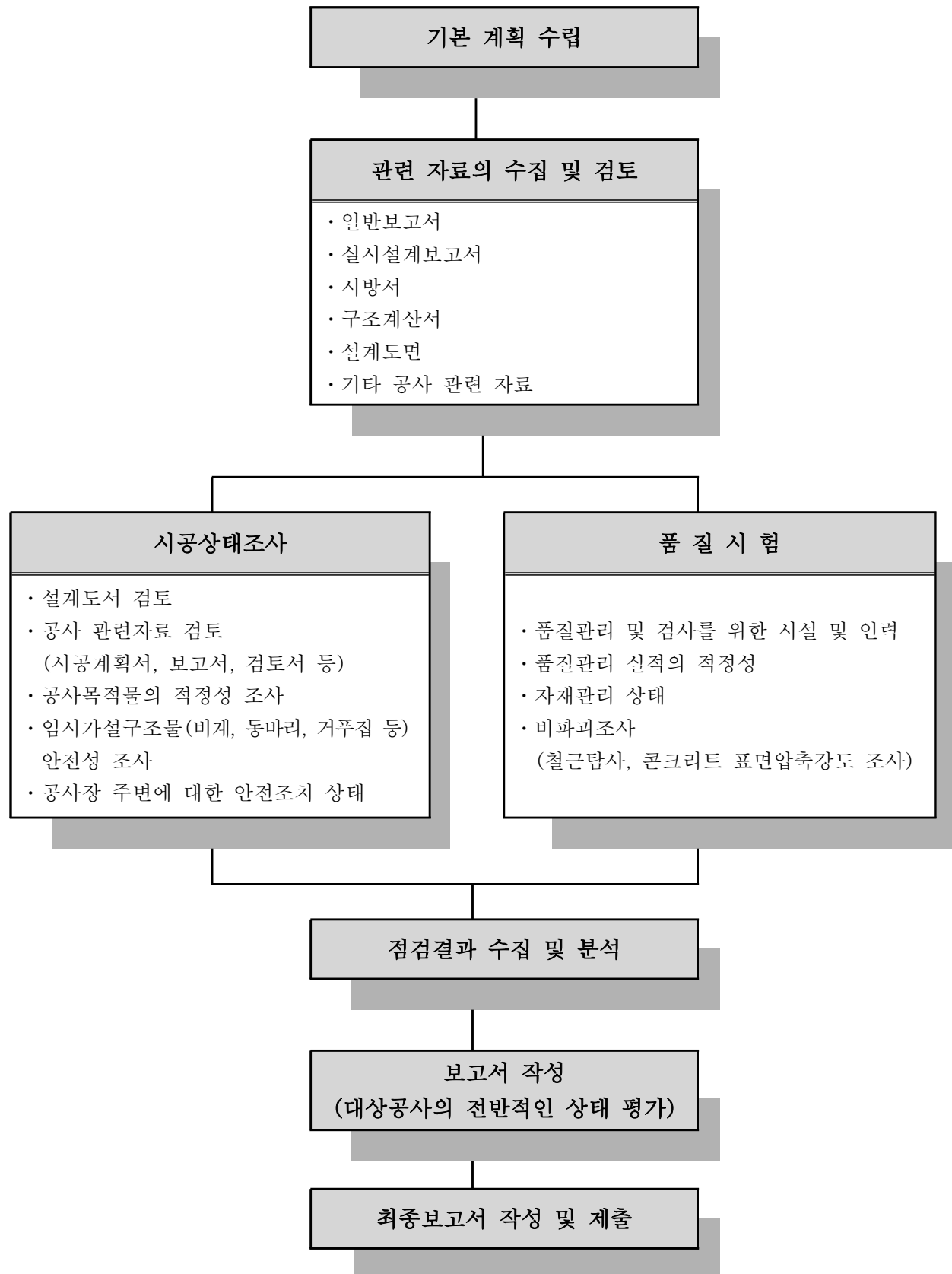
장 비 명			규 격	용 도	활용 방법	장비 사진
콘 크 리 트	균 열 측정기	PSM-20	PIKA (한국)	균열폭 측정	균열폭의 크기와 길이를 확대렌즈를 통해 육안으로 확인	
	반 발 경 도 측정기	Schmidt hammer	NR식 (일본)	콘크리트 강도추정	약 3cm 간격에 20회 정도 타격하여 그 값의 평균치를 구함	
철 근	철 근 탐사기	RC-Radar	NJJ-95B (일본)	철근배근상태 피복두께 측정	본체와 연결된 스캐너를 통해 한쪽 방향으로 이동하여 철근의 위치를 액정화면을 통해 측정	
기 타		사다리	(한국)	접근장비	접근가능개소 활용	
		줄 자	50m, 7m	제원조사 측점분할	줄자에 표기된 눈금을 육안으로 확인	
		버니어 캘리퍼스	Mitutoyo CD-15CP	철근직경측정	측정기의 눈금을 육안확인	
		디지털 카메라	Samsung (한국)	현장조사 촬영	현장조사시 손상 및 특이사항에 대한 촬영	

1.4 정기안전점검 수행일정

가. 총 과업기간 : 2017. 05. ~ 2022. 01.

나. 연간 정기안전점검 일정

시설물명	횟수		시행 예정일	점검시행 내용	시행일
서면1터널	정기 점검	1차	2017년 08월	갱구 및 굴착부 시공 상태 점검	2017.06 ~2017.08
		2차	2018년 04월	터널 내부 굴착부 시공 상태 점검	2017.09 ~2018.05
		3차	2019년 03월	터널 시공 상태 점검 및 비파괴시험	2018.06 ~2019.12
	초기점검		2021년 09월	중점유지관리사항 파악, 외관망도작성, 초기치 확보	
서면2터널	정기 점검	1차	2017년 08월	갱구 및 굴착부 시공 상태 점검	2017.06 ~2017.08
		2차	2018년 04월	터널 내부 굴착부 시공 상태 점검	2017.09 ~2018.05
		3차	2019년 03월	터널 시공 상태 점검 및 비파괴시험	2018.06 ~2019.12
	초기점검		2021년 09월	중점유지관리사항 파악, 외관망도작성, 초기치 확보	
북면터널	정기 점검	1차	2018년 04월	갱구 및 굴착부 시공 상태 점검	2017.06 ~2017.12
		2차	2018년 07월	터널 내부 굴착부 시공 상태 점검	2018.01 ~2018.05
		3차	2019년 03월	터널 시공 상태 점검 및 비파괴시험	2018.06 ~2019.12
	초기점검		2021년 09월	중점유지관리사항 파악, 외관망도작성, 초기치 확보	
6지구 2구간 옹벽	정기 점검	1차	2017년 06월	가시설 및 기초공사 시공 상태	2017.06 ~2017.08
		2차	2019년 08월	구조체 현장조사(시공 상태 점검 및 비파괴시험)	2017.07 ~2019.12
	초기점검		2021년 09월	중점유지관리사항 파악, 외관망도작성, 초기치 확보	
※ 정기안전점검 예정일정은 건설기술진흥법 시행령 제100조(안전점검시기· 방법등) 기준에서 정 한 정기안전점검 실시시기를 참조하여 결정하였으며, 차후 상기의 점검예정 시기는 현장의 공정 진행 상황에 따라 조정될 수 있음					



[정기안전점검 과업 수행 흐름도]

제2장 점검대상물의 평가

2.1 주요부재별 외관조사 결과의 분석

2.2 조사, 시험 및 측정자료 검토

2.3 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등

공사장주변 안전조치의 적정성

2.4 임시시설 및 가설공법의 안전성

2.5 건설공사 안전관리 검토

2.6 기본조사 결과 및 분석

제2장 점검대상물의 평가

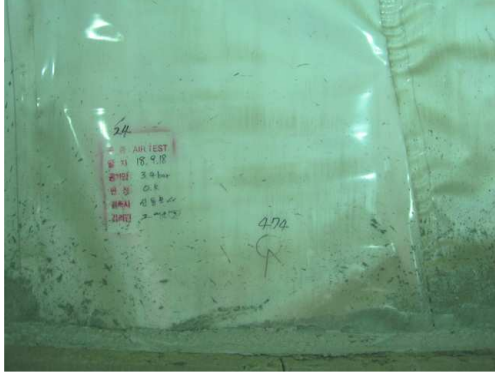
2.1 주요 부재별 외관조사 결과의 분석

서면1터널은 연장 459.0m, 도로폭 8.0m 정도의 NATM 터널로서 시·중점측에서 라이닝 콘크리트 타설을 진행중인 것으로 조사되었다.

점검 항목	점검 내용	
갱구부		
	시점측 갱구부 전경(전회)	중점측 갱구부 전경(전회)
		
	시점측 갱구부 전경(금회)	중점측 갱구부 전경(금회)
■ 점검 의견 서면1터널은 원지반 보존과 낙석 안정성 확보를 위하여 인공지반 갯문 적용하였으며, 시·중점측 갱구부에는 락볼트와 낙석방지울타리가 설치되어 있으며, 갱구부의 시공 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 시·중점측 갱구부 이완암 및 절리부의 진전은 없는 것으로 조사되었으나, 기반암 노출과 급경사 지형으로 집중호우시 낙석의 위험요소가 내재되어 있으므로 주의관찰이 필요하다.		

점검 항목	점검 내용	
라이닝 콘크리트 타설	 라이닝 콘크리트 현황	 라이닝 콘크리트 현황
	 라이닝 콘크리트 현황	 라이닝 콘크리트 현황
	■ 점검 의견 서면1터널은 시·중점측에서 라이닝 콘크리트 타설을 진행중이며, 기 타설된 라이닝 콘크리트는 균열, 재료분리 및 파손 등이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 라이닝 콘크리트 타설은 지반의 변위가 수렴된 후 실시하여야 하며, 타설시에는 재료분리가 생기지 않도록 골고루 채워져 공극이 발생하지 않도록 유의하여야 한다.	

점검 항목	점검 내용	
철근 조립, 배근	 철근 조립 및 배근 전경	 철근 배근 현황
	 철근 직경 현황	 철근 배근 현황
	■ 점검 의견 서면1터널의 콘크리트 라이닝의 보강 철근 배근구간은 지보패턴 P5와 P6 구간에 적용되어 시·중점측에서 라이닝 콘크리트 타설을 진행중인 것으로 조사되었다. 기 시공된 구간의 철근 조립 및 배근, 철근 피복 등이 양호한 것으로 조사되었다. 철근 배근시 이음의 위치는 해석상 안전한 부분에서 시공하며, 전단철근은 갈고리 부분이 인장부분을 피하도록 철근 배근시 유의하여야 한다.	

점검 항목	점검 내용	
방수 슈트	 방수슈트 시공 현황	 방수슈트 시공 현황
	 방수슈트 시공 현황	 방수슈트 시공 현황
	■ 점검 의견 서면1터널은 콘크리트 라이닝 배면의 용수처리와 침투수가 터널내부로 유입되지 않도록 전구간 방수슈트가 시공된 조사되었다. 방수슈트의 내구성, 인성 및 유연성은 기준을 만족하며, 접합상태 및 이음상태, 봉합시험 검사도 양호한 것으로 조사되었다. 천단부 부근의 방수슈트는 큰 인장응력이 작용하므로 라이닝 콘크리트 타설시 방수슈트에 손상이 없도록 유의하여 시공하여야 한다.	

2.2 조사, 시험 및 측정자료 검토

2.2.1 콘크리트 강도시험

1) 개 요

콘크리트는 물, 시멘트, 잔골재 그리고 굵은 골재로 만들어진 복합재료로서 각 재료의 품질, 배합, 타설, 양생 등에 따라 그 강도가 크게 변화된다. 이러한 콘크리트 구조물은 필요한 강도, 내구성 및 균일한 품질을 지니고 있는지에 대한 확인과, 그 품질 관리를 수행하기 위하여 콘크리트 압축강도의 측정이 필요하다. 경화된 콘크리트 구조물의 강도를 추정하는 방법에는 직접검사와 간접검사 방법, 즉 비파괴 검사법이 있다. 따라서, 본 현장에서는 대상 구조 부재에 손상 없이 강도를 산출할 수 있는 비파괴 조사방법 중의 하나인, 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 추정, 그에 따른 콘크리트 품질에 대한 평가를 하고자 하였다.

2) 조사 위치 : 서면1터널

3) 사용 기기 및 작업사진



SCHMIDT HAMMER NR형



라이닝 콘크리트 강도 측정



라이닝 콘크리트 강도 측정



라이닝 콘크리트 강도 측정

4) 반발경도 시험방법

① 각 측정 개소마다의 햄머 타격점은 20개점을 원칙으로 하고 타격점 상호간의 간격은 3 cm를 표준으로 한다.

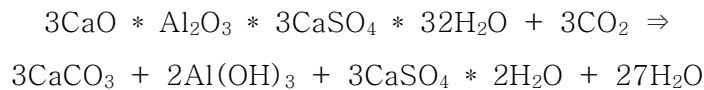
② 측정 부위의 콘크리트 두께가 10 cm 이상 되는 지점을 선정하며 측정면의 상태는 평활한 면을 원칙으로 하고 콘크리트 표면에 미장을 한 경우에는 미장면을 제거하고 사포로 표면 처리 후 실시한다.

③ 콘크리트 표면에 Schmidt Hammer NR형을 이용하여 타격하면 Recording Paper에 횡수에 따라 자동적으로 막대그래프가 그려진다.

④ 반발경도법에 의하여 강도를 추정할 경우는 다음과 같이 한다.

Schmidt Hammer의 타격에 의한 반발경도 값은 장기간 노출된 구조물의 경우 수화작용에 의하여 발생된 Ca(OH)_2 (수산화 칼슘)가 공기중의 이산화탄소와 결합하여 CaCO_3 (탄산 칼슘)로 변화가 되어 콘크리트의 재료적 특성 변화에 상당한 영향을 받게 된다.

즉, 대기 중이나 빗물 등에 녹아있는 CO_2 가 콘크리트의 시멘트와 화학반응을 일으키면 다음과 같이 되기 때문이다.



따라서, 이러한 영향을 고려하여 타격표면을 1 cm 정도 갈아내거나 표면에 직접 타격한 경우 보정을 하여야 한다.

또한, 구조물 자체의 장기 재령을 고려하여야 하므로 반발경도에 의한 현 상태의 콘크리트 압축강도 결과치에 콘크리트강도의 재령에 따른 보정계수를 곱해주어야 28일 기준의 콘크리트 압축강도를 추정할 수 있다.

$W_{28} = \alpha_t * W_n$	W_n : 재령 n일의 시험체 강도 α_t : 재령 n일에 의한 보정 계수
$(\delta = F \cdot \alpha_n)$	W_{28} : 재령 28일의 반발경도에 의한 강도

또한, 강도 시험시 철근 및 굵은 골재에 의한 반발치의 이상과다와 미세한 균열, 공극 및 표면상태 등에 의해 수치가 낮게 나오는 경우가 있으므로, 이러한 불확실한 요소를 가진 수치를 제외한 나머지 수치, 즉 가장 확실한 수치를 취합하여 콘크리트의 품질의 전반적인 흐름을 확인하는 평가 방법을 취하여야 한다.

타격방향은 입방형 공시체를 가지고 콘크리트 압축강도를 추정하는 실험 자료의 대부분이 수평 타격시 측정치가 가장 안정된 값을 나타내기 때문에 수평타격을 원칙으로 하며 실제 구조물에서는 수평타격만으로 콘크리트 압축강도를 측정할 수는 없게 되므로 타격방향에 따라 다음표와 같이 보정을 해야만 한다.

[타격방향에 따른 콘크리트 압축강도 보정]

반 발 치 (R)	상 향		하 향	
	+ 90°	+ 45°	- 45°	- 90°
30	- 4.7	- 3.1	+ 2.3	+ 3.1
40	- 3.9	- 2.6	+ 2.0	+ 2.7
50	- 3.1	- 2.1	+ 1.6	+ 2.2
60	- 2.3	- 1.6	+ 1.3	+ 1.7

[콘크리트 채령계수(n) 값]

채령(일)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
n	1.90	1.84	1.78	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40	1.36	1.32	1.28	1.25
채령(일)	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32
n	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98
채령(일)	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60
n	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86
채령(일)	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	85	88
n	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80
채령(일)	90	100	125	150	175	200	250	300	400	500	750	1000	2000	3000
n	0.80	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

[압축강도 환산표]

타격각도 α 반발도R	$\alpha - 90^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	$\alpha 0^\circ$	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha + 90^\circ$
30	25.0	23.8	21.0	17.0	14.5
31	26.0	25.0	22.0	18.0	16.0
32	28.0	26.5	23.8	19.0	17.0
33	29.0	28.0	25.0	21.0	19.0
34	31.0	29.0	26.0	22.0	20.0
35	32.0	31.0	28.0	23.8	21.8
36	34.0	32.0	29.0	25.0	23.0
37	35.0	34.0	31.0	26.5	24.5
38	37.0	35.0	32.0	28.0	26.0
39	38.0	37.0	34.0	30.0	28.0
40	40.0	38.0	35.0	31.0	29.5
41	41.0	40.0	37.0	33.0	31.0
42	42.5	41.5	38.0	34.5	32.5
43	44.0	43.0	40.0	36.0	34.0
44	46.0	45.0	42.0	38.0	36.0
45	47.0	46.0	43.0	39.5	37.5
46	49.0	48.0	45.0	41.0	39.0
47	50.0	49.5	46.5	43.0	41.0
48	52.0	51.0	48.0	44.5	43.0
49	54.0	52.5	50.0	46.0	44.5
50	55.0	54.0	51.5	48.0	46.0
51	57.0	56.0	53.0	50.0	48.0
52	58.0	57.0	55.0	51.5	50.0
53	60.0	59.0	56.5	53.0	52.0
54	60.0이상	60.0이상	58.0	55.0	53.0
55	60.0이상	60.0이상	60.0	57.0	55.0

5) 반발경도에 따른 압축강도 추정방법

슈미트햄머에 의한 반발경도법으로 콘크리트 압축강도를 추정하는 방법은 여러 실험결과에 의해 다양하게 제안되어 있으며, 본 과업에서는 보정반발경도 R_o 로부터 압축강도 (F_c)의 상관관계를 도출한 여러가지 제안식 들은 다음과 같다.

구 분	계산식	비 고
방법1	$F_c = -18.0 + 1.27 R_o \text{ (MPa)}$	일본 재료학회 강도
방법2	$F_c = (7.3 R_o + 100) \times 0.1 \text{ (MPa)}$	일본 건축학회 CNDT 소위원회 강도추정식

여기서, F_c : 추정강도(MPa) R_o : 반발경도

6) 반발경도 측정 결과

NO	측정 위치	설계기준강도 (MPa)	추정압축강도 (MPa)	판정
1	서면1터널 라이닝콘크리트 Sta.0+070	30.0	32.5	적정
2	서면1터널 라이닝콘크리트 Sta.0+140	30.0	32.9	적정
3	서면1터널 라이닝콘크리트 Sta.0+340	30.0	32.5	적정
4	서면1터널 라이닝콘크리트 Sta.0+428	30.0	34.1	적정

7) 점검 의견

서면1터널에 대한 반발경도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정되어 콘크리트 품질상태는 적절한 것으로 판단된다.

2.2.2 철근 배근상태의 적정성

1) 개 요

본 시험은 전자파레이더를 이용한 철근탐사 시험기(RC Radar)를 활용하여 철근콘크리트 구조물에 배근된 철근간격, 콘크리트 피복을 측정하기 위해 실시한다.

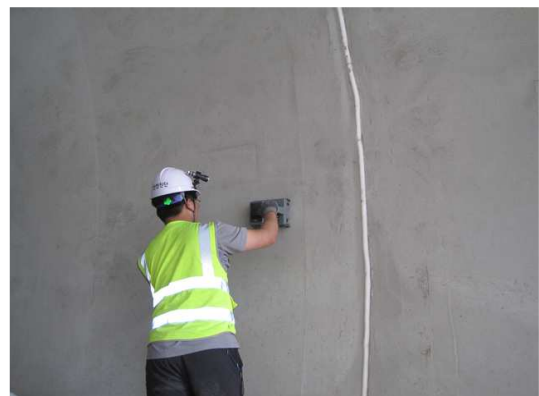
철근콘크리트 구조물의 부재 내부에 배근되어 있는 철근의 피복두께가 지나치게 작은 경우에는 콘크리트의 탄산화 등에 따른 열화손상에 대한 저항성이 저하되어 내구성이 감소할 가능성이 있으며, 피복두께가 지나치게 큰 경우에는 강도감소 등을 수반할 우려가 있으므로 철근탐사는 설계 당시와 같이 콘크리트 내에 배근되어 있는 철근의 배근상태 및 피복두께를 파악하기 위하여 실시한다.

2) 조사 위치 : 서면1터널

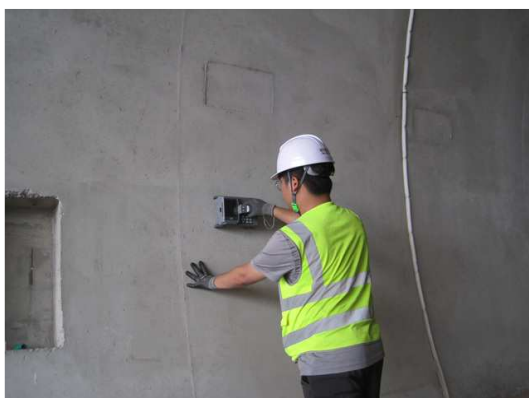
3) 사용 기기 및 작업사진



RC-Radar NJJ-95B



철근 배근 탐사



철근 배근 탐사



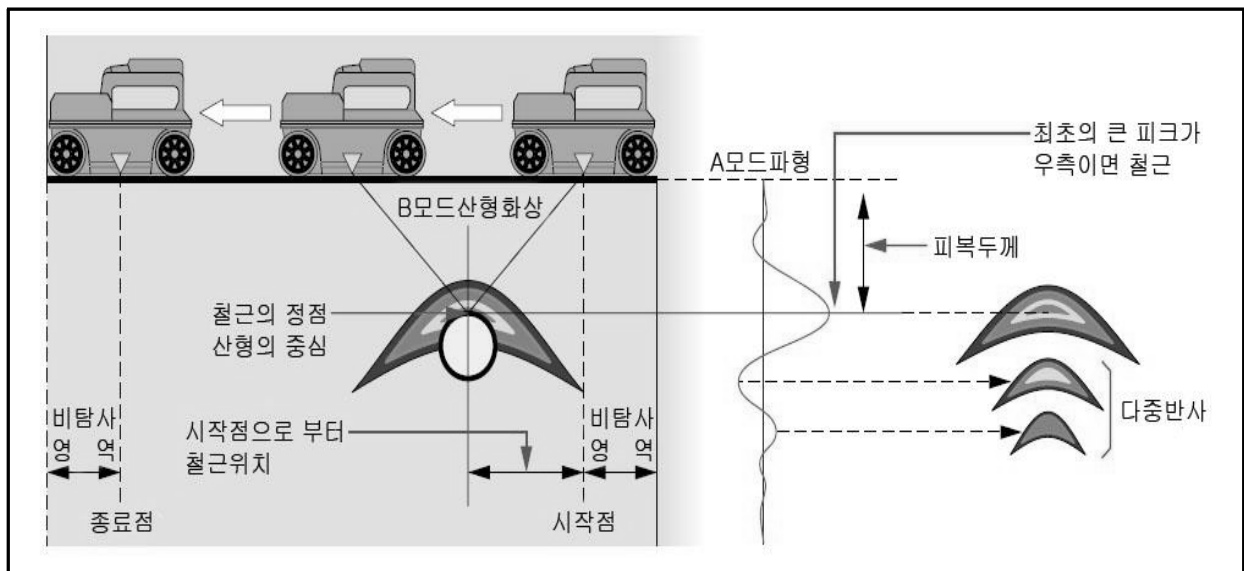
철근 배근 탐사

5) 측정 원리

본 시험에 사용된 RC-RADAR의 원리는 현재 넓게 이용되고 있는 일반의 레이더와 기본적으로 동일하다. 즉, 다음 그림(원리도)과 같이 전자파를 안테나에서 콘크리트를 향하여 방사하고, 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질이 다른 물질(철근, 매설물, 공동 등)의 반사물체와의 경계면에서 반사되어 재차 콘크리트 표면에 나와 표면 가까이에 있는 수신 안테나에 도달하기까지의 시간으로부터 반사물체까지의 거리를 알게 된다. 또한, 안테나를 콘크리트 표면에서 이동함에 따라, 수평면상의 위치를 알게 된다.

본 기기는 콘크리트 낮은 부분을 높은 분해능으로 탐사하기 때문에 Pulse폭이 지극히 짧은 1나노초(10억분의 1초)이하의 Pulse파를 송신에 이용하고 있다.

[측정 원리]



콘크리트안의 전자파 속도(V)는 다음의 식으로 표시된다.

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_y}} \quad (m/s)$$

단, C : 진공 중(공기 중)의 전자파 속도($3 \times 10^8 m/s$)

ϵ_y : 콘크리트 비유전율(예 : 6 ~ 10정도)

반사물체까지의 거리(D)는 송신시각으로부터 반사파 수신 시각까지의 시간차(T)로부터 다음 식으로 구할 수 있다.

$$D = \frac{1}{2} VT \quad (m)$$

6) 철근탐사 결과

NO	탐사 위치	철근 종류	설계치 (mm)		측정치 (mm)		판정
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
1	서면1터널 라이닝 STA.0+070	수직	125	80	125	80	적정
2		수평	250	80	250	80	적정

7) 점검 의견

서면1터널에 대한 철근탐사 결과, 철근 배근간격과 피복두께가 전반적으로 설계도면과 일치하는 것으로 탐사되어 철근 배근상태는 적정한 것으로 판단된다.

2.2.3 실내시험

울릉도 일주도로2 건설공사 현장은 품질관리계획을 수립하는 건설공사 중 특급품질관리 대상 공사 현장으로 “건설기술진흥법 시행규칙 제50조 제4항 별표5(2016.03.07개정)”의 건설공사 품질관리를 위한 시설 및 품질관리자 배치기준에 의하면 특급품질관리대상공사에서는 국가기술자격법에 의한 특급기술자 1인 이상과 중급기술자 2인 이상을 확보하여야 하고, 시험실규모는 50m² 이상을 확보하여야 한다.

<시험 · 검사장비 및 인력기준>

구 분	공사 규모	시험·검사 장비	시험실 규모	건설기술자	비고
특급품질 관리대상 건설공사	품질관리계획을 수립하는 건설공사로서 총공사비가 1,000억원 이상인 건설공사 또는 연면적 5만제곱미터 이상인 다중이용건축물의 건설공사	품질 시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험·검사장비	50m ² 이상	· 특급기술자 1인 이상 · 중급기술자 2인 이상	
고급품질 관리대상 건설공사	품질관리계획을 수립하는 건설공사로서 특급품질관리 대상 공사사가 아닌 건설공사	품질 시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험·검사장비	50m ² 이상	· 고급기술자 1인 이상 · 중급기술자 2인 이상	
중급품질 관리대상 건설공사	총공사비가 100억원 이상인 건설공사 또는 연면적 5,000제곱미터 이상인 다중이용건축물의 건설공사로서 특급 및 고급품질관리대상이 아닌 건설공사	품질 시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험·검사장비	20m ² 이상	· 중급기술자 1인 이상 · 초급기술자 1인 이상	
초급품질 관리대상 건설공사	품질관리계획을 수립하여야 하는 건설공사로서 중급품질관리대상공사가 아닌 건설공사	품질 시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험·검사장비	20m ² 이상	· 초급기술자 1인 이상	

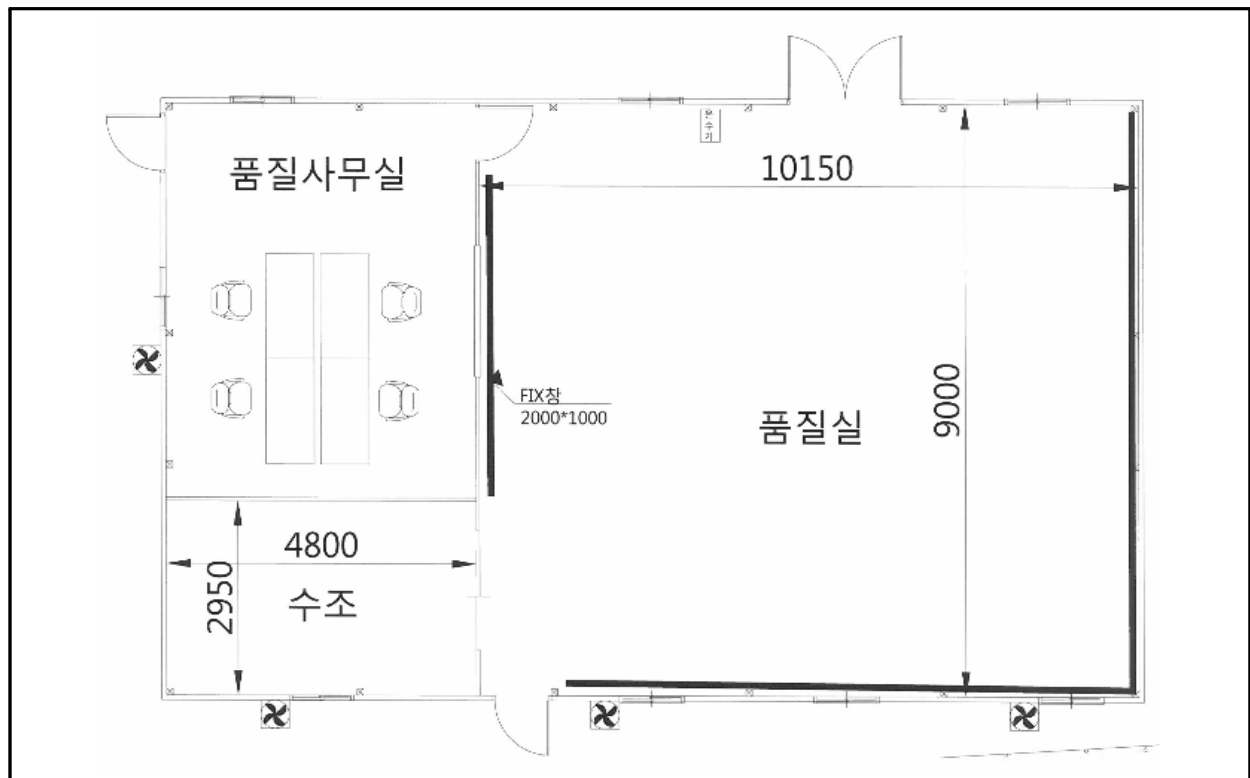
본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급기술자 1인, 고급기술자 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 105m² 정도로 법적기준인 50m² 이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

본 현장의 품질시험 및 검사에 대한 검토 결과, 각 공종별 시험 종목에 맞추어 계획을 수립하고 계획된 시험빈도에 맞추어 양호하게 시험이 실시되고 있는 것으로 조사되어 본 현장의 품질시험은 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.

<시험실 운영 현황>

구 분	항 목	법적 기준	시 행	비고
시험실규모	특급품질관리 대상공사	50m ² 이상	105m ² 설치	
시험요원	특급품질관리 대상공사	특급기술자 1인이상 중급기술자 2인이상	특급 기술자 1인 고급기술자 2인	

<시험실 평면도>



2.3 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장주변 안전조치의 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.



2.4 임시시설 및 가설공법의 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.



2.5 건설공사 안전관리 검토

2.5.1 안전관리의 목적

안전관리는 건설기술진흥법 제62조, 시행령 제98조 규정에 의하여 건설공사 안전관리 계획을 수립하도록 함에 있어 동법 시행규칙 제58조의 규정에 의거 안전관리계획서 작성에 관한 세부적인 기준을 정함으로써 건설공사의 시공시 체계적이고 효율적인 건설안전관리를 정착시키고 부실공사를 방지하여 공사목적물의 품질확보가 이루어질 수 있도록 하는데 목적이 있다.

2.5.2 안전관리 법적 기준

건설기술진흥법에서는 건설공사 현장의 안전관리에 관하여 다음과 같은 지침을 정하였으며, 관련되는 안전관련 법 조항은 다음 표와 같다.

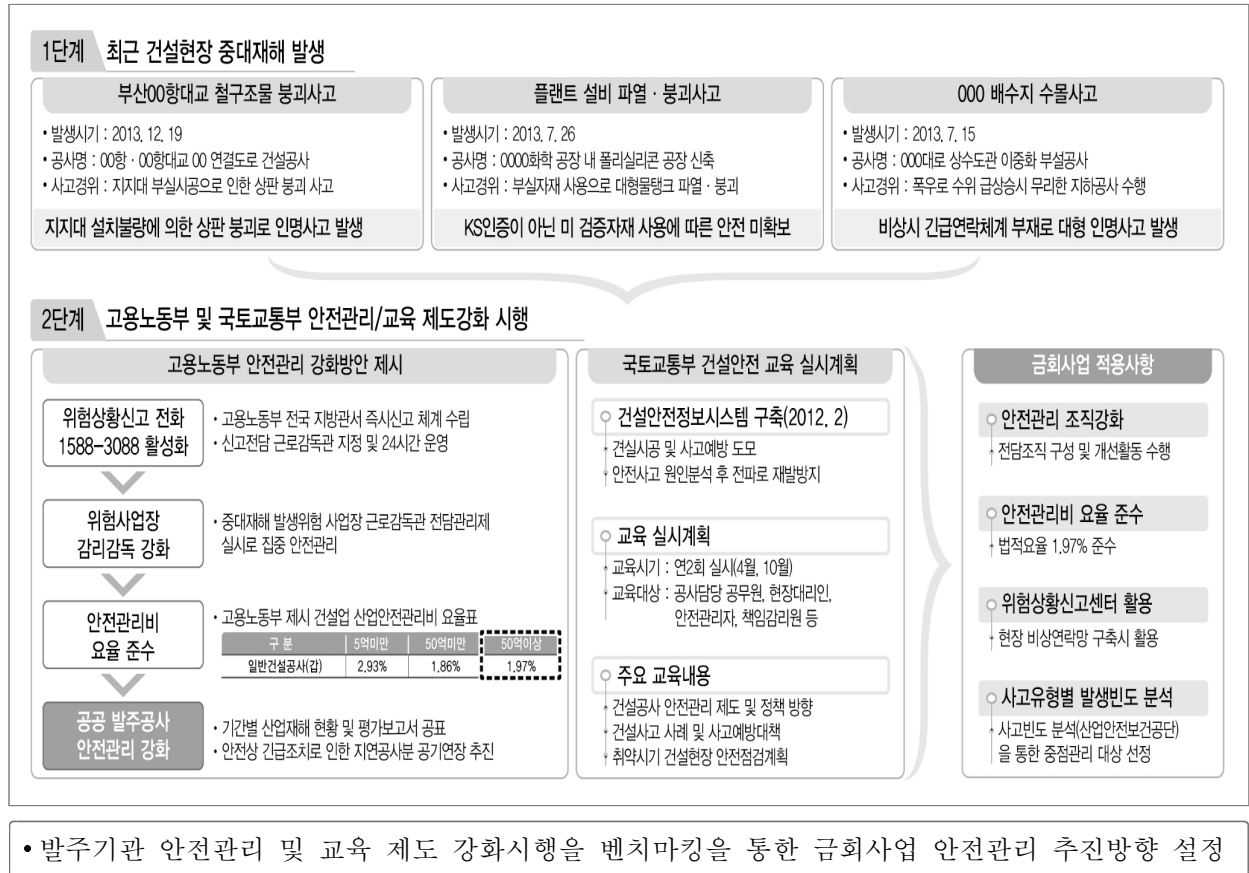
구 분		조 항	내 용
건설 기술 진흥 법	안전관리 계획	법 제62조 시행령 제98조 시행령 제99조 시행규칙 제58조	건설공사의 안전관리 안전관리계획의 수립 안전관리계획의 수립 기준 안전관리계획의 수립 기준 별표7
	안전점검	법 제62조 시행령 제100조 시행령 제101조 시행규칙 제59조	건설공사의 안전관리 안전점검의 실시, 방법 등 안전점검에 관한 종합보고서의 작성 및 보존 정기안전점검 및 정밀안전점검

2.5.3 안전관리 검토

본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적절하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적절하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.

2.5.4 울릉도 일주도로2 건설공사 안전관리계획 내용

가. 안전관리 추진방향



나. 울릉도 시공여건을 고려한 중점 안전관리

1) 과업구간 위험요소 분석



2) 위험요소별 안전대책

● 공사중 낙석사고 방지대책

이동식 낙석방지책

공사중 이동식 낙석방지책 설치

이동식 낙석방지책

- 피암터널 작업자 낙석사고 사전예방

갯구부 인공지반 조성 및 작업자 안전통로 설치

현장여건을 고려, 낙석고위험구간 선별적용

인공지반 설치

작업자 안전통로

작업자 안전통로 개요

상부 낙석방호망 설치

안전통로

일주도로2 건설공사

안전제일

터널 작업자 출입로

정리정돈

울릉도 일주도로 미개설구간 천부터널 적용

- 일주도로 미개설구간에 적용된 인공지반 및 안전통로 설치로 작업자 안전 확보

● 태풍기 안전사고 방지대책

정부 재난경보 시스템 연계

국민안전처

재난알리미 소셜서비스

→ 스마트폰 모바일 메신저

울릉군

울릉알리미 문자서비스

→ 울릉군 홈페이지 등록

기상경보

01 전 직원 의무설치

02 상황 전파자 임명

03 불시 모의훈련 실시

- 위험시기 신속 피난지원체계 구축

자재 운반선박 및 육상장비 긴급 피난계획

선박 긴급 피항 계획

1 현포항(국가어항)

- 해양수산부 지정 피항지
- 북면 인근 선박 긴급피항지 가능

2 사동항(연안항)

- 해양수산부 지정 피항지
- 서면 인근 선박 긴급피항지 선정

북면

서면

울릉읍

육상 장비 피난 계획

1 북면터널

- 현포피암~6지구 장비 긴급피난
- 최대 피난거리 L=6.2km(8분 소요)

2 서면1,2터널

- 가두봉~구암터널 장비 긴급피난
- 최대 피난거리 L=1.7km(3분 소요)

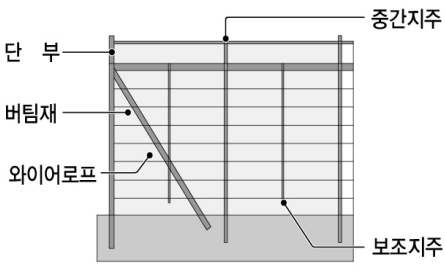
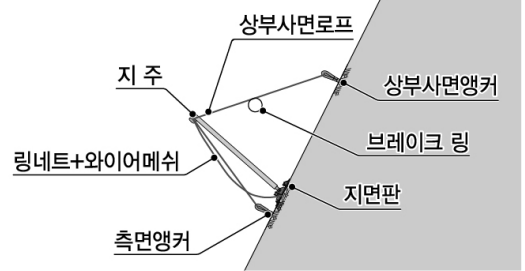
- 기존항구 이용 긴급피항 및 육상장비 터널 갭내 이동으로 인명·재산 피해 원천 방지

3) 현장 중점 안전관리계획

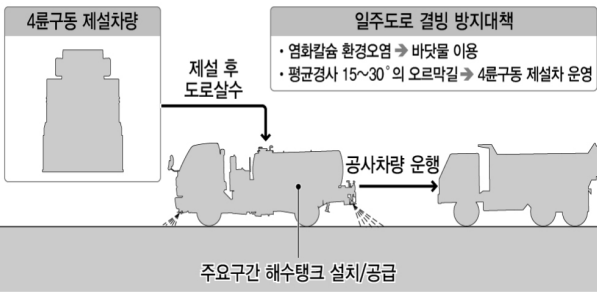
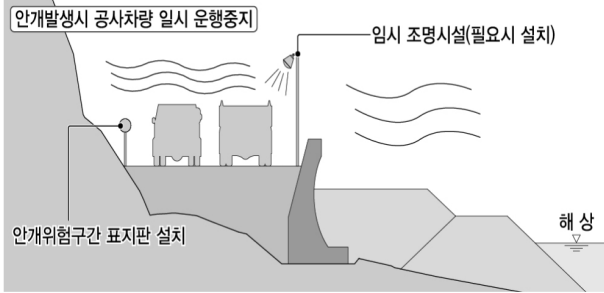
● 취약구간 안전관리

악어바위 확장구간	확폭터널 구간	신설터널 계곡부 용수발생
악어바위 (노출암괴) 천단 및 비탈면 강점유 스크리트 보강 내측암괴 영구앵커 시공 기반암 안전시설물 설치 후 차량유회 • 안전시설물 설치를 통한 통행차량 안전 확보	프로텍터 설치 (야간시간대) 운행차량 통행로 확보 4.0m 4.5m • 프로텍터 설치로 통행차량 안전 확보	프리그라우팅 Ø46mm, L=9.0m 유도배수관 상세 용출수절리 유도배수관 급결제로 코킹 용출수 6.0m • 선진수평시추, 프리그라우팅 적용

㉓ 갯구부 및 비탈면 구간 안전관리

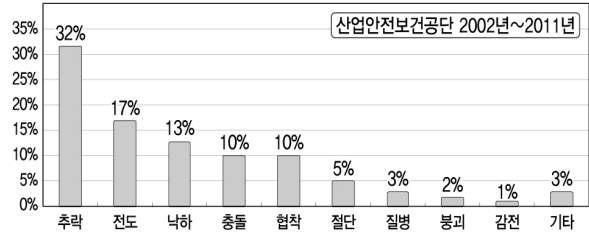
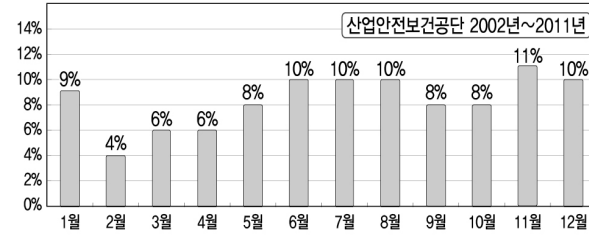
낙석방지울타리	유연성 낙석방호망
 단 부 버팀재 와이어로프 보조지주 중간지주 • 낙석위험구간 낙석방지울타리 설치	 상부사면로프 지주 링네트+와이어메쉬 측면앵커 상부사면앵커 브레이크 링 지면판 • 낙석방지울타리로 대응 불가시 설치

4) 기상여건을 고려한 안전대책

동절기 도로결빙구간	안개 발생구간
 4륜구동 제설차량 제설 후 도로살수 공사차량 운행 주요구간 해수탱크 설치/공급 일주도로 결빙 방지대책 • 염화칼슘 환경오염 → 바닷물 이용 • 평균경사 15~30°의 오르막길 → 4륜구동 제설차 운영 • 지역특성을 고려하여 해수를 활용한 결빙대책 수립 → 염화칼슘 사용제한으로 환경오염 배제	 안개발생시 공사차량 일시 운행중지 임시 조명시설(필요시 설치) 안개위험구간 표지판 설치 해상 • 위험구간 안내표지판 및 임시 조명시설 설치 → 해안 근접공사에 따른 공사차량 운행 안전성 확보

다. 공종별 안전관리계획

1) 재해유형별 안전관리대책

안전사고 발생유형 분석	월별 안전사고 발생빈도 분석
 산업안전보건공단 2002년~2011년 추락 32%, 전도 17%, 낙하 13%, 충돌 10%, 협착 10%, 절단 5%, 질병 3%, 붕괴 2%, 감전 1%, 기타 3% • 추락(32%), 전도(17%), 낙하(13%) 순으로 안전사고 발생빈도 높음	 산업안전보건공단 2002년~2011년 1월 9%, 2월 4%, 3월 6%, 4월 6%, 5월 8%, 6월 10%, 7월 10%, 8월 10%, 9월 8%, 10월 8%, 11월 11%, 12월 10% • 월별 안전사고 년도 분석으로 동·하절기 안전교육 및 점검 중점 실시

◎ 주요 발생유형별 안전관리방안

구 분	금회사업 관련작업	세부 관리방안	개 요 도
추락	- 거푸집/철근 조립 - 상부콘크리트 타설	- 안전작업발판, 안전난간 설치 및 점검 철저 - 비계 및 동바리 시공상태 및 지지부 점검	
전도	- 터파기 및 굴착 - 자재야적 및 운반	- 장비 법면부 끝부분 위치 및 작업 금지 - 자재규격에 맞는 야적장 확보 및 운반하중 준수	
낙하	- 터널굴착, 숏크리트 - 비탈면 노천발파	- 발파후 부석정리, 숏크리트 타설후 육안점검 실시 - 도로 및 민가 인접발파시 암파쇄 방호시설 설치	
충돌협착	- 포설 및 다짐 작업 - 굴삭기 작업중 회전	- 차량간 이격거리 준수 및 신호수 배치 - 장비 작업반경내 출입금지시설 설치	

2) 터널공

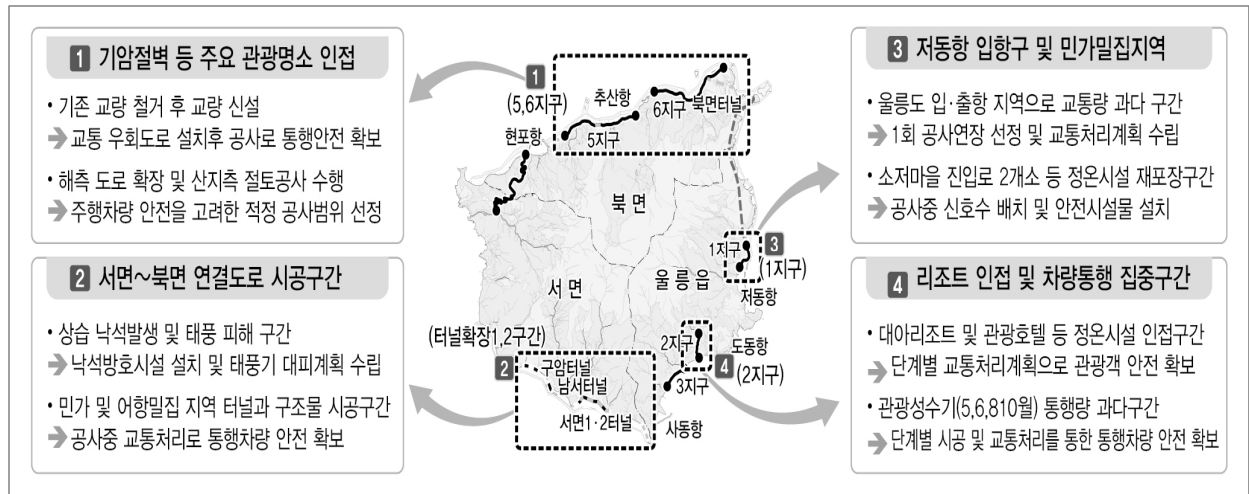
발파	인공지반 조성	프로텍터 설치
이동식 방호벽 (고무매트+충격완화물)	터널, 무근콘크리트 fck=21MPa, 프로텍터	프로텍터 설치 (야간시간대), 운행차량 통행로 확보, 4.0m, 4.5m
이동식 방호벽 설치 및 경고방송 실시	인공지반 완충작용으로 낙석사고 예방	터널 확폭중 도로 통행차량 안전 확보

3) 구조물공

교통우회도로 설치	이동식 낙석방지책	벤트지지식 동바리 적용
공사중 교통우회도로, 공사차량 진출입로, 철거 교량, 운행차량 중첩구간, 교통신호수 배치	공사중 이동식 낙석방지책 설치, 이동식 낙석방지책	벤트지지식 동바리, 상부슬래브 시공 (철근, 거푸집), 공사중 차량 통행, 일반통행 차량
교량 철거공사 전 교통우회도로 설치 및 신호수 배치로 공사차량과 동선분리	해측 구조물 시공시 낙석에 의한 작업자 안전사고 발생 차단	벤트지지식 동바리 추락방지망 설치로 작업자 및 통행차량 안전 확보

라. 공사장 주변 안전관리계획

1) 건설현장 주변 안전대책



2) 작업장내 안전시설물 설치계획

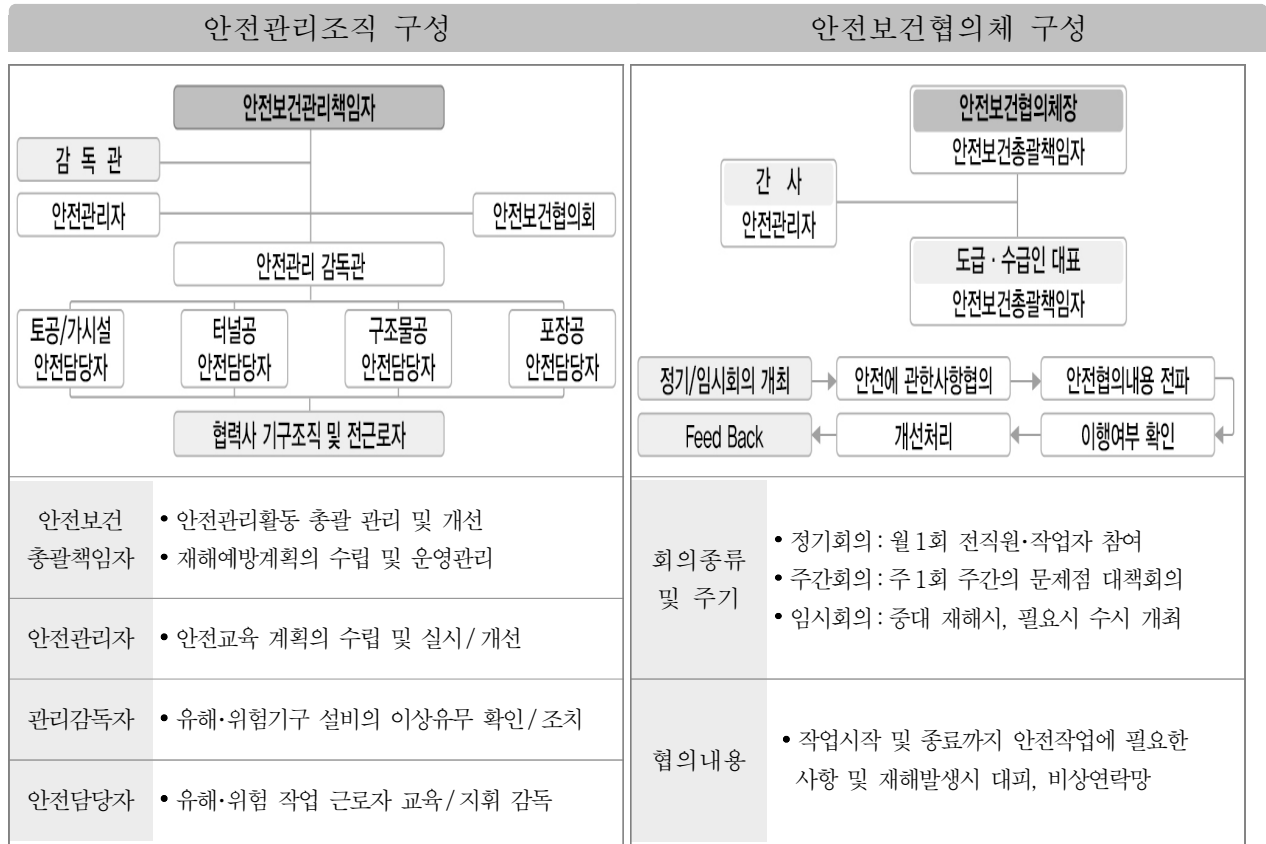
터널 갱구부 방음문	임시 방호벽	갱내 환기시설	화재방재 시설
방음문, 방음커튼, 발파 • 작업장 분리 및 소음·진동 저감	공사중 임시 방호벽, 벽체 시공, 공사중 차량통행 • 해측 난간 공사중 추락방지	급기덕트, 급기 • 발파후 가스에 의한 사고예방	소화기, 비상시설 • 산소호흡기, 손전등, 방독마스크, 구급함 • 비상 응급 장구 • 상시 비치로 화재시 신속대처

◎ 공사중 지장물 안전대책

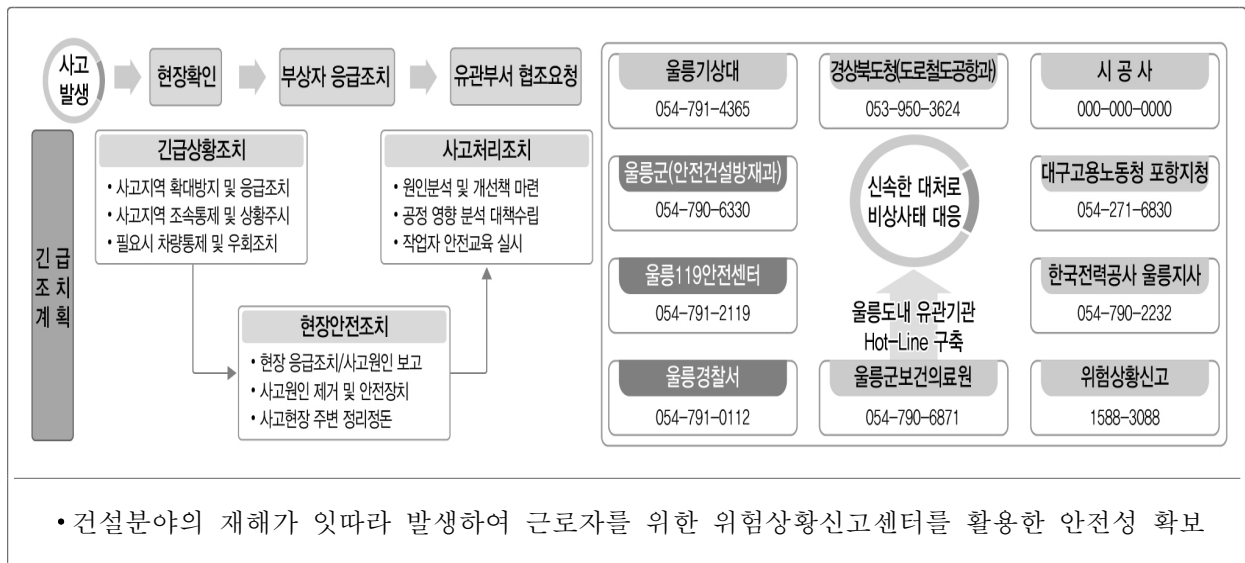
지하매설물 탐지	굴착전 안전시설물	지장물 확인	지장물 이설
탐지기, 지장물 • 탐지기를 통한 지장물 파악	공사안내표지판, 안전관리자, 안전헬스, 지장물 • 안내표지판, 안전관리자 배치	소형장비 (지표부 굴착), 인력굴착 및 육안확인, 지장물 • 출파기 실시로 발견 및 조치	지장물 관리기관 직원 입회하에 이설 작업 진행, 안전헬스, 지장물 이설 • 지장물 처리지침에 의거 시공

마. 총괄 안전관리계획

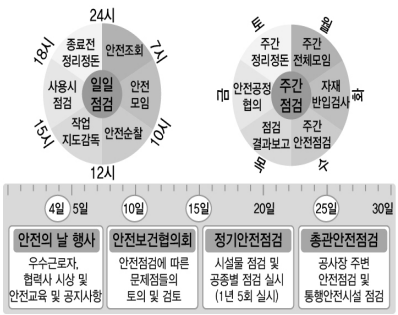
1) 안전관리 운영계획



2) 비상시 긴급조치 계획



3) 안전점검계획

현장안전점검 활동체계		현장안전점검 점검주체 및 점검시기		
 The diagram illustrates the safety check activity system. It includes a circular flow of activities: 24-hour safety management, daily safety management, weekly safety management, and monthly safety management. Below the circle is a timeline from April to May, showing specific safety check dates and activities like 'Safety Day' (안전의 날 행사), 'Safety Inspection Committee' (안전점검위원회), 'Regular Safety Check' (정기안전점검), and 'Comprehensive Safety Check' (종합안전점검).		구 분	점 검 주 체	점 검 시기
		일일점검	• 현장소장, 안전관리자, 협력업체소장	2회 / 1일
		주간점검	• 현장소장, 안전관리자, 협력업체소장	1회 / 1주
		월간점검	• 현장소장, 안전관리자, 협력업체소장	1회 / 1월
		특별점검	• 발주처, 현장소장, 안전관리자, 협력업체소장	필요시
		정기점검	• 건설안전 전문점검 대행기관	주공정 완료시
		정밀점검	• 건설안전 전문점검 대행기관	정기점검 결함시
		합동점검	• 현장소장, 해당공구장, 협력업체대표	1회 / 2개월

◎ 공종별 정기안전점검 실시시기

구 분	1차	2차	3차
터 널	갱구 굴착 등 굴착 초기단계 시공시	터널굴착 중기단계 시공시	라이닝콘크리트 치기 중단단계 시공시
교 량	가시설공사 및 기초공사 시공시	허부공사 시공시	상부공사 시공시
옹 벽	가시설공사 및 기초공사 시공시	구조체공사 시공시	-
절토 사면	비탈면 깎기 완료후	비탈면 보호공 시공시	-
폭발품 이용공사	총공정의 초중기단계 시공시	총공정의 말기단계 시공시	-

4) 안전교육계획

구 분	교육명	교육대상	교육시간	교육내용
정기교육	감독자 정기교육	• 현장직원 • 협력업체 직원	• 반기 8시간 • 연간 16시간	• 관리감독자의 직무 / 산업안전보건법령 • 안전작업방법 지도요령교육 및 평가
	근로자 정기교육	• 전근로자	• 매월 2시간	• 안전작업방법 및 안전수칙 준수사항 • 개인보호구 착용 및 안전의식 계몽
수시교육	신규채용 최초교육	• 신규채용 근로자	• 1시간 이상	• 위험포인트 작성발표 • 보호구 착용요령 및 비상시 대피 요령
	특별 안전교육	• 유해·위험 공종 투입 근로자	• 2시간 이상	• 당해 작업의 유해·위험 요소 • 당해 작업 위험요소 및 안전작업 병행
	일상 안전교육	• 당일 직접 투입 근로자	• 매일 10분	• 당일작업에 대한 안전사항 • 안전장구 착용 및 안전장치 취급방법

2.6 기본조사 결과 및 분석

2.6.1 주요부재별 외관조사 결과의 분석

1) 갱구부

서면1터널은 원지반 보존과 낙석 안정성 확보를 위하여 인공지반 갱문 적용하였으며, 시·중점측 갱구부는 락볼트와 낙석방지울타리가 설치되어 있으며, 갱구부의 시공 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

시·중점측 갱구부 이완암 및 절리부의 진전은 없는 것으로 조사되었으나, 기반암 노출과 급경사 지형으로 집중호우시 낙석의 위험요소가 내재되어 있으므로 주의관찰이 필요하다.

2) 라이닝 콘크리트 치기

서면1터널은 시·중점측에서 라이닝 콘크리트 타설을 진행중이며, 기 타설된 라이닝 콘크리트는 균열, 재료분리 및 파손 등이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

라이닝 콘크리트 타설은 지반의 변위가 수렴된 후 실시하여야 하며, 타설시에는 재료 분리가 생기지 않도록 골고루 채워져 공극이 발생하지 않도록 유의하여야 한다.

3) 철근 조립 및 배근

서면1터널의 콘크리트 라이닝의 보강 철근 배근구간은 지보패턴 P5와 P6 구간에 적용되어 시·중점측에서 라이닝 콘크리트 타설을 진행중인 것으로 조사되었다.

기 시공된 구간의 철근 조립 및 배근, 철근 피복 등이 양호한 것으로 조사되었다.

철근 배근시 이음의 위치는 해석상 안전한 부분에서 시공하며, 전단철근은 갈고리 부분이 인장부분을 피하도록 철근 배근시 유의하여야 한다.

4) 방수 쉬트

서면1터널은 콘크리트 라이닝 배면의 용수처리와 침투수가 터널내부로 유입되지 않도록 전구간 방수쉬트가 시공된 조사되었다.

방수쉬트의 내구성, 인성 및 유연성은 기준을 만족하며, 접합상태 및 이음상태, 봉합 시험 검사도 양호한 것으로 조사되었다.

천단부 부근의 방수쉬트는 큰 인장응력이 작용하므로 라이닝 콘크리트 타설시 방수쉬트에 손상이 없도록 유의하여 시공하여야 한다.

2.6.2 조사, 시험 및 측정자료 검토

1) 콘크리트 강도시험

서면1터널에 대한 반발경도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정되어 콘크리트 품질상태는 적절한 것으로 판단된다.

2) 철근 배근상태의 적정성

서면1터널에 대한 철근탐사 결과, 철근 배근간격과 피복두께가 전반적으로 설계도면과 일치하는 것으로 탐사되어 철근 배근상태는 적절한 것으로 판단된다.

3) 실내시험

본 현장의 품질시험 및 검사에 대한 검토 결과, 각 공종별 시험 종목에 맞추어 계획을 수립하고 계획된 시험빈도에 맞추어 양호하게 시험이 실시되고 있는 것으로 조사되어 본 현장의 품질시험은 적절하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.

2.6.3 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장주변 안전조치의 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.

2.6.4 임시시설 및 가설공법의 안전성

본 현장은 설계도서 및 시공계획에 맞추어 전반적으로 시공이 원만히 진행되고 있었으며, 방수슈트, 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.

2.6.5 건설공사 안전관리 검토

본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적절하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적절하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.

서면1터널 정기안전점검표

구분	공 중	점검 결과			조치사항
		양호	보통	불량	
1	시공계획 및 준비공	●			
2	터널 측량	●			
3	암반의 분류 및 활용	●			
4	터널 굴착	●			
5	버력처리 및 운반	●			
6	지 보 공	●			
7	보조공법	●			
8	거 푸 집	●			
9	콘크리트 라이닝	●			
10	배수 및 방수	●			
11	갱 구 부	●			
12	터널 계측	●			
13	타일붙임 및 내오염도장				해당사항 없음
14	시공중 부대시설	●			
15	전기 및 기계설비	●			
16	안전 관리	●			

제3 종합결론

3.1 정기안전점검 결과의 종합결론

3.2 시공시 특별관리가 필요한 사항

3.3 기 점검시 지적사항에 대한 조치사항

3.4 기타 필요한 사항

제3장 종합결론

3.1 정기안전점검 결과의 종합결론

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.

3.2 시공시 특별한 관리가 요구되는 사항

라이닝 콘크리트 타설은 지반의 변위가 수렴된 후 실시하여야 하며, 타설시에는 재료분리가 생기지 않도록 골고루 채워져 공극이 발생하지 않도록 유의하여야 한다.

3.3 과거 점검 시 지적사항에 대한 조치사항

본 현장의 과거 점검시 지적된 사항이 없으므로 해당사항이 없다.

3.4 기타 필요한 사항

울릉도 일주도로2 건설공사 현장은 지역특성상 다수의 관광객이 출입하므로 공사중 통행 차량의 교통처리 대책과 안전관리대책에 만전을 기하여야 할 것으로 판단된다.

특히, 해빙기 동결융해에 의한 갱구부 사면 낙석위험구간은 철저한 관리 및 주의관찰이 필요하다.

부 록

1. 사진첩
2. 품질관리 관련자료
3. 반발경도 자료
4. 철근탐사 자료
5. 참여기술자 안전진단 교육 수료증

1. 사진첩



서면1터널 시점부 갱구 전경



서면1터널 종점부 내부 전경



라이닝 콘크리트 현황



라이닝 콘크리트 현황



라이닝 콘크리트 현황



라이닝 콘크리트 현황



철근 조립 및 배근 전경



철근 배근 현황



철근 직경 현황



철근 배근 현황



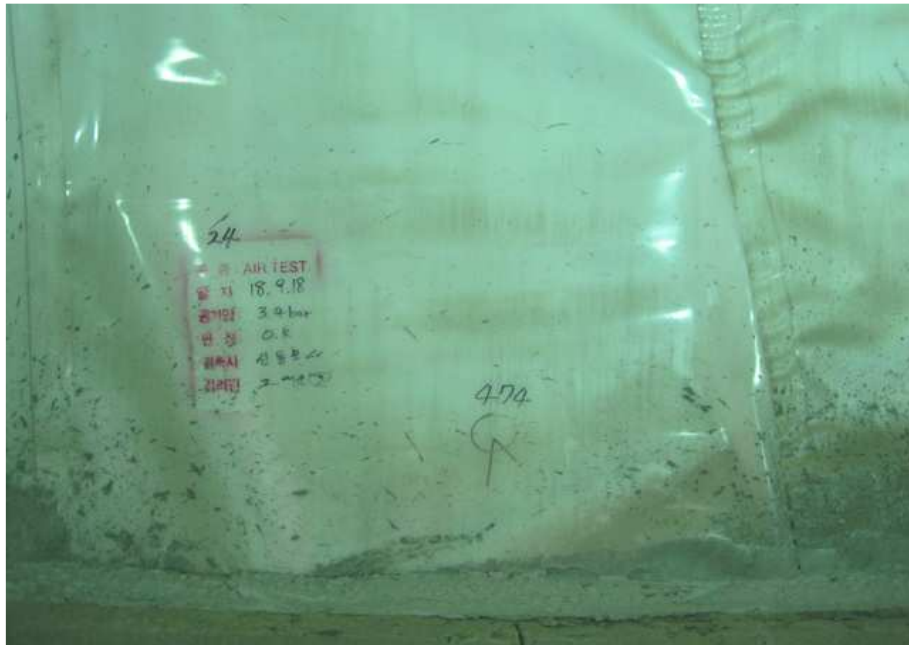
방수쉬트 시공 현황



방수쉬트 시공 현황



방수쉬트 시공 현황



방수쉬트 시공 현황



라이닝 콘크리트 강도 측정



라이닝 콘크리트 강도 측정



철근 배근 탐사



철근 배근 탐사



자재정리 현황



위험물 저장소 현황



라이닝 콘크리트 타설 가시설 현황



방수쉬트 작업 가시설 현황



라이닝 콘크리트 슬럼프 시험



안전교육 현황

2. 품질관리 관련자료

방수막 진공 검사

공 사 명		울릉도 일주도로2 건설공사		시 험 일 자		2019년 08월 23일			
시 험 장 소		서면1터널, 서면2터널		시 험 위 치		STA.0+049.7~0+061.3, 방향전환소 STA.0+768.0			
No.	시험위치	시험방법	진공압력(Mpa)	거품발생유무		판 정	비 고		
				유	무				
1-시험	서면1터널	진공검사	0.02		○	합격			
2-시험			0.02		○	합격			
3-시험			0.02		○	합격			
4-시험			0.02		○	합격			
5-시험			0.02		○	합격			
6-시험			0.02		○	합격			
7-시험			0.02		○	합격			
8-시험			0.02		○	합격			
9-시험			0.02		○	합격			
10-시험			0.02		○	합격			
11-시험			0.02		○	합격			
12-시험			0.02		○	합격			
13-시험			0.02		○	합격			
14-시험			0.02		○	합격			
15-시험			0.02		○	합격			
16-시험			0.02		○	합격			
17-시험			0.02		○	합격			
18-시험			0.02		○	합격			
19-시험			0.02		○	합격			
20-시험			0.02		○	합격			
1-방향	서면2터널		0.02		○	합격			
2-방향			0.02		○	합격			
3-방향			0.02		○	합격			
4-방향			0.02		○	합격			
5-방향			0.02		○	합격			
6-방향			0.02		○	합격			
7-방향			0.02		○	합격			
8-방향			0.02		○	합격			
9-방향			0.02		○	합격			
10-방향			0.02		○	합격			
11-방향			0.02		○	합격			
1-전기			0.02		○	합격			
2-전기			0.02		○	합격			
3-전기			0.02		○	합격			
4-전기			0.02		○	합격			
5-전기			0.02		○	합격			
비 고(Remark)									
*품질기준 : 147mmHg(1mmHg=0.00135926kg/cm²)의 진공압력에서도 거품이 발생되어서는 안된다. 147mmHg = 0.93MPa									
시 험 자 : 최 문 열 (인)		확 인 자 : 이 국 호 (인)		건설사업관리기술자 : 임 용 진 (인)					

울릉도 일주도로2 건설공사

DAELIM

www.daelim.co.kr

서면1터널 진공검사 위치

평면도

A
B
C
D
E

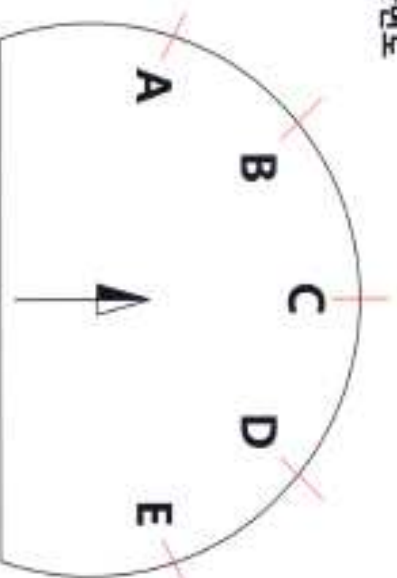
94	95	96	97	98	99	74	75	76	77	49	50	51	52	53
100	101	102	103	104	78	79	80	81	54	55	56	57	58	
101	105	106	107	82	83	84	원격 검사 위치	59	60	61	62	63		
106	108	109	86	87	88	89	64	65	66	67	68			
109	90	91	92	93	69	70	71	72	73					

STA.0+049.7

STA.0+061.3

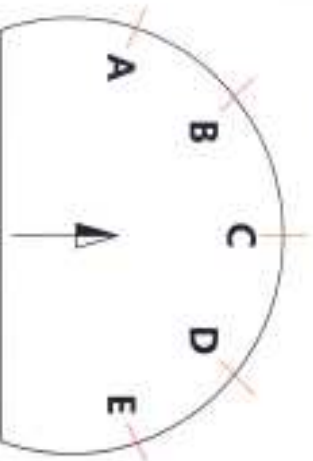
STA.0+089.3

단면도

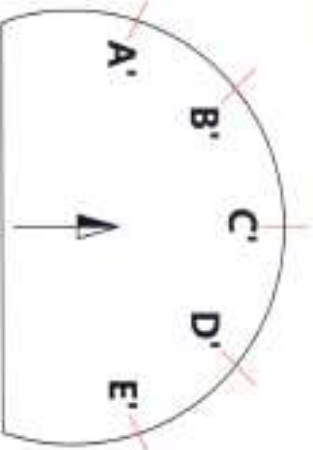


서면1터널 진공검사 위치

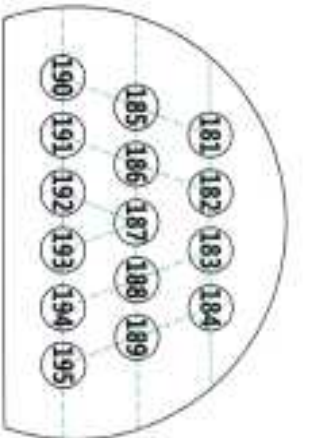
■단면도 (본선)



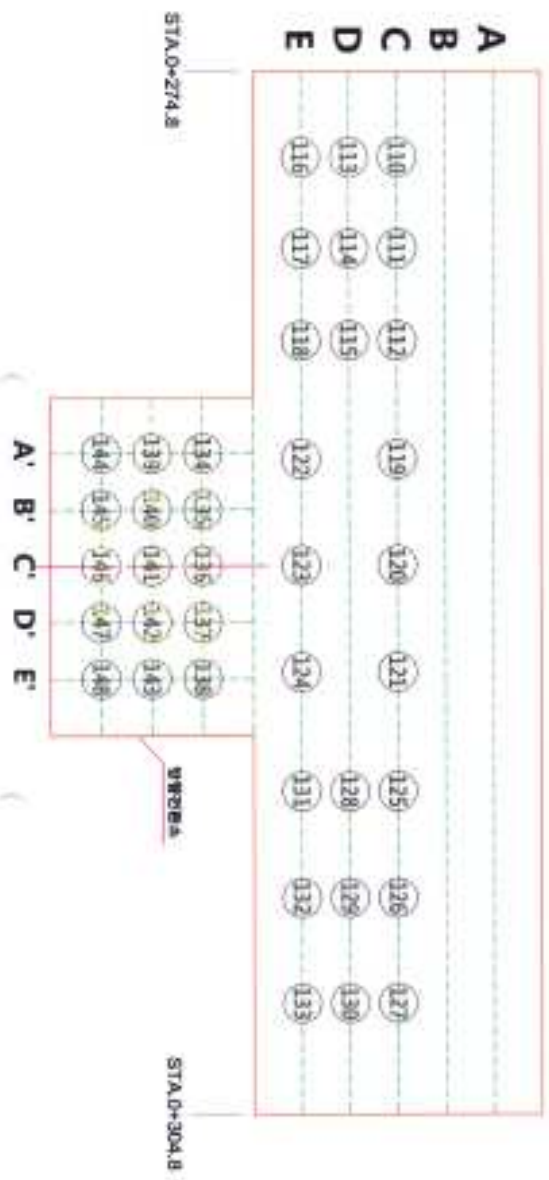
■단면도 (방향전환소)



■단면도 (a-a')



■평면도



사 진 대 지

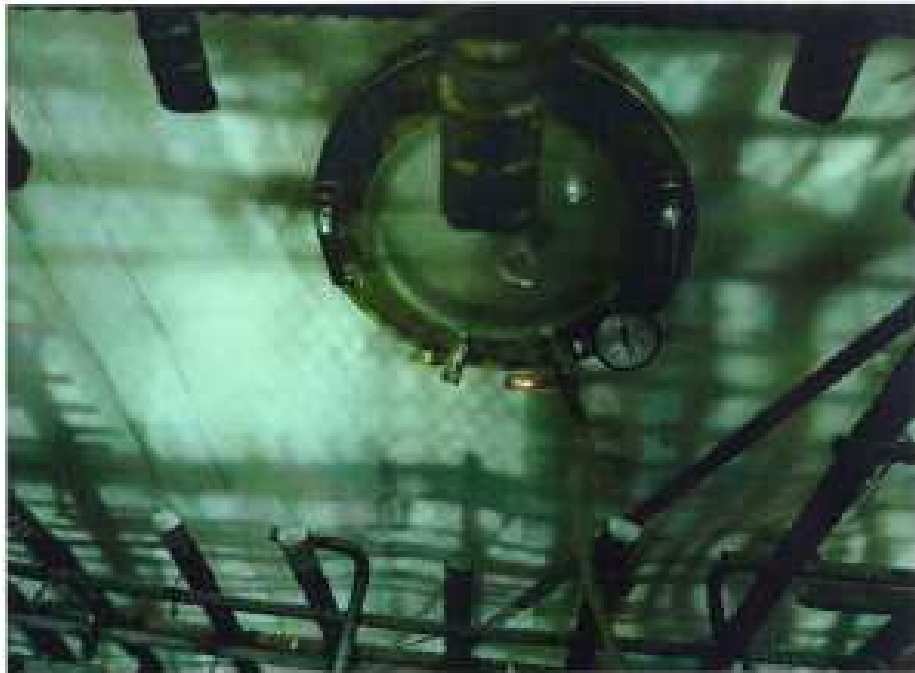


내 용	방수막 진공경사		
위 치	서면1터널 시정부. 방향전환소(추가)	일 자	2019.08.23



내 용	방수막 진공경사		
위 치	서면1터널 시정부(추가)	일 자	2019.08.23

사 진 대 지



내 용	발수막 침공검사		
위 치	서면1터널 방형전환소(추가)	일 자	2019.08.23



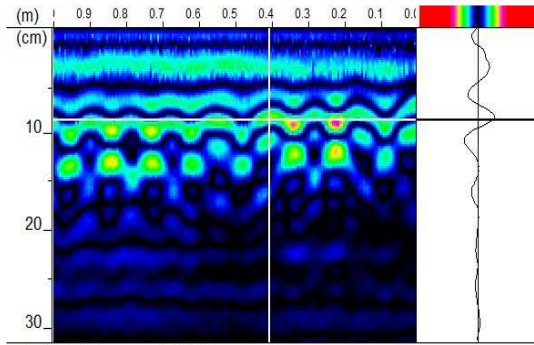
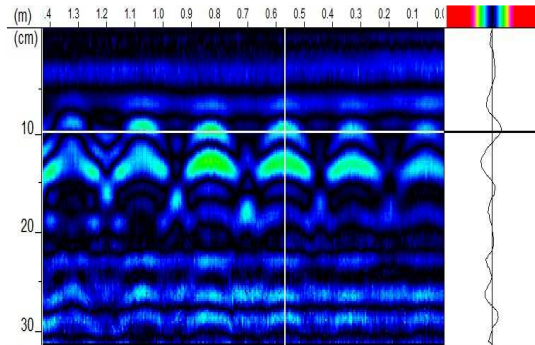
내 용	발수막 침공검사		
위 치	서면1터널 방형전환소(추가)	일 자	2019.08.23

3. 반발경도자료

서면1터널 강도조사 자료

용역명 :		울릉도 일주도로2 건설공사 경기안전점검 용역															
시험위치 :		라이닝콘크리트 측벽부				설계조건 :		라이닝 :		30mpa							
표면상태 :		양호				재형일 :		48일									
함수상태 :		건조				재형계수 :		0.89									
시 험 결 과																	
위 치	반 발 경 도					평균치 R	신뢰 범위	재평균 R	타격 각도 α	각도 보정 ΔR_1	승환 보정 ΔR_2	기준 경도 R_0	재형 계수 α_n	재료 확회식 (MPa)	건축 확회식 (MPa)	평균 (MPa)	판정
Sta.70.0 측벽부	41	41	40	42	41	40.9	32.7 ~ 49.0	40.9	0°	0.0	0.0	40.9	0.89	30.2	34.7	32.5	O.K
	38	37	36	36	43												
	44	44	45	43	41												
	42	42	40	38	43												
Sta.140.0 측벽부	41	43	40	40	42	41.3	33.0 ~ 49.6	41.3	0°	0.0	0.0	41.3	0.89	30.7	35.0	32.9	O.K
	43	43	42	40	39												
	38	38	37	41	40												
	45	43	44	43	44												
Sta.340.0 측벽부	43	43	42	42	40	40.9	32.7 ~ 49.1	40.9	0°	0.0	0.0	40.9	0.89	30.2	34.8	32.5	O.K
	41	40	42	47	46												
	45	45	45	40	38												
	38	36	35	35	35												
Sta.428.0 측벽부	45	45	43	40	43	42.7	34.1 ~ 51.2	42.7	0°	0.0	0.0	42.7	0.89	32.2	35.9	34.1	O.K
	47	44	45	43	42												
	40	40	42	38	43												
	44	43	42	44	40												

4. 철근탐사자료

탐 사 위 치						탐 사 위 치					
위치	서면1터널 Sta.0+070				수직철근	위치	서면1터널 Sta.0+070				수평철근
탐 사 결 과						탐 사 결 과					
철근간격	125	mm	피복두께	100	mm	철근간격	250	mm	피복두께	100	mm
											

5. 참여기술자 안전진단 교육 수료증

제 7823 호

[재발급용]

2016년 09월 22일

수료증

소 속 (주)아워브레인

성 명 인승철

생년월일 1973년 06월 16일

교육기간 07. 09. 03 ~ 07. 09. 14. 73시간

교육근거 건설기술진흥법 제20조

시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제7조

근로자직업능력개발법 제20조

상기인은 위 교육근거에 따라 건설기술자 교육

정밀안전진단과정 교량 및 터널반(88기)을 수료하여

이 증서를 수여합니다.

2007년 09월 14일

한국시설안전공단이사장



제 8407 호

[재발급용]

2016년 10월 14일

수료증

소 속 한세이앤씨(주)

성 명 김문호

생 년 월 일 1946년 03월 12일

교육기간 08. 06. 09 ~ 08. 06. 20, 73시간

교육근거 건설기술진흥법 제20조

시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제7조

근로자직업능력개발법 제20조

상기인은 위 교육근거에 따라 건설기술자 교육

정밀안전진단과정 교량 및 터널반(96기)을 수료하여

이 증서를 수여합니다.

2008년 06월 20일

한국시설안전공단이사장



제 9775 호

[재발급용]
2015년 09월 02일

수 료 증

소 속 (주)아워브레인

성 명 서동진

생 년 월 일 1982 년 12 월 05 일

교 육 기 간 2010.01.11~2010.01.22, 73시간

교 육 근 거 건설기술진흥법 제20조

시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제7조

근로자직업능력개발법 제24조

상기인은 위 교육근거에 따라 건설기술자 교육
정밀안전진단과정 교량 및 터널반을 수료하여
이 증서를 수여합니다.

2010년 01월 22일

제 19779 호

수 료 증

소 속 (주)명성엔지니어링

성 명 유재희

생년월일 1985년 08월 16일

교육기간 2017.07.10. ~ 2017.07.21., 70시간

교육근거 건설기술진흥법 제20조

시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제7조

근로자직업능력개발법 제20조

상기인은 위 교육근거에 따라 건설기술자 교육
정밀안전진단과정 제233기 교량 및 터널반을
수료하여 이 증서를 수여합니다.

2017년 07월 21일

한국시설안전공단이사장

