울릉도 일주도로2 건설공사
정 기 안 전 점 검 보 고 서

< 서면2터널 - 2차 >

2018. 06

시 공 사 : DAELIM 대림산업(주)

점검기관 : MS MYOUNG SEONG (주)명성엔지니어링

울릉도일주도로2건설공사 서면2터널

2차 정기안전점검보고서

2018.06

㈜명성엔지니어링

[별지 제6호서식] <개정 2011.11.18>

등 록 번 호 경기 제177호

안전진단전문기관 등록증

1. 상 호 : ㈜ 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 안전진단전문기관으로 등록합니다.

2016년 06월 20일

경 기 도 지 사 경기도지사인 민원실전용

210mm×297mm[보존용지 120g/㎡]

제 출 문

대림산업주식회사 귀하

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

2018년 6월

(주)명성엔지니어링

대표이사 김 선 무 (인)

참여기술자 명단

□ 용 역 명 : 울릉도 일주도로2 건설공사 정기안전점검용역

□ 용역기간 : 2018년 6월

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

위 치 도

6지구 2구간 옹벽
북면터널
서면 1,2터널
북면터널
L=583m
5지구(확포장)
L=2.89km
4지구(비선도로)
L=4.12km
L=100m
1지구(재포장)
L=0.88km
2지구(재포장)
L=0.77km
3지구(확포장)
L=0.72km
남서피암터널
터널확장구간(1)
터널확장구간(2)

공사 현황도

과업시점(VI)
STA.0+000
과업종점(VI)
STA.3+100
90
천부 마을
천 부 1 리
죽암1교
L=20.0m
삼선교
L=16.5m
죽암 마을
천 부 3 리
북면터널
L=583m
보루산
기존도로 폭원 6.0m

터널확장구간(1)
프로텍터 적용으로
교통단절 없는 확장계획
남양마을
구암터널
L=53m
남양항
친수공원
남서터널
L=14m
서면1터널
L=459m
태풍 및 낙석 피해를
완전배제한 우회노선 계획
서면2터널
L=620m
통구미마을
태풍 및 낙석 피해구간
태풍 및 낙석 피해구간
통구미
향나무 자생지
터널확장구간(2)

전경 사진

서면2터널 시점부 갱구 전경

서면2터널 내부 전경

요 약 문

1 과업의 목적

본 과업은 『울릉도 일주도로2 건설공사』 현장의 과업대상 구조물에 대하여 "건설기술진흥법 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 서면2터널 현황

노 선 명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위 치	경북 울릉군 서면 남양리	공사이정	시점 : STA. 0+610 종점 : STA. 1+230
형 식	난 형	환기방식	제트팬 (Φ800 고속방식형 2대)
연 장	620m	도로폭원	8.8m(2차로)
내공단면	68.7㎡	평면선형	R=96.0 ~ R=150.0
종단경사	4.90% ~ -7.77%	편 경 사	±5.0%
갱문형식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연결통로	방향전환소 1개소
주요공법	NATM	보조공법	락볼트, 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	라이닝콘크리트 치기 중간단계		

4 정기안전점검 결과

점검 항목		점검 결과	개선 대책	비고
임시시설 및 가설공법의 안전성		설치상태 적정	–	
비파괴시험 결과	콘크리트 압축강도	압축강도 적정	–	
	철근배근 조사	해당사항 없음	–	
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		

5 종합 결론

■ 본 정기안전점검 대상인 서면2터널 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.

■ 서면2터널은 현재 굴착 마무리 단계로 관통부 굴착시 락볼트와 훠폴링 등의 보조공법을 병행하여 천단부 안전성 확보와 여굴 발생 억제에 유의하여 굴착하여야 한다. 특히, 시·종점측 갱구부는 급경사 지형으로 발파 및 집중호우시 낙석의 위험요소(이완암, 절리부)가 내재되어 있으므로 주의관찰이 요구되며, 낙석 징후시 낙석방지 대책과 안전조치가 필요하다.

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

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 ····· 22

2.3 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장주변 안전조치의 적정성 ····· 30

2.4 임시시설 및 가설공법의 안전성 ····· 31

2.5 건설공사 안전관리 검토 ····· 31

2.6 기본조사 결과 및 분석 ····· 39

제3장 종합결론 ····· 43

3.1 정기안전점검 결과의 종합결론 ····· 44

3.2 시공시 특별관리가 필요한 사항 ····· 44

3.3 기 점검시 지적사항에 대한 조치사항 ····· 44

3.4 기타 필요한 사항 ····· 44

▣ 부 록

1. 사진첩

2. 품질관리 관련자료

3. 반발경도 자료

4. 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 "건설기술진흥법 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.

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 ~ 2020년 12월		
공사금액	1,392억원(관급자재비 211억원, VAT포함)		
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㈜[45%]외 6개사
설 계 사	㈜동성엔지니어링 외	감 리 사	㈜수성엔지니어링 외 2개사

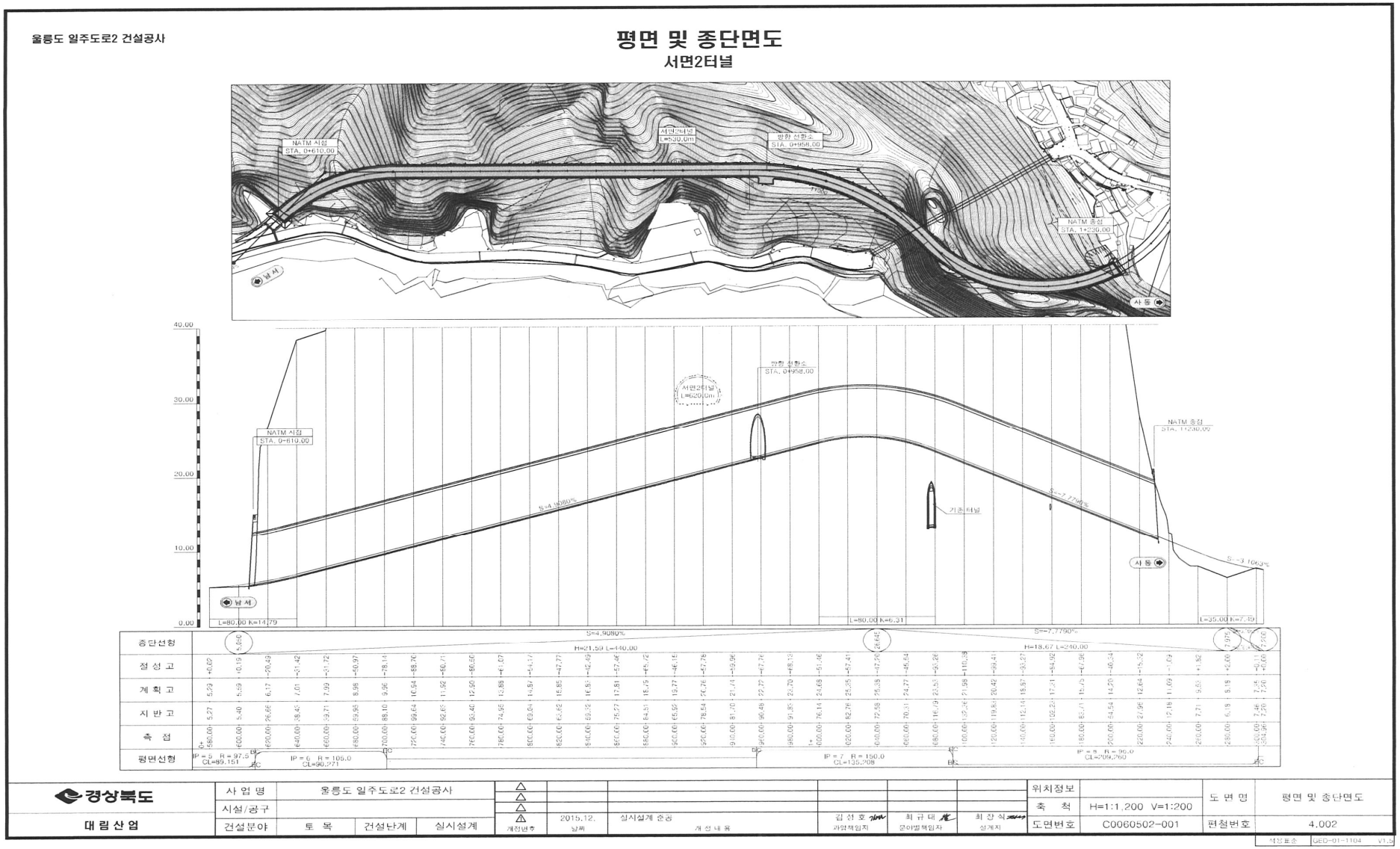
1.1.3 정기안전점검 대상시설물 현황

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	2종	
서면2터널	**STA.0+610~1+230**	**NATM**	**8.8**	**620**	**2종**	
북면터널	STA.2+475~3+058	NATM	8.8	583	2종	
6지구 2구간 옹벽	STA.0+200~0+800	콘크리트	3.0~8.0	600	2종	

1.1.4 서면2터널 현황표

노 선 명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위 치	경북 울릉군 서면 남양리	공사이정	시점 : STA. 0+610 종점 : STA. 1+230
형 식	난 형	환기방식	제트팬 (Φ800 고속방식형 2대)
연 장	620m	도로폭원	8.8m(2차로)
내공단면	68.7㎡	평면선형	R=96.0 ~ R=150.0
종단경사	4.90% ~ -7.77%	편 경 사	±5.0%
갱문형식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연결통로	방향전환소 1개소
주요공법	NATM	보조공법	락볼트, 강관보강그라우팅

1.1.5 서면2터널 관련도면



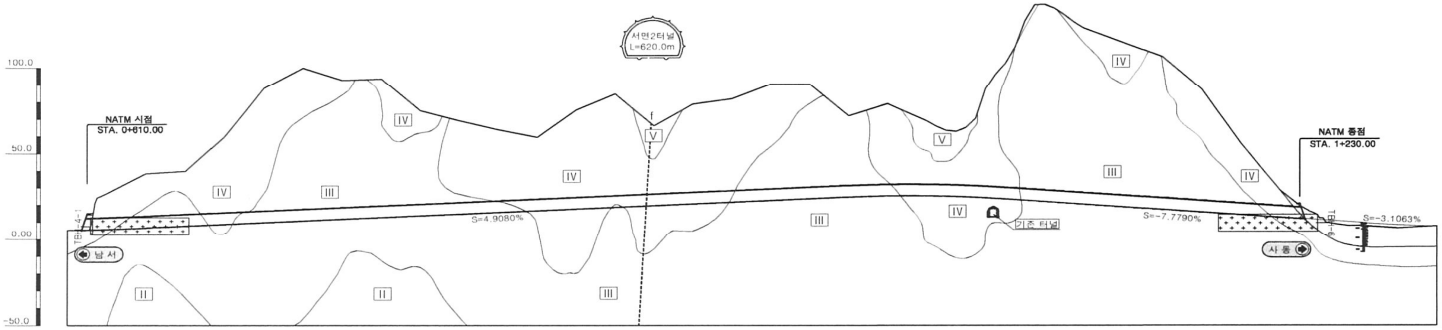
울릉도 일주도로2 건설공사

지질 개요도

서면2터널

NOTE

1. 지보패턴 적용구간은 지반조사 결과, 지형 및 터널현황 등을 종합적으로 분석하여 선정 하였으나 시공중 지반조건이 설계와 상이할 경우 감독원과 협의하여 지보패턴 적용위치를 변경 할 수 있다.
2. 시공중 연약대나 용출수 예상구간은 갑지천공과 TSP탐사 등을 실시하여 사전 전방 지질상태를 분석하고 휘폴링, 보강그라우팅등 보강대책의 적정성을 확인한 후 시공하여야 한다.
3. 시공중 조사 및 막장 관찰결과를 분석하고 구조물 계획, 지반현황, 계측결과를 종합분석하여 필요시 지보패턴이나 보강공법을 변경하여야 한다.



측 점	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+160
암 층	현무암질 암류						
지질특이사항	선구조						
암반 등급 상부1.0D	IV III IV III IV III IV III IV						
암반 등급 터널	IV III II III IV III IV III IV III II III IV III IV						
지 보 패 턴	P-6-4 P-5-1 P-6-1 P-4 P-3 P-4 P-3 P-4 P-5-1 P-4 P-3 P-4 P-5-1 P-3 P-4 P-5-1 P-6-4 P-6-1						
지보패턴 연장(m)	3 12 12 6 20 36 96 96 12 45 68 51 24 108 3 12 12 4						
보 조 공 법	강관다단 휘폴링 휘폴링 휘폴링 휘폴링 강관다단						
콘크리트 라이닝	철근보강 철근보강 철근보강 철근보강						
비 고	기계굴착 차수 TSP/갑지공 제어발파 4CB6 5CB6 4m 6m 기계 16m 제어발파 5CB3 3CB6 6m 9m 제어발파 3CB3 28m 3CB4 24m 3CB5 18m 3CB6 12m 관통부 +214 기계 굴착						

경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사							위치정보		도 면 명	지질 개요도
	시설/공구				△				축 척	1 : 1,200		
대 림 산 업	건설분야	토 목	건설단계	실시설계	△ 개정번호	2015.12. 날짜	실시설계 준공 개 정 내 용	김 성 호 과업책임자	최 규 대 분야별책임자	최 장 식 설계자	도면번호	C0060502-002	편철번호	4.003

적용표준 GED-01-1104 V1.5

울릉도 일주도로2 건설공사

계측 계획도

서면2터널

변위속도별 계측빈도

(D:터널굴착폭)

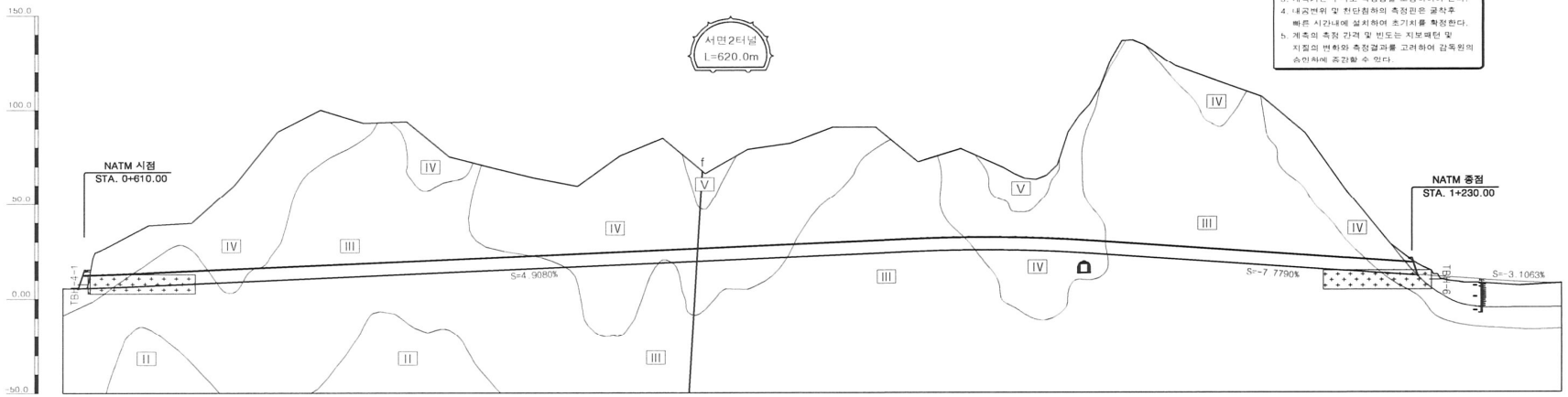
측정빈도	변위속도	막장에서 거리
1~2회/일	10mm/일이상	D~1D
1회/일	10~5mm/일이상	1D~2D
1회/2일	5~1mm/일이상	2D~5D
1회/주	1mm/일이하	5D이상

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 측정핀은 굴착후 빠른 시간내에 설치하여 초기치를 확정한다.
5. 계측의 측정 간격 및 빈도는 지보패턴 및 지질의 변화와 측정결과를 고려하여 감독원의 승인하에 증감할 수 있다.



측점		0+600						0+700							0+800							0+900							1+000							1+100							1+160					
암반등급			IV	III	II	III	IV	III							IV							III							IV							III							II	III	IV	III	IV			
지보패턴		P-6-4	P-6-1	P-5-1	P-4	P-3	P-4	P-3							P-4							P-5-1	P-4					P-3						P-4			P-5-1		P-3							P-4	P-5-1	P-6-1	P-6-4		
지보패턴 연장(m)		3	12	12	6	20	36	96							96							12	45					68						51			24		108							3	12	12	4		
간 격(m)			10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	10	소계	
일상계측	천단침하		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	36	
	내공변위		4	4	4	4	2	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4					118	
정밀계측	지중변위			5																5																								5		15	
	지표침하			5																5																								5		15	

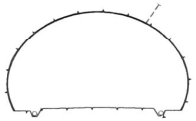
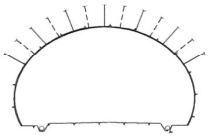
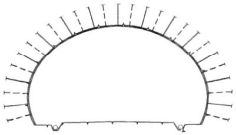
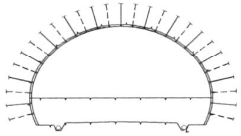
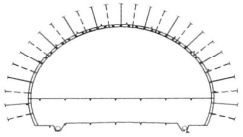
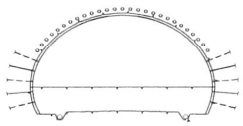
경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사	△					위치정보		도 면 명	계측 계획도
	시설/공구		△					축 척	1 : 1,000		
대 림 산 업	건설분야	토 목	건설단계	실시설계	△	2015.12.	실시설계 준공	김 성 호	최 규 대	최 장 식	도면번호	C0060507-001	편철번호	4.083
					개정번호	날짜	개 정 내 용	마업책임자	분야별책임자	설계자				

적용표준 GED-01-1104 V1.5

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (1)

서면2터널

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
시 보 관	숏크리트 두께(mm)	1 차	50 (일반)	50(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)	100(강섬유)	100(강섬유)
		2 차	-	-	-	40(강섬유)	60(강섬유)	60(강섬유)
	록 볼 트	길이 (m)	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
		갯수 (개)	RANDOM	6.5	13.5	13.5	13.5	5
		간격 종방향	RANDOM	3.6	2.0	1.5	1.2	1.2
		간격 횡방향	RANDOM	2.0(상부 120°)	1.5	1.5	1.5	1.5
	강지보재 (m)	규 격	-	-	-	LG-50X20X30	LG-70X20X30	LG-70X20X30
		간 격	-	-	-	1.5	1.2	1.2
내부라이닝 두께(mm)			300	300	300	300	300 (철근보강)	300 (철근보강)
보 조 공 법			-	-	-	필요시 휘폴대	휘폴대 필요시 강관보강 그라우팅 (120°)	강관보강 (120°) 필요시 대구경 강관보강 그라우팅 (120°)
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 계측분석결과 등을 분석하여 지반조건에 따라 지보패턴의 적용은 단계적으로 실시하여야 한다.
2. 본 선 적용 표준지보패턴표는 지반조사 및 지형 측량을 기초로 하여 검토하였으나 실제 시공시 추가 개선이 필요한 경우에는 공사 감독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시종점 갱구부의 시형 및 지반현황을 분석하여 추가지보패턴을 계획하였으나 실제 지반조건이 설계시 예상한 바와 상이할 경우에는 굴착방법 · 굴진장 및 지보재를 변경할 수 있다.

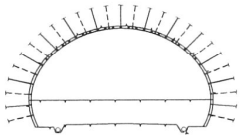
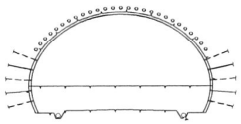
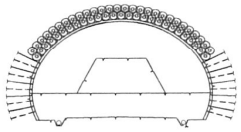
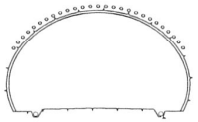
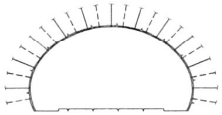
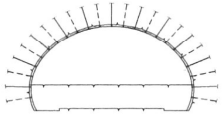
경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사		△						위치성보		도 면 명	표준지보패턴표 (1)
	시설/공구			△						축 척	NONE		
대 림 산 업	건설분야	토 목	건설단계	실시설계	△ 개정번호	2015.12. 날짜	실시설계 준공 개 정 내 용	김 성 호 과업책임자	최 규 대 분야별책임자	최 창 식 성개자	도면번호	C0060501-002	편철번호 4.004

적용표준 GED-01-1104 V1.5

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (2)

서면2터널

구 분	갱 구 부				방향 전환소	
	P-6-1	P-6-2(예비)	P-6-3(예비)	P-6-4	PT-1	PT-2(예비)
표 준 단 면						
암 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	민공지반	41이상	40이하
Q value	연암 이상	풍화암	풍화암 이하	민공지반	4이상	4이하
굴 착 공 법 (발 파)	상·하반분할 굴착	상·하반분할 굴착	링컷 굴착	전단면 굴착	전단면 굴착	상·하반분할 굴착
굴진장(상반/하반) (m)	1.0/1.0	1.0/1.0	0.8/0.8	1.0	2.0	1.0
시 보 강 숏크리트 두께(mm) 1 차	100(강섬유)	100(강섬유)	100(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)
시 보 강 숏크리트 두께(mm) 2 차	60(강섬유)	60(강섬유)	60(강섬유)	-	-	40(강섬유)
시 보 강 록볼트 길이 (m)	4.0	4.0	4.0	-	4.0	4.0
시 보 강 록볼트 갯수 (개)	13.5	5	10	-	11.5	11.5
시 보 강 록볼트 간격 종방향	1.0	1.0	0.8	-	2.0	1.0
시 보 강 록볼트 간격 횡방향	1.5	1.5	0.8	-	1.5	1.5
시 보 강 강지보재 (m) 규 격	LG-70X70X30	LG-70X70X30	H-125x125x6.5x9	-	-	LG-50X70X30
시 보 강 강지보재 (m) 간 격	1.0	1.0	0.8	-	-	1.0
내부라이닝 두께(mm)	300 (철근포함)	300 (철근포함)	400 (철근포함)	300 (철근포함)	300 (철근포함)	300 (철근포함)
보 조 공 법	휘폴링 / 필요시 강관포강 그라우팅 (120)	강관보강 그라우팅 / 필요시 대구경 강관포강 그라우팅 (120)	(적전공)대구경 강관포강 그라우팅 2단(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 계측분석결과 등을 분석하여 지반조건에 따라 지보패턴의 적용은 탄력적으로 실시하여야 한다.
2. 본신 적용 표준지보패턴표는 지반조사 및 지형 특성을 기초로 하여 검토하였으나 실제 시공시 추가 개선이 필요한 경우에는 공사 감독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시종점 갱구부의 시험 및 지반현황을 분석하여 추가지보패턴을 계획하였으나, 실제 지반조건이 설계시 대상한 바와 상이할 경우에는 공착방법, 굴진장 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	토 목	건설단계	실시설계	△ 개정번호	2015.12. 날짜	실시설계 준공 개정내용	김 철 호 과업책임자	최 규 대 분야별책임자	최 장 식 심기자	도면번호 C0060501-003	편철번호 4.005	

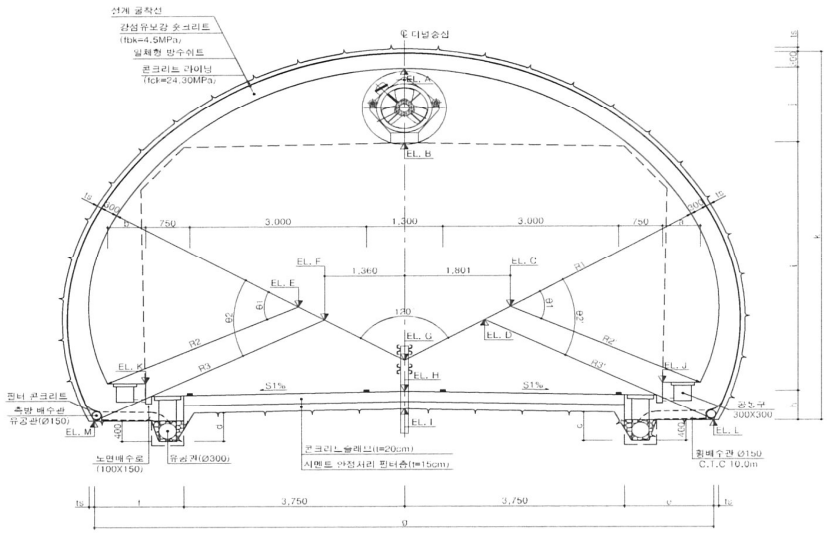
적용표준 GED-01-1104 v1.3

울릉도 일주도로2 건설공사

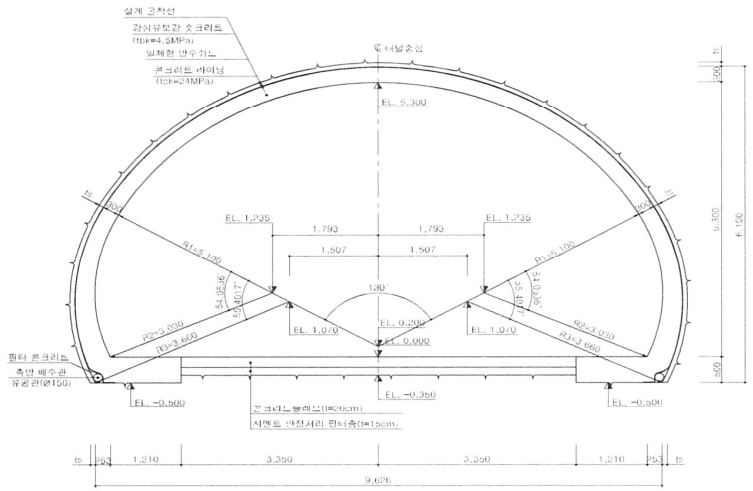
표준단면도

설 계 법	허용응력설계법
	21C 설계법
콘 크 리 트	fck=24MPa
설 계 강 도	fck=30MPa
철근 항복강도	fy=300MPa

본 선 단 면



횡 갱



터널구간 편경사분포

STA.	0+ 590	630	695	705.71	720	940	953.33	960	1+ 075	110	280
좌측(S1)	-5%	변화구간	+5%	변화구간	변화구간	-2%	변화구간	변화구간	+4%	변화구간	-5%
우측(S2)	+5%	변화구간	-5%	변화구간	-2%	-2%	-2%	변화구간	-4%	변화구간	+5%
터널 시종점	0+610									1+230	

치 수 표

S1%	S2%	R1	R2	R3	R2'	R3'	θ1	θ2	θ1'	θ2'	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
+5	-5	5,700	3,200	4,010	3,570	4,380	55.4547°	57.5975°	56.0119°	57.8721°	6,250	4,806	1,615	1,360	1,800	1,545	0,550	0,000	-0,350	0,049	0,475	-0,688	-0,312	653	654	559	541	1,529	1,527	10,552	0,688	4,806	1,444	7,239
+4	-4	5,700	3,240	4,050	3,530	4,350	55.4622°	57.5773°	56.0113°	57.7448°	6,250	4,804	1,635	1,375	1,790	1,525	0,550	0,000	-0,350	0,087	0,387	-0,650	-0,350	652	656	557	543	1,529	1,529	10,557	0,650	4,804	1,446	7,200
+3	-3	5,700	3,270	4,080	3,500	4,310	55.6495°	57.7145°	55.8404°	57.7610°	6,250	4,802	1,660	1,395	1,765	1,510	0,550	0,000	-0,350	0,124	0,350	-0,613	-0,387	655	652	555	545	1,527	1,575	10,557	0,613	4,802	1,448	7,163
+2	-2	5,700	3,300	4,120	3,460	4,270	55.8335°	57.6977°	55.8386°	57.7777°	6,250	4,801	1,670	1,410	1,750	1,490	0,600	0,000	-0,350	0,162	0,312	-0,575	-0,425	654	649	554	547	1,526	1,526	10,552	0,575	4,801	1,449	7,125
+1	-1	5,700	3,350	4,160	3,420	4,230	55.6572°	57.6807°	55.8374°	57.7952°	6,250	4,800	1,690	1,435	1,725	1,470	0,550	0,000	-0,350	0,200	0,275	-0,538	-0,463	654	652	552	549	1,530	1,528	10,552	0,538	4,800	1,450	7,088
0	0	5,700	3,380	4,200	3,380	4,200	55.8361°	57.6640°	55.8361°	57.6640°	6,250	4,800	1,710	1,460	1,710	1,450	0,550	0,000	-0,350	0,237	0,237	-0,500	-0,500	650	650	550	550	1,529	1,529	10,558	0,500	4,800	1,450	7,050
-1	+1	5,700	3,420	4,230	3,350	4,160	55.8374°	57.7952°	55.6572°	57.6807°	6,250	4,800	1,725	1,470	1,690	1,435	0,550	0,000	-0,350	0,275	0,200	-0,463	-0,538	652	654	548	552	1,528	1,530	10,552	0,538	4,800	1,450	7,088
-2	+2	5,700	3,460	4,270	3,300	4,120	55.8386°	57.7777°	55.8335°	57.6977°	6,250	4,801	1,750	1,490	1,670	1,410	0,550	0,000	-0,350	0,312	0,162	-0,425	-0,575	649	654	547	554	1,526	1,526	10,552	0,575	4,801	1,449	7,125
-3	+3	5,700	3,500	4,310	3,270	4,080	55.8404°	57.7610°	55.6495°	57.7145°	6,250	4,802	1,765	1,510	1,650	1,395	0,600	0,000	-0,350	0,350	0,124	-0,387	-0,613	652	655	545	555	1,529	1,527	10,552	0,613	4,802	1,448	7,163
-4	+4	5,700	3,530	4,350	3,240	4,050	56.0113°	57.7448°	55.4622°	57.5773°	6,250	4,804	1,780	1,525	1,635	1,375	0,550	0,000	-0,350	0,387	0,087	-0,350	-0,650	656	652	543	557	1,529	1,529	10,557	0,650	4,804	1,446	7,200
-5	+5	5,700	3,570	4,380	3,200	4,010	56.0119°	57.8721°	55.4547°	57.5975°	6,250	4,806	1,800	1,545	1,615	1,360	0,550	0,000	-0,350	0,425	0,049	-0,312	-0,688	654	653	541	559	1,527	1,575	10,552	0,688	4,806	1,444	7,239
-2	-2	5,650	3,570	4,380	3,570	4,380	54.4568°	56.9878°	54.4568°	56.9878°	6,250	4,801	1,640	1,385	1,640	1,385	0,600	0,000	-0,350	0,162	0,162	-0,575	-0,575	651	651	554	554	1,527	1,527	10,553	0,575	4,801	1,449	7,125

경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사	△						위치정보		도 면 명	표준단면도
	시설/공구		△						축 척	1 : 40		
대림산업	건설분야	토 목	건설단계	실시설계	△ 개정번호	2015.12. 날짜	실시설계 준공 개 정 내 용	김 성 호 과업책임자	최 규 대 분야별책임자	최 장 석 실계자	도면번호	C0060501-004	펀철번호	4.006

적용표준 GED-01-1104 V1.5

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	터널굴착 중기단계 시공시	
3차 정기안전점검	터널 라이닝 콘크리트 치기 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	구조체공사 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 점검목적을 달성할 수 있도록 점검사항을 정한다.

1.2.3 정기안점점검 과업내용

구 분	정기안전점검 과업 내용
관련자료 조사	- 설계도면 및 관련도서 검토 - 관련기준 검토 및 계측 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
콘크리트	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	
철근	철 근 탐사기	RC-Radar	NJJ-95B (일본)	철근배근상태 피복두께 측정	본체와 연결된 스케너를 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	
		버어니어 캘리퍼스	Mitutoyo CD-15CP	철근직경측정	측정기의 눈금을 육안확인	
		디지털 카메라	Samsung (한국)	현장조사 촬영	현장조사시 손상 및 특이사항에 대한 촬영	

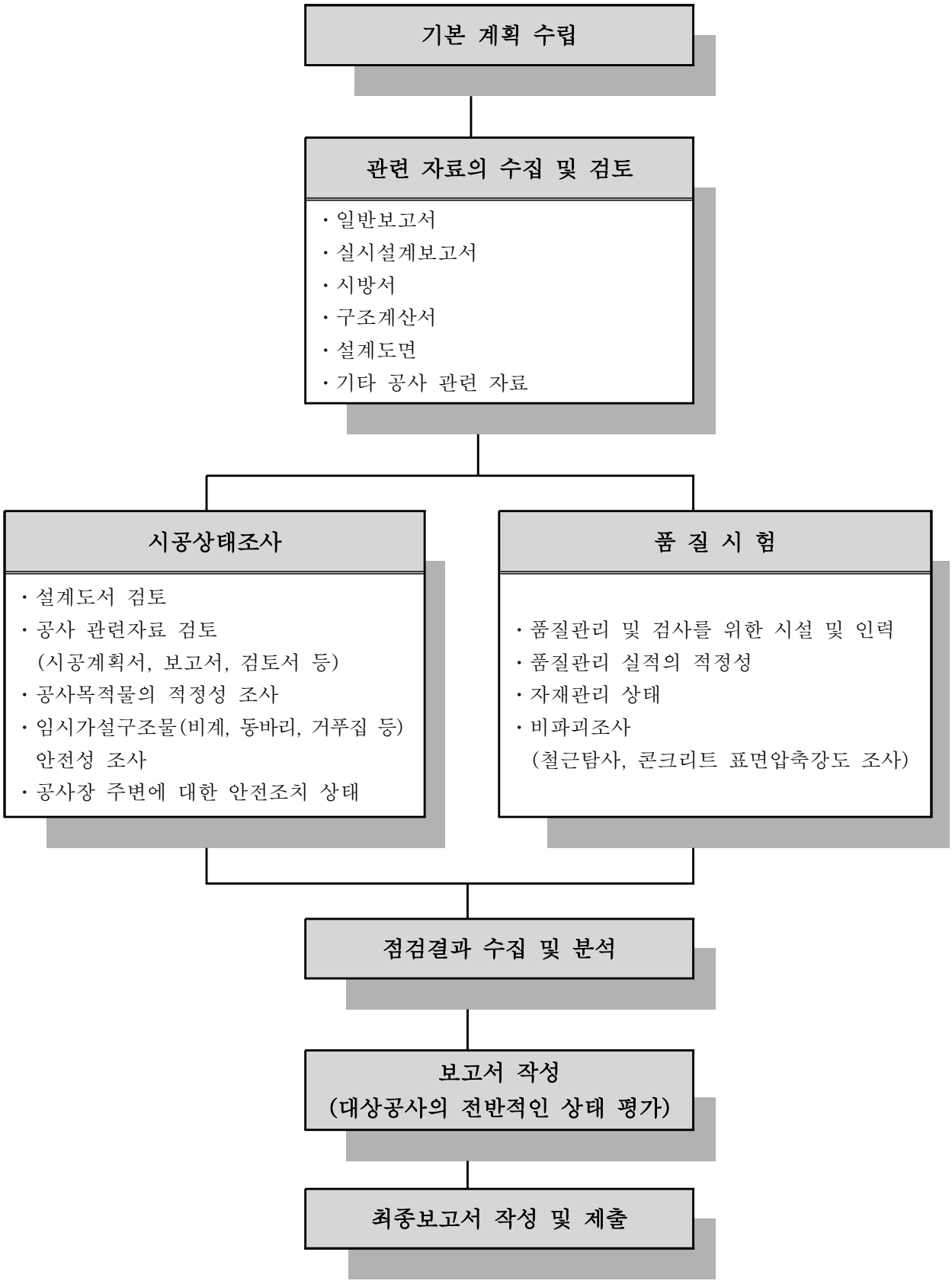
1.4 정기안전점검 수행일정

가. 총 과업기간 : 2017. 05 ~ 2020. 12

나. 연간 정기안전점검 일정

시설물명	횟수		시행 예정일	점검시행 내용	시행일
서면1터널	정기점검	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	
	초기점검		2020년 08월	중점유지관리사항 파악, 외관망도작성, 초기치 확보	
서면2터널	정기점검	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	
	초기점검		2020년 08월	중점유지관리사항 파악, 외관망도작성, 초기치 확보	
북면터널	정기점검	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	
	초기점검		2020년 08월	중점유지관리사항 파악, 외관망도작성, 초기치 확보	
6지구 2구간 옹벽	정기점검	1차	2017년 06월	가시설 및 기초공사 시공 상태	2017.06 ~2017.08
		2차	2019년 08월	구조체 현장조사(시공 상태 점검 및 비파괴시험)	
	초기점검		2020년 08월	중점유지관리사항 파악, 외관망도작성, 초기치 확보	

※ 정기안전점검 예정일정은 건설기술진흥법 시행령 제100조(안전점검시기· 방법등) 기준에서 정한 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

서면2터널은 연장 620.0m, 도로폭 8.8m 정도의 NATM 터널로서 시점측에서 종점측으로 일방향 굴착을 실시중이며, 약 513m 정도 기계굴착 및 발파 굴착이 시행중인 것으로 조사되었다.

<table>
<tr><th>점검 항목</th><th colspan="2">점검 내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">갱구부</td><td>
시점측 갱구부 전경</td><td>
종점측 전경</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 점검 의견
서면2터널은 원지반 보존과 낙석 안정성 확보를 위하여 인공지반 갱문 적용하여 시공중에 있으며 시점측은 갱구부가 시공된 상태이다.
시·종점측 갱구부는 급경사 지형으로 발파 및 집중호우시 낙석의 위험요소(이완암, 절리부)가 내재되어 있으므로 주의관찰이 필요하다.</td></tr>
</table>

점검 항목	점검 내용	
터널 굴착	 STA 0+910 터널 굴착 현황	 STA 1+120 터널 굴착 현황
	 기존 통구미터널 교차구간 현황	 STA 0+960(방향전환소) 현황
	▣ 점검 의견 서면2터널은 시·종점측에서 굴착을 실시중이며, 약 513.0m 정도 기계굴착 및 발파 굴착이 진행중인 것으로 조사되었다. 굴착 구간중 우려할 만한 파쇄대, 용출수 등의 문제는 없는 것으로 판단되며, 굴착 작업 후 터널의 계측, 막장의 상태(암석강도, 불연속면 상태, 지하수 조건, 지층상태 등)를 관찰한 Face Mapping 작성, 암반분류에 의한 지보패턴 시공 등 굴착 구간내 시공관리는 양호한 상태인 것으로 판단된다. 현재 굴착 마무리 단계로 관통부 굴착시 락볼트와 훠폴링 등의 보조공법을 병행하여 천단부 안전성 확보와 여굴 발생 억제에 유의하여 굴착하여야 한다.	

점검 항목	점검 내용
지보공	▣ STA 0+900 ~ 1+100 터널 지보공 현황
	▣ 검토 의견 서면2터널의 지보공은 강지보재, 록볼트, 숏크리트 등이며 보조공법으로 휘폴링과 강관보강 그라우팅이 시공되고 있다. 지보공의 시공은 굴착 작업후 암판정을 통하여 지보패턴별로 시공되고 있으며, 강지보재 간격, 록볼트 수량 및 숏크리트 두께 등은 설계도면과 일치하는 것으로 조사되었으며, 시공 상태도 양호한 것으로 판단된다. 지보공의 설치는 원지반의 이완이 최소화 될 수 있도록 설계도서에 제시된 순서에 의거하여 빠른 시간내에 설치하여야 하며, 강섬유 숏크리트 타설시 강섬유의 뭉침현상과 노즐의 막힘현상에 특히 유의하여 시공하여야 한다.

점검 항목	점검 내용	
터널 계측	 STA 0+920 내공 계측 현황	 STA 0+960 내공 계측 현황

▣ 점검 의견

서면2터널은 터널의 안정성과 지질상태 파악, 지보효과를 확인하기 위하여 터널내 관찰조사와 천단침하, 내공변위, 지중변위, 지표침하 및 숏크리트 응력 등에 대해서 계측을 실시하는 것으로 조사되었다.

계측자료 검토시 특이 할 만한 사항은 없는 것으로 판단되나, 계측기는 가능한 초기에 설치하여 초기치를 확정하여야 하며, 수시로 계측기의 작동성을 보정해야 한다.

▣ 변위속도별 계측빈도

측정빈도	변위속도	막장에서 거리
1-2회/일	10mm/일 이상	D~1D
1회/일	10~5mm/일 이상	1D~2D
1회/2일	5~1mm/일 이상	2D~5D
1회/주	1mm/일 이하	5D 이상

▣ 패턴별 계측간격

지보패턴	P-1	P-2	P-3	P-4
계측간격	40~50m	30~40m	20~30m	10~20m

<table>
<tr><th>점검 항목</th><th colspan="2">점검 내용</th></tr>
<tr><td rowspan="3">공사중
환기시설</td><td>
내부 환기시설 현황</td><td>
내부 환기시설 현황</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 점검 의견
서면2터널의 공사중 환기시설은 급기 덕트에 의한 급기방식을 적용하여 터널내 공기질을 개선하는 것으로 조사되었다.
본 현장은 위생적이고 안전한 작업환경을 위하여 설계치 이상으로 갱내의 환기를 충분히 행하고 발파 후의 가스, 분진 및 기타 작업기계 등에서 배출되는 유해가스를 배제하는 것으로 판단된다.
특히, 원지반에서 나오는 가스, 지열 등에 주의하고, 필요한 경우에는 환기 이외의 기타 조치를 강구하여야 한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 터널공사 유해가스 허용농도
<table><tr><th>종류</th><th>허용농도</th><th>비고</th></tr><tr><td>황화수소(H2S)</td><td>10 ppm</td><td></td></tr><tr><td>일산화탄소(CO)</td><td>100 ppm</td><td></td></tr><tr><td>질소산화물(NOX)</td><td>25 ppm</td><td></td></tr><tr><td>이산화탄소(CO2)</td><td>5,000 ppm</td><td></td></tr></table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>점검 항목</th><th colspan="2">점검 내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">방수공</td><td>

STA 0+850 방수막 설치 현황</td><td>
STA 1+040 방수막 설치 현황</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 점검 의견
서면2터널은 터널내 용출수에 대한 대책으로 그라우팅, 유도배수관 및 방수막 설치 등의 조치를 취하는 것으로 조사되었다.
천공중 갑작스런 막장 용수구간은 수발공과 프리그라우팅을 병행하여야 하며 지하수 유출구간이 국부적인 경우는 파이프 및 방수막을 이용하여 배수를 실시하여야 한다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">조명시설</td><td>
조명시설 현황</td><td>

전기선 현황</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 점검 의견
서면2터널의 조명시설은 막장작업 70룩스, 통행 10룩스 이상을 유지하며 운영중에 있는 것으로 조사되었다.
통행의 안전확보를 위하여 위험한 장소에 대해서는 경계표시등을 설치하고, 정전시에 대비하여 예비전원이나 비상전원을 설치하여야 한다.</td></tr>
</table>

2.2 조사, 시험 및 측정자료 검토

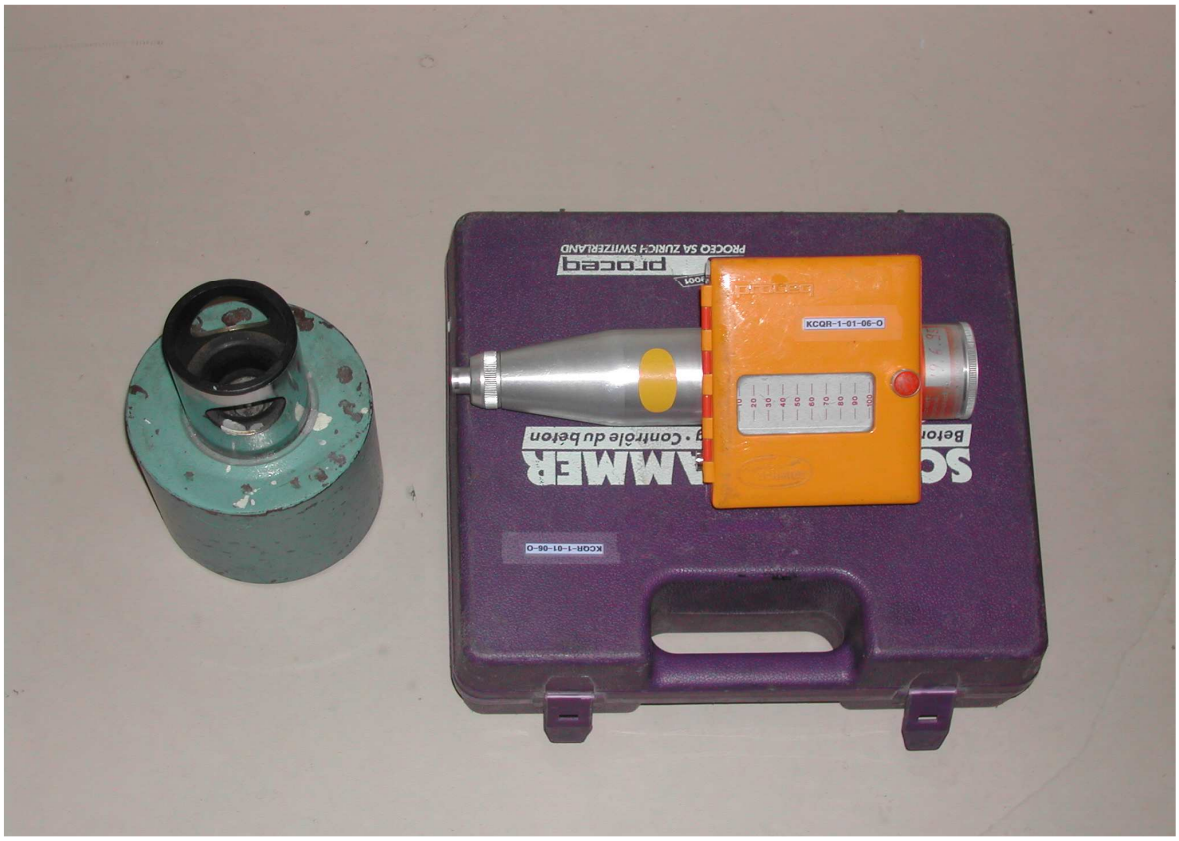
2.2.1 콘크리트 강도시험

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 : 서면2터널 시점측 갱구부

3) 사용 기기 : 슈미트해머(SCHMIDT HAMMER NR형)



4) 반발경도 시험방법

① 각 측점 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 횟수에 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 CaCO3(탄산 칼슘)로 변화가 되어 콘크리트의 재료적 특성 변화에 상당한 영향을 받게 된다.

즉, 대기 중이나 빗물 등에 녹아있는 CO2가 콘크리트의 시멘트와 화학반응을 일으키면 다음과 같이 되기 때문이다.

$$3CaO * Al_2O_3 * 3CaSO_4 * 32H_2O + 3CO_2 \Rightarrow$$
$$3CaCO_3 + 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 * 2H_2O + 27H_2O$$

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.

$W_{28} = \alpha_t * W_n$	Wn : 재령 n일의 시험체 강도 αt : 재령 n일에 의한 보정 계수
(δ = F · αn)	W28 : 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 재령계수(n)값]

재령(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
재령(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
재령(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
재령(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
재령(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	α −90°	α −45°	α 0°	α +45°	α +90°
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 Ro로부터 압축강도(Fc)의 상관관계를 도출한 여러가지 제안식 들은 다음과 같다.

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

여기서, Fc : 추정강도(MPa) Ro : 반발경도

6) 반발경도 측정 결과

NO	측정 위치	설계기준강도 (Mpa)	추정압축강도 (Mpa)	판정
1	서면2터널 시점측 갱구부	30.0	31.2	적정
2	서면2터널 시점측 갱구부	30.0	32.4	적정

7) 점검 의견

서면2터널 시점측 갱구부에 대한 반발경도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정되어 콘크리트 품질상태는 적정한 것으로 판단된다.

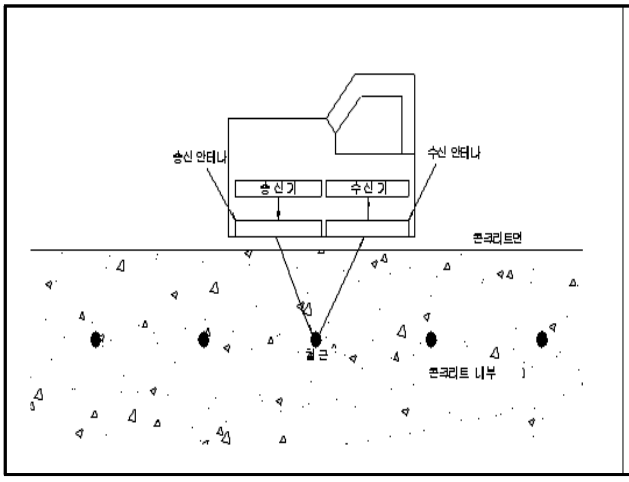
2.2.2 철근 배근상태의 적정성

1) 개 요

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.

[원리도 및 사용장비]



콘크리트안의 전자파 속도(V)는 다음의 식으로 표시된다.

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

단, C : 진공 중(공기 중에의 전자파 속도(3×108m/s))

ε_{γ} : 콘크리트 비유전율(예 : 6~10정도)

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

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

2) 검토의견

서면2터널은 점검일 현재 굴착 초기단계이므로 본 회차 점검에서는 철근탐사시험은 필요치 않은 상태이며, 향후 라이닝 시공이 진행되면 실시할 예정이다.

2.2.3 실내시험

울릉도 일주도로2 건설공사 현장은 품질관리계획을 수립하는 건설공사 중 특급품질관리대상 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	50㎡ 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	50㎡ 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	20㎡ 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	20㎡ 이상	· 초급기술자 1인 이상	

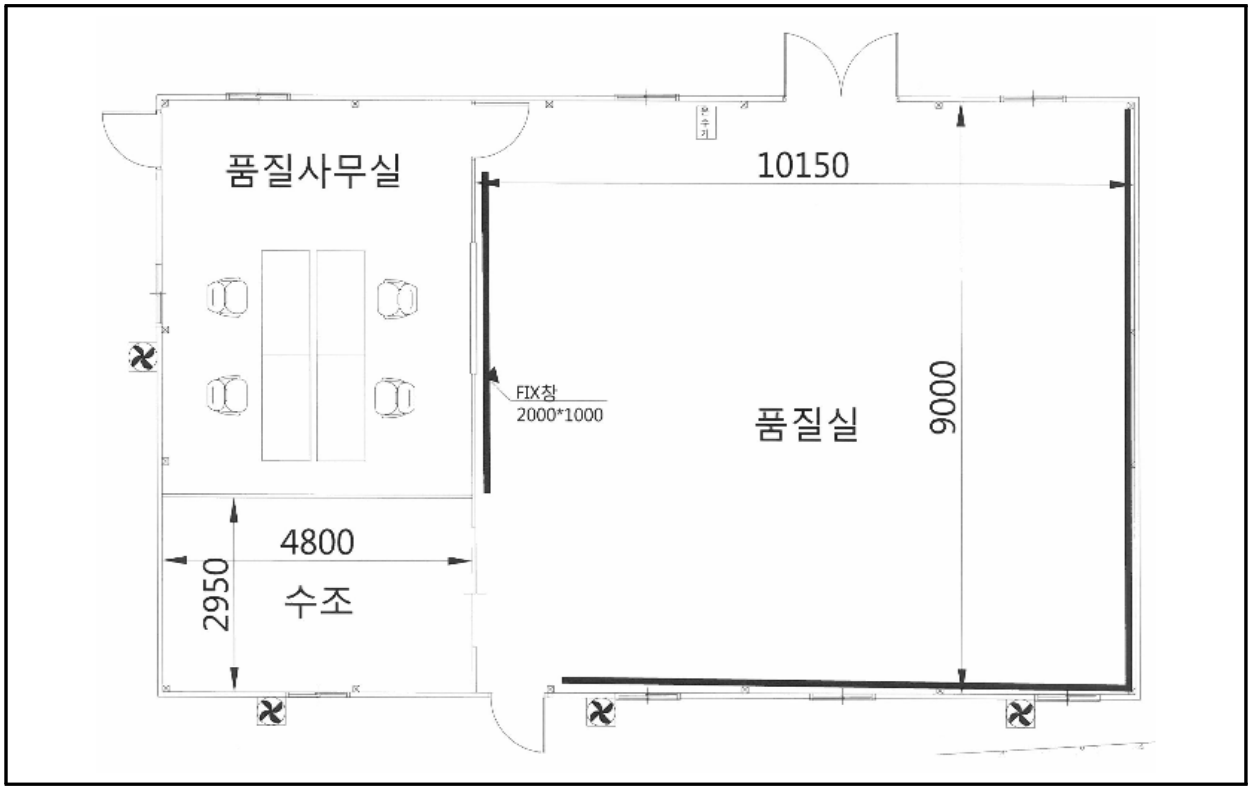
본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급기술자 1인, 고급기술자 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 105m² 정도로 법적기준인 50m² 이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

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	50m² 이상	105m² 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.

갱구부 방음문 전경	터널 작업 현황판
안전펜스 및 자재정리 현황	자재정리 현황
배수로 현황	안전표지판 현황

2.4 임시시설 및 가설공법의 안전성

본 현장은 설계도서 및 시공계획에 맞추어 전반적으로 시공이 원만히 진행되고 있었으며, 점검일 현재 시공이 진행중인 임시시설물은 없는 것으로 조사되었다.

2.5 건설공사 안전관리 검토

2.5.1 안전관리의 목적

안전관리는 건설기술진흥법 제62조, 시행령 제98조 규정에 의하여 건설공사 안전관리계획을 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
건설기술진흥법	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 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.

2.5.4 울릉도 일주도로2 건설공사 안전관리계획 내용

가. 안전관리 추진방향

1단계 최근 건설현장 중대재해 발생

부산00항대교 철구조물 붕괴사고	플랜트 설비 파열 · 붕괴사고	000 배수지 수몰사고
• 발생시기 : 2013. 12. 19 • 공사명 : 00항 · 00항대교 00 연결도로 건설공사 • 사고경위 : 지지대 부실시공으로 인한 상판 붕괴 사고	• 발생시기 : 2013. 7. 26 • 공사명 : 0000화학 공장 내 폴리실리콘 공장 신축 • 사고경위 : 부실자재 사용으로 대형물탱크 파열 · 붕괴	• 발생시기 : 2013. 7. 15 • 공사명 : 000대로 상수도관 이중화 부설공사 • 사고경위 : 폭우로 수위 급상승시 무리한 지하공사 수행
지지대 설치불량에 의한 상판 붕괴로 인명사고 발생	KS인증이 아닌 미 검증자재 사용에 따른 안전 미확보	비상시 긴급연락체계 부재로 대형 인명사고 발생

2단계 고용노동부 및 국토교통부 안전관리/교육 제도강화 시행

고용노동부 안전관리 강화방안 제시

- 위험상황신고 전화 1588-3088 활성화
  - 고용노동부 전국 지방관서 즉시신고 체계 수립
  - 신고전담 근로감독관 지정 및 24시간 운영
- 위험사업장 감리감독 강화
  - 중대재해 발생위험 사업장 근로감독관 전담관리제 실시로 집중 안전관리
- 안전관리비 요율 준수
  - 고용노동부 제시 건설업 산업안전관리비 요율표

구 분	5억미만	50억미만	50억이상
일반건설공사(갑)	2.93%	1.86%	1.97%

- 공공 발주공사 안전관리 강화
  - 기간별 산업재해 현황 및 평가보고서 공표
  - 안전상 긴급조치로 인한 지연공사분 공기연장 추진

국토교통부 건설안전 교육 실시계획

- 건설안전정보시스템 구축(2012. 2)
  - 견실시공 및 사고예방 도모
  - 안전사고 원인분석 후 전파로 재발방지
- 교육 실시계획
  - 교육시기 : 연2회 실시(4월, 10월)
  - 교육대상 : 공사담당 공무원, 현장대리인, 안전관리자, 책임감리원 등
- 주요 교육내용
  - 건설공사 안전관리 제도 및 정책 방향
  - 건설사고 사례 및 사고예방대책
  - 취약시기 건설현장 안전점검계획

금회사업 적용사항

- 안전관리 조직강화
  - 전담조직 구성 및 개선활동 수행
- 안전관리비 요율 준수
  - 법적요율 1.97% 준수
- 위험상황신고센터 활용
  - 현장 비상연락망 구축시 활용
- 사고유형별 발생빈도 분석
  - 사고빈도 분석(산업안전보건공단)을 통한 중점관리 대상 선정

• 발주기관 안전관리 및 교육 제도 강화시행을 벤치마킹을 통한 금회사업 안전관리 추진방향 설정

나. 울릉도 시공여건을 고려한 중점 안전관리

1) 과업구간 위험요소 분석

낙석위험 분석

- 태풍 내습시기 낙석사고 집중 발생
  - ➔ 매년 7월~9월 낙석발생율 61%
  - ➔ 전체 낙석발생 비율 중 서면 77% 차지

태풍시기 분석

- 강력 태풍 내습시기 9월 집중 발생
  - ➔ 50m/s 이하 태풍 나비, 매미 9월 내습
  - ➔ 50m/s 이상 태풍 나리, 테드 9월 내습

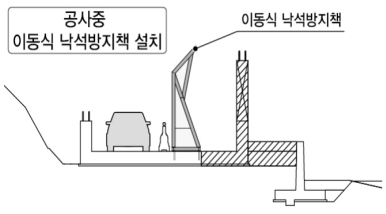
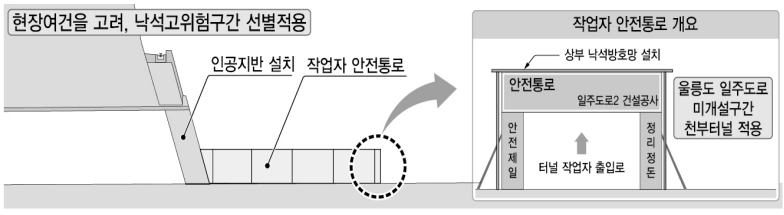
월파영향 분석

- 북면과 서면 월파피해 시기 및 원인
  - ➔ 북면 겨울철 계절풍 영향, 12~2월 집중
  - ➔ 서면 여름철 태풍 등 기상영향, 7~9월 집중

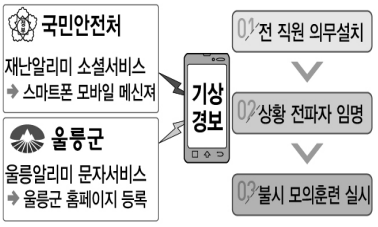
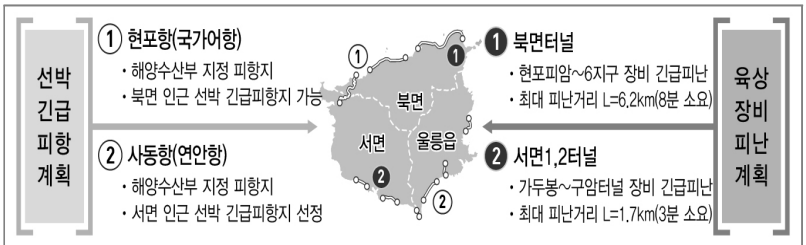
• 공사중 주요 위험요소는 낙석, 태풍 및 월파로 인한 자연재해 ➔ 낙석방지 시설 및 위험시기 긴급 대피계획 수립 필수

2) 위험요소별 안전대책

◉ 공사중 낙석사고 방지대책

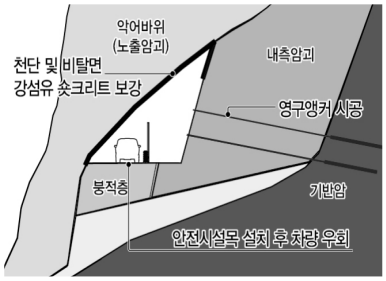
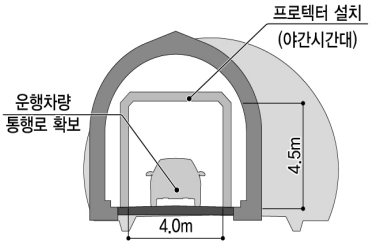
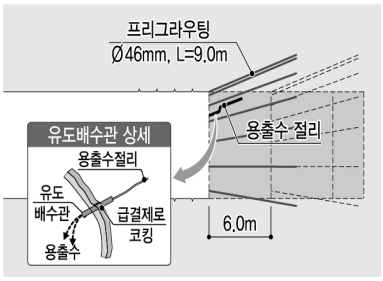
이동식 낙석방지책	갱구부 인공지반 조성 및 작업자 안전통로 설치
	
• 피암터널 작업자 낙석사고 사전예방	• 일주도로 미개설구간에 적용된 인공지반 및 안전통로 설치로 작업자 안전 확보

◉ 태풍기 안전사고 방지대책

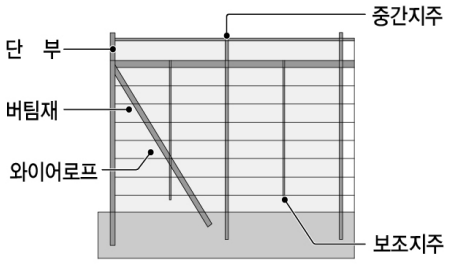
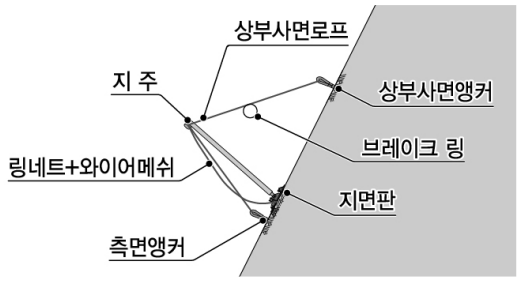
정부 재난경보 시스템 연계	자재 운반선박 및 육상장비 긴급 피난계획
	
• 위험시기 신속 피난지원체계 구축	• 기존항구 이용 긴급피항 및 육상장비 터널 갱내 이동으로 인명·재산 피해 원천 방지

3) 현장 중점 안전관리계획

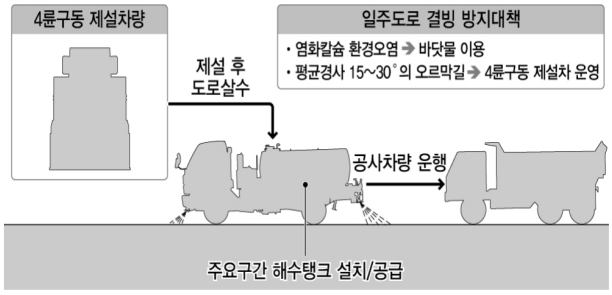
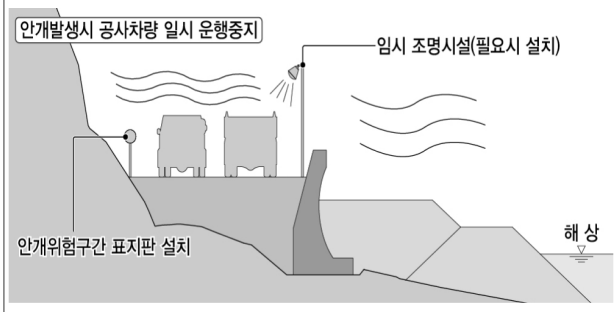
◉ 취약구간 안전관리

악어바위 확장구간	확폭터널 구간	신설터널 계곡부 용수발생
		
• 안전시설목 설치를 통한 통행차량 안전 확보	• 프로텍터 설치로 통행차량 안전 확보	• 선진수평시추, 프리그라우팅 적용

◉ 갱구부 및 비탈면 구간 안전관리

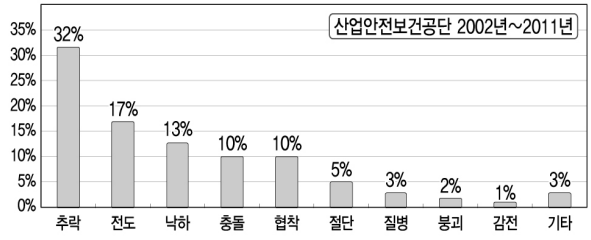
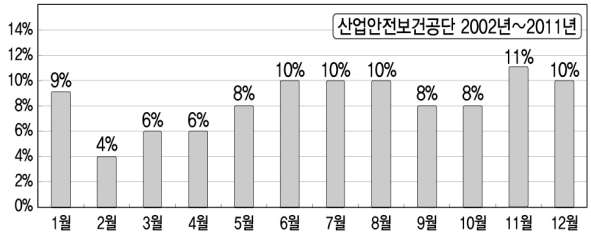
낙석방지울타리	유연성 낙석방호망
	
• 낙석위험구간 낙석방지울타리 설치	• 낙석방지울타리로 대응 불가시 설치

4) 기상여건을 고려한 안전대책

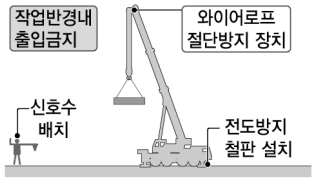
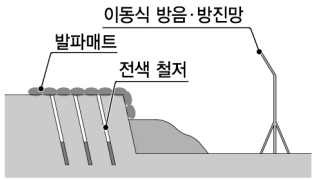
동절기 도로결빙구간	안개 발생구간
	
• 지역특성을 고려하여 해수를 활용한 결빙대책 수립 ➔ 염화칼슘 사용제한으로 환경오염 배제	• 위험구간 안내표지판 및 임시 조명시설 설치 ➔ 해안 근접공사에 따른 공사차량 운행 안전성 확보

다. 공종별 안전관리계획

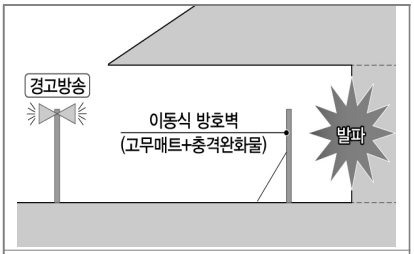
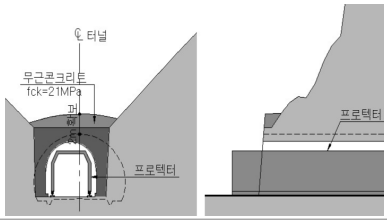
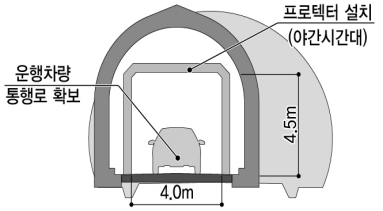
1) 재해유형별 안전관리대책

안전사고 발생유형 분석	월별 안전사고 발생빈도 분석
	
• 추락(32%), 전도(17%), 낙하(13%) 순으로 안전사고 발생빈도 높음	• 월별 안전사고 년도 분석으로 동·하절기 안전교육 및 점검 중점 실시

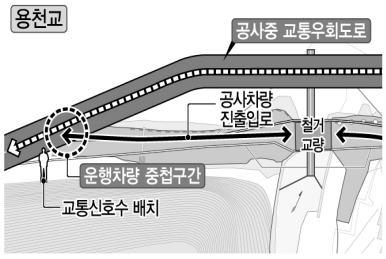
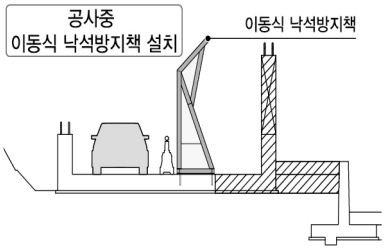
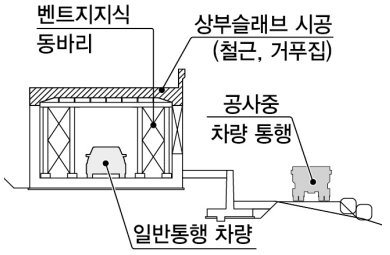
◉ 주요 발생유형별 안전관리방안

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 설치 및 경고방송 실시	• 인공지반 완충작용으로 낙석사고 예방	• 터널 확폭중 도로 통행차량 안전 확보

3) 구조물공

교통우회도로 설치	이동식 낙석방지책	벤트지지식 동바리 적용
		
• 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

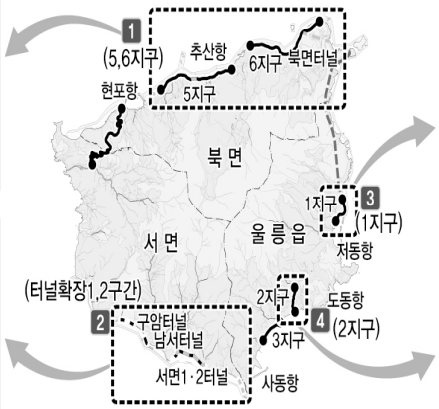
1) 건설현장 주변 안전대책

1 기암절벽 등 주요 관광명소 인접

- 기존 교량 철거 후 교량 신설
  ➔ 교통 우회도로 설치후 공사로 통행안전 확보
- 해측 도로 확장 및 산지측 절토공사 수행
  ➔ 주행차량 안전을 고려한 적정 공사범위 선정

2 서면~북면 연결도로 시공구간

- 상습 낙석발생 및 태풍 피해 구간
  ➔ 낙석방호시설 설치 및 태풍기 대피계획 수립
- 민가 및 어항밀집 지역 터널과 구조물 시공구간
  ➔ 공사중 교통처리로 통행차량 안전 확보



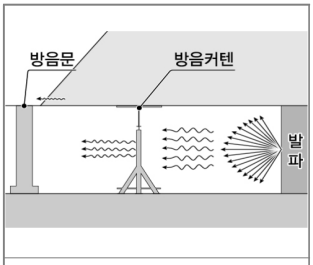
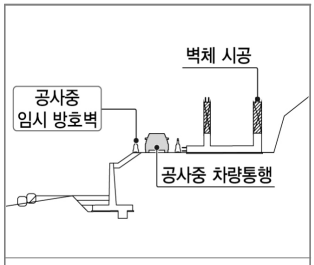
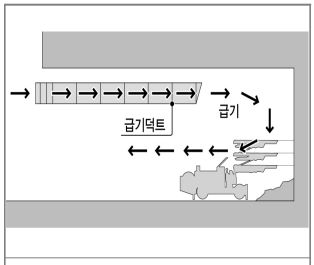
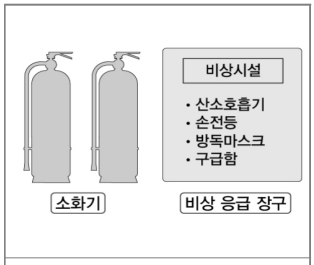
3 저동항 입항구 및 민가밀집지역

- 울릉도 입·출항 지역으로 교통량 과다 구간
  ➔ 1회 공사연장 선정 및 교통처리계획 수립
- 소저마을 진입로 2개소 등 정온시설 재포장구간
  ➔ 공사중 신호수 배치 및 안전시설물 설치

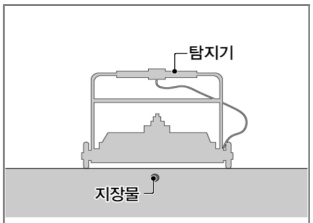
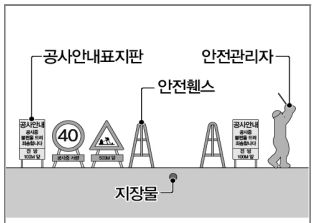
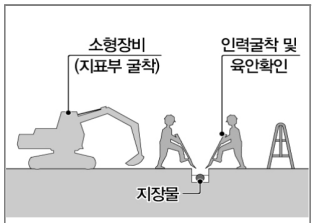
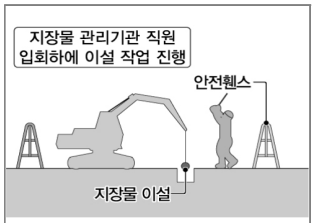
4 리조트 인접 및 차량통행 집중구간

- 대아리조트 및 관광호텔 등 정온시설 인접구간
  ➔ 단계별 교통처리계획으로 관광객 안전 확보
- 관광성수기(5,6,810월) 통행량 과다구간
  ➔ 단계별 시공 및 교통처리를 통한 통행차량 안전 확보

2) 작업장내 안전시설물 설치계획

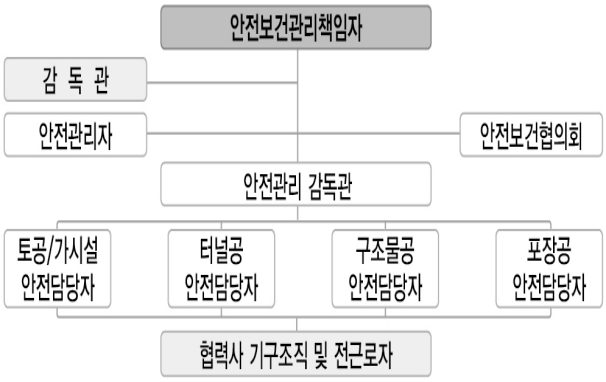
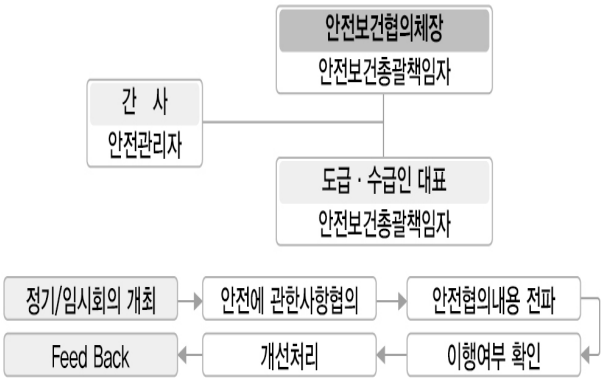
터널 갱구부 방음문	임시 방호벽	갱내 환기시설	화재방재 시설
			
• 작업장 분리 및 소음·진동 저감	• 해측 난간 공사중 추락방지	• 발파후 가스에 의한 사고예방	• 상시 비치로 화재시 신속대처

◉ 공사중 지장물 안전대책

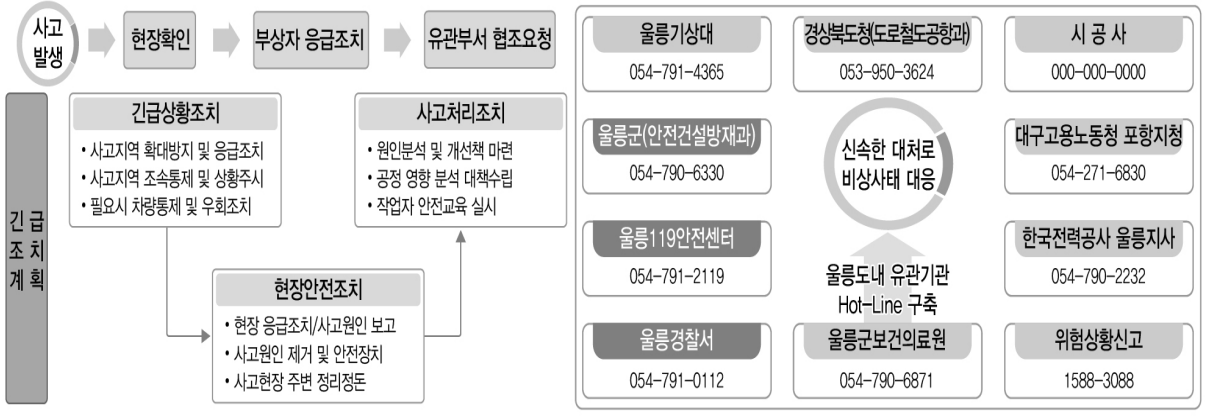
지하매설물 탐지	굴착전 안전시설물	지장물 확인	지장물 이설
			
• 탐지기를 통한 지장물 파악	• 안내표지판, 안전관리자 배치	• 줄파기 실시로 발견 및 조치	• 지장물 처리지침에 의거 시공

마. 총괄 안전관리계획

1) 안전관리 운영계획

안전관리조직 구성	안전보건협의체 구성
	
안전보건 총괄책임자	• 안전관리활동 총괄 관리 및 개선 • 재해예방계획의 수립 및 운영관리
안전관리자	• 안전교육 계획의 수립 및 실시/개선
관리감독자	• 유해·위험기구 설비의 이상유무 확인/조치
안전담당자	• 유해·위험 작업 근로자 교육/지휘 감독
회의종류 및 주기	• 정기회의 : 월 1회 전직원·작업자 참여 • 주간회의 : 주 1회 주간의 문제점 대책회의 • 임시회의 : 중대 재해시, 필요시 수시 개최
협의내용	• 작업시작 및 종료까지 안전작업에 필요한 사항 및 재해발생시 대피, 비상연락망

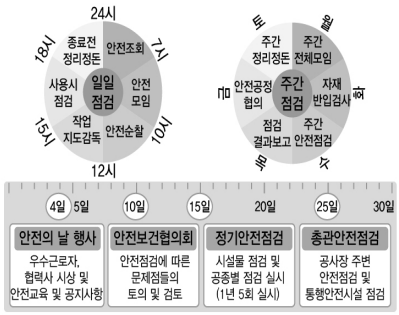
2) 비상시 긴급조치 계획



• 건설분야의 재해가 잇따라 발생하여 근로자를 위한 위험상황신고센터를 활용한 안전성 확보

3) 안전점검계획

현장안전점검 활동체계	현장안전점검 점검주체 및 점검시기



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 중간단계 시공시
교 량	가시설공사 및 기초공사 시공시	하부공사 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

서면2터널은 원지반 보존과 낙석 안정성 확보를 위하여 인공지반 갱문 적용하여 시공중에 있으며 시점측은 갱구부가 시공된 상태이다.

시·종점측 갱구부는 급경사 지형으로 발파 및 집중호우시 낙석의 위험요소(이완암, 절리부)가 내재되어 있으므로 주의관찰이 필요하다.

2) 터널굴착

서면2터널은 시·종점측에서 굴착을 실시중이며, 약 513.0m 정도 기계굴착 및 발파 굴착이 진행중인 것으로 조사되었다.

굴착 구간중 우려할 만한 파쇄대, 용출수 등의 문제는 없는 것으로 판단되며, 굴착 작업후 터널의 계측, 막장의 상태(암석강도, 불연속면 상태, 지하수 조건, 지층상태 등)를 관찰한 Face Mapping 작성, 암반분류에 의한 지보패턴 시공 등 굴착 구간내 시공관리는 양호한 상태인 것으로 판단된다.

현재 굴착 마무리 단계로 관통부 굴착시 락볼트와 휘폴링 등의 보조공법을 병행하여 천단부 안전성 확보와 여굴 발생 억제에 유의하여 굴착하여야 한다.

3) 지보공

서면2터널의 지보공은 강지보재, 록볼트, 숏크리트 등이며 보조공법으로 휘폴링과 강관보강 그라우팅이 시공되고 있다.

지보공의 시공은 굴착 작업후 암판정을 통하여 지보패턴별로 시공되고 있으며, 강지보재 간격, 록볼트 수량 및 숏크리트 두께 등은 설계도면과 일치하는 것으로 조사되었으며, 시공 상태도 양호한 것으로 판단된다.

지보공의 설치는 원지반의 이완이 최소화 될 수 있도록 설계도서에 제시된 순서에 의거하여 빠른 시간내에 설치하여야 하며, 강섬유 숏크리트 타설시 강섬유의 뭉침현상과 노즐의 막힘현상에 특히 유의하여 시공하여야 한다.

4) 터널 계측

서면2터널은 터널의 안정성과 지질상태 파악, 지보효과를 확인하기 위하여 터널내 관찰조사와 천단침하, 내공변위, 지중변위, 지표침하 및 숏크리트 응력 등에 대해서 계측을 실시하는 것으로 조사되었다.

계측자료 검토시 특이 할 만한 사항은 없는 것으로 판단되나, 계측기 는 가능한 초기에 설치하여 초기치를 확정하여야 하며, 수시로 계측기의 작동성을 보정해야 한다.

5) 공사중 환기시설

서면2터널의 공사중 환기시설은 급기 덕트에 의한 급기방식을 적용하여 터널내 공기질을 개선하는 것으로 조사되었다.

본 현장은 위생적이고 안전한 작업환경을 위하여 설계치 이상으로 갱내의 환기를 충분히 행하고 발파 후의 가스, 분진 및 기타 작업기계 등에서 배출되는 유해가스를 배제하는 것으로 판단된다.

특히, 원지반에서 나오는 가스, 지열 등에 주의하고, 필요한 경우에는 환기 이외의 기타 조치를 강구하여야 한다.

6) 방수공

서면2터널은 터널내 용출수에 대한 대책으로 그라우팅, 유도배수관 및 방수막 설치 등의 조치를 취하는 것으로 조사되었다.

천공중 갑작스런 막장 용수구간은 수발공과 프리그라우팅을 병행하여야 하며 지하수 유출구간이 국부적인 경우는 파이프 및 방수막을 이용하여 배수를 실시하여야 한다.

7) 조명시설

서면2터널의 조명시설은 막장작업 70룩스, 통행 10룩스 이상을 유지하며 운영중에 있는 것으로 조사되었다.

통행의 안전확보를 위하여 위험한 장소에 대해서는 경계표시등을 설치하고, 정전시에 대비하여 예비전원이나 비상전원을 설치하여야 한다.

2.6.2 조사, 시험 및 측정자료 검토

1) 콘크리트 강도시험

서면2터널 시점측 갱구부에 대한 반발경도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정되어 콘크리트 품질상태는 적정한 것으로 판단된다.

2) 철근 배근상태의 적정성

서면1터널은 점검일 현재 굴착 초기단계이므로 본 회차 점검에서는 철근탐사시험은 필요치 않은 상태이며, 향후 라이닝 시공이 진행되면 실시할 예정이다.

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 적정하게 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, 점검일 현재 시공이 진행중인 임시시설물은 없는 것으로 조사되었다.

2.6.5 건설공사 안전관리 검토

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.

▣ 서면2터널 정기안전점검표

구분	공 종	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				해당사항 없음
9	콘크리트 라이닝				해당사항 없음
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 서면2터널 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

서면2터널은 현재 굴착 마무리 단계로 관통부 굴착시 락볼트와 휘폴링 등의 보조공법을 병행하여 천단부 안전성 확보와 여굴 발생 억제에 유의하여 굴착하여야 한다.

특히, 시·종점측 갱구부는 급경사 지형으로 발파 및 집중호우시 낙석의 위험요소(이완암, 절리부)가 내재되어 있으므로 주의관찰이 요구되며, 낙석 징후시 낙석방지대책과 안전조치가 필요하다.

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.

부 록

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

1. 사 진 첩

서면2터널 시점부 갱구 전경

서면2터널 내부 전경

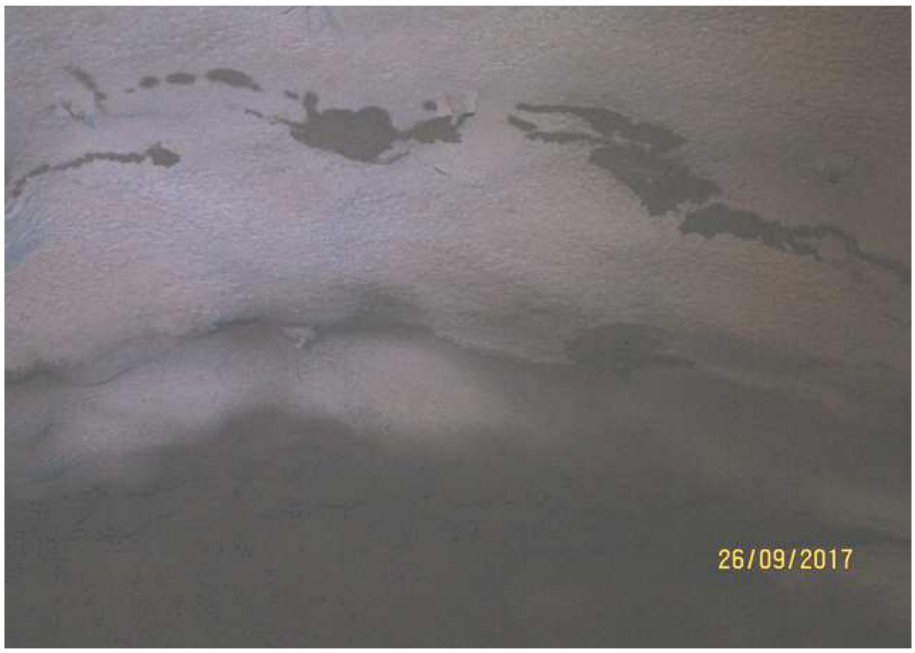
STA 0+910 터널 굴착 현황

STA 1+120 터널 굴착 현황

기존 통구미터널 교차구간 현황

STA 0+960(방향전환소) 현황

STA 0+900 ~ 1+100 터널 지보공 현황



STA 0+900 ~ 1+100 터널 지보공 현황

STA 0+900 ~ 1+100 터널 지보공 현황

STA 0+900 ~ 1+100 터널 지보공 현황

STA 0+920 내공 계측 현황

STA 0+960 내공 계측 현황

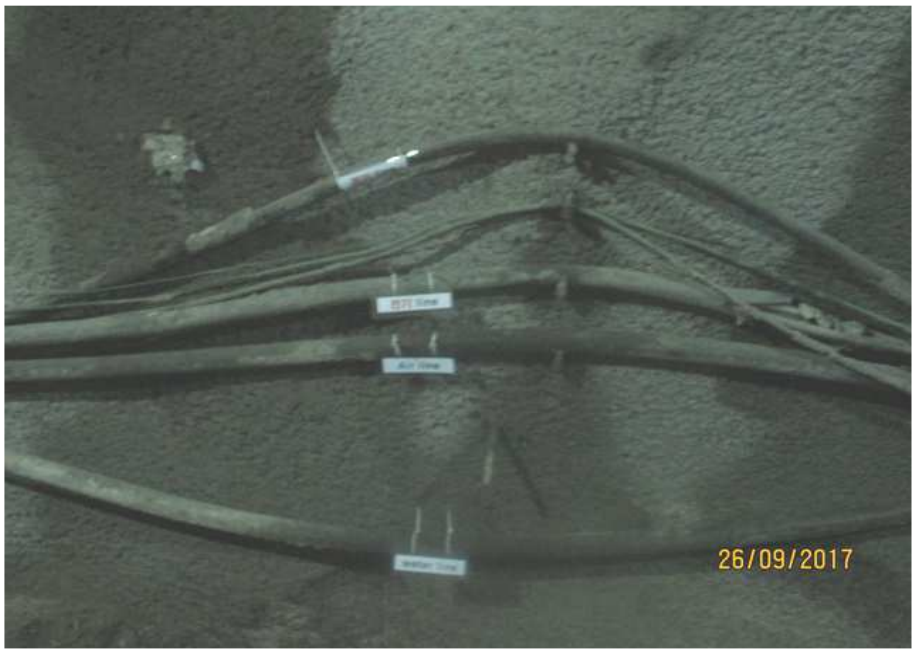
내부 환기시설 현황

내부 환기시설 현황

STA 0+850 방수막 설치 현황

STA 1+040 방수막 설치 현황

조명시설 현황



전기선 현황

갱구부 방음문 전경

터널 작업 현황판

안전펜스 및 자재정리 현황

자재정리 현황

배수로 현황

안전표지판 현황

코아 압축강도시험 현황

록볼트 인발시험 현황

숏크리트 휨인성시험 현황

강섬유 혼입량시험 현황

작업자 안전교육 전경

작업자 안전교육 전경

2. 측정 및 시험성적표

코아 압축강도 시험 KSF 2405

공 사 명:	울릉도 일주도로2 건설공사	시 험 일 자:	2018년 02월 24일
시 험 번 호:	A-601-01-01-058-0	시 험 위 치:	서면2터널
시 료 종 류:	10-4.5-100	타 설 부 위:	STA.1+110

코아번호	시료크기 D(cm)×H(cm)	①파괴하중 (KN)	②강 도 (MPa)	할 증 (%)	강 도 (MPa)
6-58-1	10 × 10.0	230.0	29.3	89	26.1
6-58-2	10 × 10.0	240.4	30.6	89	27.2
6-58-3	10 × 10.0	227.8	29.0	89	25.8
평 균					26.4
평 균					

비 고

- 기준:128 = 20MPa(200kgf/㎠)이상.

시 험 자 : 신 동 훈 검 토 자 : 이 국 호 건설관리 분야기술자 : 오 범 석

숏크리트 시험 성적서

공 사 명 : 울릉도 일주도로2 건설공사

시 공 위 치	서면1 터널 STA.0+253.8~255.8 서면2 터널 STA.1+025.8~028.8 (상)	시 험 일 자	2017년 10월 31일
		규 격	10 - 4.5 - 100
		타 설 량	26 ㎥
		생 산 자	울릉일주2현장 B/P

1. 슬럼프시험(mm)		A-620-42-12-331-0	기 준	판 정
시료번호	S-1	105	±25mm	합격
	S-2			
	S-3			

공기량시험(%)		A-620-42-13-331-0	기 준	판 정
시료번호	S-1	2.0	2.5±1.5%	합격
	S-2			
	S-3			

3. 염화물시험(kg/㎥)		A-620-42-14-331-0	기 준	판 정
시료번호	S-1	0.032	0.3kg/㎥이하	합격
	S-2			
	S-3			

< 생콘크리트 측정 결과 >

1> Cl⁻ 0.0144 %
2> Cl⁻ 0.0146 %
3> Cl⁻ 0.0148 %
4> Cl⁻ 0.0156 %

측정항 : Cl⁻ ION
수 량 : 215 kg/㎥
평 균 : 0.0149 %
총 량 : 0.032 kg/㎥

측정일 2017.10.31.

측정자 :

4. 휨강도시험(1일)							시 험 일 시		2017년 11월 01일	
조	시료번호	파괴하중 (N)	몰드치수 (mm)			휨강도 (N/㎟)	평균 (N/㎟)	기준	판정	비 고
1조	S-1		150	150	550			2.0MPa 이상		강섬유보강 숏크리트
	S-2									
	S-3									

5. 휨강도시험(28일)							시 험 일 시		2017년 11월 28일	
조	시료번호	파괴하중 (N)	몰드치수 (mm)			휨강도 (N/㎟)	평균 (N/㎟)	기준	판정	비 고
1조	S-1		150	150	550			4.5MPa 이상		강섬유보강 숏크리트
	S-2									
	S-3									

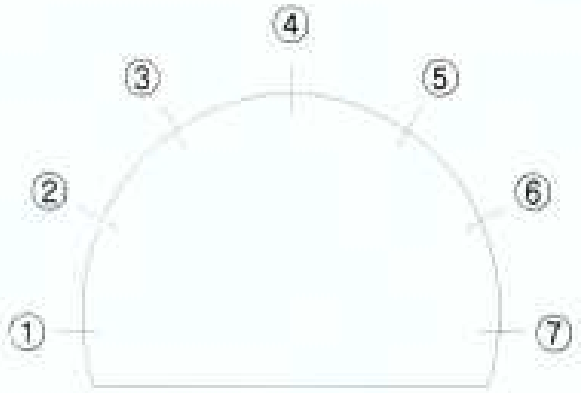
시 험 자 : 신 동 휴 (서 명) 확 인 자 : 이 국 호 (서 명) 건설사업관리기술자: 모 범 석 (서명)

숏크리트 두께측정

공 사 명:	울릉도 일주도로2 건설공사	시 험 일 자:	2017년 12월 24일
시 험 번 호:	A-620-4은-109-075-0	시 험 위 치:	서면2터널
굴 착 형 식:	P-4	시 험 장 소:	STA. 1+060

No.	구 분	설계기준 (cm)	측정두께 (cm)	비 고
1	좌측1	12	41.0	
2	좌측2	12	20.0	
3	좌측3	12	21.0	
4	중앙	12	16.0	
5	우측5	12	16.0	
6	우측6	12	19.0	
7	우측7	12	16.0	
평 균			21.6	

비 고



시험자 : 신 동 훈　　확인자 : 이 형 기　　분야기술자 : 오 범 석

Rock Bolt 인발 시험 시공 결과

1.공 사 명 : 울릉도 일주도로2 건설공사

2.시험 위치 : 서면 2터널 STA. 1+113

3.시험 일자 : 2018년 01월 31일

4.시험 번호 : A-602-01-06-084-0

5.터널 TYPE : P-3

6.ROCK BOLT 길이 : L = 4.0m

7.시험 ROCK BOLT 개소 : 3 개소

8.시험결과

시 험 장 소	인발시험 결과		비 고
	부 위	시험결과 (ton / mm)	
서면 2터널 STA. 1+113	A	14 / 7.62	관리인발력 : 14.0 TON 변위 한계 : 10.0 mm
	B	14 / 6.54	
	C	14 / 8.02	
평 균		14 / 7.39	

시 험 자 : 신 동 훈 (서 명) 확 인 자 : 이 국 호 (서 명) 건 설 관 리 분야기술자 : 조 재 순 (서 명)

강섬유 혼입량 시험

공 사 명:	울릉도 일주도로2 건설공사	시 험 일 자 :	2018년 02월 07일
시 험 번 호:	A-001-01-04-031-0	시 험 위 치 :	서면2터널
시 료 종 류:	10-4.5-100	타 설 부 위 :	STA.1+110

측 정 번 호		1	2	3	비 고
1.시료크기	0(cm)x H(cm)	10 x 10.05	10 x 9.80	10 x 9.77	
2.시료체적	(㎤)	788.93	769.3	766.95	
3.시료의 강섬유혼입량	(g)	26.8	25.8	27.3	
4.시료의 강섬유혼입량 1㎥환산중량	(kg/㎥)	34.0	33.5	35.6	평균34.4
5.강섬유 설계시방량	(kg/㎥)	40.0	40.0	40.0	
6.강섬유 혼입률	(%)	85	84	89	
평 균		85.8 %			

비 고

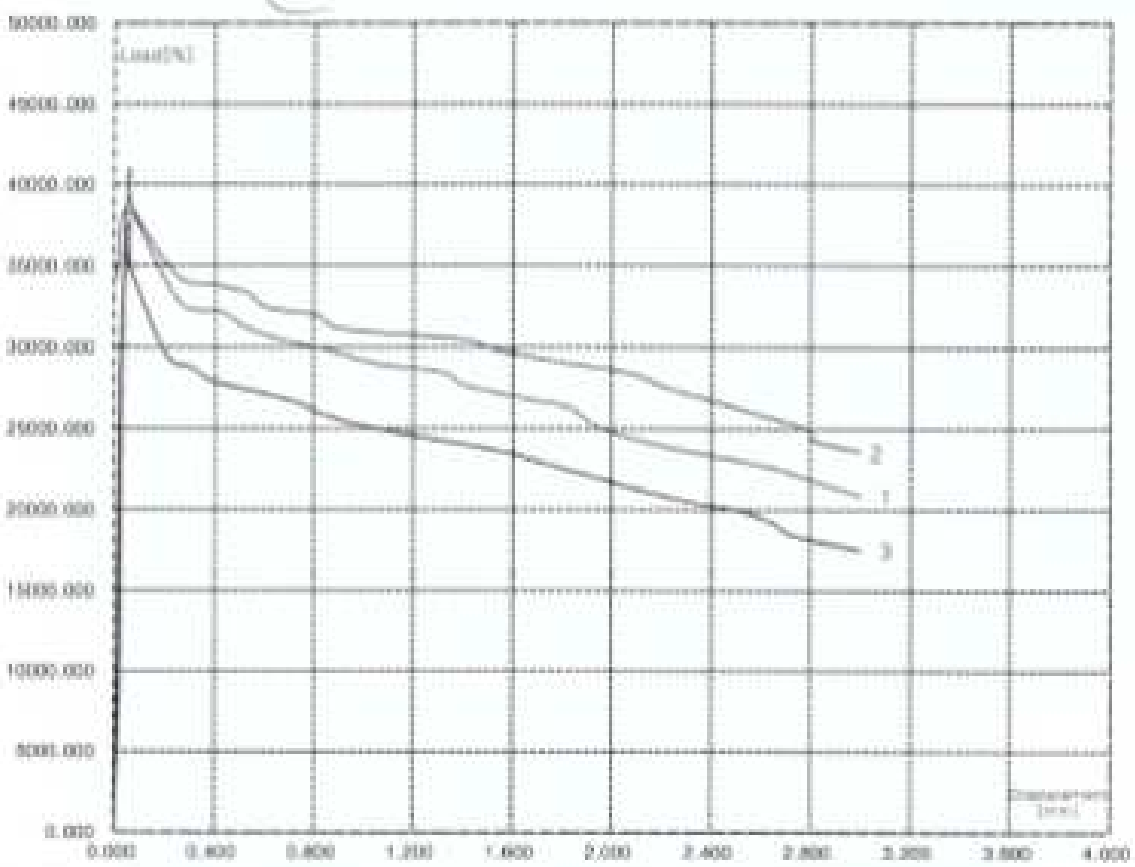
※ 기준 : 강섬유 혼입률 75%(30kg/㎥)이상.

시험자 : 신 동 훈 (서명) 검토자 : 이 국 호 (서명) 본아델 건설 사업관리기술자 : 오 범 식 (서명)

휨 인성 시험

공사명 : 울릉도 일주도로2 건설공사

시험번호	: 3-601-01-03-029-0	시험환경	: (Dr)	기준강도	: 4.5 (N/㎟)
유별번호	:	시료규격	: 15×15×45	발 주 자	: 경상북도
공 종	: 터널공	시료형태	: 숏크리트	채 취 자	: 이국호
시험일자	: 2018/2/27	시험속도	: 0.1 (mm/min)		
채취일자	: 2018/1/30	채취장소	: 서연1,2터널		
시 험 자	: 신동훈	강섬유 종류	:		
확 인 자	: 이국호	혼 합 량	: 40 (Kg/㎥)		
감 독 원	: 조재순	재 령	: 28 (일)		



최대 하중 (N)	Peak치 변위 (mm)	최대 변위 (mm)	휨 강도 (N/mm²)	Tb면적 (N.mm)	등변형계수(N/mm³) (휨거동강도)	인성 계수율 (%)
38406	0.055	3.000	5.121	29386.23	3.785	73.9
40785	0.056	3.000	5.438	29439.81	3.925	72.2
37450	0.055	3.000	4.993	27272.91	3.638	72.8
38680	0.056	3.000	5.18	28366.32	3.782	73.0

3. 반발경도자료

서면2터널 시점측 갱구부

위 치	측 정 치					평균치	타격 각도	타격각도 보정치	습윤상태 보정치	기준강도	재령계수	압축강도(MPa)		Schmidt Hammer 추정강도 (MPa)
						(R_1)	(α)	(ΔR)	(ΔR')	(R^0)	(n)	재료학회	건축학회	
시점측 갱구부 (No.1)	49	48	48	46	49	49.05	0	0.0	0	49.1	0.7	31.0	31.4	31.2
	51	49	47	52	53									
	50	49	49	51	48									
	49	50	50	47	46									
시점측 갱구부 (No.2)	53	49	49	52	51	50.75	0	0.0	0	50.8	0.7	32.5	32.3	32.4
	55	51	50	49	52									
	48	48	49	50	53									
	53	54	52	49	48									

4. 참여기술자 안전진단 교육 수료증

제 7823 호

[재발급용]
2016년 09월 22일

수 료 증

소　　속 (주)아워브레인

성　　명 인승철

생 년 월 일 1973년 06월 16일

교 육 기 간 07. 09. 03 ~ 07. 09. 14. 73시간

교 육 근 거 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 9294 호

수 료 증

소 속 태경개발㈜

성 명 강영규

주민등록번호 410621-1481719

위 사람은 「 건설기술관리법 」 제6조 및 「 근로자직업능력개발법 」 제24조의 규정에 의하여 2009. 05. 25~2009. 06. 05 까지 건설기술자 교육 정밀안전진단과정 (교량및터널반) 을 수료 하였으므로 이 증서를 수여합니다.

2009년 6월 5일

한국시설안전공단이사장 신 방 웅

제 8407 호

[재발급용]
2016년 10월 14일

수 료 증

소　　속 한세이엔씨(주)

성　　명 김문호

생 년 월 일 1946년 03월 12일

교 육 기 간 08. 06. 09 ~ 08. 06. 20, 73시간

교 육 근 거 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 17724 호

수 료 증

소 속 (주)명성엔지니어링
성 명 박이서
생년월일 1943년 12월 16일
교육기간 2016.7.11~2016.7.22. 70시간
교육근거 건설기술진흥법 제20조
시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제7조
근로자직업능력개발법 제20조

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

2016년 7월 22일

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