울 릉 도 일 주 도 로 2 건 설 공 사

초 기 점 검 보 고 서

[터널, 옹벽]

2022. 03

디엘이앤씨(주)

(주)명성엔지니어링

울릉도일주도로 2 건설공사 초기점검 보고서

2022. 3

디엘이앤씨㈜

㈜명성엔지니어링

제 출 문

디엘이앤씨(주) 대표이사 귀하

귀 사에서 의뢰하신『울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검』용역을 성실히 수행하고 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2022년 03월

㈜ 명 성 엔 지 니 어 링

대 표 이 사 김 선 무

초기점검 참여 기술진

▣ 과업명 : 울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검

참 여 구 분		성 명	자격 및 등급	비 고
책임기술자	과업총괄	장 진 원	토목기사 (특급기술자)	과업총괄
참여기술자	현장조사 자료검토 보고서 작성	정 지 운	토목기사 (특급기술자)	조사자료 검토
		이 상 훈	콘크리트기사 (특급기술자)	현장조사 보고서작성
		서 동 진	토목기사 (특급기술자)	보고서작성
		황 상 윤	토목기사 (특급기술자)	현장조사 보고서작성
		손 기 영	학·경력자 (초급기술자)	현장조사 보고서작성
		전 희 균	학·경력자 (초급기술자)	보고서작성
		양 주 윤	학·경력자 (초급기술자)	보고서작성

책임기술자 교육수료증

제 9796 호 [2018년 05월 24일 발급]

수 료 증

소 속 (주)아워브레인

성 명 장진원

생 년 월 일 1982년 02월 25일

교 육 기 간 10. 01. 11 ~ 10. 01. 22. 73시간

교 육 근 거 건설기술진흥법 제20조

시설물안전법 시행규칙 제10조

근로자직업능력개발법 제20조

상기인은 위 교육근거에 따라 건설기술자 교육 정밀안전진단과정 교량 및 터널반(114기)을 수료하여 이 증서를 수여합니다.

2010년 01월 22일

한 국 시 설 안 전 공 단 이 사 장

원본대조필

<이 증명서는 인터넷으로 발급한 증명서입니다.한국시설안전공단 시설안전교육센터(055-771-1905)에서 원본대조 확인이 가능합니다.>

안전진단전문기관 등록증

[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

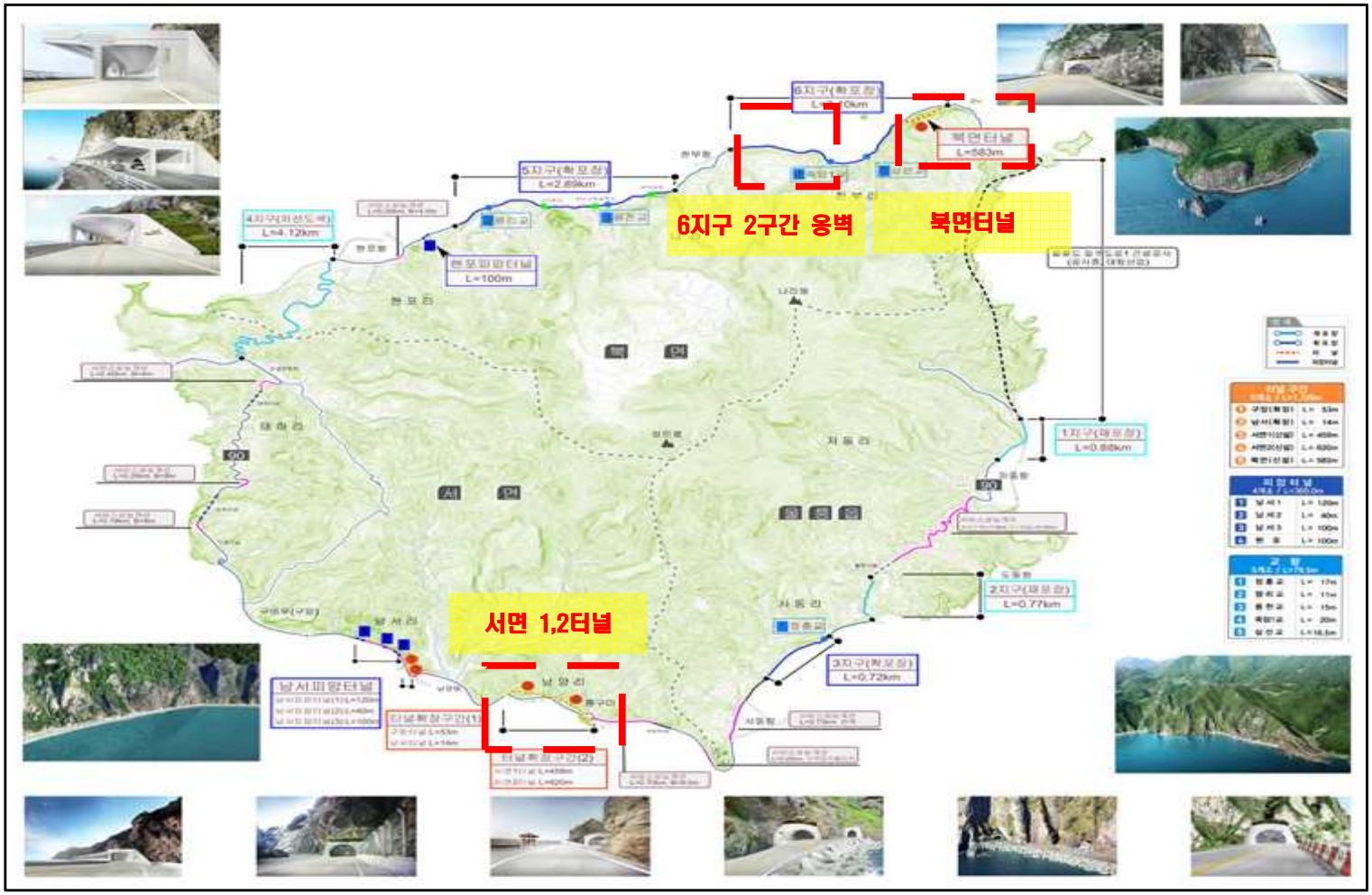
「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제9조에 따른 안전진단전문기관으로 등록합니다.

2016년 06월 20일

경 기 도 지 사

210mm×297mm[보존용지 120g/㎡]

위 치 도



시설물의 전경

1. 서면1터널

시점부 전경

종점부 전경

2. 서면2터널

시점부 전경

종점부 전경

3. 북면터널

시점부 전경

종점부 전경

4. 6지구 2구간 옹벽

전 경

시점부 전경

서면1터널 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검	점검기간	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.		
시 공 사	디엘이앤씨(주)	발 주 처	디엘이앤씨(주)		
시설물 구분	도로터널	종 류	터널	종 별	2종
준 공 일	2022년 04월	점검금액(천원)	-	안전등급	A
시설물 위치	경상북도 울릉군 서면 남양리	시설물규모	연장 459.0m, 폭 8.0m, 왕복 2차선		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	• 없음
점검 주요결과	• 전반적으로 양호한 상태 • 터널부사면에서 일부 이완암 형태가 확인
주요 보수·보강	• 주의관찰

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	장 진 원	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	이 상 훈	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자

라. 참고사항

서면1터널 초기점검 요약표

책임기술자 종합의견
• 서면1터널에 대하여 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021.12)”에 근거하여 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 터널의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 외관상태평가 등급은『A』등급으로 평가되었다. 책임기술자 : 장 진 원 (서 명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항

상태평과 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생부재	상태평가결과	결함종류	보수·보강(안)
라이닝 콘크리트	a	•상태양호	-
갱문	a	•상태양호	-
사면	a	•이완암 형태가 확인	주의관찰
공동구	a	•상태양호	-
배수시설	a	•상태양호	-
포장부	a	•상태양호	-
부속시설	a	•상태양호	-

나. 현장시험

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	라이닝 콘크리트	40.9~41.1	30.0	■ 설계강도 이상(양호)
철근탐상 시험	라이닝 콘크리트	철근배근 간격은 대체로 설계도면과 일치하는 상태.		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	라이닝 콘크리트	99.5~104.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
GPR탐사	콘크리트 라이닝 두께분포는 300mm~380mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 본시설물은 전체적으로 콘크리트 라이닝 허용두께분포인 200mm를 만족하며 설계도면과 부합되는 것으로 확인되었다.			

서면2터널 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검	점검기간	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.		
시 공 사	디엘이앤씨(주)	발 주 처	디엘이앤씨(주)		
시설물 구분	도로터널	종 류	터널	종 별	2종
준 공 일	2022년 04월	점검금액(천원)	-	안전등급	A
시설물 위치	경상북도 울릉군 서면 남양리	시설물규모	연장 620.0m, 폭 8.8m, 왕복 2차선		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	• 없음
점검 주요결과	• 전반적으로 양호한 상태 • 터널부사면에서 일부 이완암 형태가 확인
주요 보수·보강	• 주의관찰

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	장 진 원	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	이 상 훈	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자

라. 참고사항

서면2터널 초기점검 요약표

책임기술자 종합의견
• 서면2터널에 대하여 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021.12)”에 근거하여 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 터널의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 외관상태평가 등급은『A』등급으로 평가되었다. 책임기술자 : 장 진 원 (서 명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항

상태평과 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생부재	상태평가결과	결함종류	보수·보강(안)
라이닝 콘크리트	a	•상태양호	-
갱문	a	•상태양호	-
사면	a	•이완암 형태가 확인	주의관찰
공동구	a	•상태양호	-
배수시설	a	•상태양호	-
포장부	a	•상태양호	-
부속시설	a	•상태양호	-

나. 현장시험

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	라이닝 콘크리트	40.4~42.8	30.0	■ 설계강도 이상(양호)
철근탐상 시험	라이닝 콘크리트	철근배근 간격은 대체로 설계도면과 일치하는 상태.		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	라이닝 콘크리트	109.5~111.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
GPR탐사	콘크리트 라이닝 두께분포는 260mm~360mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 라이닝 두께부족 구간의 심도는 유전율의 차이를 감안하여 약간의 오차가 존재할 수 있으나 대략 260~270mm으로 분석되었으며, 터널 전체 연장대비 라이닝 두께부족 구간의 연장율은 약 0.9%로 조사되었다.			

북면터널 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검	점검기간	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.		
시 공 사	디엘이앤씨(주)	발 주 처	디엘이앤씨(주)		
시설물 구분	도로터널	종 류	터널	종 별	2종
준 공 일	2022년 04월	점검금액(천원)	-	안전등급	A
시설물 위치	경상북도 울릉군 북면 천부리	시설물규모	연장 583.0m, 폭 8.8m, 왕복 2차선		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	• 없음
점검 주요결과	• 전반적으로 양호한 상태 • 터널부사면에서 일부 이완암 형태가 확인
주요 보수·보강	• 주의관찰

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	장 진 원	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	이 상 훈	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자

라. 참고사항

북면터널 초기점검 요약표

책임기술자 종합의견
• 북면터널에 대하여 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021.12)”에 근거하여 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 터널의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 외관상태평가 등급은『A』등급으로 평가되었다. 책임기술자 : 장 진 원 (서 명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항

상태평과 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생부재	상태평가결과	결함종류	보수·보강(안)
라이닝 콘크리트	a	•상태양호	-
갱문	a	•상태양호	-
사면	a	•이완암 형태가 확인	주의관찰
공동구	a	•상태양호	-
배수시설	a	•상태양호	-
포장부	a	•상태양호	-
부속시설	a	•상태양호	-

나. 현장시험

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	라이닝 콘크리트	42.7~43.1	30.0	■ 설계강도 이상(양호)
철근탐상 시험	라이닝 콘크리트	철근배근 간격은 대체로 설계도면과 일치하는 상태.		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	라이닝 콘크리트	99.5~119.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
GPR탐사	콘크리트 라이닝 두께분포는 260mm~360mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 라이닝 두께부족 구간의 심도는 유전율의 차이를 감안하여 약간의 오차가 존재할 수 있으나 대략 260~270mm으로 분석되었으며, 터널 전체 연장대비 라이닝 두께부족 구간의 연장율은 약 0.4%로 조사되었다.			

6지구 2구간 옹벽 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검	점검기간	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.		
시 공 사	디엘이앤씨(주)	발 주 처	디엘이앤씨(주)		
시설물 구분	콘크리트 옹벽	종 류	옹벽	종 별	2종
준 공 일	2022년 04월	점검금액(천원)	-	안전등급	A
시설물 위치	경상북도 울릉군 북면 천부리	시설물규모	연장 600.0m, 높이 3.0~8.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	• 없음
점검 주요결과	• 전반적으로 양호한 상태
주요 보수·보강	• 주의관찰

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	장 진 원	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
참여기술자	정 지 운	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	이 상 훈	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	서 동 진	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	황 상 윤	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목특급기술자
	손 기 영	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자
	전 희 균	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자
	양 주 윤	2021. 12. 11. ~ 2022. 03. 31.	토목초급기술자

라. 참고사항

6지구 2구간 옹벽 초기점검 요약표

책임기술자 종합의견
• 6지구 2구간 옹벽에 대하여 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021.12)”에 근거하여 현재 옹벽의 상태를 판단한 결과, 옹벽의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 외관상태평가 등급은『A』등급으로 평가되었다. 책임기술자 : 장 진 원 (서 명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항

상태평과 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생부재	상태평가결과	결함종류	보수·보강(안)
전면부	a	•상태양호	-
기초 및 배면부	a	•상태양호	-

나. 현장시험

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	전면부	40.9~43.5	35.0	■ 설계강도 이상(양호)
철근탐상 시험	전면부	철근배근 간격은 대체로 설계도면과 일치하는 상태.		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	전면부	119.3~149.3	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
선형 및 기울기	옹벽에 대해 설계도서와 비교하여 검토한 결과, 침하 및 전도, 활동이 발생하지 않은 상태로 판단된다.			

목 차

서 두

Ⅰ. 공통편

제 1 장 서 언 ····· 3
1.1 과업의 목적 ····· 5
1.2 과업의 범위 및 내용 ····· 5
1.3 대상 시설물의 개요 ····· 7
1.4 과업수행흐름도 ····· 10
1.5 사용장비 ····· 12
1.6 구조물 기호정의 ····· 13
1.7 과업수행일정 ····· 14

제 2 장 외 관 조 사 ····· 15
2.1 개 요 ····· 17
2.2 상태평가 기준 ····· 18
2.3 터널 부재별 상태평가기준 및 산정절차 ····· 19
2.4 옹벽의 상대평가기준 및 산정절차 ····· 23

제 3 장 내구성 조사 ····· 31
3.1 개요 ····· 33
3.2 콘크리트 강도조사 ····· 33
3.3 철근배근 탐사 ····· 38
3.4 탄산화 깊이 측정 ····· 40
3.5 터널 배면공동 조사 ····· 43

Ⅱ. 시설물편

1. 서면1터널 ····· 53
제1장 서론 ····· 55
제2장 외관조사 ····· 75
제3장 내구성 조사 ····· 85
제4장 GPR탐사 ····· 91
제5장 상태평가 ····· 99
제6장 보수 및 유지관리방안 ····· 107
제7장 종합결론 ····· 111

2. 서면2터널 ····· 115
제1장 서론 ····· 117
제2장 외관조사 ····· 137
제3장 내구성 조사 ····· 147
제4장 GPR탐사 ····· 153
제5장 상태평가 ····· 163
제6장 보수 및 유지관리방안 ····· 173
제7장 종합결론 ····· 177

3. 북면터널 ····· 183
제1장 서론 ····· 185
제2장 외관조사 ····· 205
제3장 내구성 조사 ····· 215
제4장 GPR탐사 ····· 221
제5장 상태평가 ····· 229
제6장 보수 및 유지관리방안 ····· 237
제7장 종합결론 ····· 241

4. 6지구 2구간 옹벽 ····· 247
제1장 서론 ····· 249
제2장 외관조사 및 내구성조사 ····· 271
제3장 상태평가 ····· 281
제4장 보수 및 유지관리방안 ····· 285
제5장 결론 ····· 289

Ⅲ. 부록편
1. 사진첩
2. 외관조사망도
3. 측정 및 시험성과표
4. 상태평가 결과자료

Ⅰ. 공통편

제 1 장 서 언

제 2 장 외관조사

제 3 장 내구성조사

제 1 장 서 언

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 대상 시설물의 개요

1.4 과업수행 흐름도

1.5 사용장비

1.6 구조물 기호 정의

1.7 과업수행일정

제 1 장 서 언

1.1 과업의 목적

본 과업의 목적은『울릉도 일주도로2 건설공사』현장의 과업대상 구조물에 대하여 “건설기술진흥법 제62조, 시행령 제100조, 제101조, 시행규칙 제59조, 제60조” 규정에 의한 건설공사 안전관리지침 『국토교통부 고시 제2016-718호』에 따라 실시하는 초기점검 용역으로써 외관조사망도 작성과 시설물 유지관리를 위한 초기치를 구하는 데 있으며, 문제점 발생부위 및 붕괴유발부재 또는 문제점 발생 가능성이 높은 부위 등의 중점 유지관리사항을 파악하고 향후의 점검 및 진단 시 시설물에 대한 안전성 평가의 기준이 되는 초기치와 기초 자료를 제시하는 데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

가. 설계도서 및 관련자료의 수집, 검토

나. 구조물의 외관상태 조사

다. 콘크리트 품질조사·분석 및 내구성 검토

라. G.P.R 탐사

마. 시설물 상태평가

바. 보수/보강 및 유지관리방안 제시

사. 종합결론

1.2.2 과업의 내용

본 과업을 수행하기 위하여 실시한 초기점검의 세부내용은 다음【표 1.2-1】과 같다.

【표 1.2-1】과업의 내용

구 분		과 업 내 용
현지 조사		◦대상 구조물에 대한 예비답사 및 현황조사
자료수집 및 분석		◦실시설계보고서, 설계도면, 구조계산서, 공사시방서 ◦기존 정기안전점검 결과 보고서 ◦콘크리트 타설현황, 계측현황
현장조사	외관조사	◦외관조사망도 작성 ◦콘크리트 균열, 누수, 박리·박락, 층분리, 백태, 철근노출 등의 손상 결함 조사
	내구성 조사	◦콘크리트 비파괴강도 ◦콘크리트 철근배근상태 및 피복두께 조사 ◦콘크리트 탄산화깊이 측정
	추가조사	◦G.P.R 탐사
상태평가		◦주요부재별 외관조사 결과분석 ◦측정결과와 재료시험 결과의 분석 ◦주요 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태등급 지정
보수·보강 방법 제시		◦결함의 정도 및 종류에 따른 보수/보강 방안 제시
유지관리방안 제시		◦주요 유지관리항목 선정
종합결론		◦초기점검 결과의 종합결론 ◦유지관리시 특별히 관리가 요구되는 사항

1.3 대상 시설물의 개요

1.3.1 서면1터널 현황

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

1.3.2 서면2터널 현황

노선명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위치	경북 울릉군 서면 남양리	공사이정	시점 : STA. 0+610 종점 : STA. 1+230
형식	난 형	환기방식	제트팬 (Φ800 고속방식형 2대)
연장	620m	도로폭원	8.8m(2차로)
내공단면	68.7㎡	평면선형	R=96.0 ~ R=150.0
종단경사	4.9% ~ -7.77%	편경사	±5.0%
갱문형식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연결통로	방향전환소 1개소
주요공법	NATM	보조공법	훠폴링, 강관보강그라우팅

1.3.3 북면터널 현황

노선명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위치	경북 울릉군 북면 천부리	공사이정	시점 : STA. 2+475 종점 : STA. 3+058
형식	난 형	환기방식	자연환기
연장	583m	도로폭원	8.8m(2차로)
내공단면	68.7㎡	평면선형	R=110.0 ~ R=450.0
종단경사	1.00% ~ -1.00%	편경사	±2.0%
갱문형식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연결통로	방향전환소 1개소
주요공법	NATM	보조공법	훠폴링, 강관보강그라우팅

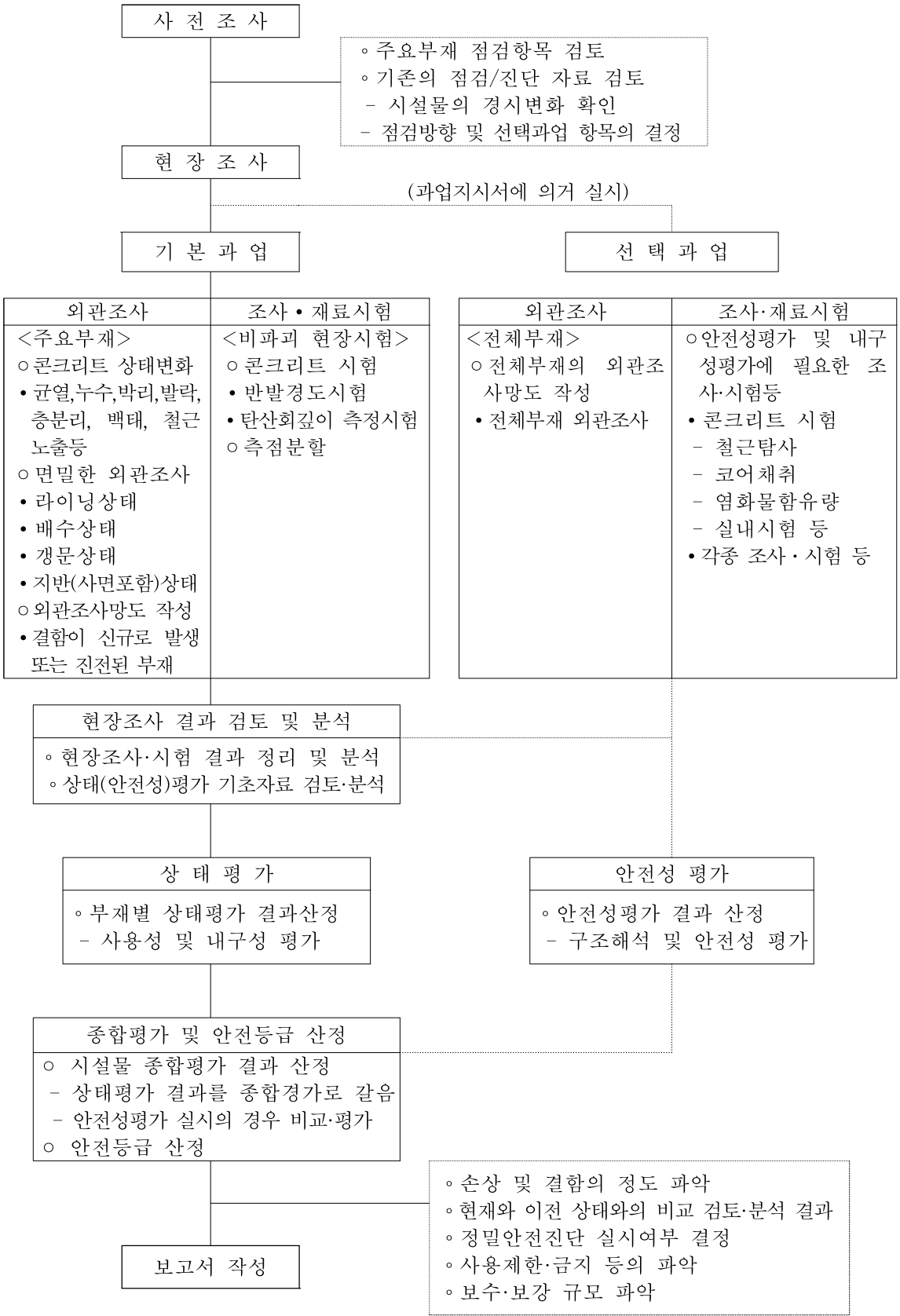
1.3.4 6지구 2구간 옹벽 현황

시설물 번호	-			관리번호	-
시설물명	6지구 2구간 옹벽			시설물 구분	2종 옹벽
위 치	행정구역	경상북도 울릉군 북면 천부리			
	공사이정	시점	STA.0+200	종점	STA.0+800
제 원	옹벽형식	역T형(콘크리트 옹벽)			
	연 장(m)	600.0		지면노출높이(m)	3.0~8.0
	저판폭(m)	1.9~5.6		노 선	울릉순환로
관리주체	-			관리주체구분	-
주변환경	전면	해안			
	배면	도로(울릉순환로)			
시공현황	준공년도	-		시공자	대림산업(주)
	설계사	㈜동성엔지니어링 외		감리사	㈜수성엔지니어링 외 2개사
	부대시설	-			
비 고					

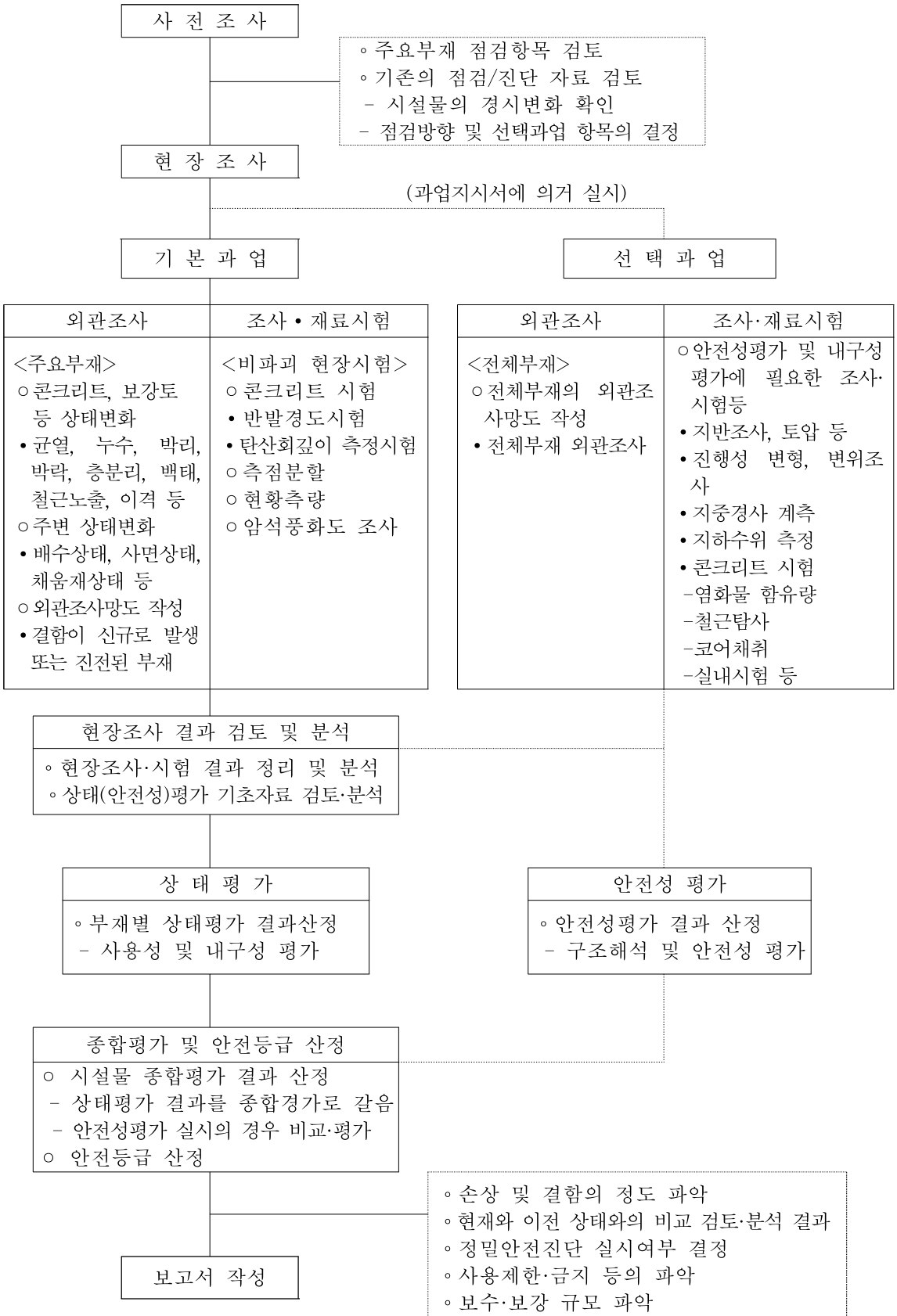
1.3.5 위치도

과업시점(VI)
STA.0+000
과업종점(VI)
STA.3+100
북면터널
L=583m
삼성교
L=16.5m
중앙1교
L=20.0m
기존도로 폭원 6.0m
서면2터널
L=620m
서면1터널
L=459m
태풍 및 낙석 피해를
완전배제한 우회노선 계획
태풍 및 낙석 피해구간
태풍 및 낙석 피해구간
터널확장구간(2)
통구미
통구미마을
향나무 자생지
남양마을
프로텍터 적용으로
교통단절 없는 확장계획
남양항
친수공원
터널확장구간(1)
남서터널
L=14m
구암터널
L=53m

1.4 과업수행흐름도



[그림 1.4-1] 터널 과업수행 흐름도



[그림 1.4-2] 옹벽 과업수행 흐름도

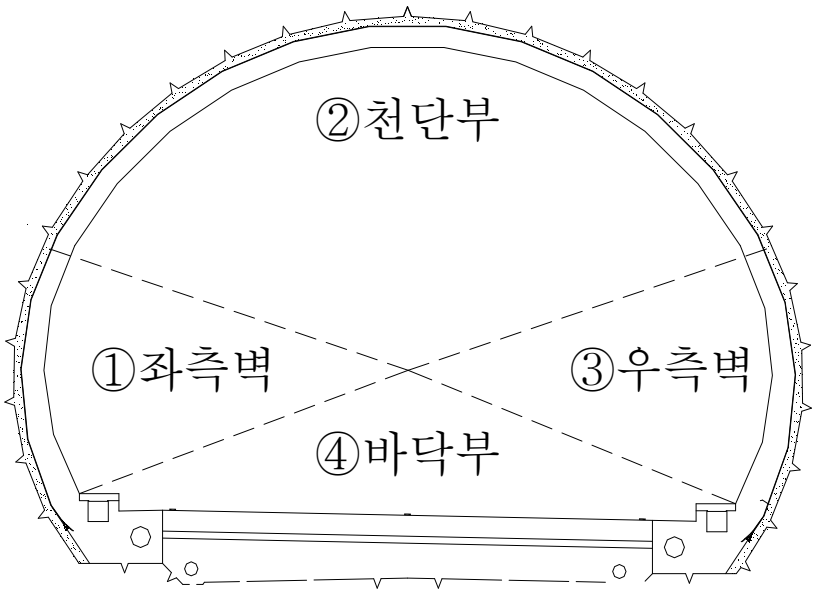
1.5 사용장비

구 분	장 비 명	규 격	제조사 (제조국)	Serial Number	용 도	비 고
콘크리트 강도	Schmidt Hammer	NR-10	Proceq (스위스)	28191	반발경도에 의한 강도 측정	
철근 탐사	RC-RADAR	NJJ-95A	JRC (일본)	ED72471	철근배근 및 피복두께조사	
탄산화 측정	Conkit	-	-	-	탄산화 깊이 측정	
콘크리트 균열측정	균 열 경	PEAK 2028	PEAK	-	균열폭 측정	
제원조사	버니어 캘리퍼스	CD-15APX	Mitutoyo (일본)	A16019562	제원확인 확인 균열폭 측정	
고소차	고소차 렌탈장비	-	-	-	외관조사 및 비파괴 시험 접근장비	

1.6 구조물 기호정의

1.6.1 터널

금번 조사에서 조사결과의 표기에 대한 일관성을 위해 터널의 기호는 터널 표준시방서(대한터널협회, 1999)를 참고하여 다음과 같이 표기하였다.

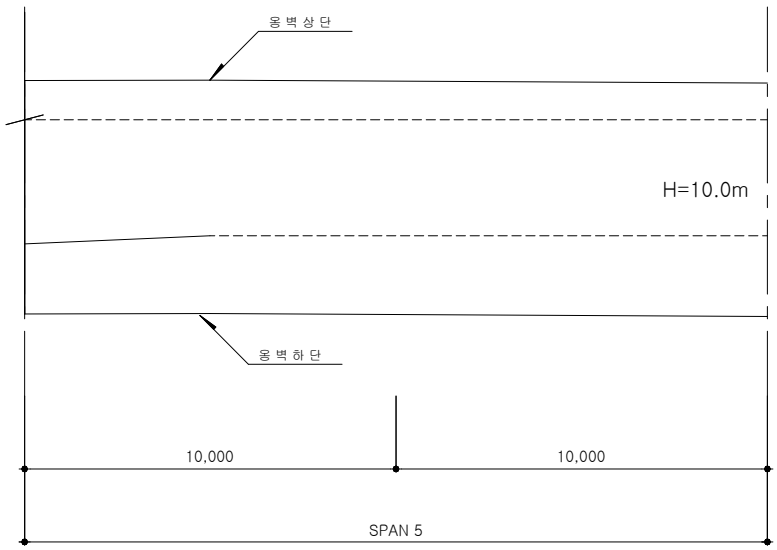


- 천단(Crown Line) : 좌·우측 어깨의 중심으로 터널의 최고점
- 천장부(Crown) : 터널 천단을 포함한 좌·우 어깨사이의 구간
- 측벽부(Wall) : 터널스프링 라인에서 바닥부까지 이르는 구간
- 스프링라인(Spring Line) : 터널단면에서 최대 폭을 형성하는 점 가운데 최상부의 점을 종방향으로 연결하는 선
- 어깨(Shoulder) : 터널의 천단과 스프링라인(SL)의 중간점
- RC : 우측 천장부(우측어깨에서 천단까지의 구간)
- LC : 좌측 천장부(좌측어깨에서 천단까지의 구간)
- RW : 우측벽부(터널진행방향으로 우측SL에서 바닥사이의 구간)
  - RW_U : 우측벽 상부(터널진행방향으로 우측어깨에서 우측SL 사이의 구간)
  - RW_L : 우측벽 하부(터널진행방향으로 우측SL에서 바닥사이의 구간)
- LW : 좌측벽부(터널진행방향의 좌측SL에서 바닥사이의 구간)
  - LW_U : 좌측벽 상부(터널진행방향으로 좌측어깨에서 좌측SL 사이의 구간)
  - LW_L : 좌측벽 하부(터널진행방향으로 좌측SL에서 바닥사이의 구간)

1.6.2 옹벽

본 과업을 수행함에 있어서 표기의 효율성과 통일성을 기하기 위하여 다음과 같이 기호 및 일련번호를 부여하였다. 부재별 기호는 시점을 기준으로 옹벽별로 블록을 설정한 후 Span 번호를 부여하였다. 옹벽의 시·종점은 옹벽별로 외관조사 부분에 명시하였다.

구 분	사 용 기 호	비 고
스판	SPAN	스판
높이	H	노출높이



1.7 과업수행일정

• 과업기간 : 2021. 12. 11 ~ 2022. 03. 31

제 2 장 외 관 조 사

2.1 개 요

2.2 상태평가 기준

2.3 터널의 부재별 상태평가 기준 및 산정절차

2.4 옹벽의 상태평가기준 및 산정절차

제 2 장 외 관 조 사

2.1 개 요

대상 구조물의 결함 및 손상은 내적, 외적으로 구분되어지나 대부분의 열화현상들이 외적으로 표출되므로 외관조사는 구조물의 상태파악을 위하여 대단히 중요한 진단요소이다. 따라서 외관조사는 점검장비 및 보조기구를 이용하여 모든 구조요소에 근접한 상태에서 외관조사를 실시하여야 하며 향후 유지관리가 용이하도록 외관조사망도를 작성하여 기록·보존하여야 한다.

균열 현미경이나 점검망치 등의 간단한 도구와 육안점검에 의해 실시되는 외관조사는 구조물의 안전성과 사용성을 확보하기 위해 선행되는 상태평가 조사이다. 이 외관조사의 목적은 재료의 불균일, 시공의 부적절, 환경의 영향 및 구조성능 미흡으로 인하여 발생될 수 있는 구조물의 성능저하 현상의 조기탐지 및 이에 대한 억제 대책을 유도하고 나아가 합리적인 유지관리 대책과 보수·보강 대책을 수립하여 내구성 및 내하력 증진을 위한 기초자료를 제공하는데 있다.

본 점검대상 터널 및 옹벽의 외관조사는 각 부재별로 각각 나누어 직접, 접근장비(점검차 및 사다리 등) 등을 이용하여 대상 부위에 가능한 근접하여 조사를 실시하였다. 점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 실시하였으며 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열확대경, 줄자 등을 이용하였고 카메라를 이용하여 손상현황을 파악하였다. 외관조사 시 손상 또는 결함의 정도를 육안점검에 의하여 실시하였기 때문에 조사자의 주관적인 판단 등에 의해 발생되는 차이를 최소화하기 위하여 국토교통부에서 발행한 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침」을 기준으로 손상정도는 a, b, c, d, e의 5가지 등급으로 분류하여 적용하였고, 점검항목의 체계화를 위하여 구조물 항목별로 평가를 실시하였다.

고소작업차를 이용한 외관조사	고소작업차를 이용한 외관조사

2.2 상태평가 기준

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함,손상,열화)를 근거로 하여 상태평가 기준에 따라 실시해야하며, 정확한 상태평가를 하기 위해서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 구조물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토교통부 및 한국시설안전기술공단에서 제시한 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(터널편, 옹벽편 2021. 12. 국토교통부)에 준하여 적용하였다.

【표 2.2-1】 상태평가등급 기준

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A	문제점이 없는 최상의 상태	
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

1) A, B, C, D, E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우인 A등급에서 손상이 심한 경우인 E등급까지 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다. 이에 대한 자세한 평가기준은 점검부재별로 세분한다.

2) Q : 점검부재에 대해서 접근이 불가능한 경우 등급 Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시하고, 반드시 향후 실시하는 점검 시에 접근장비를 동원하여 점검한다.

3) X : 점검대상 시설물에 해당 점검부위가 없을 경우 등급 X를 사용하여 점검의 필요성이 없음을 표시한다.

2.3 터널 부재별 상태평가기준 및 산정절차

2.3.1 터널주요 점검항목

【표 2.3-1】 터널주요 점검항목

구 분	조 사 부 재	조 사 항 목	비 고
입·출구부	갱구부	• 벽체균열 및 누수상태조사 • 콘크리트 박리, 박락 상태조사 • 기타 콘크리트 열화상태 조사	<점검장비> • 균열경 • 망치 • 랜턴 • 줄자 • 카메라 • 고소작업차
	비탈면 (주변사면)	• 수목, 식생 상태조사 • 사면의 절리방향, 낙석 유무 조사 • 지하수 유출 • 배수로 및 우수로 상태조사	
본터널	측벽 및 천단	• 청소상태 • 균열, 단차, 누수상태 • 시공이음부 누수 및 손상상태 • 박리, 박락 및 변형조사 • 망치타격에 의한 공동발생 유무 • 타일의 변형 및 들뜸	
	배수시설	• 배수상태 및 청소상태 • 배수구 덮개 망실 및 파손	
	바닥면	• 포장면 요철, 균열, 함몰 • 포장층의 파손 및 보수상태 • 용수로 인한 손상 • 부풀음 상태조사	
기 타	인도부	• 균열상태조사 • 파손발생유무	
	소화설비	• 소화전 표시등 작동 여부 및 격납 상태	
	안전간판	• 안전 표지판 설치현황 및 파손 유무	
	조명시설	• 조명시설 점등 및 부점등 여부 • 등기구의 파손 및 청소유무	

2.3.2 터널의 상태평가 기준

가. 터널별 결함점수 및 결함지수 산정기준

터널분류에 따른 터널별 상태평가를 위한 결함등급 및 결함점수화 결함지수 산출방법은 다음과 같다.

여기서, 라이닝 결함지수는 터널주변 항목점수를 제외한 라이닝만의 결함점수인 총점36점(조적식, 무근콘크리트:26점)으로 계산되며, 터널 결함지수는 라이닝의 결함점수 및 터널주변 결함점수를 모두 합한 총점 42점(조적식, 무근콘크리트:32점)으로 계산하여 상태평가등급을 산정한다.

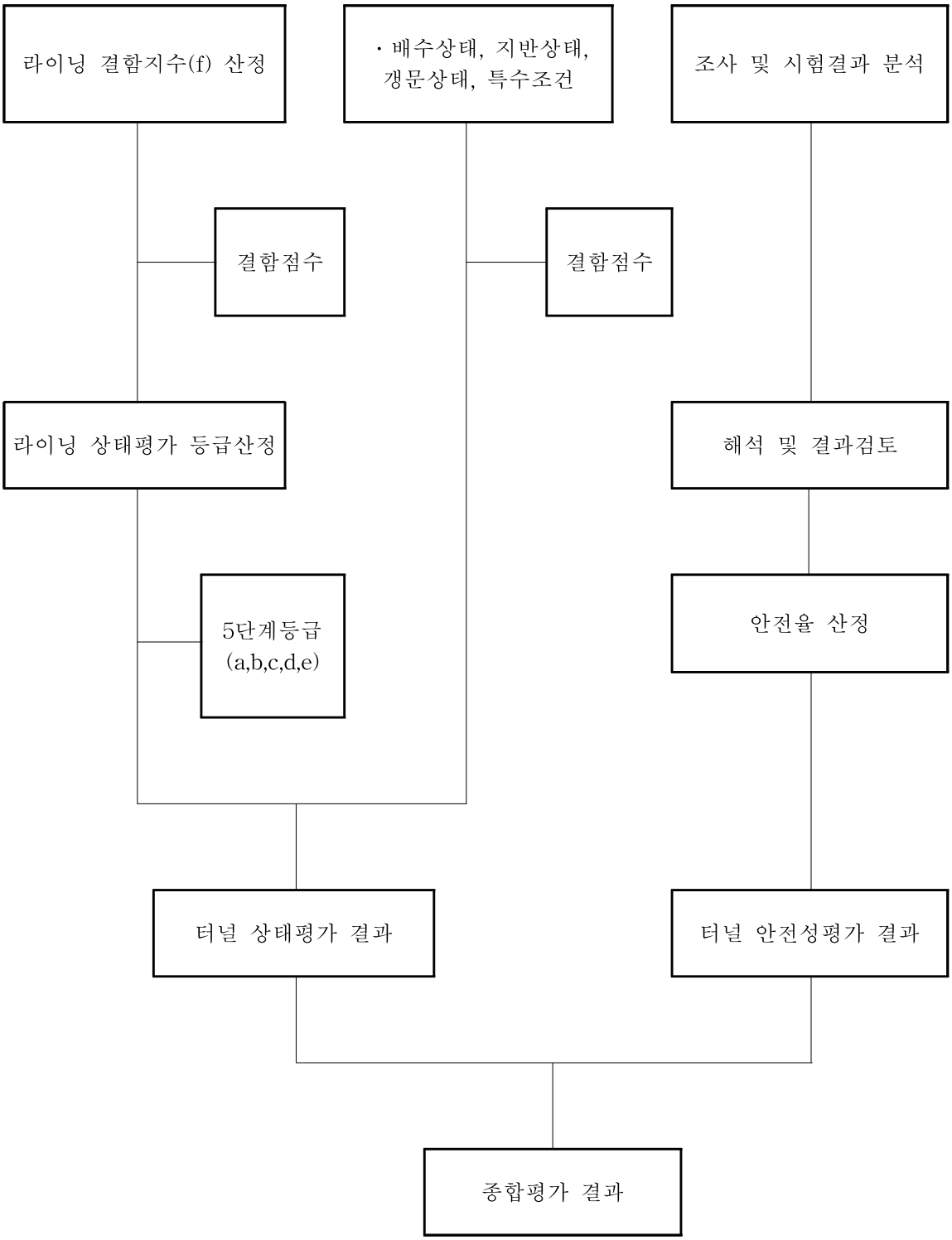
본 과업 대상 구조물은 NATM형식이며, 상태평가를 판정하기 위해 무근콘크리트 라이닝 터널을 기준으로 상태평가를 실시한다.

· NATM터널(철근콘크리트 라이닝)

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">결 함 등 급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td><td>e</td></tr>
<tr><td>0 ≤ f < 0.15</td><td>0.15 ≤ f < 0.30</td><td>0.30 ≤ f <0.55</td><td>0.55 ≤ f <0.75</td><td>0.75 ≤ f</td></tr>
<tr><td rowspan="8">라이닝</td><td colspan="2">균 열</td><td>1~2</td><td>3~5</td><td>6~8</td><td>9~11</td><td>12~13</td></tr>
<tr><td colspan="2">누 수</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="2">파손 및 손상</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="5">재질열화</td><td>박 리</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>층분리 및 박 락</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>백 태</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>철근노출</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>중 성 화</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>염 화 물</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="4">터널주변</td><td rowspan="2">배수상태</td><td colspan="5">오 염 됨 : 1</td></tr>
<tr><td colspan="5">배수불량 또는 막힘 : 2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">지반상태</td><td colspan="2" rowspan="2">풍화변질 및 단층파쇄대</td><td colspan="3">영향범위 내 : 2 ~ 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">영향범위 외 : 1</td></tr>
<tr><td>갱문상태</td><td colspan="5">손 상 : 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">특수조건</td><td colspan="5">전력구터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험
(추가점수) : 1~3</td></tr>
<tr><td colspan="7">라이닝 결함지수(f) = $\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{36}$, 터널결함지수(F) = $\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{42}$</td></tr>
</table>

나. 상태평가 등급 산정절차

터널 상태평가 등급은 라이닝 상태평가와 터널주변 상태평가를 종합하여 결정하며, 안전성 평가 결과중 최저 등급을 터널 종합평가 결과로 결정한다. 평가 과정은 다음과 같다.



다. 상태평가 결과 산정

1) 제1단계 : 라이닝 결함지수(f) 산정

① 라이닝 SPAN별 평가항목에 대해 최저등급의 결함점수를 부여한다.
균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.

② 라이닝 SPAN별 결함지수를 구한다

③ 라이닝 전체에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 라이닝 SPAN별 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

2) 2단계 : 라이닝 상태평가 등급 산정

① 라이닝 SPAN별 평가항목과 결함지수에 대한 등급을 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

② 라이닝 전체의 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 등급을 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

3) 3단계 : 터널 주변 상태 결함점수 산정

① 터널 주변 상태에 대한 배수, 지반, 갱문상태의 결함점수를 부여한다.

② 특수조건에 해당 될 경우에는 추가점수를 부여한다. 터널결함지수(F) 산정시 분모에 대한 영향은 고려하지 않는다.

4) 제4단계 : 터널 상태평가등급 산정

① 제1단계의 라이닝 결함지수(f) 산정시 사용한 평가항목별 결함점수 산술평균값과, 제3단계의 터널 주변상태 평가 결함점수를 합한다.

② 터널 결함지수(F)를 산정하고, 터널 상태평가 등급을 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

③ 터널 상태평가등급 산정

- A등급 : 터널 결함지수(F) $0.00 \leqq F < 0.15$
- B등급 : 터널 결함지수(F) $0.15 \leqq F < 0.30$
- C등급 : 터널 결함지수(F) $0.30 \leqq F < 0.55$
- D등급 : 터널 결함지수(F) $0.55 \leqq F < 0.75$
- E등급 : 터널 결함지수(F) $0.75 \leqq F$

2.4 옹벽의 상태평가기준 및 산정절차

2.4.1 결함점수 및 결함지수 산정기준

1) 콘크리트 옹벽

결 함 등 급		a	b	c	d	e
		0 ≤ f < .15	.15 ≤ f < .30	.30 ≤ f < .55	.55 ≤ f < .75	.75 ≤ f
침 하		0	1	2	3	4
활 동		0	1	2	3	4
배수공상태		0	3	6	9	12
계획선형오차 (전도/경사)		0	1	2	3	4
파손 및 손상(재료분리)		0	1	2	3	4
균 열		0	2	4	6	8
마모/침식		0	0	1	1	1
재료 열화	박 리	0	0	1	1	2
	박락 및 층분리	0	1	2	3	4
	백태	0	0	1	1	1
	탄산화	0	1	2	3	4
	염화물	0	1	1	2	4
	철근노출	0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1

철근콘크리트 옹벽 결함지수(F)	①	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{76}$	②	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{60}$
중력식 옹벽 결함지수(F)	①	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{64}$	②	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{48}$

※ 철근이 포함되지 않은 구조물은 철근노출, 염화물, 탄산화 항목 제외

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용.

※ 콘크리트 옹벽의 누수에 대한 평가는 철근콘크리트 옹벽에 한하여 실시하며, 평가단위당 균열폭 최대점을 기준으로 균열깊이 측정을 실시하여 균열깊이가 콘크리트 피복보다 클 경우에 결함점수를 한 단계 하향 조정한다.

※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

2) 보강토 옹벽

결 함 등 급		a	b	c	d	e
		0 ≤ f < 0.15	0.15 ≤ f < 0.30	0.30 ≤ f <0.55	0.55 ≤ f < 0.75	0.75 ≤ f
침 하		0	0	1	1	2
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	1	2
활 동		0	1	2	3	4
전면부 진행성 배부름		0	2	4	6	8
파손, 손상 및 균열		0	1	2	3	4
유 실		0	2	4	6	8
이 격		0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
보강토 옹벽 결함지수(F)		①	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{52}$		②	$\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{36}$

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용
※ 전면판에 발생한 균열은 파손으로 처리함.
※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

2.4.2 옹벽시설물의 상태평가기준

상태평가기준	시설물의 상태평가 내용	비고
A	0.00 ≤ F < 0.15	F = 옹벽결함지수
B	0.15 ≤ F < 0.30	
C	0.30 ≤ F < 0.55	
D	0.55 ≤ F < 0.75	
E	0.75 ≤ F	

2.4.3 상태평가 항목별 세부기준

[표 2.4-1] 침하의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	최대 침하량의 범위		조사된 상태
	비진행성	진행성	
a (0)	5㎝미만	2㎝미만	- 침하가 발생되지 않은 상태
b (1)	5㎝이상~8㎝미만	2㎝이상~5㎝미만	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c (2)	8㎝이상~12㎝미만	5㎝이상~8㎝미만	- 침하의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d (3)	12㎝이상~16㎝미만	8㎝이상~12㎝미만	- 침하의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠수 있는 상태
e (4)	16㎝이상	12㎝이상	- 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

[표 2.4-2] 침하의 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	최대 침하량의 범위		조사된 상태
	비진행성	진행성	
a (0)	5㎝미만	3㎝미만	- 침하가 발생되지 않은 상태
b (1)	5㎝이상~10㎝미만	3㎝이상~8㎝미만	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c (2)	10㎝이상~20㎝미만	8㎝이상~16㎝미만	- 침하의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d (3)	20㎝이상~30㎝미만	16㎝이상~25㎝미만	
e (4)	30㎝이상	25㎝이상	- 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

[표 2.4-3] 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	최대기울기의 범위		조사된 상태
	비진행성	진행성	
a (0)	2%미만	1%미만	- 경사/전도가 발생되지 않은 상태
b (1)	2%이상~3%미만	1%이상~2%미만	- 부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c (2)	3%이상~4%미만	2%이상~3%미만	- 경사/전도의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d (3)	4%이상~6%미만	3%이상~4%미만	- 경사/전도의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e (4)	6%이상	4%이상	- 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

[표 2.4-4] 활동의 상태평가 기준 (공통적용)

평가기준 (결함점수)	최대 활동의 범위		조사된 상태
	비진행성	진행성	
a (0)	5㎝미만	2㎝미만	- 활동이 발생되지 않은 상태
b (1)	5㎝이상~ 8㎝미만	2㎝이상~ 5㎝미만	- 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c (2)	8㎝이상~ 12㎝미만	5㎝이상~ 8㎝미만	- 활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d (3)	12㎝이상~ 16㎝미만	8㎝이상~ 12㎝미만	- 활동의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠수 있는 상태
e (4)	16㎝이상	12㎝이상	- 활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

[표 2.4-5] 파손 및 손상, 재료분리의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	깊이	면적율 10%미만	면적율 10%이상
a (0)	없음	a	a
b (1)	0㎜~5㎜ 미만	b	c
c (2)	5㎜~10㎜ 미만	c	d
d (3)	10㎜~20㎜ 미만	d	e
e (4)	20㎜ 이상	e	e

[표 2.4-6] 기초부 세굴 상태평가 기준(공통적용)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태	
	콘크리트 옹벽	보강토 옹벽
a (0)	- 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태	- 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태
b (4)	- 세굴이 (지표면에서 헌치하부/2) 부분까지 발생한 상태	- (근입깊이/4)의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태
c (8)	- 세굴이 저판의 헌치하부까지 발생한 상태	
d (12)	- 세굴이 (저판의 최대두께/2) 부분까지 발생한 상태	
e (16)	- 세굴이 기초저면까지 발생한 상태	- 세굴이 기초저면까지 발생한 상태

[표 2.4-7] 마모/침식의 상태평가 기준(콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 침식/마모된 부위가 없는 양호한 상태
b (0)	- 침식/마모에 의해 골재가 노출된 상태
c (1)	- 상, 하부와 비교해서 단면(철근덮개)이 감소되기 시작한 상태 (다소 심한상태)
d (1)	- 철근덮개가 탈락되고 철근이 부분적으로 노출되어 부식이 발생한 상태(심한상태)
e (2)	- 침식부위의 철근이 완전히 노출되어 구조적인 기능을 상실한 상태 (매우 심한상태)

[표 2.4-8] 박락 및 층분리의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태	면적율 20% 미만	면적율 20% 이상
a (0)	없음	a	a
b (1)	15㎜ 미만	b	c
c (2)	15㎜~20㎜ 미만	c	d
d (3)	20㎜~25㎜ 미만	d	e
e (4)	25㎜ 이상	e	e

[표 2.4-9] 박리의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태	면적율 20% 미만	면적율 20% 이상
a (0)	없음	a	a
b (0)	0.5㎜ 미만	b	c
c (1)	0.5㎜~1.0㎜ 미만	c	d
d (1)	1.0㎜~25㎜ 미만	d	e
e (2)	25㎜ 이상이거나 조골재 손실	e	e

[표 2.4-10] 균열의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	최대균열폭	면적율 20%미만	면적율 20% 이상 또는 구조적 균열
a (0)	0.1㎜ 미만	a	a
b (2)	0.1~0.2㎜ 미만	b	c
c (4)	0.2~0.3㎜ 미만	c	d
d (6)	0.3~0.5㎜ 미만	d	e
e (8)	0.5㎜ 이상	e	e

[표 2.4-11] 백태의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 없음
b (0)	- 국부적으로 발견
c (1)	- 여러곳에서 발견
d (1)	- 심한상태
e (1)	- 매우 심하고 범위가 매우 넓은 상태

[표 2.4-12] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	- 30mm 이상	탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	- 10mm 이상 ~ 30mm 미만	향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성 있음
c	- 0mm 이상 ~ 10mm 미만	경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
d	- 0mm 미만	철근부식 발생
e	-	-

[표 2.4-13] 철근노출의 상태평가기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	철근노출 면적율
a (0)	0%
b (1)	0 ~ 1% 미만
c (2)	1 ~ 3% 미만
d (3)	3 ~ 5% 미만
e (4)	5% 이상

[표 2.4-14] 배수공 상태의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 배수공 내부가 우천시마다 맑은 물이 흘러서 깨끗한 상태
b (3)	- 배수공 내부가 우천시마다 세립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태
c (6)	- 배수공 내부가 우천시마다 조립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태
d (9)	- 배수공 내부에 전혀 배수된 흔적이 없고 거미줄이나 기타 이물질이 있는 상태
e (12)	- 배수공을 전혀 설치하지 않은 경우

[표 2.4-15] 진행성 배부름 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 건전한 비진행성 상태
b (2)	- 경미하게 발생한 비진행성 상태
c (4)	- 경미하게 발생한 진행성 상태
d (6)	- 심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태
e (8)	- 매우 심하게 발생하여 경사가 발생하고 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태

[표 2.4-.16] 파손 및 손상, 균열의 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 부재에 파손이 발생하지 않은 건전한 상태
b (1)	- 파손이 경미하고 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 양호한 상태
c (2)	- 파손이 경미하지만, 다른 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태
d (3)	- 시설의 주요부에 부분적인 파손이 발생하여 제체의 안전성이 저하되거나, 손상의 진행에 따라 손상규모가 확대될 위험이 있는 심각한 상태
e (4)	- 시설의 주요부에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태

[표 2.4-17] 이격 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 건전한 상태
b (1)	- 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c (2)	- 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d (3)	- 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e (4)	- 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

[표 2.4-18] 유실 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 건전한 상태
b (2)	- 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c (4)	- 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d (6)	- 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e (8)	- 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

제 3 장 내구성 조사

3.1 개요

3.2 콘크리트 강도

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화깊이 측정

3.5 터널 배면공동 조사

제 3 장 내구성 조사

3.1 개요

초기점검시 실시하는 필수적인 내구성조사 항목을 시행함으로써 초기점검 현장조사 범위 및 내용이 일정수준 이상이 유지되도록 점검결과에 의한 시설물의 상태 또는 안전성 평가가 객관적이며 보편타당하게 이루어질 수 있는 기초자료확보가 되도록 하였다. 본 과업시 시행된 내구성 평가 항목으로는 콘크리트 강도조사, 철근배근 탐사, 터널 배면공동 조사를 시행하였으며, 이를 토대로 구조물 구성재료인 철근 콘크리트의 역학적·화학적 특성을 체계적으로 규명하고 도출된 결과를 비교·분석·평가하여 구조물의 내구성과 사용성을 검토하고 상태평가, 보수·보강제시 및 유지관리제시의 기초자료로 활용될 수 있도록 하였다.

3.2 콘크리트 강도조사

3.2.1 개요

슈미트 해머에 의한 반발경도법은 경화된 콘크리트 표면을 타격시 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(Fc)사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다. 초음파법은 콘크리트 내부를 통과하는 초음파(Ultra Sonics)의 속도가 콘크리트의 상태, 내구성, 균질성, 강도 등의 영향에 따라 각기 다르게 나타나는 경험적인 결과를 이용한 비파괴 시험법이다. 반발경도법과 초음파법에 의한 비파괴강도 조사를 병행한 조합법을 이용함으로써 보다 정확한 강도를 추정할 수 있도록 하였다.

가. 반발경도법

1) 개요

본 시험법은 일반적으로 슈미트햄머법이라고도 하며, 슈미트햄머(Schmidt Hammer)로 콘크리트의 표면을 타격하여 콘트리트 표면의 경도로부터 압축강도를 추정하는 방법으로, 압축강도를 추정하는 과정에서 측정방법, 적용가능한 강도범위, 판정의 평가방법등에 대해 고려하여야 한다.

2) 반발경도(R)

측정개소에 대해서 타격점 상호간의 간격 3cm를 표준으로 종,횡으로 선을 그어 직교되는 20점을 타격하여 반발경도값의 산술 평균값을 구한다. 산술평균값에 대해 각 반발경도의 값이 ±20%의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다.

3) 보정반발경도(Ro)

보정발발경도 R은 식(3.1)과 같이 측정경도 R에 보정값을 더한 값으로 한다.

Ro = R + ΔR1 + ΔR2 + ΔR3 식 (3.1)

여기서, ΔR1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR2 : 압축응력에 따른 보정값

ΔR3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

① 타격방향에 따른 보정값

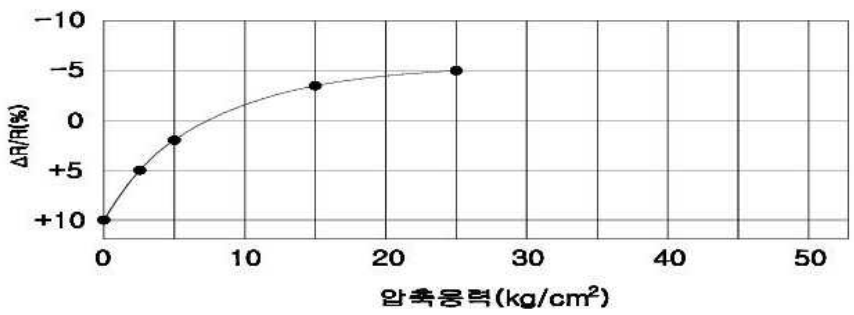
수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 한다. 반발경도 보정치는 【표 3.2-1】과 같다. 하향 타격(-90°)의 경우에는 슈미트 해머 내부의 해머중량에 의해서 실제보다 반동량이 작아지므로 +값으로 수정해 주고, 상향의 타격(+90°)의 경우에는 반대현상에 의해서 -값으로 수정해 주어야 한다.

【표 3.2-1】 타격방향에 따른 보정계수

반발경도 R	보 정 치 ΔR1			
	상 향		하 향	
	+90°	+45°	-45°	-90°
10	-	-	+2.4	+3.2
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1
40	-3.9	-2.0	+2.0	+2.7
50	-3.1	-2.7	+1.6	+2.2
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7

② 압축응력에 따른 반발경도의 보정

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 【그림 3.2-1】와 같이 대략 압축응력이 10kgf/㎠인 경우 ΔR2 = -0.015R, 25kgf㎠인 경우 ΔR2 = -0.05R이다.



【그림 3.2-1】 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선

③ 콘크리트 습윤상태에 따른 보정

콘크리트 표면이 습윤상태에 있으면 건조상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서, 완전 습윤상태에서는 건조상태를 기준으로 ΔR3 = +5%를 적용한다.

④ 강도추정

보정반발경도 Ro로부터 압축강도 Fc를 추정하는 식은 여러 가지가 제안되어 있다. 본 과업에서는 표준편차가 양호하고 설계기준강도에 근접한 추정식 일본건축학회에서 제안된 식(3.2) 및 일본재료학회에서 제안된 식(3.3)을 사용하여 압축강도를 추정하였다. 또한 본 구조물에서 사용된 고강도 콘크리트의 경우 과학기술부에서 제안된 식(3.4)을 사용하여 압축강도를 추정하였다.

- 일본건축학회

  $Fc = (7.3Ro + 100)\times 0.1$ (MPa) 식 (3.2)

- 일본재료학회

  $Fc = 1.27Ro - 18.0$ (MPa) 식 (3.3)

- 과학기술부

  $Fc = (15.2Ro - 112.8)\times 0.1$ (MPa) 식 (3.4)

⑤ 시간경과 계수

수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면경도가 높기 때문에 식(3.5)와 같이 재령계수를 곱하여 압축강도를 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α 는 【표 3.2-2】과 같으며, 3,000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

$Fn = \alpha \cdot Fc$ 식 (3.5)

여기서, α 는 재령계수

【표 3.2-2】 재령일에 따른 보정계수

재 령	28일	100일	200일	300일	400일
a	1.00	0.78	0.72	0.70	0.68
재 령	**500일**	**750일**	**1000일**	**2000일**	**3000일**
a	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

5) 평가방법

반발경도법의 강도조사 결과에 대한 평가근거 및 내용은 【표 3.2-3】과 같다.

【표 3.2-3】 반발경도법의 평가근거 및 내용

구 분	내 용	비 고
평가근거	◦ 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (한국시설안전기술공단, 2019.09)	

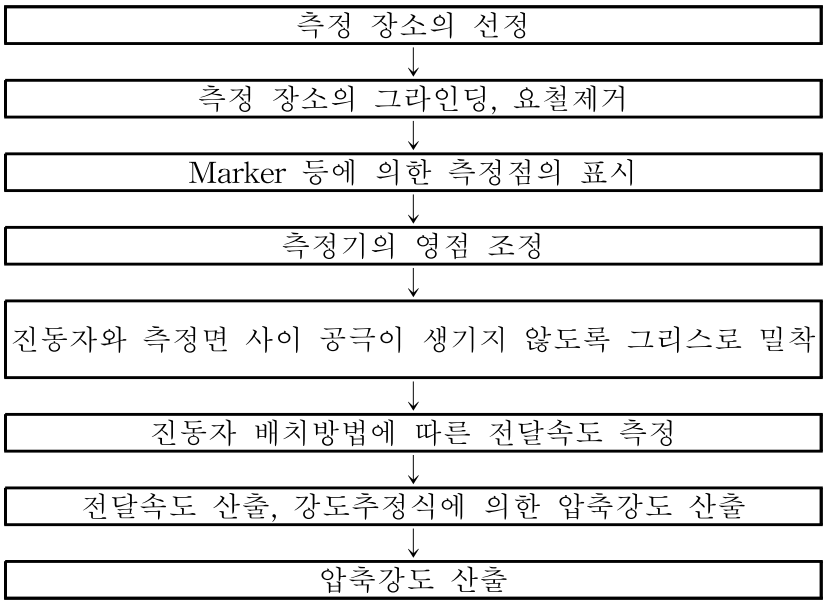
나. 초음파법

1) 개 요

콘크리트는 물리적 성질이 매우 다른 이질성 재료로 구성되어 파의 분산정도가 심하며 통상 5~100kHz 정도의 주파수가 이용된다. 초음파 시험은 대상물의 형상에 관계없이 내부의 상황변화 등을 파악할 수 있는 반면, 투과파 높이가 작을 때에는 측정정도가 떨어진다. 본 조사에 사용된 초음파 탐사기는 PUNDIT로 음파발생 장치 및 시간측정 회로로 구성되어 있으며, 일반적으로 가장 판별하기 쉬운 종파(P파)를 이용한다. 초음파 전달속도를 결정하기 위해서는 재료에서 초음파가 전달되는 거리를 미리 측정하고 장비상에 나타난 초음파 전달시간을 측정한 후 아래 식에 의해서 구한다.

◦ 전달속도(*Velocity*) = $\frac{\text{전달길이}(Path\ Length)}{\text{전달시간}(Transit\ Time)}$ 식 (3.6)

직접법과 표면법의 전달속도는 재료의 종류, 배합, 함수율 등 여러 가지의 원인으로 변동을 나타내고 있으며, 직접법에 의하여 재료의 초음파 전달속도를 구하는 것이 바람직하나 현장에서는 직접법으로 측정할 수 없는 부위가 대부분이므로 주로 간접법(표면법)이 적용되며, 간접법(표면법)은 발진자와 수진자의 측정거리를 10cm간격으로 5점의 측점을 정하여 측정거리를 증가하면서 초음파 전달속도를 측정하였으며, 철근을 따라 초음파속도에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 RC-Rader로 철근의 위치를 파악한 후 철근위치를 피하여 초음파 속도를 측정하였다.



【그림 3.2-2】 초음파 속도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정 흐름도

2) 압축강도 추정

분석된 간접전달속도 값으로부터 콘크리트 강도를 추정하기 위해 주로 적용되는 기존의 제안식은 다음과 같다.

- 일본재료학회식

$$f_c = 21.5\,V_d\mathrm{d} - 62.0\ (\mathrm{MPa})$$

여기서, V_d : 직접속도

본 과업에서 측정된 값은 간접속도 값을 나타내므로 직접속도 값으로 환산하여 적용하였고 환산식은 다음과 같다.

$$V_d = 1.05\,V_i$$

다. 조합법에 의한 평가방법

조합법에 의한 강도 조사는 슈미트해머와 초음파법에 의한 조사의 단점을 상호 보완하기 위하여 제안된 방법으로서 슈미트해머와 초음파시험 결과를 동시에 이용하여 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법이다. 조합법에 의한 압축강도 추정은 다음의 추정강도식을 적용하였다.

- 릴렘(RILEM)식

$$\log 10 f_c' = 0.3794\,V_d + 0.01149\mathrm{R} + 0.4332$$

$$f_c = 0.85 f_c$$

3.3 철근배근 탐사

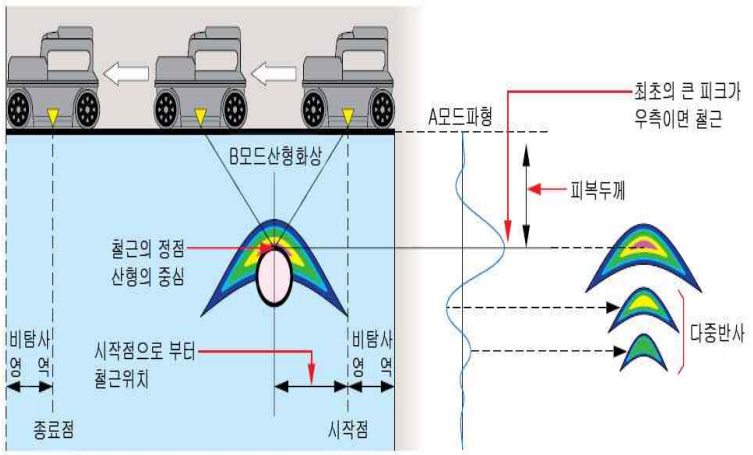
3.3.1 개요

일반적으로 철근 배근상태 조사는 부재의 국부파괴법과 비파괴 시험법이 있다. 부재의 국부파괴법은 경제적인 측면과 구조물 피해 등을 발생시킬 수 있는 부정적인 영향이 있으므로 비파괴 시험법을 통한 방법으로 구조물의 전반적인 철근 배근상태를 확인하는 것이 일반적이며 본 과업에서는 전자파 레이더법을 이용한 RC-Radar를 사용하였다.

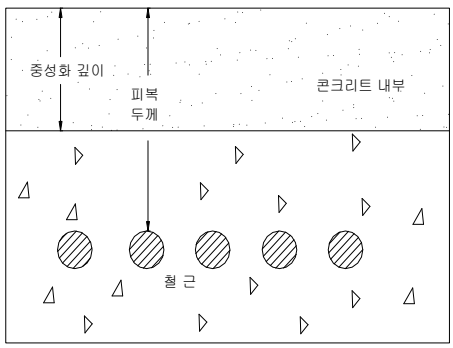
3.3.2 조사 및 평가

전자파 레이더의 원리는 현재 널리 사용되고 있는 레이더와 동일하게 콘크리트에 전자파를 안테나로부터 발사시켜 콘크리트 중의 비전도율이 다른 물체 (철근, 매설물, 공동 등)와의 경계에서 반사파를 일으키는 성질을 이용하여 조사하는 방법이다. 반사물체까지의 거리(D)는 송신 시작으로부터 수신 시각까지의 시간차(T)의 측정치와 콘크리트내 전파속도(V)로부터 다른물체(철근, 매설물 공동 등)의 철근덮개를 구할 수 있다.

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



<RC-Radar 측정원리>



<철근 피복두께 정의>

【그림 3.3-1】 RC-Radar 원리 및 철근 피복두께 정의

3.3.3 시험방법

콘크리트 피복두께 측정 깊이는 일반적으로 약 300㎜ 이내이며 측정 대상 철근의 지름은 D6 이상이어야 한다. 또한, 탐촉자의 이동 속도는 5~10m/min로 하고 측정방향은 철근의 직각 방향으로 한다. 철근탐사에 있어서 설계도 등을 숙시한 다음 실시하는 것이 바람직하다.

3.3.4 적용조건

【표 3.3-1】 철근탐사 시험 적용 조건

적용 가능한 조건	적용 곤란한 조건
▪ 측정심도 20㎝이내 ▪ 측정대상 철근지름이 6㎜이상 ▪ 콘크리트의 질이 대부분 균일한 것 ▪ 철근이 안테나 진행방향에 직교하고 있는 것	▪ 표면에 금속 등의 전파를 반사하는 것이 있었고, 6㎜미만의 철근 등을 측정하는 경우 ▪ 100㎜ 이하의 피치에서 배근되어 있는 경우 ▪ 진행방향과 평행으로 철근이 있는 경우

3.3.5 평가기준

· 철근의 피복두께 및 배근상태를 준공도면과 비교하여 적정성 여부를 판단

· 실측된 철근배근 간격과 피복두께는 평균적인 개념으로 판단

【표 3.3-2】 콘크리트 구조설계 기준(2007)의 최소 피복두께

부 위			피복두께(㎜)
수중에서 타설하는 콘크리트			100
흙에 접하여 콘크리트를 친 후 영구히 흙에 묻혀있는 콘크리트			80
흙에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트	D29 이상의 철근		60
	D25 이하의 철근		50
	D16 이하의 철근, 지름 16㎜ 이하의 철선		40
옥외의 공기나 흙에 직접 접하지 않는 콘크리트	슬래브, 벽체, 장선	D35 초과하는 철근	40
		D35 이하인 철근	20
	보, 기둥		40
	쉘, 절판부재		20

【표 3.3-3】 콘크리트 구조설계 기준(2007)의 최소 피복두께 허용오차

유효깊이(d)	유효깊이(d)의 허용오차	피복두께의 허용오차
d ≤ 200㎜	±10㎜	-10㎜
d > 200㎜	±13㎜	-13㎜

3.4 탄산화 깊이 측정

3.4.1 개요

탄산화는 콘크리트 구조물의 열화 문제로 현재 주목받고 있는 현상 중 하나이다. 여기 서 탄산화란 굳은 콘크리트와 공기 중의 탄산가스가 반응하면서 알칼리성을 잃게 되는 현상을 일컫는다. 즉 건전한 콘크리트는 경화 시멘트풀의 수산화 화합물중 약 25%를 차 지하는 수산화칼슘(Ca(OH)2)의 영향으로 pH가 12~13인 강알칼리성을 나타내나 외기 중의 탄산가스가 수산화칼슘과 반응하면 탄산칼슘(CaCO3)으로 환원되면서 콘크리트표면부터 콘크리트의 pH가 서서히 10이하로 낮아지는 현상이다.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O \qquad \text{식 (3.7)}$$

콘크리트는 탄산화에 의해 직접적으로 내구성능이 저하되는 것은 아니며, 탄산화가 문제가 되는 이유는 탄산화가 피복두께를 넘어서 철근의 표면에 도달하게 되면 철근표 면을 감싸고 있던 부동태 피막이 파괴되면서 철근표면에 부식이 시작되기 때문이다. 이 와 같이 탄산화에 의한 철근콘크리트 성능저하 과정은 【그림 3.4-1】와 같다.

【그림 3.4-1】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하

STEP 1
정상, 재료 및 강도상의 변화는 거의 없다.
(약간의 건조수축에 의한 균열)

STEP 2
녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균 열이 발생한다.

STEP 3
철근의 윗면이 팽창한다. 균열이 표면까지 연장되어 공기와 수분의 침입이 격화되어 동해 등의 다른 열화도 유발시키며 녹물이 보인다.

STEP 4
철근 윗면의 피복이 부수어져 떨어지고, 철근의 노출이 시작된다. 철근단면적이 감소한다.

STEP 5
철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기 중에 직접 노출된다. 내구성능은 없다.

3.4.2 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인

콘크리트의 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인으로는 환경조건(대기중의 탄산가스농도, 온도, 습도, 마감재 등)을 주원인으로 하는 외적요인 및 콘크리트 자체의 성능·품질(함수율, 강도, 시멘트의 종류, 배합조건, 시공조건 등)을 주원인으로 하는 내적요인에 의해 복합적인 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 탄산화 속도에 영향을 미치는 대표적인 요인을 정리하면 다음의 【표 3.4-1】와 같다.

【표 3.4-1】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인

구 분	영향 인자	탄 산 화 속 도
내적 요인	시멘트의 종류	수화반응이 느릴수록 탄산화 속도가 빠름. 조강 포틀랜드 시멘트 < 보통 포틀랜드 시멘트 < 중용열 포틀랜드 시멘트
	골재의 종류	투기성이 큰 골재일수록 탄산화 속도가 빠름 강모래, 강자갈<강모래, 화산골재<화산골재
	계면활성제 종류	동일 물-시멘트비, 동일 슬럼프라면 탄산화 속도와 무관함
	압축강도	압축강도가 낮을수록 탄산화 속도가 빠름
	물-시멘트비	물-시멘트비가 증가하면 탄산화 속도가 빠름
	시공 정밀도	다짐이 불충분할수록 탄산화 속도가 빠름
	콘크리트 결함부	균열부위, 이음부, 손상부위 등에서 탄산화 속도 빠름
환경 조건	온 도	온도상승 시 탄산화 속도 빠름 20~50℃ 사이에서는 영향이 크지 않음
	이산화탄소 농도	농도가 진할수록 탄산화 속도 빠름 탄산가스농도 3~10% 사이에서 상승비율이 큼
	습 도	상대습도 50~70%에서 탄산화속도가 최대
	실내, 실외	실내의 탄산화속도가 빠름

3.4.3 탄산화 진행에 따른 상태평가

탄산화 진행상태는 피복두께의 절대값이 클수록 탄산화 잔여 절대값이 커지므로 피복두께가 클수록 일반적으로 철근부식까지의 탄산화 도달시간에 대한 여유가 크다. 피복두께와 탄산화 측정깊이를 고려한 철근 콘크리트 구조물에서의 탄산화 잔여깊이상태에 대한 상태평가 등급은 다음【표 3.4-2】과 같다. (시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2019.09, 국토교통부)

【표 3.4-2】 탄산화 상태평가 기준

기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	◦ 30mm이상	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	◦ 10mm이상~30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	◦ 0mm이상~10mm미만	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	◦ 0mm미만	철근부식 발생
e	-	-

3.5 터널 배면공동 조사

3.5.1 개요

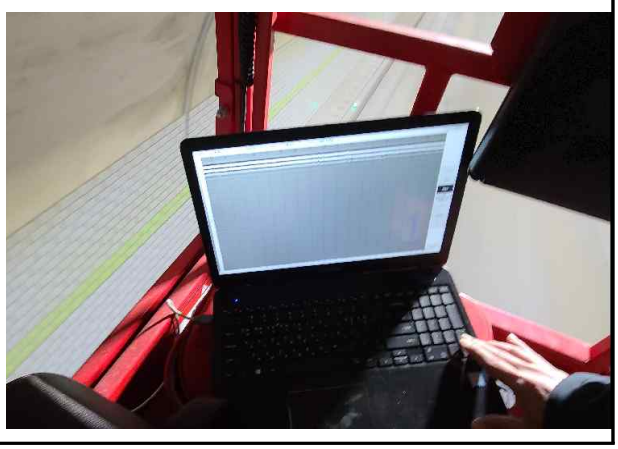
GPR 탐사의 주된 목적은 라이닝 배면에 공동이 존재할 경우, 이완토압, 잔류수압 및 기타 하중이 균등하게 작용하지 않으므로 장기적인 터널 안전성 확보를 위해서는 GPR 탐사 결과와 외관조사 결과를 종합적으로 분석하여 터널의 효율적인 유지관리에 필요한 보수·보강 대책을 수립하는데 있다. GPR 탐사 범위는 현장 답사 및 외관조사 결과를 토대로 측선위치를 선정하였고 조사결과는 외관조사, 시험 자료등과 비교·분석하였다.

· GPR 탐사장비

본 조사에 사용된 GPR 시스템은 Zond 12e 이며, 주요 제원은 다음과 같다.

【표 3.5-1】 G.P.R 탐사장비

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



· GPR 탐사의 원리

GPR은 전자기파를 단속적으로 발생시키고 수신하는 측정 장비로서 그 측정한계는 전자기파의 측정한계를 따른다. 전자기파가 안테나에서 방출되면 파동의 회절특성 때문에 진행 방향에 대해서 일정한 각도로 퍼져나가게 된다. 또한 매질 내를 진행하면서 매질의 유전상수에 따라 그 진행속도와 매질에 대한 파의 에너지 흡수율에 차이가 발생된다.

유전상수는 진동수와 전도도에 비례하는 양으로, 전자기파의 매질 내 속도는

$$\upsilon = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}}$$

υ : 전자기파의 매질 내 속도

c : 광속

εr : 유전상수

이 되고, 매질에 대한 파의 에너지 흡수율은 전도도에 비례한다.

매질 내 임의의 심도에서 파의 강도는

$$I = I_o\, e^{-\alpha x}$$

α : 흡수율

χ : 심도

로 쓸 수 있다.

또한, 전자기파의 회절 때문에 심도가 깊어지면 분해능은 떨어지게 되는데 알려져 있는 분해능은 안테나에 수직방향으로 반파장이고, 수평 방향으로는

$$R_f = \sqrt{(\lambda r_o + 1/4x^2)}$$

이 되는데 여기서, λ : 파장

ro : 측정 대상물의 심도

이다.

그러므로 파장이 짧으면 전체적인 분해능은 커질 수 있으나, 전자기파의 투과깊이는 파장에 비례하므로 낮은 심도밖에 조사 할 수 없는 단점이 있고, 깊은 심도의 물체를 확인함에 있어서 신호처리에도 문제가 발생될 수 있다. 반대로 전자기파의 파장이 길면 투과깊이는 증가하나 정밀도가 떨어진다. 그러므로 측정에 있어서 적당한 안테나의 선택은 중요한 문제이다.

· 안테나의 측정한계

1) 안테나의 주파수에 따른 측정한계

지반이나 구조물을 탐사하는 경우 적당한 안테나의 선택은 중요한 문제이다. 일반적으로 저주파일수록 지반에 대한 투과율이 좋고 동일한 진동수의 파장이라면 안테나의 출력이 큰 편

이 지반 침투율이 좋아진다. 안테나의 측정 한계는 각 회사마다 다르며 본사에서 소유하고 있는 Zond-12c 에서 제공하는 자료에 따르면 주파수별 안테나의 측정심도는 다음과 같다. 단, 이것은 실험데이터로 절대적인 것은 아니며 매질에 따라 차이가 있다.

【표 3.5-2】 안테나의 측정한계

안테나							
Parameter	2GHz	900MHz	500MHz	300MHz	150MHz	75MHz	38MHz
Resolution(m)	0.06~0.1	0.2	0.5	1.0	1.0	2.0	4.0
Blind Zone(m)	0.08	0.1~0.2	0.25~0.5	0.5~1.0	1.0	2.0	4.0
Depth(m)	1.5~2	3~5	7~10	10~15	7~10	10~15	15~30

2) 대상물의 크기에 따른 측정한계(분해능)

안테나의 파장에 따라 전자기파의 투과 깊이에 한계가 있기 때문에 진동수가 큰, 즉 파장이 짧은 안테나를 이용해서 깊은 심도의 대상물을 탐사하기는 어렵다. 그러므로 깊은 심도의 대상물을 탐사하기 위해서는 긴 파장의 안테나를 이용해야 하는데 파장에 따른 안테나의 분해능은 다음과 같다.

① 수평방향 분해능

수평 방향의 분해능은 첫 번째 Fresnel Zone의 0% 이고, 이를 알기 위해서는 Relative Permittivity를 알고 있어야 한다.

② 수직방향 분해능

수직방향의 분해능은 반 파장으로서 다음과 같이 계산할 수 있다. 먼저 진동수에 따른 전자기파의 1파장에 소요되는 시간은 진동수의 역수로서

$$\lambda_t = \frac{1}{f_c} \times 10^9 (ns/s) \quad (ns)$$

이고, 특정 매질에서의 1파장의 길이는

$$\lambda_t = \frac{\lambda_t \times c}{10^9 (ns/s) \times \sqrt{\xi_r}} \quad (cm)$$

여기서, λ_t : 전자기파의 1파장 (ns)

λ_l : 매질 내에서의 1파장 (cm)

f_c : 진동수 (H_Z)

c : 광속 ($3.0 \times 10^{10}\ cm/s$)

ξ_r :유전상수(상대 유전율)

로 나타낼 수 있으며 분해능은 파장의 반이므로 쉽게 유추할 수 있다.

【표 3.5-3】 대상물 크기의 따른 측정한계

진동수		1파장(*ns*)	매질 내에서의 1파장(*cm*)		
			공기중 (유전상수 1)	마른 사질토 (유전상수 4)	콘크리트 (유전상수 6)
2500MHz		0.4	1	2	10
1000MHz		1	30	60	300
500MHz		2	15	30	150
100MHz		10	1.22	24.5	122.5
MLF	80MHz(120cm)	12.5	375	187.5	153.1
	40MHz(240cm)	25	750	375	306.2
	32MHz(360cm)	31.25	937.5	468.8	382.7
	20MHz(480cm)	50	1500	750	612.4
	16MHz(600cm)	62.5	1875	937.5	765.5

3) GPR 탐사의 문제점

GPR 장비는 전자기파를 단속적으로 발신하고 수신하는 장비로서 측정시간은 나노초(ns) 즉 10-9초의 단위를 사용한다. 그리고 매질경계면에서 반사도는 두 매질간 굴절율차에 의존하게 된다. 파의 성질상 지향성 안테나라도 어느 정도 각을 이루고 파를 송수신하게 되고, 특정한 방향에 대한 파의 세기는 거리에 따라 제곱 항으로 줄어들게 된다. 또한 파가 매질에 흡수되어 계획된 대로 심도를 구하지 못할 가능성도 있다. 이러한 문제점으로 인하여 데이터의 오분석이 발생할 여지가 많고, 어느 정도 측정대상물에 대한 정보를 알지 못하면 전혀 분석을 할 수 없을 경우도 발생하며, 매질 경계면에 따라서는 분석할 만한 반사파가 탐지되지 않는 경우도 발생할 수 있다.

가) 파의 회절

Bistatic 안테나의 경우 임의성을 가지므로 전자기파가 전 방향에 대해서 동일한 세기로 송출되고, Monostatic 안테나인 경우 지향성을 가지므로 특정한 방향에 대한 세기가 다른 방향보다 강하게 송출된다. 파는 매질을 통과하면서 그 일부가 매질에 흡수되어 세기가 점차로 줄어들게 되고, 또한 회절과 송신각 때문에 세기는 줄어들게 된다.

그러므로 파를 수신할 때 파의 세기를 일정한 시간 비율로 증폭하여 수신하게 되는데(GSSI사 제품만 그러하고 Zond-12c 제품은 수신할 때 증폭을 하지 않고 데이터 처리 과정에서 증폭을 한다.

이 증폭률은 기기의 성능에 따라 다르다. 지하매설물이나 지층경계면이 존재한다고 예상되는 구역에 대해서 증폭률을 강하게 주어야 한다. 그렇지 않으면 구별하기가 어렵고 좋은 데이터를 수신하였다 하더라도 놓치기 쉽다. 그런데 수신된 데이터를 증폭하는 과정에 있어서 동일한 시각에 발신 안테나에서 송신된 파가 경로차에 의해서 동일한 매질에 있는 단일 지하매설물이나 지층경계면이 2개 이상 존재하는 것으로 보여질 수 있고 또한 이러한 시간차 때문에 서로 간섭을 일으켜 지층 또는 지하매설물을 구별하기가 어려울 때도 있다.

이 현상은 피할 수 없는 것이며, 데이터를 분석할 때 사전정보가 없다면 심도를 변화시키거나 증폭률을 변화시킨 데이터가 최소한 2개 이상이 있어야 분석할 수 있을 것이다. 이때 2개 이상의 데이터에서 공통된 부분을 찾는다면 증폭에 대한 오분석을 줄일 수 있으나, 그래도 너무 작은 반사파는 식별하기 어렵다.

나) 매질의 불균일성

매질을 진행하던 전자기파가 다른 매질로 입사하면 반사파가 생기는데, 이때 두 매질 간 굴절률 혹은 유전상수 차에 의해서 반사파의 강도가 결정된다. 그런데 매질의 유전상수를 보면 금속과 공기, 물을 제외하고는 토층이나 구조물을 형성하는 매질인 모래, 아스팔트, 콘크리트, 점토, 자갈, 암석 등 대부분이 4 ~ 8 사이의 상대 유전상수를 가지고 있고 또한 물이라는 변수에 따라서 유전상수가 변하므로 반사파의 강도가 극히 미약할 수 있다.

또한 금속이라고 하더라도 표면에 피복이 되어 있거나 공기, 즉 공동이라고 하더라도 그 공동의 크기가 진동수와 비교하여 극히 작을 경우 반사파의 강도가 작게 된다. 또한 지층 경계면도 마찬가지로 구별하기 어려울 수 있다. 더욱이 지층 경계면은 단단한 암반인 경우를 제외하고는 경계면이 선으로 형성되는 것이 아니고 한 매질에서 다른 매질로 천천히 전이하고 유전상수도 매질경계면에서 천천히 변하므로 더욱 구별하기가 어렵다. 그러므로 이 경우 지하매설물이나 지층은 반사도 보다는 오히려 그 반사패턴으로 구별하는 것이 용이하다. 그러나 이는 사전에 어느 정도 조사된 자료가 있어야 효율적이다. 그리고 다분히 경험에 의할 수 밖에 없다. 예를 하나 들면 지하에 매설되어 있는 콘크리트 관은 이 관에서 반사되는 반사강도보다 관내의 공간에 대한 반사 패턴으로 구별할 수 있다.

다) 수분

지하에 있는 매질 중 그 상대 유전상수차가 가장 큰 것은 물이다. 물이 지하나 지표에 있는 경우, 반사파의 강도가 상당히 크고 또한 큰 반사파는 안테나에서 다시 반사되어 연속 반사를 이룬다. 그러므로 물이 존재하는 경우, 이것이 지표에 있으면 물 하부에 대한 정보는 얻기 어렵다. 그러나 지하에 있는 경우에는 반사파의 강도가 크지 않으므로 물 하부에 대한 정보도 얻을 수 있다. 그러므로 지하에 지하수가 존재하는 경우는 탐사가 가능하다.

그리고 수분이 다량 함유되어 있거나 포화 상태인 매질 내에서의 지하매설물 탐사는 수면반사 때문에, 그리고 염분이 함유된 물인 경우 파의 세기가 급격하게 감소함으로써 측정이 어렵다. 그런데 지하수는 물이 단속적인 면을 이루고 있지 않고 주변 매질에 흡수되게 된다. 그러면 매질에 대한 유전상수가 매질의 유전상수에서 물의 유전상수로 선형적으로 변화하게 되고 이 경우 매질 경계면이 모호해져 탐사가 어려워진다.

콘크리트 구조물의 경우, 토층과 콘크리트가 오랜 기간 접촉되어 있어 콘크리트의 함수율이 높아지면 그 경계를 찾기가 어렵다. 이 경우 구조물의 경계면 보다는 구조물내의 철근 반사를 이용하여 구조물을 확인한다.

라) 표면반사

GPR 비파괴 시험법을 현장에서 적용하면 대부분의 표면 반사는 유전 상수가 크면 반사가 커지나 경우에 따라서 표면 반사가 매우 강한 경우가 있다. 이는 표면의 마감상태에 따라서 달라지는데 표면에 물이 있거나 유리, 대리석, 또는 이와 유사한 매질에 의해 표면이 매끈하게 처리된 표면의 반사는 매우 강하다.

표면 반사가 심한 경우 전자기파의 반사량이 투과량에 비해서 매우 크기 때문에 표면 하부의 상태가 전혀 측정이 불가능한 경우도 있고, 또한 표면 반사 강도가 크다는 것은 투과파의 파장이 작다는 것이므로 측정 심도가 더욱 작아질 수 있다. 이 경우 과도하게 신호를 증폭해야 하기 때문에 오분석의 소지가 많다.

4) GPR 탐사 자료분석

GPR 자료에서 수평축은 안테나의 이동거리를 나타내고 수직축은 전자기파의 이동시간을 거리로 환산한 심도를 나타낸다. 나타난 색상은 전자기파가 매질경계면에서 반사된 반사강도를 나타내는 데 반사강도의 크기에 따라 색깔로서 나타내게 된다. 그런데 그 반사강도는 우리가 조절을 해줄 수 있는 양이므로 색상이 중요하다기 보다는 인접부분과의 색상차이, 즉 반사강도 차이가 중요하다.

GPR의 신호처리 시스템

터널라이닝에 지보재나 공동이 존재한다면 이것은 포물선 형태로 나타나지만 지보재는 일정한 간격으로 설치하는 것이 보통이므로 일정한 간격을 유지하고 있는 것을 지보재로, 그 이외의 것과 측선방향으로 길이가 긴 것을 공동으로 분류할 수 있다. 이는 시공상황과 주변상황을 고려하여 판단하여야 한다. 그러나, 라이닝에 철근이 배근되어 있다면 철근의 강한 반사 신호로 인하여 철근 배면의 작은 공동이나, 지보재등 배면의 많은 신호는 철근의 신호에 가려지게 된다. 한편 라이닝과 암반 경계면은 그 경계가 완전 밀착되었다면 두 매질의 유전상수 차이가 크지 않으므로 반사강도가 크게 측정되지 않는다. 그런데 밀착상태가 불량한 경우에는 이 경계가 명확해지는 경향이 있다.

가) 콘크리트 라이닝 두께

콘크리트 라이닝 내부의 경계면 즉, 라이닝과 숏크리트의 경계면은 연속적인 반사면으로 작용하여 전자파를 반사시키므로 반사 신호의 왕복도달시간으로 라이닝의 두께를 알 수 있다. 그러나 기본적으로는 라이닝과 숏크리트의 상대유전율이 4~8로 알 수비슷하기 때문에 각

경계면들이 잘 밀착되어 있고 함수율의 변화가 미미하다면 각 경계면에서도달시간강도가 크지 않아 그 경계면을 탐지하기가 매 수곤란하다. 그러나 경계면들 사이에 공동로 는 경계면 도달들뜸현상 및 함수율의 급격한 변화 등 에너지를 많이 반사시켜주는 이상대(anomalous zone)가 존재하면 경계면은 쉽게 탐지될 수 있다. 대부분 터널의 탐사에서는 이러한 현상을 이용하여 콘크리트 라이닝의 경계면을 탐지하고 라이닝의 두께를 지하한다.

결론적으로 라이닝과 숏크리트의 경계면에서 전술한 이상대가 존재하면, 대부분 쉽게 탐지된다. 그러나 라이닝과 숏크리트는 에너지반사율에 가장 큰 영향을 미치는 상대유전율이 비슷하고 (암반:4~7, 콘크리트:6~8) 함수비의 변화가 거의 없고 투과하던 에너지의 대부분이 감쇠, 반사 및 회절현상으로 라이닝과 암반의 경계면에 도달하는 에너지가 미미하다면 탐지가 매우 곤란하다.

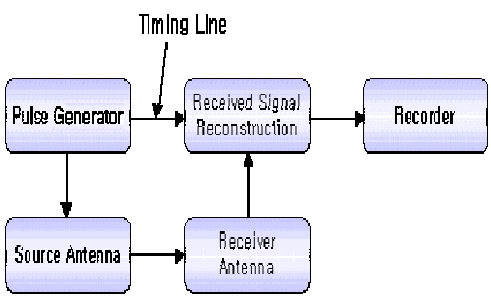
2) 공동

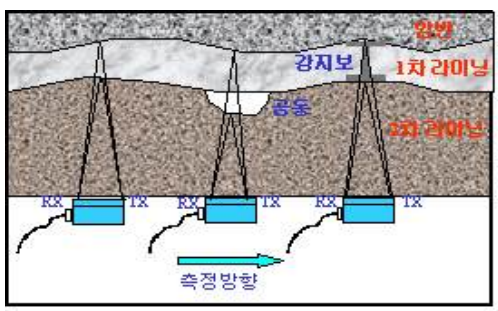
공동이 콘크리트 라이닝 배면에 존재한다면 공동에서 반사되는 신호는 다음과 같은 양상을 나타내고 이와 같은 특징을 이용하여 공동구간을 탐지한다.

- 상부 경계면에서의 강한 반사 신호.
- 콘크리트보다 3배 빠른 다중 반사 신호.
- 공동양 끝단에서의 회절신호.
- 불규칙한 공동경계면에서 많은 산란 회절신호.
- 공동은 전자기적으로 매우 균질한 전파매질이고 공동에서 전자파의 속도가 빠르므로 공동자체의 깊이에 따라 약간의 차이는 있지만 반사파가 중첩되어 나타난다.

3) 강지보공(Steel-Rib)

강지보공은 터널 라이닝의 재료들 중에서 철근과 함께 콘크리트와 전기적 물성의 차이가 가장 큰 탐사대상체이다. 강지보공의 끝단에서 회절신호가 합쳐지면서 포물선 모양의 반사신호가 매우 강하게 나타나며 동일한 모양의 다중 반사 신호를 심도에 따라 1~2회 정도 나타내므로 쉽게 탐지가 가능하다. 그러나 표면으로부터 심도가 깊다든지 주변매질이 물로 포화되어 있으면 쉽게 탐지되지 않는 경우가 종종 있으며 강지보재 설치구간에 철근 혹은 강섬유가 보강되어 있으면 그 반사파로 인하여 쉽게 탐사되지 않는 경우도 있다.





GPR 터널탐사 모식도

Ⅱ. 시설물편

1. 서면1터널

2. 서면2터널

3. 북면터널

4. 6지구 2구간 옹벽

1. 서면1터널

제 1 장 서 론

제 2 장 외관조사

제 3 장 내구성조사

제 4 장 GPR탐사

제 5 장 상태평가

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

제 7 장 결 론

제 1 장 서 론

1.1 터널현황

1.2 전경사진

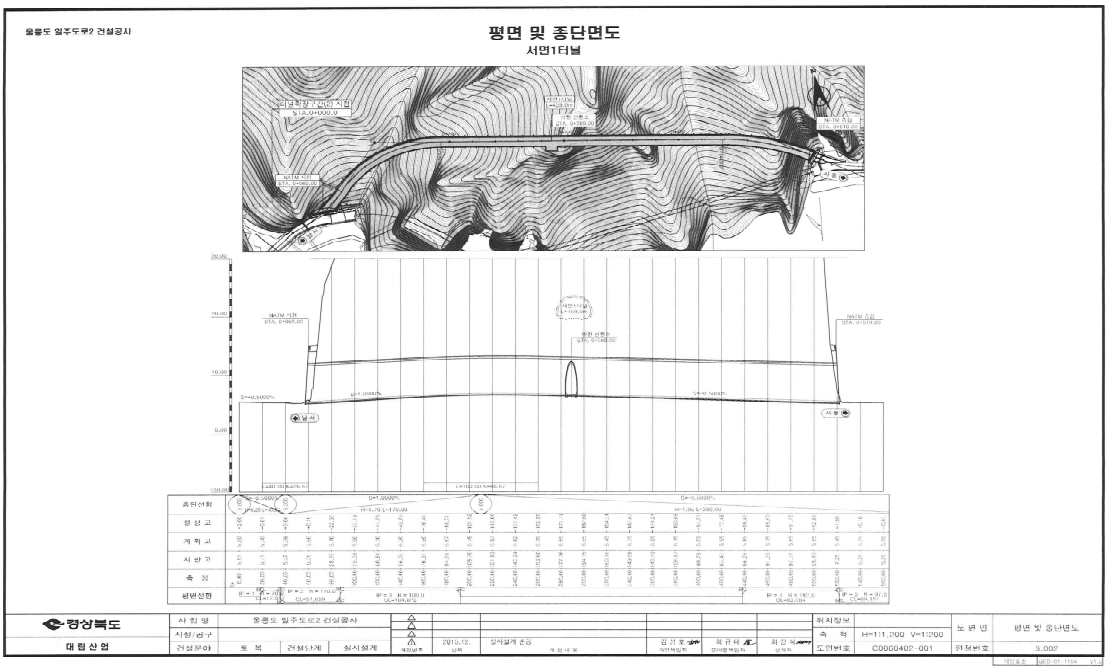
1.3 관련도면

1.4 기 안전점검 결과

제 1 장 서 론

1.1 터널 현황

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



1.2 전경사진

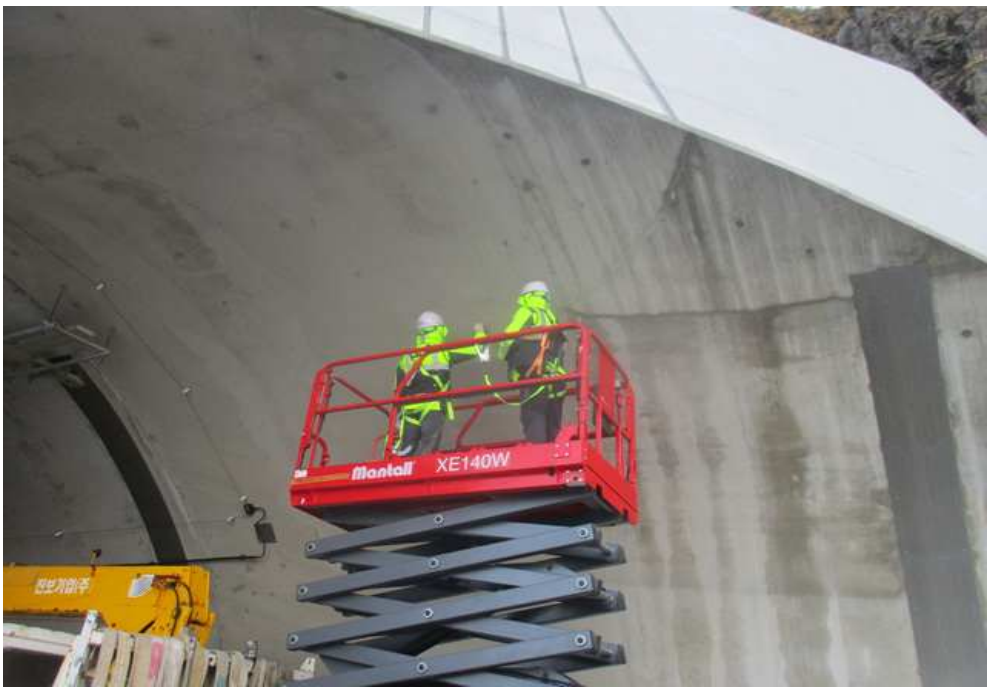
시점부 전경

종점부 전경

내부 전경

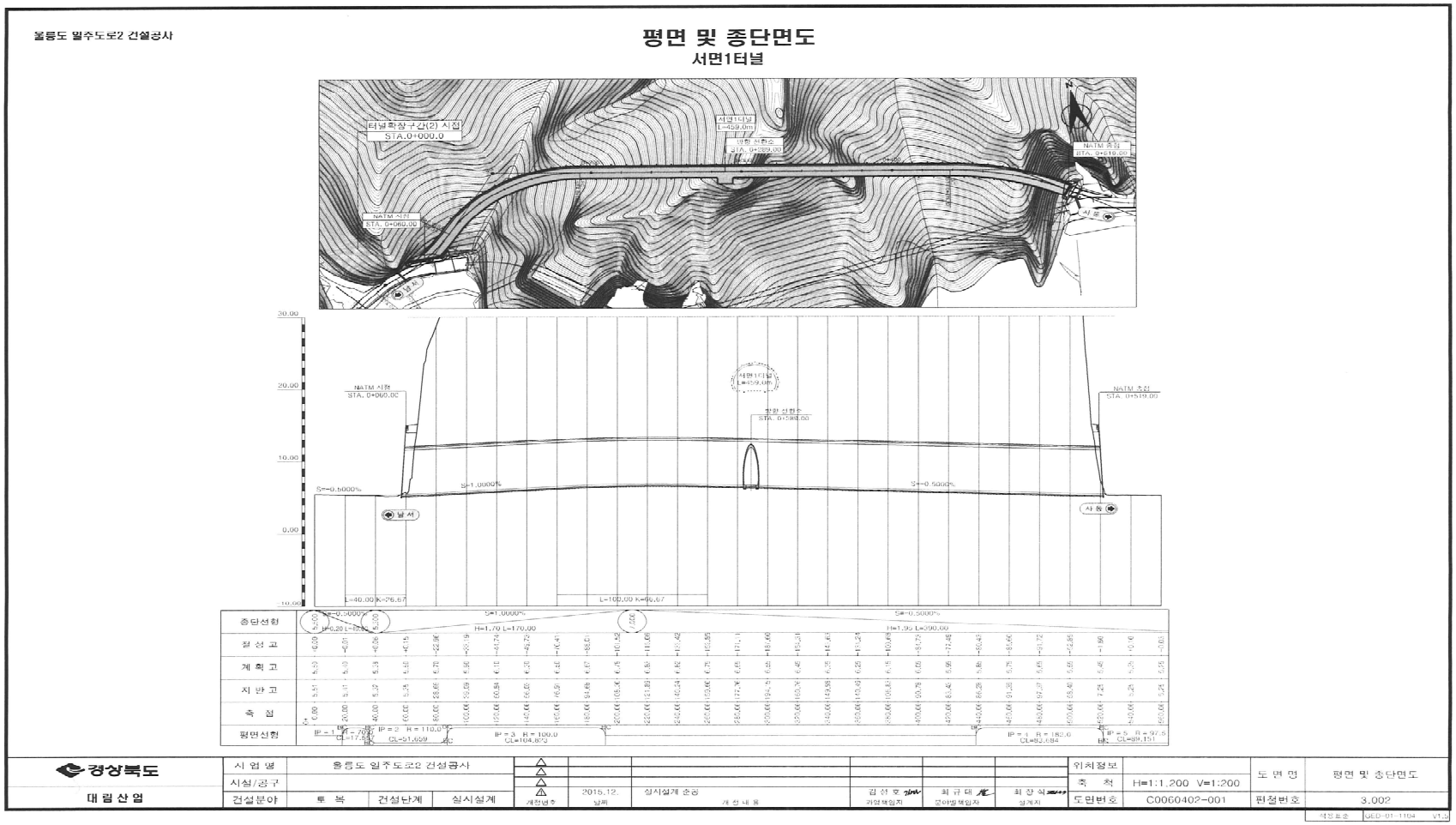
소화전

방향전환소 전경

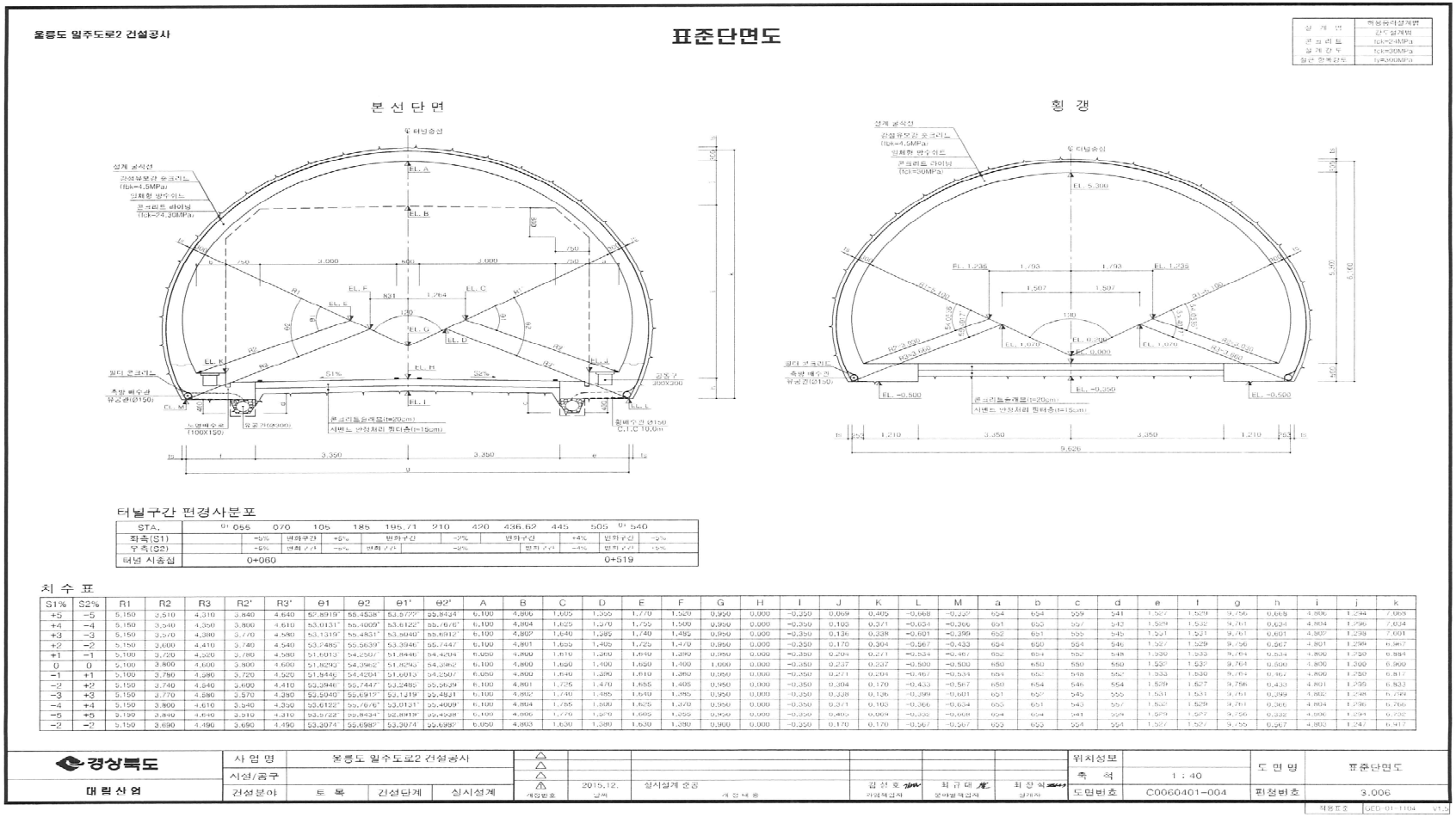


고소차 점검

1.3 관련도면



【그림 1.3-1】종평면도

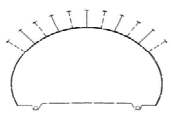
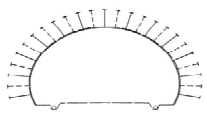
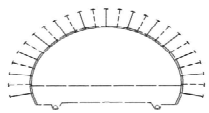
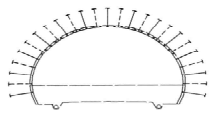
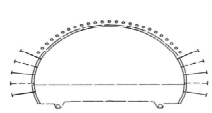


【그림 1.3-2】 표준단면도

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (1)

서면1터널

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

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

NOTE

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

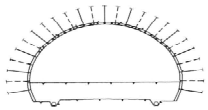
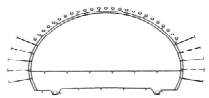
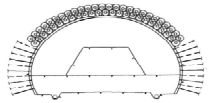
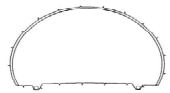
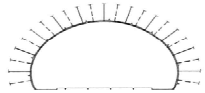
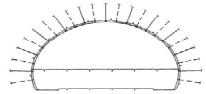
경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사		△						위치정보		도 면 명	표준지보패턴표 (1)
	시설/공구			△						축 척	NONE		
대 림 산 업	건설분야	토 목	건설단계	실시설계	△	2015.12.	실시설계 준공	김 성 호	최 규 대	최 창 식	도면번호	C0060401-002	핀철번호	3.004
					개정번호	날짜	개 정 내 용	건설책임자	분야별책임자	설계자	적용표준	GED-01-1104 V1.5	

【그림 1.3-3】 표준지보패턴표(1)

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (2)

서면1터널

구 분		갱 구 부				방향 선환소	
		P-6-1	P-6-2(예비)	P-6-3(예비)	P-6-4	PT-1	PT-2(예비)
표 준 단 면							
일 반 등 급		Ⅳ 이상	Ⅴ	Ⅴ 이하	-	Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ	Ⅳ, Ⅴ
RMR		갱 구 부	갱 구 부	갱 구 부	인공지반	41이상	40이하
Q value		연암 이상	풍화암	풍화암 이하	인공지반	4이상	4이하
굴 착 공 법 (발 파)		상·하반분할 굴착	상·하반분할 굴착	전단면 굴착	전단면 굴착	상·하반분할 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
숏크리트 두께(mm)	1 차	100(강섬유)	100(강섬유)	100(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)
	2 차	60(강섬유)	60(강섬유)	60(강섬유)	-	-	40(강섬유)
록볼트	길이 (m)	4.0	4.0	4.0	-	4.0	4.0
	갯수 (개)	12.5	9	10	-	11.5	11.5
간격	종방향	1.0	1.0	0.8	-	2.0	1.0
	횡방향	1.5	1.6	0.8	-	1.6	1.6
강지보재 (m)	규 격	LG-70X70X30	LG-70X70X30	H-125x125x6.5x9	-	-	LG-60X70X30
	간 격	1.0	1.0	0.8	-	-	1.0
내부라이닝 두께(mm)		300 (철근보강)	300 (철근보강)	400 (철근보강)	300 (철근보강)	300 (철근보강)	300 (철근보강)
보 조 공 법		록볼트 / 필요시 강관보강 그라우팅 (120°)	강관보강 그라우팅 / 필요시 대구경 강관보강 그라우팅 (150°)	강관보강 그라우팅 2열(120 ~ 150°)	-	-	-
비 고		-	-	-	-	-	-

규 격	
원형 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
락 볼 트	: SD35 D25
콘크리트 라이닝 철근	: SD30

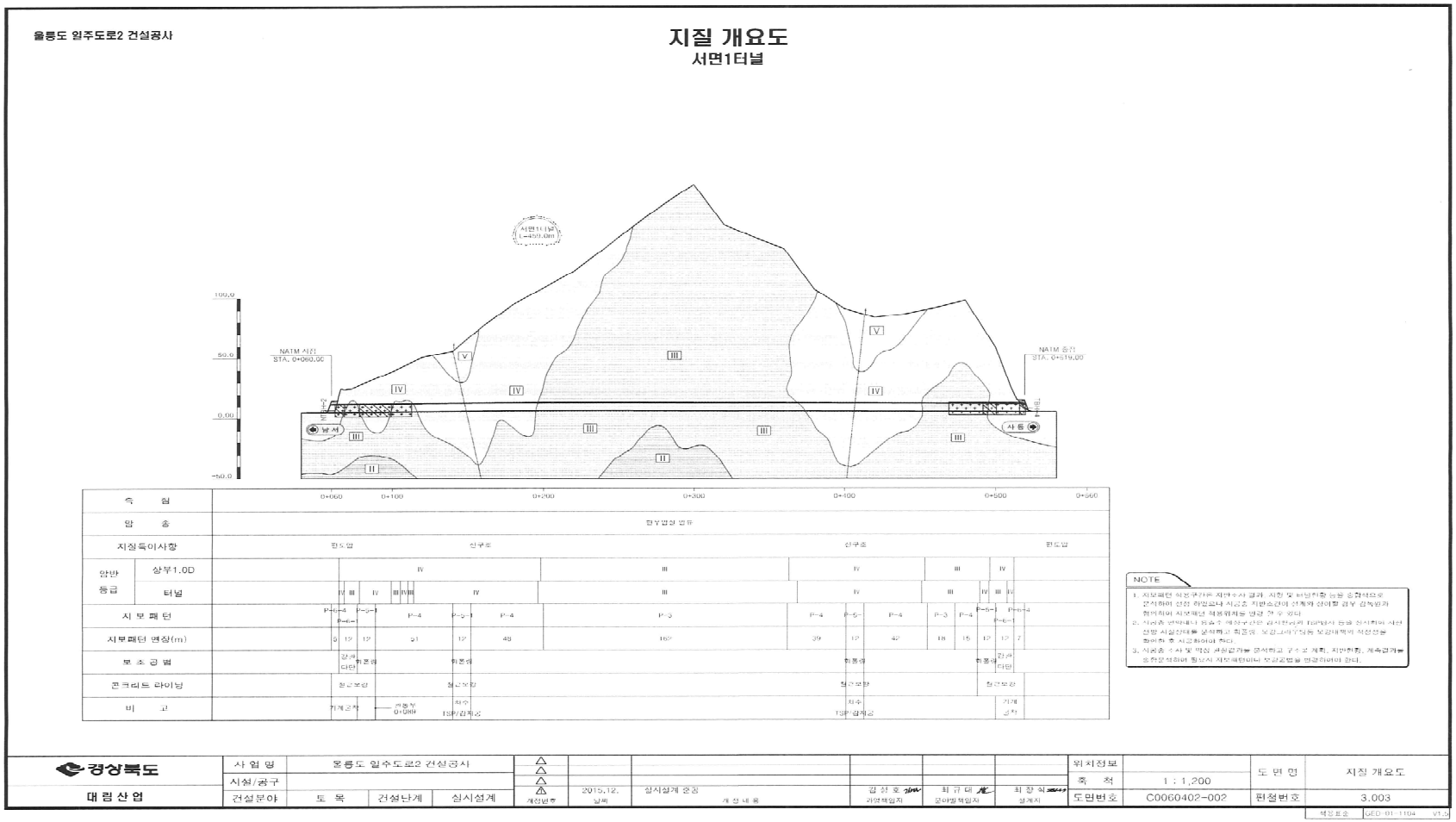
NOTE

1. 시공시 막장관찰 및 계측결과를 종합 분석하여 지반조건에 따라 지보패턴의 적용은 담당자와 협의하여야 한다.
2. 본 표준지보패턴표는 지반조사 및 지형 특성을 기초로 하여 검토하였으나 실제 시공시 추가 개선이 필요한 경우에는 현장 감독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시공중 갱구부의 시방 및 시공현황을 보완하여 추가지보패턴을 계획하였다. 실제 시공조건이 상기와 다른 경우에는 굴착단계, 굴진장 및 지보재를 변경할 수 있다.

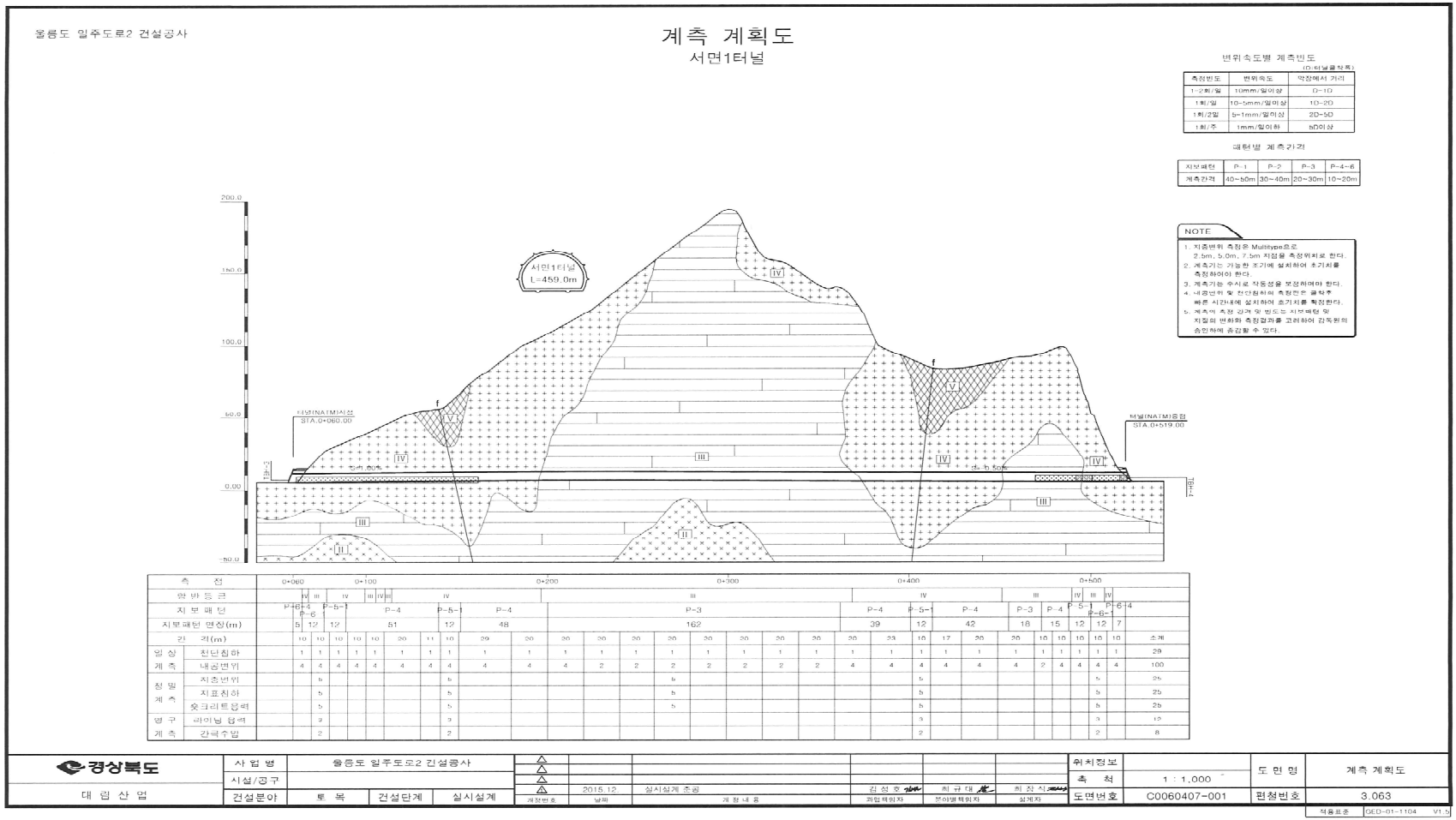
경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사		△						위치성보		도 면 명	표준지보패턴표 (2)
	시설/공구			△						축 척	NONE		
대림산업	건설분야	투 복	건설단계	실시설계	△ 개정번호	2015.12. 년월	실시설계 준공 개 정 내 용	김 선 호 담당책임자	최 규 태 분야별책임자	최 강 석 설계자	도면번호	C0060401-003	편철번호	3.005

적용표준 : GED-01-1104 V1.0

【그림 1.3-4】 표준지보패턴표(2)


울릉도 일주도로2 건설공사
지질 개요도
서면1터널
NATM 시점
STA. 0+060.00
NATM 종점
STA. 0+519.00
남서
사동
측 점
암 종
지질특이사항
암반 등급
상부1.0D
터널
지보패턴
지보패턴 연장(m)
보조공법
콘크리트 라이닝
비 고
NOTE
경상북도
대림산업
사 업 명
울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야
토 목
건설단계
실시설계
실시설계 준공
위치전보
축 척
1 : 1,200
도 면 명
지질 개요도
도면번호
C0060402-002
편철번호
3.003

【그림 1.3-5】 지질개요도


울릉도 일주도로2 건설공사
계측 계획도
서면1터널
변위속도별 계측빈도
(D:터널폭적용)
측정빈도 | 변위속도 | 막장에서 거리
1~2회/일 | 10mm/일이상 | 0~1D
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 측정단은 굴착후 빠른 시간내에 설치하여 초기치를 확정한다.
5. 계측의 측정 간격 및 빈도는 지보패턴 및 지질의 변화와 측정결과를 고려하여 감독원의 승인하에 증감할 수 있다.
서면1터널
L=459.0m
터널(NATM)시점
STA.0+060.00
터널(NATM)종점
STA.0+519.00
측 선
암 반 등 급
지 보 패 턴
지보패턴 연장(m)
간 격(m)
일상 천단침하
계측 내공변위
천일 계측 지층변위
지표침하
숏크리트응력
영구 라이닝 응력
계측 간극수압
경상북도
대 림 산 업
사 업 명 울릉도 일주도로2 긴설공사
시설/공구
건설분야 토 목 건설단계 실시설계
2015.12 실시설계 준공
도 면 명 계측 계획도
척 1 : 1,000
도면번호 C0060407-001
편철번호 3.063

【그림 1.3-6】 계측계획도

1.4 기 안전점검 결과

1.4.1 안전점검 실시현황

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

1.4.2 차수별 공사현장 전경

(1) 1차점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>종점측 갱구부 상태</td><td>2017. 08</td><td>터널 굴착 상태</td><td>2017. 08</td></tr>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>공사중 환기시설 상태</td><td>2017. 08</td><td>계측시 설치 상태</td><td>2017. 08</td></tr>
</table>

(2) 2차점검(2017. 09. ~ 2018. 05.)

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

(3) 3차점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

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

1.4.3 기 실시한 안전점검의 주요내용

(1) 1차 안전점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

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

(2) 2차 안전점검(2017. 09. ~ 2018. 05.)

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

(3) 3차 안전점검((2018. 06. ~ 2019. 12.)

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

1.4.4 정기안전점검 내구성조사 결과

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

(1) 3차 안전점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

① 반발경도 측정결과

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

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

② 철근배근 탐사

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

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

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.2 외관조사 결과

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

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

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

측점분할 결과는 5장 상태평가에 수록하였다.

측점 분할

작업차를 이용한 근접조사

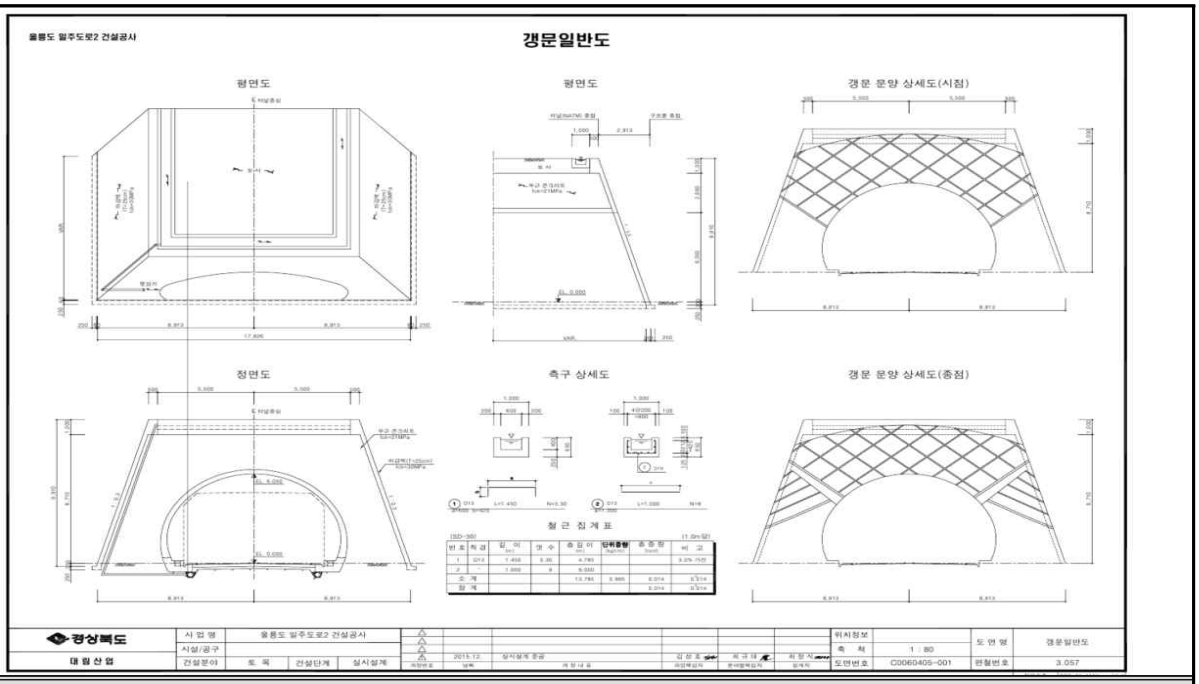
2.1.1 갱문 및 터널부사면

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

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

시점부 전경

종점부 전경



갱문 일반도

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

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

【표 2.1-1】 갱구부 손상물량

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

시점측 터널부사면 전경

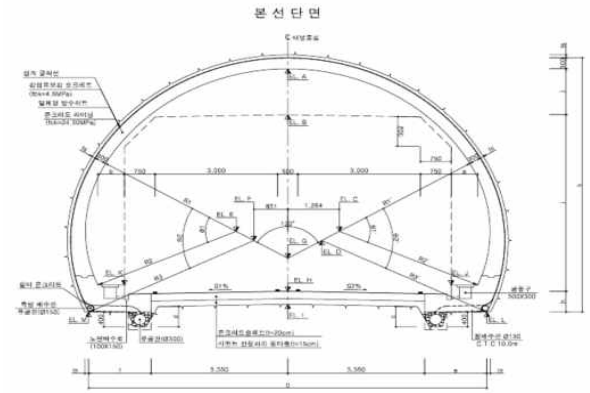
종점측 터널부사면 전경

2.1.2 라이닝

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

측면 벽체에는 타일이 시공되어있으며, 측벽 하단에 공동구가 설치되어있다.

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

<table>
<tr><td> 
</td><td> </td></tr>
<tr><td>표준단면도</td><td>전 경</td></tr>
</table>

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

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

천단부 라이닝 전경

측벽부 타일 전경

균열 보수 전경

균열 보수 전경

【표 2.1-2】 천단부 손상물량

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

2.1.3 바닥부(공동구 및 포장부)

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

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

공동구 전경

포장부 전경

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

【표 2.1-3】 바닥판 손상물량

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

2.1.4 부속시설

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

방향전환소 전경

배수구 전경

소화기함 전경

신호기 전경

【표 2.1-4】 부속시설 손상물량

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

2.2 외관조사 결과

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

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과

3.2 철근배근탐사 결과

3.3 탄산화깊이 측정결과

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과

반발강도	반발강도

3.1.1 측정결과

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

3.1.2 결과분석

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

3.2 철근배근 탐사 결과

철근탐사

철근탐사

3.2.1 측정결과

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

3.2.2 결과분석

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

3.3 탄산화깊이 측정결과

탄산화 깊이	탄산화 깊이

3.3.1 측정결과

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

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

3.3.2 결과분석

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

제 4 장 G P R 탐 사

4.1 탐사범위 및 자료취득 방법

4.2 탐사자료 해석방법

4.3 GPR측정 구간

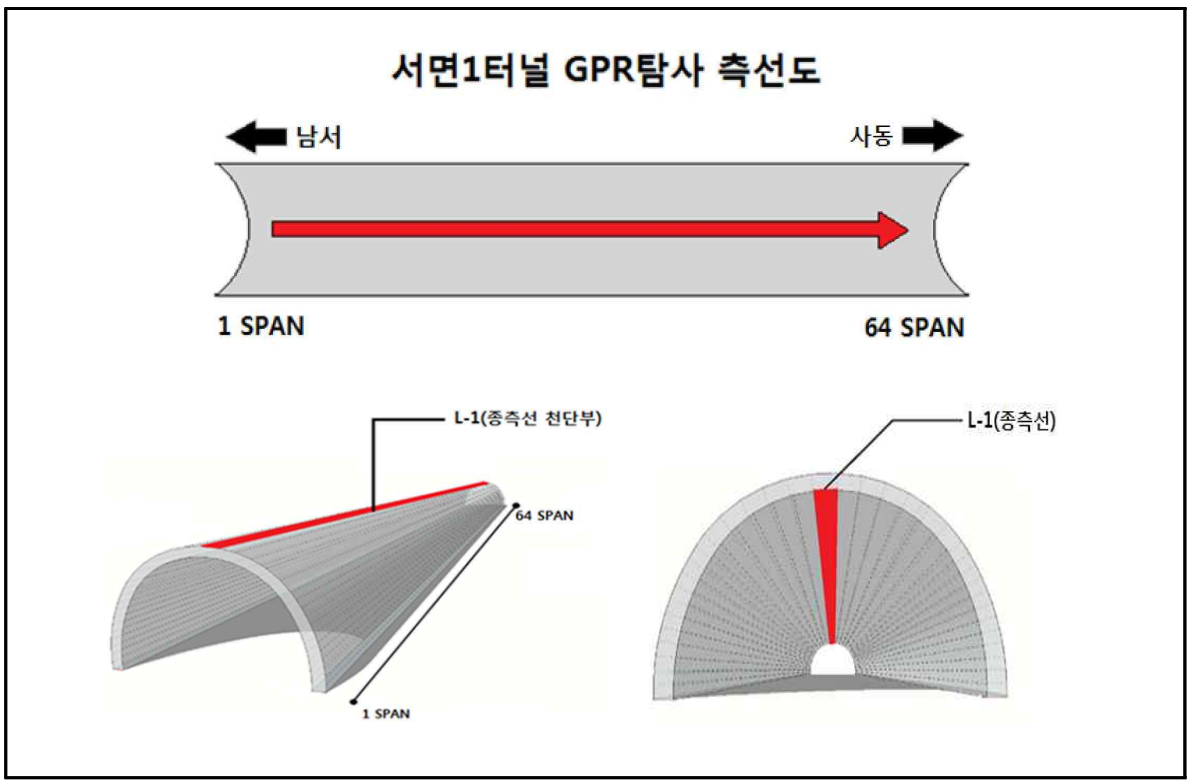
4.4 GPR탐사 결과

제 4 장 G P R 탐사

4.1 탐사범위 및 자료취득 방법

4.1.1 탐사범위

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



【그림 4.1-1】 측선위치도

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

【표 4.1-1】 탐사측선 현황

4.1.2 자료취득 방법

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

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

【그림 4.1-2】 자료취득 장비 제원 및 측정 장면

4.2 탐사자료 해석방법

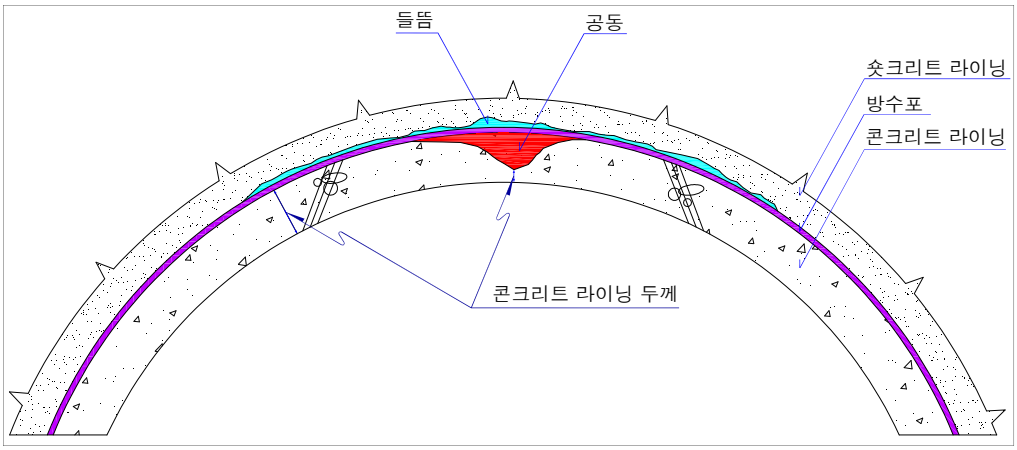
본 절에서는 NATM 공법에 의한 일반 터널의 GPR단면 해석방법에 대해 설명하며, 본 터널에 적용한 해석방법에 대해서는 탐사결과 란에서 다시 언급한다.

4.2.1 콘크리트라이닝 두께

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

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

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



【그림 4.2-1】 콘크리트 라이닝 경계면 탐사모식도

4.2.2 공동

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

① 공동의 경계면에서 강한 반사 신호가 발생한다.

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

③ 공동의 양 끝단에서 회절신호가 발생한다.

④ 불규칙한 공동경계면에서 많은 산란 회절신호가 발생한다.

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

4.2.3 강지보공(Steel-Rib)

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

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

4.3 GPR 측정 구간

【구간별 라이닝 현황】

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

4.4 GPR탐사 결과

4.4.1 라이닝 콘크리트 시공성 평가

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

4.4.2 라이닝 콘크리트 품질 평가

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

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

【표 4.4-1】 이상반사파 탐지 구간

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

【표 4.4-2】 공동 및 경계부들뜸 구간

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

【표 4.4-3】 콘크리트 라이닝 두께 부족구간

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

【표 4.4-4】 콘크리트 라이닝 두께

제 5 장 상 태 평 가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.2 내구성 조사에 의한 평가

5.3 종합평가 결과

제 5 장 상 태 평 가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.1.1 측점분할

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

5.1.2 라이닝 결함지수 산정(NATM 무근구간)

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

5.1.3 터널 주변상태 결함점수 산정(NATM 무근구간)

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

5.1.4 터널 상태평가 등급 산정(NATM 무근구간)

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

결함지수(F)=∑결함점수/34	0.044
상태평가 등급	A

5.1.5 라이닝 결함지수 산정(NATM 철근구간)

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

5.1.6 터널 주변상태 결함점수 산정(NATM 철근구간)

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

5.1.7 터널 상태평가 등급 산정(NATM 철근구간)

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

결함지수(F)=∑결함점수/43	0.035
상태평가 등급	A

5.1.8 터널 전체 상태평가 등급 산정

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

종합 결함지수	0.043
상태평가 등급	A

5.2 내구성조사에 의한 평가

5.2.1 콘크리트 강도

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

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

5.2.2 철근배근 탐사

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

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

5.2.3 탄산화깊이 측정결과

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

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

5.3 종합평가 결과

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

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수 방안

6.2 유지관리 방안

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

6.1 보수 방안

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

6.2 유지관리 방안

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

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

제 7 장 종 합 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 내구성조사 결과

7.3 GPR탐사 결과

7.4 상태평가 결과

7.5 종 합 결 론

제 7 장 종 합 결 론

7.1 현장조사 결과

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

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

7.2 내구성조사 결과

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

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

7.3 GPR탐사 결과

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

7.4 상태평가 결과

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

7.5 종합결론

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

  따라서, 터널의 대표등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 『A』 등급으로 평가한다.

2. 서면2터널

제 1 장 서 론

제 2 장 외관조사

제 3 장 내구성조사

제 4 장 GPR탐사

제 5 장 상태평가

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

제 7 장 결 론

제 1 장 서 론

1.1 터널현황

1.2 전경사진

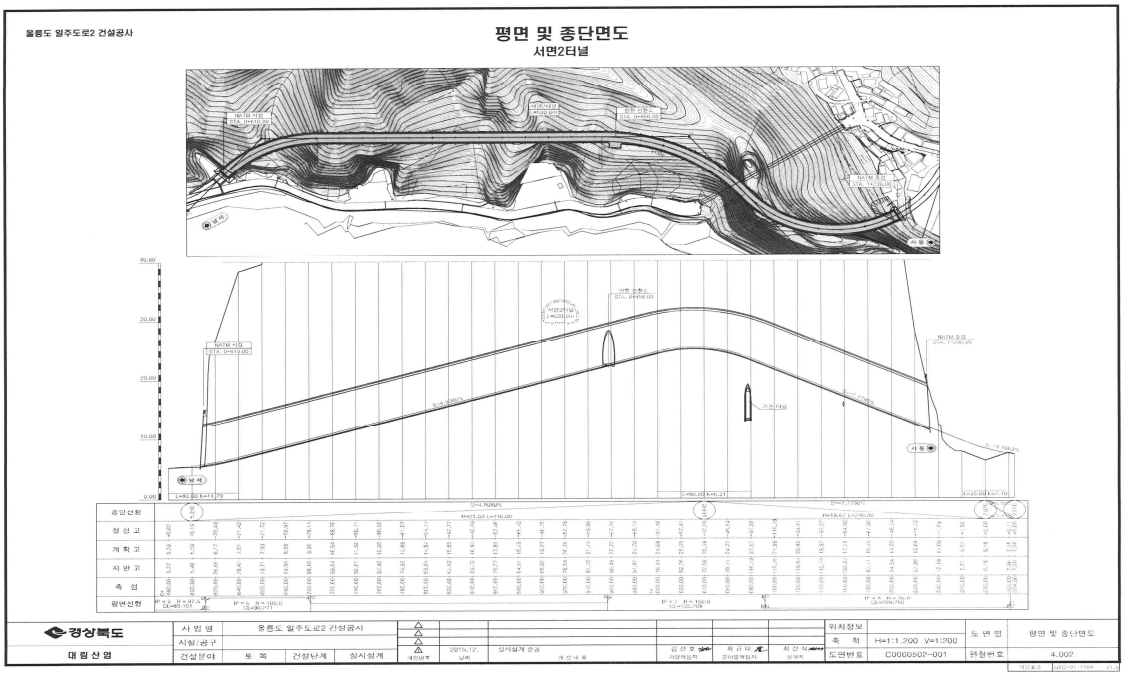
1.3 관련도면

1.4 기 안전점검 결과

제 1 장 서 론

1.1 터널 현황

노선명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위치	경북 울릉군 서면 남양리	공사이정	시점 : STA. 0+610 종점 : STA. 1+230
형식	난 형	환기방식	제트팬 (Φ800 고속방식형 2대)
연장	620m	도로폭원	8.8m(2차로)
내공단면	68.7㎡	평면선형	R=96.0 ~ R=150.0
종단경사	4.9% ~ -7.77%	편경사	±5.0%
갱문형식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연결통로	방향전환소 1개소
주요공법	NATM	보조공법	훠폴링, 강관보강그라우팅



1.2 전경사진

시점부 전경

종점부 전경

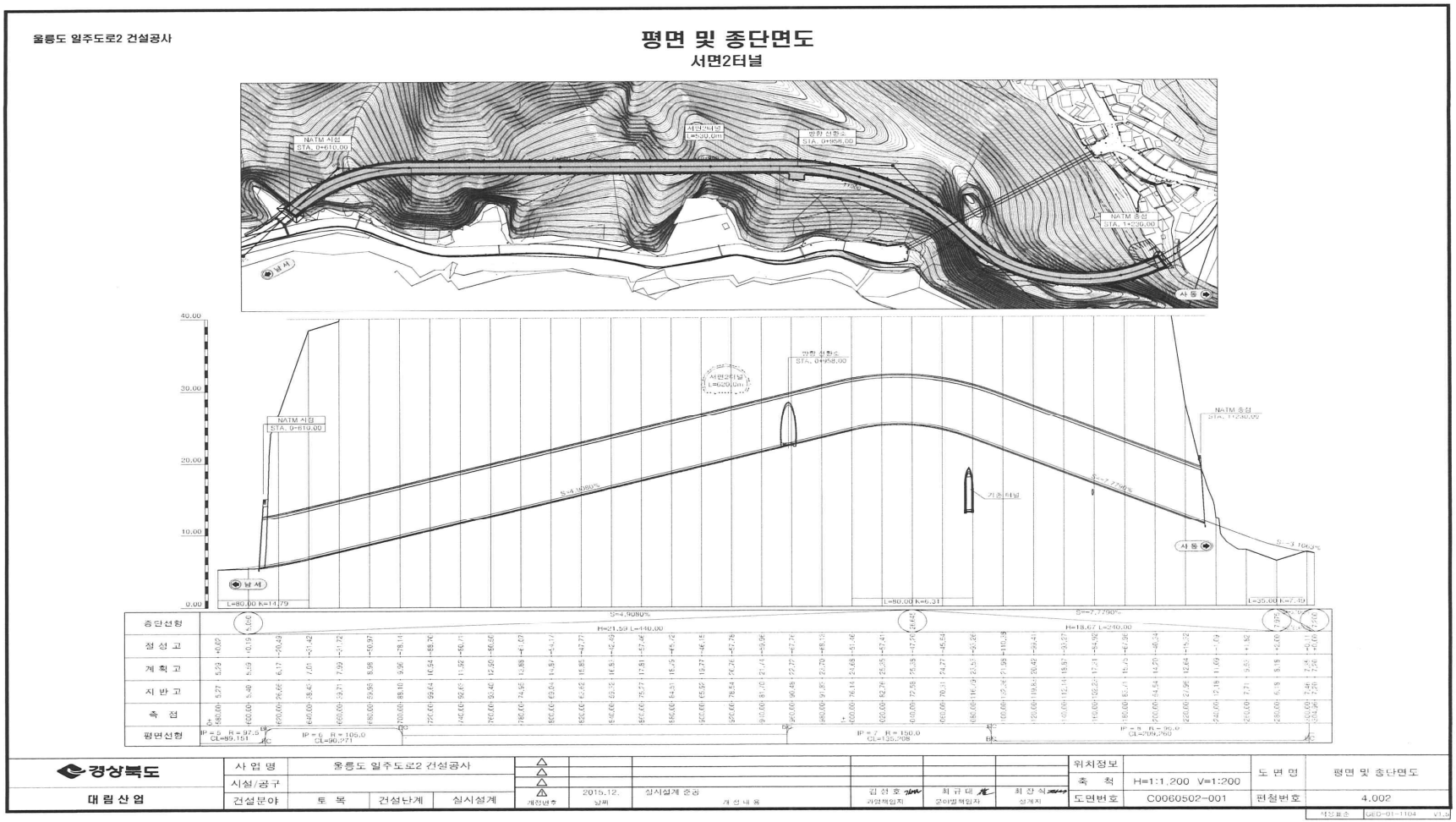
내부 전경

소화전

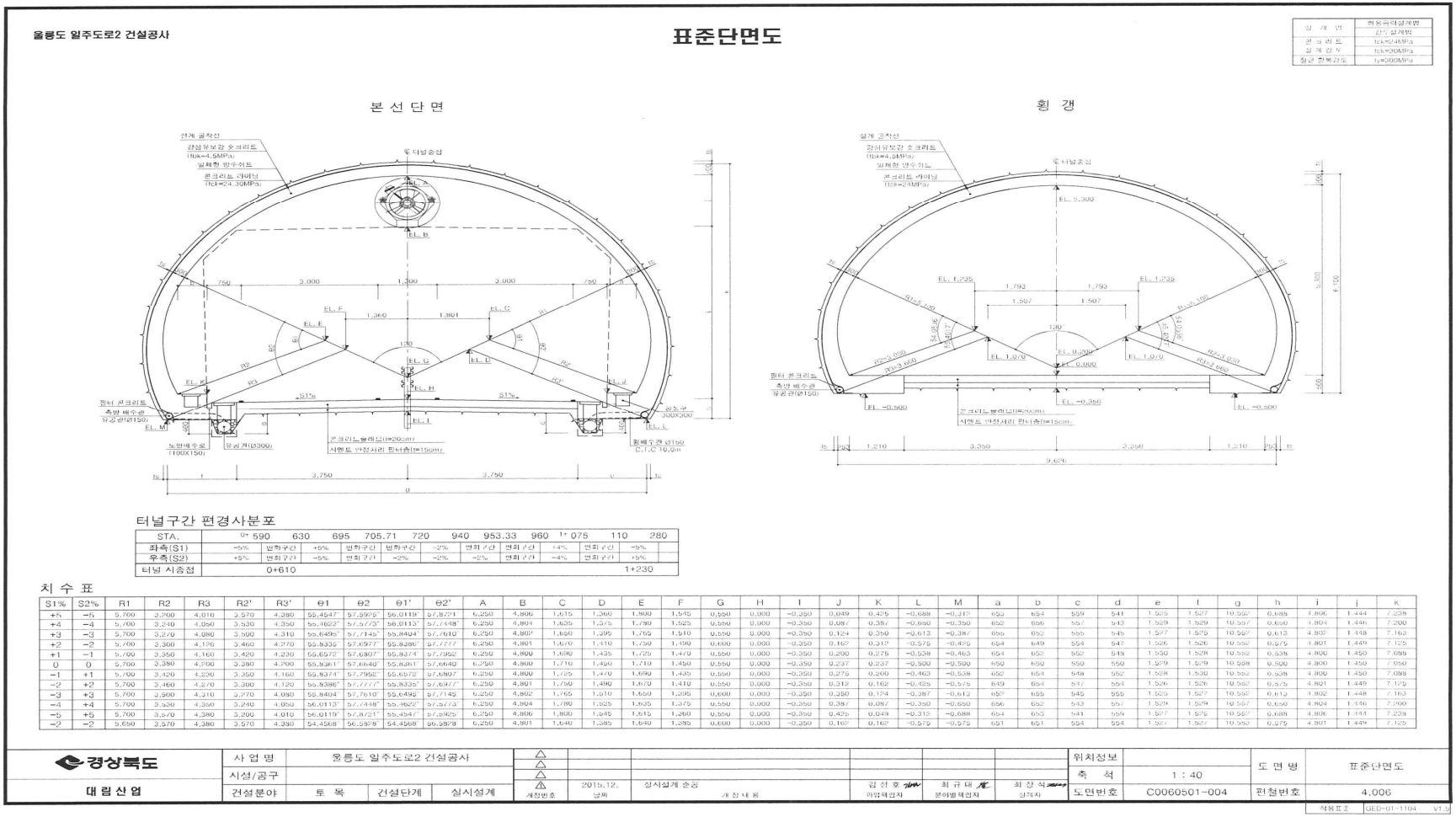
방향전환소 전경

고소차 점검

1.3 관련도면



【그림 1.3-1】종평면도

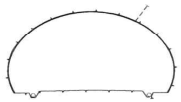
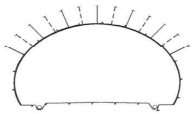
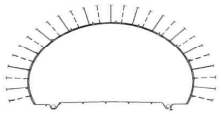
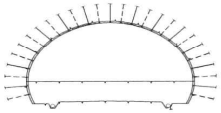
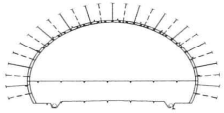
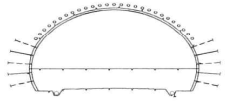

울릉도 일주도로2 건설공사
표준단면도
본 선 단 면
횡 갱
터널구간 편경사분포
치 수 표
경상북도
대림산업
사 업 명
울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야
토 목
건설단계
실시설계
위치정보
축 척
1 : 40
도 면 명
표준단면도
도면번호
C0060501-004
편철번호
4.006

【그림 1.3-2】 표준단면도

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (1)

서면2터널

구 분			본선					
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5-1	P-5-2(에비)
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)			선단면 굴착	선단면 굴착	선단면 굴착	상하반분할 굴착	상하반분할 굴착	상하반분할 굴착
굴진장(상반/하반) (m)			3.5	3.5	3.0	1.5/3.0	1.2/1.2	1.2/1.2
시공	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)
	록볼트	길이 (m)	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
		갯수 (개)	RANDOM	6.9	13.5	13.5	13.5	5
		간격 종방향	RANDOM	3.6	3.0	1.5	1.2	1.2
		간격 횡방향	RANDOM	2.0이상무 120	1.5	1.5	1.5	1.5
	강지보재 (m)	규 격	-	-	-	LG-50X70X30	LG-70X70X30	LG-70X70X30
		간 격	-	-	-	1.5	1.2	1.2
내부라이닝 두께(mm)			300	300	300	300	300 (철근보강)	300 (철근보강)
보조공법			-	-	-	림보식 록볼팅	록볼팅 림보식 강관보강 그라우팅 (1/2)	갱간보강 그라우팅 / 림보식 대구경 강관보강 그라우팅 (1/2)
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 설계 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. 시공중 계측분석 시험 및 시반현황을 분석하여 추가지보패턴을 제시하였으나 실제 시반조건이 상세시 대상한 바와 상이할 경우에는 공학적법 검산한 후 지보재를 변경할 수 있다.

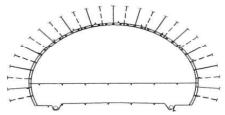
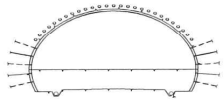
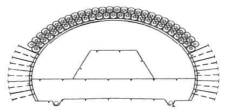
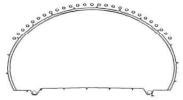
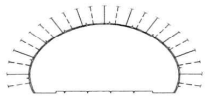
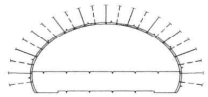
경상북도	사업명	울릉도 일주도로2 건설공사		△						위치성보		도면명	표준지보패턴표 (1)
	시설/공구			△						축 척	NONE		
대림산업	건설분야	토 목	건설단계	실시설계	△ 개정번호	2015.12. 날짜	실시설계 준공 개정내용	김 참 호 과업책임자	최 규 대 분야별책임자	최 장 석 상계자	도면번호	C0060501-002	편철번호	4.004
											적용표준	QED-01-1104 V1.3	

【그림 1.3-3】 표준지보패턴표(1)

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (2)

서면2터널

구 분			갱 구 부				방향 선환소	
			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
RMR			갱 구 부	갱 구 부	갱 구 부	인공지반	40이상	40이하
Q value			전암 이상	3이상	3이하	인공지반	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
숏크리트 두께(mm)		1 차	100(강섬유)	100(강섬유)	100(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)
		2 차	60(강섬유)	60(강섬유)	60(강섬유)	-	-	40(강섬유)
시 보 리	록볼트	길이 (m)	4.0	4.0	4.0	-	4.0	4.0
		갯수 (개)	13.5	5	10	-	11.5	11.5
	간격	종방향	1.0	1.0	0.8	-	2.0	1.0
		횡방향	1.5	1.5	0.8	-	1.5	1.5
	강지보재 (m)	규 격	LG-70X70X30	LG-70X70X30	H-125x125x6.5x9	-	-	LG-50X70X30
		간 격	1.0	1.0	0.8	-	-	1.0
내부라이닝 두께(mm)			300 (철근보강)	300 (철근보강)	400 (철근보강)	300 (철근보강)	300 (철근보강)	300 (철근보강)
보 조 공 법			록볼트 / 필요시 강관보강 그라우팅 (120)	강관보강 그라우팅 / 필요시 대구경 강관보강 그라우팅 (120)	록볼트 / 강관보강 그라우팅 / 강관(120 ~ 180)	-	-	-
비 고			-	-	-	-	-	-

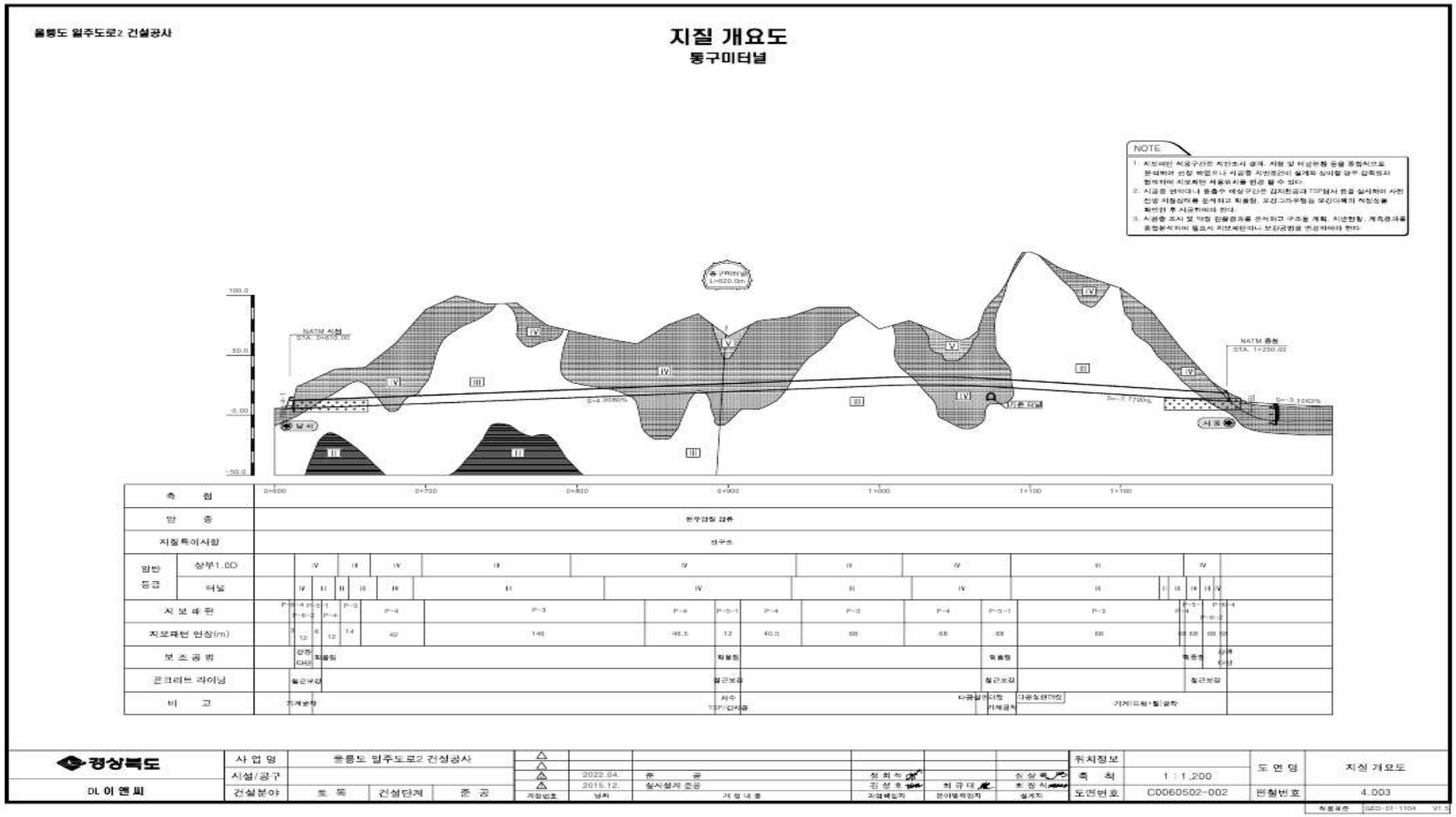
규 격	
일반 숏크리트	: 지보패턴 P-1
강섬유 보강 숏크리트	: 지보패턴 P-2 ~ P-6-2, PT-1~PT-2
강지보재	: LG - 50 x 20 x 30 LG - 70 x 20 x 30 H형강 - 125x125x6.5x9
콘크리트 라이닝	: fck = 24MPa, 30MPa, 35MPa
강섬유 혼입량	: 37kg/m³
록 볼 트	: SD35 D25
콘크리트 라이닝 철근	: SD30

NOTE

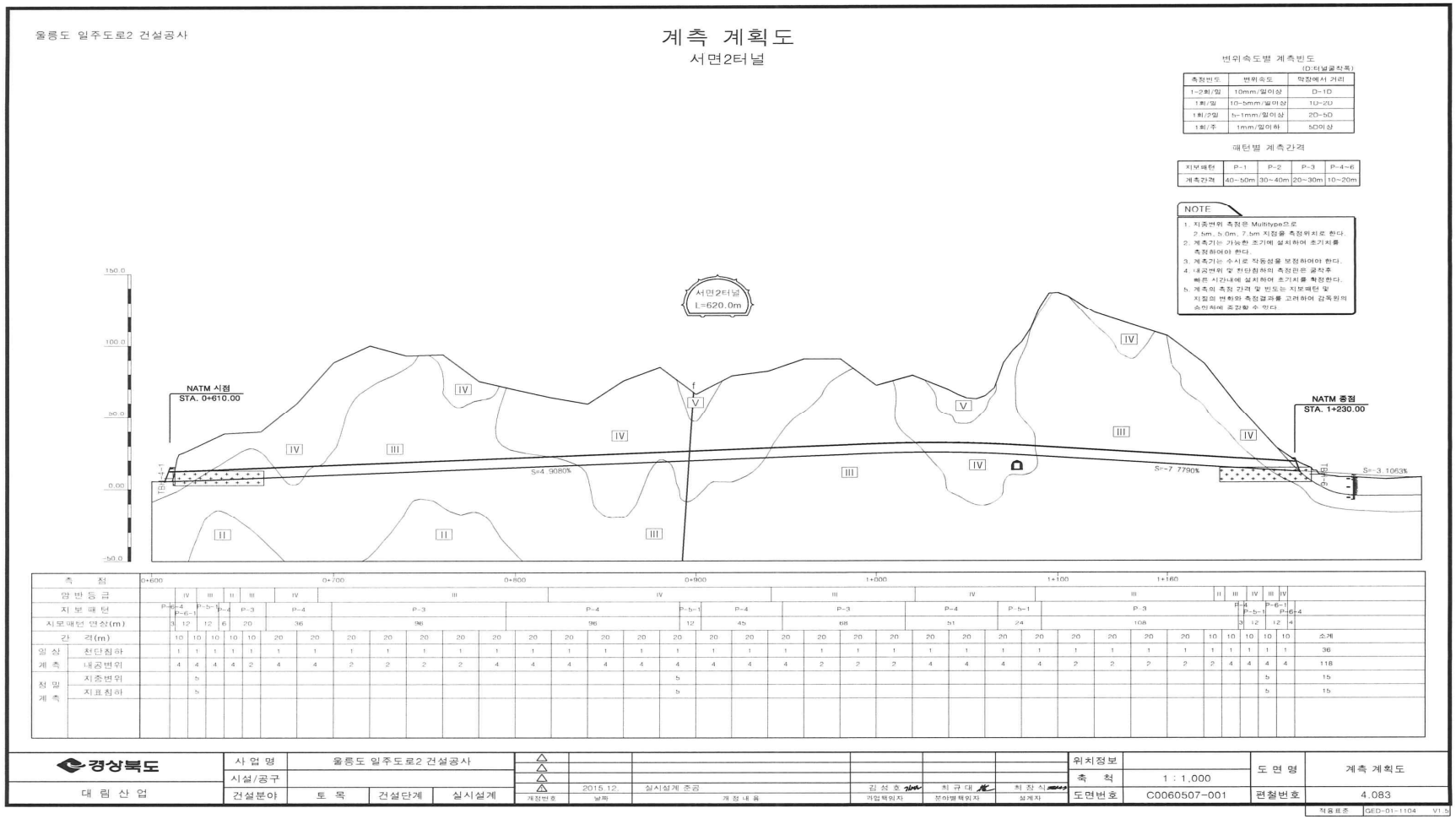
1. 시공시 막장상태 및 계측분석결과 등을 분석하여 지반조건에 따라 지보패턴의 적용은 신중히하여야 한다.
2. 본인 적정 표준지보패턴표는 지반조사 및 지형 특성을 기초로 하여 검토하였으나 설계 시공시 추가 개선이 필요한 경우에는 공사 감독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시공전 갱구부의 시험 및 시안현황을 분석하여 추가지보패턴을 계획하였으며, 설계 지반조건이 설계시 예상한 바와 상이할 경우에는 공작공법, 굴진장 및 지보재를 변경할 수 있다.

경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사	△						위치정보		도 면 명	표준지보패턴표 (2)
	시설/공구		△						축 석	NONE		
대림산업	건설분야	토 목 / 건설단계 / 실시설계	△ 개정번호	2015.12. 날짜	실시설계 준공 개정 내용	김 성 호 작업책임자	최 규 대 분야별책임자	최 장 석 실무자	도면번호	C0060501-003	편철번호	4,005
									적용표준	GED-01-1104 V1.5		

【그림 1.3-4】 표준지보패턴표(2)


울릉도 일주도로2 건설공사
지질 개요도
동구미터널
NOTE
1. 지보패턴 적용구간은 지반조사 결과, 시험 및 터널굴착 등을 종합적으로 분석하여 선정 변경하나 시공중 지반조건이 설계와 상이할 경우 감독원과 협의하여 지보패턴 적용위치를 변경 할 수 있다.
2. 시공중 연약대나 파쇄대 예상구간은 갱지반공과 TSP탐사 등을 실시하여 사전 진행 지질상태를 분석하고 확률정, 보강그라우팅을 보강대책의 적정성을 확인한 후 시공하여야 한다.
3. 시공중 조사 및 막장 관찰결과를 분석하고 주변보 계획, 지반현황, 계측관리를 종합분석하여 필요시 지보패턴이나 보강공법을 변경하여야 한다.
동구터널 L=620.0m
NATM 시점 STA. 0+600.00
NATM 종점 STA. 1+250.00
S=4.9080%
S=-7.7700%
S=-3.1040%
기존 터널
보 서
서 포
측 점
0+600
0+700
0+800
0+900
1+000
1+100
1+150
암반 등급
상부1.0D
터널
지보패턴
지보패턴 연장(m)
보조공법
콘크리트 라이닝
비 고
경상북도
DL 이엔피
사업명
울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야
토 목
건설단계
준 공
2022.04.
준 공
2015.12.
실시설계 준공
설계책임자
검토책임자
설계자
위치정보
축 척
1 : 1,200
도면번호
C0060502-002
도 면 명
지질 개요도
편철번호
4.003

【그림 1.3-5】 지질개요도


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 측점은 Multitype으로 2.5m, 5.0m, 7.5m 지점을 측정위치로 한다.
2. 계측기는 가능한 조기에 설치하여 초기치를 측정하여야 한다.
3. 계측기는 수시로 작동성을 보정하여야 한다.
4. 내공변위 및 천단침하의 측정은 굴착후 빠른 시간내에 설치하여 초기치를 확정한다.
5. 계측의 측정 간격 및 빈도는 지보패턴 및 지질의 변화와 측정결과를 고려하여 감독원의 승인하에 조정할 수 있다.
서면2터널
L=620.0m
NATM 시점
STA. 0+610.00
NATM 종점
STA. 1+230.00
S=4.9080%
S=-7.7790%
S=-3.1063%
150.0
100.0
50.0
0.00
-50.0
측점
암반등급
지보패턴
지보패턴 연장(m)
간격(m)
일상계측 천단침하
내공변위
정밀계측 지중변위
지표침하
소계
경상북도
대림산업
사업명 울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야 토목 건설단계 실시설계
2015.12. 실시설계 준공
김성호 최규대 최창식
위치정보
축척 1 : 1,000
도면번호 C0060507-001
도면명 계측 계획도
편철번호 4.083
적용표준 GED-01-1104 V1.5

【그림 1.3-6】 계측계획도

1.4 기 안전점검 결과

1.4.1 안전점검 실시현황

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

1.4.2 차수별 공사현장 전경

(1) 1차점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>시점측 갱구부 상태</td><td>2017. 08</td><td>터널 굴착 상태</td><td>2017. 08</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>공사중 환기시설 상태</td><td>2017. 08</td><td>계측시 설치 상태</td><td>2017. 08</td></tr>
</table>

(2) 2차점검(2017. 09. ~ 2018. 05.)

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

(3) 3차점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

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

1.4.3 기 실시한 안전점검의 주요내용

(1) 1차 안전점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

점검 항목	점검 결과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	• 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.
임시시설 및 가설공법 안전성	• 본 현장은 설계도서 및 시공계획에 맞추어 전반적으로 시공이 원만히 진행되고 있었으며, 점검일 현재 시공이 진행중인 임시시설물은 없는 것으로 조사되었다.
공사장 주변 안전조치 적정성	• 본 현장에서는 환경오염 저감과 공사장주변 안전조치를 위해서 세척수 처리시설, 소음 및 분진 처리시설, 공사장 주변 안전표지판 및 신호수 배치 등을 운영하여 공사가 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 본 공사로 인하여 공사장 주변 안전성에 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 판단된다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	• 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	• 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급기술자 1인, 고급기술자 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 105m²정도로 법적기준인 50m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

(2) 2차 안전점검(2017. 09. ~ 2018. 05.)

점검 항목	점검 결과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	• 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.
임시시설 및 가설공법 안전성	• 본 현장은 설계도서 및 시공계획에 맞추어 전반적으로 시공이 원만히 진행되고 있었으며, 점검일 현재 시공이 진행중인 임시시설물은 없는 것으로 조사되었다.
공사장 주변 안전조치 적정성	• 본 현장에서는 환경오염 저감과 공사장주변 안전조치를 위해서 세척수 처리시설, 소음 및 분진 처리시설, 공사장 주변 안전표지판 및 신호수 배치 등을 운영하여 공사가 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 본 공사로 인하여 공사장 주변 안전성에 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 판단된다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	• 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	• 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급기술자 1인, 고급기술자 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 105m²정도로 법적기준인 50m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

(3) 3차 안전점검((2018. 06. ~ 2019. 12.)

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

1.4.4 정기안전점검 내구성조사 결과

점검대상 구조물인 서면2터널에 대한 비파괴 재료시험(콘크리트 압축강도, 철근배근탐사)을 실시하여 시공 및 품질에 대한 적정성을 평가하였다.

(1) 3차 안전점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

① 반발경도 측정결과

구분	측정위치	설계기준강도(A)	측정강도(B)	B/A*100(%)
1	STA.0+980	30.0MPa	33.0MPa	110.0%
2	STA.1+080	30.0MPa	33.5MPa	111.7%
3	STA.1+220	30.0MPa	32.8MPa	109.3%

서면2터널의 반발경도법에 의한 비파괴 강도시험에 대한 결과, 콘크리트 압축강도는 측정한 모든 부재에서 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되어 콘크리트 품질상태는 양호한 것으로 평가된다.

② 철근배근 탐사

구분	측정위치	설계치(mm)		측정치(mm)		피복두께(mm)	
		주철근	배력철근	주철근	배력철근	설계	실측
1	STA.1+080	125	250	125	250	80	80
2	STA.1+220	125	250	125	250	80	80

서면2터널의 철근배근탐사 실시 결과, 전체적인 배근상태 및 피복두께 등은 설계도서와 일치하는 것으로 조사되어 철근배근상태는 적정한 것으로 판단된다.

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.2 외관조사 결과

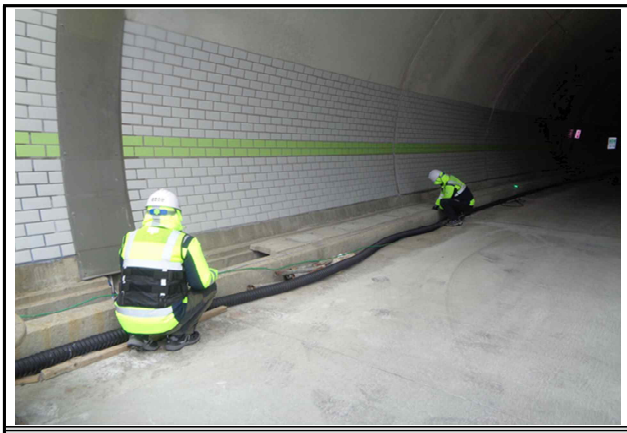
제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

본 과업의 대상시설물인 서면2터널의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 부재 전체에 대해서 가능한한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였고, 사전 현장답사를 통해 주변여건을 파악하여 현장접근에 필요한 접근방법, 장비동원과 일정계획을 수립하였다.

본 터널의 원활한 외관조사를 위해 측정분할을 실시하였고, 측점분할은 시공이음부를 기준으로 99개소의 SPAN으로 구분하여 조사를 실시하였다.

측점분할 결과는 5장 상태평가에 수록하였다.



측점 분할

작업차를 이용한 근접조사

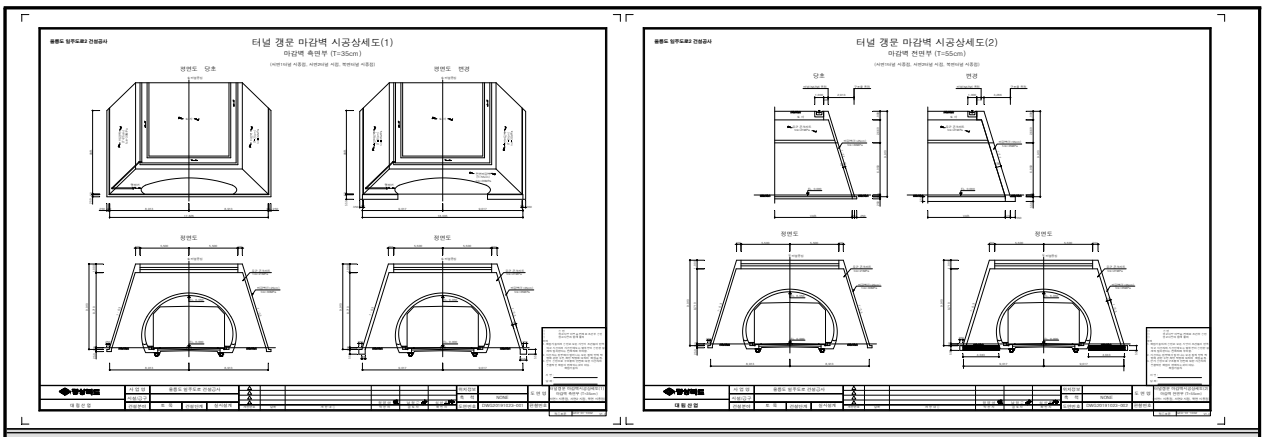
2.1.1 갱문 및 터널부사면

본 터널은 경상북도 울릉군 서면 남양리에 위치한 터널로서 NATM형으로 시공되어있으며 연장은 L=620.0m로, 제트팬 방식으로 적용되어있다.

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

시점부 전경

종점부 전경



갱문 일반도

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

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

【표 2.1-1】 갱구부 손상물량

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

시점측 터널부사면 전경

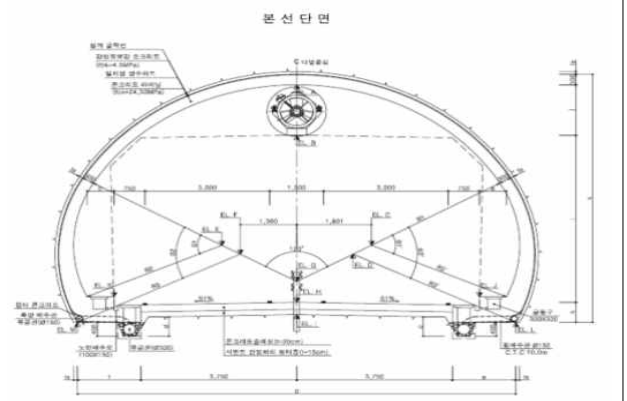
종점측 터널부사면 전경

2.1.2 라이닝

본 구조물은 연장 620.0m, 왕복 2차로 구조물로 제트팬 방식으로 시공되어있다.

측면 벽체에는 타일이 시공되어있으며, 측벽 하단에 공동구가 설치되어있다.

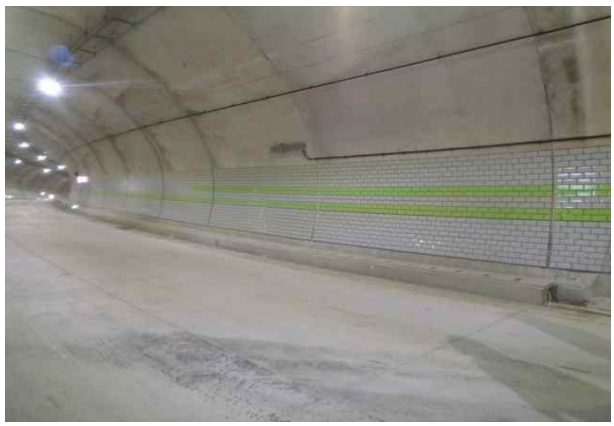
고소차 및 도보를 이용한 근접 외관조사를 진행하였으며, 간단한 비파괴 시험 또한 진행하였다.

	
표준단면도	전 경

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

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

천단부 라이닝 전경



측벽부 타일 전경

균열 보수 전경

균열 보수 전경

【표 2.1-2】 천단부 손상물량

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

2.1.3 바닥부(공동구 및 포장부)

본 구조물의 평면선형은 R=96.0～150.0 으로 편경사+4.90%～-7.77%로 콘크리트 포장으로 시공되어있다. 시공상태는 양호한 것으로 확인되며, 양쪽 측면에 횡배수관이 시공되어있는 상태이다.

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

공동구 전경

포장부 전경

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

【표 2.1-3】 바닥판 손상물량

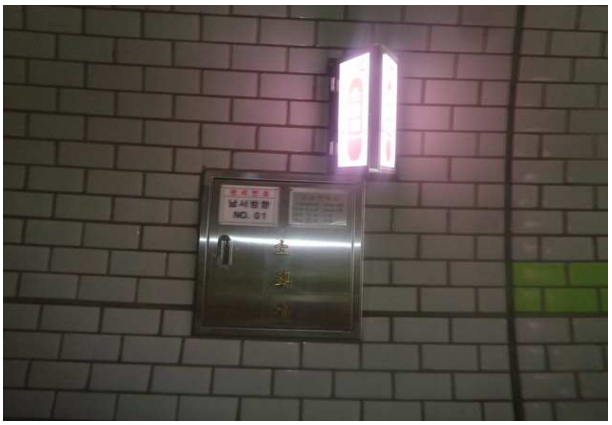
구 분		손상내용	단 위	손상수량(개소)	보수공법	비고
바닥부	공동구	상태양호	-	-	-	-
	포장부	상태양호	-	-	-	-

2.1.4 부속시설

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

방향전환소 전경

제트팬 전경



소화기함 전경

배수구 전경

【표 2.1-4】 부속시설 손상물량

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

2.2 외관조사 결과

부 재	외관조사 결과	비고
갱문 및 터널부사면	◦본 터널은 경상북도 울릉군 서면 남양리에 위치한 터널로서 NATM형으로 시공되어있으며 연장은 L=620.0m로, 제트팬방식으로 적용되어있다. ◦본 구조물의 갱문은 면벽식으로 콘크리트 구조물에서 발생되기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등에 대한 중점외관조사를 진행하였다. ◦갱문의 외관조사 결과, 콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등의 손상이 발생되지 않은 비교적 양호한 상태로 확인되었다. 따라서 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다. ◦터널부사면의 외관조사 결과, 표층유실, 낙석 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 갱문상단에 낙석방지울타리가 설치된 것이 확인되었다. 사면에서 일부 이완암 형태가 확인되었고, 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.	
라이닝	◦본 구조물은 연장 620.0m, 왕복 2차로 구조물로 제트팬 방식으로 시공되어있다. 측면 벽체에는 타일이 시공되어있으며, 측벽 하단에 공동구가 설치되어있다. ◦고소차 및 도보를 이용한 근접 외관조사를 진행하였으며, 간단한 비파괴 시험 또한 진행하였다. 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 공사중 발생한 천단부 라이닝 콘크리트 균열 손상은 전구간 보수가 된 상태이며, 보수 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 측벽부 타일은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. ◦라이닝 및 벽체 타일에 공용년수 증가로 인해 발생할 수 있는 콘크리트 열화, 타일부착력 저하 등의 손상은 지속적인 점검을 통하여 손상의 발생 여부 확인 등의 조치가 요구된다.	
바닥부	◦본 구조물의 평면선형은 R=96.0~150.0 으로 편경사+4.90%~-7.77%로 콘크리트 포장으로 시공되어있다. 시공상태는 양호한 것으로 확인되며, 양쪽 측면에 횡배수관이 시공되어있는 상태이다. ◦콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 박리등에 대한 중점외관조사를 실시하였고, 금회 점검에는 공동구에 대해 일괄적 조사도 진행하였다. ◦외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 바닥부는 공용중 발생할 수 있는 덮개파손, 공동구 파손, 포장부 열화 등의 손상은 주기적인 점검을 통한 손상 발생 여부 확인이 필요하다.	
부속시설	◦본 시설물내 방향전환소, 전기시설, 제트팬, 신호기, 소화기함, 배수시설 등이 시공되어있으며, 외관조사 결과 파손, 균열, 망상균열 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.	

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과

3.2 철근배근탐사 결과

3.3 탄산화깊이 측정결과

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과

반발강도

3.1.1 측정결과

부재	위 치	보정 반발경도 (Ro)	과학기술부 비파괴강도 (A)	설계 기준강도 (B)	(A/B) ×100 (%)
천단부	S02	49.5	42.8	30.0	142.7
	S66	47.1	40.4	30.0	134.7
	S97	48.8	42.1	30.0	140.3

3.1.2 결과분석

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

3.2 철근배근 탐사 결과

철근탐사

3.2.1 측정결과

부재	측정위치	철근종류	설 계(㎜)		조 사(㎜)		비고
			배근	피복	배근	피복	
천단부	S02	주 철근	125	80	125	112	
		배력철근	150		150		
	S66	주 철근	125	80	125	110	
		배력철근	150		145		

3.2.2 결과분석

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

3.3 탄산화깊이 측정결과

탄산화 깊이	탄산화 깊이

3.3.1 측정결과

부재	시험위치	탄산화 깊이(㎜)	측정피복 두께(㎜)	잔여깊이 (㎜)	탄산화 속도계수(A)	상태 평가	비 고
천단부	S02	0.5	112	111.5	0.50	a	
	S66	0.5	110	109.5	0.50	a	

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

3.3.2 결과분석

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

제 4 장 G P R 탐 사

4.1 탐사범위 및 자료취득 방법

4.2 탐사자료 해석방법

4.3 GPR측정 구간

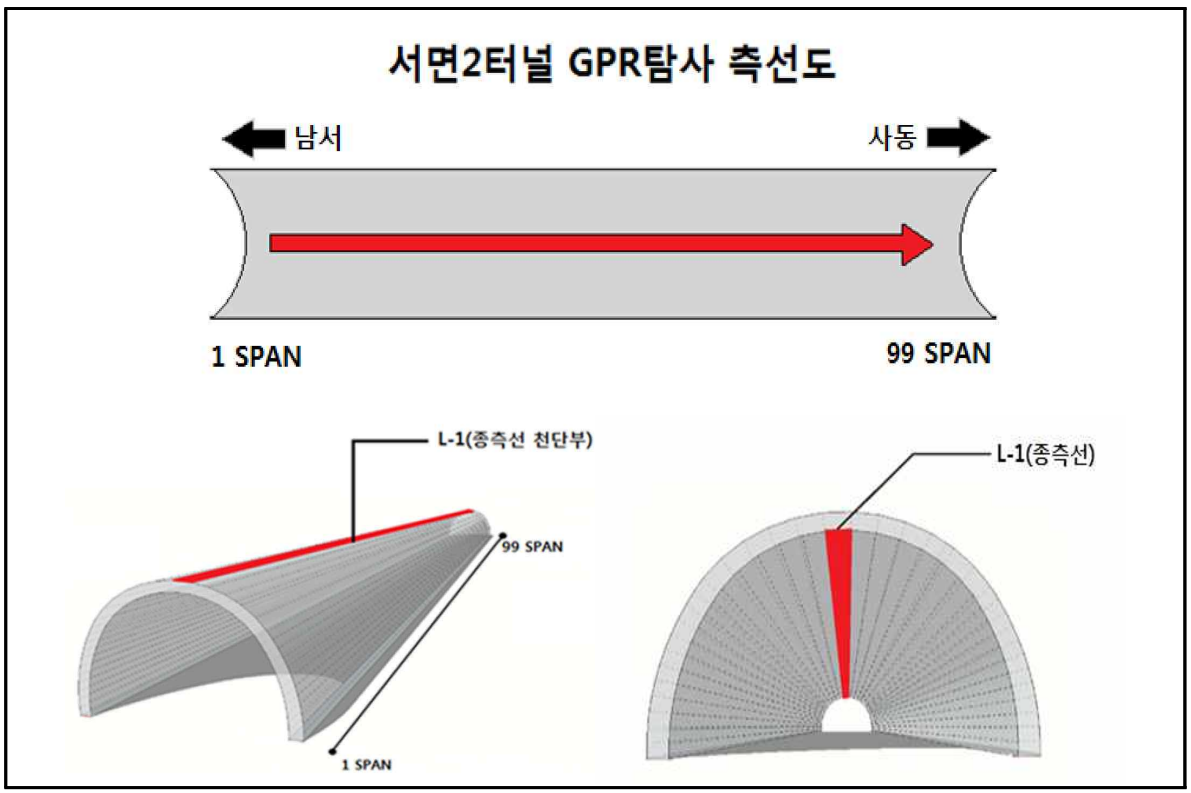
4.4 GPR탐사 결과

제 4 장 G P R 탐사

4.1 탐사범위 및 자료취득 방법

4.1.1 탐사범위

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



【그림 4.1-1】 측선위치도

터널 구분	측선 위치	측선 연장	탐사심도	비고
서면2터널	천정부	620.0m	약 1.0m	

【표 4.1-1】 탐사측선 현황

4.1.2 자료취득 방법

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

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

【그림 4.1-2】 자료취득 장비 제원 및 측정 장면

4.2 탐사자료 해석방법

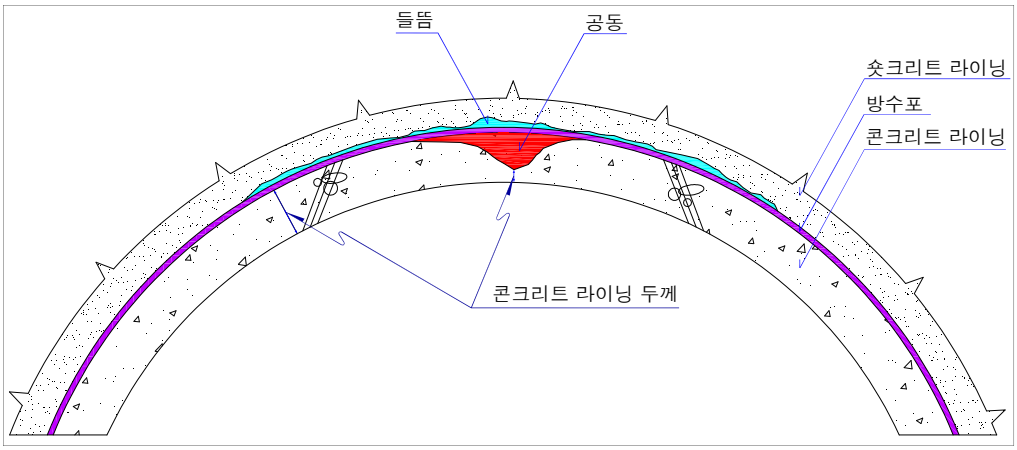
본 절에서는 NATM 공법에 의한 일반 터널의 GPR단면 해석방법에 대해 설명하며, 본 터널에 적용한 해석방법에 대해서는 탐사결과 란에서 다시 언급한다.

4.2.1 콘크리트라이닝 두께

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

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

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



【그림 4.2-1】 콘크리트 라이닝 경계면 탐사모식도

4.2.2 공동

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

① 공동의 경계면에서 강한 반사 신호가 발생한다.

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

③ 공동의 양 끝단에서 회절신호가 발생한다.

④ 불규칙한 공동경계면에서 많은 산란 회절신호가 발생한다.

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

4.2.3 강지보공(Steel-Rib)

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

지보패턴		내 용	비 고
서면2 터널	P-3	라이닝 두께 300mm 무지보공, 록볼트 CTC 2.0m	
	P-4	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.5m, 록볼트 CTC 1.5m	
	P-5-1 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.2m, 록볼트 CTC 1.2m, 훠폴링 CTC 1.2m	
	P-6-1 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.0m, 록볼트 CTC 1.0m, 훠폴링 CTC 1.0m	
	P-6-2 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.0m, 록볼트 CTC 1.0m, 강관보강 그라우팅 CTC 0.5m	
	P-6-4 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 무지보공	

4.3 GPR 측정 구간

【구간별 라이닝 현황】

NO	Span	누계거리 (m)	라이닝 두께		지보패턴	비고
			설계치(mm)	측정치(mm)	타입	
1	1~6	27	300	-	갱문, P6-4, P6-2, P5-1, P4	
2	7~12	55.8	300	300~360	P4, P3	
3	13~18	84.5	300	300~360	P4	
4	19~22	117.4	300	300~350	P4, P3	
5	23~26	164.2	300	260~330	P3	
6	27~30	211	300	260~340	P3	
7	31~34	257.6	300	300~340	P3, P4	
8	35~38	305	300	300~330	P4, P5-1	
9	39~42	353.4	300	300~320	P4, P3	
10	43~48	381.5	300	310~340	P3	
11	49~54	409.1	300	260~350	P3. P4	
12	55~60	437.8	300	310~350	P4	
13	61~66	467	300	320~340	P4, P5-1	
14	67~72	495.4	300	300~330	P5-1, P3	
15	73~78	524.4	300	270~320	P3	
16	79~85	558.2	300	270~350	P3	
17	86~92	592	300	310~360	P3, P4	
18	93~99	620	300	-	P5-1, P6-1, P6-4	

4.4 GPR탐사 결과

4.4.1 라이닝 콘크리트 시공성 평가

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

4.4.2 라이닝 콘크리트 품질 평가

탐사결과 콘크리트 라이닝 두께분포는 260mm~360mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 한편, 대상 터널의 콘크리트 라이닝의 두께허용오차는 터널 표준 시방서(2015) 제6장 1.3.20항(설계두께의 1/3 혹은 100mm 중 작은 값을 초과하지 않는 범위내에서 시공오차를 허용한다)에 의하면 100mm이므로 라이닝 허용두께 200mm가 된다.

라이닝 두께부족 구간의 심도는 유전율의 차이를 감안하여 약간의 오차가 존재할 수 있으나 대략 260~270mm으로 분석되었으며, 터널 전체 연장대비 라이닝 두께부족 구간의 연장율은 약 0.9%로 조사되었다. 또한, 분석된 이상신호의 심도 및 형상으로 보아 콘크리트 라이닝 내부에서 발생한 공동이 아닌 콘크리트 라이닝과 숏크리트 사이의 경계부(타설 시간차)에서 발생된 공극 현상으로 추정된다.

라이닝 두께 부족으로 분석된 구간에 대해서는 허용두께 범위 안에 있으나 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

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

【표 4.4-1】 이상반사파 탐지 구간

구분	탐사연장	조사구간	탐사연장대비 백분율
종측선	620.0m	6.0m	0.9%

【표 4.4-2】 공동 및 경계부들뜸 구간

NO.	Span No.	길이(m)	비고(심도mm)
1	26	1.0	260
2	30	0.5	260
3	30	1.0	260
4	30	0.5	260
5	54	0.5	260
6	54	1.0	260
7	77	0.5	270
8	79~80	1.0	270
합계	-	6.0	-

【표 4.4-3】 콘크리트 라이닝 두께 부족구간

구분	라이닝 두께 분포	설계두께	비고
종측선	26cm ~ 36cm	30cm	허용두께 20cm

【표 4.4-4】 콘크리트 라이닝 두께

제 5 장 상 태 평 가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.2 내구성 조사에 의한 평가

5.3 종합평가 결과

제 5 장 상 태 평 가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.1.1 측점분할

Span	측정거리(m)	누계(m)	Span	측정거리(m)	누계(m)	Span	측정거리(m)	누계(m)
1	3	3	34	11.7	257.6	67	5	472
2	4.8	7.8	35	11.7	269.3	68	5	477
3	4.8	12.6	36	11.7	281	69	4	481
4	4.8	17.4	37	11.7	293	70	4.8	485.8
5	4.8	22.2	38	12	305	71	4.8	490.6
6	4.8	27	39	12	317	72	4.8	495.4
7	4.8	31.8	40	12	329	73	4.8	500.2
8	4.8	36.6	41	12	340.4	74	4.9	505.1
9	4.8	41.4	42	11.4	353.4	75	4.8	509.9
10	4.8	46.2	43	13	358.2	76	4.8	514.7
11	4.8	51	44	4.8	363	77	4.9	519.6
12	4.8	55.8	45	4.8	367.5	78	4.8	524.4
13	4.7	60.5	46	4.5	372.1	79	4.8	529.2
14	4.8	65.3	47	4.6	376.7	80	4.8	534
15	4.8	70.1	48	4.6	381.5	81	4.8	538.8
16	4.8	74.9	49	4.8	386.3	82	4.8	543.6
17	4.8	79.7	50	4.8	390.8	83	4.9	548.5
18	4.8	84.5	51	4.5	395.3	84	4.8	553.3
19	4.8	89.3	52	4.5	399.8	85	4.9	558.2
20	4.7	94	53	4.5	404.3	86	4.8	563
21	11.7	105.7	54	4.5	409.1	87	4.8	567.8
22	11.7	117.4	55	4.8	413.8	88	4.9	572.7
23	11.7	129.1	56	4.7	418.6	89	4.9	577.6
24	11.7	140.8	57	4.8	423.4	90	4.8	582.4
25	11.7	152.5	58	4.8	428.2	91	4.8	587.2
26	11.7	164.2	59	4.8	433	92	4.8	592
27	11.7	175.9	60	4.8	437.8	93	5	597
28	11.7	187.6	61	4.8	442.6	94	4	601
29	11.7	199.3	62	4.8	447.4	95	4	605
30	11.7	211	63	4.8	452.2	96	4.5	609.5
31	11.5	222.5	64	4.8	457	97	4	613.5
32	11.7	234.2	65	4.8	462	98	4.5	618
33	11.7	245.9	66	5	467	99	2	620

5.1.2 라이닝 결함지수 산정(NATM 무근구간)

Section	균열	누수	파손, 손상	박리	박락	백태	재료 분리	결함점수 합계	비고
7	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	0	0	0	0	0	0	0	0	
46	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	
48	0	0	0	0	0	0	0	0	
49	0	0	0	0	0	0	0	0	
50	0	0	0	0	0	0	0	0	
51	0	0	0	0	0	0	0	0	
52	0	0	0	0	0	0	0	0	
53	0	0	0	0	0	0	0	0	
54	0	0	0	0	0	0	0	0	
55	0	0	0	0	0	0	0	0	
56	0	0	0	0	0	0	0	0	
57	0	0	0	0	0	0	0	0	
58	0	0	0	0	0	0	0	0	
59	0	0	0	0	0	0	0	0	
60	0	0	0	0	0	0	0	0	
61	0	0	0	0	0	0	0	0	
62	0	0	0	0	0	0	0	0	
63	0	0	0	0	0	0	0	0	
64	0	0	0	0	0	0	0	0	

Section	균열	누수	파손, 손상	박리	박락	백태	재료 분리	결함점수 합계	비고
70	0	0	0	0	0	0	0	0	
71	0	0	0	0	0	0	0	0	
72	0	0	0	0	0	0	0	0	
73	0	0	0	0	0	0	0	0	
74	0	0	0	0	0	0	0	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	
76	0	0	0	0	0	0	0	0	
77	0	0	0	0	0	0	0	0	
78	0	0	0	0	0	0	0	0	
79	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	0	0	0	0	0	0	0	0	
81	0	0	0	0	0	0	0	0	
82	0	0	0	0	0	0	0	0	
83	0	0	0	0	0	0	0	0	
84	0	0	0	0	0	0	0	0	
85	0	0	0	0	0	0	0	0	
86	0	0	0	0	0	0	0	0	
87	0	0	0	0	0	0	0	0	
88	0	0	0	0	0	0	0	0	
89	0	0	0	0	0	0	0	0	
90	0	0	0	0	0	0	0	0	
91	0	0	0	0	0	0	0	0	
92	0	0	0	0	0	0	0	0	

5.1.3 터널 주변상태 결함점수 산정(NATM 무근구간)

항 목	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수상태	합계
결함점수	0	1.0	0.5	0	0	1.50

5.1.4 터널 상태평가 등급 산정(NATM 무근구간)

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

결함지수(F)=∑결함점수/34	0.044
상태평가 등급	A

5.1.5 라이닝 결함지수 산정(NATM 철근구간)

Section	균열	누수	파손, 손상	박리	박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물	결함점수 합계	비고
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

5.1.6 터널 주변상태 결함점수 산정(NATM 철근구간)

항 목	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수상태	합계
결함점수	0	1.0	0.5	0	0	1.50

5.1.7 터널 상태평가 등급 산정(NATM 철근구간)

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

결함지수(F)=∑결함점수/43	0.035
상태평가 등급	A

5.1.8 터널 전체 상태평가 등급 산정

구조형식	결함지수	상태평가	연장	연장비	연장비 x결함지수
NATM구간(무근)	0.044	A	459.6	0.741	0.033
NATM구간(철근)	0.035	A	160.4	0.259	0.009
합계				1.000	0.042

종합 결함지수	0.042
상태평가 등급	A

5.2 내구성조사에 의한 평가

5.2.1 콘크리트 강도

구 분	측정회수	반발경도법 (MPa)	설계강도 (MPa)	판 정
라이닝	3	40.4~42.8	30.0	양호

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

5.2.2 철근배근 탐사

부재	측정위치	철근종류	설 계(㎜)		조 사(㎜)		비고
			배근	피복	배근	피복	
천단부	S02	주 철근	125	80	125	112	
		배력철근	150		150		
	S66	주 철근	125	80	125	110	
		배력철근	150		145		

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

5.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분	탄산화 깊이(㎜)	순피복두께(㎜)	평가결과	판 정
S02	0.5	111.5	a 등급	양 호
S66	0.5	109.5	a 등급	양 호

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

5.3 종합평가 결과

종합평가등급		
평가구분	**상태평가**	**종합평가**
서면2터널	A (결함지수=0.042)	**A**
종합평가 결 과	• 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과에 근거하여 시설물의 종합평가등급으로 결정 • 종합평가등급 : A	

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수 방안

6.2 유지관리 방안

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

6.1 보수 방안

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

6.2 유지관리 방안

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

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

제 7 장 종 합 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 내구성조사 결과

7.3 GPR탐사 결과

7.4 상태평가 결과

7.5 종 합 결 론

제 7 장 종 합 결 론

7.1 현장조사 결과

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

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

7.2 내구성조사 결과

- 비파괴시험 대상 라이닝 콘크리트의 압축강도시험 결과, 측정값은 설계값과 유사하거나 상회한 것으로 나타나 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없으며, 내구성을 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.
- 라이닝 콘크리트에 대한 철근배근탐사 결과, 배근 간격 및 피복두께는 설계치와 비교하여 거의 일치하는 것으로 나타나 배근상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 탄산화의 진행이 내부철근에 대한 영향을 미칠 수 있는 개착구간에 대한 탄산화 진행깊이를 측정한 결과, 탄산화의 진행은 미미하며 탄산화 진행에 따른 철근의 부식우려는 없을 것으로 판단된다.

7.3 GPR탐사 결과

- 본 터널구간에 조사된 라이닝 콘크리트 두께는 설계기준(t:300㎜)에 적정하게 시공된 상태로 분석되었다
- 탐사결과 콘크리트 라이닝 두께분포는 260mm~360mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 라이닝 두께부족 구간의 심도는 유전율의 차이를 감안하여 약간의 오차가 존재할 수 있으나 대략 260~270mm으로 분석되었으며, 터널 전체 연장대비 라이닝 두께부족 구간의 연장율은 약 0.9%로 조사되었다. 라이닝 두께 부족으로 분석된 구간에 대해서는 허용두께 범위 안에 있으나 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

7.4 상태평가 결과

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

7.5 종합결론

- 점검대상 터널인 서면2터널에 대하여 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021.12)”에 근거하여 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 터널의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 외관상태평가 등급은『A』등급으로 평가되었다.

  따라서, 터널의 대표등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 『A』등급으로 평가한다.

3. 북면터널

제 1 장 서 론

제 2 장 외관조사

제 3 장 내구성조사

제 4 장 GPR탐사

제 5 장 상태평가

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

제 7 장 결 론

제 1 장 서 론

1.1 터널현황

1.2 전경사진

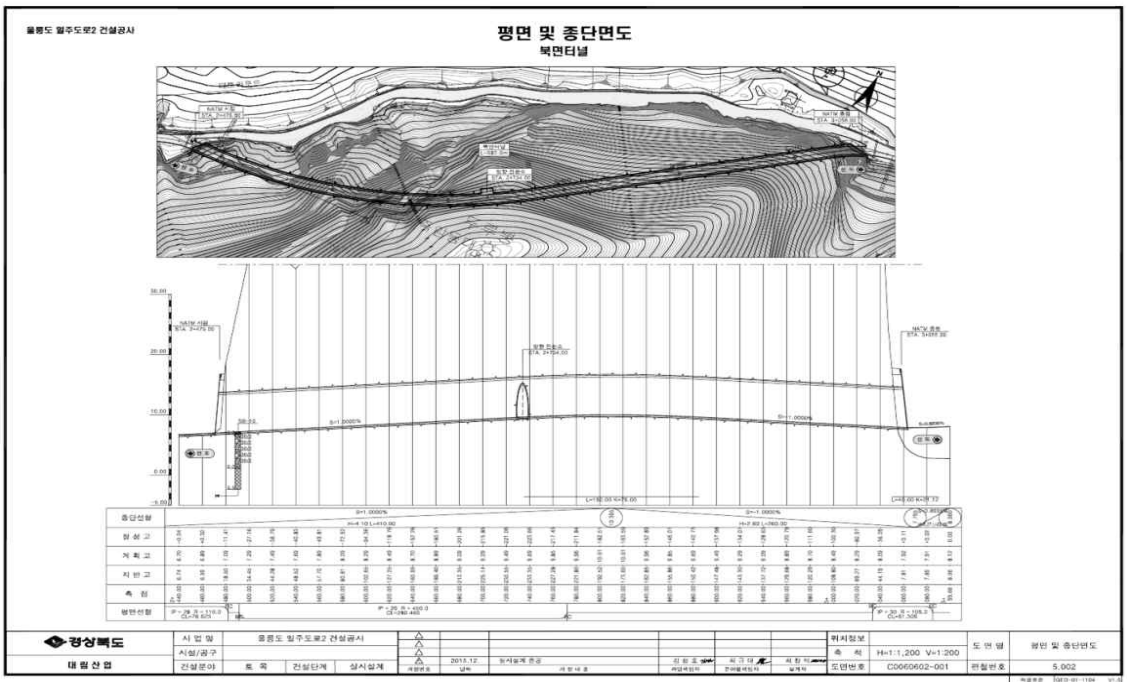
1.3 관련도면

1.4 기 안전점검 결과

제 1 장 서 론

1.1 터널 현황

노선명	국가지원지방도 제90호선	시 행 청	경상북도
위치	경북 울릉군 북면 천부리	공사이정	시점 : STA. 2+475 종점 : STA. 3+058
형식	난 형	환기방식	자연환기
연장	583m	도로폭원	8.8m(2차로)
내공단면	68.7㎡	평면선형	R=110.0 ~ R=450.0
종단경사	1.00% ~ -1.00%	편경사	±2.0%
갱문형식	시점 : 면벽형, 종점 : 면벽형	연결통로	방향전환소 1개소
주요공법	NATM	보조공법	휘폴링, 강관보강그라우팅



1.2 전경사진

시점부 전경

종점부 전경

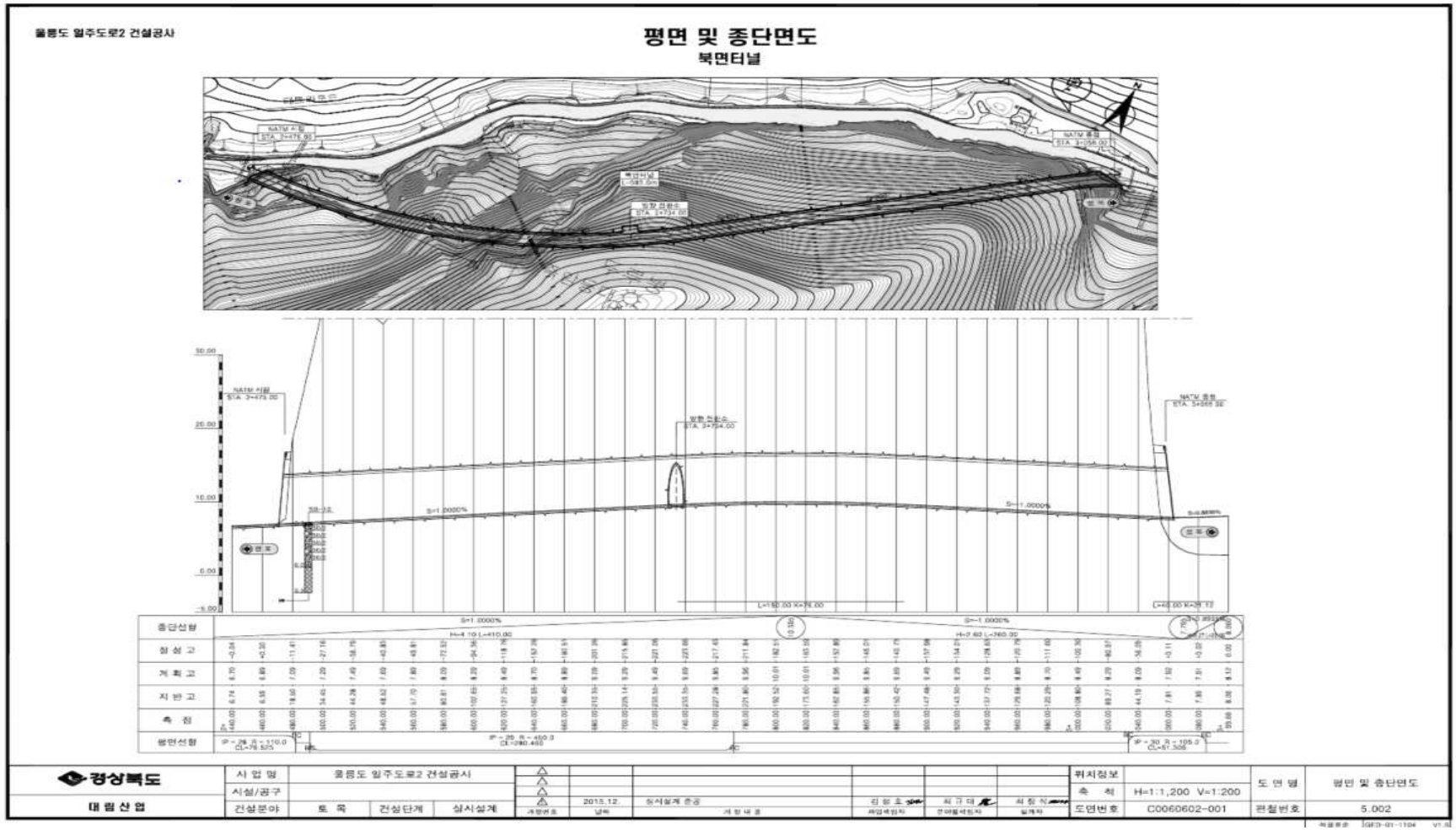
내부 전경

소화전

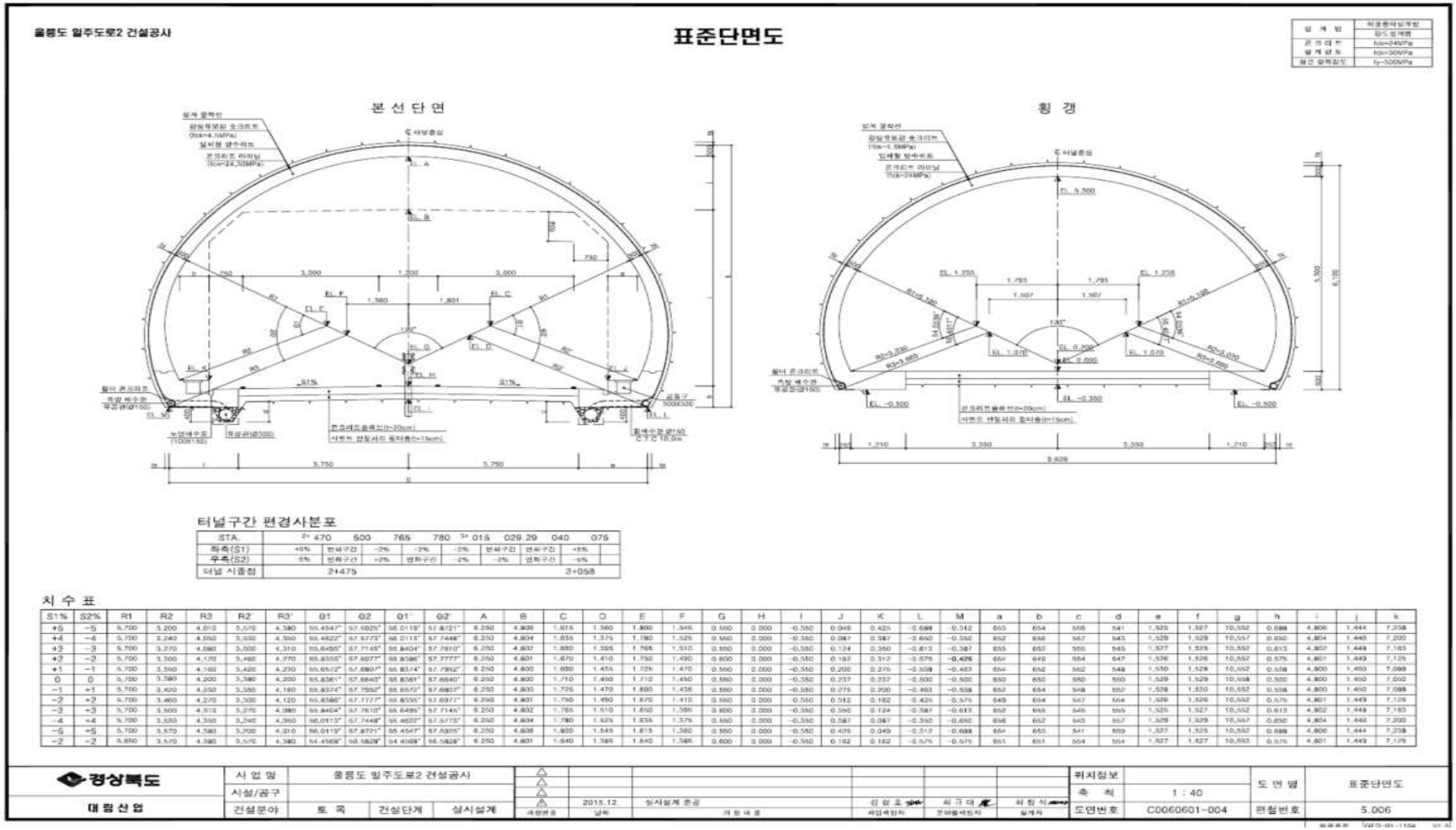
방향전환소 전경

고소차 점검

1.3 관련도면



【그림 1.3-1】 종평면도

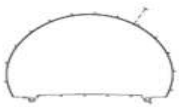
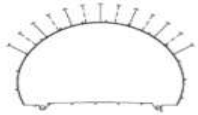
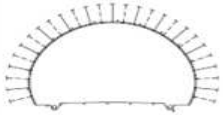
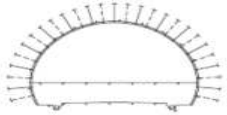
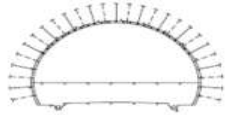
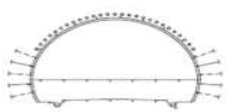

울릉도 일주도로2 건설공사
표준단면도
본 선 단 면
횡 갱
터널구간 편경사분포
치 수 표
경상북도
대림산업
시 업 명
울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야
토 목
건설단계
실시설계
위치정보
축 척
1 : 40
도 면 명
표준단면도
도면번호
C0060601-004
편철번호
5.006

【그림 1.3-2】 표준단면도

울릉도 일주도로2 건설공사

표준지보패턴표 (1)

북면터널

구 분			본 선					
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5-1	P-5-2(에비)
표 준 단 면								
암 반 등 급			I	II	III	IV	V	단층대역대
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
굴 착 공 법 (발 파)			전단면 굴착	전단면 굴착	전단면 굴착	상·하반굴착 굴착	상·하반굴착 굴착	상·하반굴착 굴착
굴진장(상반/하반) (m)			3.5	3.5	2.0	1.5/3.0	1.2/1.2	1.2/1.2
지보공	숏크리트 두께(mm)	1 차	50 (돌출)	50(강섬유)	80(강섬유)	80(강섬유)	100(강섬유)	100(강섬유)
		2 차	-	-	-	40(강섬유)	60(강섬유)	60(강섬유)
	록볼트	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
	강지보재	종방향	RANDOM	3.5	2.0	1.5	1.2	1.2
		횡방향	RANDOM	2.0(상부 120°)	1.5	1.5	1.5	1.5
	강지보재 (m)	규 격	-	-	-	LG-60x70x30	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 록볼트	록볼트 / 필요시 상부보강 그라우팅 (120°)	강관보강 그라우팅 / 필요시 막구장 상부보강 그라우팅 (120°)
비 고			-	-	-	-	-	-

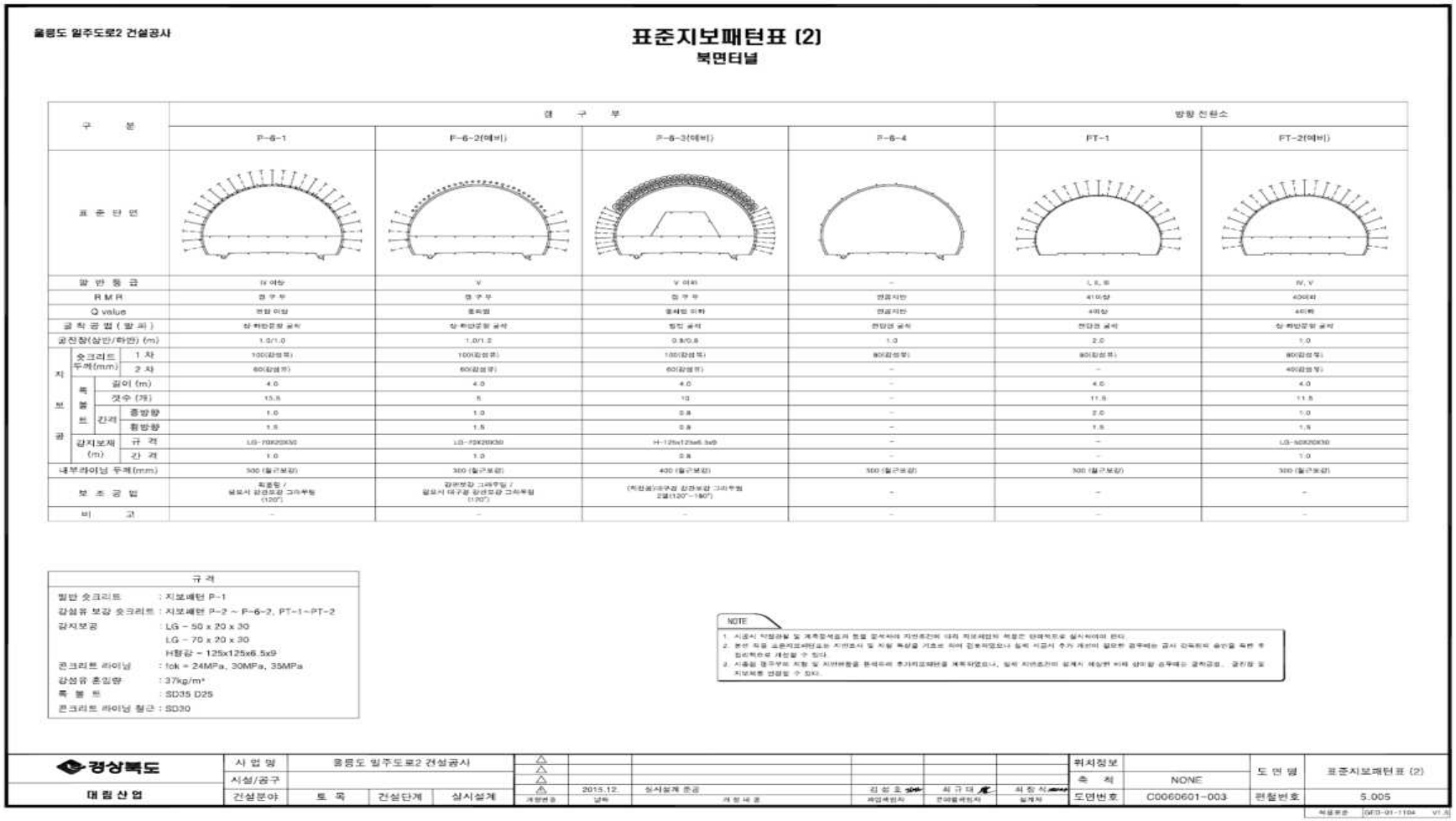
규 격	
일반 숏크리트	: 지보패턴 P-1
강섬유 보강 숏크리트	: 지보패턴 P-2 ~ P-6-2, PT-1~PT-2
강지보공	: LG - 50 x 20 x 30 LG - 70 x 20 x 30 H형강 - 125x125x6.5x9
콘크리트 라이닝	: fck = 24MPa, 30MPa, 35MPa
강섬유 혼입량	: 37kg/m³
록 볼 트	: SD35 D25
콘크리트 라이닝 철근	: SD30

NOTE

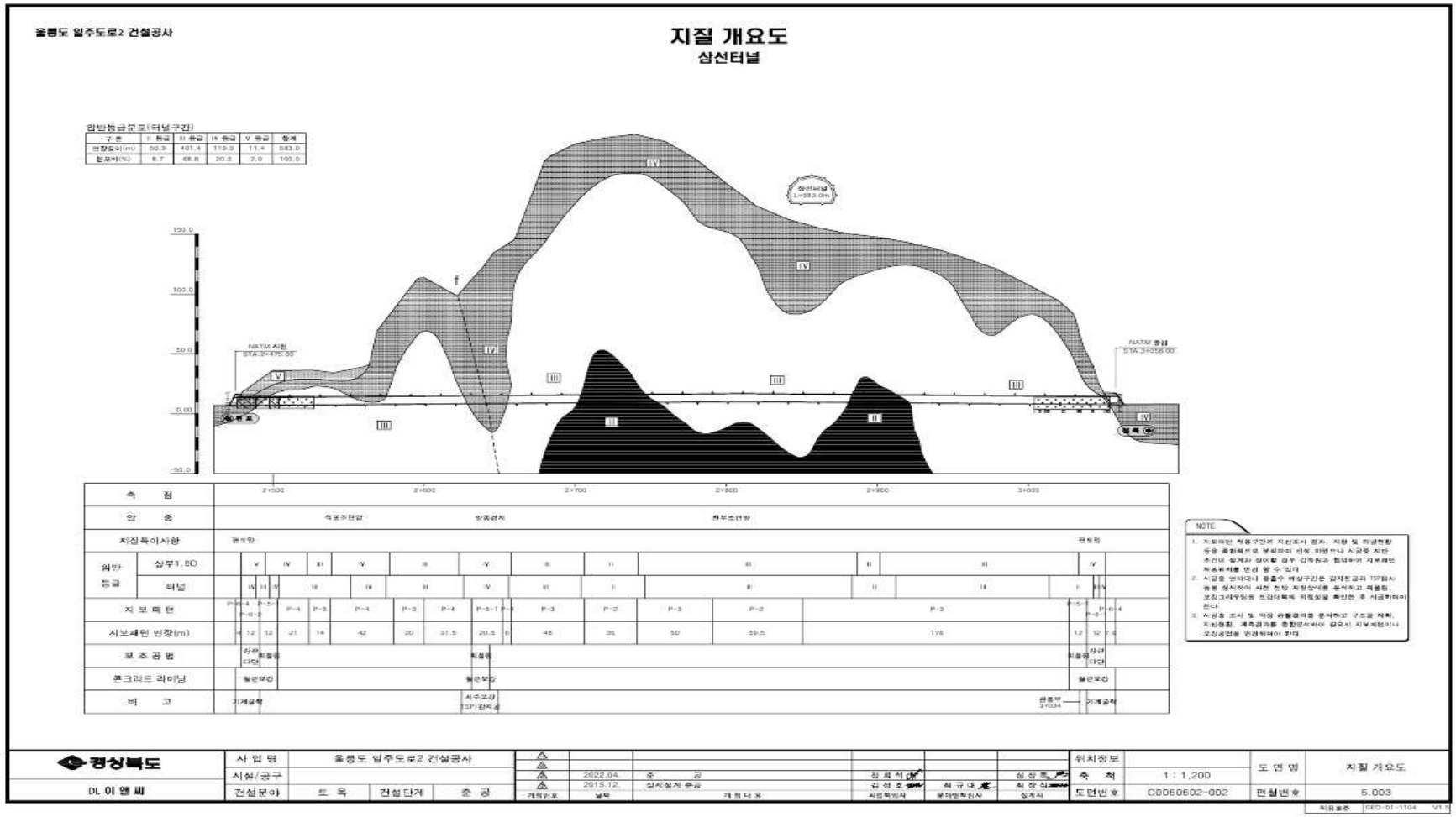
1. 시공시 지질분할 및 계측분석결과 등을 분석하여 지반조건에 따라 지보패턴의 적절한 variation이 필요하다.
2. 본선 적용 보조지보패턴은 지반조사 및 지질 특성을 기초로 하여 경제성면에서 실제 시공시 주기 간격의 변화는 감독원의 승인을 득한 후 합리적으로 개선할 수 있다.
3. 시종점 접구부의 시설 및 지반보강을 본 도면에 추가지보패턴을 제시하였으나, 실제 지반조건이 설계시 예상한 여러 장비할 경우에는 굴착방법, 굴진장 및 지보재를 변경할 수 있다.

경상북도	사 업 명	울릉도 일주도로2 건설공사								위치정보		도 면 명	표준지보패턴표 (1)		
	시설/공구									축 척	NONE				
대림산업	건설분야	토 목	건설단계	실시설계	개정번호	일자	개 정 내 용	책임엔지니어	검토엔지니어	실계자	도면번호	C0060601-002	관리번호	5.004	
					△	2015.12.	실시설계 준공	김 창 호	최 규 대	석 창 석					

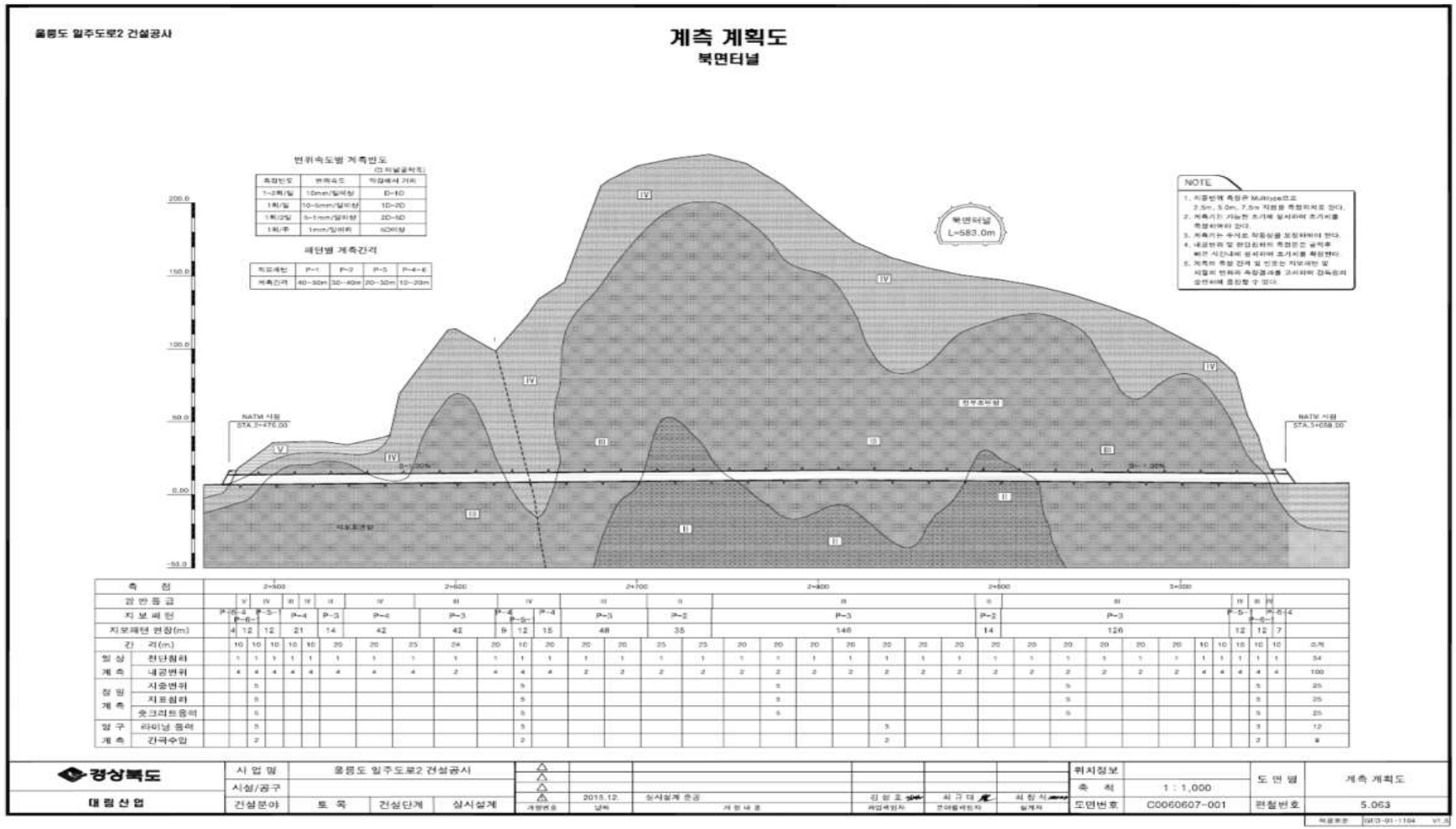
【그림 1.3-3】 표준지보패턴표(1)



【그림 1.3-4】 표준지보패턴표(2)


울릉도 일주도로2 건설공사
지질 개요도
삼선터널
경상북도
DL 이앤씨
사업명 울릉도 일주도로2 건설공사
시설/공구
건설분야 토 목 건설단계 준 공
위치정보
축 척 1 : 1,200
도면번호 C0060602-002
도면명 지질 개요도
편철번호 5.003

【그림 1.3-5】 지질개요도


울릉도 일주도로2 건설공사
계측 계획도
북면터널
변위속도별 계측빈도
패턴별 계측간격
NOTE
북면터널
L=583.0m
NATM 시점
STA.3+476.00
NATM 종점
STA.3+058.00
경상북도
대림산업
울릉도 일주도로2 건설공사
토 목
건설단계
상시설계
2015.12.
C0060607-001
1 : 1,000
계측 계획도
5.063

【그림 1.3-6】 계측계획도

1.4 기 안전점검 결과

1.4.1 안전점검 실시현황

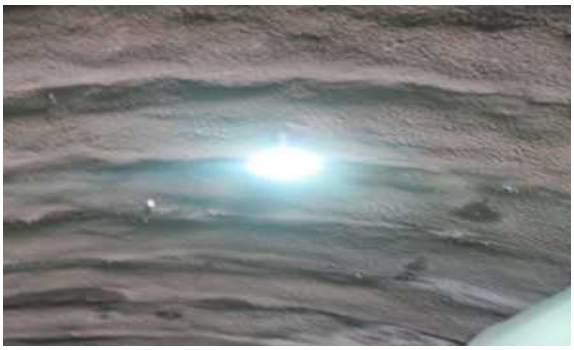
구 분	점검기관	책임기술자	점검기간	비고
1차	(주)명성엔지니어링	인 승 철	2017. 06. ~ 2017. 08.	갱구 및 수직구 굴착 등 터널굴착 초기단계
2차	(주)명성엔지니어링	인 승 철	2017. 09. ~ 2018. 05.	터널굴착 중기단계 시공시
3차	(주)명성엔지니어링	인 승 철	2018. 06. ~ 2019. 12.	터널 라이닝 콘크리트타설 중간단계

1.4.2 차수별 공사현장 전경

(1) 1차점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>시점측 갱구부 상태</td><td>2017. 08</td><td>터널 굴착 상태</td><td>2017. 08</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>공사중 환기시설 상태</td><td>2017. 08</td><td>지보공 설치 상태</td><td>2017. 08</td></tr>
</table>

(2) 2차점검(2017. 09. ~ 2018. 05.)

시점측 갱구부 상태	2018. 06	시점측 갱문 상단 낙석방지울타리 상태	2018. 06
터널 굴착 상태	2018. 06	강지보재 현황	2018. 06
계측기 현황	2018. 06	공사중 환기시설 현황	2018. 06
			
방수막 설치 현황	2018. 06	조명시설 설치 현황	2018. 06

(3) 3차점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

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

1.4.3 기 실시한 안전점검의 주요내용

(1) 1차 안전점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

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

(2) 2차 안전점검(2017. 09. ~ 2018. 05.)

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

(3) 3차 안전점검((2018. 06. ~ 2019. 12.)

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

1.4.4 정기안전점검 내구성조사 결과

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

(1) 3차 안전점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

① 반발경도 측정결과

구분	측정위치	설계기준강도(A)	측정강도(B)	B/A*100(%)
1	STA.0+500	30.0MPa	33.3MPa	111.0%
2	STA.0+810	30.0MPa	32.8MPa	109.3%
3	STA.0+990	30.0MPa	34.9MPa	116.3%

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

② 철근배근 탐사

구분	측정위치	설계치(mm)		측정치(mm)		피복두께(mm)	
		주철근	배력철근	주철근	배력철근	설계	실측
1	STA.0+500	125	250	125	250	80	80
2	STA.0+990	125	250	125	250	80	80

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

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

2.2 외관조사 결과

제 2 장 외 관 조 사

2.1 부재별 외관조사

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

본 터널의 원활한 외관조사를 위해 측정분할을 실시하였고, 측점분할은 시공이음부를 기준으로 50개소의 SPAN으로 구분하여 조사를 실시하였다.

측점분할 결과는 5장 상태평가에 수록하였다.

측점 분할

작업차를 이용한 근접조사

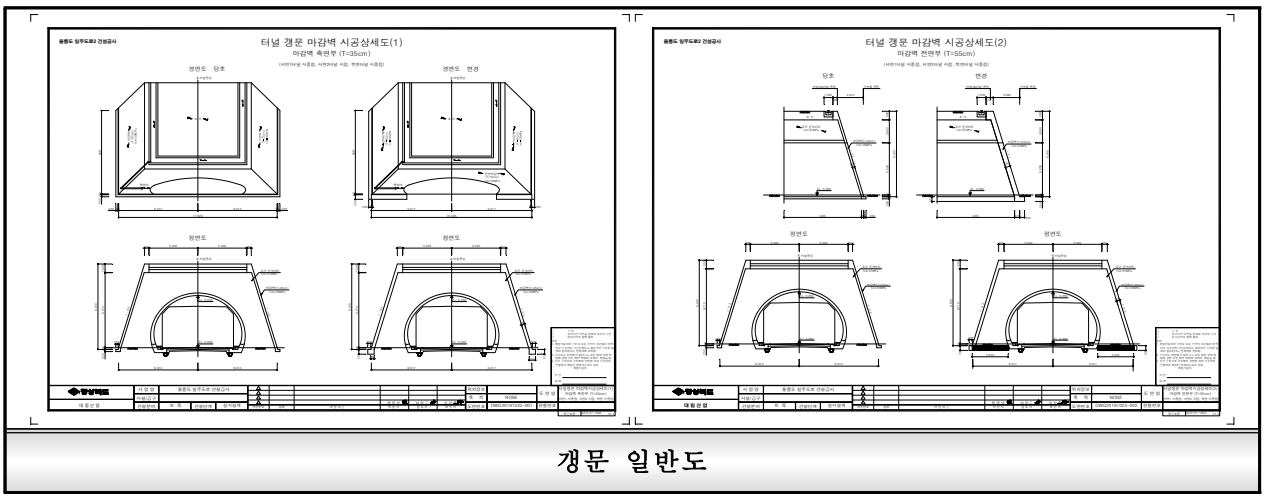
2.1.1 갱문 및 터널부사면

본 터널은 경상북도 울릉군 북면 천부리에 위치한 터널로서 NATM형으로 시공되어있으며 연장은 L=583.0m로, 자연환기방식으로 적용되어있다.

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

시점부 전경

종점부 전경



갱문 일반도

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

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

【표 2.1-1】 갱구부 손상물량

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

시점측 터널부사면 전경

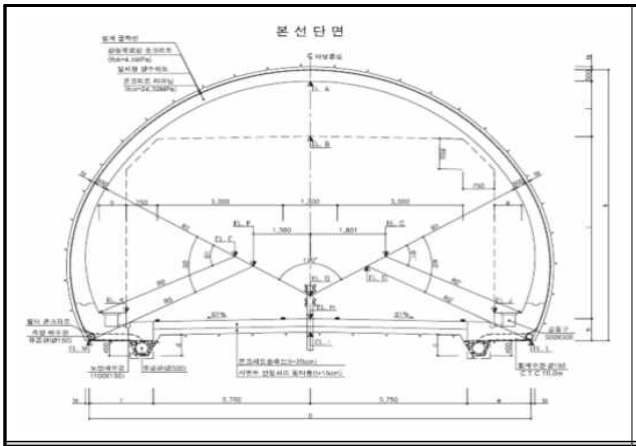
종점측 터널부사면 전경

2.1.2 라이닝

본 구조물은 연장 583.0m, 왕복 2차로 구조물로 자연환기 방식으로 시공되어있다.

측면 벽체에는 타일이 시공되어있으며, 측벽 하단에 공동구가 설치되어있다.

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

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>표준단면도</td>
<td>전 경</td>
</tr>
</table>

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

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

천단부 라이닝 전경

측벽부 타일 전경

균열 보수 전경

균열 보수 전경

【표 2.1-2】 천단부 손상물량

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

2.1.3 바닥부(공동구 및 포장부)

본 구조물의 평면선형은 R=110.0~450.0 으로 편경사+1.00%~-1.00%로 콘크리트 포장으로 시공되어있다. 시공상태는 양호한 것으로 확인되며, 양쪽 측면에 횡배수관이 시공되어있는 상태이다.

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

공동구 전경

포장부 전경

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

【표 2.1-3】 바닥판 손상물량

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

2.1.4 부속시설

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

방향전환소 전경

배수구 전경

소화기함 전경

신호기 전경

【표 2.1-4】 부속시설 손상물량

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

2.2 외관조사 결과

부 재	외관조사 결과	비고
갱문 및 터널부사면	◦본 터널은 경상북도 울릉군 북면 천부리에 위치한 터널로서 NATM형으로 시공되어있으며 연장은 L=583.0m로, 자연환기방식으로 적용되어있다. ◦본 구조물의 갱문은 면벽식으로 콘크리트 구조물에서 발생되기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등에 대한 중점외관조사를 진행하였다. ◦갱문의 외관조사 결과, 콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 재료분리 등의 손상이 발생되지 않은 비교적 양호한 상태로 확인되었다. 따라서 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다. ◦터널부사면의 외관조사 결과, 표층유실, 낙석 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 갱문상단에 낙석방지울타리가 설치된 것이 확인되었다. 사면에서 일부 이완암 형태가 확인되었고, 차후 손상의 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.	
라이닝	◦본 구조물은 연장 583.0m, 왕복 2차로 구조물로 자연환기 방식으로 시공되어있다. 측면 벽체에는 타일이 시공되어있으며, 측벽 하단에 공동구가 설치되어있다. ◦고소차 및 도보를 이용한 근접 외관조사를 진행하였으며, 간단한 비파괴 시험 또한 진행하였다. 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 공사중 발생한 천단부 라이닝 콘크리트 균열 손상은 전구간 보수가 된 상태이며, 보수 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 측벽부 타일은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. ◦라이닝 및 벽체 타일에 공용년수 증가로 인해 발생할 수 있는 콘크리트 열화, 타일부착력 저하 등의 손상은 지속적인 점검을 통하여 손상의 발생 여부 확인 등의 조치가 요구된다.	
바닥부	◦본 구조물의 평면선형은 R=110.0~450.0 으로 편경사+1.00%~-1.00%로 콘크리트 포장으로 시공되어있다. 시공상태는 양호한 것으로 확인되며, 양쪽 측면에 횡배수관이 시공되어있는 상태이다. ◦콘크리트 구조물에서 발생하기 쉬운 균열, 파손, 박리등에 대한 중점외관조사를 실시하였고, 금회 점검에는 공동구에 대해 일괄적 조사도 진행하였다. ◦외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 바닥부는 공용중 발생할 수 있는 덮개파손, 공동구 파손, 포장부 열화 등의 손상은 주기적인 점검을 통한 손상 발생 여부 확인이 필요하다.	
부속시설	◦본 시설물내 방향전환소, 전기시설, 신호기, 소화기함, 배수시설 등이 시공되어있으며, 외관조사 결과 파손, 균열, 망상균열 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.	

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과

3.2 철근배근탐사 결과

3.3 탄산화깊이 측정결과

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험 결과

반발강도

반발강도

3.1.1 측정결과

부재	위 치	보정 반발경도 (Ro)	과학기술부 비파괴강도 (A)	설계 기준강도 (B)	(A/B) ×100 (%)
천단부	S03	49.4	42.7	30.0	142.3
	S50	49.7	43.1	30.0	143.7

3.1.2 결과분석

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

3.2 철근배근 탐사 결과

철근탐사

철근탐사

3.2.1 측정결과

부재	측정위치	철근종류	설 계(㎜)		조 사(㎜)		비고
			배근	피복	배근	피복	
천단부	S03	주 철근	125	100	125	100	
		배력철근	150		150		
	S50	주 철근	125	100	125	120	
		배력철근	150		150		

3.2.2 결과분석

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

3.3 탄산화깊이 측정결과

탄산화 깊이	탄산화 깊이

3.3.1 측정결과

부재	시험위치	탄산화 깊이(㎜)	측정피복 두께(㎜)	잔여깊이 (㎜)	탄산화 속도계수(A)	상태 평가	비 고
천단부	S03	0.5	100.0	99.5	0.50	a	
	S50	0.5	120.0	119.5	0.50	a	

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

3.3.2 결과분석

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

제 4 장 G P R 탐 사

4.1 탐사범위 및 자료취득 방법

4.2 탐사자료 해석방법

4.3 GPR측정 구간

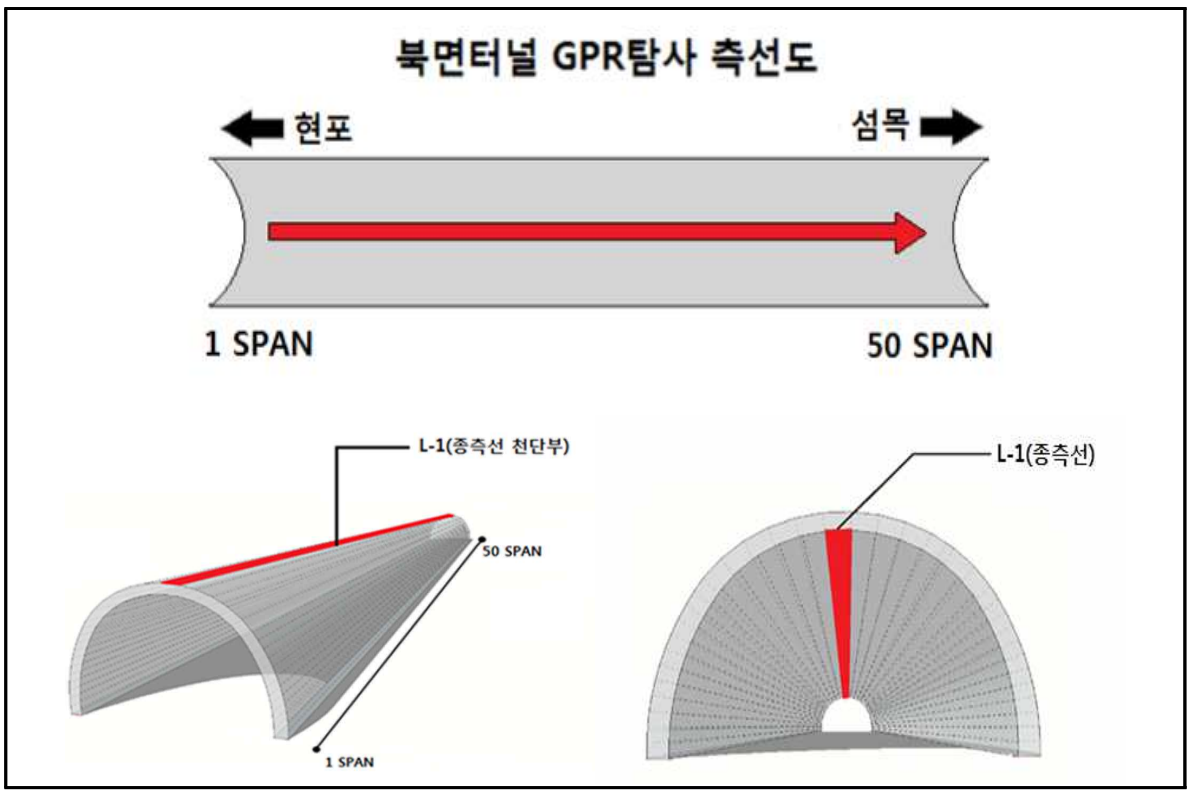
4.4 GPR탐사 결과

제 4 장 G P R 탐사

4.1 탐사범위 및 자료취득 방법

4.1.1 탐사범위

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



【그림 4.1-1】 측선위치도

터널 구분	측선 위치	측선 연장	탐사심도	비고
북면터널	천정부	583.0m	약 1.0m	

【표 4.1-1】 탐사측선 현황

4.1.2 자료취득 방법

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

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

【그림 4.1-2】 자료취득 장비 제원 및 측정 장면

4.2 탐사자료 해석방법

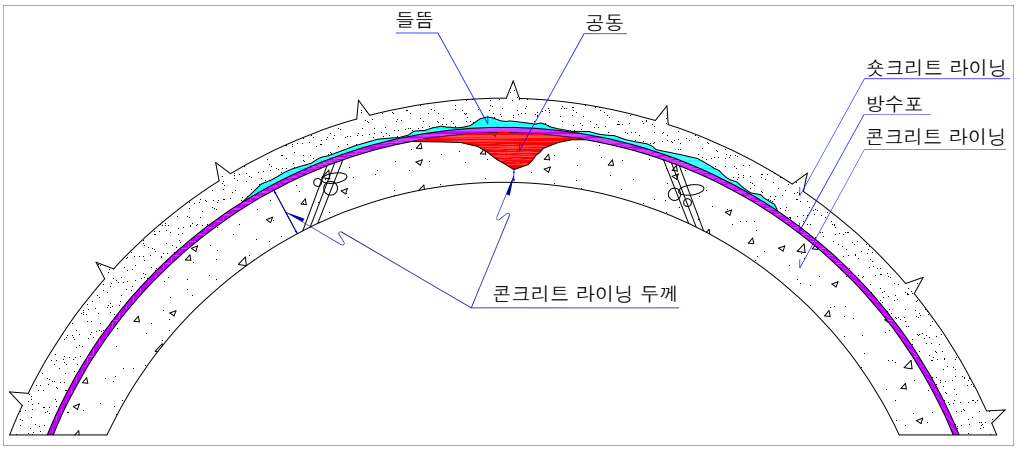
본 절에서는 NATM 공법에 의한 일반 터널의 GPR단면 해석방법에 대해 설명하며, 본 터널에 적용한 해석방법에 대해서는 탐사결과 란에서 다시 언급한다.

4.2.1 콘크리트라이닝 두께

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

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

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



【그림 4.2-1】 콘크리트 라이닝 경계면 탐사모식도

4.2.2 공동

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

① 공동의 경계면에서 강한 반사 신호가 발생한다.

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

③ 공동의 양 끝단에서 회절신호가 발생한다.

④ 불규칙한 공동경계면에서 많은 산란 회절신호가 발생한다.

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

4.2.3 강지보공(Steel-Rib)

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

지보패턴		내 용	비 고
북면 터널	P-2	라이닝 두께 300mm 무지보공, 록볼트 CTC 3.5m	
	P-3	라이닝 두께 300mm 무지보공, 록볼트 CTC 2.0m	
	P-4	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.5m, 록볼트 CTC 1.5m,	
	P-5-1 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.2m, 록볼트 CTC 1.2m, 훠폴링 CTC 1.2m	
	P-6-1 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 강지보공 CTC 1.0m, 록볼트 CTC 1.0m, 훠폴링 CTC 1.0m	
	P-6-4 (철근보강)	라이닝 두께 300mm 무지보공	

4.3 GPR 측정 구간

【구간별 라이닝 현황】

NO	Span	누계거리 (m)	라이닝 두께		지보패턴	비고
			설계치(mm)	측정치(mm)	타입	
1	1~5	50	300	300~350	P6-4, P6-1, P5-1, P4	
2	6~9	98	300	310~330	P3, P4	
3	10~13	146	300	300~340	P4,P3	
4	14~17	194	300	300~320	P4, P5-1, P3	
5	18~21	242	300	300~330	P3, P2	
6	22~25	290	300	270~320	P2, P3	
7	26~29	338	300	250~330	P3, P2	
8	30~33	386	300	260~350	P2, P3	
9	34~37	434	300	310~330	P3	
10	38~41	482	300	320~350	P3	
11	42~45	530	300	320~360	P3	
12	46~50	583	300	310~330	P3, P5-1, P6-1, P6-4	

4.4 GPR탐사 결과

4.4.1 라이닝 콘크리트 시공성 평가

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

4.4.2 라이닝 콘크리트 품질 평가

탐사결과 콘크리트 라이닝 두께분포는 260mm~360mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 한편, 대상 터널의 콘크리트 라이닝의 두께허용오차는 터널 표준 시방서(2015) 제6장 1.3.20항(설계두께의 1/3 혹은 100mm 중 작은 값을 초과하지 않는 범위내에서 시공오차를 허용한다)에 의하면 100mm이므로 라이닝 허용두께 200mm가 된다.

라이닝 두께부족 구간의 심도는 유전율의 차이를 감안하여 약간의 오차가 존재할 수 있으나 대략 260~270mm으로 분석되었으며, 터널 전체 연장대비 라이닝 두께부족 구간의 연장율은 약 0.4%로 조사되었다. 또한, 분석된 이상신호의 심도 및 형상으로 보아 콘크리트 라이닝 내부에서 발생한 공동이 아닌 콘크리트 라이닝과 숏크리트 사이의 경계부(타설 시간차)에서 발생된 공극 현상으로 추정된다.

라이닝 두께 부족으로 분석된 구간에 대해서는 허용두께 범위 안에 있으나 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

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

【표 4.4-1】 이상반사파 탐지 구간

구분	탐사연장	조사구간	탐사연장대비 백분율
종측선	583.0m	2.5m	0.4%

【표 4.4-2】 공극 구간

NO.	Span No.	길이(m)	비고(심도mm)
1	22	1.0	270
2	27	0.5	260
3	33	1.0	270
합계	-	2.5	-

【표 4.4-3】 콘크리트 라이닝 두께 부족구간

구분	라이닝 두께 분포	설계두께	비고
종측선	26cm ~ 36cm	30cm	허용두께 20cm

【표 4.4-4】 콘크리트 라이닝 두께

제 5 장 상 태 평 가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.2 내구성 조사에 의한 평가

5.3 종합평가 결과

제 5 장 상 태 평 가

5.1 외관상태에 의한 평가

5.1.1 측점분할

Span	측정거리(m)	누계(m)	Span	측정거리(m)	누계(m)
1	4	4	26	12	302
2	12	16	27	12	314
3	10	26	28	12	326
4	12	38	29	12	338
5	12	50	30	12	350
6	12	62	31	12	362
7	12	74	32	12	374
8	12	86	33	12	386
9	12	98	34	12	398
10	12	110	35	12	410
11	12	122	36	12	422
12	12	134	37	12	434
13	12	146	38	12	446
14	12	158	39	12	458
15	12	170	40	12	470
16	12	182	41	12	482
17	12	194	42	12	494
18	12	206	43	12	506
19	12	218	44	12	518
20	12	230	45	12	530
21	12	242	46	12	542
22	12	254	47	12	554
23	12	266	48	12	566
24	12	278	49	12	578
25	12	290	50	5	583

5.1.2 라이닝 결함지수 산정(NATM 무근구간)

Section	균열	누수	파손, 손상	박리	박락	백태	재료 분리	결함점수 합계	비고
5	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	
44	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	0	0	0	0	0	0	0	0	
46	0	0	0	0	0	0	0	0	

5.1.3 터널 주변상태 결함점수 산정(NATM 무근구간)

항 목	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수상태	합계
결함점수	0	1.0	0.5	0	0	1.50

5.1.4 터널 상태평가 등급 산정(NATM 무근구간)

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

결함지수(F)=∑결함점수/34	0.044
상태평가 등급	A

5.1.5 라이닝 결함지수 산정(NATM 철근구간)

Section	균열	누수	파손, 손상	박리	박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산 화	염화 물	결함점수 합계	비고
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

5.1.6 터널 주변상태 결함점수 산정(NATM 철근구간)

항 목	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수상태	합계
결함점수	0	1.0	0.5	0	0	1.50

5.1.7 터널 상태평가 등급 산정(NATM 철근구간)

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

결함지수(F)=∑결함점수/43	0.035
상태평가 등급	A

5.1.8 터널 전체 상태평가 등급 산정

구조형식	결함지수	상태평가	연장	연장비	연장비 x결함지수
NATM구간(무근)	0.044	A	480.0	0.823	0.036
NATM구간(철근)	0.035	A	103.0	0.177	0.006
합계				1.000	0.042

종합 결함지수	0.042
상태평가 등급	A

5.2 내구성조사에 의한 평가

5.2.1 콘크리트 강도

구 분	측정회수	반발경도법 (MPa)	설계강도 (MPa)	판 정
라이닝	2	42.7~43.1	30.0	양호

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

5.2.2 철근배근 탐사

부재	측정위치	철근종류	설 계(㎜)		조 사(㎜)		비고
			배근	피복	배근	피복	
천단부	S03	주 철근	125	100	125	100	
		배력철근	150		150		
	S50	주 철근	125	100	125	120	
		배력철근	150		150		

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

5.2.3 탄산화깊이 측정결과

구 분	탄산화 깊이(㎜)	순피복두께(㎜)	평가결과	판 정
S03	0.5	99.5	a 등급	양 호
S50	0.5	119.5	a 등급	양 호

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

5.3 종합평가 결과

종합평가등급		
평가구분	**상태평가**	**종합평가**
북면터널	A (결함지수=0.042)	**A**
종합평가 결 과	• 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과에 근거하여 시설물의 종합평가등급으로 결정 • 종합평가등급 : A	

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수 방안

6.2 유지관리 방안

제 6 장 보수 및 유지관리 방안

6.1 보수 방안

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

6.2 유지관리 방안

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

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

제 7 장 종 합 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 내구성조사 결과

7.3 GPR탐사 결과

7.4 상태평가 결과

7.5 종 합 결 론

제 7 장 종 합 결 론

7.1 현장조사 결과

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

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

7.2 내구성조사 결과

- 비파괴시험 대상 라이닝 콘크리트의 압축강도시험 결과, 측정값은 설계값과 유사하거나 상회한 것으로 나타나 콘크리트 강도저하에 따른 문제점은 없으며, 내구성을 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.
- 라이닝 콘크리트에 대한 철근배근탐사 결과, 배근 간격 및 피복두께는 설계치와 비교하여 거의 일치하는 것으로 나타나 배근상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 탄산화의 진행이 내부철근에 대한 영향을 미칠 수 있는 개착구간에 대한 탄산화 진행깊이를 측정한 결과, 탄산화의 진행은 미미하며 탄산화 진행에 따른 철근의 부식우려는 없을 것으로 판단된다.

7.3 GPR탐사 결과

- 본 터널구간에 조사된 라이닝 콘크리트 두께는 설계기준(t:300㎜)에 적정하게 시공된 상태로 분석되었다
- 탐사결과 콘크리트 라이닝 두께분포는 260mm~360mm의 두께분포를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 탐사된 대부분의 구간은 설계 라이닝 두께인 300mm를 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 한편, 대상 터널의 콘크리트 라이닝의 두께허용오차는 터널 표준 시방서(2015) 제6장 1.3.20항(설계두께의 1/3 혹은 100mm 중 작은 값을 초과하지 않는 범위내에서 시공오차를 허용한다)에 의하면 100mm이므로 라이닝 허용두께 200mm가 된다. 라이닝 두께부족 구간의 심도는 유전율의 차이를 감안하여 약간의 오차가 존재할 수 있으나 대략 260~270mm으로 분석되었으며, 터널 전체 연장대비 라이닝 두께부족 구간의 연장율은 약 0.4%로 조사되었다. 라이닝 두께 부족으로 분석된 구간에 대해서는 허용두께 범위 안에 있으나 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

7.4 상태평가 결과

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

7.5 종합결론

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

  따라서, 터널의 대표등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 『A』 등급으로 평가한다.

4. 6지구 2구간 옹벽

제 1 장 서 론
제 2 장 외관조사 및 내구성조사
제 3 장 상태평가
제 4 장 보수 및 유지관리방안
제 5 장 결 론

제 1 장 서 론

1.1 옹벽현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

1.4 기 안전점검 결과

제 1 장 서 론

1.1 옹벽 현황

<table>
<tr><td>시설물 번호</td><td colspan="3">-</td><td>관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="3">6지구 2구간 옹벽</td><td>시설물 구분</td><td colspan="2">2종 옹벽</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위 치</td><td>행정구역</td><td colspan="5">경상북도 울릉군 북면 천부리</td></tr>
<tr><td>공사이정</td><td>시점</td><td>STA.0+200</td><td>종점</td><td colspan="2">STA.0+800</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제 원</td><td>옹벽형식</td><td colspan="5">역T형(콘크리트 옹벽)</td></tr>
<tr><td>연 장(m)</td><td colspan="2">600.0</td><td>지면노출높이(m)</td><td colspan="2">3.0~8.0</td></tr>
<tr><td>저판폭(m)</td><td colspan="2">1.9~5.6</td><td>노 선</td><td colspan="2">울릉순환로</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="3">-</td><td>관리주체구분</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주변환경</td><td>전면</td><td colspan="5">해안</td></tr>
<tr><td>배면</td><td colspan="5">도로(울릉순환로)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시공현황</td><td>준공년도</td><td colspan="2">-</td><td>시공자</td><td colspan="2">대림산업(주)</td></tr>
<tr><td>설계사</td><td colspan="2">㈜동성엔지니어링 외</td><td>감리사</td><td colspan="2">㈜수성엔지니어링 외 2개사</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td>비 고</td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

1.2 전경사진

전 경

시점부 전경

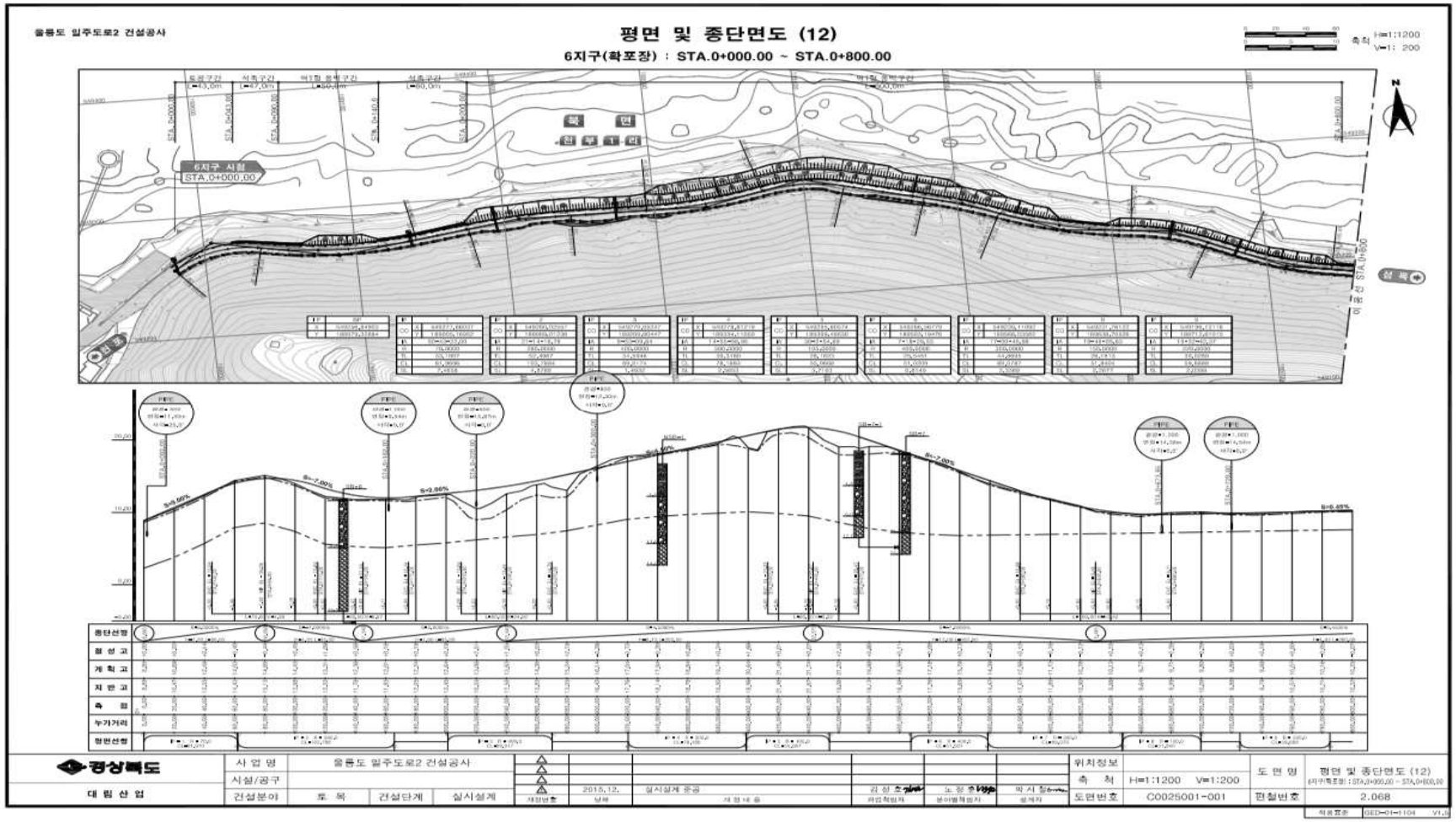
종점부 전경

상부 전경

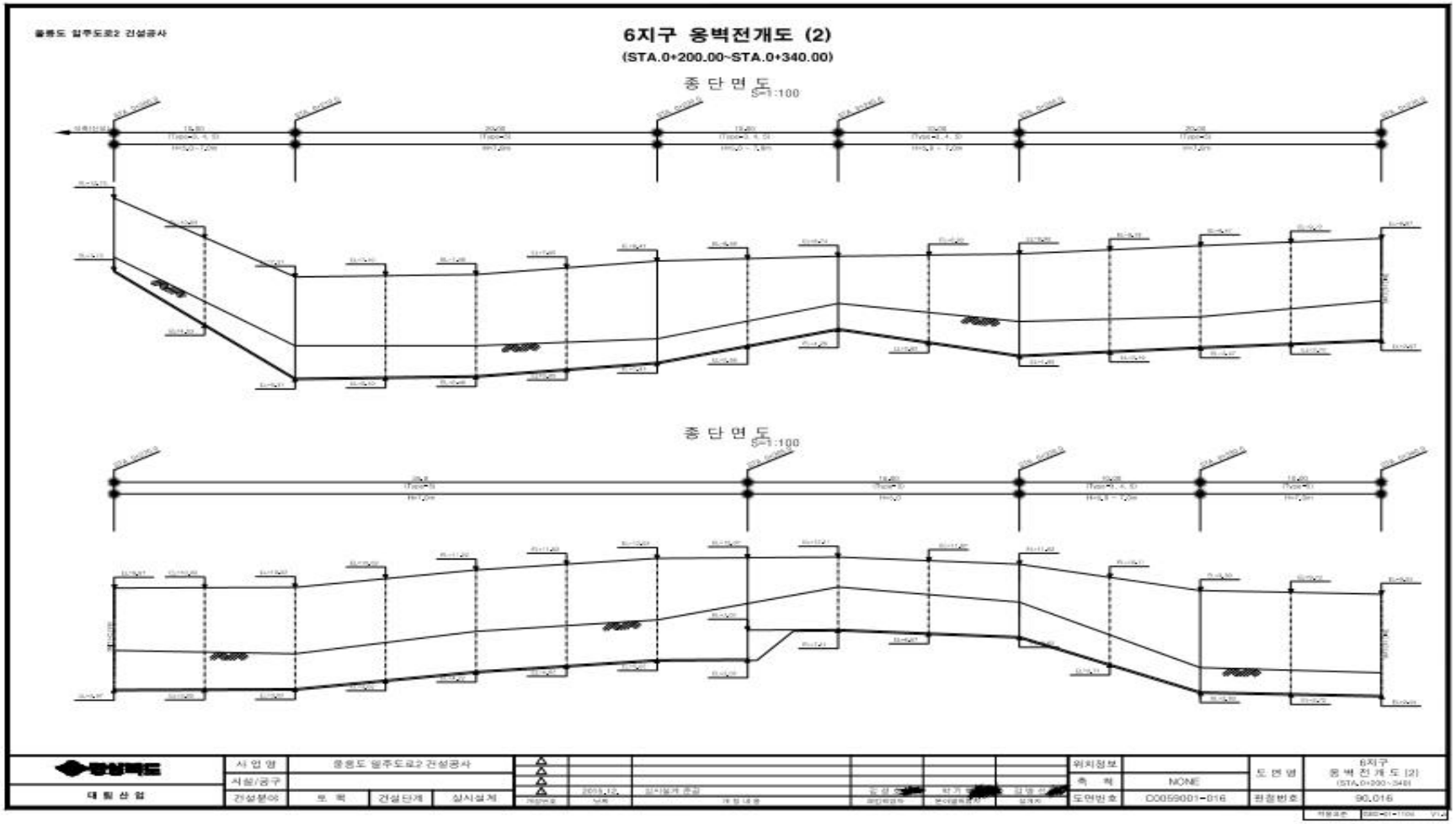
하부 전경

하부 전경

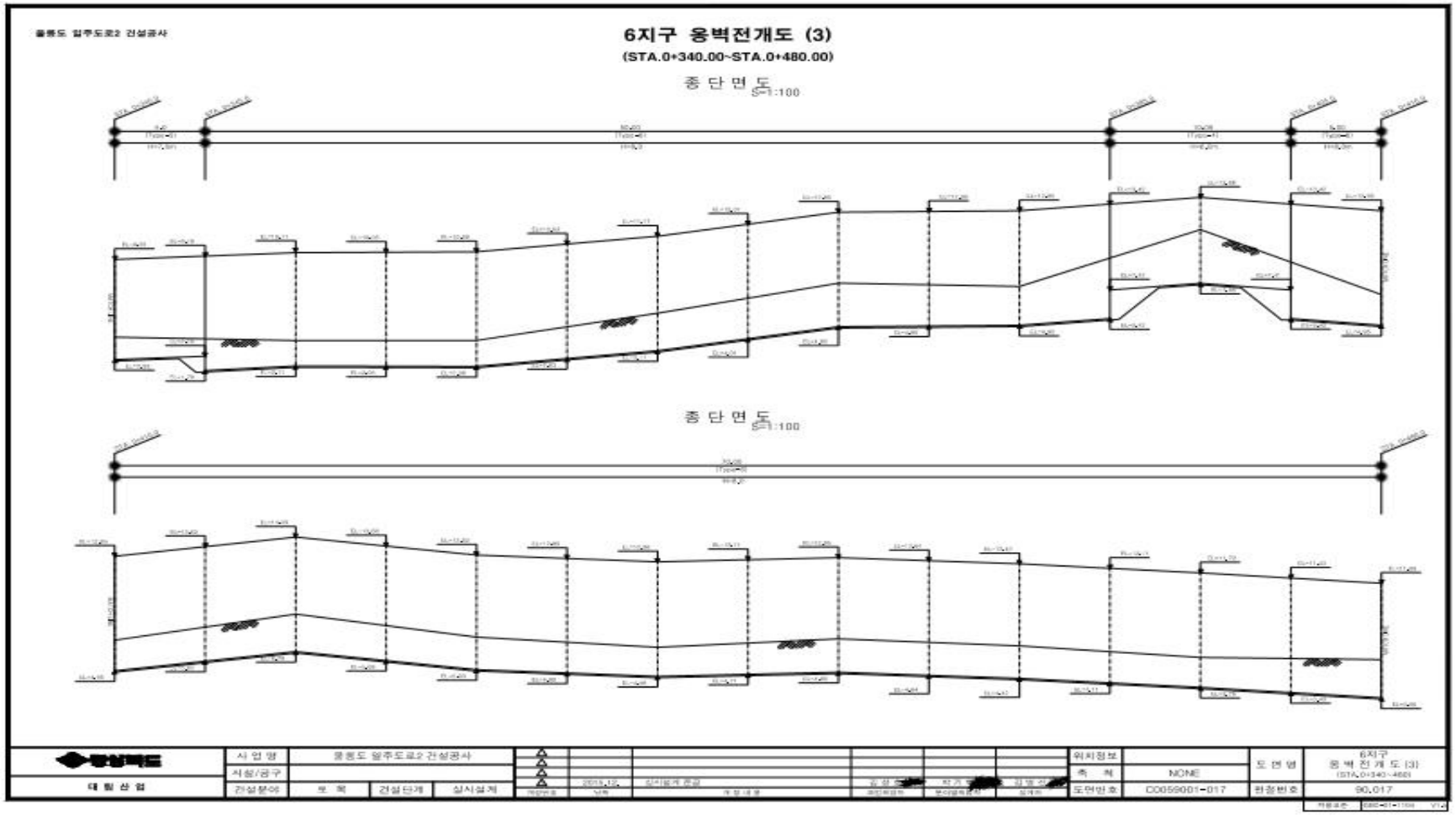
1.3 관련도면



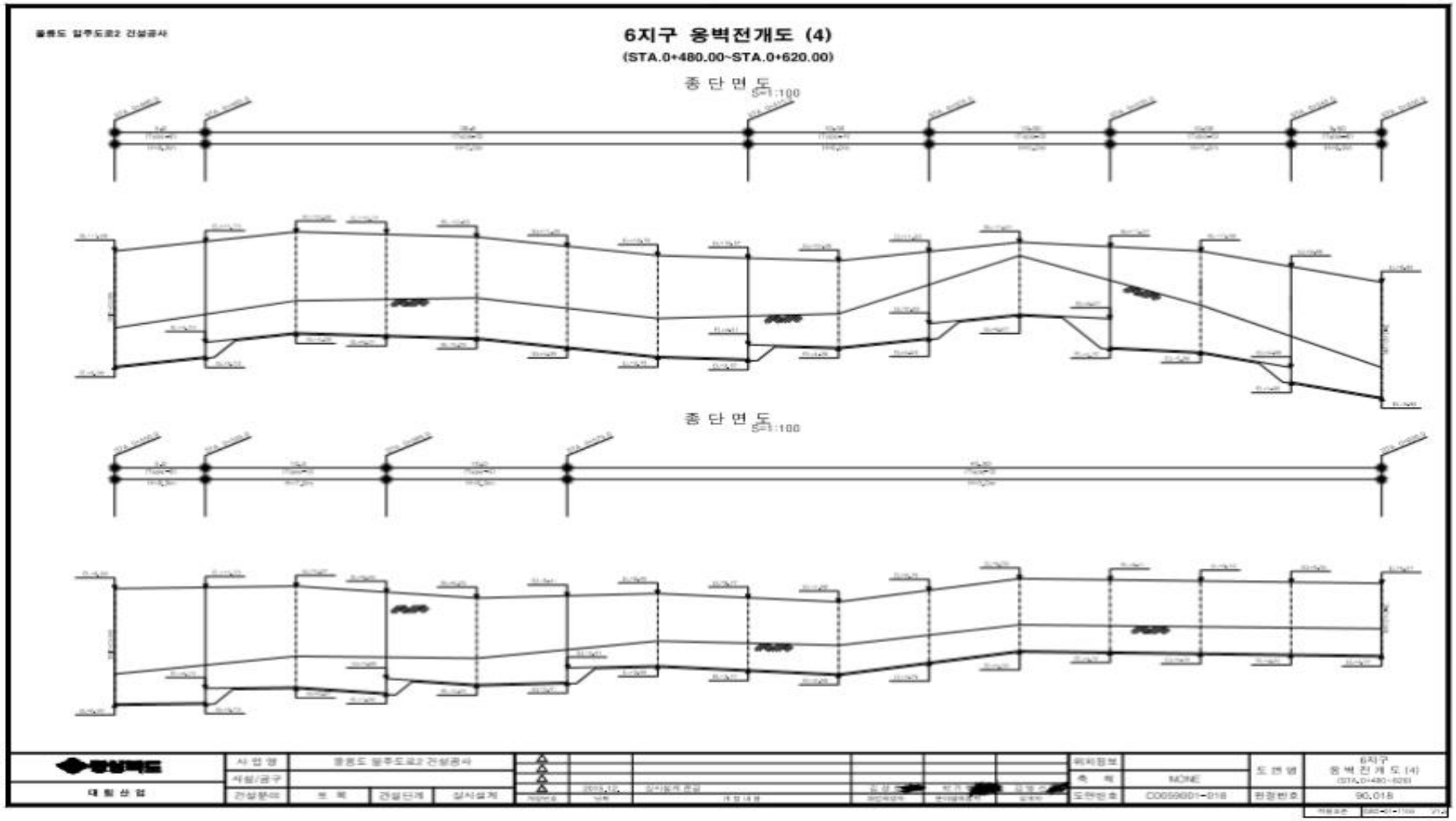
【그림 1.3-1】 평면 및 종단면도



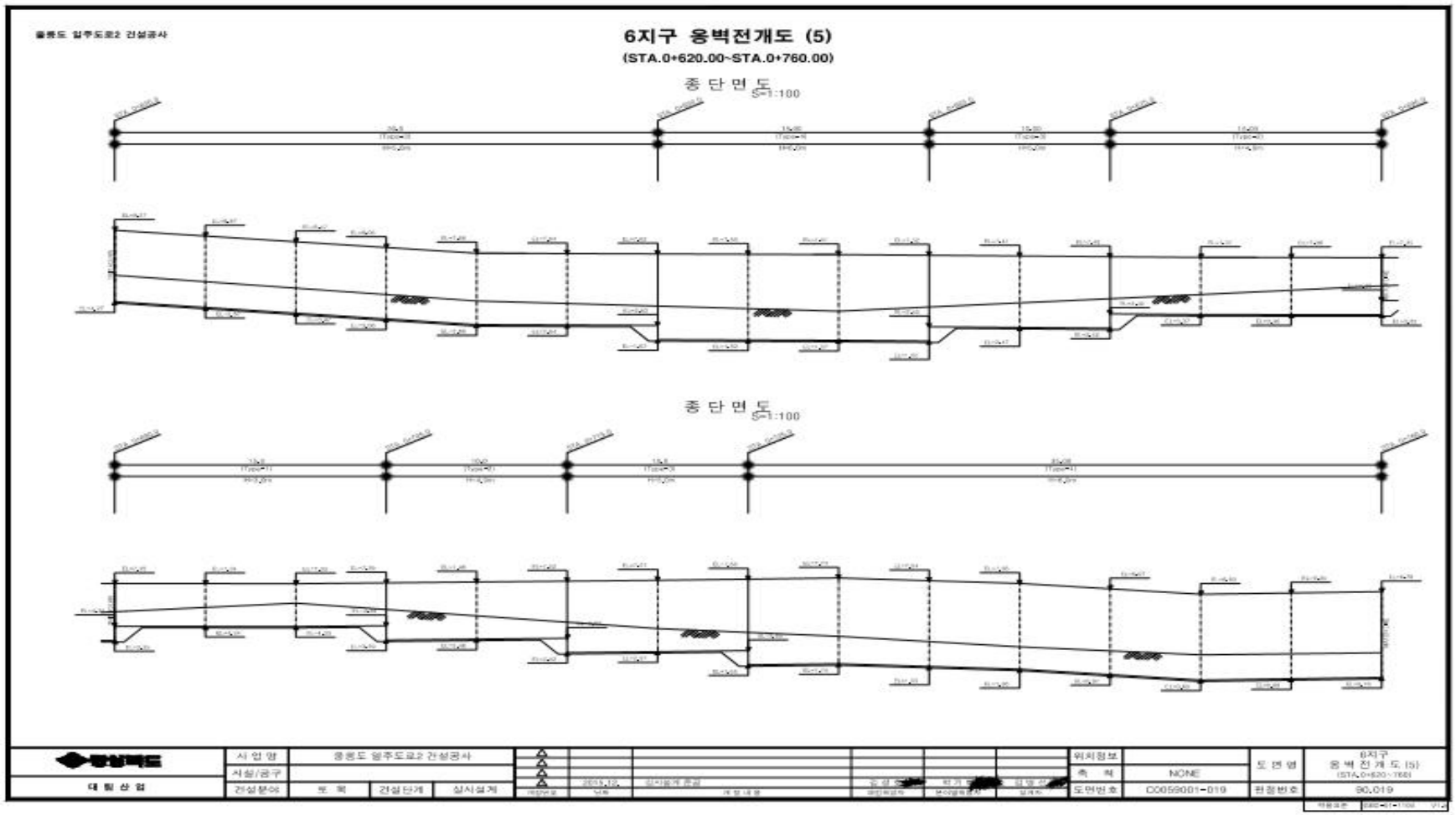
【그림 1.3-2】 옹벽 전개도(1)



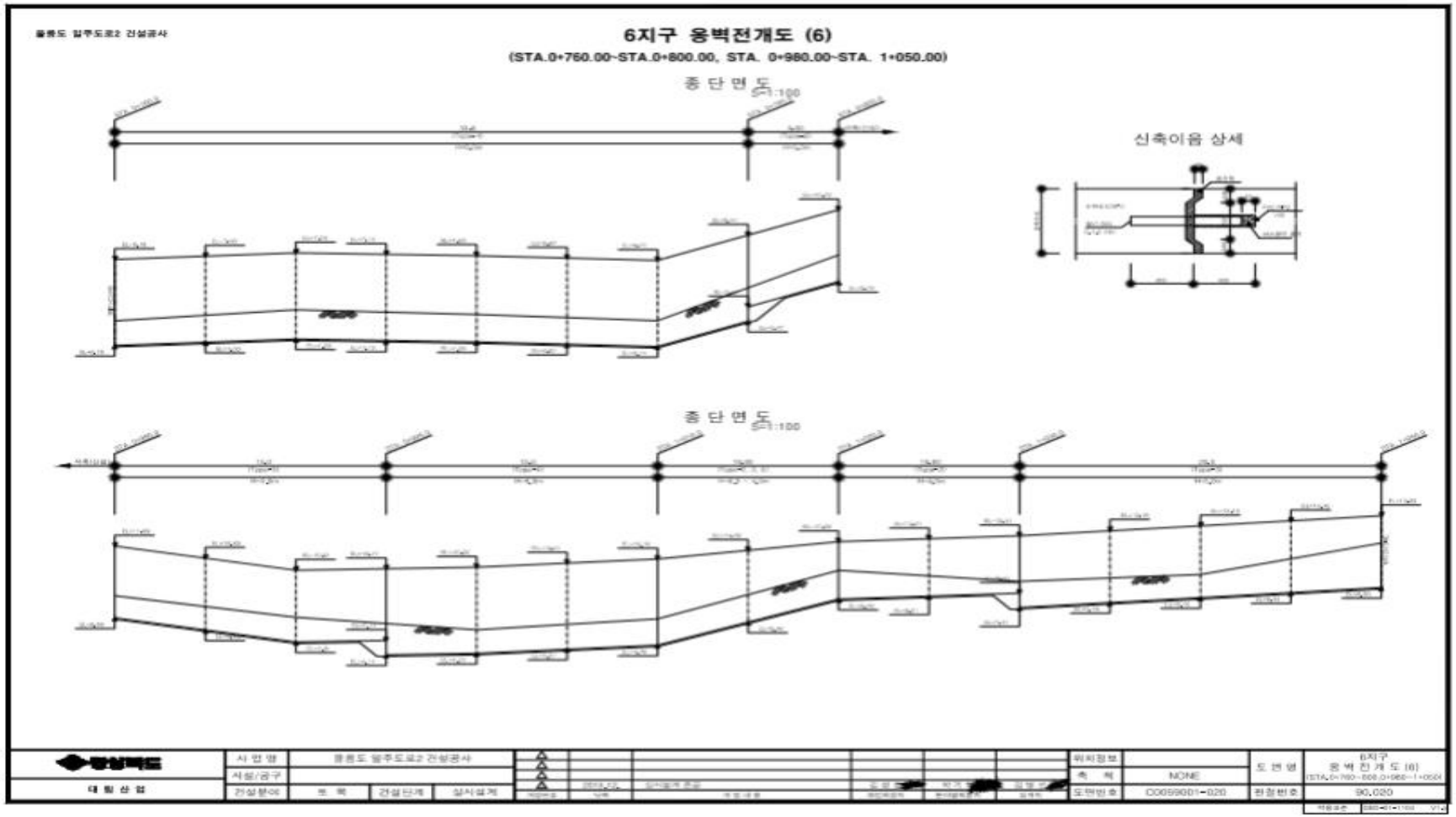
【그림 1.3-3】 옹벽 전개도(2)



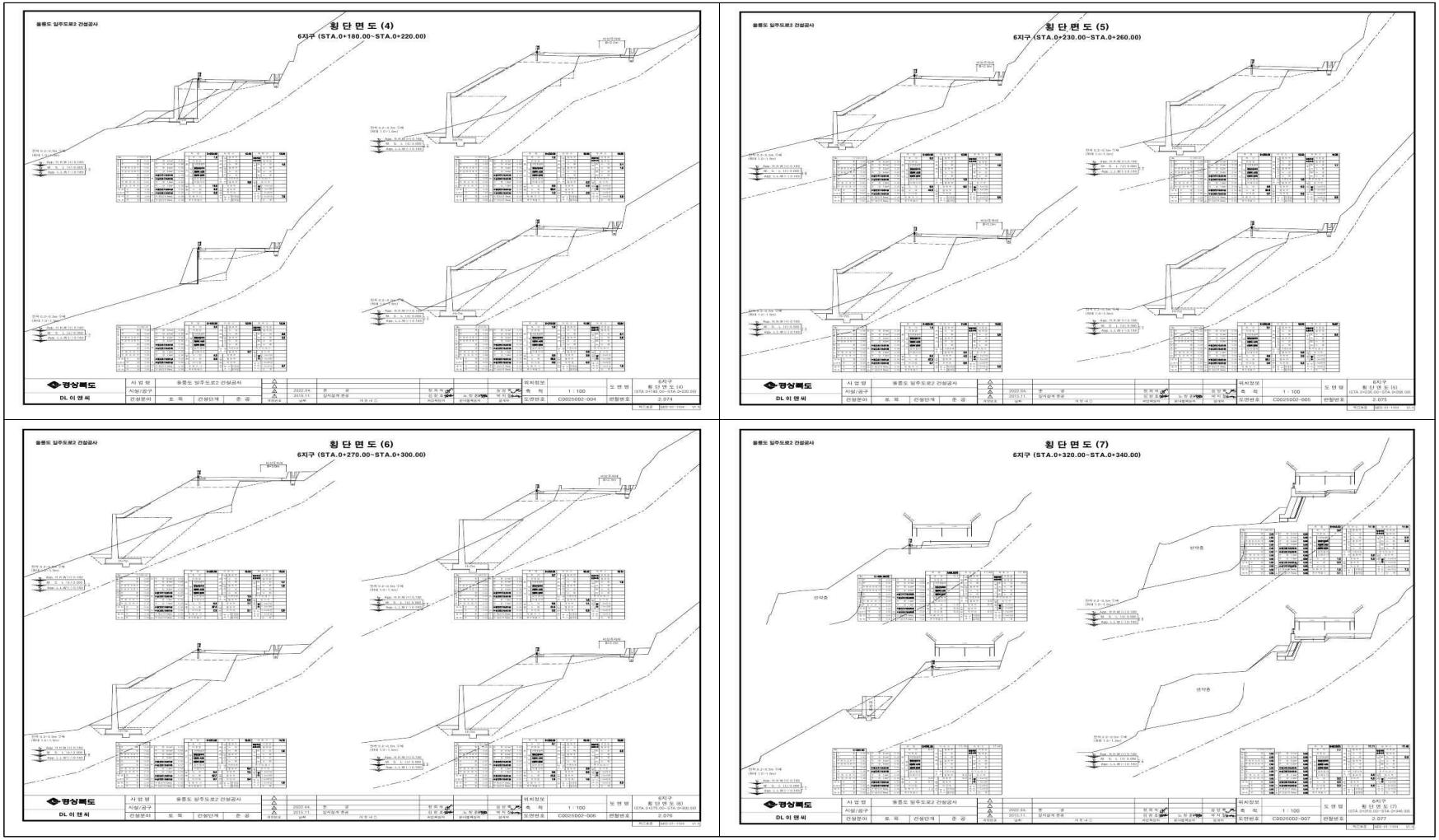
【그림 1.3-4】 옹벽 전개도(3)



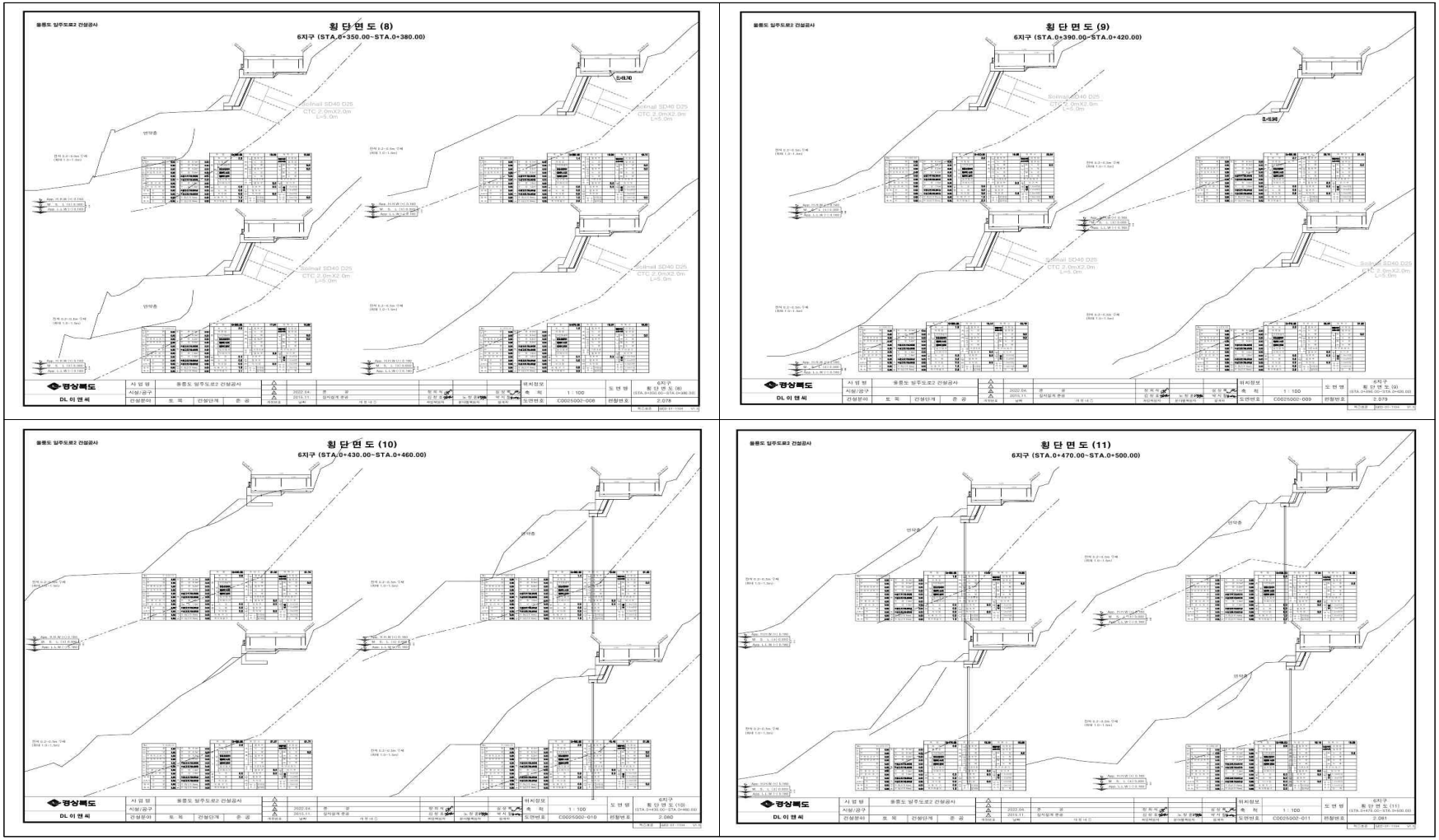
【그림 1.3-5】 옹벽 전개도(4)



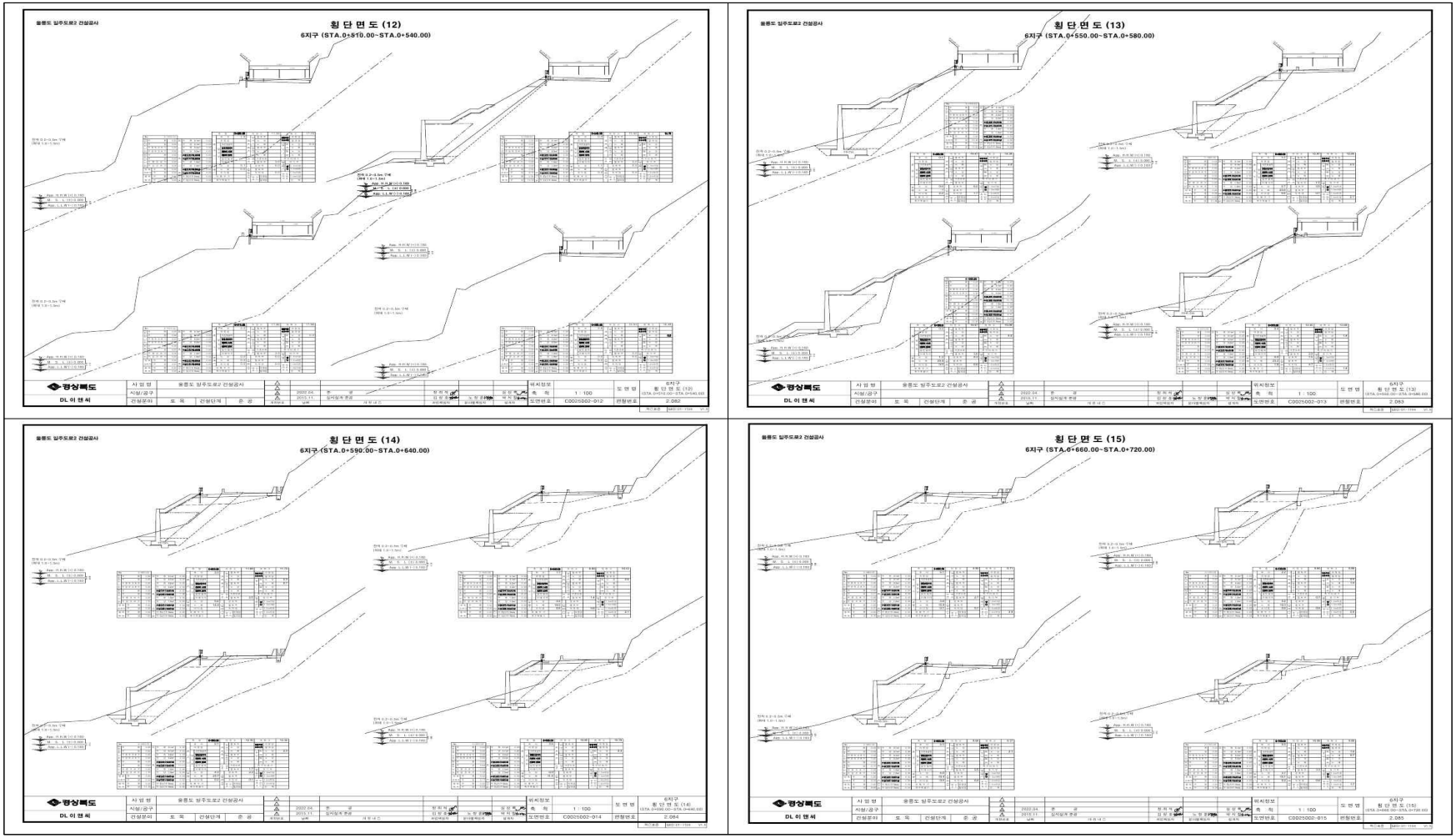
【그림 1.3-6】 옹벽 전개도(5)



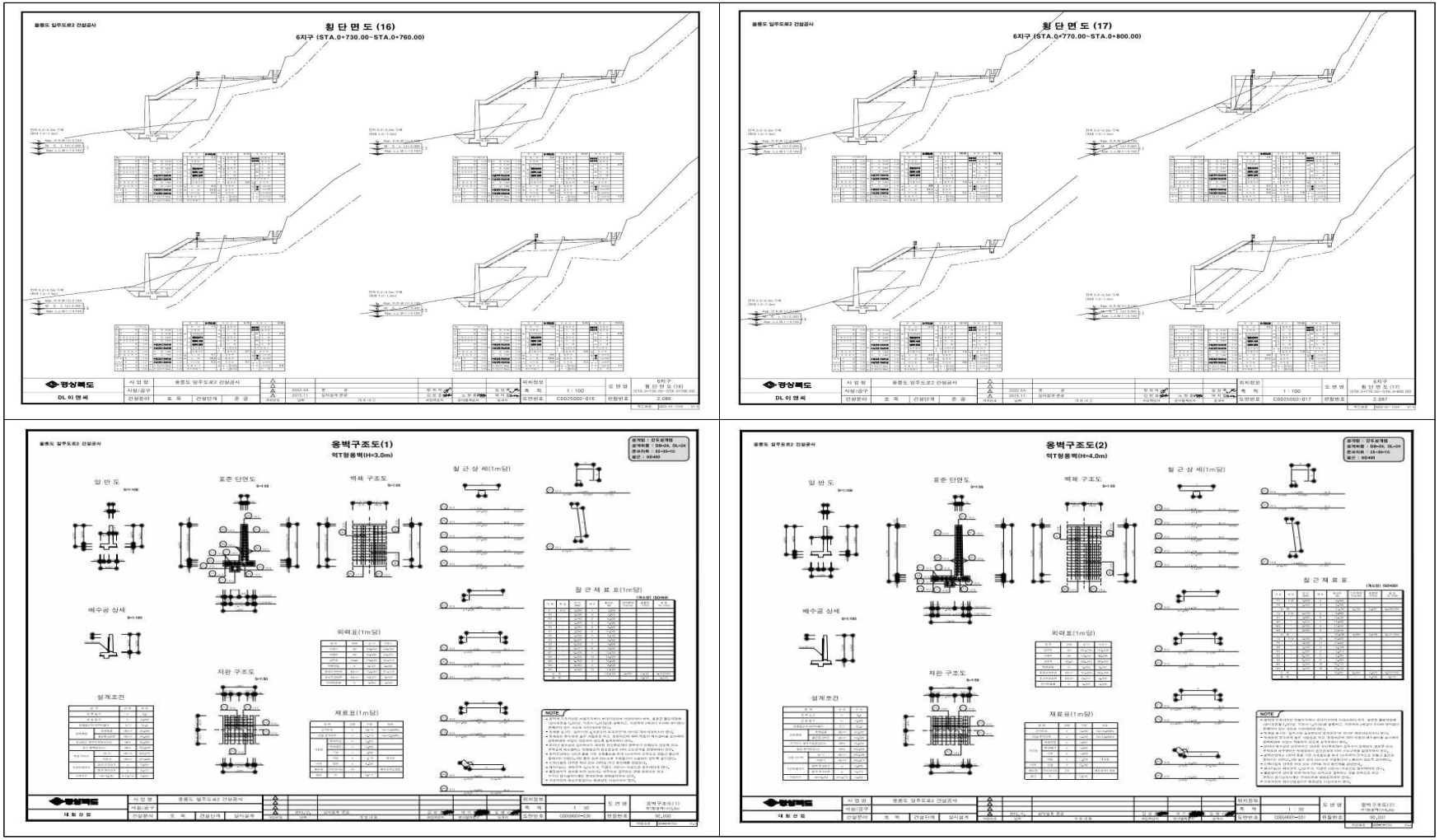
【그림 1.3-7】 옹벽 횡단면도(1)



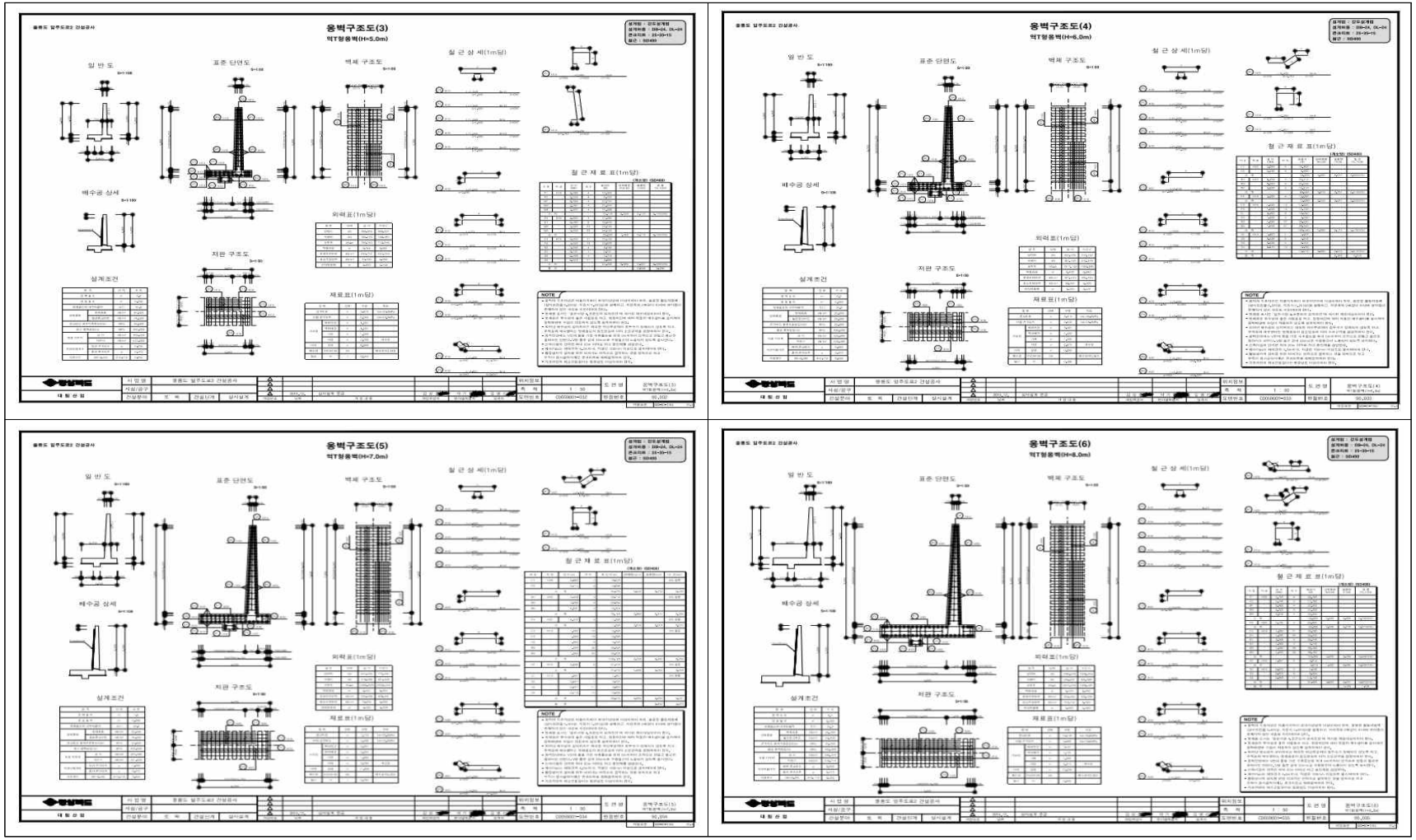
【그림 1.3-8】 옹벽 횡단면도(2)



【그림 1.3-9】 옹벽 횡단면도(3)



【그림 1.3-10】 옹벽 횡단면도(4)



【그림 1.3-10】 옹벽 구조도

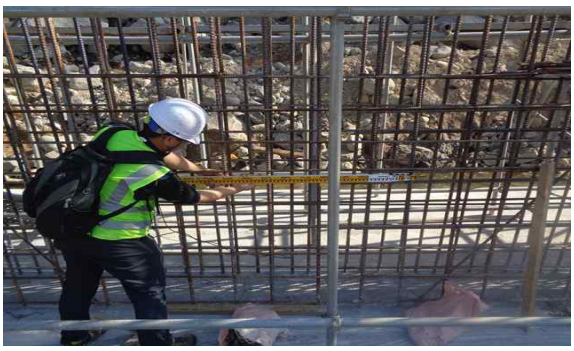
1.4 기 안전점검 결과

1.4.1 안전점검 실시현황

구 분	점검기관	책임기술자	점검기간	비고
1차	(주)명성엔지니어링	인 승 철	2017. 06. ~ 2017. 08.	가시설공사 및 기초공사 시공시 (콘크리트 타설전)
2차	(주)명성엔지니어링	인 승 철	2018. 06. ~ 2019. 12.	구조체공사 시공시

1.4.2 차수별 공사현장 전경

(1) 1차점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>기초 터파기</td><td>기초, 벽체 콘크리트 타설</td></tr>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>철근공</td><td>철근공</td></tr>
</table>

(2) 2차점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

벽체 콘크리트 타설	벽체 콘크리트 타설
벽체 콘크리트 타설	벽체 콘크리트 타설
배면 뒷채움	배면 뒷채움

1.4.3 기 실시한 안전점검의 주요내용

(1) 1차 안전점검(2017. 06. ~ 2017. 08.)

점검 항목	점검 결과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	• 콘크리트 옹벽 STA 0+620 ~ 0+725 구간에서 기초 터파기 및 옹벽 기초 버림 콘크리트 타설이 진행중인 것으로 조사되었다. 옹벽의 기초 터파기 시공위치, 선형, 지반상태, 버림 콘크리트 규격 등 시공 상태는 양호한 것으로 판단된다. 옹벽 저판의 활동방지벽(KEY)은 수직으로 시공되지 않으면 저항력이 감소하므로 시공시 주의가 필요하다. • 콘크리트 옹벽 STA 0+725 ~ 0+790 구간에서 기초, 벽체 콘크리트 타설이 진행중인 것으로 조사되었다. 기초 콘크리트와 벽체 콘크리트의 타설 상태, 철근배근간격, 규격(저판폭, 벽체두께), 배수공 등의 시공 상태는 양호한 것으로 판단되나, 콘크리트 타설 벽체 전구간에서 초기 건조수축 균열이 폭 0.1mm, 길이 1.5~2.5m, 간격 4.5m 정도로 총 14개소가 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 균열부에 대해서는 균열관리대장을 작성해서 균열의 진행여부에 대한 관리와 내구성 확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단된다. • 콘크리트 옹벽 STA 0+745 ~ 0+760 구간에서 옹벽 벽체에 대해서 철근을 배근중인 것으로 조사되었다. 옹벽 벽체에 배근된 철근의 치수, 간격, 조립, 겹이음 및 위치 등은 양호한 상태로 평가된다. 본 현장은 철근부식에 취약한 해안가에 위치하므로 콘크리트 타설전에 부착을 저해할 수 있는 부식물과 피복물 등의 청소가 필요하다.
임시시설 및 가설공법 안전성	• 콘크리트 옹벽 STA 0+745 ~ 0+760 구간에서 철근 배근과 콘크리트 타설을 위한 강관비계가 설치된 것으로 조사되었다. • 강관비계의 연결, 간격, 발판, 지지대 및 버팀대 등은 안전성을 확보한 양호한 상태 판단된다.
공사장 주변 안전조치 적정성	• 본 현장에서는 공사장주변 안전조치를 위해서 옹벽 배면 석축구간에 우수유입 방지막을 설치한 것으로 조사되었다. • 석축 상부 도로에 인장균열 등의 파괴징후는 없는 것으로 판단되나, 강우시 석축 하부 토사유실이 우려되므로 주의관찰이 필요하다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	• 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	• 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급품질관리원 2인, 중급품질관리원 1인, 초급품질관리원 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 120m²로 법적기준인 100m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 건설기술관리법시행령 제42조 제2항의 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

(2) 2차 안전점검(2018. 06. ~ 2019. 12.)

점검 항목	점검 결과
공사 목적물의 품질 시공상태 등의 적정성	• 기 타설된 벽체 콘크리트는 침하, 활동 및 파손이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 벽체 콘크리트는 폭이 좁고, 높이가 높으므로 하단부분에서 벌집형상의 재료분리가 발생할 수 있으므로 주의하여 시공하여야 한다. • 배면의 뒤채움은 시방규정에 의한 적정재료 사용과 충분한 다짐이 실시된 것으로 조사되었다. 옹벽 뒤채움은 콘크리트가 충분히 양생된 후 가능한 빠른 시일 내에 실시하여 침하 및 지지력 저하를 방지하여야 한다.
임시시설 및 가설공법 안전성	• 본 현장은 설계도서 및 시공계획에 맞추어 전반적으로 시공이 원만히 진행되고 있었으며, 점검일 현재 시공이 진행중인 임시시설물은 없는 것으로 조사되었다.
공사장 주변 안전조치 적정성	• 본 현장에서는 환경오염 저감과 공사장주변 안전조치를 위해서 세척수 처리시설, 소음 및 분진 처리시설, 공사장 주변 안전표지판 및 신호수 배치 등을 운영하여 공사가 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 본 공사로 인하여 공사장 주변 안전성에 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 판단된다.
건설공사 안전관리 적정성 평가	• 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.
건설공사 품질관리 적정성 평가	• 본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급품질관리원 2인, 중급품질관리원 1인, 초급품질관리원 2인이 선임되어 법적기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 120m²로 법적기준인 100m²이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 건설기술관리법시행령 제42조 제2항의 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

제 2 장 외관조사 및 내구성조사

2.1 개요

2.2 측점분할 및 외관조사

2.3 외관조사 결과요약

2.4 내구성 조사결과

제 2 장 외관조사 및 내구성조사

2.1 개요

6지구 2구간 옹벽은 연장 600.0m, 지면노출높이 3.0~8.0m의 역T형 콘크리트 옹벽으로 경상북도 울릉군 북면 천부리에 위치하는 2종 시설물이다.

시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며, 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 부재에 최대한 근접하여 면밀한 외관조사를 실시하였다. 또한 현장조사시 체계적인 조사 및 분석을 위하여 조사요령, 양식 및 평가기준을 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(옹벽편), 국토교통부, 국토안전관리원, 2021.12』에서 제시하는 지침을 적용하여 객관성을 확보하고자 하였다.

전 경

하부 전경

작업사진

작업사진

2.2 측점분할 및 외관조사

본 옹벽의 측점분할은 설계도면에서 구분해놓은 TYPE별 분할하여 34구간으로 구분하여 현장조사를 실시하였다. 측점분할 후 도보이동 점검으로 면밀한 외관조사를 실시하였다.

2.2.1 전면부

외관조사 결과, 시설물 안전에 중대한 결함 발생은 없는 것으로 조사되었다. 현장타설 일부 구간에 균열이 조사되었으나, 즉각보수를 실시하였다.

해양에 접한 콘크리트 옹벽의 특성상 공용중 발생 할 수 있는 콘크리트 파손, 철근부식 등의 손상은 지속적인 점검을 통해 손상 발생 여부의 확인에 대한 세심한 주의관찰이 필요한 것으로 사료된다.

【표 2.2-1】 전면부 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비고
전면부	상태양호	-	-	-	-

균열보수

균열보수

2.2.2 기초 및 배면부

역T형 콘크리트 옹벽으로 전면부는 피복석이 시공되어있고, 배면은 성토 및 도로가 있는 것으로 조사되었다.

외관조사 결과, 시설물 안전에 중대한 결함 발생은 없는 것으로 조사되었다. 기초 및 상부 성토부의 침하, 이격 등의 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 2.2-2】 기초 및 배면부 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	보수공법	비고
기초 및 배면부	상태양호	-	-	-	-

2.3 외관조사 결과요약

부 재	외관조사 결과	비고
전면부	◦ 외관조사 결과, 시설물 안전에 중대한 결함 발생은 없는 것으로 조사되었다. 현장타설 일부구간에 균열이 조사되었으나, 즉각보수를 실시하였다. ◦ 해양에 접한 콘크리트 옹벽의 특성상 공용중 발생 할 수 있는 콘크리트 파손, 철근부식 등의 손상은 지속적인 점검을 통해 손상 발생 여부의 확인에 대한 세심한 주의관찰이 필요한 것으로 사료된다.	
기초 및 배면부	◦ 외관조사 결과, 시설물 안전에 중대한 결함 발생은 없는 것으로 조사되었다. 기초 및 상부성토부의 침하, 이격 등의 손상이 없는 양호한 상태이다.	

2.4 내구성 조사결과

본 옹벽의 콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여, 슈미트해머를 이용한 콘크리트 강도조사 및 탄산화 장비를 이용한 콘크리트 탄산화 시험을 수행하였다.

2.4.1 재료시험 기준수량

재료시험의 기준수량은 '시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-옹벽편'을 참고하여 실시하였다.

【표 2.4-1】 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준수량	금회 실시수량
반발경도시험	총연장 / 50m = 600 / 50 = 12개소	12개소
탄산화 깊이 측정	7개소 총연장100m이상 : 2개소 + 100m당 1개소 추가	7개소

2.4.2 반발경도시험 결과

콘크리트옹벽의 반발경도시험은 전면부에서 12개소를 실시하였다.

콘크리트 강도조사(반발경도시험) 전경

작업사진

반발경도시험결과, 전 구간에서 측정값이 설계기준강도 (35.0MPa)를 상회하는 것으로 분석되었다.

【표 2.4-2】 반발경도시험 결과

측 정 위 치	반발경도 (Ro)	압축강도-과학기술부 (MPa)	강도비(%)	설계기준 강도(MPa)
S1	49.4	42.8	122.3	35.0
S3	50.2	43.5	124.3	
S4	48.9	42.2	120.6	
S5	48.8	42.1	120.3	
S6	47.6	40.9	116.9	
S10	49.7	43.1	123.1	
S11	48.9	42.2	120.6	
S12	48.1	41.4	118.3	
S15	47.7	41.0	117.1	
S20	47.6	40.9	116.9	
S25	48.7	42.0	120.0	
S27	47.9	41.2	117.7	

2.4.3 철근탐상시험 결과

콘크리트에 매립된 철근배근상태를 확인 및 탄산화 깊이시험의 피복두께측정을 위하여 철근탐상시험을 실시하였다.

탐상시험결과, 매립된 철근 배근 상태는 대체로 일정하며, 전반적으로 설계도서에 일치하는 것으로 분석되었다.

【표 2.4-3】 철근탐상시험 결과

NO	탐사 위치	철근 종류	설계치(mm)		측정치(mm)		판정
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
1	S1	수직	250	120	250	120	적정
		수평	200	120	200	120	적정
2	S3	수직	250	120	250	150	적정
		수평	200	120	200	120	적정
3	S5	수직	250	120	240	120	적정
		수평	200	120	200	120	적정
4	S11	수직	250	120	240	120	적정
		수평	200	120	200	120	적정
5	S15	수직	250	120	250	120	적정
		수평	200	120	200	120	적정
6	S25	수직	250	120	250	125	적정
		수평	200	120	195	130	적정
7	S27	수직	250	120	240	150	적정
		수평	200	120	200	150	적정

철근탐사시험 작업사진

작업사진

2.4.4 탄산화 진행깊이 시험결과

탄산화 진행깊이의 측정결과, 전구간 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 나타나 탄산화에 의한 철근의 부식발생 가능성은 없는 것으로 검토되었다.

【표 2.4-4】 탄산화 진행깊이 시험결과

구 분	탄산화 깊이(㎜)	순피복두께(㎜)	평가결과	판 정
S1	0.7	119.3	a 등급	양 호
S3	0.5	119.5	a 등급	양 호
S5	0.5	119.5	a 등급	양 호
S11	0.7	119.3	a 등급	양 호
S15	0.7	119.3	a 등급	양 호
S25	0.7	124.3	a 등급	양 호
S27	0.7	149.3	a 등급	양 호

탄산화 진행깊이 시험

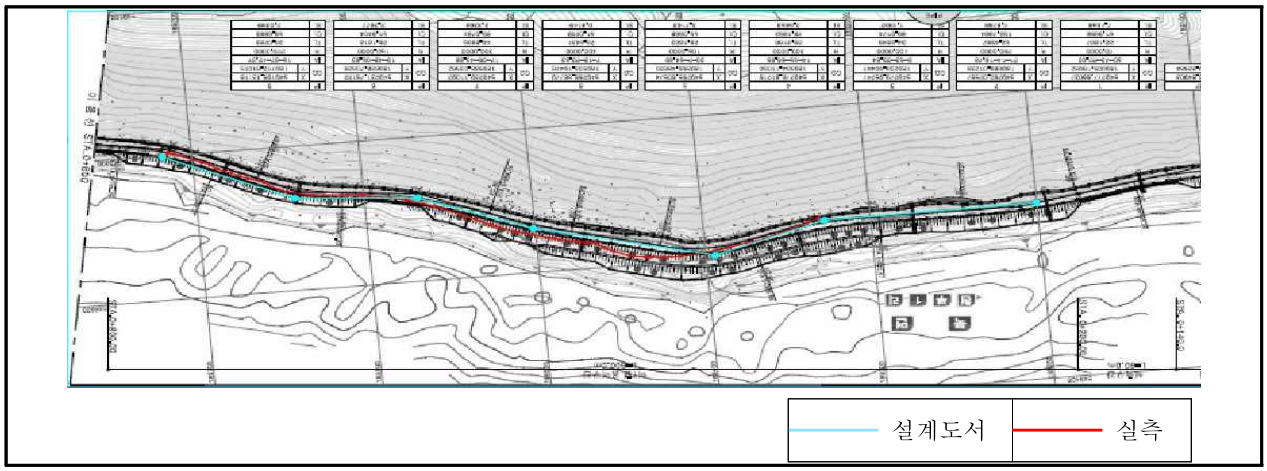
탄산화 진행깊이 시험

2.4.5 옹벽의 선형 및 수준 현황

콘크리트 옹벽의 선형측량을 위해 광파기 및 경사계를 이용하여 선형, 경사도를 측정하였다.

콘크리트 옹벽에 대해 설계도서와 비교하여 검토한 결과, 침하 및 전도, 활동이 발생하지 않은 상태로 판단된다.

【그림 2.4-1】 선형측량 결과



【표 2.4-5】 기울기 측정

구 분	설계기울기	전면부 측정기울기	등 급	비 고
S1	1 : 0.02	1 : 0.018	a	비진행성 2%미만
S3	1 : 0.02	1 : 0.02	a	비진행성 2%미만
S5	1 : 0.02	1 : 0.017	a	비진행성 2%미만
S11	1 : 0.02	1 : 0.019	a	비진행성 2%미만
S15	1 : 0.02	1 : 0.02	a	비진행성 2%미만
S25	1 : 0.02	1 : 0.018	a	비진행성 2%미만
S27	1 : 0.02	1 : 0.019	a	비진행성 2%미만

광파기 작업사진

기울기 측정

제 3 장 상태평가

3.1 외관상태에 의한 평가

3.2 안전등급 산정

제 3 장 상태평가

3.1 외관상태에 의한 평가

옹벽의 상태평가는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(옹벽편), 2021.12』에서 제시하는 지침을 적용하여 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 옹벽, 주변영향인자의 SPAN에 대한 개별 상태평가를 실시하였다.

Span No.	침하	기울기	활동	파손및손상	세굴	마모/침식	박락/층분리	박리	균열	백태	탄산화	염화물	철근노출	배수공상태	주변영향인자				결함점수합계	평가단위결함지수	평가단위평가결과
															배수로	사면상태					
																사면구배	낙석흔적	침출수			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a

Span No.	침하	기울기	활동	파손및손상	세굴	마모/침식	박락/층분리	박리	균열	백태	탄산화	염화물	철근노출	배수공상태	주변영향인자				결함점수합계	평가단위결함지수	평가단위평가결과
															배수로	사면상태					
																사면구배	낙석흔적	침출수			
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	-
															상태평가결과					A	

3.2 안전등급 산정

보강토6지구 2구간 옹벽에 대한 상태평가 결과, 안전등급은 “A” 등급의 우수한 상태로 산정되었다.

[시설물의 안전등급 기준]

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	**문제점이 없는 최상의 상태**
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며, 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요주재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

제 4 장 보수 및 유지관리방안

4.1 보수 방안

4.2 유지관리 방안

제 4 장 보수 및 유지관리 방안

4.1 보수 방안

대상구조물은 문제가 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 및 침하, 활동, 전도 등의 문제점 발생유무를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

구 분	손 상 현 황	단 위	합 계	보수공법	우선순위
6지구 2구간 옹벽	상태양호	-	-	-	-

4.2 유지관리 방안

대상구조물에 대한 점검결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리시 옹벽의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 발생 여부를 주기적으로 관찰함으로 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
전면부	◦균열 ◦파손	· 손상발생 유무	육안조사
기초 및 배면	◦상단 성토부 침식 ◦피복석 유실	· 손상발생 유무	육안조사

제 5 장 결 론

5.1 현장조사 결과

5.2 내구성 결과

5.3 종합평가등급 산정

5.4 종합결론

제 5 장 결 론

5.1 현장조사 결과

6지구 2구간 옹벽의 점검결과, 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단된다.

부 재	외관조사 결과	비고
전면부	◦ 외관조사 결과, 시설물 안전에 중대한 결함 발생은 없는 것으로 조사되었다. 현장타설 일부구간에 균열이 조사되었으나, 즉각보수를 실시하였다. ◦ 해양에 접한 콘크리트 옹벽의 특성상 공용중 발생 할 수 있는 콘크리트 파손, 철근부식 등의 손상은 지속적인 점검을 통해 손상 발생 여부의 확인에 대한 세심한 주의관찰이 필요한 것으로 사료된다.	
기초 및 배면부	◦ 역T형 콘크리트 옹벽으로 전면부는 피복석이 시공되어있고, 배면은 성토 및 도로가 있는 것으로 조사되었다. ◦ 외관조사 결과, 시설물 안전에 중대한 결함 발생은 없는 것으로 조사되었다. 기초 및 상부성토부의 침하, 이격 등의 손상이 없는 양호한 상태이다.	

5.2 내구성 결과

내구성 조사결과, 전반적으로 양호한 상태로 판단된다.

구 분	결 과	비 고
반발경도시험	◦ 전 구간에서 측정값이 설계기준강도 (35.0MPa)를 상회하는 것으로 분석되었다.	
철근탐상시험	◦ 매립된 철근 배근 상태는 대체로 일정하며, 전반적으로 설계도서에 일치하는 것으로 분석되었다.	
탄산화 진행깊이	◦ 전구간 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 나타나 탄산화에 의한 철근의 부식발생 가능성은 없는 것으로 검토되었다.	
측량결과	◦ 설계도서와 비교하여 검토한 결과, 침하 및 전도, 활동이 발생하지 않은 상태로 판단된다.	

5.3 종합평가등급 산정

종합평가등급		
평가구분	상태평가	종합평가
6지구 2구간 옹벽	A (결함지수=0.00)	**A**
종합평가 결 과	• 외관조사 및 내구성조사에 따른 상태평가 결과에 근거하여 시설물의 종합평가등급으로 결정 • 종합평가등급 : A	

5.4 종합결론

“시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021.12)”에 근거하여 현재 옹벽의 상태를 판단한 결과, 옹벽의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 외관상태평가 등급은『A』등급으로 평가되었다. 따라서, 옹벽의 대표등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 『A』등급으로 평가한다. 향후 옹벽의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 적극적인 유지관리가 요구된다.

Ⅲ. 부록편

1. 사진첩

2. 외관조사망도

2. 측정 및 시험성과표

3. 상태평가 결과자료

1. 사진첩

1.서면1터널

시설물명	서면1터널	
사진내용	시점부 전경	1

시설물명	서면1터널	
사진내용	종점부 전경	2

시설물명	서면1터널	
사진내용	시점부 터널부사면 전경	3

시설물명	서면1터널	
사진내용	종점부 터널부사면 전경	4

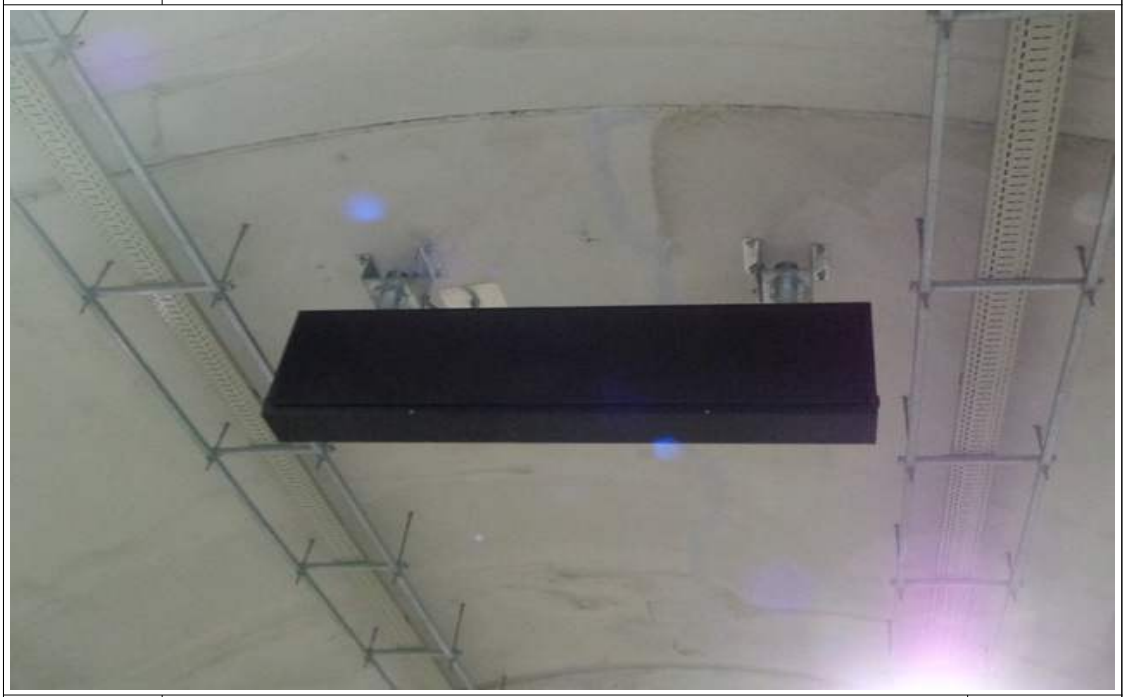
시설물명	서면1터널	
사진내용	내부 전경	5

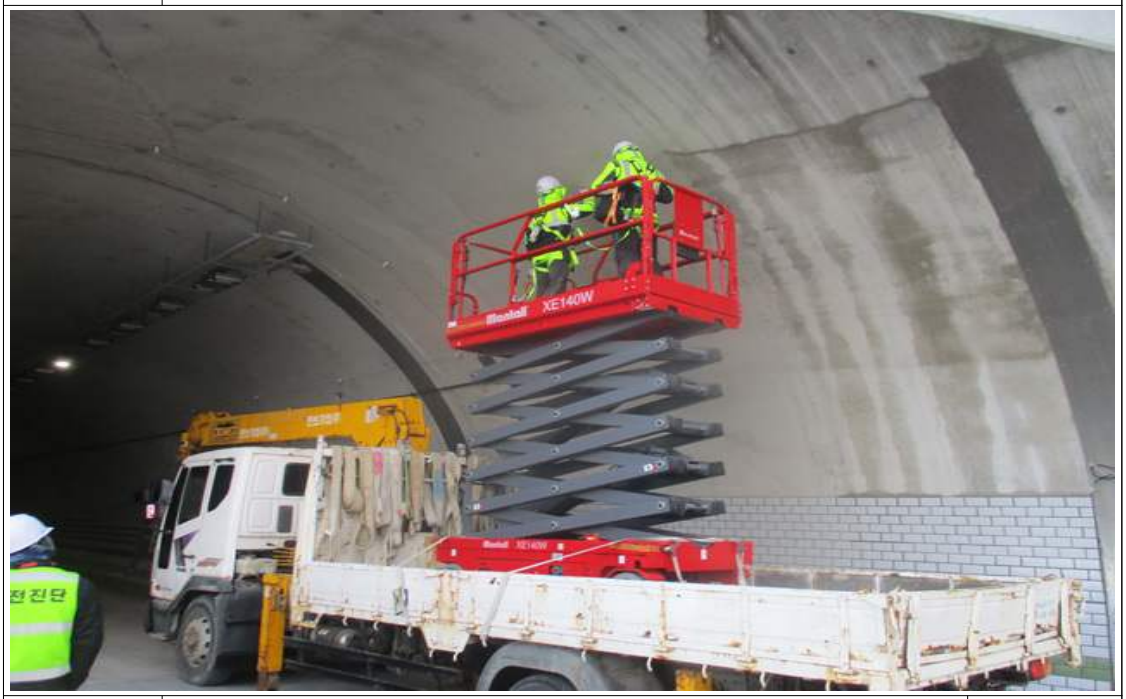
시설물명	서면1터널	
사진내용	측벽부 전경	6

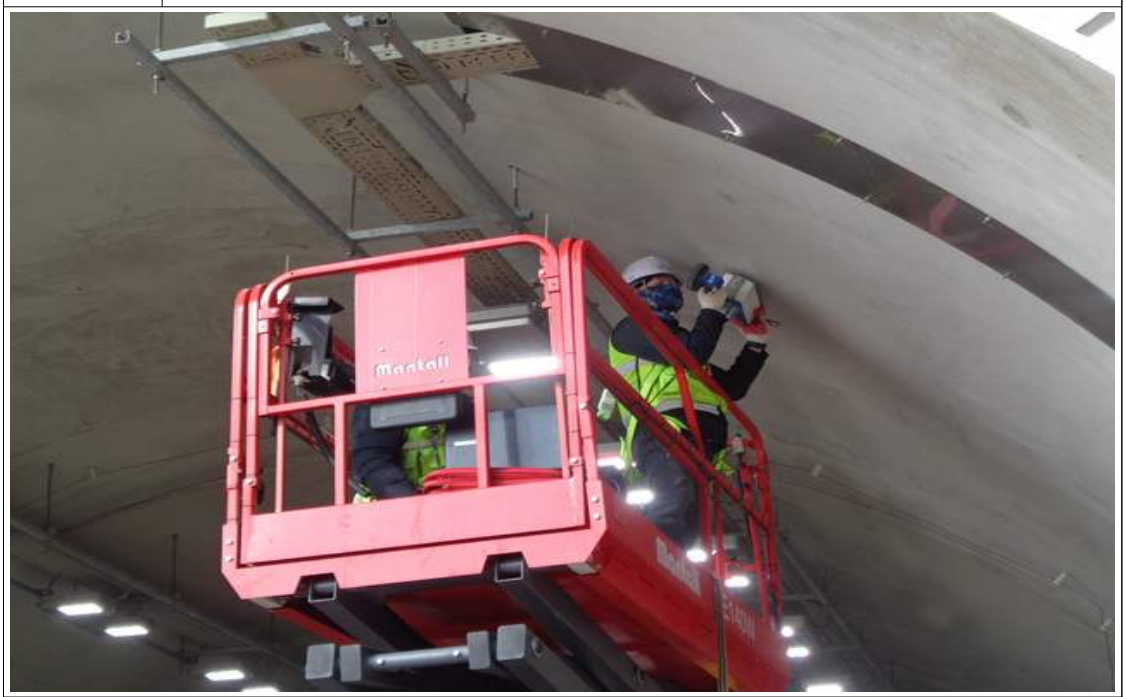
시설물명	서면1터널	
사진내용	포장부 전경	7

시설물명	서면1터널	
사진내용	공동구 전경	8

시설물명	서면1터널	
사진내용	소화전 전경	9

시설물명	서면1터널	
		
사진내용	신호기 전경	10

시설물명	서면1터널	
		
사진내용	점검대차 전경	11

시설물명	서면1터널	
		
사진내용	GPR 점검	12

시설물명	서면1터널	
사진내용	반발경도 시험	13

시설물명	서면1터널	
사진내용	철근탐사	14

시설물명	서면1터널	
사진내용	탄산화 시험	15

시설물명		
사진내용		

■ **현황 사진**

시설물명	서면1터널	
사진내용	균열보수	16

시설물명	서면1터널	
사진내용	균열보수	17

2.서면2터널

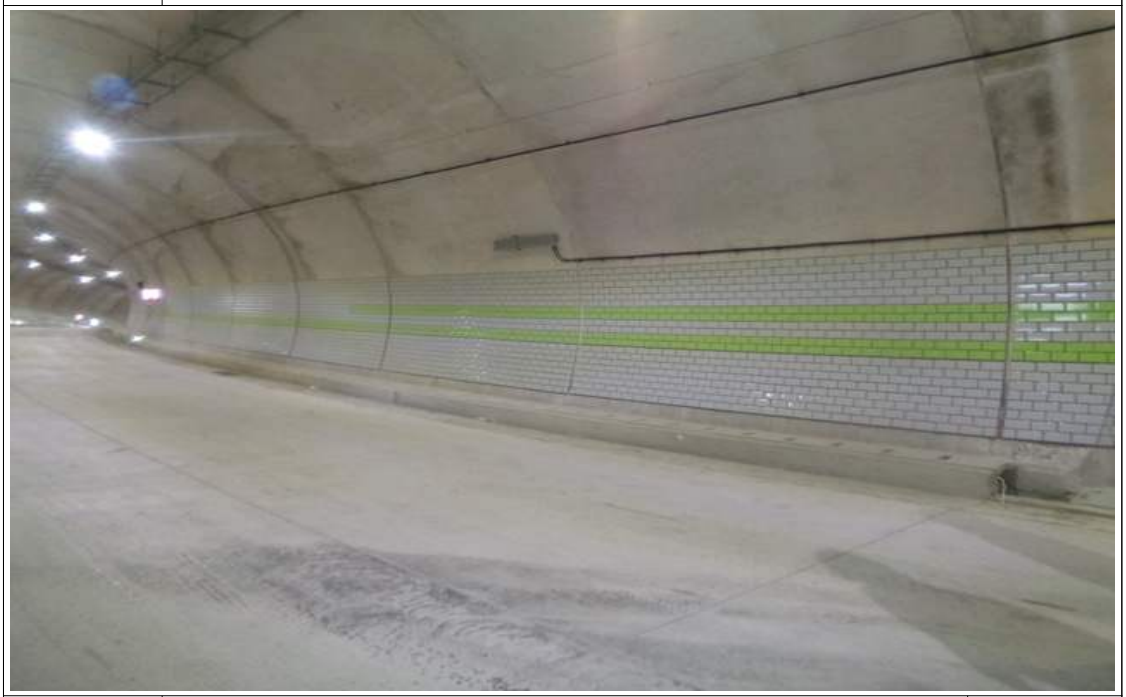
시설물명	서면2터널	
사진내용	시점부 전경	1

시설물명	서면2터널	
사진내용	종점부 전경	2

시설물명	서면2터널	
사진내용	시점부 터널부사면 전경	3

시설물명	서면2터널	
사진내용	종점부 터널부사면 전경	4

시설물명	서면2터널	
사진내용	내부 전경	5

시설물명	서면2터널	
		
사진내용	측벽부 전경	6

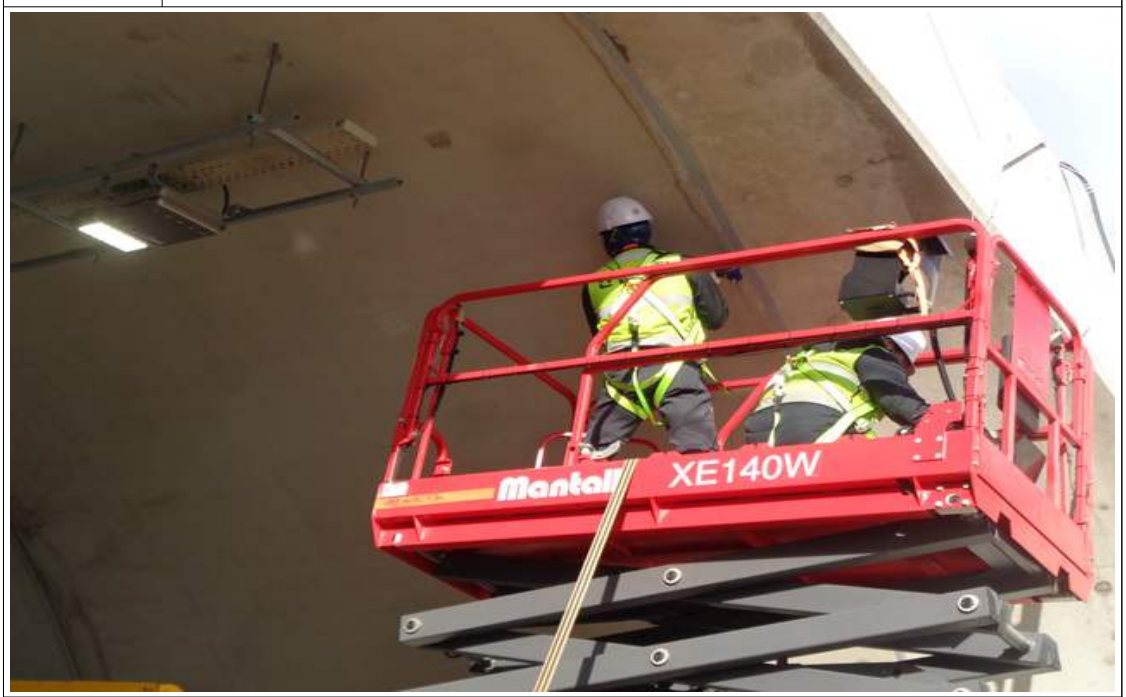
시설물명	서면2터널	
사진내용	포장부 전경	7

시설물명	서면2터널	
사진내용	공동구 전경	8

시설물명	서면2터널	
사진내용	소화전 전경	9

시설물명	서면2터널	
사진내용	신호기 전경	10

시설물명	서면2터널	
사진내용	점검대차 점검	11

시설물명	서면2터널	
		
사진내용	GPR 점검	12

시설물명	서면2터널	
사진내용	반발경도 측정	13

시설물명	서면2터널	
사진내용	철근탐사 측정	14

시설물명	서면2터널	
사진내용	탄산화 시험	15

■ **현황 사진**

시설물명	서면2터널	
사진내용	균열 보수	16

시설물명	서면2터널	
사진내용	균열 보수	17

3.북면터널

시설물명	북면터널	
사진내용	시점부 전경	1

시설물명	북면터널	
사진내용	종점부 전경	2

시설물명	북면터널	
사진내용	시점부 터널부사면 전경	3

시설물명	북면터널	
사진내용	종점부 터널부사면 전경	4

시설물명	북면터널	
사진내용	내부 전경	5

시설물명	북면터널	
사진내용	측벽부 전경	6

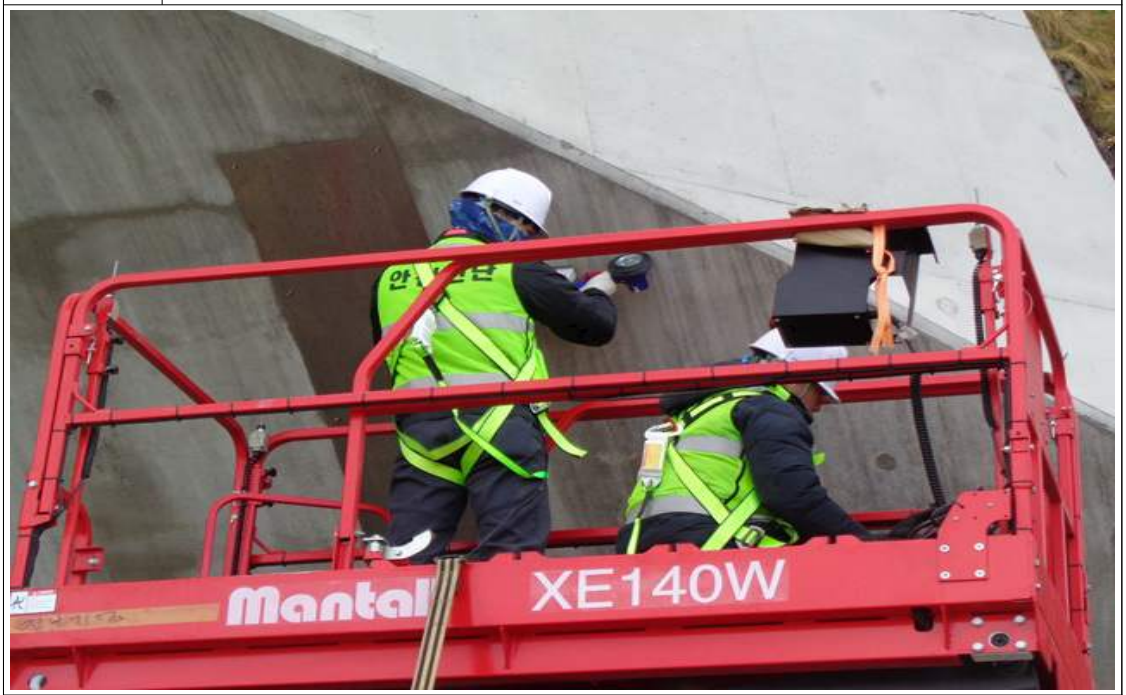
시설물명	북면터널	
사진내용	포장부 전경	7

시설물명	북면터널	
사진내용	공동구 전경	8

시설물명	북면터널	
사진내용	소화전 전경	9

시설물명	북면터널	
사진내용	신호기 전경	10

시설물명	북면터널	
사진내용	점검대차 점검	11

시설물명	북면터널	
		
사진내용	GPR 점검	12

시설물명	북면터널	
사진내용	반발경도 측정	13

시설물명	북면터널	
사진내용	철근탐사	14

시설물명	북면터널	
사진내용	탄산화 시험	15

■ **현황 사진**

시설물명	북면터널	
사진내용	균열 보수	16

시설물명		
사진내용		

4. 6지구 2구간 옹벽

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	전체 전경	1

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	시점부 전경	2

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	종점부 전경	3

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	상부 전경	4

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	하부 전경	5

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	상부도로 전경	6

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	상부도로 전경	7

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	수로암거 전경	8

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	수직도수로 전경	9

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	수직도수로 전경	10

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	작업 전경	11

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	경사계 측정 작업사진	12

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	반발경도 측정 작업사진	13

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	철근탐사 측정 작업사진	14

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	탄산화 측정 작업사진	15

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	레벨 측정 작업사진	16

■ **현황 사진**

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	균열 보수	17

시설물명	6지구 2구간 옹벽	
사진내용	균열 보수	18

2. 외관조사망도

울릉도 일주도로2 건설공사

외 관 조 사 망 도

서면1터널 외관조사망도

2022.03

(주)명성엔지니어링

포 장 부 & 공 동 구

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.1~4

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.5~8

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.9~12

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.13~16

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.17~20

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.21~24

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.25~28

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.29~32

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.33~36

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.37~40

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.41~44

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.45~48

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.49~52

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.53~56

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.57~60

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 포장,공동구 Span No.61~64

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

라이닝 콘크리트

ID:서면1터널 라이닝 Span No.1~4

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 라이닝 Span No.5~8

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 라이닝 Span No.9~12

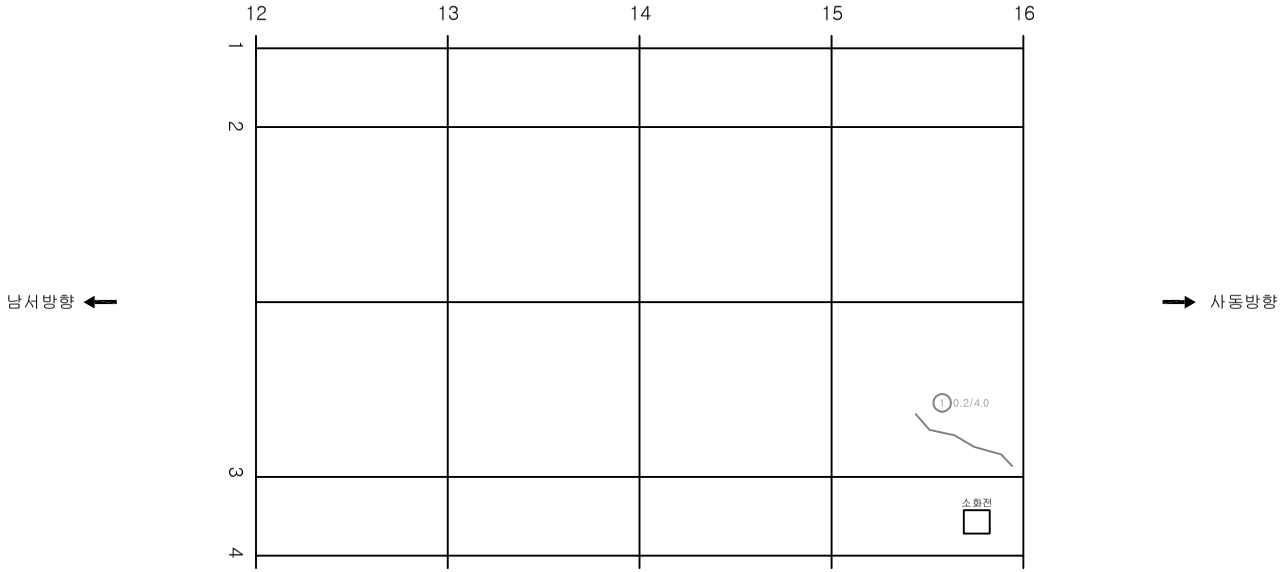
손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

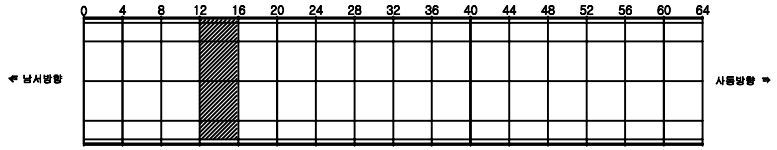
ID:서면1터널 라이닝 Span No.13~16

손 상 물 량 표

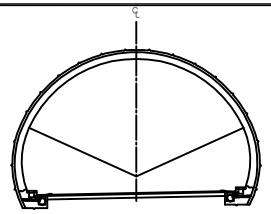
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이하)	0.2	4.0		4.00	m	1	4.00	21'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	체수
누수, 습윤부	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	열 화
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
도 면 명	서면1터널 외관조사망도
도 면 번 호	020

ID:서면1터널 라이닝 Span No.17~20

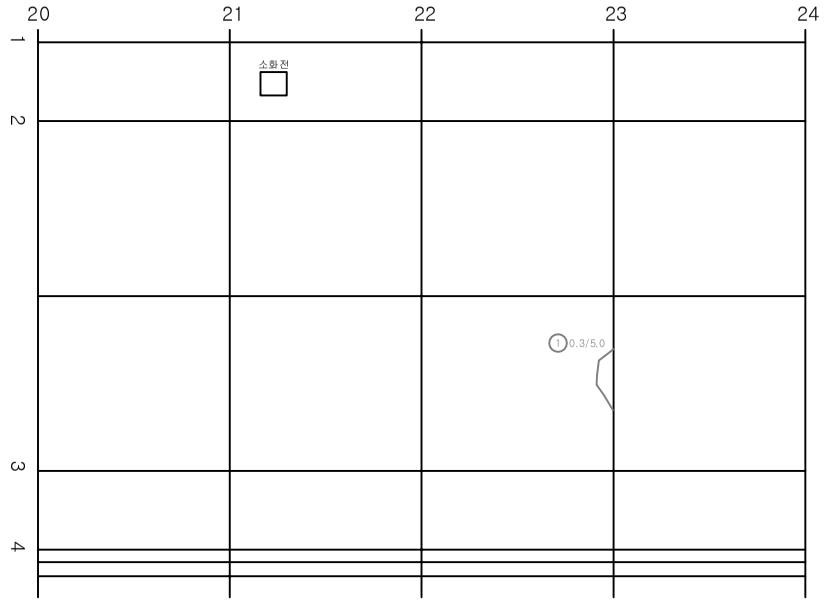
손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 라이닝 Span No.21~24

손 상 물 량 표

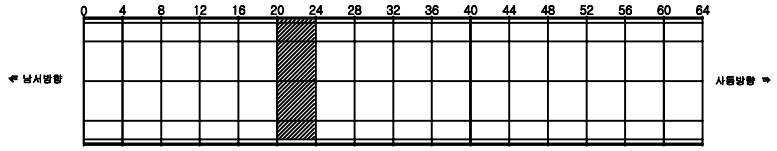
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	5.0		5.00	m	1	5.00	21'상 보수



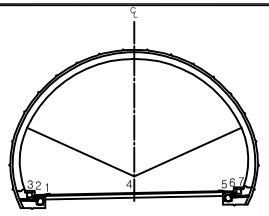
남서방향 ←

→ 사동방향

KEYPLAN



SECTION



범례

균 열	망상균열	재료분리
편치, 공동	박리, 파손	체수
누수, 습윤부	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	열 화
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처: 대림산업(주)

용 역 명: 울릉도 일주도로2 건설공사

도 면 명: 서면1터널 외관조사망도

도 면 번 호: 022

ID:서면1터널 라이닝 Span No.25~28

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 라이닝 Span No.29~32

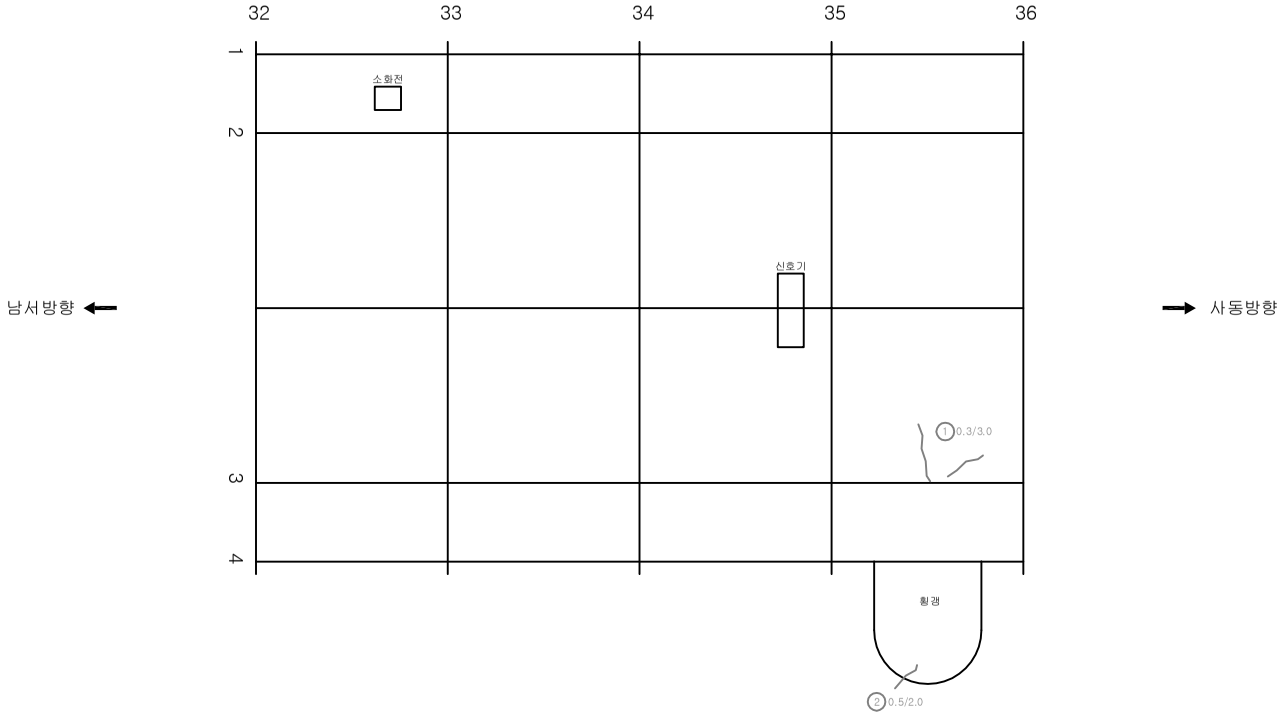
손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

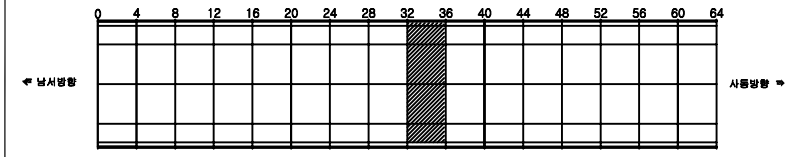
ID:서면1터널 라이닝 Span No.33~36

손 상 물 량 표

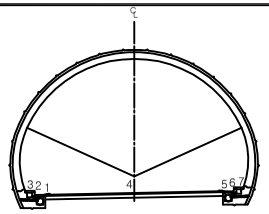
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	3.0		3.00	m	1	3.00	21'상 보수
2	21하	횡갱	균열(Cw=0.3mm이상)	0.5	2.0		2.00	m	1	2.00	21'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	체수
누수, 습윤부	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	열 화
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처: 대림산업(주)

용 역 명: 울릉도 일주도로2 건설공사

도 면 명: 서면1터널 외관조사망도

도 면 번 호: 025

ID:서면1터널 라이닝 Span No.37~40

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 라이닝 Span No.41~44

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면1터널 라이닝 Span No.45~48

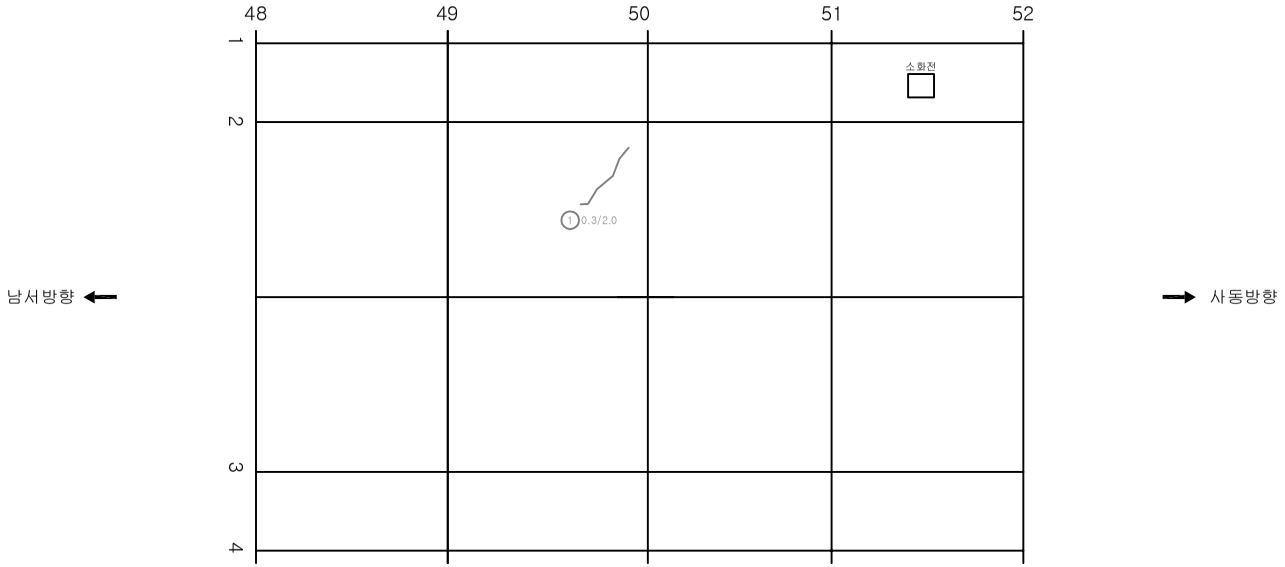
손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

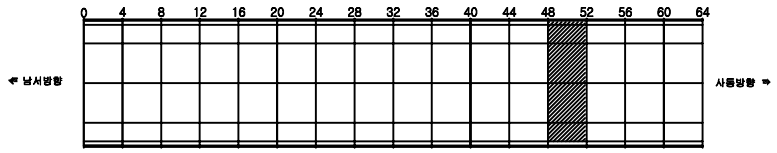
ID:서면1터널 라이닝 Span No.49~52

손 상 물 량 표

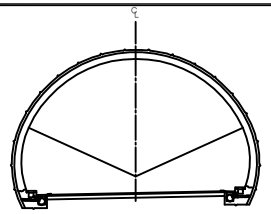
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	2.0		2.00	m	1	2.00	21'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

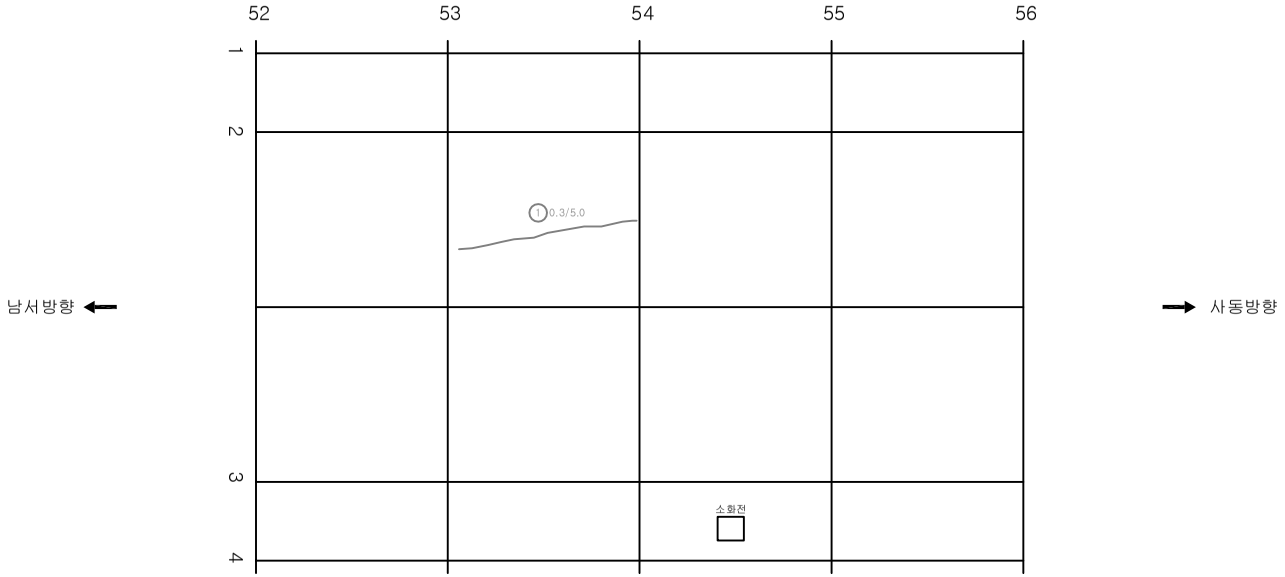
균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	체수	
누수, 습윤부	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	열 화	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
도 면 명	서면1터널 외관조사망도
도 면 번 호	029

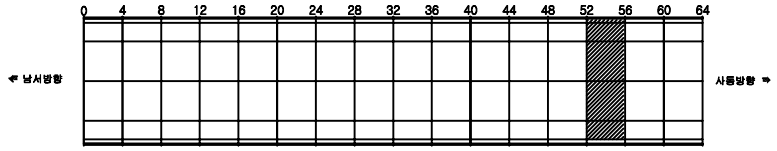
ID:서면1터널 라이닝 Span No.53~56

손 상 물 량 표

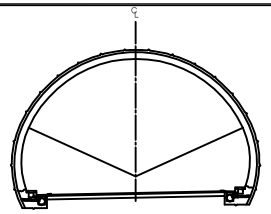
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	5.0		5.00	m	1	5.00	21'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

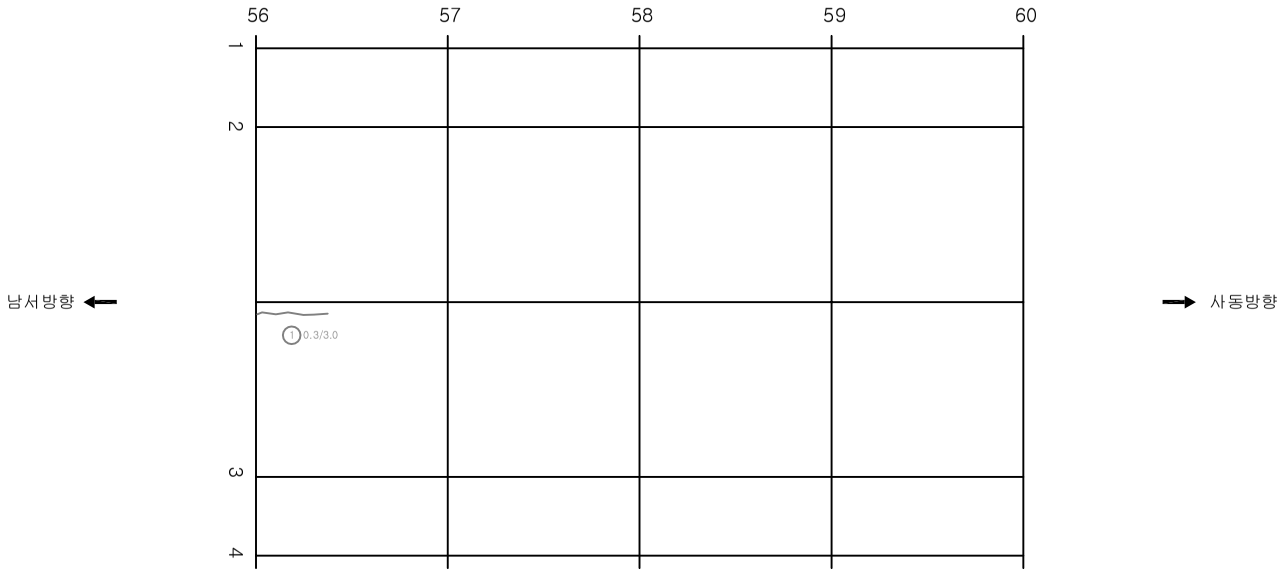
균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	체수	
누수, 습윤부	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	열 화	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
도 면 명	서면1터널 외관조사망도
도 면 번 호	030

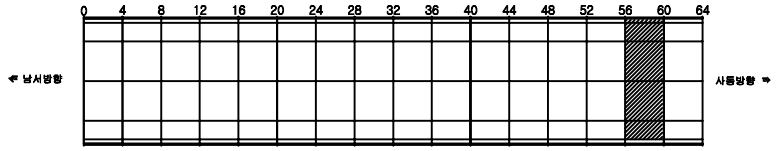
ID:서면1터널 라이닝 Span No.57~60

손 상 물 량 표

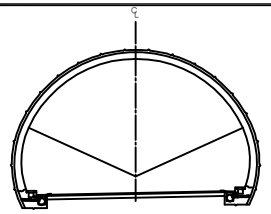
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	3.0		3.00	m	1	3.00	21'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	체수
누수, 습윤부	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	열 화
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
도 면 명	서면1터널 외관조사망도
도 면 번 호	031

ID:서면1터널 라이닝 Span No.61~64

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

울릉도 일주도로2 건설공사

외 관 조 사 망 도

서면2터널 외관조사망도

2022.03

(주)명성엔지니어링

포 장 부 & 공 동 구

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.1~4

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.5~8

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.9~12

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.13~16

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.17~20

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.21~24

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.25~28

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.29~32

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.33~36

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.37~40

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.41~44

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.45~48

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.49~52

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.53~56

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.57~60

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.61~64

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.65~68

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.69~72

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.73~76

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.77~80

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.81~84

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.85~88

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.89~92

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.93~96

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 포장,공동구 Span No.97~100

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

라이닝 콘크리트

ID:서면2터널 라이닝 Span No.1~4

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.5~8

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.9~12

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.13~16

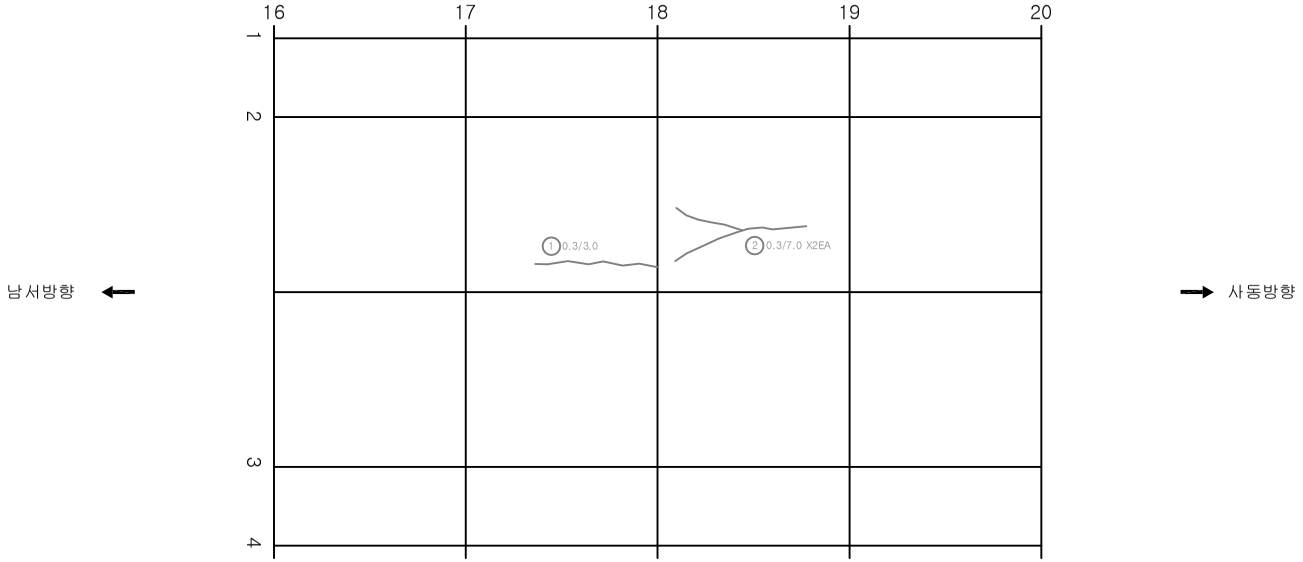
손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

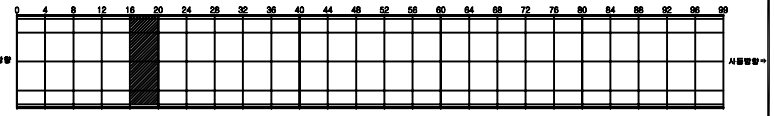
ID:서면2터널 라이닝 Span No.17~20

손 상 물 량 표

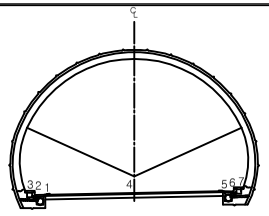
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	3.0		3.00	m	1	3.00	22'상 보수
2	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	7.0		7.00	m	2	14.00	22'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	체수
누수, 습윤부	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	열 화
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
도 면 명	서면2터널 외관조사망도
도 면 번 호	030

ID:서면2터널 라이닝 Span No.21~24

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.25~28

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.29~32

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.33~36

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.37~40

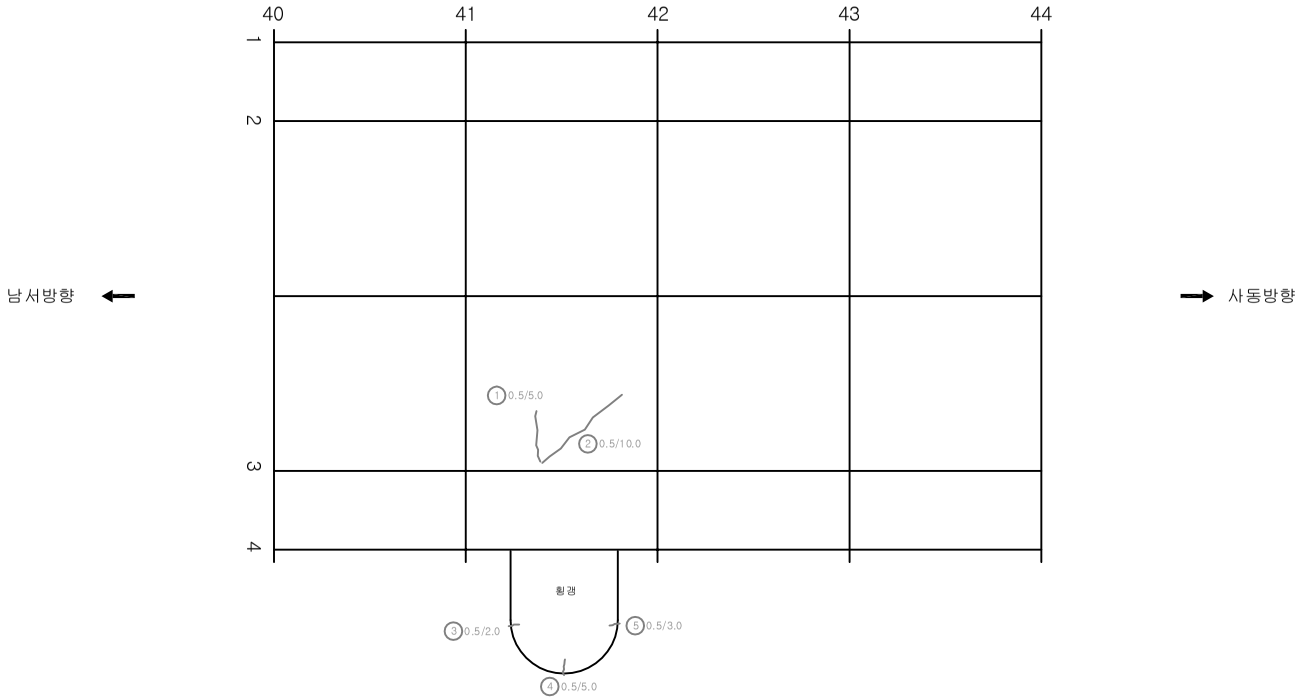
손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

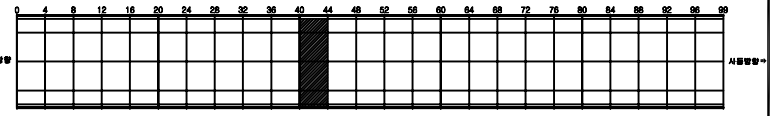
ID:서면2터널 라이닝 Span No.41~44

손 상 물 량 표

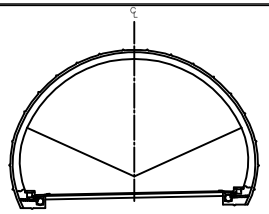
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.5	5.0		5.00	m	1	5.00	22'상 보수
2	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.5	10.0		10.00	m	1	10.00	22'상 보수
3	21하	횡갱	균열(Cw=0.3mm이상)	0.5	2.0		2.00	m	1	2.00	22'상 보수
4	21하	횡갱	균열(Cw=0.3mm이상)	0.5	5.0		5.00	m	1	5.00	22'상 보수
5	21하	횡갱	균열(Cw=0.3mm이상)	0.5	3.0		3.00	m	1	3.00	22'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	체수	
누수, 습윤부	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	열 화	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
도 면 명	서면2터널 외관조사망도
도 면 번 호	036

ID:서면2터널 라이닝 Span No.45~48

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.49~52

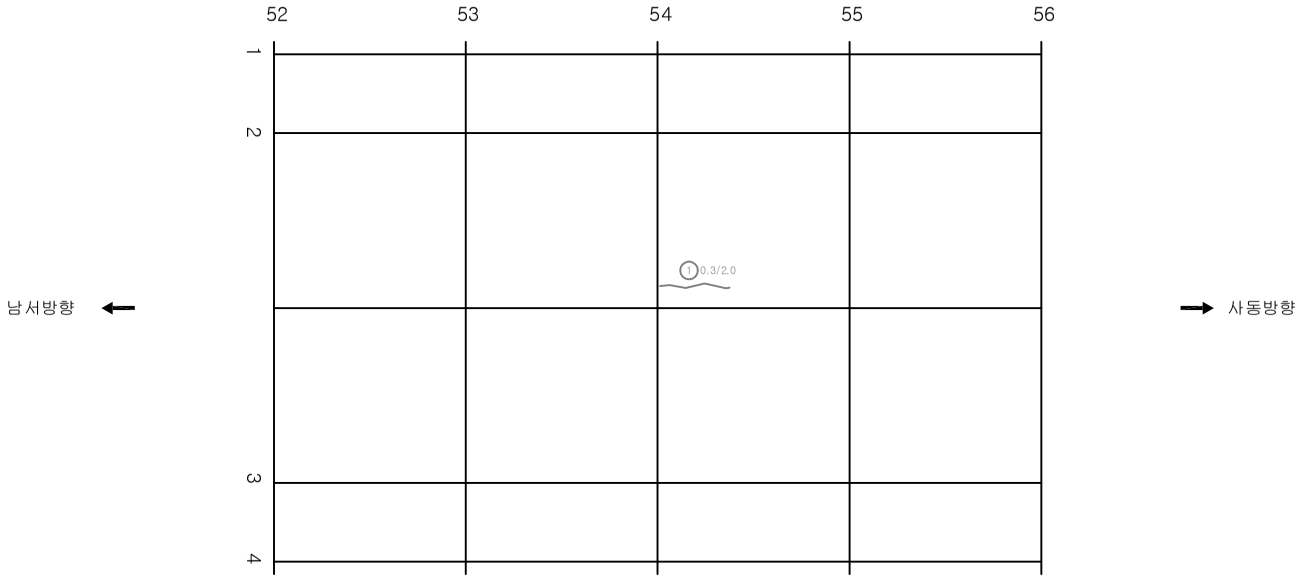
손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

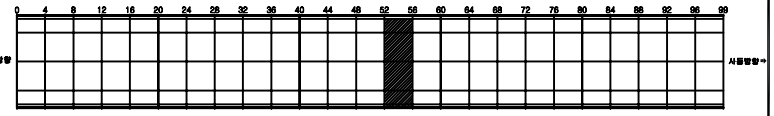
ID:서면2터널 라이닝 Span No.53~56

손 상 물 량 표

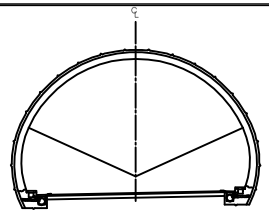
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	2.0		2.00	m	1	2.00	22'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	체수	
누수, 습윤부	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	열 화	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
도 면 명	서면2터널 외관조사망도
도 면 번 호	039

ID:서면2터널 라이닝 Span No.57~60

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.61~64

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.65~68

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.69~72

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.73~76

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.77~80

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.81~84

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.85~88

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.89~92

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.93~96

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:서면2터널 라이닝 Span No.97~99

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

울릉도 일주도로2 건설공사

외 관 조 사 망 도

북면터널 외관조사망도

2022.03

(주)명성엔지니어링

포 장 부 & 공 동 구

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.1~4

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.5~8

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.9~12

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.13~16

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.17~20

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.21~24

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.25~28

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.29~32

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.33~36

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.37~40

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.41~44

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.45~48

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 포장,공동구 Span No.49~50

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

라이닝 콘크리트

ID:북면터널 라이닝 Span No.1~4

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.5~8

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.9~12

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.13~16

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.17~20

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.21~24

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.25~28

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.29~32

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.33~36

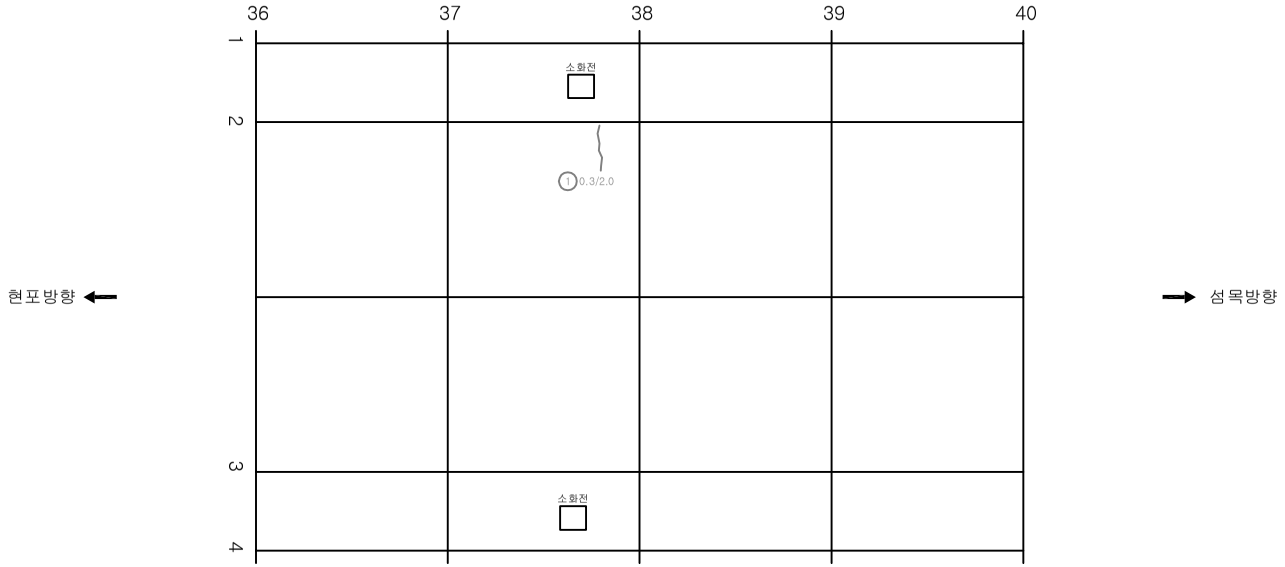
손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

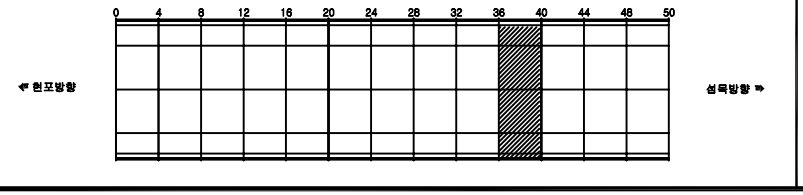
ID:북면터널 라이닝 Span No.37~40

손 상 물 량 표

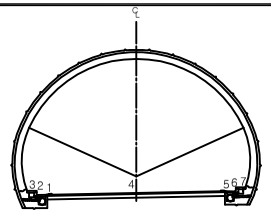
번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	
1	21하	천단부	균열(Cw=0.3mm이상)	0.3	2.0		2.00	m	1	2.00	21'상 보수



KEYPLAN



SECTION



범례

균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	체수	
누수, 습윤부	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	열 화	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
도 면 명	북면터널 외관조사망도
도 면 번 호	023

ID:북면터널 라이닝 Span No.41~44

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.45~48

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

ID:북면터널 라이닝 Span No.49~50

손 상 물 량 표

번호	발생년도	부재	손상내용	손상현황							비 고
				폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	손상물량	단위	개소	종합물량	

울릉도 일주도로2 건설공사

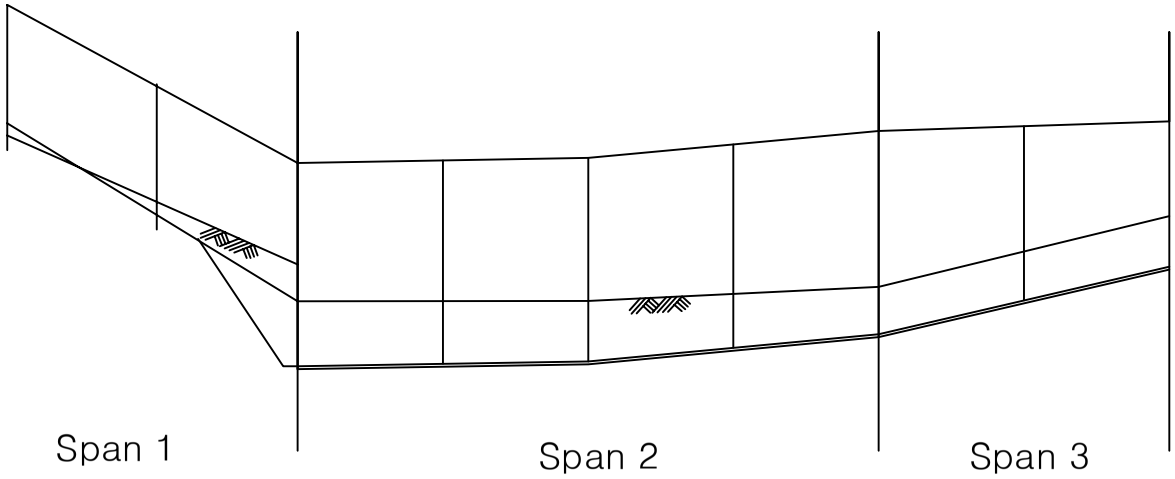
외 관 조 사 망 도

6지구 옹벽

2022.03

(주)명성엔지니어링

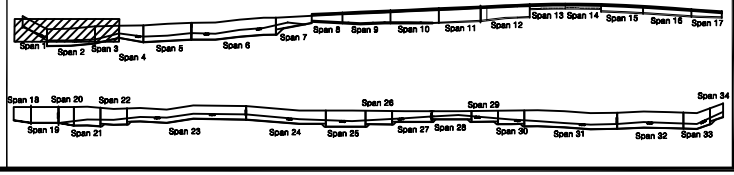
ID : 6지구 옹벽 - Span1 ~ Span3



손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

KEYPLAN



SECTION

범례

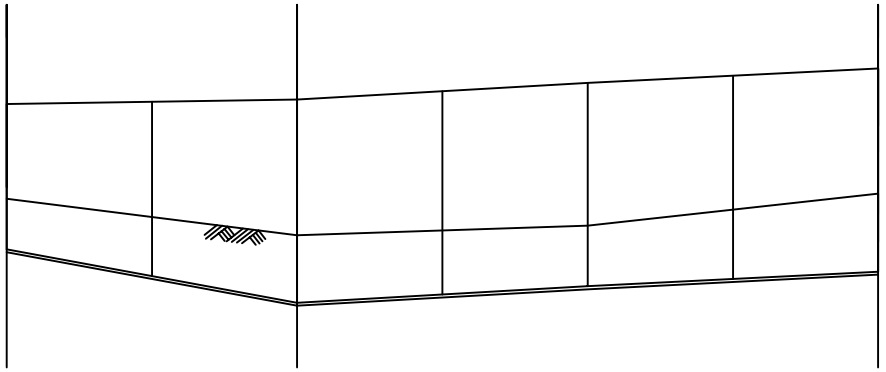
균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	01

ID : 6지구 옹벽 - Span4 ~ Span5

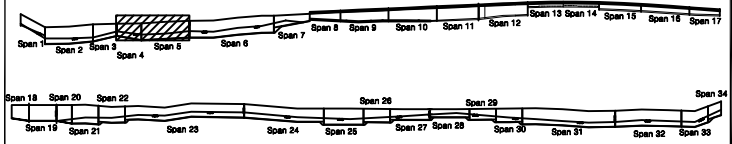
손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



Span 4 Span 5

KEYPLAN



SECTION

범례

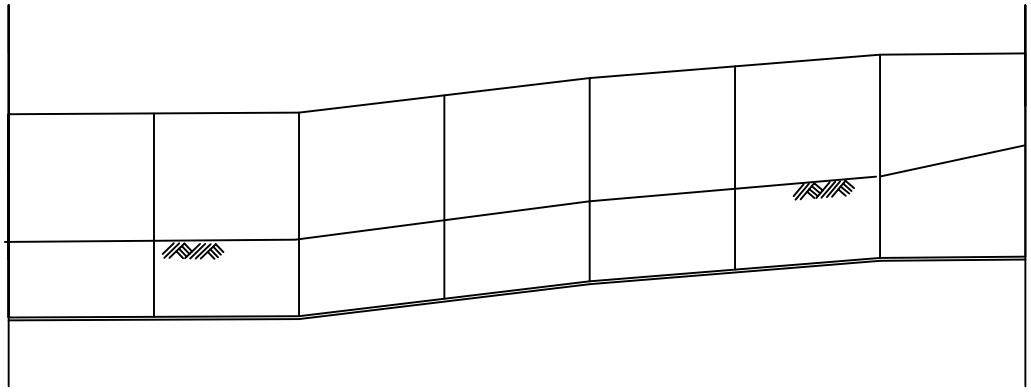
균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	열 화
누수, 체수	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	그을음
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	02

ID : 6지구 옹벽 - Span6

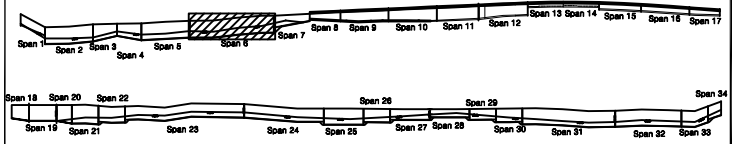
손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



Span 6

KEYPLAN



SECTION

범례

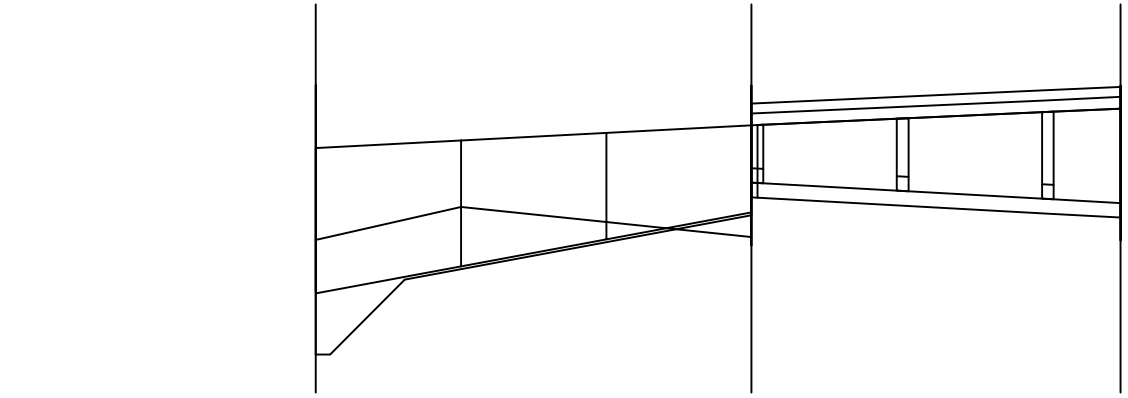
균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	열 화
누수, 체수	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	그을음
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	03

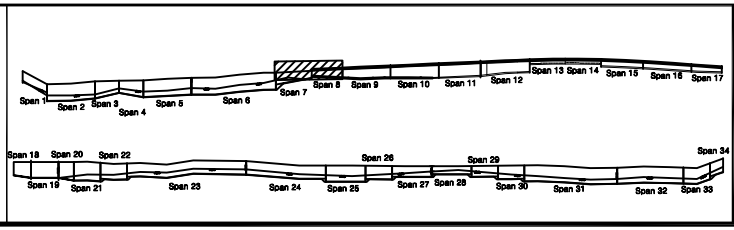
ID : 6지구 옹벽 - Span7 ~ Span8

손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



KEYPLAN



SECTION

범례

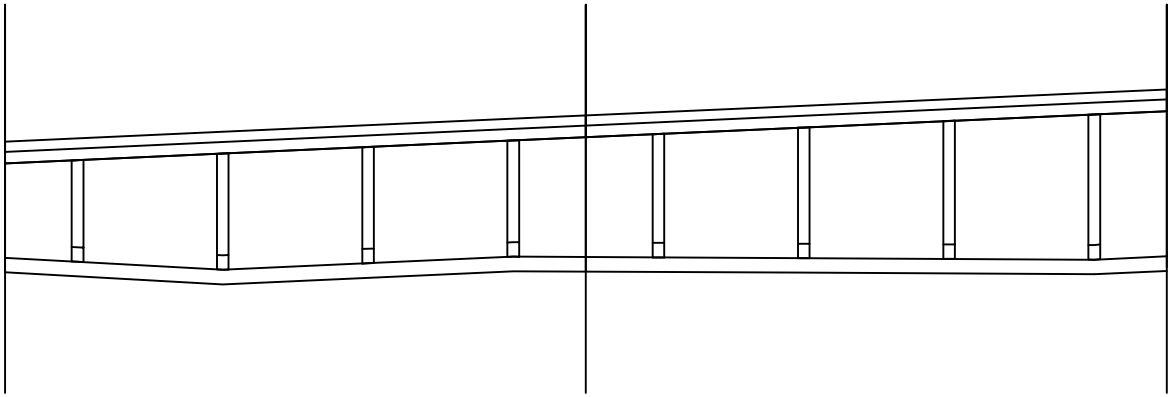
균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	열 화
누수, 체수	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	그을음
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	04

ID : 6지구 옹벽 - Span9 ~ Span10

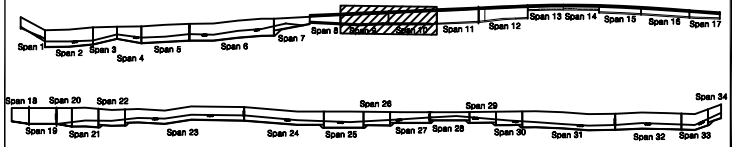
손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



Span 9 Span 10

KEYPLAN



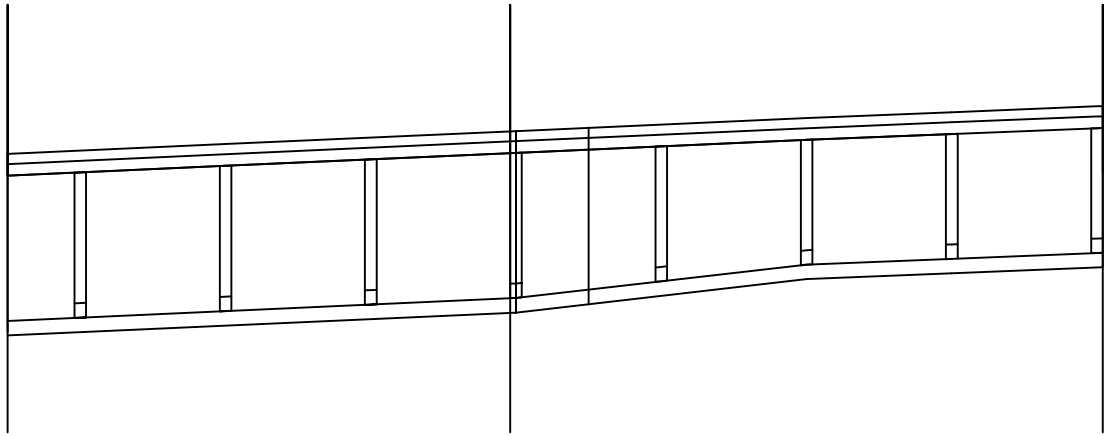
SECTION

범례

균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	열 화
누수, 체수	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	그을음
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	05

ID : 6지구 옹벽 - Span11 ~ Span12

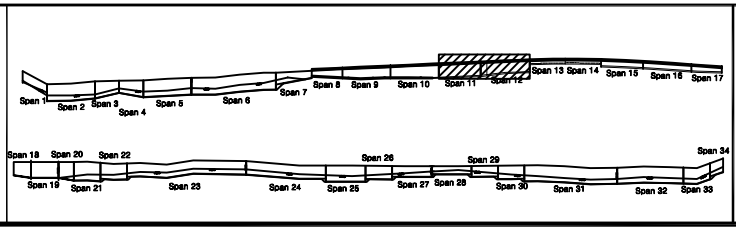


Span 11 Span 12

손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

KEYPLAN



SECTION

범례

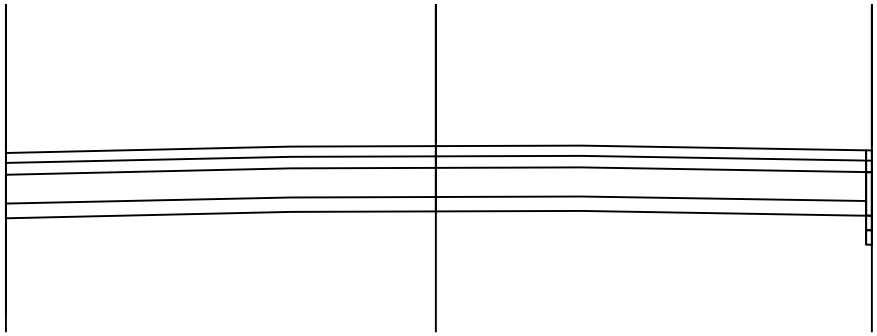
균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	06

ID : 6지구 옹벽 - Span13 ~ Span14

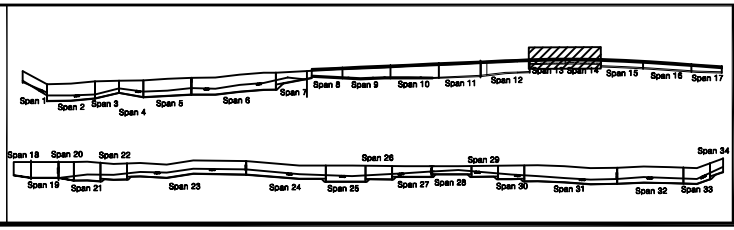
손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



Span 13 Span 14

KEYPLAN



SECTION

범례

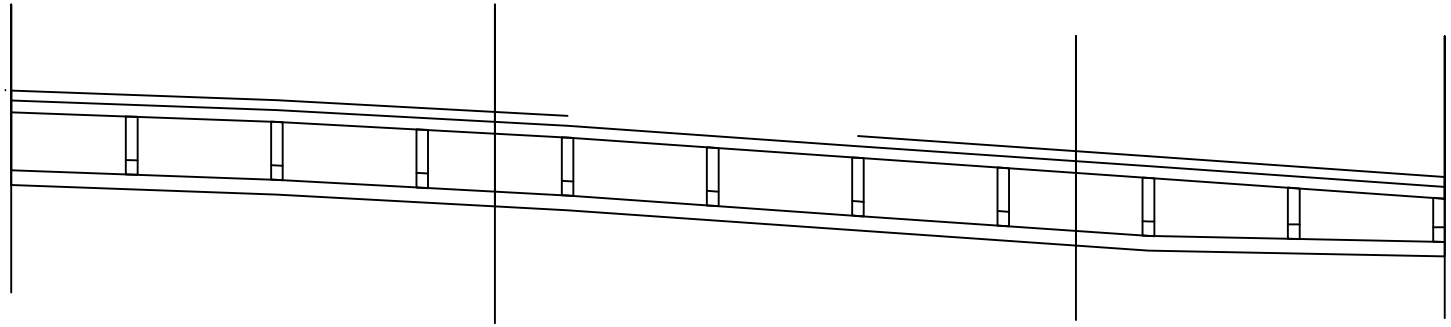
균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	열 화
누수, 체수	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	그을음
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	07

ID : 6지구 옹벽 - Span15 ~ Span17

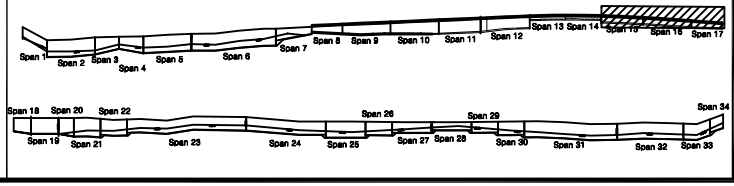
손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



Span 15 Span 16 Span 17

KEY PLAN



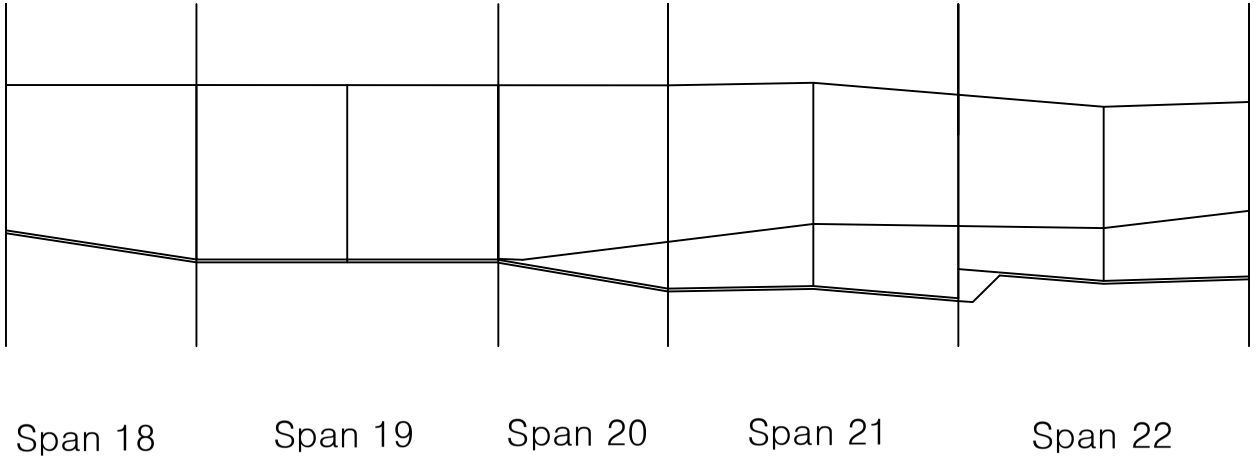
SECTION

범례

균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	08

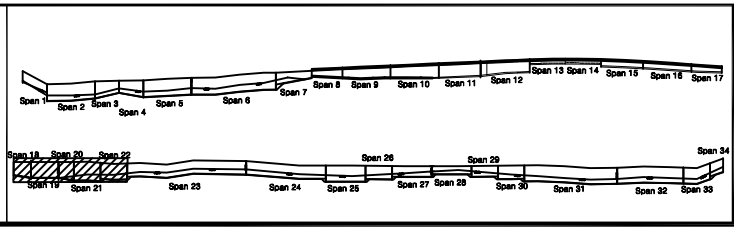
ID : 6지구 옹벽 - Span18 ~ Span22



손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

KEYPLAN



SECTION

범례

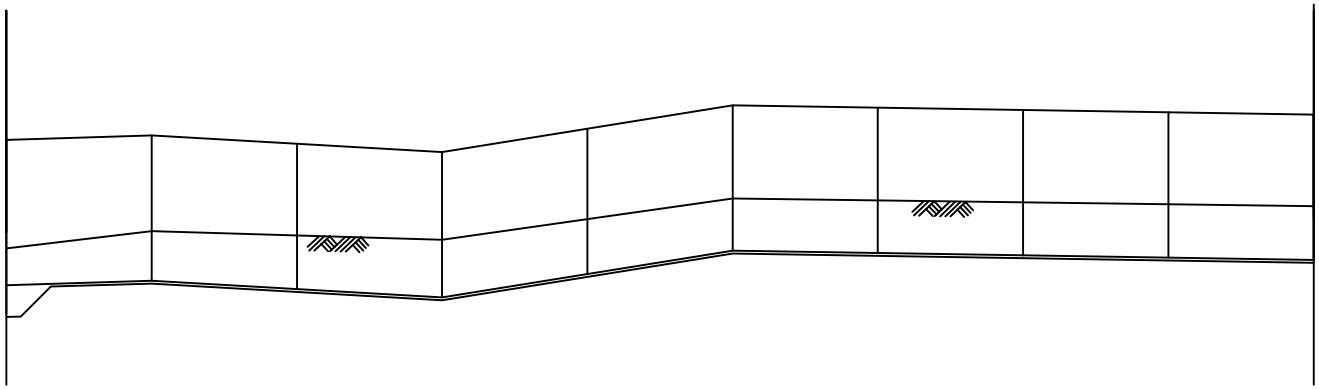
균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	09

ID : 6지구 옹벽 - Span23

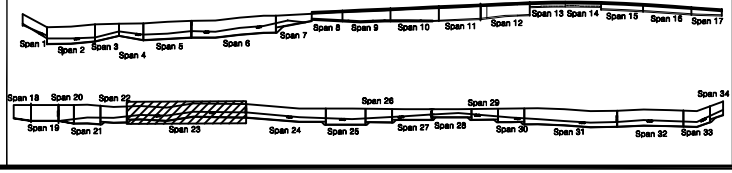
손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



Span 23

KEYPLAN



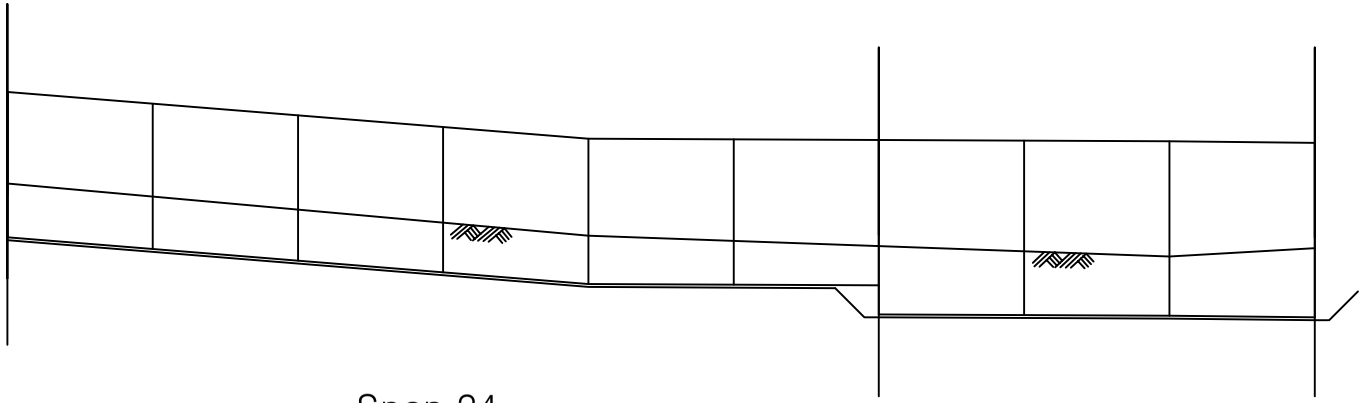
SECTION

범례

균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	10

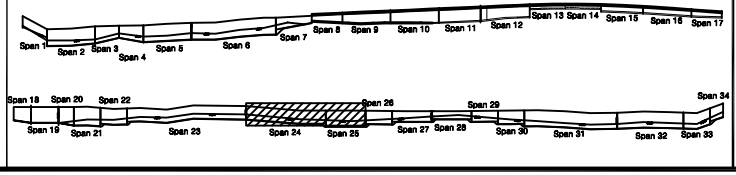
ID : 6지구 옹벽 - Span24 ~ Span25



손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

KEYPLAN



SECTION

범례

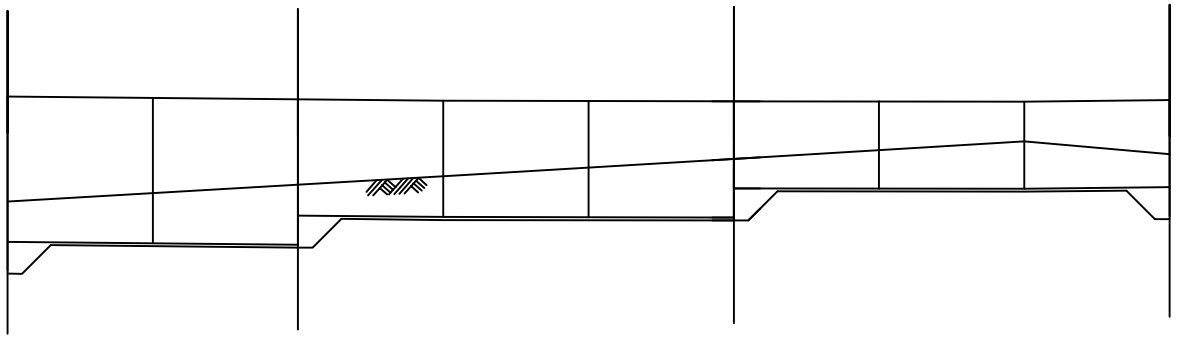
균 열	망상균열	재료분리
펀치, 공동	박리, 파손	열 화
누수, 체수	백 태	퇴적물
철근노출	침 하	그을음
부 식	좌굴, 변형	기 타

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	11

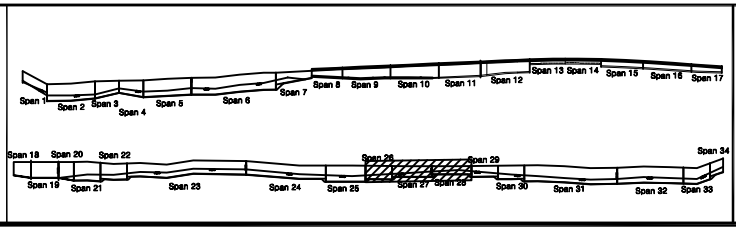
ID : 6지구 옹벽 - Span26 ~ Span28

손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



KEYPLAN



SECTION

범례

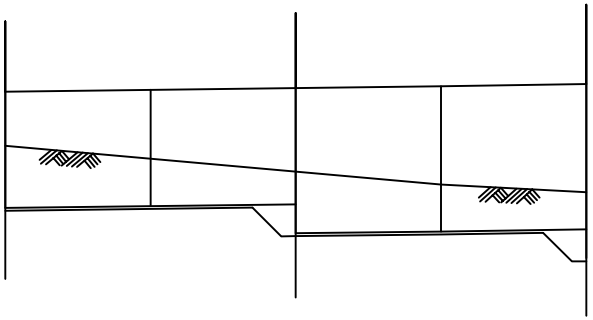
균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	12

ID : 6지구 옹벽 - Span29 ~ Span30

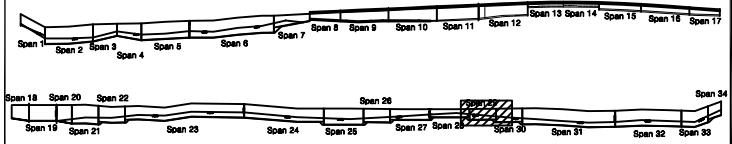
손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



Span 29 Span 30

KEYPLAN



SECTION

범례

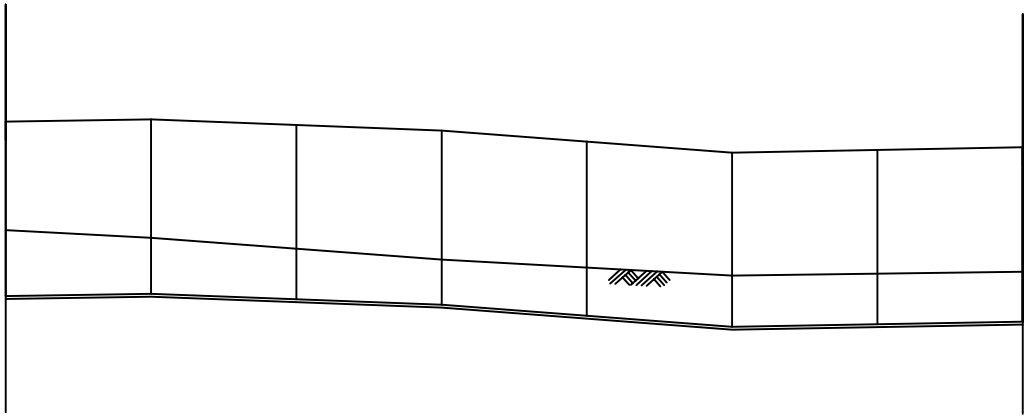
균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	13

ID : 6지구 옹벽 - Span31

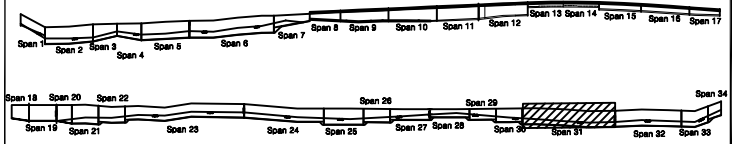
손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								



Span 31

KEYPLAN



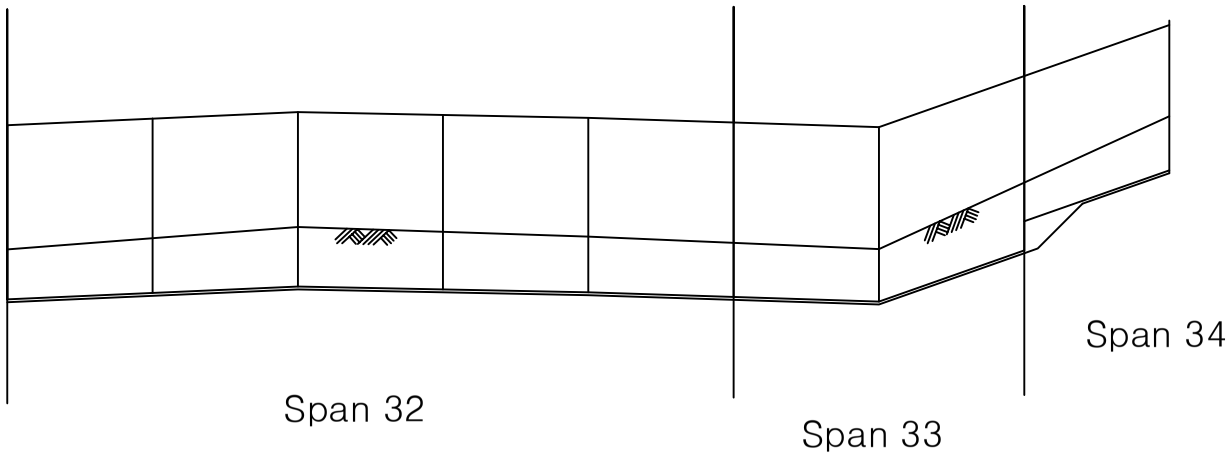
SECTION

범례

균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	14

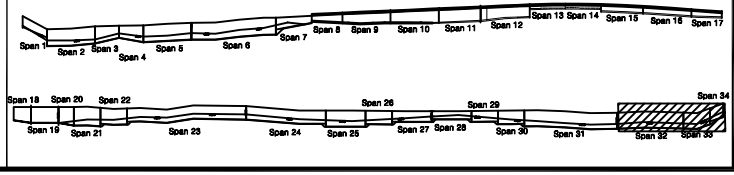
ID : 6지구 옹벽 - Span32 ~ Span34



손 상 물 량 표

번호	손상내용	손상현황						비 고
		폭 (mm)	길이 (m)	너비 (m)	물량	단위	개소	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

KEYPLAN



SECTION

범례

균 열	망상균열	재료분리	
펀치, 공동	박리, 파손	열 화	
누수, 체수	백 태	퇴적물	
철근노출	침 하	그을음	
부 식	좌굴, 변형	기 타	

발 주 처	대림산업(주)
용 역 명	울릉도 일주도로2 건설공사
점 검 기 관	(주)명성엔지니어링
도 면 번 호	15

3. 측정 및 시험성과표

3.1 반발경도 시험

3.2 탄산화 시험

3.3 철근배근상태

3.4 GPR 탐사

3.1 반발경도 시험

서면1터널 강도조사 자료

용 역 명 :	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검 용역			
시험위치 :	라이닝 콘크리트	설계조건 :	라이닝 콘크리트	30MPa
표면상태 :	양호	재 령 일 :	360일 이상	
함수상태 :	건조	재령계수 :	0.67	

시 험 결 과

위 치	반 발 경 도					평균치 R	신뢰범위	재평균 R	타격각도 α	각도보정 ΔR_1	습윤보정 ΔR_2	기준경도 Ro	재령계수 αn	재료학회식 (MPa)	건축학회식 (MPa)	과학기술부 (MPa)	비고
S2 라이닝	48	50	48	44	46	47.8	38.2 ~ 57.4	47.8	45°	0.0	0.0	47.8	0.67	28.6	29.5	**41.1**	
	48	48	42	42	40												
	50	52	52	50	52												
	48	48	50	50	48												
S60 라이닝	43	43	52	50	50	47.6	38.1 ~ 57.1	47.6	45°	0.0	0.0	47.6	0.67	28.4	29.4	**40.9**	
	48	50	50	50	52												
	48	48	44	45	45												
	48	48	46	46	46												

서면2터널 강도조사 자료

용 역 명 :	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검 용역			
시험위치 :	라이닝 콘크리트	설계조건 :	라이닝 콘크리트	30MPa
표면상태 :	양호	재 령 일 :	360일 이상	
함수상태 :	건조	재령계수 :	0.67	

시 험 결 과

위 치	반 발 경 도					평균치 R	신뢰범위	재평균 R	타격각도 α	각도보정 ΔR_1	습윤보정 ΔR_2	기준경도 Ro	재령계수 αn	재료학회식 (MPa)	건축학회식 (MPa)	과학기술부 (MPa)	비고
S2 라이닝	47	51	50	51	53	49.5	39.6 ~ 59.3	49.5	45°	0.0	0.0	49.5	0.67	30.0	30.3	**42.8**	
	44	50	48	51	46												
	54	46	47	50	48												
	50	52	48	49	54												
S66 라이닝	47	46	42	42	42	47.1	37.7 ~ 56.5	47.1	45°	0.0	0.0	47.1	0.67	28.0	29.1	**40.4**	
	44	45	48	48	48												
	51	51	46	49	48												
	54	47	46	53	45												
S97 라이닝	43	43	45	47	51	48.8	39.0 ~ 58.5	48.8	45°	0.0	0.0	48.8	0.67	29.4	29.9	**42.1**	
	51	49	45	52	50												
	46	53	48	53	53												
	49	48	48	49	52												

북면터널 강도조사 자료

용 역 명 :	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검 용역			
시험위치 :	라이닝 콘크리트	설계조건 :	라이닝 콘크리트	30MPa
표면상태 :	양호	재 령 일 :	360일 이상	
함수상태 :	건조	재령계수 :	0.67	

시 험 결 과

위 치	반 발 경 도					평균치 R	신뢰 범위	재평균 R	타격 각도 α	각도 보정 ΔR_1	습윤 보정 ΔR_2	기준 경도 Ro	재령 계수 αn	재료 학회식 (MPa)	건축 학회식 (MPa)	과학기 술부 (MPa)	비고
S3 라이닝	48	48	46	53	52	49.4	39.5 ~ 59.2	49.4	45°	0.0	0.0	49.4	0.67	29.9	30.2	**42.7**	
	46	51	54	50	45												
	48	49	51	48	47												
	53	48	48	54	48												
S50 라이닝	53	51	47	47	48	49.7	39.8 ~ 59.6	49.7	45°	0.0	0.0	49.7	0.67	30.2	30.4	**43.1**	
	48	48	51	52	51												
	53	48	50	50	51												
	47	48	51	49	51												

6지구 2구간 옹벽 강도조사 자료

용 역 명 :	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검 용역			
시험위치 :	전면부	설계조건 :	라이닝 콘크리트	35MPa
표면상태 :	양호	재 령 일 :	360일 이상	
함수상태 :	건조	재령계수 :	0.67	

시 험 결 과

위 치	반 발 경 도					평균치 R	신뢰 범위	재평균 R	타격 각도 α	각도 보정 ΔR_1	습윤 보정 ΔR_2	기준 경도 Ro	재령 계수 αn	재료 학회식 (MPa)	건축 학회식 (MPa)	과학기 술부 (MPa)	비고
S1	50	56	49	53	52	49.4	39.5 ~ 59.3	49.4	0°	0.0	0.0	49.4	0.67	30.0	30.2	**42.8**	
	46	51	54	50	45												
	48	45	45	48	47												
	53	48	46	54	48												
S3	49	50	50	52	53	50.2	40.1 ~ 60.2	50.2	0°	0.0	0.0	50.2	0.67	30.6	30.6	**43.5**	
	46	51	51	50	50												
	53	53	54	50	50												
	49	48	48	46	50												
S4	49	50	48	46	46	48.9	39.1 ~ 58.6	48.9	0°	0.0	0.0	48.9	0.67	29.5	30.0	**42.2**	
	46	48	50	50	50												
	52	52	50	52	51												
	46	48	48	47	48												
S5	46	47	48	48	50	48.8	39.0 ~ 58.6	48.8	0°	0.0	0.0	48.8	0.67	29.5	30.0	**42.1**	
	49	49	48	51	50												
	51	50	50	50	49												
	46	48	50	47	49												
S6	46	47	45	46	46	47.6	38.0 ~ 57.1	47.6	0°	0.0	0.0	47.6	0.67	28.4	29.4	**40.9**	
	48	48	50	46	45												
	46	50	47	47	48												
	48	46	50	50	52												
S10	53	51	47	47	48	49.7	39.8 ~ 59.6	49.7	0°	0.0	0.0	49.7	0.67	30.2	30.4	**43.1**	
	48	48	51	52	51												
	53	48	50	50	51												
	47	48	51	49	51												

6지구 2구간 옹벽 강도조사 자료

용 역 명 :	울릉도 일주도로2 건설공사 초기점검 용역			
시험위치 :	전면부	설계조건 :	라이닝 콘크리트	35MPa
표면상태 :	양호	재 령 일 :	360일 이상	
함수상태 :	건조	재령계수 :	0.67	

시 험 결 과																	
S11	48	47	46	47	50	48.9	39.1 ~ 58.7	48.9	0°	0.0	0.0	48.9	0.67	29.5	30.0	**42.2**	
	52	52	50	50	49												
	48	47	51	50	49												
	48	49	50	48	47												
S12	46	48	50	50	52	48.1	38.4 ~ 57.7	48.1	0°	0.0	0.0	48.1	0.67	28.8	29.6	**41.4**	
	47	48	46	47	46												
	47	48	50	48	47												
	46	48	50	47	50												
S15	49	48	46	46	47	47.7	38.2 ~ 57.2	47.7	0°	0.0	0.0	47.7	0.67	28.5	29.4	**41.0**	
	50	47	46	46	47												
	50	47	48	50	50												
	49	48	48	47	45												
S20	45	46	46	46	48	47.6	38.0 ~ 57.1	47.6	0°	0.0	0.0	47.6	0.67	28.4	29.4	**40.9**	
	50	46	46	48	50												
	48	49	50	50	49												
	50	46	46	47	45												
S25	50	52	49	49	48	48.7	39.0 ~ 58.4	48.7	0°	0.0	0.0	48.7	0.67	29.4	29.9	**42.0**	
	46	48	48	46	48												
	47	48	49	50	50												
	49	51	50	48	48												
S27	49	46	46	45	46	47.9	38.3 ~ 57.4	47.9	0°	0.0	0.0	47.9	0.67	28.7	29.5	**41.2**	
	48	50	49	48	48												
	48	47	46	50	46												
	50	48	50	47	50												

3.2 탄산화 시험

서면1터널

구분	위치	부재	탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여 깊이	경과년수	A (탄산화 속도계수)	평가등급
pH-1	S03	라이닝	0.5	100.0	99.5	1.0	0.50	a
pH-2	S60	라이닝	0.5	105.0	104.5	1.0	0.50	a

서면2터널

구분	위치	부재	탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여 깊이 (mm)	경과년수	A (탄산화 속도계수)	평가등급
pH-1	S02	라이닝	0.5	112.0	111.5	1.0	0.50	a
pH-2	S66	라이닝	0.5	110.0	109.5	1.0	0.50	a

북면터널

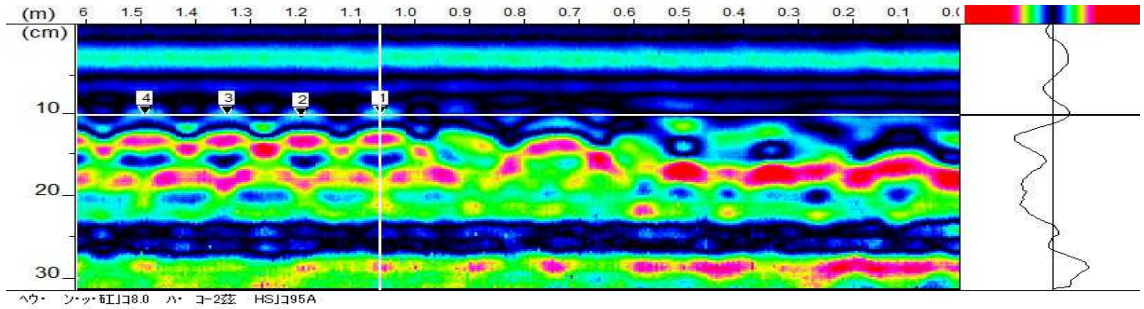
구분	위치	부재	탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여 깊이 (mm)	경과년수	A (탄산화 속도계수)	평가등급
pH-1	S2	라이닝	0.5	100.0	99.5	1.0	0.50	a
pH-2	S38	라이닝	0.5	120.0	119.5	1.0	0.50	a

6지구 2구간 옹벽

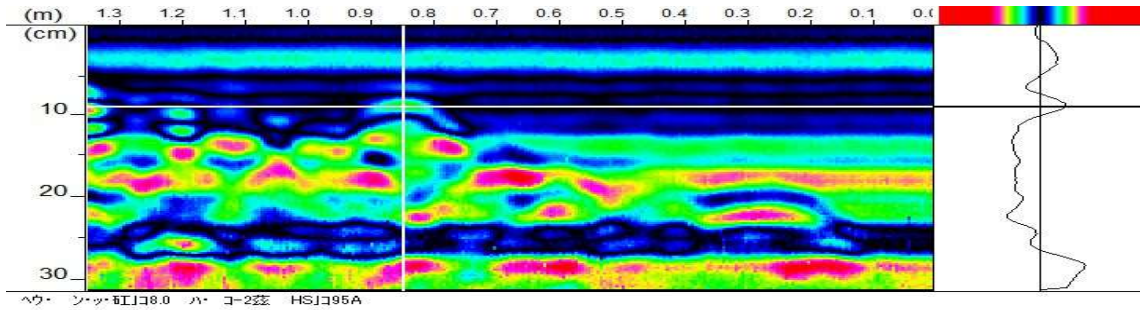
구분	위치	부재	탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여 깊이 (mm)	경과년수	A (탄산화 속도계수)	평가등급
pH-1	S1	전면부	0.7	120.0	119.3	1.0	0.70	a
pH-2	S3	전면부	0.5	120.0	119.5	1.0	0.50	a
pH-3	S5	전면부	0.5	120.0	119.5	1.0	0.50	a
pH-4	S11	전면부	0.7	120.0	119.3	1.0	0.70	a
pH-5	S15	전면부	0.7	120.0	119.3	1.0	0.70	a
pH-6	S25	전면부	0.7	125.0	124.3	1.0	0.70	a
pH-7	S27	전면부	0.7	150.0	149.3	1.0	0.70	a

3.3 철근탐사

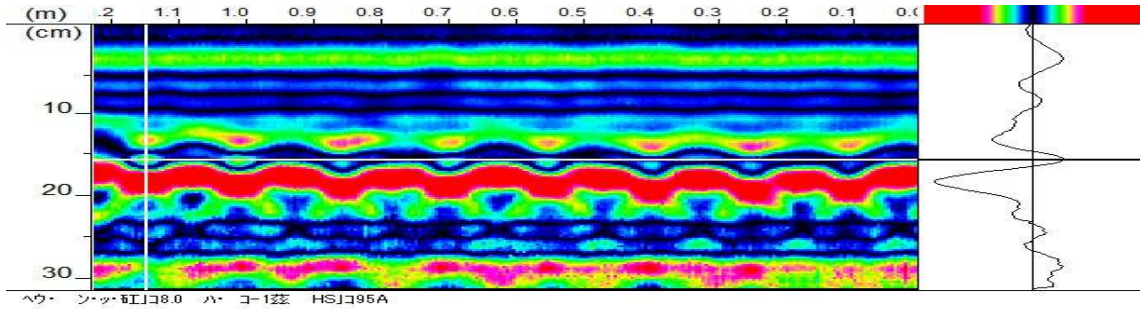
측정 NO.1		측 정 자 료
구조물명		서면1터널
측정위치		S003 천단부
측정철근		주철근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@125
	측정상태	@125
측정피복두께(mm)		103



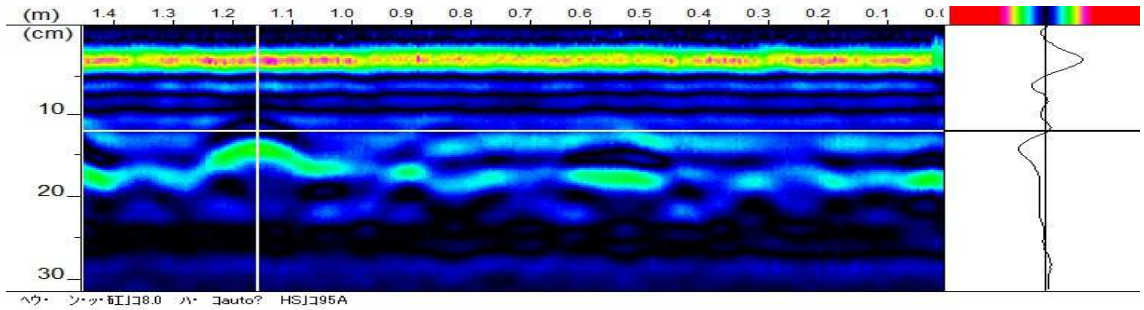
측정 NO.1		측 정 자 료
구조물명		서면1터널
측정위치		S003 천단부
측정철근		배력근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@150
	측정상태	@150
측정피복두께(mm)		100



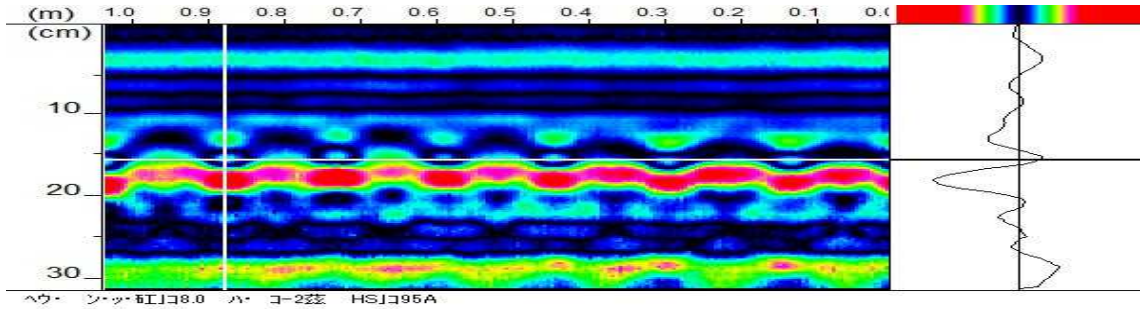
측정 NO.2		측 정 자 료
구조물명		서면1터널
측정위치		S060 천단부
측정철근		주철근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@125
	측정상태	@125
측정피복두께(mm)		156



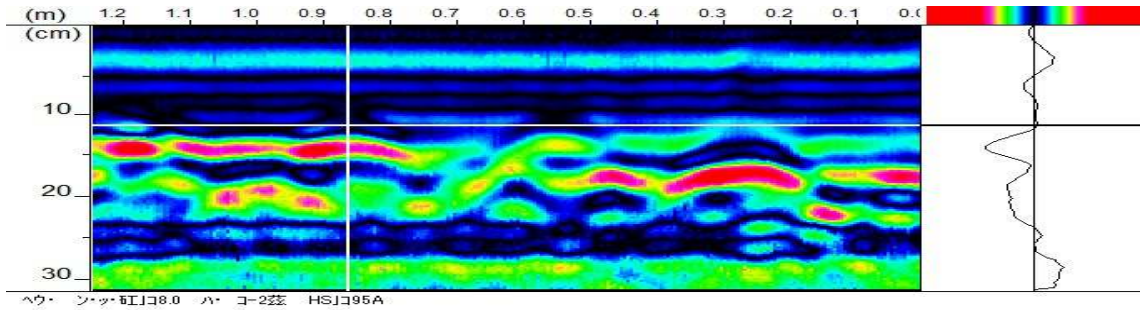
측정 NO.2		측 정 자 료
구조물명		서면1터널
측정위치		S060 천단부
측정철근		배력근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@150
	측정상태	@150
측정피복두께(mm)		105



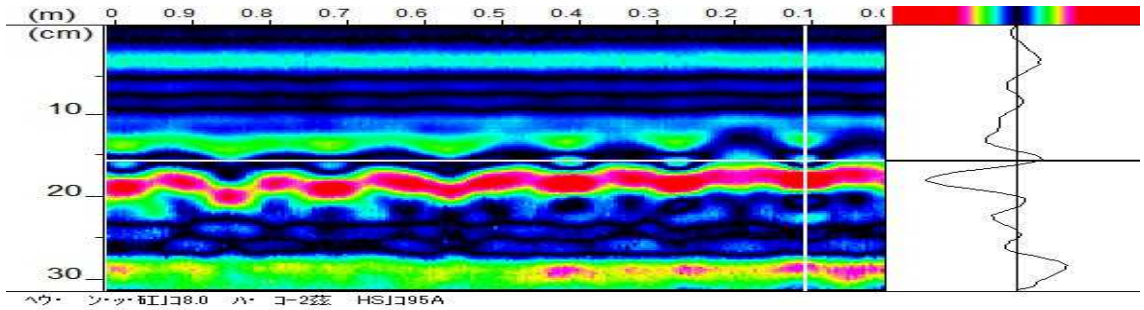
측정 NO.1		측 정 자 료
구조물명		서면2터널
측정위치		S002 천단부
측정철근		주철근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@125
	측정상태	@125
측정피복두께(mm)		150



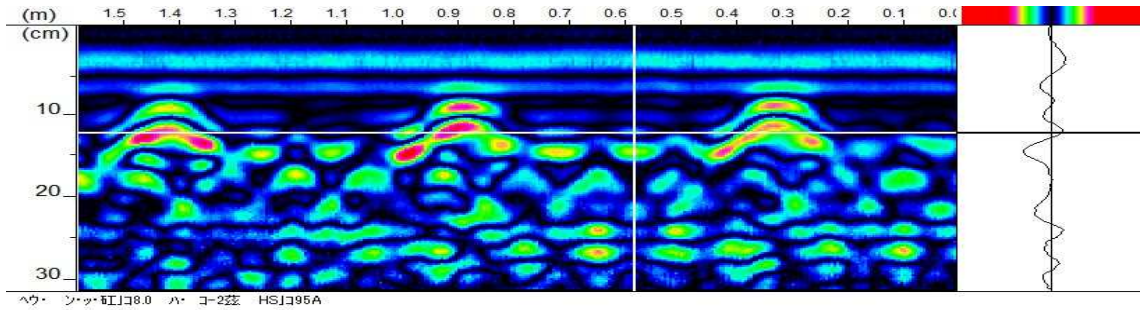
측정 NO.1		측 정 자 료
구조물명		서면2터널
측정위치		S002 천단부
측정철근		배력근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@150
	측정상태	@150
측정피복두께(mm)		112



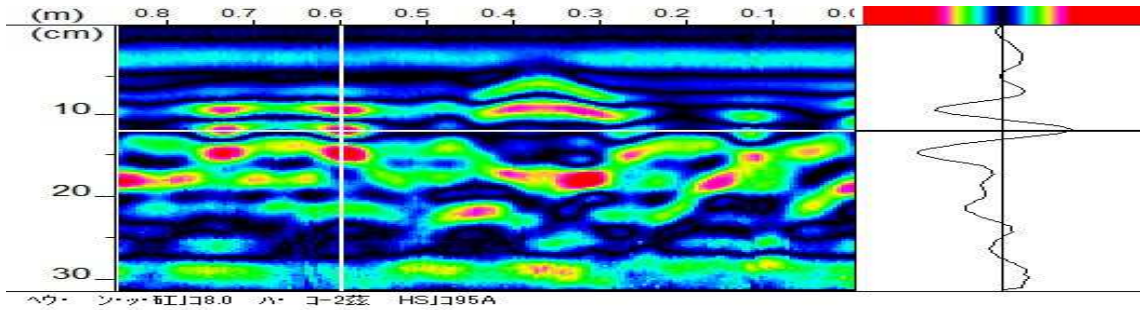
측정 NO.2		측 정 자 료
구조물명		서면2터널
측정위치		S066 천단부
측정철근		주철근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@125
	측정상태	@125
측정피복두께(mm)		155



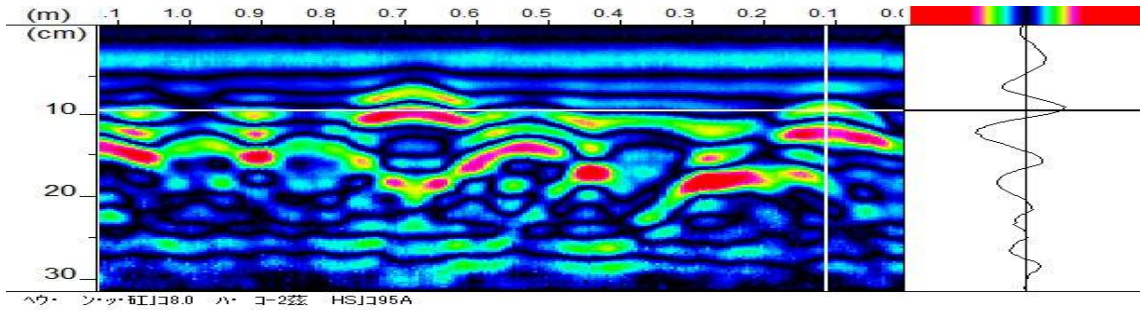
측정 NO.2		측 정 자 료
구조물명		서면2터널
측정위치		S066 천단부
측정철근		배력근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@150
	측정상태	@145
측정피복두께(mm)		110



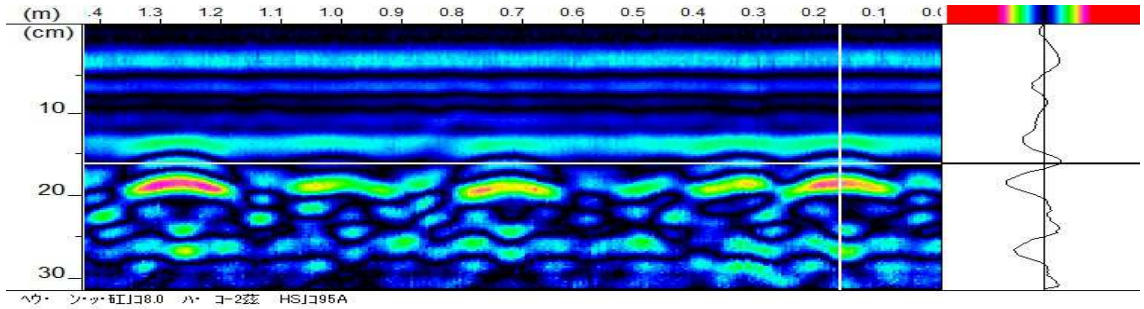
측정 NO.1		측 정 자 료
구조물명		북면터널
측정위치		S003 천단부
측정철근		주철근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@125
	측정상태	@125
측정피복두께(mm)		119



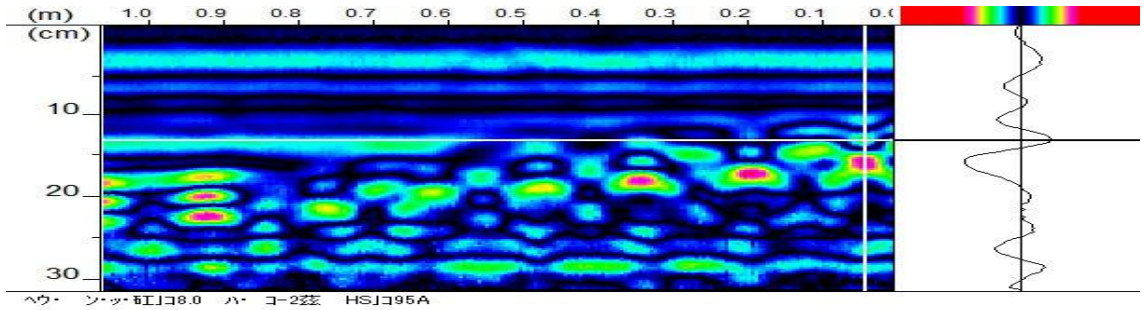
측정 NO.1		측 정 자 료
구조물명		북면터널
측정위치		S003 천단부
측정철근		배력근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@150
	측정상태	@150
측정피복두께(mm)		100



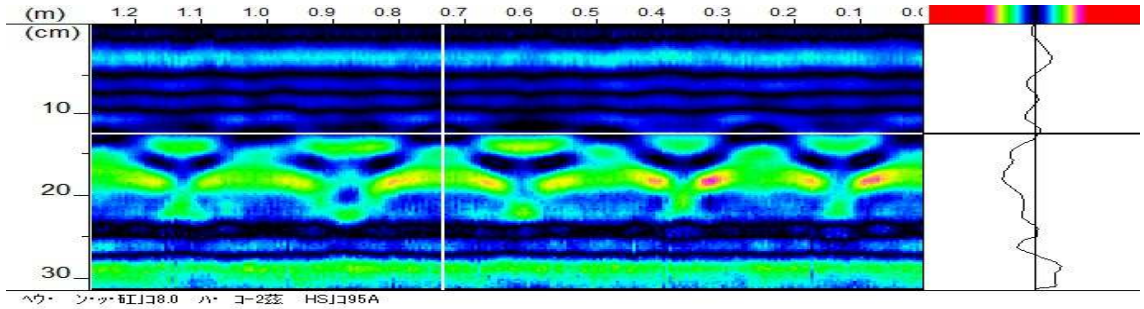
측정 NO.2		측 정 자 료
구조물명		북면터널
측정위치		S050 천단부
측정철근		주철근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@125
	측정상태	@125
측정피복두께(mm)		150



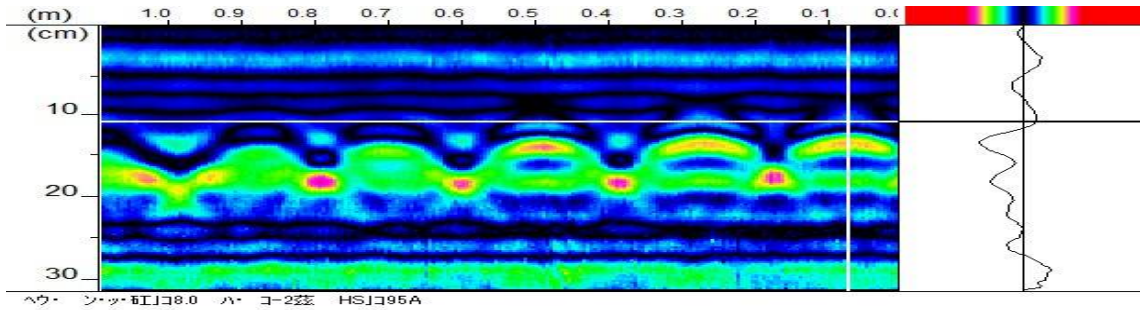
측정 NO.2		측 정 자 료
구조물명		북면터널
측정위치		S050 천단부
측정철근		배력근
배근간격 (mm)	설계상태	D22@150
	측정상태	@150
측정피복두께(mm)		120



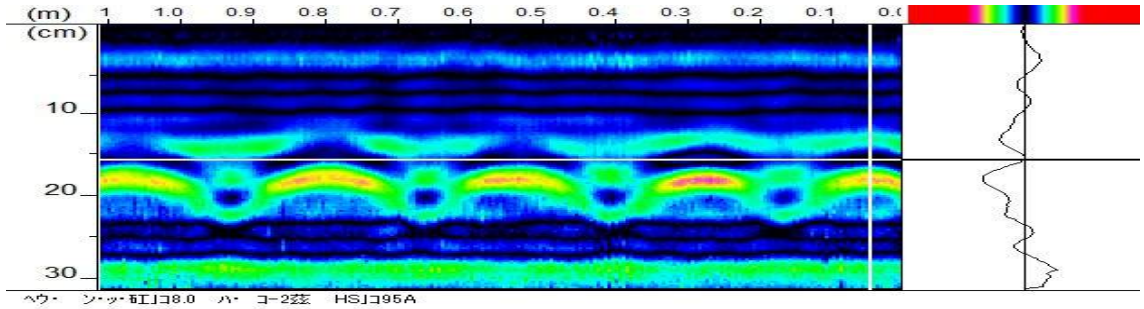
측정 NO.1		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S1
측정철근		수직근
배근간격 (mm)	설계상태	H19@250
	측정상태	@250
측정피복두께(mm)		120



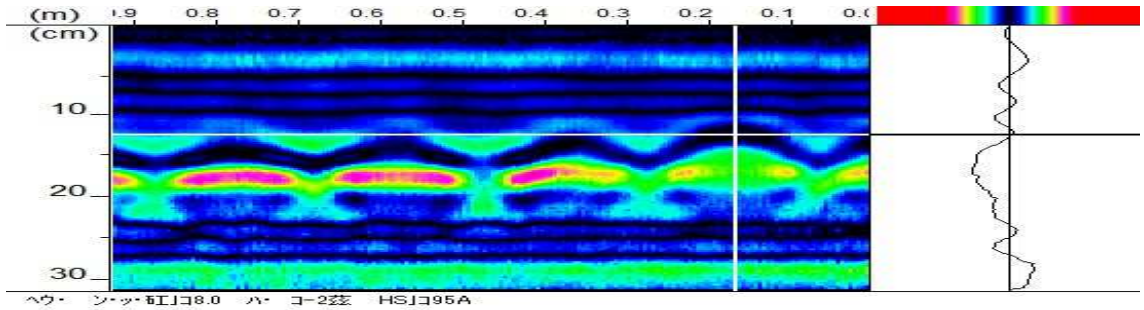
측정 NO.1		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S1
측정철근		수평근
배근간격 (mm)	설계상태	H16@200
	측정상태	@200
측정피복두께(mm)		120



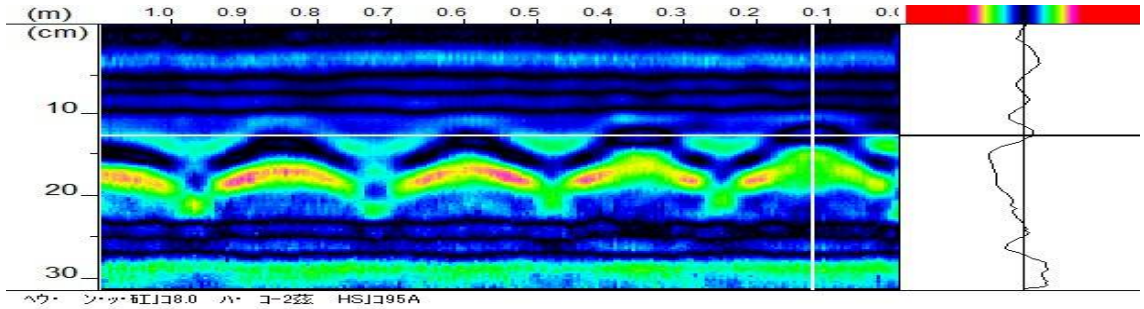
측정 NO.2		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S3
측정철근		수직근
배근간격 (mm)	설계상태	H19@250
	측정상태	@250
측정피복두께(mm)		150



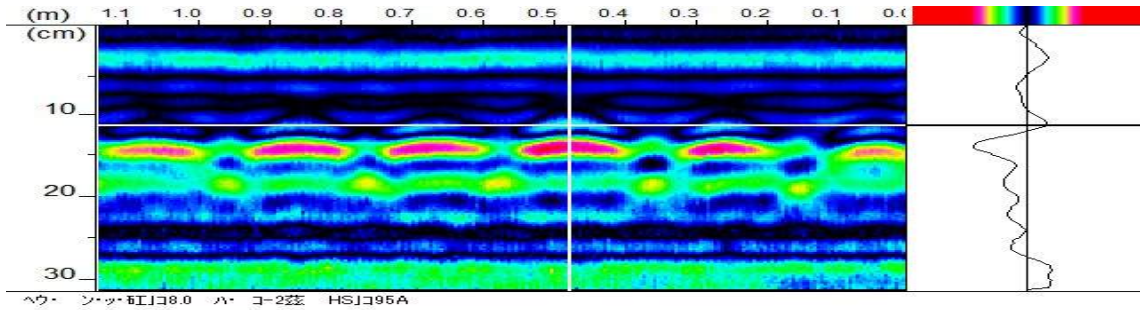
측정 NO.2		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S3
측정철근		수평근
배근간격 (mm)	설계상태	H16@200
	측정상태	@200
측정피복두께(mm)		120



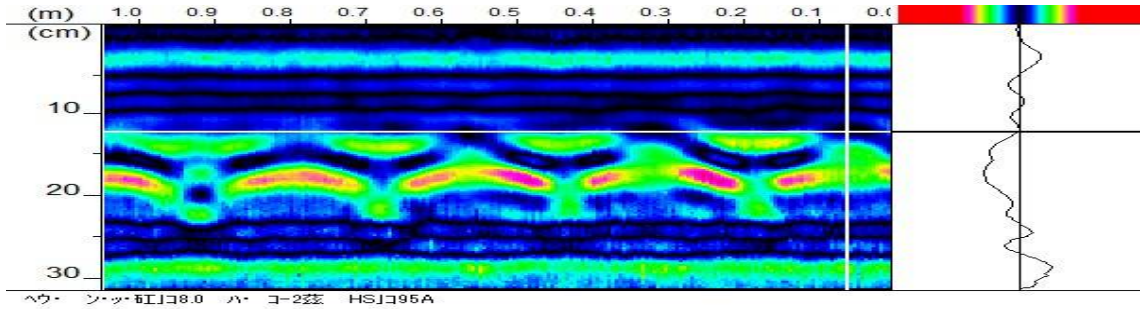
측정 NO.3		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S5
측정철근		수직근
배근간격 (mm)	설계상태	H19@250
	측정상태	@240
측정피복두께(mm)		120



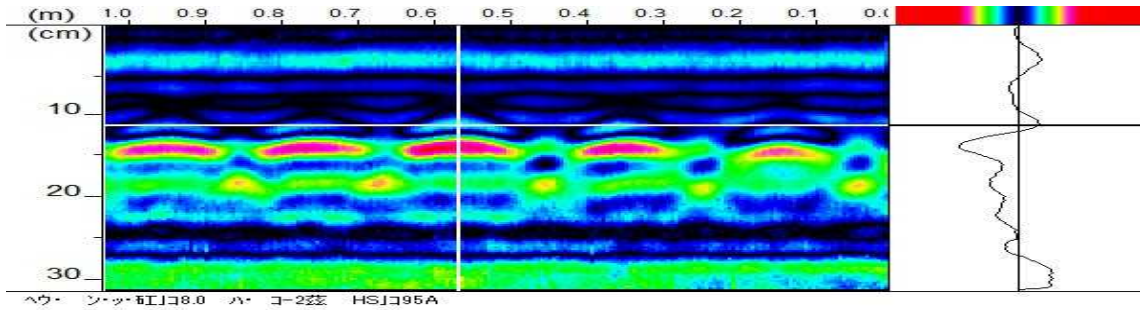
측정 NO.3		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S5
측정철근		수평근
배근간격 (mm)	설계상태	H16@200
	측정상태	@200
측정피복두께(mm)		120



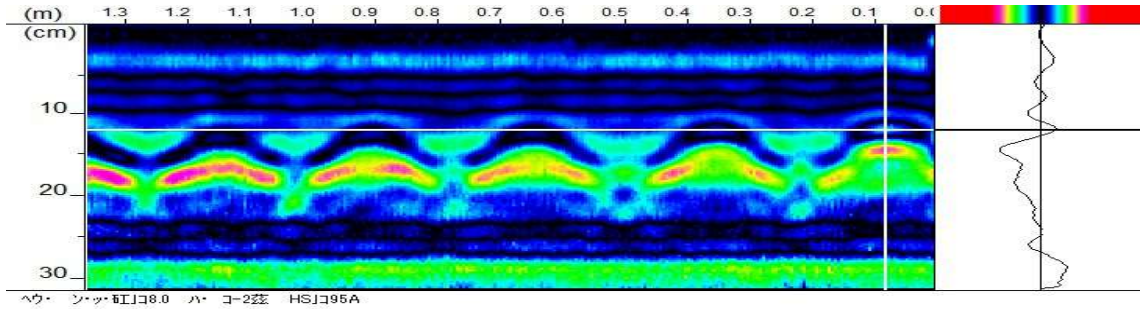
측정 NO.4		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S11
측정철근		수직근
배근간격 (mm)	설계상태	H19@250
	측정상태	@240
측정피복두께(mm)		120



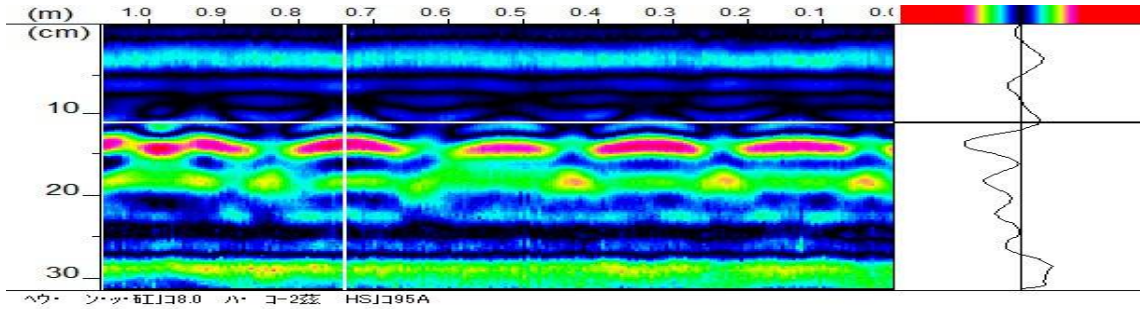
측정 NO.4		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S11
측정철근		수평근
배근간격 (mm)	설계상태	H16@200
	측정상태	@200
측정피복두께(mm)		120



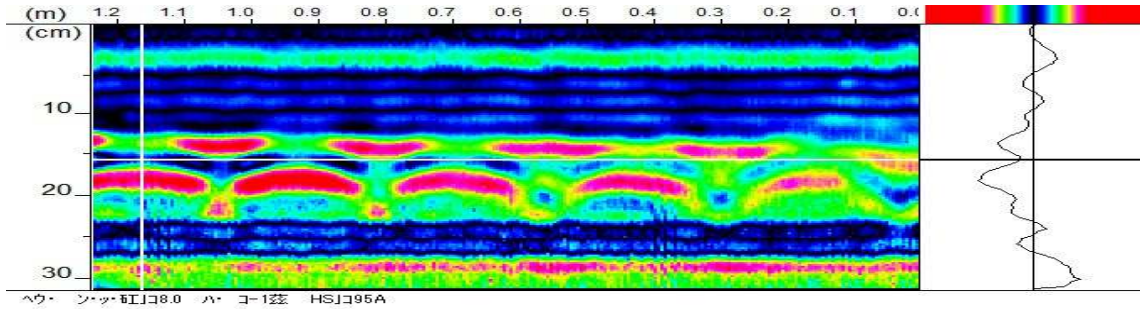
측정 NO.5		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S15
측정철근		수직근
배근간격 (mm)	설계상태	H19@250
	측정상태	@250
측정피복두께(mm)		120



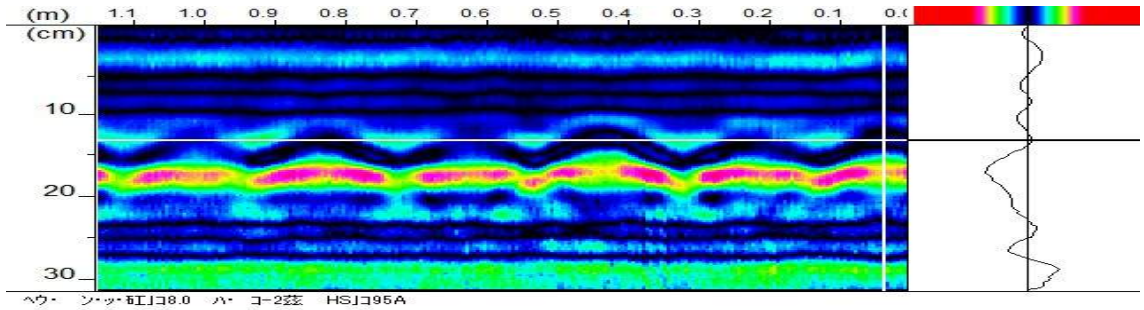
측정 NO.5		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S15
측정철근		수평근
배근간격 (mm)	설계상태	H16@200
	측정상태	@200
측정피복두께(mm)		120



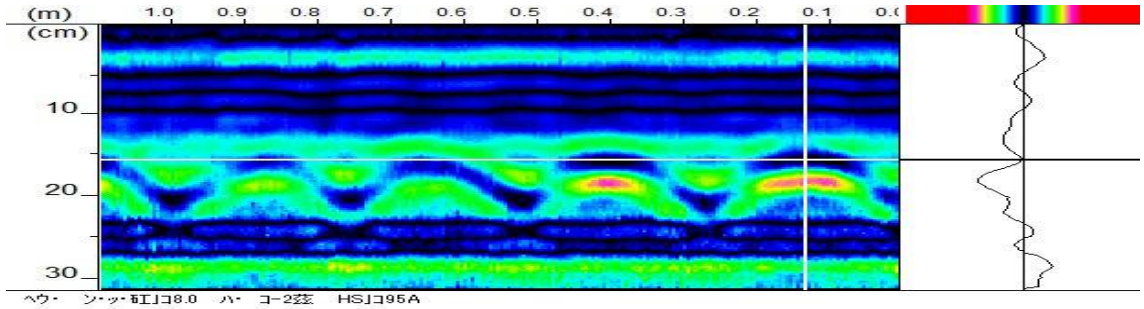
측정 NO.6		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S25
측정철근		수직근
배근간격 (mm)	설계상태	H19@250
	측정상태	@250
측정피복두께(mm)		125



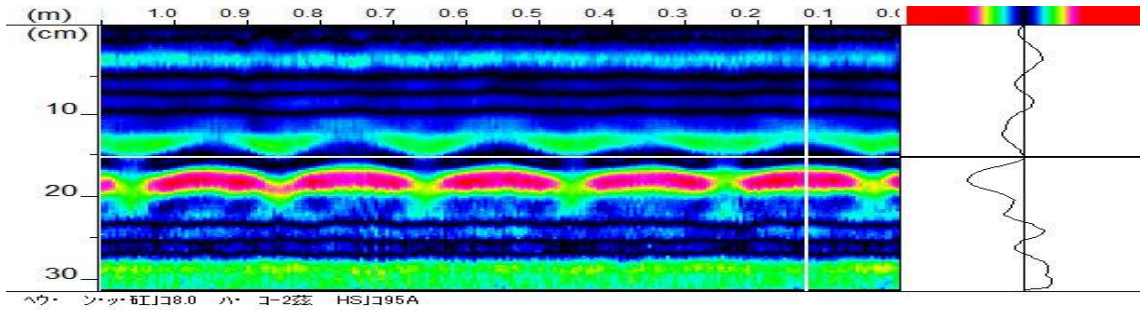
측정 NO.6		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S25
측정철근		수평근
배근간격 (mm)	설계상태	H16@200
	측정상태	@195
측정피복두께(mm)		130



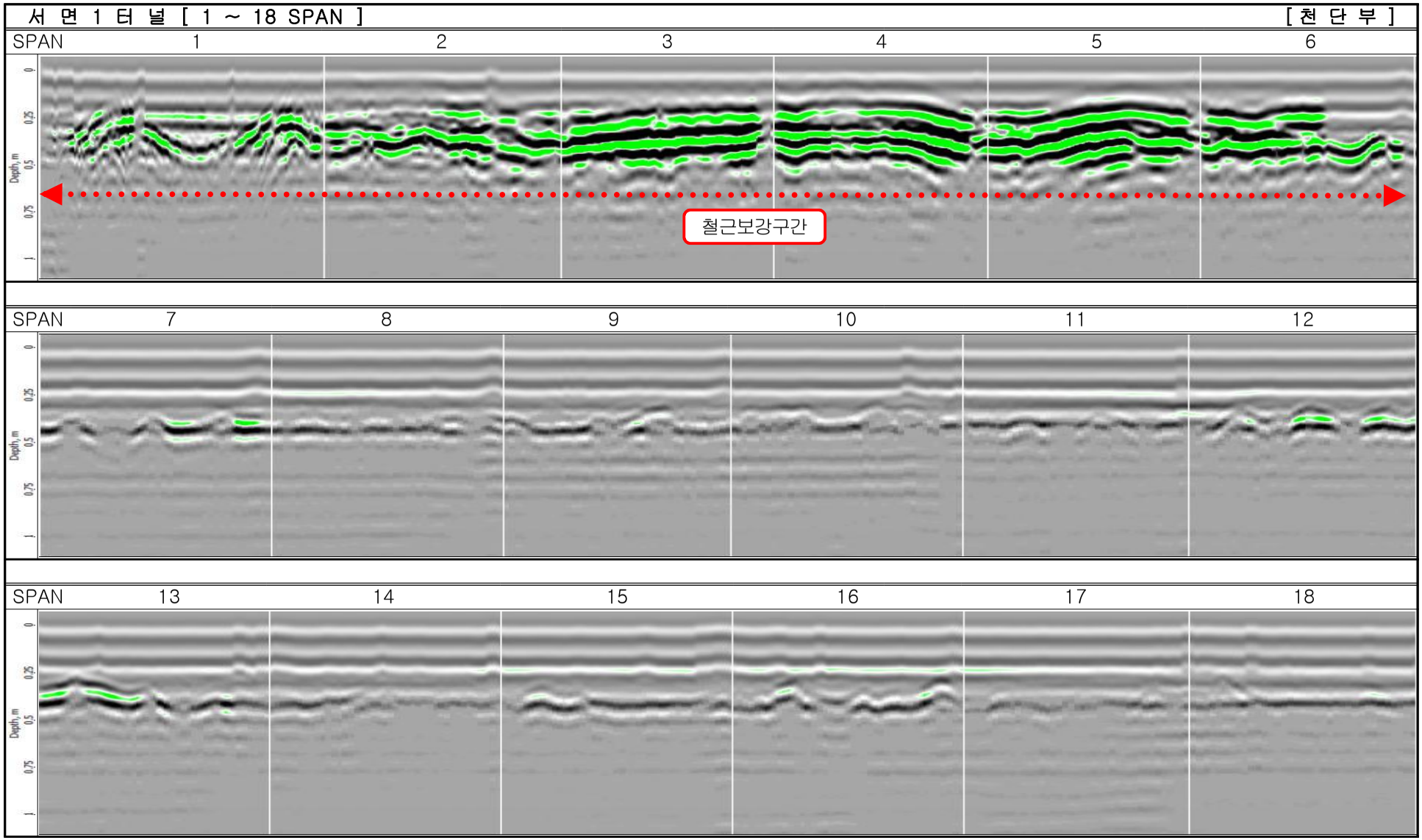
측정 NO.7		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S27
측정철근		수직근
배근간격 (mm)	설계상태	H19@250
	측정상태	@240
측정피복두께(mm)		150



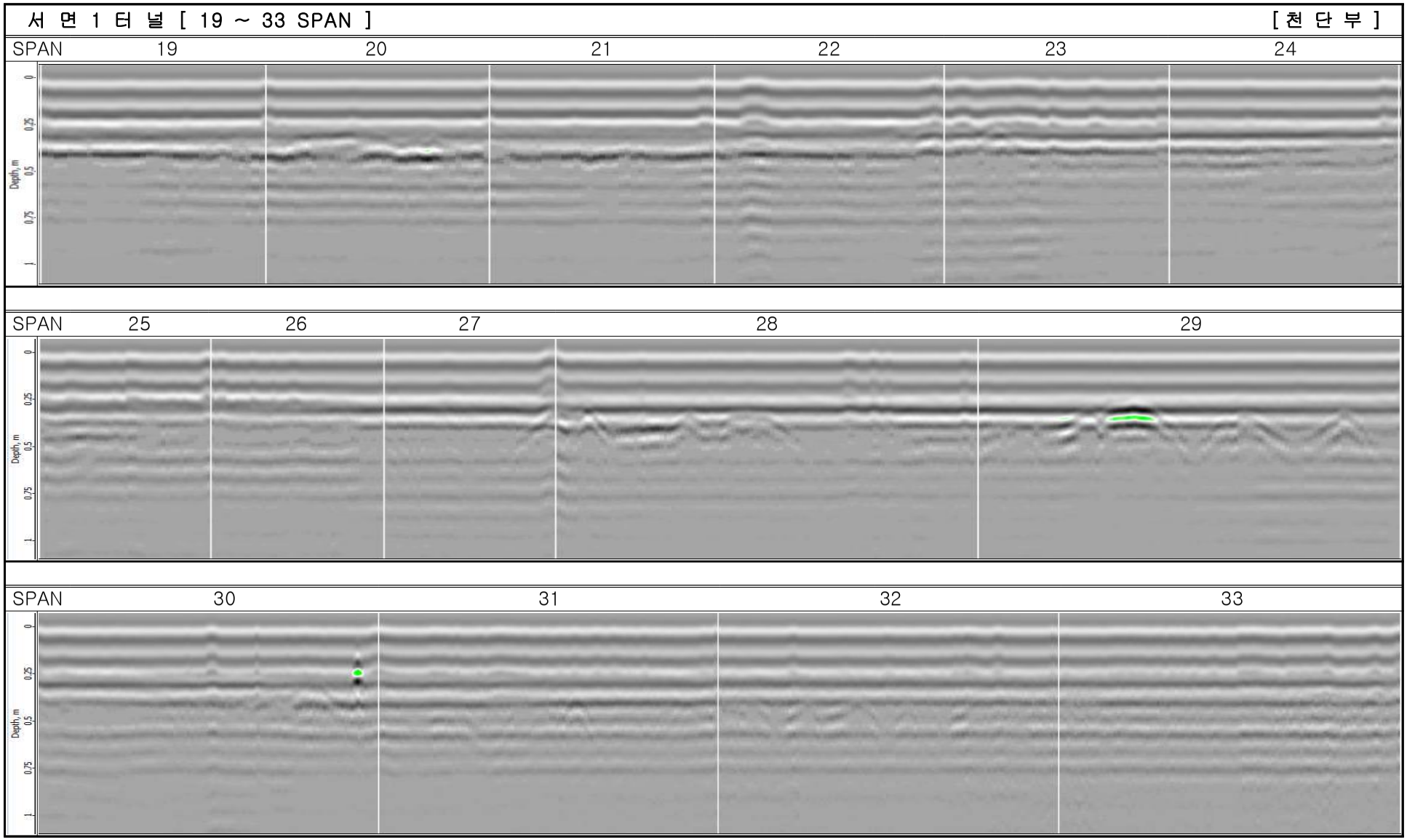
측정 NO.7		측 정 자 료
구조물명		6지구 2구간 옹벽
측정위치		S27
측정철근		수평근
배근간격 (mm)	설계상태	H16@200
	측정상태	@200
측정피복두께(mm)		150



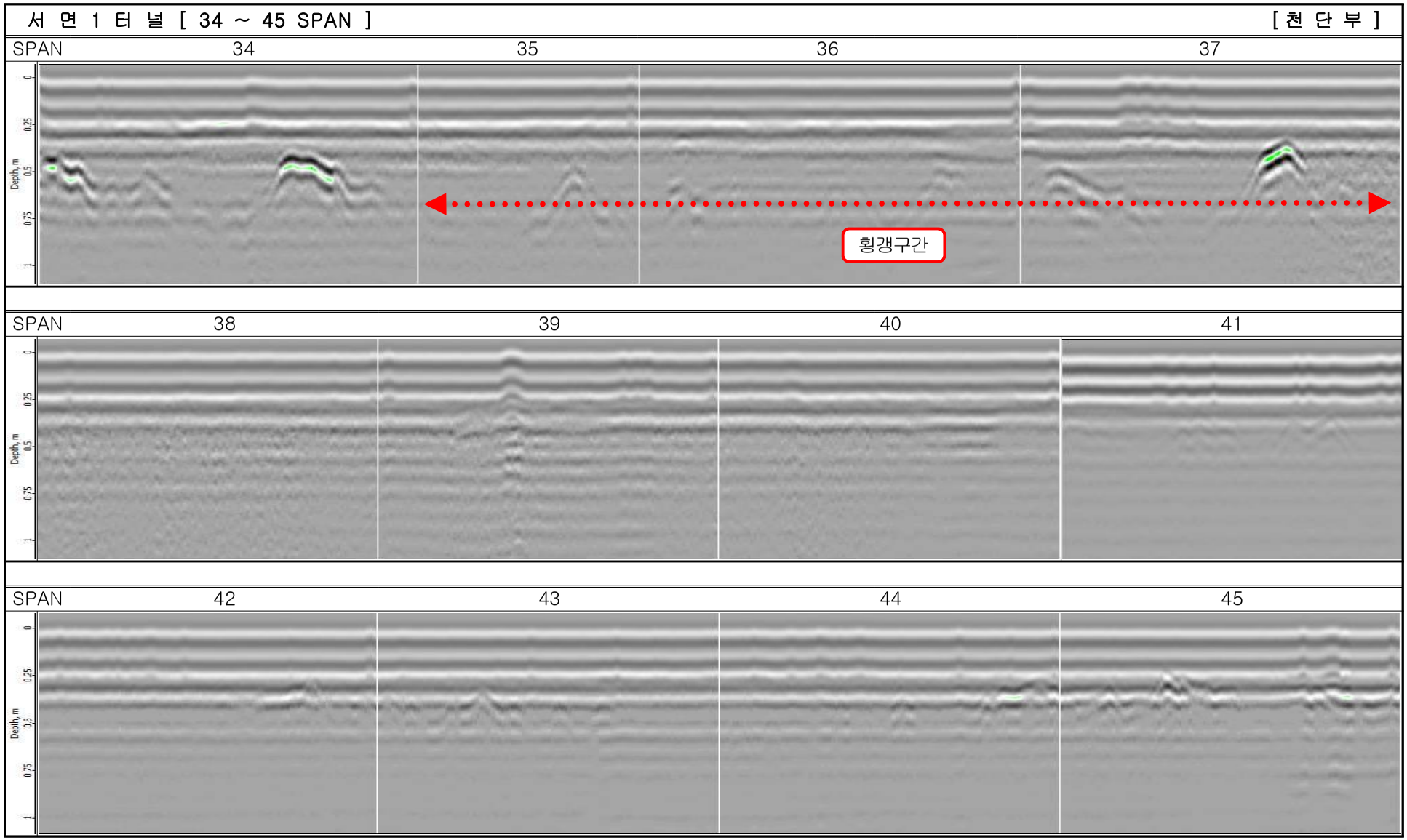
3.4 GPR 탐사


서 면 1 터 널 [1 ~ 18 SPAN]
[천 단 부]
SPAN 1 2 3 4 5 6
철근보강구간
SPAN 7 8 9 10 11 12
SPAN 13 14 15 16 17 18
Depth, m
0
0.25
0.5
0.75
1

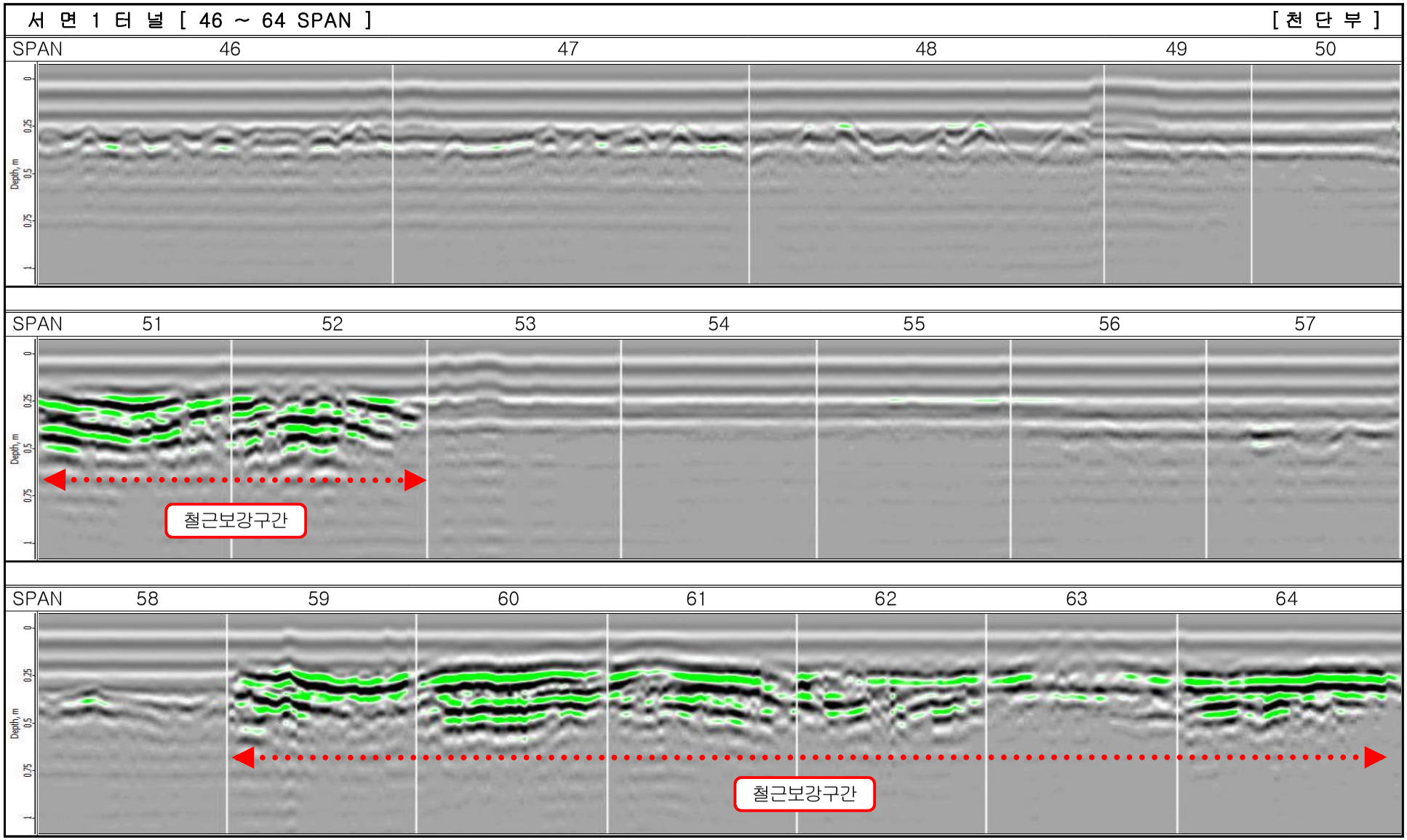
서 면 1 터 널 [19 ~ 33 SPAN] [천 단 부]



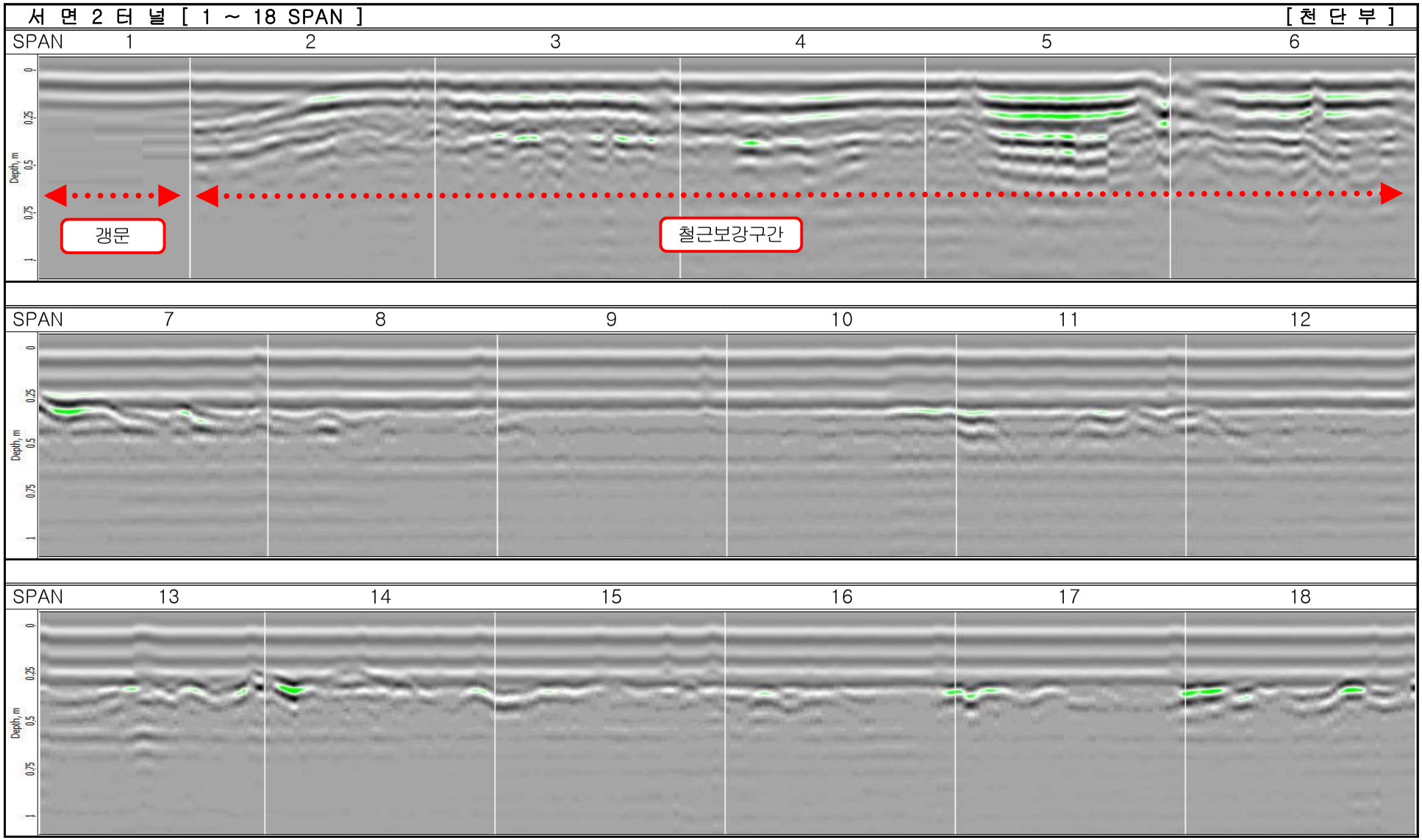
서 면 1 터 널 [34 ~ 45 SPAN] [천 단 부]

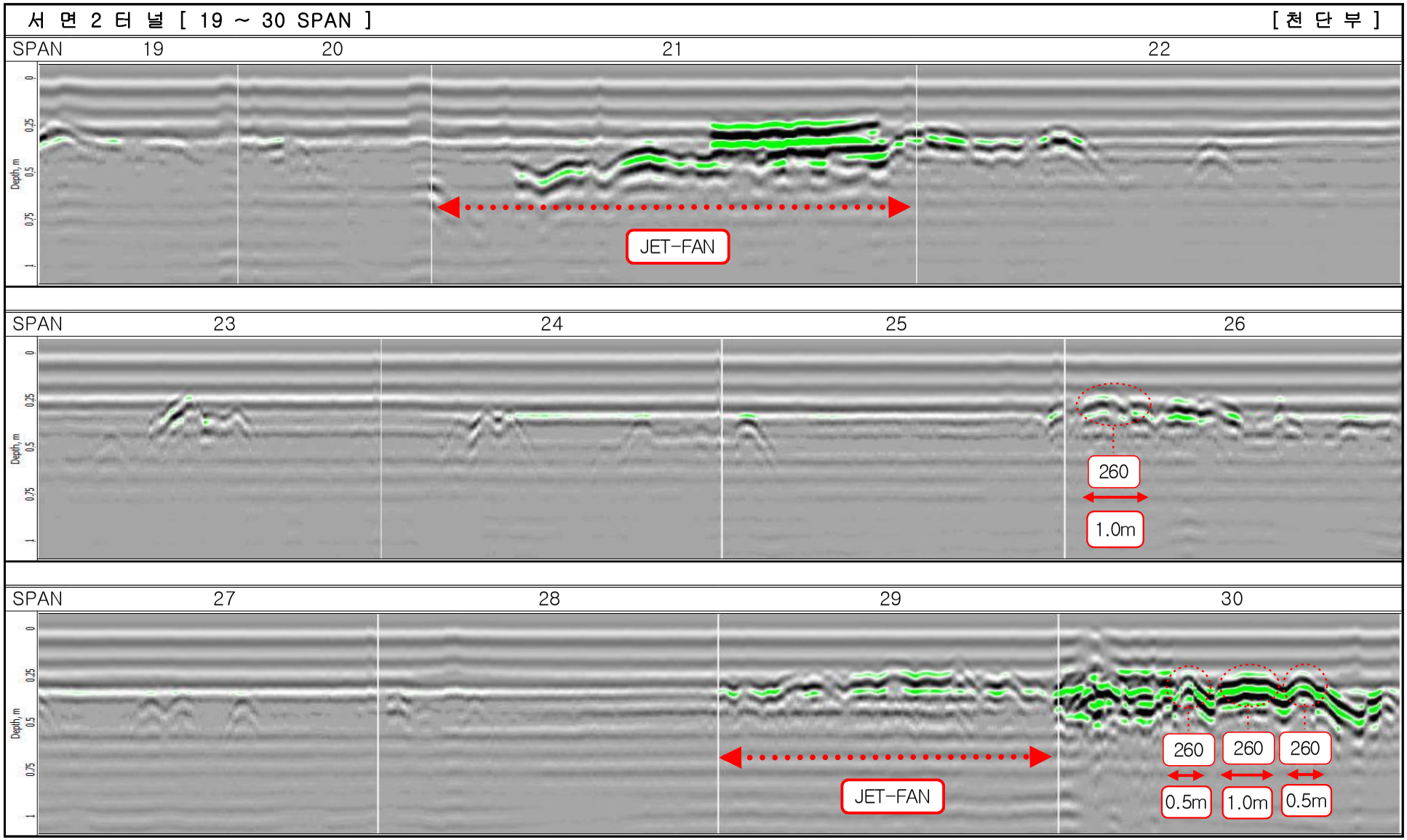


서 면 1 터 널 [46 ~ 64 SPAN] [천 단 부]

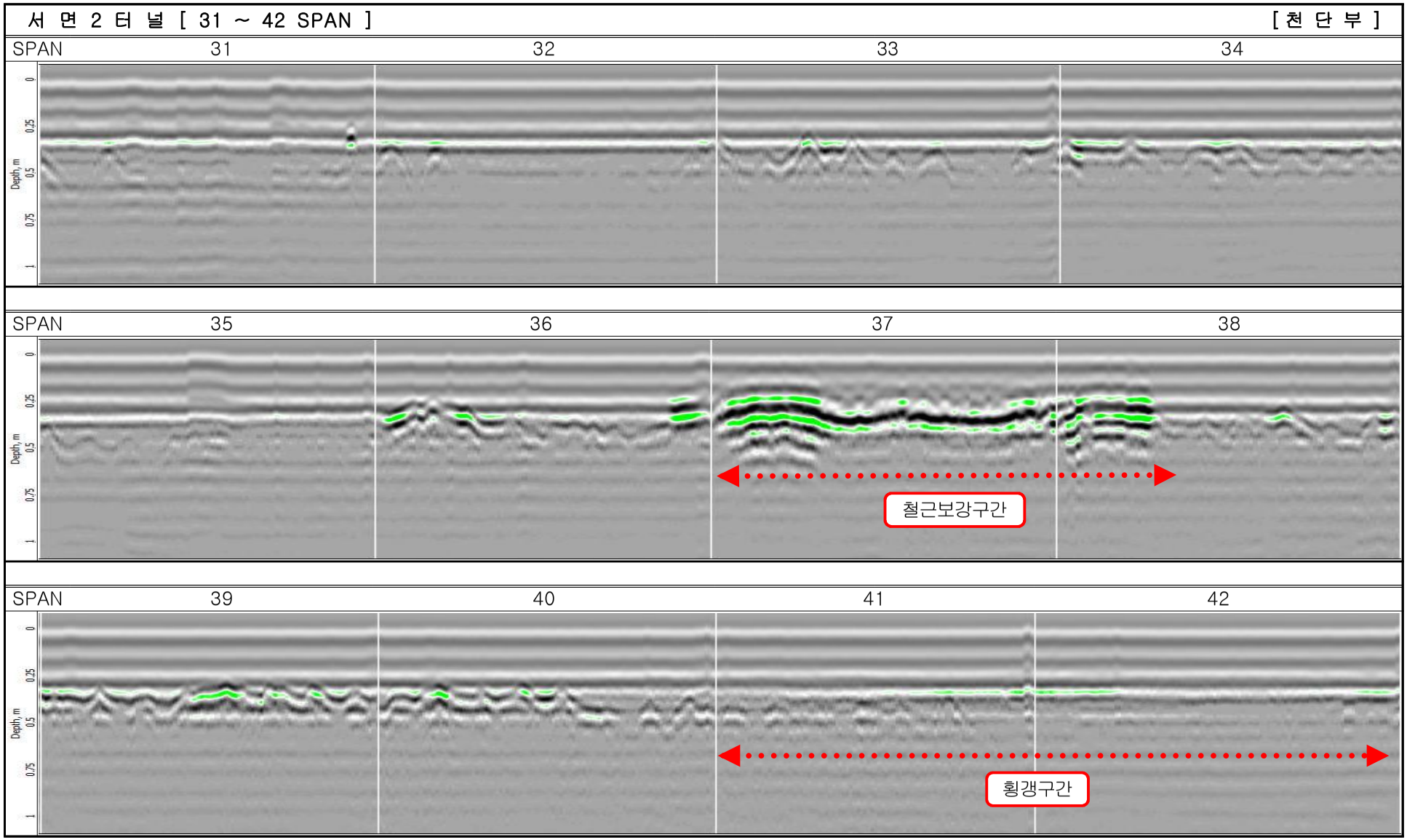


서 면 2 터 널 [1 ~ 18 SPAN] [천 단 부]

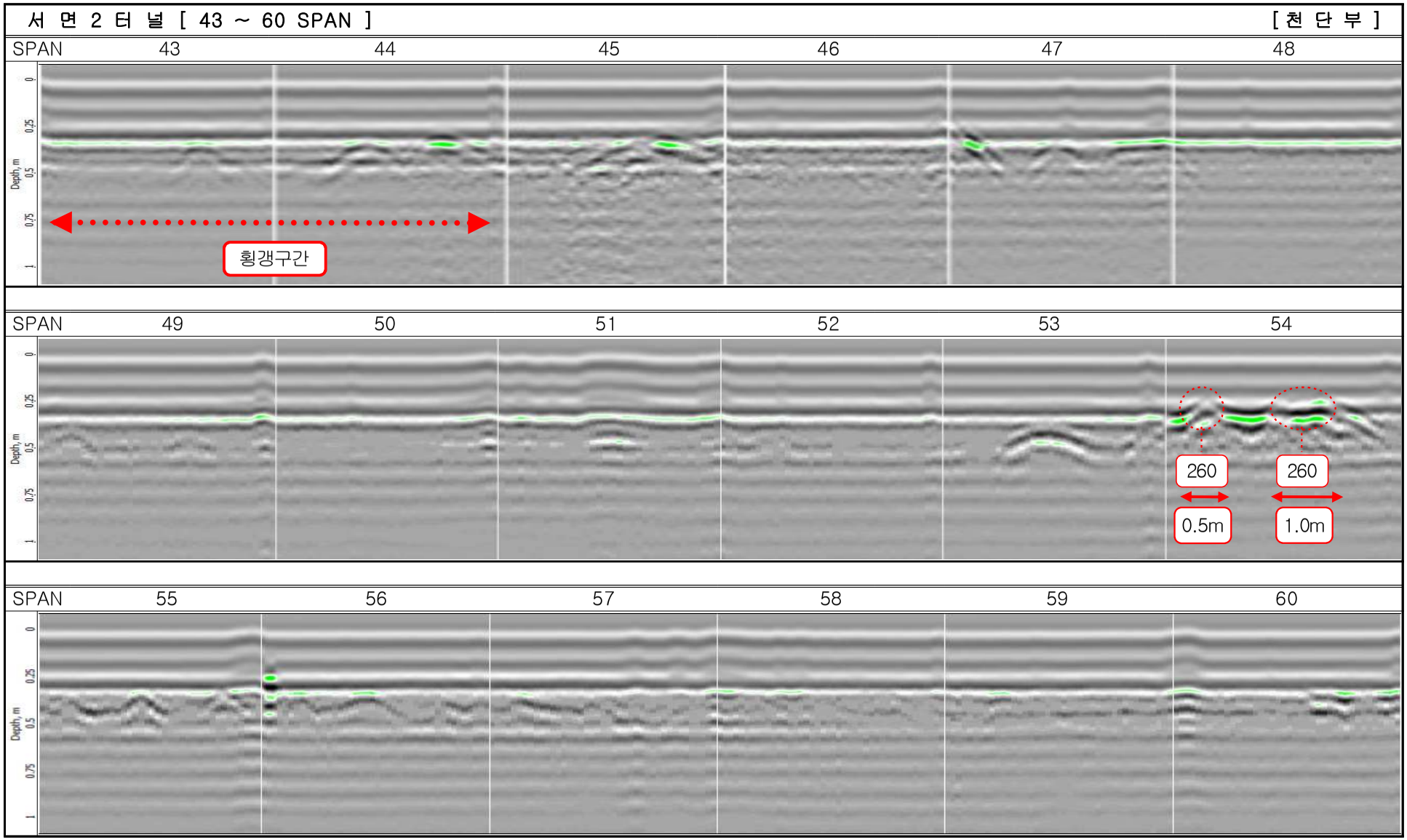



서 면 2 터 널 [19 ~ 30 SPAN]
[천 단 부]
SPAN 19 20 21 22
JET-FAN
SPAN 23 24 25 26
260
1.0m
SPAN 27 28 29 30
JET-FAN
260 260 260
0.5m 1.0m 0.5m
Depth, m
0
0,25
0,5
0,75
1

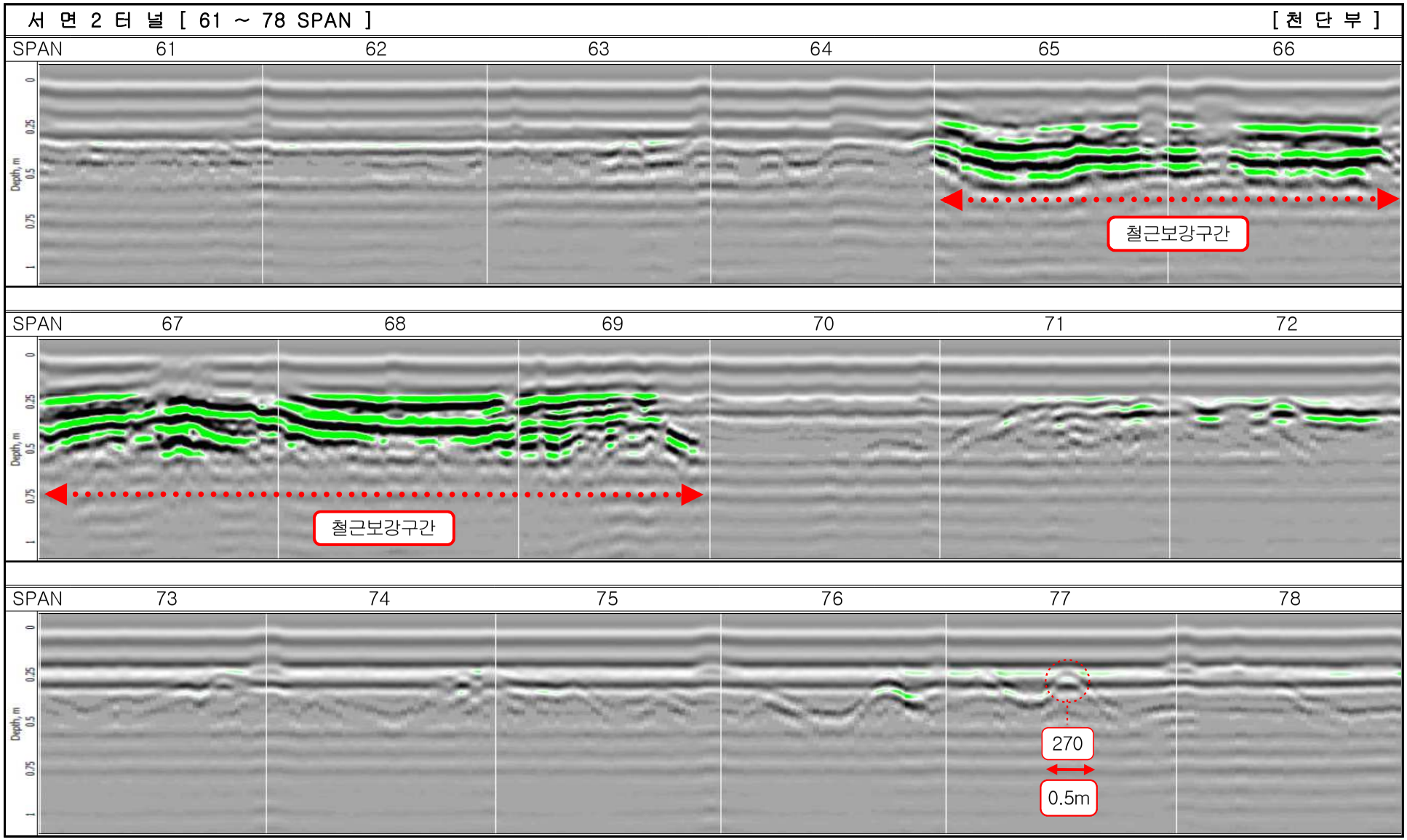
서 면 2 터 널 [31 ~ 42 SPAN] [천 단 부]

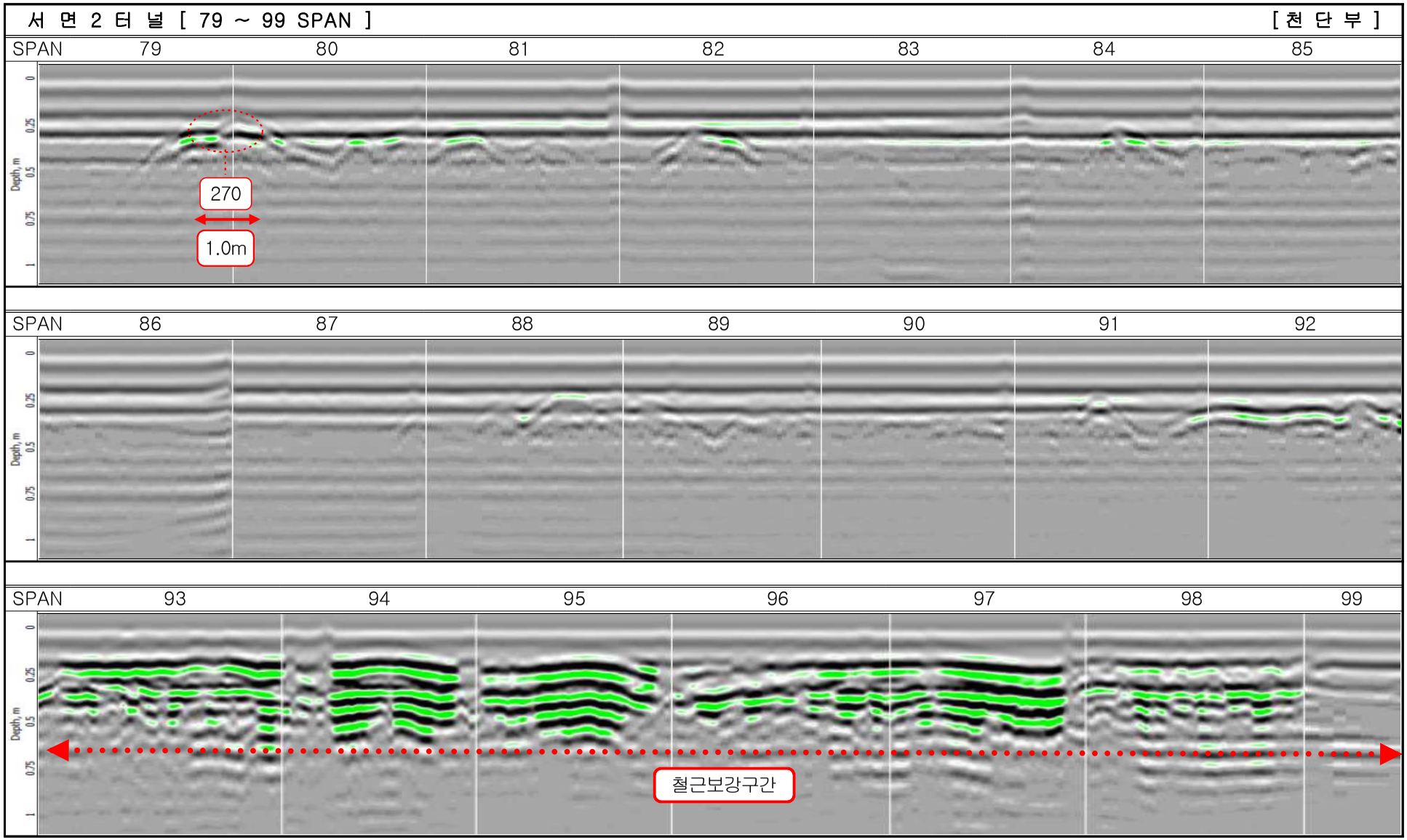


서 면 2 터 널 [43 ~ 60 SPAN] [천 단 부]

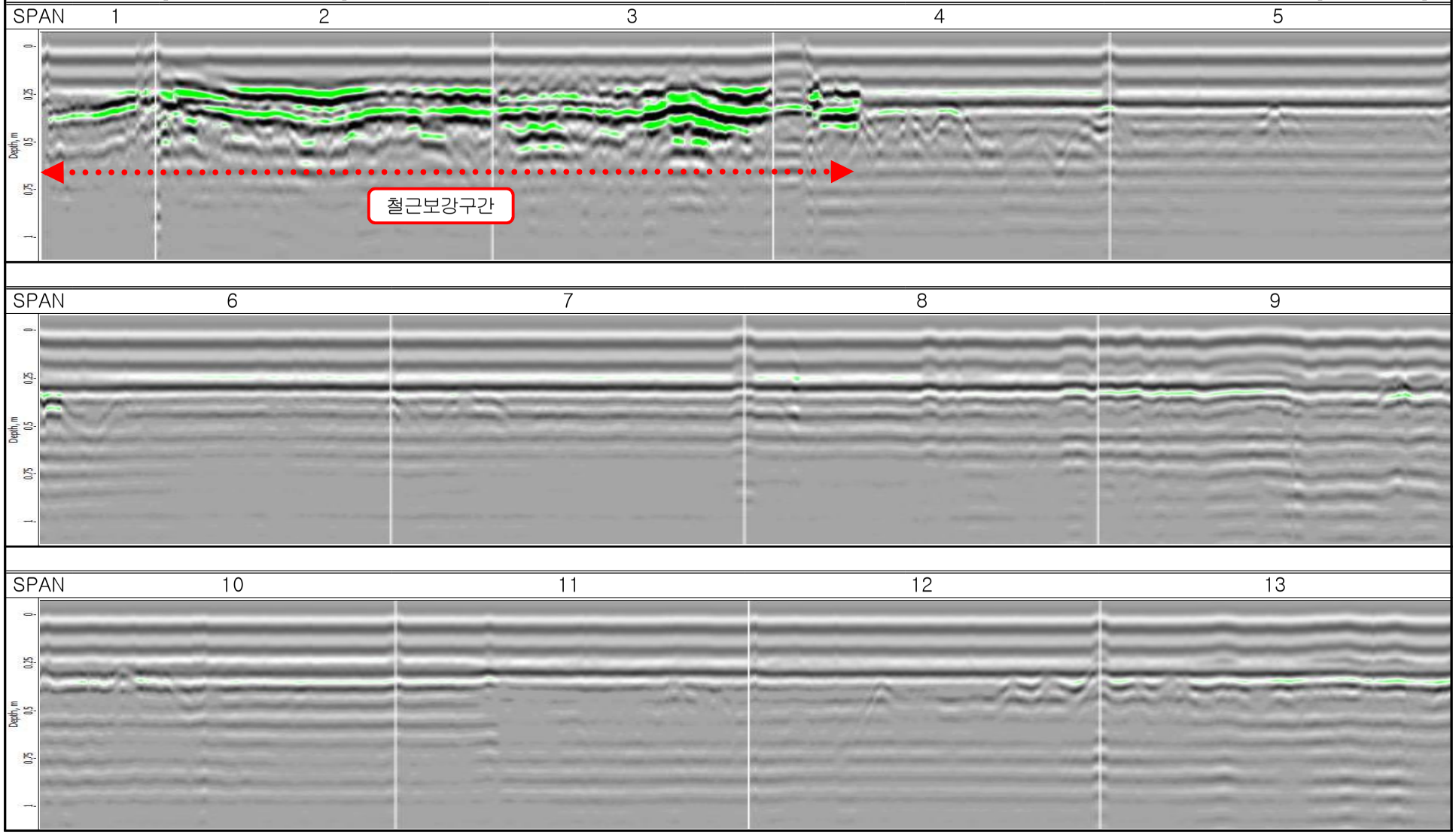


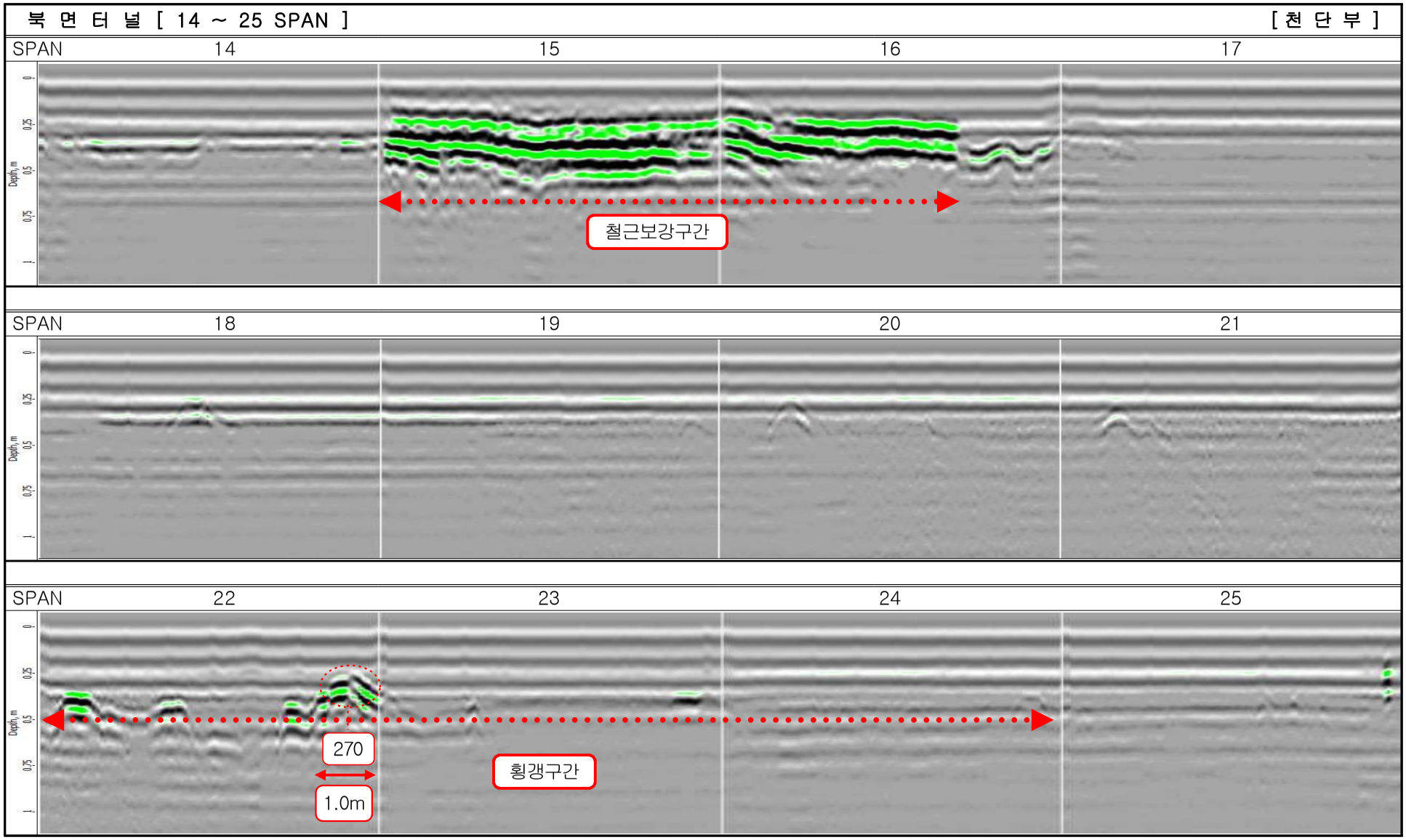
서 면 2 터 널 [61 ~ 78 SPAN] [천 단 부]



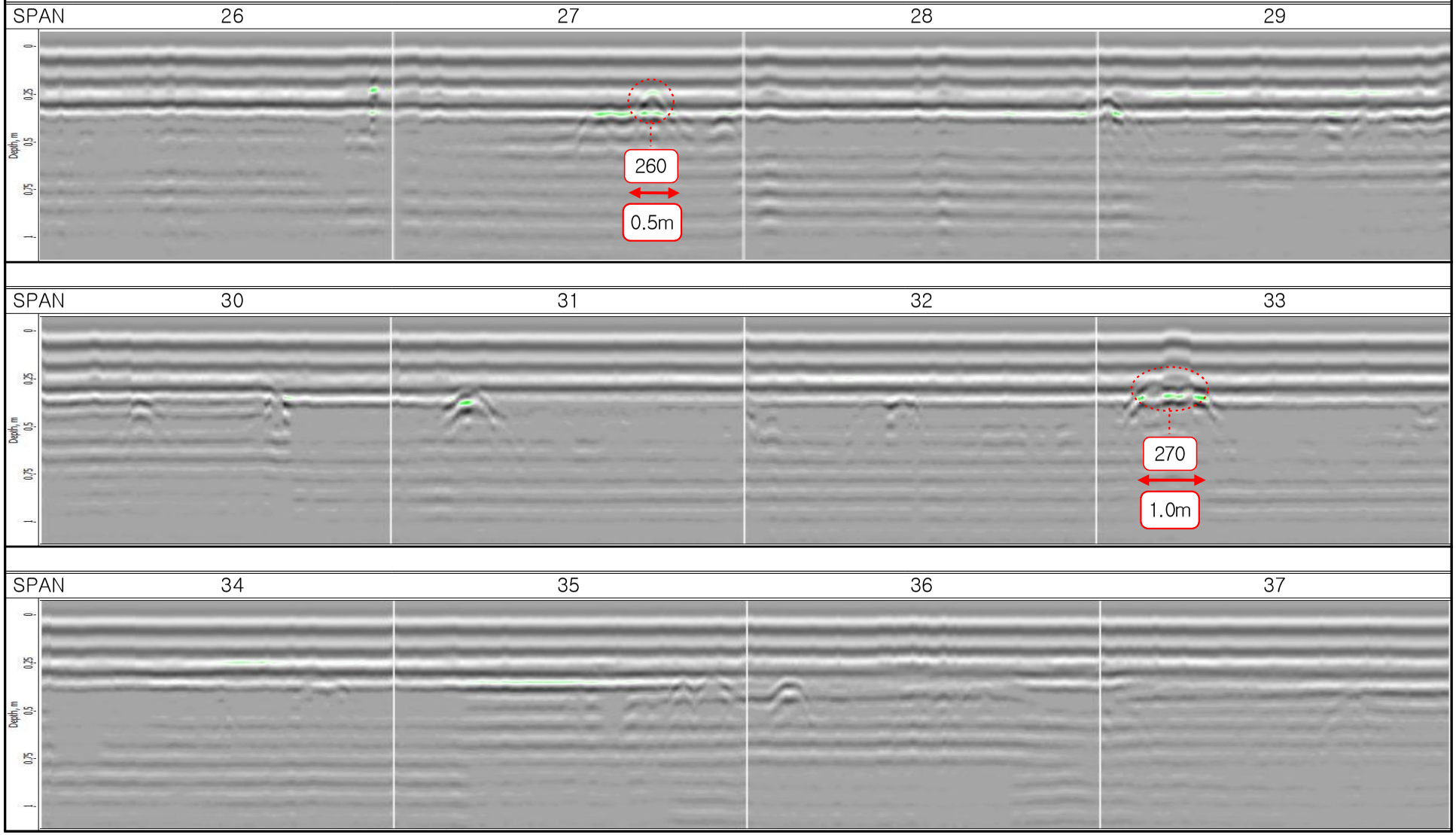

서 면 2 터 널 [79 ~ 99 SPAN]
[천 단 부]
SPAN 79 80 81 82 83 84 85
270
1.0m
SPAN 86 87 88 89 90 91 92
SPAN 93 94 95 96 97 98 99
철근보강구간
Depth, m
0
0.25
0.5
0.75
1

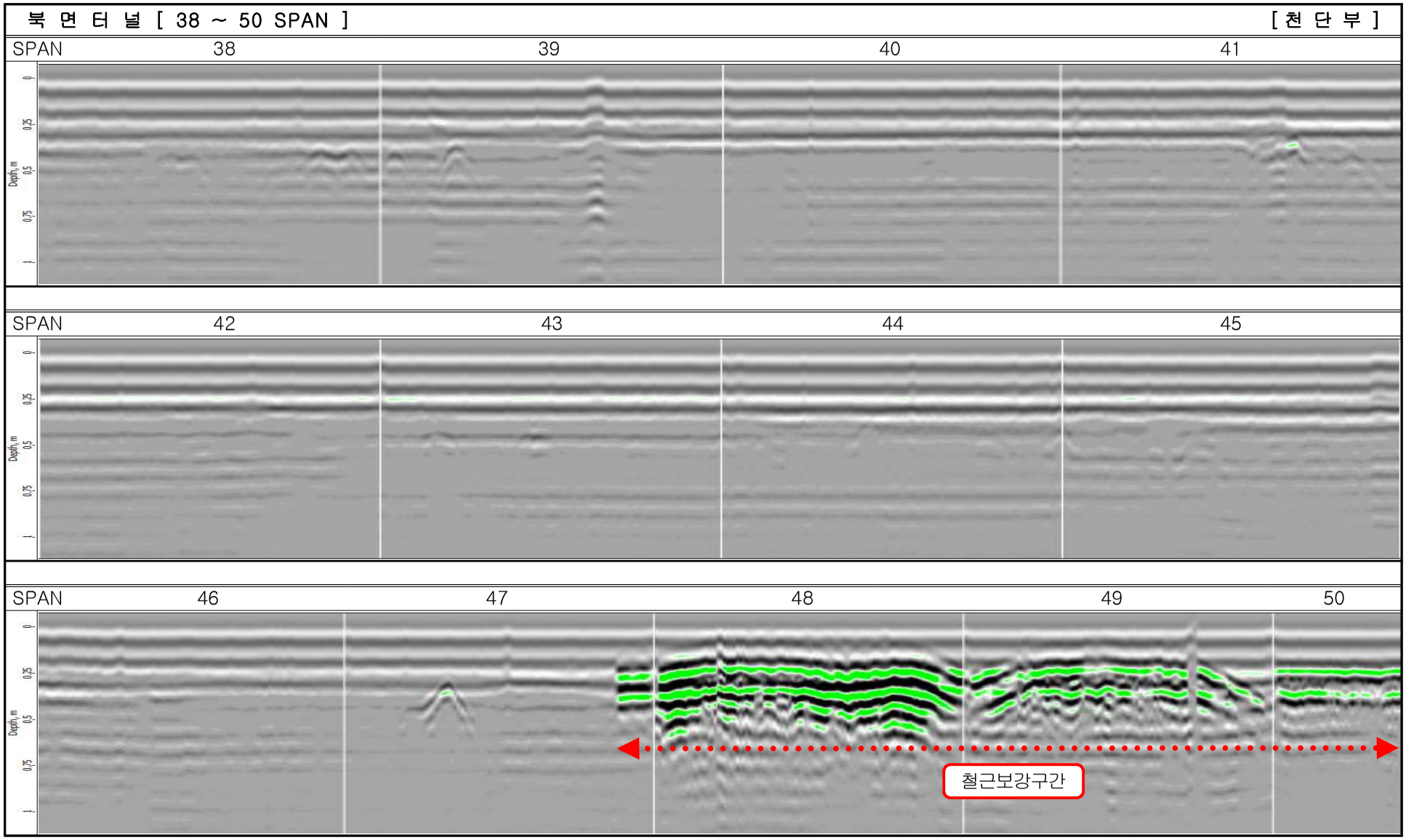
북 면 터 널 [1 ~ 13 SPAN] [천 단 부]




북 면 터 널 [14 ~ 25 SPAN]
[천 단 부]
SPAN
14
15
16
17
철근보강구간
SPAN
18
19
20
21
SPAN
22
23
24
25
270
1.0m
횡갱구간

북 면 터 널 [26 ~ 37 SPAN] [천 단 부]




북 면 터 널 [38 ~ 50 SPAN]
[천 단 부]
SPAN
38
39
40
41
SPAN
42
43
44
45
SPAN
46
47
48
49
50
철근보강구간

4. 상태평가 결과자료

서면1터널

가. NATM 터널(철근) 결함지수

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화						결함점수합계	결합지수	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물			
S1	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S2	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S3	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00	철근
S4	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S5	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S6	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S35	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S36	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S37	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S51	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S52	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S59	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S60	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00	철근
S61	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S62	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S63	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S64	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
등급		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		a	

가. NATM 터널(무근) 결함지수

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화						결함점수합계	결합지수	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물			
S7	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S8	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S9	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S10	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S11	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S12	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S13	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S14	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S15	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S16	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S17	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S18	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S19	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S20	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S21	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S22	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S23	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S24	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S25	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S26	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S27	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S28	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S29	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S30	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S31	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S32	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S33	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S34	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S38	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S39	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S40	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S41	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S42	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S43	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S44	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S45	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S46	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S47	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S48	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S49	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S50	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S53	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S54	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S55	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S56	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S57	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S58	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
등급		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		a	

나. NATM 터널(철근) 결함등급

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화							결함등급	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물		
S1	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S2	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S3	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	-	a	
S4	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S5	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S6	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S35	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S36	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S37	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S51	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S52	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S59	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S60	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	-	a	
S61	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S62	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S63	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S64	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
산술평균		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	

나. NATM 터널(무근) 결함등급

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화							결함등급	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물		
S7	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S8	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S9	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S10	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S11	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S12	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S13	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S14	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S15	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S16	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S17	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S18	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S19	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S20	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S21	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S22	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S23	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S24	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S25	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S26	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S27	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S28	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S29	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S30	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S31	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S32	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S33	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S34	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S38	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S39	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S40	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S41	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S42	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S43	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S44	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S45	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S46	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S47	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S48	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S49	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S50	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S53	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S54	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S55	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S56	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S57	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S58	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
산술평균		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	

다. 주변상태 결함점수 산정

터널주변	결함점수 배점		결함점수	비고
배수상태	오염없음		0.00	
	배수시설양호			
지반상태	풍화변질 및 단층파쇄대	영향범위 외	1.00	
갱문상태	경미한 손상		0.50	
공동구상태	공동구 덮개 양호		0.00	
	공동구 내부 양호			
특수조건	낙수 및 동결위험 없음		0.00	
합 계			1.50	

라. NATM 터널(철근) 기본시설 상태평가

균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화							주변상태					결함점수합계
			박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.50
기본시설 결함지수(F) =∑결함점수(1.50) /43 = 0.035										대표등급 : A					

라. NATM 터널(무근) 기본시설 상태평가

균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화							주변상태					결함점수합계
			박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.50
기본시설 결함지수(F) =∑결함점수(1.50) /34 = 0.044										대표등급 : A					

라. 기본시설 상태평가

구분	결함지수	상태평가	연장(a)	연장비	환산결함지수
NATM 터널(철근)	0.035	A	70.00	0.153	0.005
NATM 터널(무근)	0.044	A	389.00	0.847	0.037
결함지수					0.043
상태평가 등급					A

서면2터널

가. NATM 터널(철근) 결함지수

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화						결함점수합계	결합지수	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물			
S1	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S2	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00	철근
S3	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S4	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S5	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S6	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S21	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S29	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S37	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S38	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S41	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S42	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S43	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S44	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S65	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S66	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00	철근
S67	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S68	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S69	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S93	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S94	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S95	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S96	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S97	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S98	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S99	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
등급		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		a	

가. NATM 터널(무근) 결함지수

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화							결함점수합계	결합지수	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물			
S7	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S8	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S9	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S10	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S11	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S12	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S13	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S14	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S15	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S16	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S17	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S18	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S19	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S20	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S22	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S23	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S24	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S25	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S26	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S27	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S28	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S30	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S31	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S32	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S33	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S34	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S35	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S36	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S39	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S40	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S45	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S46	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S47	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S48	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S49	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S50	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S51	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S52	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S53	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S54	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S55	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S56	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S57	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S58	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S59	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S60	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S61	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S62	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S63	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S64	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S70	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S71	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S72	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S73	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S74	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S75	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S76	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S77	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S78	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S79	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S80	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S81	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S82	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S83	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S84	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S85	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S86	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S87	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S88	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S89	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S90	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S91	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S92	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
등급		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		a	

나. NATM 터널(철근) 결함등급

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화						결함등급	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물		
S1	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S2	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	-	a	
S3	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S4	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S5	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S6	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S21	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S29	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S37	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S38	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S41	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S42	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S43	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S44	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S65	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S66	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	-	a	
S67	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S68	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S69	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S93	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S94	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S95	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S96	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S97	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S98	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S99	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
산술평균		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	

나. NATM 터널(무근) 결함등급

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화						결함등급	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물		
S7	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S8	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S9	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S10	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S11	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S12	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S13	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S14	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S15	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S16	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S17	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S18	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S19	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S20	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S22	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S23	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S24	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S25	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S26	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S27	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S28	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S30	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S31	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S32	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S33	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S34	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S35	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S36	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S39	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S40	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S45	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S46	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S47	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S48	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S49	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S50	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S51	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S52	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S53	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S54	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S55	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S56	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S57	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S58	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S59	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S60	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S61	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S62	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S63	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S64	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S70	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S71	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S72	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S73	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S74	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S75	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S76	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S77	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S78	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S79	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S80	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S81	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S82	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S83	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S84	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S85	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S86	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S87	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S88	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S89	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S90	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S91	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S92	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
산술평균		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	

다. 주변상태 결함점수 산정

터널주변	결함점수 배점		결함점수	비고
배수상태	오염없음		0.00	
	배수시설양호			
지반상태	풍화변질 및 단층파쇄대	영향범위 외	1.00	
갱문상태	경미한 손상		0.50	
공동구상태	공동구 덮개 양호		0.00	
	공동구 내부 양호			
특수조건	낙수 및 동결위험 없음		0.00	
합 계			1.50	

라. NATM 터널(철근) 기본시설 상태평가

균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화							주변상태					결함점수합계
			박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.50
기본시설 결함지수(F) =∑결함점수(1.50) /43 = 0.035										대표등급 : A					

라. NATM 터널(무근) 기본시설 상태평가

균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화							주변상태					결함점수합계
			박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.50
기본시설 결함지수(F) =∑결함점수(1.50) /34 = 0.044										대표등급 : A					

라. 기본시설 상태평가

구분	결함지수	상태평가	연장(a)	연장비	환산결함지수
NATM 터널(철근)	0.035	A	160.40	0.259	0.009
NATM 터널(무근)	0.044	A	459.60	0.741	0.033
결함지수					0.042
상태평가 등급					A

북면터널

가. NATM 터널(철근) 결함지수

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화						결함점수합계	결합지수	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물			
S1	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S2	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S3	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00	철근
S4	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S15	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S16	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S22	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S23	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S24	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S47	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S48	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S49	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	철근
S50	NATM 터널(철근)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00	철근
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
등급		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		a	

가. NATM 터널(무근) 결함지수

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화							결함점수합계	결합지수	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물			
S5	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S6	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S7	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S8	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S9	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S10	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S11	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S12	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S13	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S14	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S17	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S18	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S19	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S20	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S21	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S25	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S26	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S27	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S28	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S29	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S30	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S31	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S32	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S33	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S34	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S35	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S36	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S37	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S38	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S39	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S40	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S41	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S42	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S43	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S44	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S45	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
S46	NATM 터널(무근)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.00	무근
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
등급		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		a	

나. NATM 터널(철근) 결함등급

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화						결함등급	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물		
S1	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S2	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S3	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	-	a	
S4	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S15	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S16	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S22	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S23	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S24	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S47	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S48	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S49	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S50	NATM 터널(철근)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	-	a	
산술평균		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	

나. NATM 터널(무근) 결함등급

Sheet		균열	누수	파손및 손상	재질열화						결함등급	비고
No	형식				박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물		
S5	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S6	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S7	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S8	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S9	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S10	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S11	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S12	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S13	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S14	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S17	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S18	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S19	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S20	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S21	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S25	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S26	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S27	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S28	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S29	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S30	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S31	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S32	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S33	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S34	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S35	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S36	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S37	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S38	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S39	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S40	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S41	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S42	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S43	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S44	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S45	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
S46	NATM 터널(무근)	a	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a	
산술평균		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	

다. 주변상태 결함점수 산정

터널주변	결함점수 배점		결함점수	비고
배수상태	오염없음		0.00	
	배수시설양호			
지반상태	풍화변질 및 단층파쇄대	영향범위 외	1.00	
갱문상태	경미한 손상		0.50	
공동구상태	공동구 덮개 양호		0.00	
	공동구 내부 양호			
특수조건	낙수 및 동결위험 없음		0.00	
합 계			1.50	

라. NATM 터널(철근) 기본시설 상태평가

균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화							주변상태					결함점수합계
			박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.50
기본시설 결함지수(F) =∑결함점수(1.50) /43 = 0.035										대표등급 : A					

라. NATM 터널(무근) 기본시설 상태평가

균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화							주변상태					결함점수합계
			박리	층분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.50
기본시설 결함지수(F) =∑결함점수(1.50) /34 = 0.044										대표등급 : A					

라. 기본시설 상태평가

구분	결함지수	상태평가	연장(a)	연장비	환산결함지수
NATM 터널(철근)	0.035	A	103.00	0.177	0.006
NATM 터널(무근)	0.044	A	480.00	0.823	0.036
결함지수					0.042
상태평가 등급					A

6지구 2구간 옹벽

Span No.	침하	기울기	활동	파손및손상	세굴	마모/침식	박락/층분리	박리	균열	백태	탄산화	염화물	철근노출	배수공상태	주변영향인자				결함점수합계	평가단위결함지수	평가단위평가결과
															배수로	사면상태					
																사면구배	낙석흔적	침출수			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	a
평균	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	-

상태평가결과	A