

8. 해운대터널(울산)

8.1 시설물 개요

8.2 자료수집 및 분석

8.3 현장조사

8.4 콘크리트 내구성 조사

8.5 상태평가

8.6 종합평가 및 안전등급 지정

8.7 보수·보강 및 유지관리 방안

8.8 종합결론

8. 해운대터널(울산)

8.1 시설물의 개요

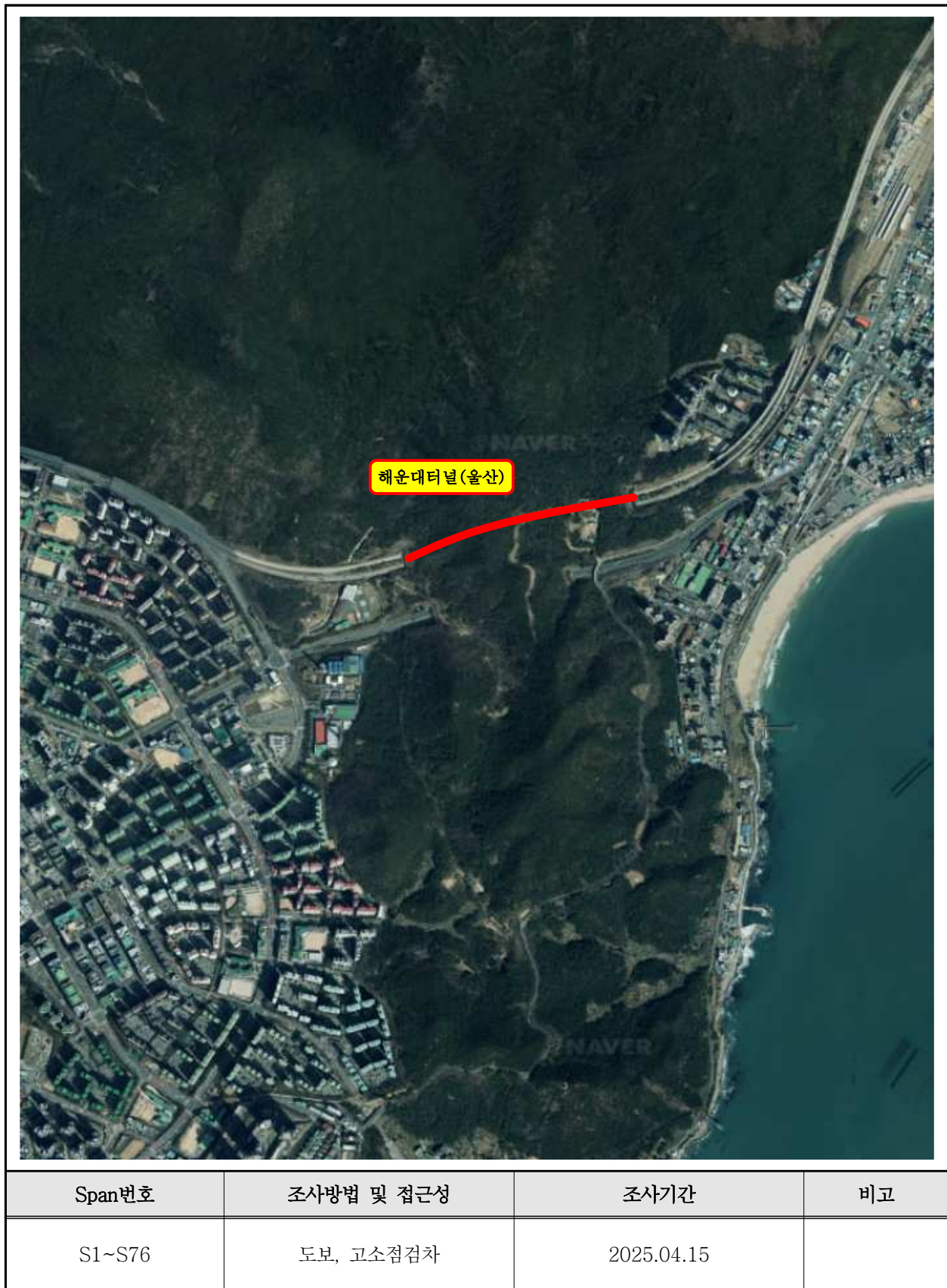
본 시설물인 해운대터널(울산)은 부산광역시 해운대구 좌동~송정동(고속국도65호선)에 위치한 터널로 2008년 12월에 준공하여 약 16년간 공용중인 시설물이며, 해당 터널은 2중 시설물로서 연장 680.0m, 편도 2차로, 평면선형은 직선, 종단구배는 -1.1%, 시공공법은 NATM공법, 갱문은 시점 면벽식, 종점 원통절개식, 환기방식은 자연환기-배기 방식으로 시공되어있다.

8.1.1 일반사항

【표 8.1.1】 해운대터널(울산) 일반사항

시설물명	해운대터널(울산)	시설물번호	TU2008 - 0000191
노 선 명	고속국도65호선	관리번호	-
위 치	부산광역시 해운대구 좌동 산 117-4		
터널형식	NATM	관리주체	부산울산고속도로(주)
차 선 수	편도 2차선	환기방식	자연환기-배기
연 장	680.0m	설 계 사	신성엔지니어링(주)
내공단면	폭 : 7.2m(차도), 높이 7.3m	시 공 사	울트라건설(주)
배수형식	배수식	감 리 사	-
종단기울기	-1.1%	착 공	2004년 11월 20일
평균선형	직선	준 공	2008년 12월 31일
연결통로	-	갱문형식	면벽식(시점) 원통절개식(종점)
주요공법	강섬유보강 슛크리트, 락볼트	보조공법	격자지보, 휘폴링, 강관 다단 그라우팅
			
외부 전경		내부 전경	

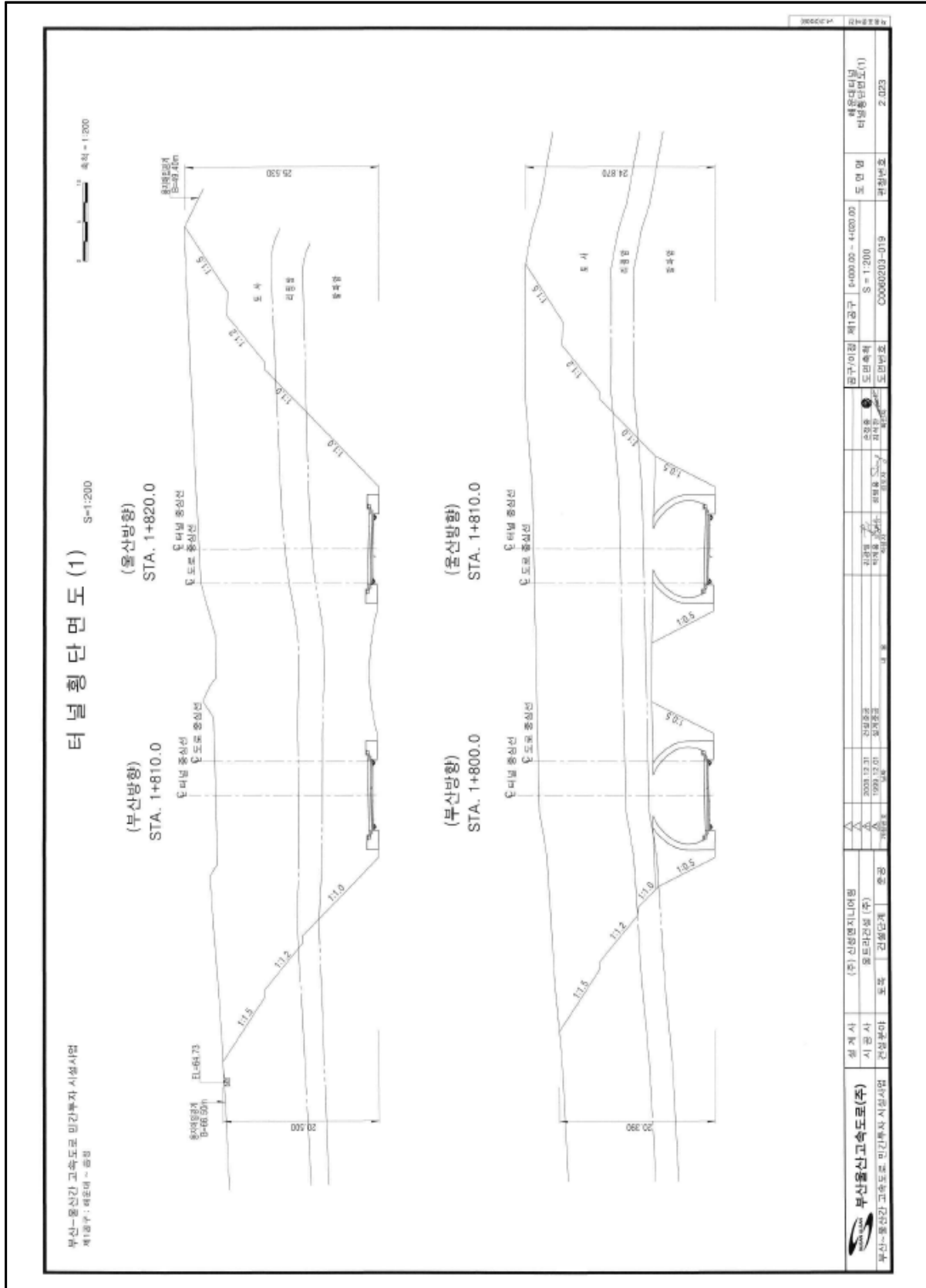
8.1.2 위치도 및 전경사진



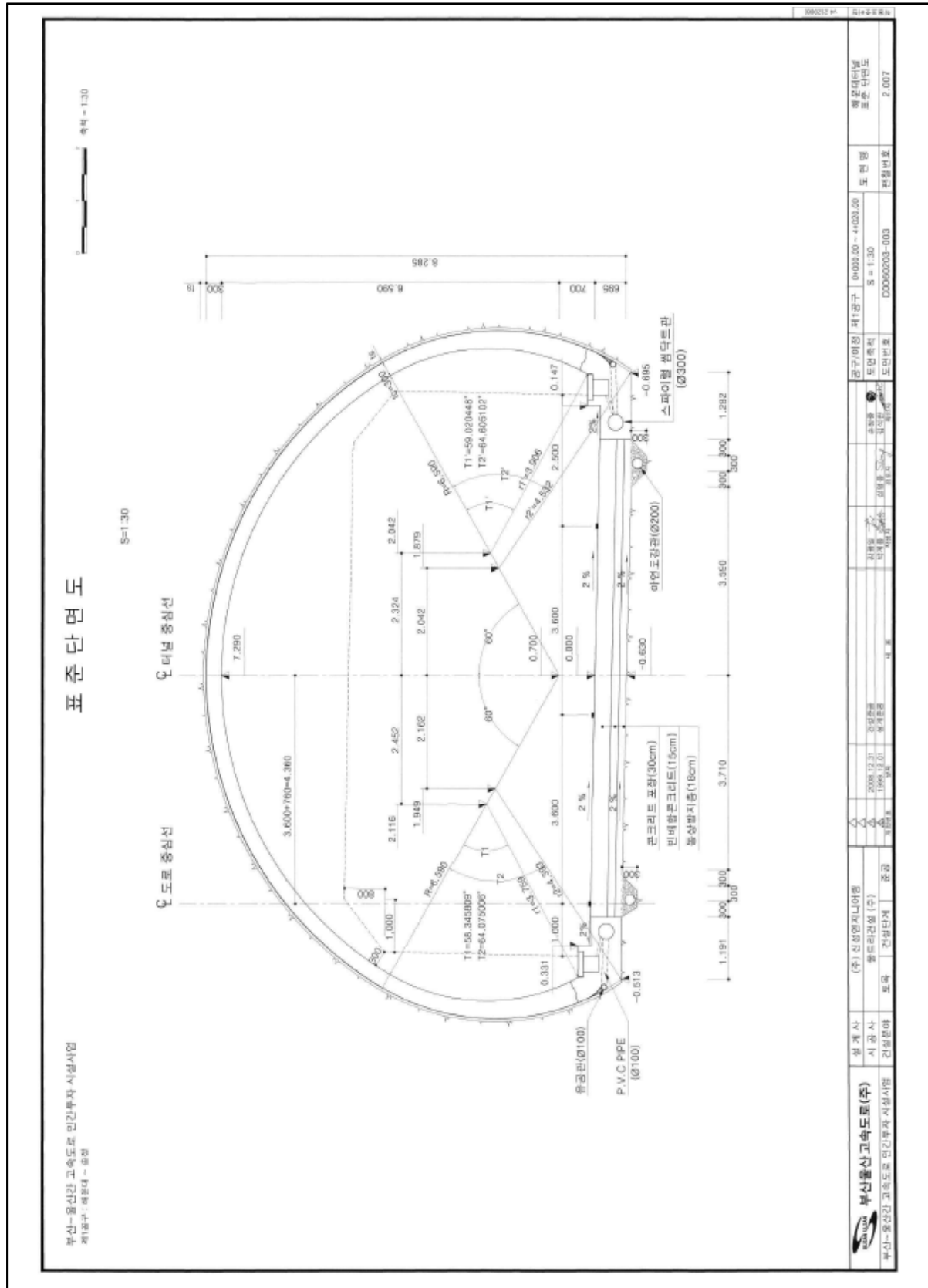
【그림 8.1.1】 위치도

	
진입부 전경	진출부 전경
	
내부 전경	배수구 전경
	
공동구 전경	소화시설 및 비상전화 전경

【그림 8.1.2】 부재별 현황

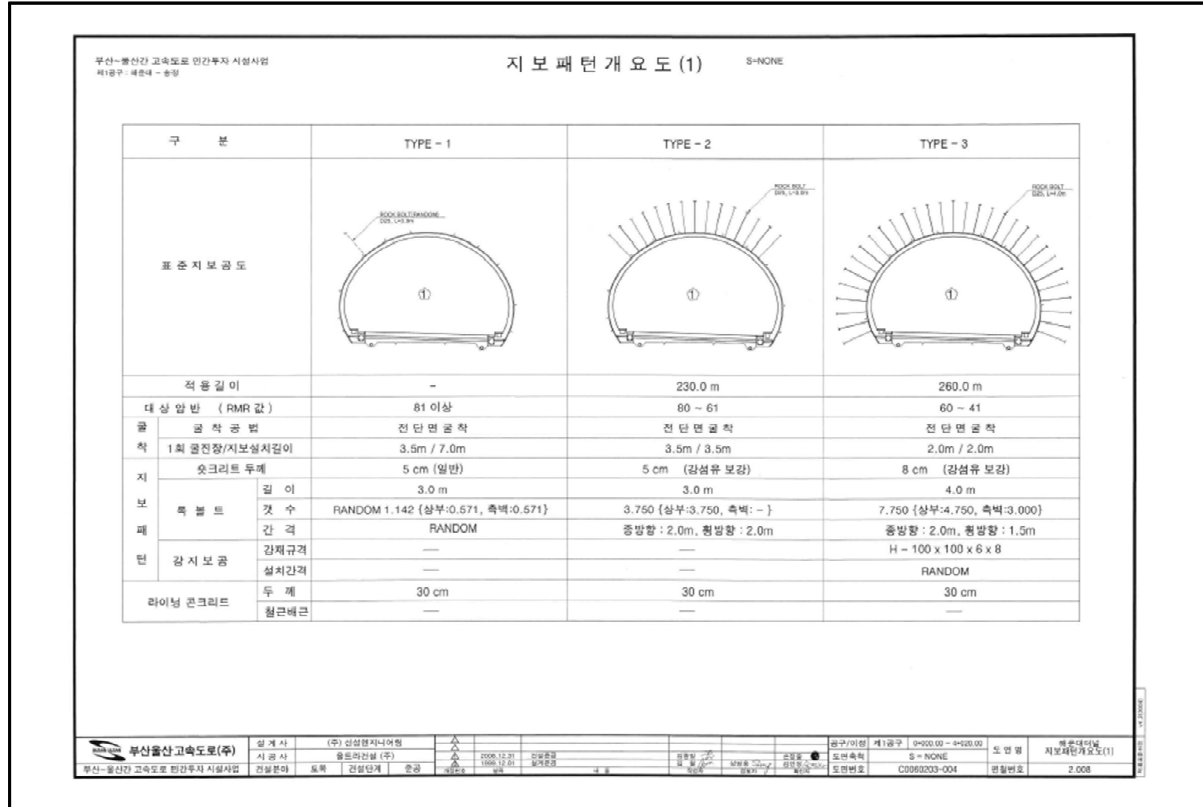


【그림 8.1.4】 횡단면도

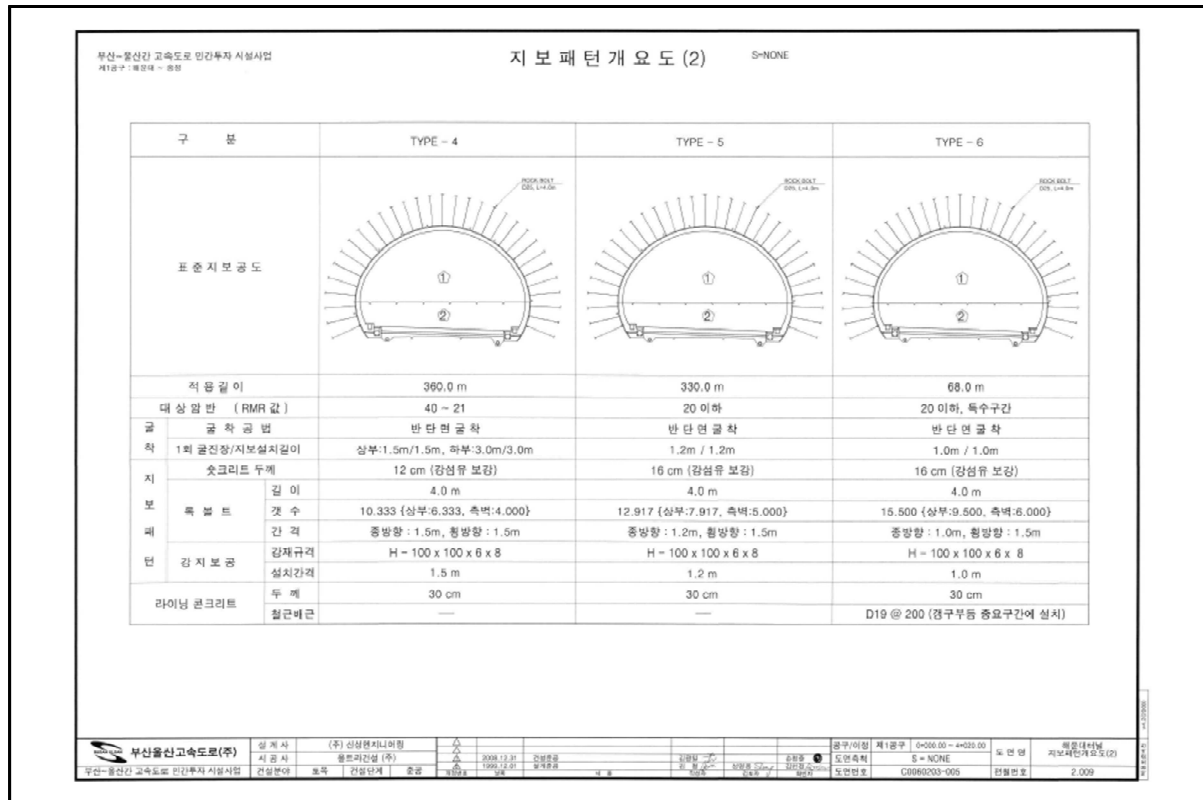


【그림 8.1.5】 표준단면도

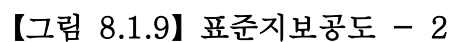
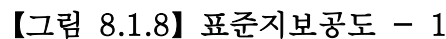


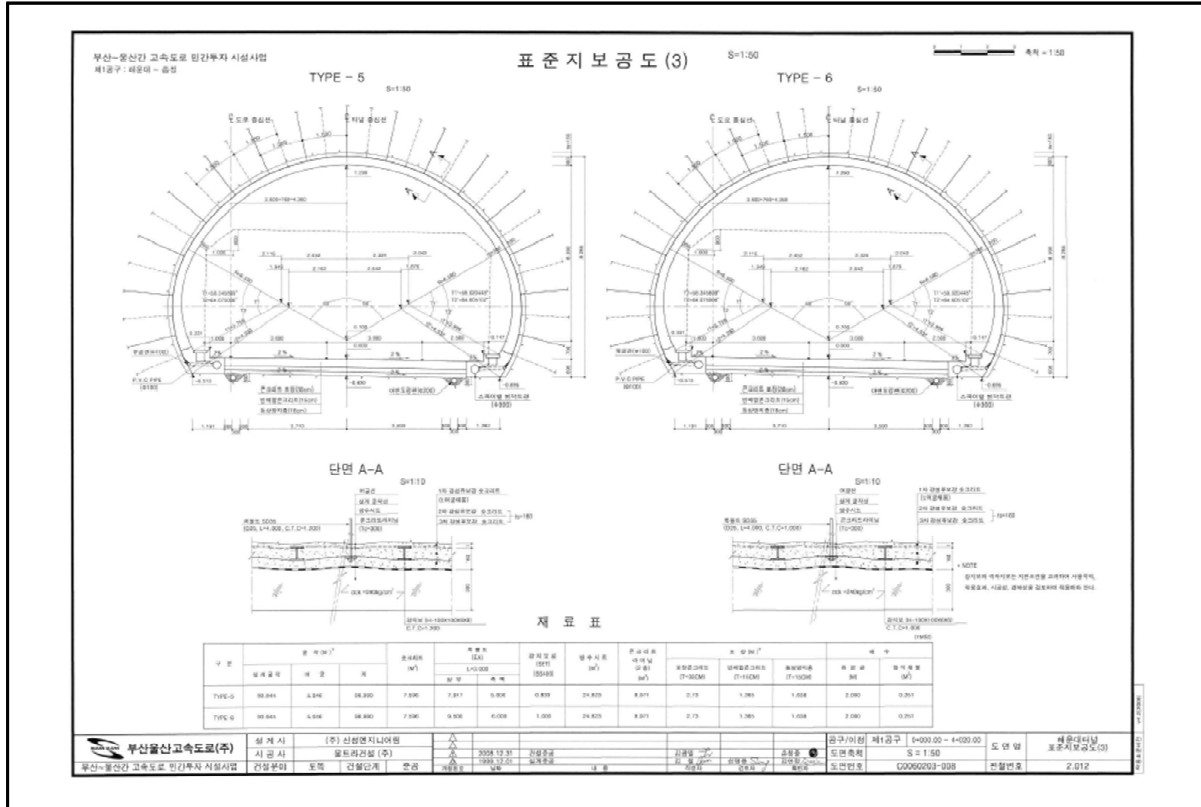


【그림 8.1.6】 지보패턴개요도 - 1

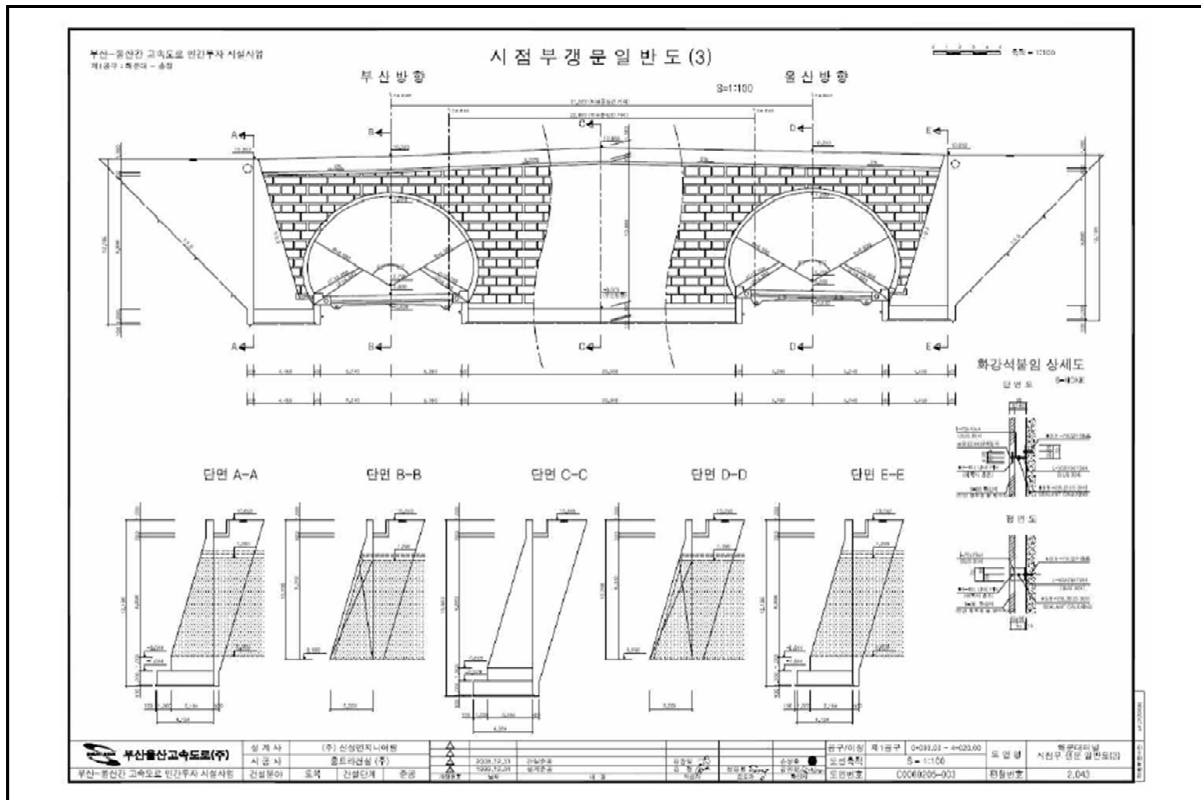


【그림 8.1.7】 지보패턴개요도 - 2

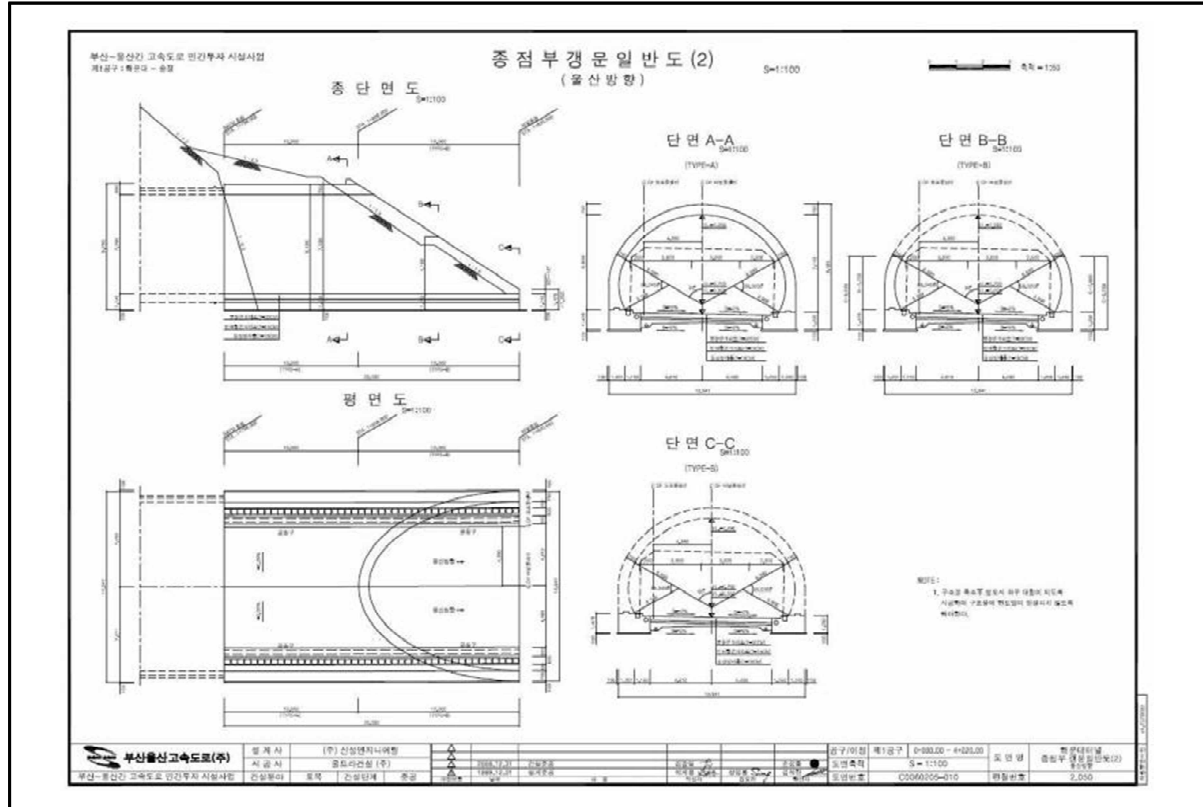




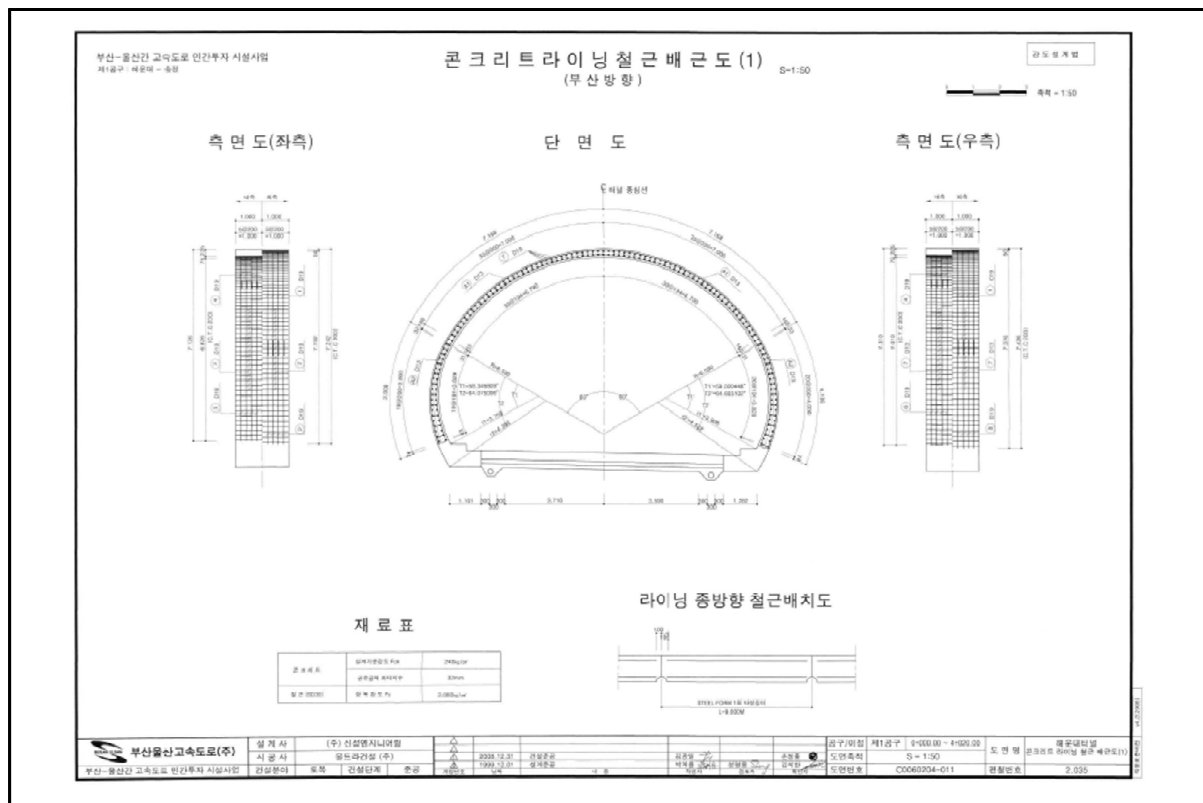
【그림 8.1.10】 표준지보공도 - 3



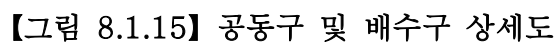
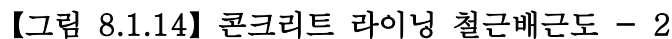
【그림 8.1.11】 시점부 갯문 일반도



【그림 8.1.12】 중점부 갱문 일반도



【그림 8.1.13】 콘크리트 라이닝 철근배근도 - 1





8.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황, 시설물의 이력 등을 파악하기 위해 설계 및 준공도서, 점검이력, 보수·보강이력 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

8.2.1 설계자료 검토

가. 자료수집 및 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 제1공구 공사시방서, 구조계산서, 준공내역서, 토질조사보고서, 설계도(준공) (2008, 부산울산고속도로(주))
	◦ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡) - 상,하단부 구조물도	보유	
시설물 관리대장	◦ 기본 현황 ◦ 상제 제원 ◦ 유지관리 이력	보유	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) 보유
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록	보유	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 제1공구 품질관리계획서 (준공) (2008, 부산울산고속도로(주))
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) (2009년 ~ 2025년 정기안전점검, 정밀안전점검, 정밀안전진단) ◦2023년 정밀안전점검 ◦2024년 2중 성능평가
시설물 보수·보강 자료		보유	◦주기적인 보수실시 ◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) 보강 미실시

나. 구조계산서 검토

- ▶ 본 설계구간의 수치해석 단면은 지중조사자료, 지반조건, 표준지보패턴 및 터널 주변여건 등을 고려하여 다음과 같이 2개 단면을 선정

구 분	해 석 위 치	지 보 패 턴	지반조건	계획고 심도 (m)	비 고
송 정	STA.1K200	Type - V	연 압	28.86	동해남부선(계획) 통과
터 널	STA.1K760	Type - VI	연 압	6.57	출구부 편도압

- ▶ 단면 STA. 1K200

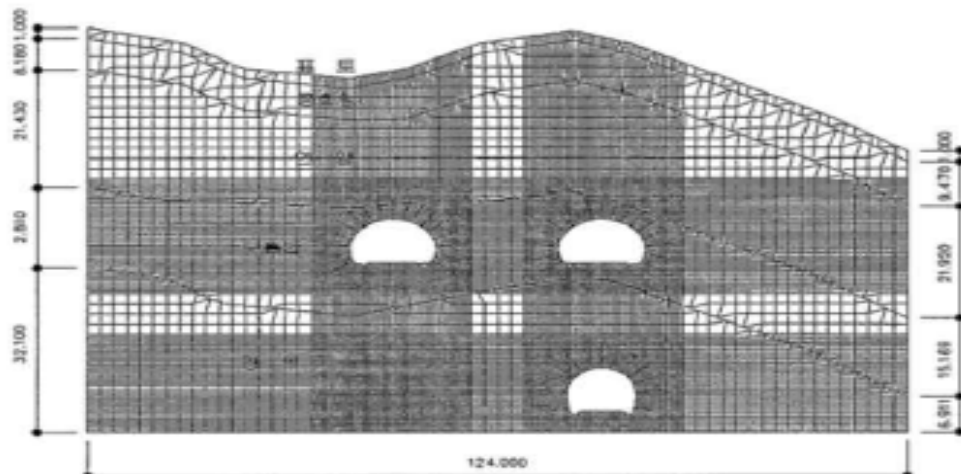
- 지반 특성치

구 분	단위중량 (tf/m ³)	점착력 (tf/m ²)	마찰각 (°)	변형계수 (tf/m ²)	포아송비 (v)	축압계수 (K ₀)
토사	2.0	3	20	2	0.35	송정2터널 : 0.5, 1.5 동해남부선 : 1.0, 2.0
II	2.6	40	40	1,000	0.20	
III	2.5	30	35	500	0.22	
IV	2.4	20	30	100	0.26	
V	2.2	10	25	40	0.30	

- 지보패턴

구 분	송정2터널		동해남부선
	울 산 방 향	부 산 방 향	
굴 착 방 법	반단면 굴착	반단면 굴착	전단면 굴착
굴 진 장 (m)	1.2	1.2	3.5
shotcrete 두께 (cm)	16.0	16.0	15.0
특종트	길 이 (m)	4.0	3.0
	횡간격 (m)	1.5	2.0
	종간격 (m)	1.2	2.0

- 해석모델



▶ 결과 분석

- 상기 단면에 대하여 송정2터널(변경 : 해운대터널) 등 동해남부선(계획)의 2차원 연속체 해석(FLAC·2D)을 수행한 결과를 종합하면 다음과 같다.

구 분	최대 천단변위(mm)		최대 내공변위(mm)		최대 압축응력(kgf/cm ²)		록볼트 최대축력(tonf)	
	Ko=0.5	Ko=1.5	Ko=0.5	Ko=1.5	Ko=0.5	Ko=1.5	Ko=0.5	Ko=1.5
송정2터널 선시공시	3.671 (0.553)	3.185 (0.668)	4.493 (1.535)	3.337 (4.627)	54.428 (3.943)	56.239 (15.034)	1.444 (0.426)	1.469 (1.522)
송정2터널 후시공시	3.563 (0.228)	2.703 (0.607)	3.741 (1.015)	2.708 (4.675)	45.475 (6.003)	61.292 (25.069)	1.706 (0.543)	1.499 (1.685)
· 허용 휨압축응력 : $f_{ck} = 0.4 \times 210 = 84 \text{ kgf/cm}^2$								
· 허용 록볼트축력 : $0.5f_y \cdot A_s = 0.5 \times 3500 \times \pi/4 \times 2.542 = 8.867 \text{ tonf}$								

- 터널해석을 수행한 결과, 천단침하는 0.043~3.671mm의 범위내에 있으며 Ko=0.5에서 최대치를 보이고 있다.
- 숏크리트 응력 및 록볼트 축력이 허용기준 범위 안에 있어 터널의 안전성에는 문제가 없는 것으로 판단된다.
- 동해남부선(계획)의 굴착에 따른 상호영향은 거의 없는 것으로 나타나고 있으나, 송정터널이 건설된 후 동해남부선의 시공시에는 동해남부선의 굴착 및 지보패턴에 대한 정밀한 검토가 필요하다.

▶ 단면 STA. 1K760

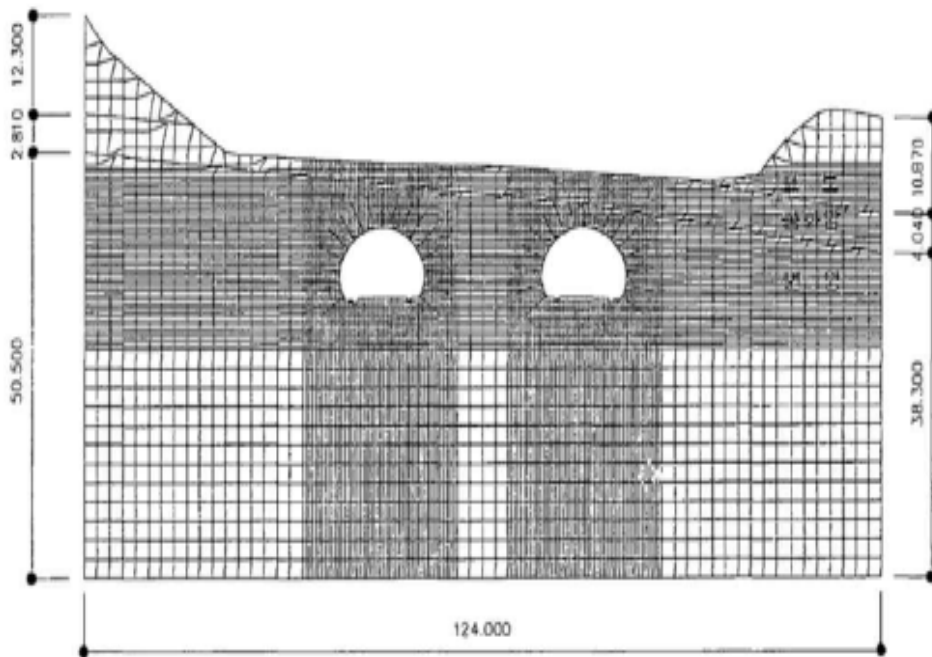
- 지반 특성치

구 분	단위중량 (tf/m ³)	점착력 (tf/m ²)	마찰각 (°)	변형계수 (tf/m ²)	포아송비 (v)	축압계수 (Ko)
토사	2.0	3	20	2	0.35	0.5, 1.5
IV	2.4	20	30	100	0.26	
V	2.2	10	25	40	0.30	

- 지보패턴

구 분		울 산 방 향	부 산 방 향
굴 착 방 법		반단면 굴착	반단면 굴착
굴 진 장 (m)		1.0	1.0
숏크리트 두께 (cm)		16.0	16.0
록볼트	길 이 (m)	4.0	4.0
	횡간격(m)	1.5	1.5
	종간격(m)	1.0	1.0

· 해석모델



· 결과 분석

- 상기 단면에 대한 2차원 연속체 해석(FLAC·2D)을 수행한 결과를 종합하면 다음과 같다.

최대 천단변위(mm)		최대 내공변위(mm)		최대 압축응력(kgf/cm ²)		목볼트 최대축력(tonf)	
Ko=0.5	Ko=1.5	Ko=0.5	Ko=1.5	Ko=0.5	Ko=1.5	Ko=0.5	Ko=1.5
14.610	13.070	0.792	1.797	53.688	45.102	2.997	2.377
·허용 침압축응력 : $f_{ck} = 0.4 \times 210 = 84 \text{ kgf/cm}^2$							
·허용 목볼트축력 : $0.5f_y \cdot A_s = 0.5 \times 3500 \times \pi/4 \times 2.542 = 8.867 \text{ tonf}$							

- 터널해석을 수행한 결과, 천단침하는 6.966~14.610mm의 범위내에 있으며, Ko=0.5에서 최대치를 보이고 있다.
- 숏크리트 응력 및 목볼트 축력이 허용기준 범위 안에 있어 터널의 안전성에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

다. 토질조사 검토

본 터널의 설계 당시 6개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지표로부터 표토층, 봉적토층, 잔류토층, 풍화암 및 기반암인 연·경암의 순으로 구성되어 있고, 지반조사보고서(부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 지반조사보고서(제1공구 해운대~송정), 2005.03)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 시추조사 현황

공 번	지 층 명	심 도 (m)	구성 상태	S.P.T / RQD / TCR(%)	공내 지하수위	비 고
TB - 1	풍화암	0.0 - 6.0	응회암	50/5 ~ 50/2	15.0m	
	연암	6.0 - 48.0		0-75 / 32-100		
TB - 2	풍화암	0.0 - 6.0	응회암	50/5 ~ 50/3	11.4m	
	연암	6.0 - 13.5		0-55 / 25-93		
	경암	13.5 - 48.0		20-100 / 59-100		
TB - 3	봉적토층	0.0 - 0.5	실트질 모래(SM)	-	2.1m	
		0.5 - 1.7	실트질 자갈(GM)	50/23		
	잔류토층	1.7 - 3.8	실트질 모래(SM)	50/18 ~ 50/14		
	풍화암	3.8 - 4.2	안산암질 응회암	-		
	연암	4.2 - 28.0		0-70 / 60-100		
TB - 4	매립토층	0.0 - 2.0	실트질 모래(SM)	28/30 ~ 50/20	2.9m	
	봉적토층	2.0 - 2.9	실트질 모래(SM)	-		
	풍화암	2.9 - 4.0	안산암질 응회암	50/6		
	연암	4.0 - 23.0		0-45 / 50-100		
TB - 5	봉적토층	0.0 - 1.3	실트질 점토(CL)	-	none	
		1.3 - 1.7	자갈 섞인 전석	-		
	잔류토층	1.7 - 14.7	실트질 모래(SM)	33/30 ~ 50/15		
	풍화암	14.7 - 17.7	안산암질 응회암	50/10 ~ 50/8		
	연암	17.7 - 25.0		10-40 / 65-100		
	풍화암	25.0 - 32.0		50/8 ~ 50/3		
	연암	32.0 - 35.0		0-55 / 20-100		
TB - 6	잔류토층	0.0 - 11.7	실트질 모래(SM)	6/30 ~ 50/12	none	
	풍화암	11.7 - 16.0	안산암질 응회암	50/8 ~ 50/2		
	연암	16.0 - 28.0		5-40 / 35-100		
	경암	28.0 - 29.5		50/7		

2) 시추조사 결과요약

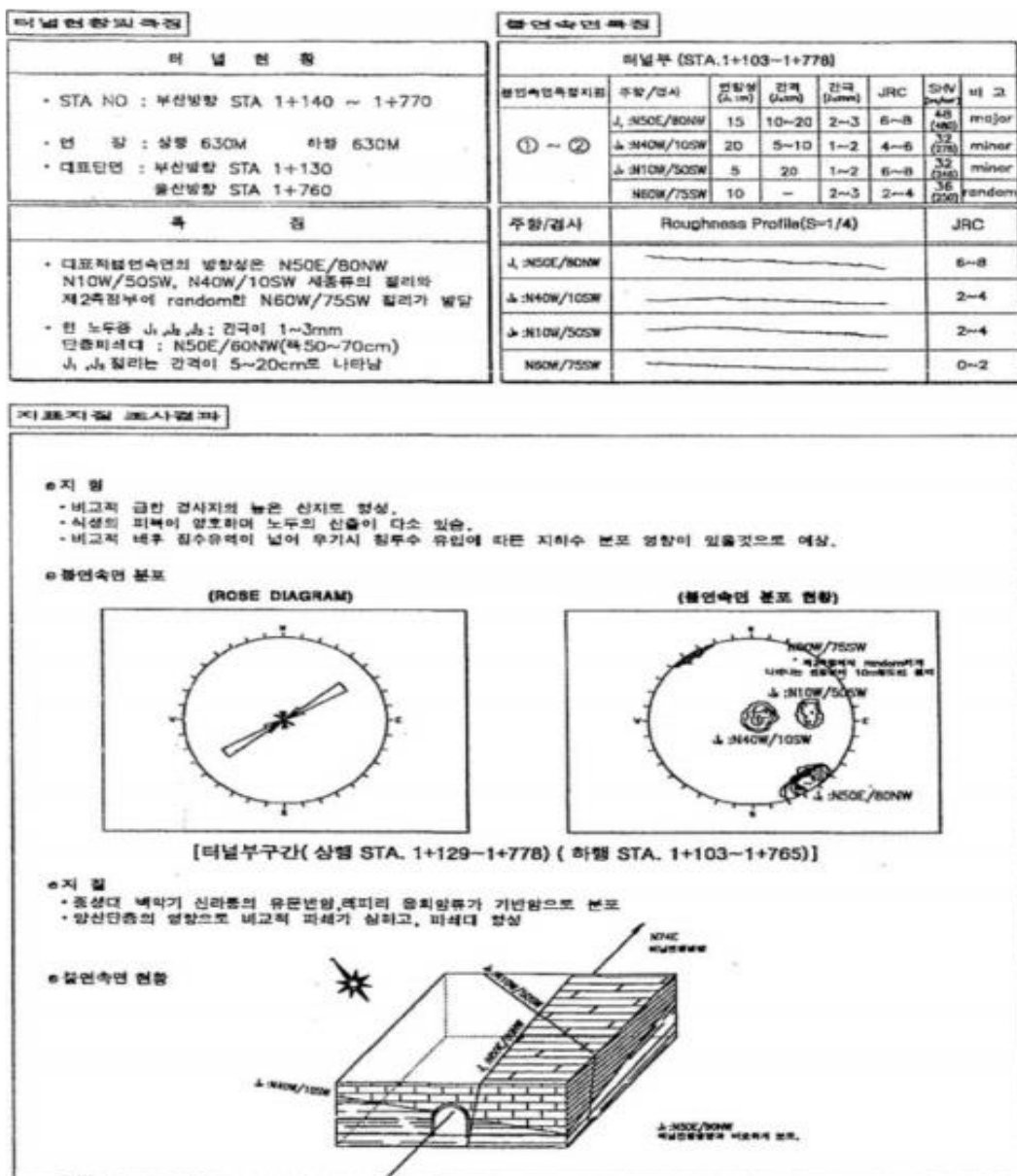
구 분		지 층 특 성
터널입구부 (TB-1,2)	풍화암층	응회암을 모암으로 하는 풍화암은 조사지점에서 지표에서부터 6.0m의 두께로 분포하고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/5~50/2의 범위로 매우 조밀한 상대밀도를 나타내고 있으며 황갈색을 띠고 있다.
	연암층	풍화암 하부인 현 지표하 6.0m 깊이에서부터 7.5m 이상의 두께로 분포하는 연암은 응회암으로 구성되어 있다. 대체로 심한 풍화 내지 보통 풍화의 풍화도를 보이며, 약함 내지 강한 상태로 나타나고 보통 간격 내지 매우 좁은 간격으로 분포하고 있다. RQD는 0~75%, 코아회수율(TCR)은 25~100%의 범위로 각각 나타나고 있다.
	경암층	경암은 TB-2지점에서 현 지표하 13.5m 깊이에서부터 34m 이상의 두께로 분포하며 모암은 응회암이다. 풍화정도는 보통 풍화, 신선한 상태를 나타내고 보통 강함 내지 매우 강한 강도를 보이며 넓은 간격 내지 매우 좁은 간격으로 분포하고 있다. RQD는 25~100%, 코아회수율(TCR)은 59~100%의 범위로 각각 나타나고 있다.
	공내 지하수위	시추조사 완료후 측정한 공내지하수위는 현 지표하 11.4~15.0m의 깊이에 분포하는 것으로 확인되었다.
터널출구부 (TB-3~6)	매립토층	TB-4지점에서 2.0m의 두께로 분포하는 매립토층은 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 소량의 자갈을 함유하고 있다. 표준관입시험에 의한 N치를 보면 28/30~50/20의 범위로 나타나며 대체로 회색 내지 갈색을 띠고, 함수상태는 습한 상태를 보이고 있다.
	붕적토층	붕적토층은 TB-3,4,5지점에서 0.9~1.7m의 두께로 분포하는 층으로서 실트질 점토(CL), 실트질 모래(SM), 실트질 자갈(GM), 자갈 섞인 전석 등으로 구성되어 있다. 자갈층에서의 표준관입시험 결과 N치는 50/23 내외로 나타내며 갈색, 암갈색 등을 띠고 습한 상태를 보이고 있다.
	잔류토층	잔류토층은 TB-3,4,5지점에서 2.1~13.0m의 두께로 분포하며 실트질 모래(SM)로 구성되어 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 6/30~50/14의 범위로 느슨함 내지 매우 조밀한 상대밀도를 나타내고 있으며, 대체로 심도가 증가할수록 상대밀도가 점증하는 경향을 보인다. 담갈색, 갈색 등을 띠며 습한 상태로 나타나고 있다.
	풍화암층	안산암질응회암을 모암으로 하는 풍화암은 전 조사지점에서 현 지표하 2.9~14.7m 깊이에서부터 0.4~7.3m의 두께로 분포하고 있다. TB-5지점에서는 연암 사이에 7.0m의 두께로 TB-6지점에서는 연암 하부인 현 지표하 28.0m 깊이에서부터 1.5m 이상의 두께로 각각 나타나고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/2의 범위로 매우 조밀한 상대밀도를 나타내고 있으며 회갈색, 담갈색, 녹갈색 등을 띠고 있다.
	연암층	풍화암 하부인 현 지표하 4.0~17.7m 깊이에서부터 분포하는 연암은 안산암질응회암으로 구성되어 있으며 TB-5지점에서는 현 지표하 25.0~32.0m 구간, TB-6지점에서는 현 지표하 28.0m 이하 깊이에서 각각 풍화암이 나타나고 있다. 심한 풍화 내지 보통 풍화의 풍화도를 보이며, 약함 내지 강한 상태로 나타나고 넓은 간격내지 매우 좁은 간격으로 분포하고 있다. RQD는 0~60%, 코아회수율(TCR)은 20~100%의 범위로 각각 나타나고 있다.
	공내 지하수위	시추조사 완료후 측정한 공내지하수위는 현 지표하 2.1m 이하의 깊이에 분포하는 것으로 확인되었다.

3) 지표지질조사 결과

본 조사지역은 비교적 낮은 구릉으로 이루어져 있으나, 급한 경사지를 이루며, 비교적 집수유역이 넓어 우기시 침투수 유입에 따른 지하수의 분포 영향이 있을 것으로 예상된다.

본구간의 시점부(해운대측)에서는 수평변위가 50~70cm 내외의 파쇄대가 나타나고 있으며, 점토가 충전되어 있고 파쇄대도 나타나고 있는데, 이 파쇄대의 주향은 양산단층의 주향과 비교적 유사하다. 본 터널절토부(터널시점부)구간의 대표적 불연속면의 방향성은 N50E / 80NW, N10W / 50SW, N40W/10SW 세종류의 절리가 분포하고 있다.

절리면의 간격은 5~20cm를 보이며 절리의 흠이격은 1~3mm를 나타내고 있다.



8.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검 및 정밀안전점검, 정밀안전진단, 성능평가 등을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 8.2.1】 해운대터널(울산) 점검이력사항

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
1	정기안전 점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 천단부 균열 등 · 측벽부 하단부 균열 및 망상균열 등 · 배수시설 측구 균열 및 파손 등 · 공동구 덮개 균열 및 파손 등 · 포장부 패임 등 · 갹구부 균열 등 · 사면 동물 유도 울타리 파손 등
2	정기안전 점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	· 천단부 : 균열, 시공이음부 박락 · 측벽부 : 백태, 표면오염 · 배수시설 : 배수측구 상단 균열, 집수정 이물질 퇴적 등 · 공동구 : 측면 균열, 덮개 파손 · 포장부 : 망상균열, 파손 · 사면 : 웬스 파손, 도수로 재균열
3	2종 성능평가	2024.03.11 ~2024.12.23	(주)명성 엔지니어링	B등급	· 안전성능평가 결과, 성능평가점수 0.14, 등급 a로 평가 · 내구성능평가 결과, 성능평가점수 0.08, 등급 a로 평가 · 사용성능평가 결과, 성능평가점수 0.43, 등급 c로 평가 · 종합성능평가 결과, 성능평가점수 0.15, 등급 B로 평가
4	정기안전 점검	2024.03.01 ~2024.06.30	한국도로공사	양호	· 배수시설측구상단균열, 집수정그레이팅이물질퇴적등 · 공동구측면균열, 측면파손, 덮개파손등 · 포장부파손등 · 갹문균열부백태등
5	정기안전 점검	2024.03.01 ~2024.06.28	자체수행	양호	· 공동구커버균열 · 배수측구상부균열
6	정밀안전 점검	2023.02.20 ~2023.08.23	(주)엠케이 에스이	B등급	· 천단부균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 균열부백태, 시공이음부박락 · 측벽부균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 망상균열, 백태, 타일균열및탈락 · 배수시설측구균열(0.3mm미만, 0.3mm이상) 및파손, 집수구이물질퇴적 · 공동구균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 백태, 누수흔적, 파손, 박락, 덮개파손 · 포장부균열및망상균열, 파손, 재료분리 · 갹문상태양호 · 갹구부옹벽상태양호 · 갹구부사면상태양호
7	정기안전 점검	2023.03.06 ~2023.06.26	자체수행	양호	· 천단부 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 보수부 재균열, 균열부백태, 박락, 보수부 박락 등 · 측벽부 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 망상균열, 백태, 타일 탈락 및 균열 등 · 배수시설 측구 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 망상균열, 파손, 집수구 이물질 퇴적 등 · 공동구 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 백태, 파손, 박락, 누수흔적, 덮개파손 등 · 포장부 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 파손, 재료분리 등 · 갹구부 도수로 균열(cw=0.3mm이상) 등 · 사면 웬스 파손 등

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
8	정기안전 점검	2022.09.21 ~2022.10.20	자체수행	양호	· 전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고
9	정기안전 점검	2022.05.23 ~2022.06.15	자체수행	양호	· 전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고
10	정밀안전 점검	2021.03.03 ~2021.08.23	(주)아워브레인	B등급	· 천단부:균열,박락,철근노출등 · 측벽부:균열,망상균열,백태,누수흔적,타일균열,타일 파손및탈락등 · 갭문:웬스파손 · 공동구:균열,백태,박락,파손,누수흔적,덮개파손등 · 배수시설: 측구 균열, 망상균열, 파손, 집수구 토사퇴적 등 · 포장면:파손 · 부속시설:시선유도등망실
11	정기안전 점검	2021.06.07 ~2021.06.07	자체수행	양호	· 집수정 이물질 퇴적
12	정기안전 점검	2020.12.30 ~2020.12.30	자체수행	양호	· 라인닝균열및박락 · 공동구커버균열및파손
13	정기안전 점검	2020.06.30 ~2020.06.30	자체수행	양호	양호함
14	정밀안전 점검	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술탄(주)	B등급	· 라이닝:균열(폭0.3mm미만,이상),망상균열,누수,백태, 박락,철근노출,재료분리,타일탈락및파손 · 갭문 : 상태양호 · 배수시설:균열(폭0.3mm미만,이상),망상균열,파손 · 공동구:균열(폭0.3mm이상),파손,공동구덮개파손 · 포장 : 파손 · 용벽 : 상태양호 · 갭구부사면:웬스파손
15	2종성능 평가	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술탄(주)	A등급	· 라이닝콘크리트의균열(폭0.3mm미만,이상),망상균열, 누수,백태,박락,철근노출,재료분리,타일탈락및파손,배수 시설의균열,망상균열,파손,공동구의균열,파손,공동구덮개파손등이조사됨. · 내구성시험결과,내구성저하요인은조사되지않았으며, 구조해석검토결과,안전성을확보하고있음. · 안전성능평가결과(A),내구성능평가결과(A),사용성능평가결과(B) · 종합평가결과 “외관상결함,손상등의요인에대한문제점이없고내구성능저하가능성이낮으며외부환경조건변화 등을수용할수있는성능수준” 인 “A등급” 으로평가됨.
16	정기안전 점검	2019.05.22 ~2019.05.22	자체수행	양호	· 공동구균열및파손 · 집수정이물질퇴적
17	정기안전 점검	2018.09.28 ~2018.09.28	자체수행	양호	· 양호함

【표 8.2.1】 해운대터널(울산) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
18	정기안전 점검	2018.05.18 ~2018.05.18	자체수행	양호	· 양호함
19	정기안전 점검	2017.11.29 ~2017.11.29	자체수행	양호	· 양호함
20	정기안전 점검	2017.06.26 ~2017.06.26	자체수행	양호	· 양호함
21	정밀안전 점검	2016.11.16 ~2016.12.30	(주)엠케이 에스이	A등 급	· 라이닝균열(0.3mm내외), 조인트부박락 · 측벽부타일탈락및파손, 백태 · 공동구덮개파손
22	정기안전 점검	2016.04.04 ~2016.04.04	자체수행	양호	- 양호함
23	정기안전 점검	2015.07.21 ~2015.07.21	자체수행	양호	- 양호
24	정기안전 점검	2015.05.27 ~2015.05.27	자체수행	양호	- 양호
25	정기안전 점검	2014.11.03 ~2014.11.03	자체수행	양호	양호
26	정기안전 점검	2014.06.09 ~2014.06.09	자체수행	양호	양호
27	정밀안전 점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등 급	양호
28	정기안전 점검	2013.04.26 ~2013.04.26	자체수행	양호	양호
29	정기안전 점검	2012.10.10 ~2012.10.11	자체수행	양호	이상없음
30	정기안전 점검	2012.04.10 ~2012.04.11	자체수행	양호	양호
31	정기안전 점검	2011.11.07 ~2011.11.08	자체수행	양호	양호
32	정기안전 점검	2011.04.11 ~2011.04.12	자체수행	양호	이상없음
33	정기안전 점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	양호함
34	정밀안전 점검	2010.03.10 ~2010.05.09	자체수행	A등 급	전반적으로 양호한 상태
35	정기안전 점검	2009.08.04 ~2009.11.25	자체수행	양호	타일부 먼지오염
36	정기안전 점검	2009.03.06 ~2009.06.30	자체수행	양호	이상없음

8.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년 08월)

【표 8.2.2】 해운대터널(울산) 전차 정밀안전점검 사항

구 분		정밀안전점검 결과
점검개요		· 점검기관 : (주)엠케이에스이 · 점검기간 : 2023년 02월 20일 ~ 2023년 08월 23일
상 태 평 가	외관 조사	· 천단부 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 균열부백태, 시공이음부 박락 · 측벽부 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 망상균열, 백태, 타일 균열 및 탈락 · 배수시설 측구 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상) 및 파손, 집수구 이물질 퇴적 · 공동구 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 백태, 누수흔적, 파손, 박락, 덮개 파손 · 포장부 균열 및 망상균열, 파손, 재료분리 · 갹문 상태양호 · 갹구부 옹벽 상태양호 · 갹구부 사면 상태양호
	내구성 조사	· 내구성시험 결과, 반발경도법에 의한 비파괴 강도는 100%을 상회하는 것으로 측정되어 강도저하는 없는 것으로 판단되고 탄산화 시험은 모든 측정부위에서 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 탄산화에 의한 내구성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.
	상태 등급	· 본 해운대터널(울산)의 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한” 「B등급」의 상태로 평가되었다.
보수 · 보강		· 표면보수, 주입보수, 단면보수, 청소, 덮개 재설치 등
종합결론		1) 해운대터널(울산)는 준공 후 15년이 경과된 NATM 터널으로 금회 정밀안전점검결과 콘크리트 라이닝에서 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 균열부백태, 망상균열, 백태, 시공이음부 들뜸 및 박락 등이 발생하고 터널 주변시설의 배수시설 집수구 막힘, 측구 균열 및 파손, 공동구 균열 및 파손, 덮개 파손, 포장부 균열 및 줄눈 주변 파손 등의 손상이 조사되어 손상부에 대한 적절한 보수가 요구된다. 콘크리트 라이닝의 시공이음부에 발생한 들뜸 및 박락은 향후 손상부 탈락으로 주행차량의 안전사고가 우려되므로 우선적으로 손상 제거 후 보수 등의 유지관리가 요구된다. 2) 내구성시험 결과, 반발경도법에 의한 비파괴 강도는 100%을 상회하는 것으로 측정되어 강도저하는 없는 것으로 판단되고 탄산화 시험은 모든 측정부위에서 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 탄산화에 의한 내구성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다. 3) 따라서, 본 터널은 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 “B등급”으로 평가되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단되고 시설물 등급의 상향 또는 현 상태의 등급을 지속적으로 유지할 수 있을 것으로 판단된다. 4) 기타 필요한 사항 - 터널의 효율적인 유지관리를 위한 내부에 스팬(Span) 번호(No.)가 적힌 명판 설치 필요 - 일부 공동구 덮개파손으로 점검·유지관리자의 이동시 전도 등의 안전사고가 발생될 수 있으므로 덮개 파손부 교체와 함께 점검·유지관리자에 대한 안전교육 필요

8.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(발주처협의) ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 채워변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇전차 성능평가 보고서 ◇전차 정밀안전점검 및 정밀안전진단 보고서 ◇사고기록 ◇보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇부재별 중점손상 - 라이닝 균열 - 라이닝 박락 - 공동구 덮개 파손 - 배수시설 균열, 파손 - 포장부 포장파손 ◇주기적인 보수실시	◇전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇보수부 상태 확인

8.2.5 시설물 보수 이력

시설물통합정보관리시스템(FMS) 및 관리주체 보수·보강 이력사항, 기존 점검자료에서 확인된 보수·보강이력은 다음과 같다.

【표 8.2.4】 해운대터널(울산) 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	천장부, 공동구	2022년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사 - 주입보수, 단면보수 -	2022-01-03 ~ 2022-12-31	20,000	진양건설(주) 이재명	
2	천장부	2022년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사 - 라이닝 균열보수 -	2022-01-03 ~ 2022-11-30	50,000	진양건설(주) 이재명	

8.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 8.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y	-	-
· 준공도서 및 FMS상 내진설계는 적용된 것으로 확인되었다.			

8.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

8.2.8 시설물의 하중변화 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 하중변화 이력은 없는 것으로 확인되었다.

8.3 현장조사

8.3.1 개요

해운대터널(울산)은 부산광역시 해운대구 좌동~송정동(부산울산선 0.9km)에 위치한 2중 터널 시설물로, 2008년 12월에 준공되어 약 17년이 경과되었으며, 지리적인 위치는 북측과 남측은 부흥봉 등산계가 형성되어 있고 동측은 송정해수욕장, 남측으로 송정터널이 인접하여 있다. 총연장은 680.0m, 폭 7.2m, 높이 7.3m이고 편도 2차로 시공되었다.

본 터널은 NATM공법으로 시공된 굴착터널로서, 종단구배는 -1.100% , 평면선형은 직선으로 시공되었으며, 갭문은 시점 면벽식 종점 원통절개형이고, 환기방식은 자연 환기-배기 방식이다.

과업 대상시설물에 대한 외관조사는 터널의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단할 목적으로 터널부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 따라서, 사전 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근방법 및 장비 동원과 그에 따른 일정계획을 수립하고, 기초자료의 수집 및 분석을 통한 주요 손상에 대한 사전검토 후 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침_터널편(2024.12, 국토교통부/국토안전관리원)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능 및 성능 저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하는데 주안점을 두고 외관조사 방향을 결정하였다.

해운대터널(울산)에 대한 외관조사는 사전조사를 통해 확인된 현장여건을 고려하여 고소점검차를 활용하였으며, 기본시설물(라이닝, 공동구 등)과 부대시설(피난연락갱, 환기구 등)로 구분하여 현장조사를 실시하였고, 터널의 안전성을 저해할 만한 구조적인 결함의 유무를 확인하는데 주안점을 두었다.

본 장에서는 외관조사결과 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 터널의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는 데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 터널의 점검 및 유지관리시 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.



가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S76	도보, 고소점검차	2025.04.15	
			
도보조사 전경		교통통제 전경	
			
비파괴장비 사용 현황		비파괴장비 사용 현황	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	

【그림 8.3.1】 외관조사 및 장비사용 현황

나. 터널 구간 분할

정밀안전점검을 위한 외관조사, 비파괴 시험, 시설물의 상태평가 등을 효과적으로 수행하기 위하여 측점분할 또는 구간분할 작업은 필수적인 항목이다. 터널 내에 측점표시 또는 구간이 명확하게 구분되어 있지 않는 경우는 구간분할에 따른 오차를 최소화할 수 있도록 구분되어야 하며 통상적으로 현장에서 직접 확인이 가능한 시공(신축)이음부를 기준으로 분할하는 것이 타당하다. 본 터널은 680.0m터널로써 구조물의 형식은 다음 그림과 같이 총 76SPAN 구간으로 분할하였다. 또한, 상태평가를 위한 쉬트(Sheet) 구분을 하였고, 그 결과는 [표 8.3.1]에 수록하였다.

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
철근구간				무근구간					
S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
무근구간									
S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
무근구간									
S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40
무근구간									
S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50
무근구간									
S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60
무근구간									
S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70
무근구간									
S71	S72	S73	S74	S75	S76				
무근구간		철근구간							

【그림 8.3.2】 Span별 시공현황

【표 8.3.1】 구간분할

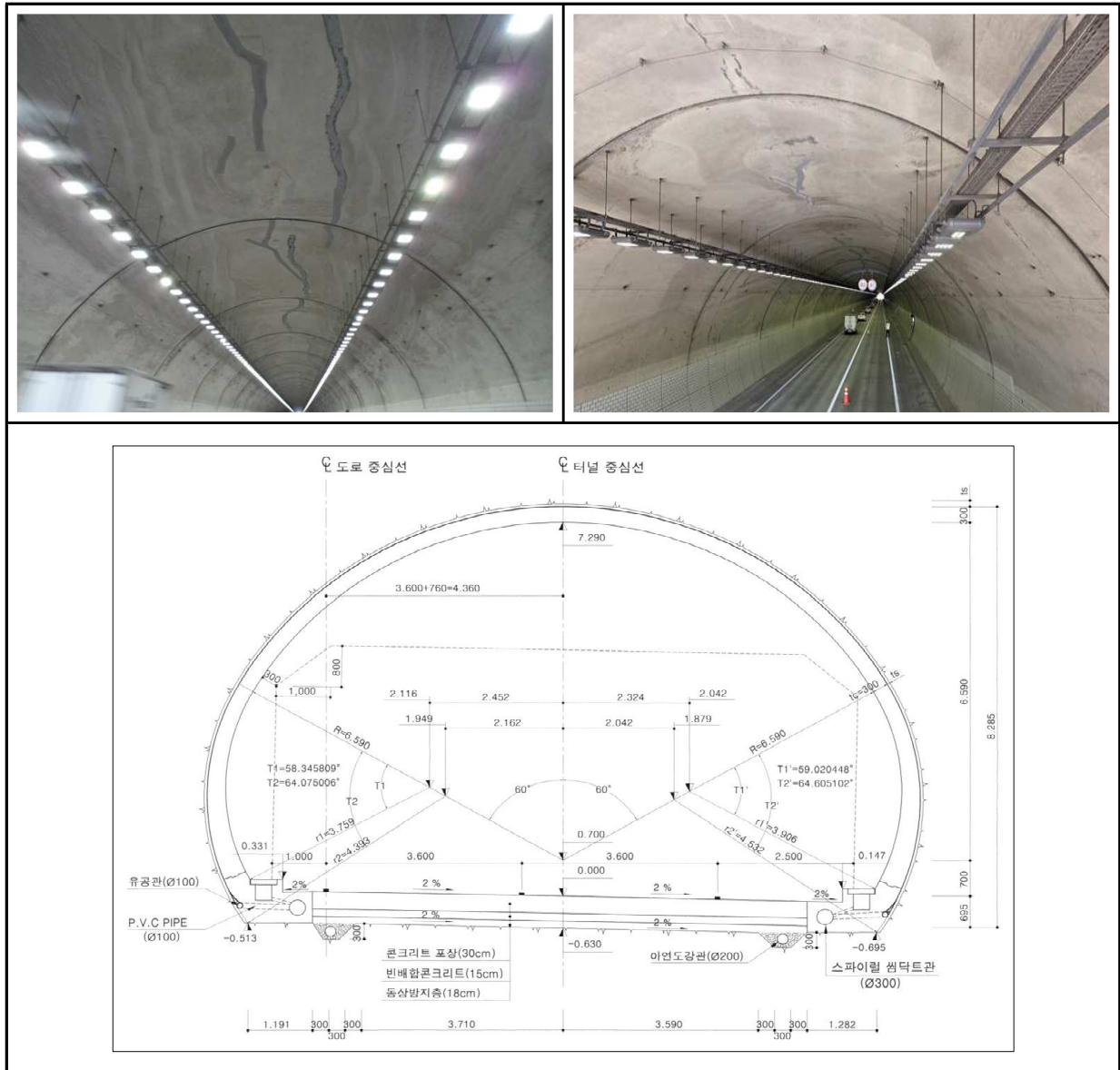
구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)	구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)
철근구간	Sh1	S1	8.0	8.0	무근구간	Sh14	S39	9.0	350.0
		S2	9.0	17.0			S40	9.0	359.0
		S3	9.0	26.0		Sh15	S41	9.0	368.0
	Sh2	S4	9.0	35.0			S42	9.0	377.0
S43		9.0	386.0	Sh16			S44	9.0	395.0
Sh3	S5	9.0	44.0			S45	9.0	404.0	
	S6	9.0	53.0			S46	9.0	413.0	
	S7	9.0	62.0	Sh17		S47	9.0	422.0	
Sh4	S8	9.0	71.0			S48	9.0	431.0	
	S9	9.0	80.0			S49	9.0	440.0	
	S10	9.0	89.0	Sh18		S50	9.0	449.0	
Sh5	S11	9.0	98.0			S51	9.0	458.0	
	S12	9.0	107.0			S52	9.0	467.0	
	S13	9.0	116.0	Sh19		S53	9.0	476.0	
Sh6	S14	9.0	125.0			S54	9.0	485.0	
	S15	9.0	134.0			S55	9.0	494.0	
	S16	9.0	143.0	Sh20		S56	9.0	503.0	
Sh7	S17	9.0	152.0			S57	9.0	512.0	
	S18	9.0	161.0			S58	9.0	521.0	
	S19	9.0	170.0	Sh21		S59	9.0	530.0	
Sh8	S20	9.0	179.0			S60	9.0	539.0	
	S21	9.0	188.0			S61	9.0	548.0	
	S22	9.0	197.0	Sh22		S62	9.0	557.0	
Sh9	S23	9.0	206.0			S63	9.0	566.0	
	S24	9.0	215.0			S64	9.0	575.0	
	S25	9.0	224.0	Sh23		S65	9.0	584.0	
Sh10	S26	9.0	233.0			S66	9.0	593.0	
	S27	9.0	242.0			S67	9.0	602.0	
	S28	9.0	251.0	Sh24		S68	9.0	611.0	
Sh11	S29	9.0	260.0			S69	9.0	620.0	
	S30	9.0	269.0			S70	9.0	629.0	
	S31	9.0	278.0	Sh25		S71	9.0	638.0	
Sh12	S32	9.0	287.0		S72	9.0	647.0		
	S33	9.0	296.0	철근구간	Sh26	S73	9.0	656.0	
	S34	9.0	305.0			S74	9.0	665.0	
Sh13	S35	9.0	314.0			S75	9.0	674.0	
	S36	9.0	323.0		Sh27	S76	6.0	680.0	
	S37	9.0	332.0						
Sh14	S38	9.0	341.0						

8.3.2 외관조사 결과

가. 기본시설물(라이닝, 갱문)

1) 천장부

본 터널의 라이닝 두께는 300mm이며, 천장부 외관조사시 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다. 천장부 점검시 콘크리트 균열 및 누수여부, 박리, 박락, 철근노출, 배부름 및 변형, 도장손상 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.1】 천장부 전경

(1) 조사결과

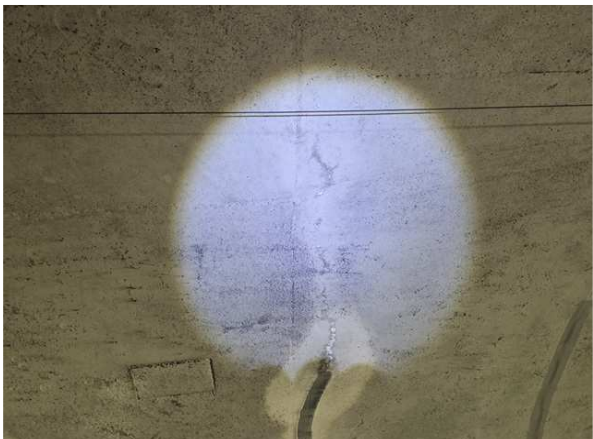
- 천장부에 대한 현장조사 결과, 조사된 주요 손상으로는 균열 및 보수부 재균열(폭 0.3mm미만, 이상)로 확인되었으며, 그 외 기존 손상인 균열부백태, 박락, 보수부 박락, 등이 조사되었다. 금회 신규손상으로 보수부박락, 재균열이 발생하였다.

【표 8.3.2】 천장부 손상현황

구분	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		균열부백태 (m/개소)		박락, 보수부박락 (m ² /개소)	
Sh1	1.00	1	—	—	—	—	—	—
Sh2	3.50	2	—	—	—	—	—	—
Sh3	—	—	—	—	—	—	0.12	2
Sh4	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh5	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh6	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh7	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh8	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh9	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh10	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh11	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh12	2.00	1	—	—	—	—	—	—
Sh13	—	—	—	—	—	—	0.02	1
Sh14	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh15	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh16	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh17	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh18	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh19	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh20	1.50	1	—	—	—	—	—	—
Sh21	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh22	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh23	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh24	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh25	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh26	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh27	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh28	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh29	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh30	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh31	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh32	—	—	—	—	1.00	1	—	—
Sh33	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh34	—	—	10.00	1	—	—	—	—
Sh35	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh36	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh37	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh38	—	—	—	—	—	—	0.06	3
Sh39	—	—	—	—	—	—	—	—

【표 8.3.2】 천장부 손상현황(계속)

구분	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		균열부백태 (m/개소)		박락, 보수부박락 (㎡/개소)	
Sh40	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh41	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh42	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh43	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh44	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh45	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh46	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh47	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh48	-	-	-	-	-	-	0.04	1
Sh49	-	-	-	-	-	-	0.02	1
Sh50	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh51	-	-	-	-	-	-	0.08	2
Sh52	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh53	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh54	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh55	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh56	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh57	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh58	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh59	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh60	2.00	1	-	-	-	-	-	-
Sh61	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh62	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh63	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh64	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh65	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh66	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh67	-	-	-	-	-	-	0.02	1
Sh68	-	-	-	-	-	-	0.07	2
Sh69	-	-	-	-	-	-	0.02	1
Sh70	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh71	5.00	1	-	-	-	-	-	-
Sh72	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh73	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh74	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh75	-	-	-	-	-	-	0.05	1
Sh76	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	15.00	7	10.00	1	1.00	1	0.50	15

			
현 황	■ S01 천장부 균열(0.3mm미만)	현 황	■ S03 천장부 박락
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S12 천장부 균열(0.3mm미만)	현 황	■ S13 천장부 보수부 박락
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 거푸집 조기탈형, 건조수축, 신축작용 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S20 천장부 균열(0.3mm미만)	현 황	■ S32 균열부백태(0.3mm미만)
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 온도변화, 건조수축, 수분접촉 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 표면처리

【사진 8.3.2】 천장부 손상현황

			
현 황	■ S34 천장부 균열(0.3mm이상)	현 황	■ S38 천장부 박락
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등
대 책	■ 주입보수	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S51 천장부 박락	현 황	■ S60 천장부 균열(0.3mm미만)
원 인	■ 거푸집 조기탈형 등	원 인	■ 온도변화, 건조수축 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 표면처리
			
현 황	■ S68 천장부 박락	현 황	■ S71 천장부 보수부 균열(0.3mm미만)
원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등	원 인	■ 온도변화, 건조수축 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수

【사진 8.3.2】 천장부 손상현황(계속)

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존 손상인 재균열, 박락 손상의 신규 손상이 확인되었으며, 그 외 손상은 진전이 없는 상태로 조사되었다.

【표 8.3.3】 천장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
천장부	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만)	m	10.00	6	15.00	7	▲ 5.00	신규손상
	균열(0.3mm이상)	m	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음
	균열부 백태	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	콘크리트 박락, 보수부 박락	m ²	0.48	14	0.50	15	▲ 0.02	신규손상

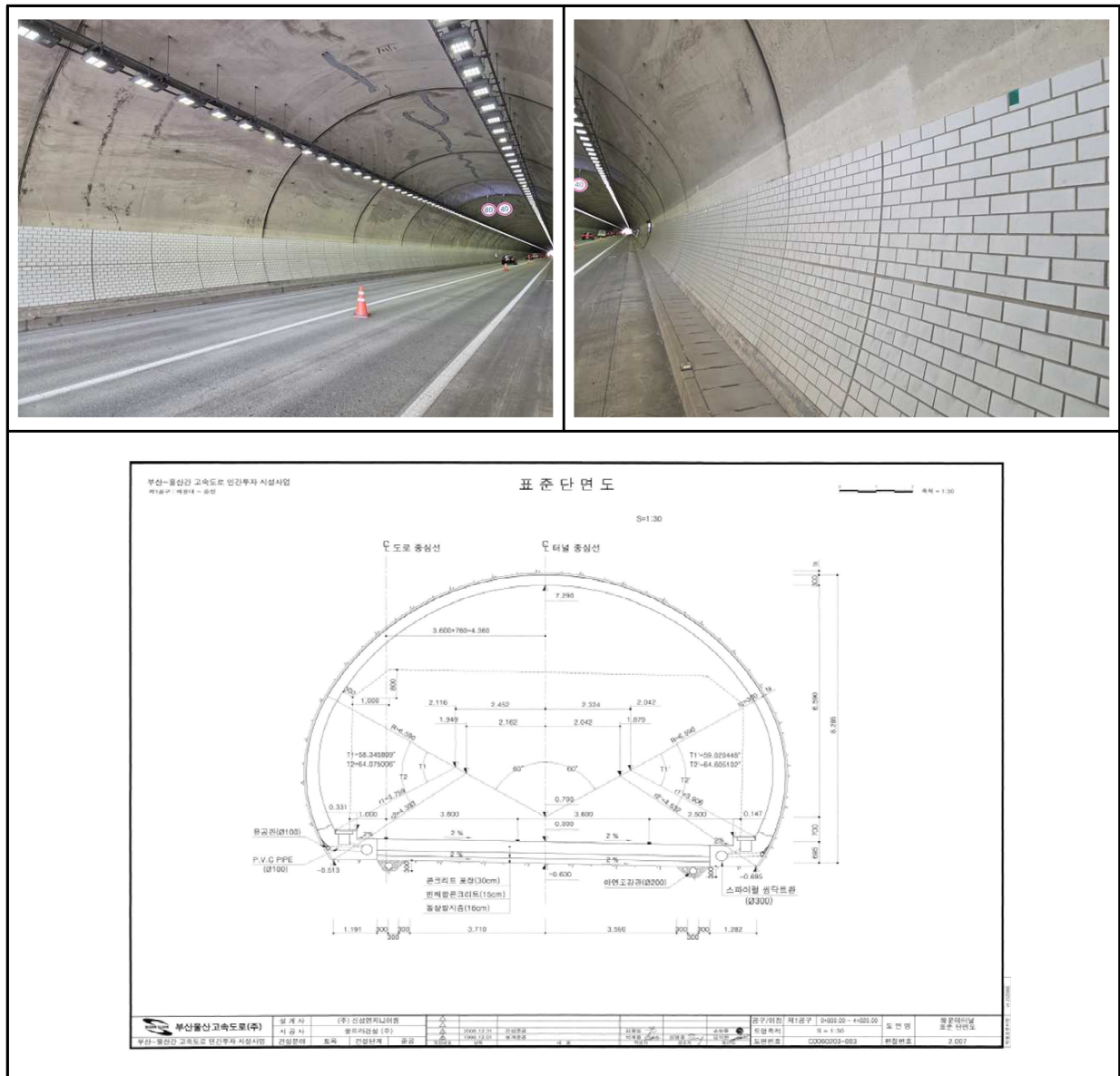
(3) 검토의견

- 천장부에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부 재균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 계절 변화에 따른 온도변화와 건조수축, 수분접촉 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 콘크리트 박락, 보수부 박락의 경우 거푸집 조기탈거, 온도변화에 의한 신축작용, 등에 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 안전성에 미치는 영향은 적으나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 적절한 조치를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

2) 측벽부

본 터널의 라이닝 두께는 300mm이며, 측벽부는 미관 및 조명효과를 증대시켜 시거환경 확보와 차량 운전자의 사고 예방을 목적으로 타일마감으로 시공되었고, 교통통제 후 도보를 이용한 조사를 실시하였다.

점검시 콘크리트 균열 및 누수여부, 박리, 박락, 배부름 및 변형, 타일손상 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.3】 측벽부 전경

(1) 조사결과

- 측벽부에 대한 현장조사 결과, 조사된 주요 손상은 표면 마감재인 타일의 탈락, 파손, 균열 손상이며, 그 외 라이닝 하단부 일부 구간에서 균열(폭 0.3mm미만, 이상), 파손 등이 확인되었다. 금회 점검에서 근접 및 정밀조사로 인하여 균열, 망상균열, 누수흔적, 백태 등의 신규 손상이 조사되었다.

【표 8.3.4】측벽부 손상현황

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		타일 탈락, 파손, 균열 (EA/개소)	
Sh1	2.00	2	3.00	2	—	—	0.05	1	—	—	—	—
Sh2	3.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh3	10.00	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh4	5.10	3	—	—	1.25	1	—	—	—	—	—	—
Sh5	2.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh7	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh14	8.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh19	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh23	3.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh24	1.50	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh26	—	—	—	—	2.00	1	—	—	—	—	—	—
Sh27	2.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh28	—	—	—	—	2.00	1	—	—	—	—	—	—
Sh29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh30	6.00	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh31	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh32	2.50	2	—	—	—	—	—	—	0.15	1	9.00	9
Sh33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.00	8
Sh34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh39	1.00	1	—	—	0.20	1	—	—	—	—	—	—

【표 8.3.4】측벽부 손상현황(계속)

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		타일 탈락, 파손, 균열 (EA/개소)	
Sh40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh41	1.20	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh42	5.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh44	9.50	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.00	3
Sh49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.00	11
Sh50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.00	6
Sh51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.00	5
Sh52	2.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh57	2.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh69	3.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh70	7.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh71	0.50	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh72	5.50	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh73	2.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh75	0.60	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh76	0.70	1	—	—	—	—	1.20	2	—	—	—	—
합계	88.10	40	3.00	2	5.45	4	1.25	3	0.15	1	51.00	51

			
현 황	■ S01 측벽부 균열(0.3mm이상)	현 황	■ S01 측벽부 백태
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 우수유입, 습기흡착 등
대 책	■ 주입보수	대 책	■ 표면처리
			
현 황	■ S04 측벽부 망상균열	현 황	■ S14 측벽부 균열(0.3mm미만)
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 온도변화, 건조수축 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 표면처리
			
현 황	■ S32 측벽부 누수흔적	현 황	■ S60 측벽부 타일탈락
원 인	■ 지하수유입, 습기흡착 등	원 인	■ 장기공용, 부착력 저하 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 재설치

【사진 8.3.4】 측벽부 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존 손상인 타일 파손 및 탈락, 균열 손상이 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 금회 점검에서 균열(폭 0.3mm이상), 누수흔적 손상이 신규 발생한 것으로 확인되었다. 기존 백태는 표기오기로 인해 물량 감소한 것으로 확인되었다.

【표 8.3.5】 측벽부 기 점검 결과 비교

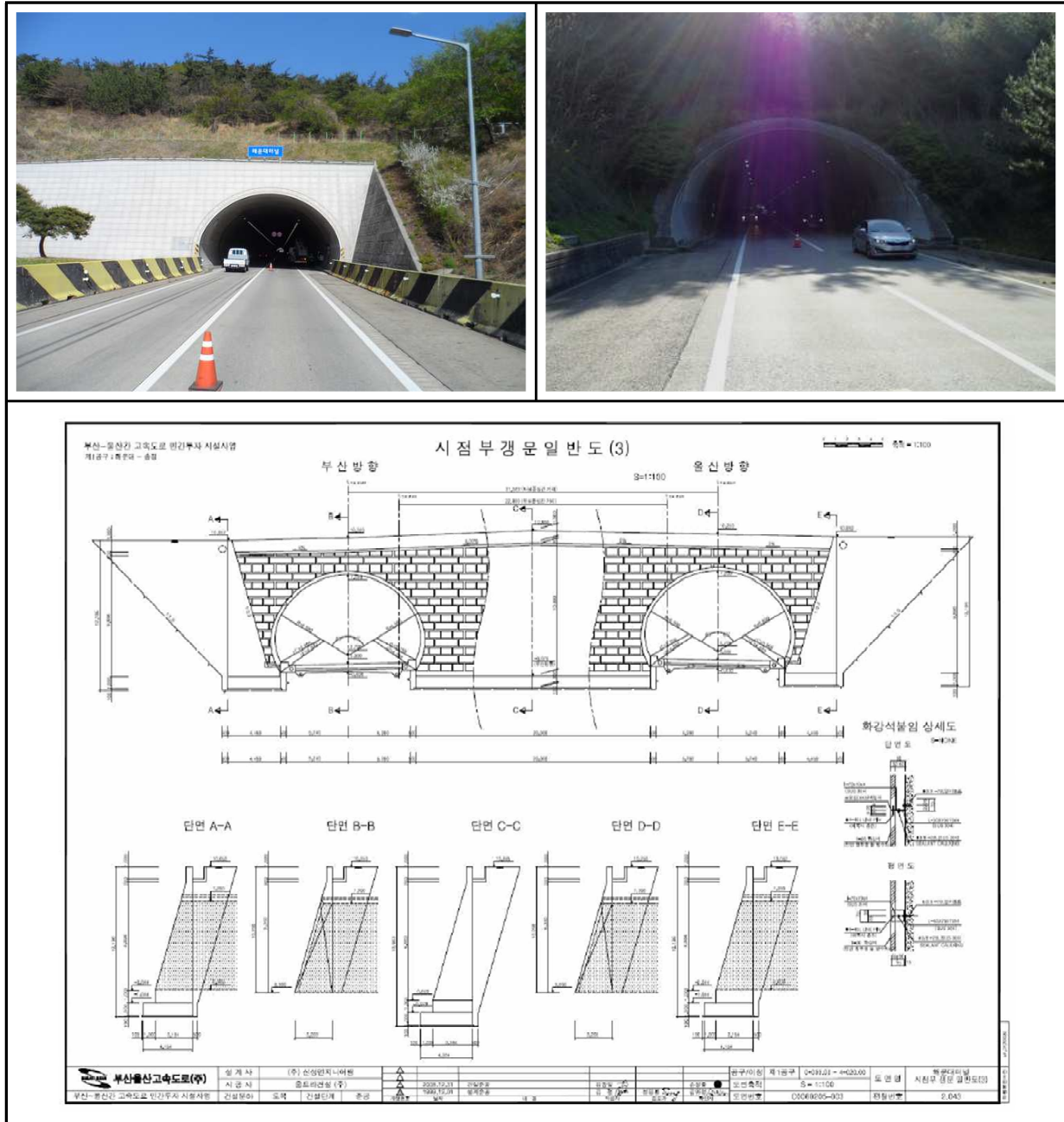
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
측벽부	균열(0.3mm미만)	m	92.60	43	88.10	40	▼ 4.50	물량오기
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	3.00	2	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	m ²	5.45	4	5.45	4	— —	변동없음
	백태	m ²	1.25	3	0.05	1	▼ 1.20	표기오기
	누수흔적	m ²	—	—	0.02	2	▲ 0.02	신규손상
	타일 파손 및 탈락, 균열	EA	47.00	47	51.00	51	▲ 4.00	신규손상

(3) 검토의견

- 측벽부에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태는 라이닝 타일 상단부 일부에 발생한 손상으로, 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축, 거푸집 조기탈형 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조물에 주는 영향을 미미한 수준이지만 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 조사된 균열(0.3mm이상)의 경우 온도변화, 건조수축 등의 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향은 미치지 않으나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진, 안전성 확보를 위한 주입보수 등의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 측벽부에서 조사된 누수흔적의 경우 배면배수로에 흐르는 지하수유입, 지하수위 증가 등 복합적인 원인으로 인해 발생한 것으로 판단되며, 현재 표면이 건조한 상태로 표면처리 등 적절한 방한의 보수 및 지속적인 점검을 통한 주의관찰을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 타일 파손 및 탈락, 균열의 경우 시설물의 장기공용 및 균열부에 따른 부착력 저하 등이 원인인 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 손상 발생에 대한 주의관찰을 실시하고, 향후 손상의 진전이 확인될 시 관리주체의 보수계획에 따른 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3) 갯문

본 터널의 갯문은 NATM구간 시점부 면벽식, 종점부 원통절개형 형식으로 시공되어있다. 외관 조사시 균열, 파손, 박락 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.5】 갯문 전경

(1) 조사결과

- 갯문 외관조사 결과, 기존 및 신규손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 8.3.6】 갯문 손상현황

구분	상태양호	
시점부	—	—
중점부	—	—
합계	—	—

			
현 황	■ 시점부 상태현황	현 황	■ 중점부 상태현황
원 인	■ —	원 인	■ —
대 책	■ —	대 책	■ —

【사진 8.3.6】 갯문 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존 및 신규손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 8.3.7】 갯문 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증 · 감	비고
			물량	개소	물량	개소		
갯문	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

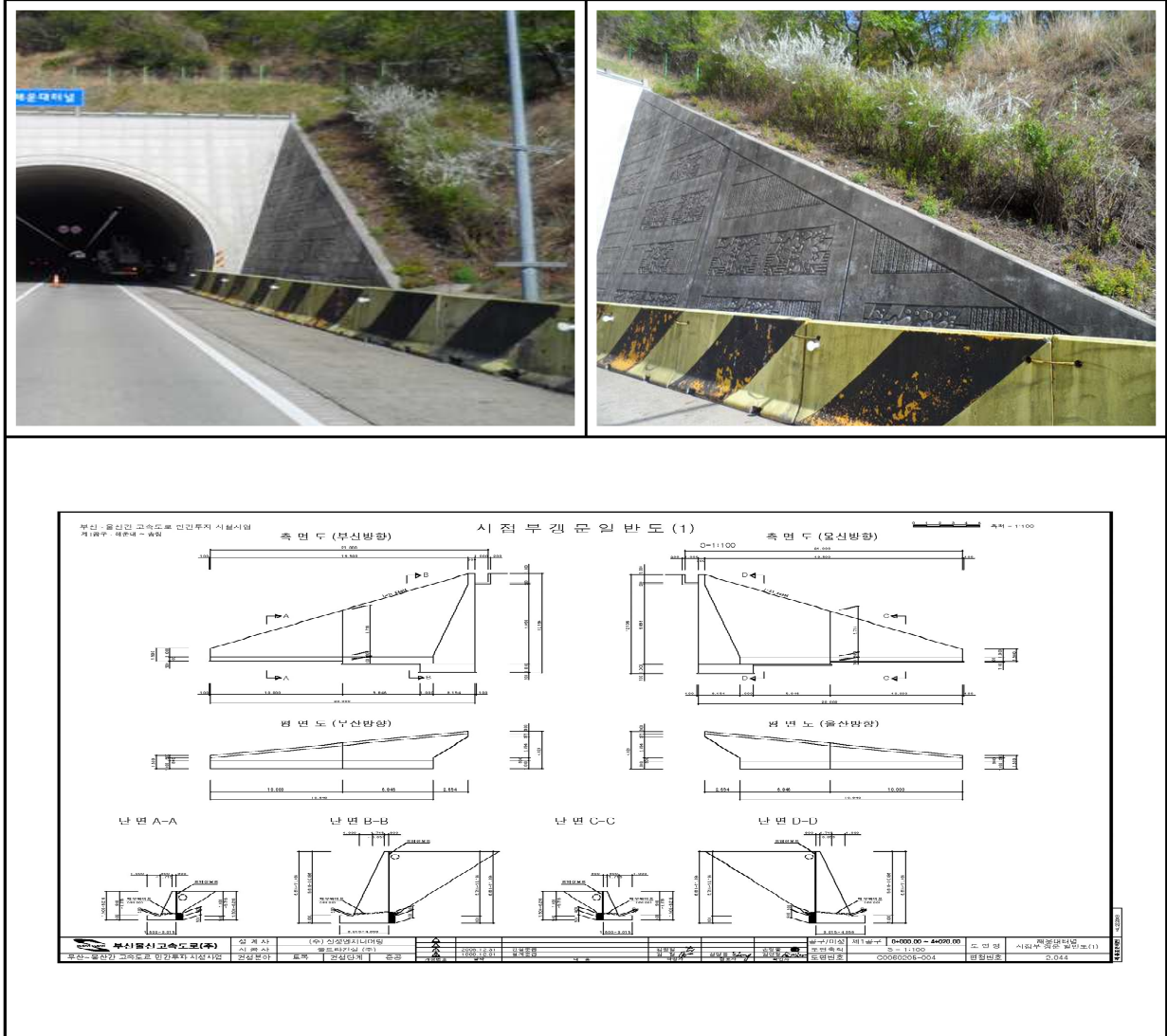
(3) 검토의견

- 갯문에 대한 현장조사 결과, 기존 및 신규손상이 없는 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

나. 부대시설물(옹벽)

1) 옹벽

시점부 갭문 우측에 갭구부 옹벽이 위치하고 있으며, 콘크리트로 시공되어 있다. 외관조사시 균열, 파손, 박락 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.7】 옹벽 전경

(1) 조사결과

- 옹벽의 외관조사 결과, 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

【표 8.3.8】 옹벽 손상현황

구분	상태양호
시점부 옹벽	—
합계	—

			
현 황	■ 시점부 옹벽 상태현황	현 황	■ 시점부 옹벽 상태현황
원 인	■ -	원 인	■ -
대 책	■ -	대 책	■ -

【사진 8.3.8】 옹벽 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 손상이 발생하지 않은 상태로 물량의 변화는 없는 것으로 확인되었다.

【표 8.3.9】 옹벽 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
시점부 옹벽	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

(3) 검토의견

- 옹벽의 점검결과, 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 요구된다.

다. 부속시설물(사면, 공동구, 배수시설, 포장부, 기타부속시설)

1) 사면

본 터널 시·종점부에 있는 사면에 대한 준공도서 검토 결과, 사면에 와이어 매쉬+쑈크리트로 표면보호공을 시공하고, Rock bolt로 보강하여 시공된 것으로 확인되었다.

준공이후 지형의 변화나 사면활동 등의 외형적인 변화는 없는 것으로 관찰되었으며, 터널부 사면의 외관조사시 강우나 폭설 등에 의한 토사층의 침식, 암반면의 탈락 등 절토사면의 파괴징후 및 손상 발생여부에 대해 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.9】 사면 전경

(1) 조사결과

- 사면 외관조사 결과, 준공이후 지형의 변화나 사면활동 등의 파괴징후는 없는 것으로 조사되었으며, 표면보호공으로 시공된 녹생토는 활착상태는 양호한 것으로 확인되었다. 시점부 갭문 상부에서 기 손상인 배수로 균열이 확인되었고, 종점부 사면에 발생된 웜스 파손이 보수가 된 것으로 조사되었다.

【표 8.3.10】 사면 손상현황

구분	외부배수로 균열(0.3mm이상) (m/개소)	
시점부	1.00	1
종점부	—	—
합계	1.00	1

			
현 황	■ 시점부 사면 배수로균열(0.3mm이상)	현 황	■ 종점부 사면 휨스 파손 보수
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ -
대 책	■ 주입보수	대 책	■ -
			
현 황	■ 시점부 상태현황	현 황	■ 시점부 상태현황
원 인	■ -	원 인	■ -
대 책	■ -	대 책	■ -
			
현 황	■ 종점부 상태현황	현 황	■ 종점부 상태현황
원 인	■ -	원 인	■ -
대 책	■ -	대 책	■ -

【사진 8.3.10】 사면 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 터널 사·중점부 주변 사면은 신규 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 기 발생한 웬스 파손 손상은 보수가 된 것으로 확인되었다.

【표 8.3.11】 사면 기 점검 결과 비교

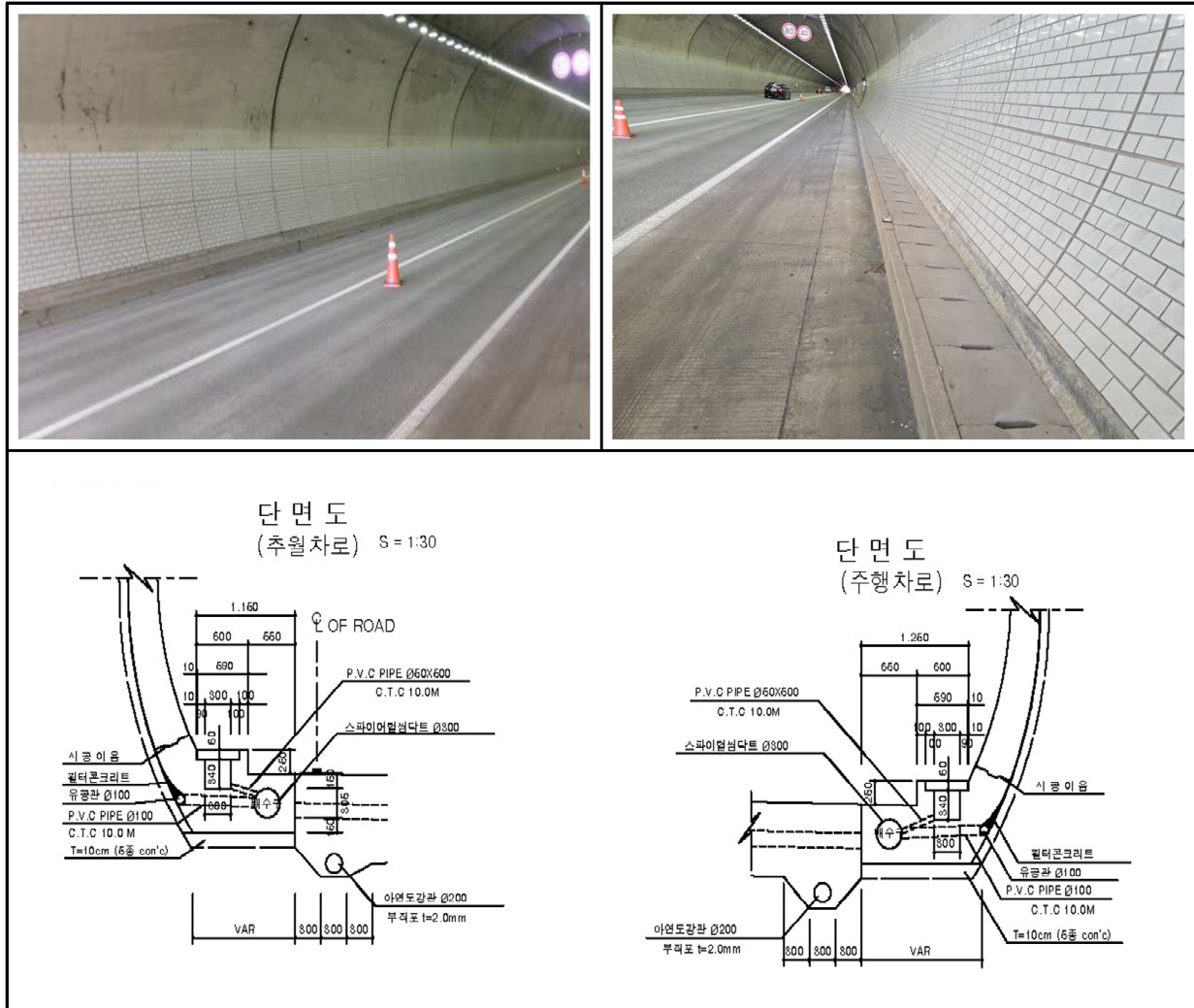
구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
사면	웬스파손	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	외부배수로 균열 (0.3mm이상)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

(3) 검토의견

- 시점부 갯문 상부 배수로에서 발생한 균열(0.3mm이상)은 계절변화에 따른 온도변화, 건조수축 등 복합적인 원인으로 발생한 것으로 판단되며, 구조물에 구조적인 영향을 미치지 않으나, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위해 적절한 방안의 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 터널부 사면은 준공이후 지형의 변화나 사면활동 등의 외형적인 변화는 없는 것으로 관찰되었고, 녹생토 활착이 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다. 또한, 사면의 유실 및 슬라이딩 징후(인장균열)는 확인되지 않았으나, 강우, 폭우, 해빙기 등이 발생하는 시기에는 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

2) 공동구

본 터널의 좌·우벽체 하단부에 위치한 공동구는 기계 및 전기설비 등에 대한 효율적인 유지관리를 위해 설치된 시설물로 좌측(340mm×300mm), 우측(340mm×300mm) 크기로 시공되어있다. 현장조사시 공동구 덮개 파손, 본체 콘크리트 파손 등에 주안점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.11】 공동구 전경

(1) 조사결과

- 공동구 외관조사 결과, 조사된 주요 손상으로는 균열(폭 0.3mm미만, 이상) 손상으로 전 구간에 걸쳐 다수 발생한 것으로 조사되었으며, 그 외 기존 손상인 누수흔적, 박락, 백태, 덮개 탈락, 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 8.3.12】 공동구 손상현황

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열, 시공이음부 균열 (0.3mm이상) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		박락, 파손 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		덮개 탈락, 파손 (EA/개소)	
Sh1	—	—	18.70	4	—	—	0.09	1	—	—	1.00	1
Sh2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh6	0.30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh7	—	—	0.30	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh8	—	—	0.40	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh10	—	—	0.40	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh11	—	—	0.40	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh13	0.40	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh15	—	—	0.80	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh18	—	—	—	—	—	—	0.10	1	—	—	—	—
Sh19	0.30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh20	0.30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh21	—	—	0.80	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh22	0.40	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh23	—	—	0.40	1	—	—	0.02	1	—	—	—	—
Sh24	—	—	0.40	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh26	—	—	—	—	—	—	0.12	1	—	—	—	—
Sh27	—	—	—	—	—	—	0.03	1	—	—	—	—
Sh28	0.30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh31	—	—	0.90	2	—	—	0.15	1	—	—	—	—
Sh32	—	—	—	—	0.15	1	0.01	1	—	—	—	—
Sh33	2.30	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh37	0.30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh38	0.30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh39	0.30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

【표 8.3.12】 공동구 손상현황(계속)

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열, 시공이음부 균열 (0.3mm이상) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		박락, 파손 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		덮개 탈락, 파손 (EA/개소)	
Sh40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
Sh41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
Sh47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh48	-	-	-	-	-	-	0.10	1	-	-	-	-
Sh49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh50	-	-	0.30	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh51	-	-	0.30	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh53	0.30	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5
Sh57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh64	0.40	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh65	-	-	0.80	2	-	-	-	-	-	-	1.00	1
Sh66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh67	0.40	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh68	-	-	0.80	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
Sh71	-	-	0.40	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
Sh76	-	-	-	-	1.20	2	-	-	-	-	-	-
합계	6.30	14	26.10	23	1.35	3	0.61	7	0.01	1	18.00	18

			
현 황	■ S01 공동구 시공이음부 균열(0.3mm이상)	현 황	■ S04 공동구 균열(0.3mm이상)
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 건조수축, 온도변화 등
대 책	■ 주입보수	대 책	■ 주입보수
			
현 황	■ S18 공동구 파손	현 황	■ S19 공동구 덮개 파손
원 인	■ 외부충격 등	원 인	■ 외부충격, 장기공용 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 주입보수
			
현 황	■ S65 공동구 균열(0.3mm이상)	현 황	■ S76 공동구 백태
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 우수유입, 습기흡착 등
대 책	■ 주입보수	대 책	■ 표면처리

【사진 8.3.12】 공동구 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 균열의 추가 손상이 일부 확인되었으며, 덮개 파손, 탈락 손상도 일부 추가 발생한 것으로 조사되었다. 백태 손상은 표기오류로 인해 물량이 증가한 것으로 확인되었다.

【표 8.3.13】 공동구 기 점검 결과 비교

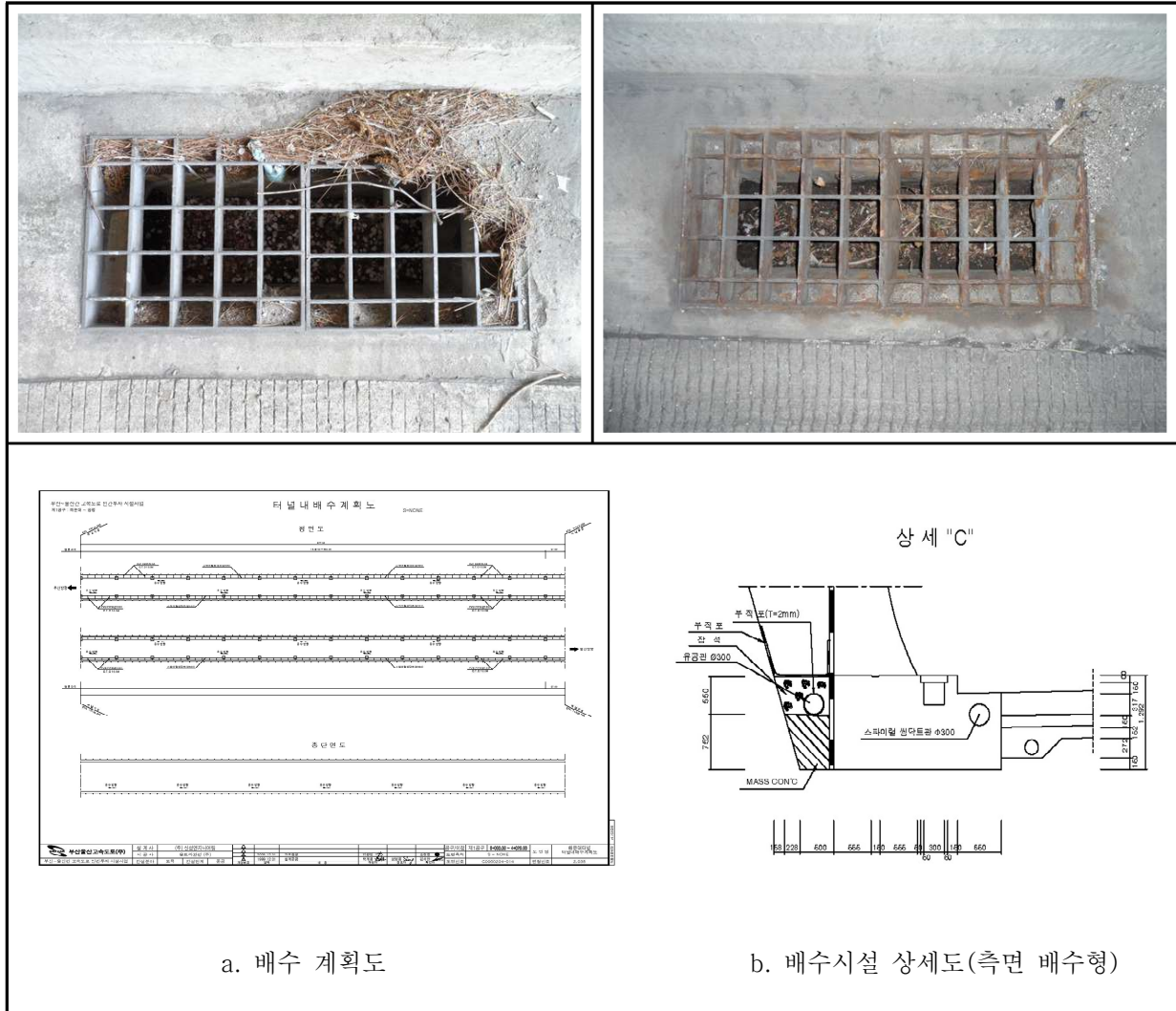
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
공동구	균열(0.3mm미만)	m	6.60	14	6.30	14	▼ 0.30	물량오기
	균열, 시공이음부 균열(0.3mm이상)	m	8.50	22	26.10	23	▲ 17.60	신규손상
	백태	m ²	0.15	1	1.35	3	▲ 1.20	표기오기
	박락, 파손	m ²	0.51	6	0.61	7	▲ 0.10	물량오기
	누수흔적	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	덮개 탈락, 파손	EA	16.00	16	18.00	18	▲ 2.00	추가손상

(3) 검토의견

- 공동구에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 온도변화 및 건조수축 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 공동구 균열 및 시공이음부 균열(0.3mm이상)의 경우 온도변화 및 건조수축, 미세균열의 진전, 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 주입보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 공동구 박락, 파손 등의 경우 외부충격, 차량 통행으로 인한 지속적인 진동 발생, 온도변화 등에 의한 신축작용 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 공동구 누수흔적의 경우 배면 배수로의 지하수, 우수 등이 침투 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 조사일 현재 건조한 상태이다. 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 공동구 덮개 탈락, 파손의 경우 외부충격, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 점검 및 피난자의 안전 및 원활한 배수를 위한 정비 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

3) 배수시설

본 터널의 좌·우벽체 하단부에 위치한 배수시설에 대한 효율적인 유지관리를 위해 설치된 시설물로 배수구 막힘, 오염 등에 주안점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.13】 배수시설 전경

(1) 조사결과

- 배수시설 외관조사 결과, 배수시설 측구 균열(폭 0.3mm미만, 이상), 측구 파손, 집수구 토사 퇴적 등의 손상이 확인되었고, 덮개인 그레이팅의 부식이 조사되었다.

【표 8.3.14】 배수시설 손상현황

구분	측구 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		측구 균열 (0.3mm이상) (m/개소)		측구 파손 (㎡/개소)		집수구 토사퇴적 (㎡/개소)	
Sh1	—	—	0.60	1	0.60	2	—	—
Sh2	—	—	0.50	1	—	—	2.00	2
Sh3	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh4	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh5	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh6	0.60	1	1.4	1.8	2.2	2.6	3	3.4
Sh7	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh8	—	—	0.60	1	—	—	—	—
Sh9	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh10	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh11	—	—	0.60	1	0.03	1	—	—
Sh12	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh13	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh14	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh15	—	—	1.20	2	—	—	—	—
Sh16	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh17	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh18	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh19	0.60	1	—	—	—	—	—	—
Sh20	1.00	2	—	—	—	—	—	—
Sh21	—	—	1.20	2	—	—	—	—
Sh22	0.60	1	—	—	—	—	—	—
Sh23	—	—	0.60	1	—	—	—	—
Sh24	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh25	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh26	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh27	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh28	—	—	0.60	1	—	—	—	—
Sh29	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh30	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh31	—	—	0.60	1	—	—	—	—
Sh32	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh33	0.60	1	—	—	—	—	—	—
Sh34	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh35	—	—	—	—	—	—	2.00	2
Sh36	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh37	0.60	1	—	—	—	—	—	—
Sh38	0.60	1	—	—	—	—	—	—
Sh39	0.60	1	—	—	—	—	—	—

【표 8.3.14】 배수시설 손상현황(계속)

구분	측구 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		측구 균열 (0.3mm이상) (m/개소)		측구 파손 (㎡/개소)		집수구 토사퇴적 (EA/개소)	
Sh40	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh41	-	-	-	-	-	-	2.00	2
Sh42	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh43	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh44	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh45	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh46	-	-	-	-	-	-	2.00	2
Sh47	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh48	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh49	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh50	-	-	0.60	1	-	-	-	-
Sh51	-	-	0.60	1	-	-	-	-
Sh52	-	-	-	-	-	-	2.00	2
Sh53	1.00	2	-	-	-	-	-	-
Sh54	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh55	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh56	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh57	-	-	-	-	-	-	2.00	2
Sh58	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh59	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh60	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh61	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh62	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh63	-	-	-	-	-	-	2.00	2
Sh64	0.60	1	-	-	-	-	-	-
Sh65	-	-	0.60	1	-	-	-	-
Sh66	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh67	0.60	1	-	-	-	-	-	-
Sh68	0.60	1	0.60	1	-	-	2.00	2
Sh69	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh70	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh71	-	-	0.60	1	-	-	-	-
Sh72	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh73	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh74	-	-	-	-	-	-	2.00	2
Sh75	-	-	-	-	0.08	1	-	-
Sh76	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	8.00	14	10.10	17	0.71	1	28.00	28

			
현 황	■ S01 배수시설 파손	현 황	■ S01 배수시설 망상균열
원 인	■ 외부충격 등	원 인	■ 온도변화, 건조수축 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 표면처리
			
현 황	■ S02 배수시설 집수구 토사퇴적	현 황	■ S07 배수시설 집수구 토사퇴적
원 인	■ 장기공용, 이물질유입 등	원 인	■ 장기공용, 이물질유입 등
대 책	■ 정비	대 책	■ 정비
			
현 황	■ S65 배수시설 측구 균열(0.3mm미만)	현 황	■ S74 배수시설 집수구 토사퇴적
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 장기공용, 이물질유입 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 정비

【사진 8.3.14】 배수시설 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존 손상인 배수시설 측구 균열에 신규 손상이 조사되었고, 측구 파손, 집수구 토사퇴적은 추가 손상이 없는 것으로 조사되었다.

【표 8.3.15】 배수시설 기 점검 결과 비교

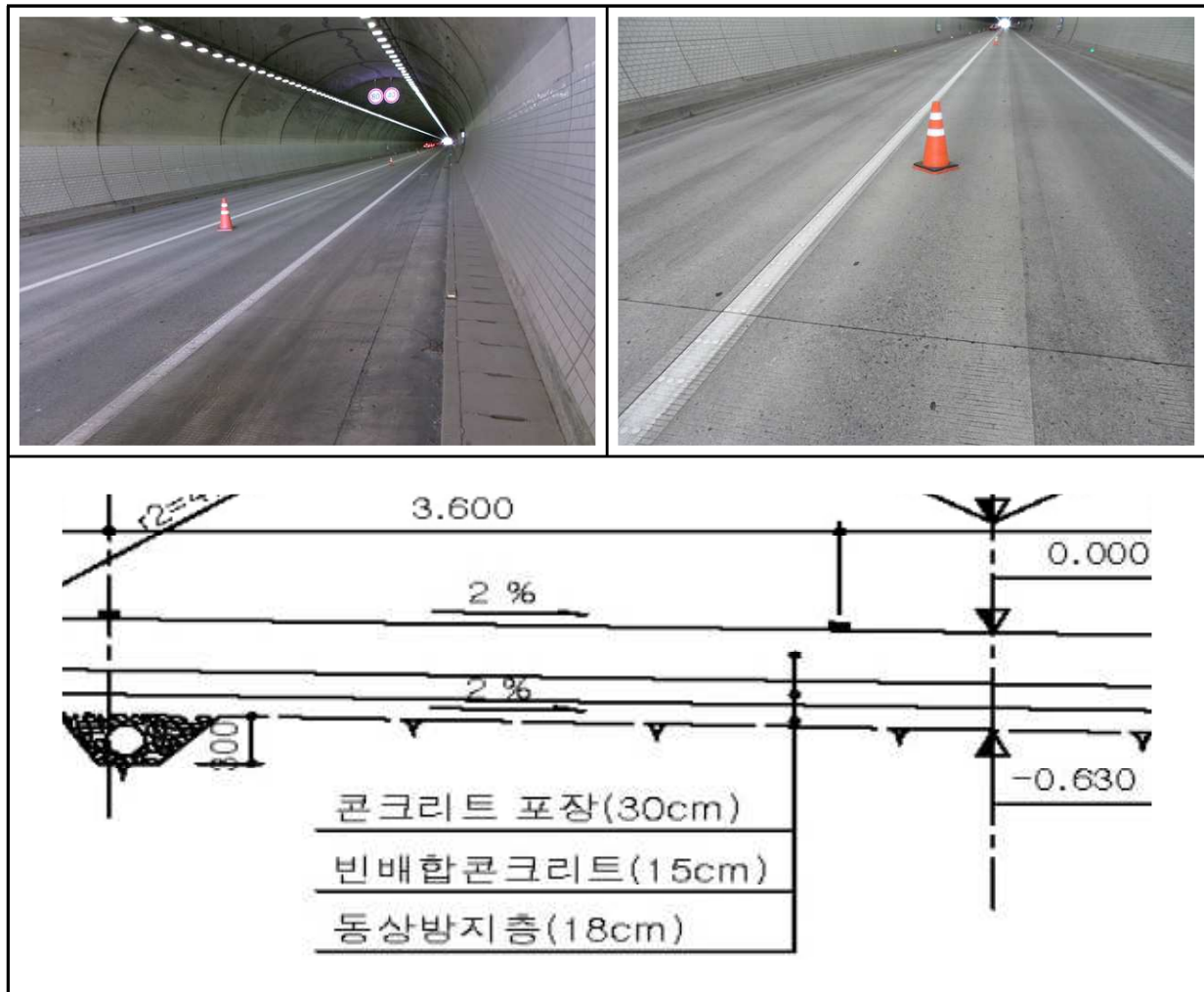
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	측구 균열(0.3mm미만)	m	9.00	15	8.00	14	▼ 1.00	물량오기
	측구 균열(0.3mm이상)	m	9.50	16	10.10	17	▲ 0.60	물량오기
	망상균열	m ²	0.40	1	0.40	1	— —	변동없음
	측구 파손	m ²	0.31	3	0.31	3	— —	변동없음
	집수구 토사퇴적	EA	28.00	28	28.00	28	— —	변동없음

(3) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 측구 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우, 배수로 상면에 발생한 손상으로 발생원인은 건조수축, 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적 요인에 의한 손상으로 판단되며, 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수, 주입보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 배수시설 측구 파손의 경우 외부충격, 차량통행으로 인한 지속적인 진동 발생, 온도변화 등에 의한 신축작용 등에 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 배수시설 집수구 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 외부 이물질 유입 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 부재의 사용성 향상 및 원활한 배수기능을 위한 정비 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

4) 포장부

본 터널의 포장부는 콘크리트 포장으로 시공되어 있으며, 운전자 시선 유도효과 및 소음감소, 운전 편의성 향상, 주행 접지력 향상을 목적으로 중·횡방향 타이닝이 시공된 상태이다. 포장부 외관조사 시, 균열 및 파손, 토사퇴적, 포장패임, 함몰 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.15】포장부 전경

(1) 조사결과

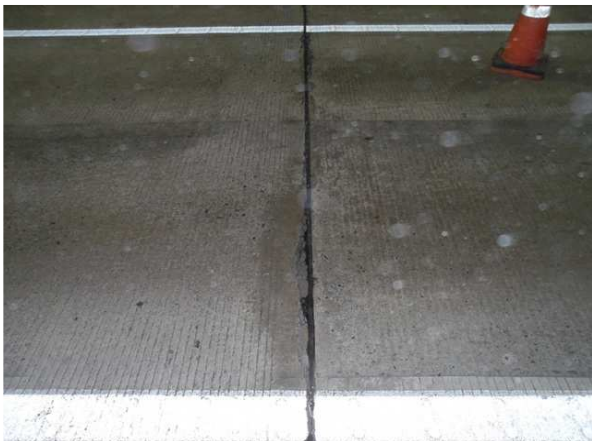
- 포장부 외관조사 결과, 공용년수 증가에 따른 일부 손상이 발생한 것으로 조사되었으나, 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 없는 것으로 확인되었다. 조사된 주요 손상으로는 포장 파손 손상이 확인되었다.

【표 8.3.16】 포장부 손상현황

구분	포장 파손 (㎡/개소)	
Sh1	—	—
Sh2	—	—
Sh3	—	—
Sh4	—	—
Sh5	0.02	1
Sh6	—	—
Sh7	—	—
Sh8	—	—
Sh9	0.09	1
Sh10	—	—
Sh11	—	—
Sh12	—	—
Sh13	—	—
Sh14	—	—
Sh15	—	—
Sh16	—	—
Sh17	—	—
Sh18	0.09	1
Sh19	0.01	1
Sh20	—	—
Sh21	—	—
Sh22	—	—
Sh23	—	—
Sh24	—	—
Sh25	0.08	1
Sh26	—	—
Sh27	—	—
Sh28	—	—
Sh29	0.15	5
Sh30	—	—
Sh31	—	—
Sh32	—	—
Sh33	—	—
Sh34	—	—
Sh35	0.02	1
Sh36	—	—
Sh37	—	—
Sh38	—	—
Sh39	—	—

【표 8.3.16】 포장부 손상현황(계속)

구분	포장 파손 (㎡/개소)	
Sh40	—	—
Sh41	0.08	1
Sh42	—	—
Sh43	0.40	1
Sh44	—	—
Sh45	—	—
Sh46	—	—
Sh47	—	—
Sh48	—	—
Sh49	—	—
Sh50	—	—
Sh51	—	—
Sh52	—	—
Sh53	0.01	1
Sh54	0.03	3
Sh55	0.01	1
Sh56	0.01	1
Sh57	—	—
Sh58	—	—
Sh59	—	—
Sh60	—	—
Sh61	—	—
Sh62	—	—
Sh63	0.02	1
Sh64	—	—
Sh65	—	—
Sh66	—	—
Sh67	—	—
Sh68	—	—
Sh69	—	—
Sh70	—	—
Sh71	—	—
Sh72	—	—
Sh73	—	—
Sh74	—	—
Sh75	—	—
Sh76	0.10	1
합계	1.18	22

			
현 황	■ S05 포장 파손	현 황	■ S08 포장 마모
원 인	■ 외부충격, 중차량 반복통행 등	원 인	■ 외부충격, 신축작용 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S19 포장 파손	현 황	■ S29 포장 파손
원 인	■ 외부충격, 중차량 반복통행 등	원 인	■ 외부충격, 신축작용 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S43 포장 파손	현 황	■ S76 포장 파손
원 인	■ 외부충격, 신축작용 등	원 인	■ 외부충격, 신축작용 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수

【사진 8.3.16】 포장부 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 포장 파손 손상이 추가 발생한 것으로 확인되었으며, 포장 균열, 망상균열, 재료분리 손상은 보수 실시로 인해 손상이 감소한 것으로 조사되었다.

【표 8.3.17】 포장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
포장부	포장 균열	m	6.00	2	—	—	▼ 6.00	보수실시
	망상균열	m ²	22.50	2	—	—	▼ 22.50	보수실시
	포장 파손	m ²	1.40	32	1.18	22	▼ 0.22	일부 보수 +신규손상
	재료분리	m ²	9.30	3	—	—	▼ 9.30	보수실시

(3) 검토의견

- 포장 파손의 경우 중차량의 반복통행에 의한 진동 및 충격, 다짐부족 등으로 인해 발생한 것으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아니나, 손상의 진전 및 내구성 확보, 주행성 향상을 위해 적절한 방안의 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량의 윤택중으로 인한 재손상이 우려되므로 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

5) 기타부속시설

본 터널의 내부에 천장부 좌·우측으로 조명시설, 환기시설, 신호시설이 설치되어있으며, 측벽부에 소화시설, CCTV, 비상전화 등의 방재시설 등이 설치되어 있다.



【사진 8.3.17】 기타부속시설 전경

(1) 조사결과

- 터널 어깨부 좌, 우측으로 설치되어 있는 조명시설의 점등 상태는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 그 외 구간은 차량 운행에 대한 충분한 조도를 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 소화시설 점검결과, 터널내부 차량 화재시 진압을 위한 소화설비는 측벽부에 설치되어 있으며, 내부에 분말소화기 2조가 비치되어 것으로 조사되었다.

【표 8.3.18】 기타부속시설 손상현황

구분	상태양호	
기타 부속시설	—	—
합계	—	—

			
현 황	■ 조명시설 상태현황	현 황	■ 비상전화시설 상태현황
원 인	■ -	원 인	■ -
대 책	■ -	대 책	■ -
			
현 황	■ 소화기 상태현황	현 황	■ CCTV 상태현황
원 인	■ -	원 인	■ -
대 책	■ -	대 책	■ -
			
현 황	■ 교통안내 표지판 상태현황	현 황	■ 속도제한 표지판 상태현황
원 인	■ -	원 인	■ -
대 책	■ -	대 책	■ -

【사진 8.3.18】 기타부속시설 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기타 부속시설은 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 8.3.19】 기타부속시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
기타 부속시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

(3) 검토의견

- 기타 부속시설에 대한 외관조사 결과, 조사된 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

라. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로부 포장 및 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

- 공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 미설치된 상태이다.

2) 도로포장

- 공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 포장부, 공동구”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

- 공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 미설치된 상태이다.

4) 환기구 등의 덮개

- 공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 “현장조사 결과 - 공동구”, “현장조사 결과 - 배수시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

마. 터널의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

【표 8.3.20】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 해운대터널(울산)의 중대시민재해 유발 위험요소는 낙하물(고드름 낙하사고), 콘크리트 열화(터널 배수구 뚜껑파손) 등이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 터널에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 집수구에 토사퇴적, 균열 및 파손 등의 손상이 확인되었으나 재해 유발의 정도는 아닌 것으로 확인되었고, 라이닝 부의 누수는 없는 상태로 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	고드름 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	터널 배수구 뚜껑파손	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	

	
시점부 상태현황	종점부 상태현황
	
라이닝 상태현황	라이닝 상태현황
	
배수구 상태현황	배수시설 상태현황

【사진 8.3.19】 터널의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

8.3.3 현장조사 결과요약

가. 외관조사 총괄표

【표 8.3.21】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
천장부	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만)	m	15.00	7	
	균열(0.3mm이상)	m	10.00	1	
	균열부 백태	m	1.00	1	
	콘크리트 박락, 보수부 박락	m ²	0.50	15	
측벽부	균열(0.3mm미만)	m	88.10	40	
	균열(0.3mm이상)	m	3.00	2	
	망상균열	m ²	5.45	4	
	백태	m ²	0.05	1	
	누수흔적	m ²	0.02	2	
	타일 파손 및 탈락, 균열	EA	51.00	51	
갯문	상태양호	—	—	—	
옹벽	상태양호	—	—	—	
사면	외부배수로 균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	
공동구	균열(0.3mm미만)	m	6.30	14	
	균열, 시공이음부 균열 (0.3mm이상)	m	26.10	23	
	백태	m ²	1.35	3	
	박락, 파손	m ²	0.61	7	
	누수흔적	m ²	0.01	1	
	덮개 탈락, 파손	EA	18.00	18	
배수시설	측구 균열(0.3mm미만)	m	8.00	14	
	측구 균열(0.3mm이상)	m	10.10	17	
	망상균열	m ²	0.40	1	
	측구 파손	m ²	0.31	3	
	집수구 토사퇴적	EA	28.00	28	
포장부	포장 파손	m ²	1.18	22	
기타부속시설	상태양호	—	—	—	

8.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 8.3.22】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
천장부	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만)	m	10.00	6	15.00	7	▲ 5.00	신규손상
	균열(0.3mm이상)	m	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음
	균열부 백태	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	콘크리트 박락, 보수부 박락	m ²	0.48	14	0.50	15	▲ 0.02	신규손상
측벽부	균열(0.3mm미만)	m	92.60	43	88.10	40	▼ 4.50	물량오기
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	3.00	2	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	m ²	5.45	4	5.45	4	— —	변동없음
	백태	m ²	1.25	3	0.05	1	▼ 1.20	표기오기
	누수흔적	m ²	—	—	0.02	2	▲ 0.02	신규손상
	타일 파손 및 탈락, 균열	EA	47.00	47	51.00	51	▲ 4.00	신규손상
갯문	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
옹벽	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
사면	웁스파손	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	외부배수로 균열 (0.3mm이상)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
공동구	균열(0.3mm미만)	m	6.60	14	6.30	14	▼ 0.30	물량오기
	균열, 시공이음부 균열 (0.3mm이상)	m	8.50	22	26.10	23	▲ 17.60	신규손상
	백태	m ²	0.15	1	1.35	3	▲ 1.20	표기오기
	박락, 파손	m ²	0.51	6	0.61	7	▲ 0.10	물량오기
	누수흔적	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	덜개 탈락, 파손	EA	16.00	16	18.00	18	▲ 2.00	추가손상
배수 시설	측구 균열(0.3mm미만)	m	9.00	15	8.00	14	▼ 1.00	물량오기
	측구 균열(0.3mm이상)	m	9.50	16	10.10	17	▲ 0.60	물량오기
	망상균열	m ²	0.40	1	0.40	1	— —	변동없음
	측구 파손	m ²	0.31	3	0.31	3	— —	변동없음
	집수구 토사퇴적	EA	28.00	28	28.00	28	— —	변동없음
포장부	포장 균열	m	6.00	2	—	—	▼ 6.00	보수실시
	망상균열	m ²	22.50	2	—	—	▼ 22.50	보수실시
	포장 파손	m ²	1.40	32	1.18	22	▼ 0.22	일부 보수 +신규손상
	재료분리	m ²	9.30	3	—	—	▼ 9.30	보수실시
부속시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

8.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

8.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 비파괴시험을 실시하였으며, 그 기준수량은 다음과 같다.

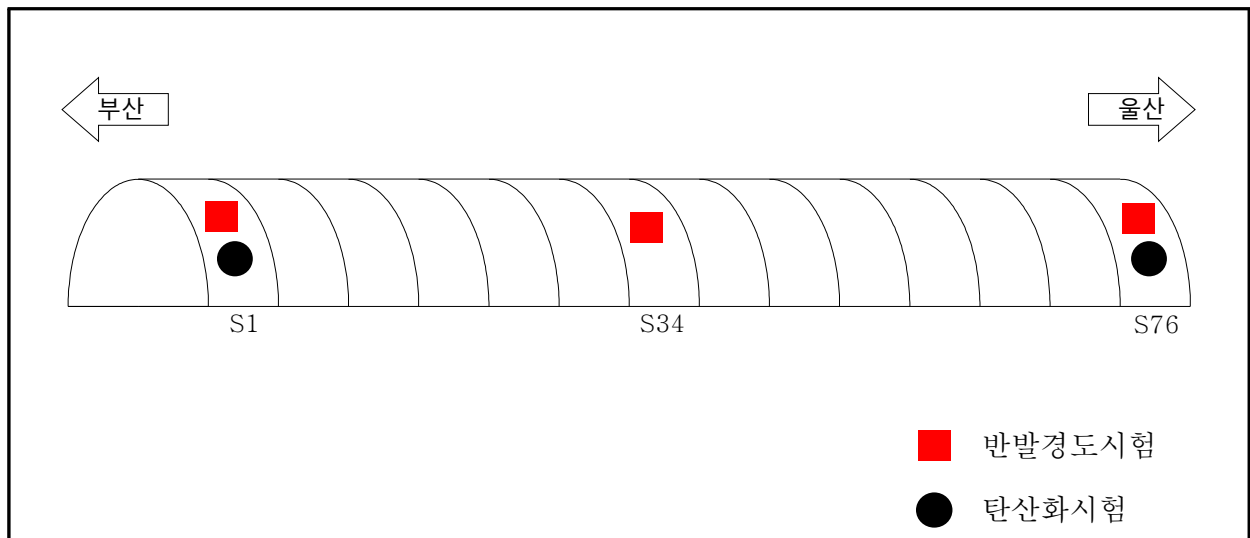
【표 8.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

구분	기준수량		실행수량	비고
측점분할	5~20m 간격			
반발경도 시험	총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	3개소	3개소	
탄산화깊이 측정	총연장 1,000m 미만 = 2개소 총연장 1,000m 이상 = 최초 2개소 + 1,000m당 1개소 추가	2개소	2개소	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 건전부 및 비건전부에 내구성 시험을 실시하였다. 따라서 본 터널의 내구성 시험은 고소작업차를 이용하여 라이닝 등의 주요부재를 중심으로 우선적으로 선정하여 시험위치를 정하였다.

다. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 8.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

8.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 콘크리트 표면이 양호한 부위를 선정하고, 철근탐사기를 이용하여 철근의 위치를 파악한 후, 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 타격방향, 재령 등에 의한 보정을 한 후 비파괴강도 추정에 이용하였으며, 동일한 위치에서 간접법에 의한 초음파 전달속도를 측정하여 반발경도에 의한 추정강도와 비교·분석하여 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.



【사진 8.4.1】 강도시험 현장사진

1) 반발경도 시험

(1) 반발경도 시험결과

【표 8.4.2】 콘크리트 라이닝 반발경도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
라 이 닝	S1	천단부	43.6	23.6	25.8	0.63	24.0	비건전부
	S34	천단부	48.1	27.2	27.9			건전부
	S76	천단부	43.7	23.6	25.9			건전부
평 균			—	24.8	26.5	—	—	
표준편차			—	2.08	1.18	—	—	
변동계수			—	0.084	0.045	—	—	
최대값			—	27.2	27.9	—	—	
최소값			—	23.6	25.8	—	—	

【표 8.4.3】 콘크리트 라이닝 반발경도 추정강도

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
라이닝	25.8	~ 27.9	24.0	26.5	110.4	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 건전부 25.9~27.9MPa, 비건전부 25.8MPa로 측정되었으며, 금회 실시한 비파괴강도는 건전부와 비건전부 모두 설계기준 압축강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

(2) 기 점검결과와의 비교

【표 8.4.4】 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도(MPa)
반발경도법	26.8 ~ 27.1	25.8 ~ 27.9	24.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

(3) 반발경도 시험보고서

【표 8.4.5】 반발경도 시험보고서

반발경도 시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 15 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	해운대터널(울산) 라이닝
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	라이닝 : 24MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	5.7 ~ 16.8℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	슈미트 해머 NR형
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.



【사진 8.4.2】 탄산화 깊이 시험 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 8.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 등급	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	경과년수	비 고
S1 라이닝	4.5	47.0	42.5	a	1.09	100년 이상	17	
S76 라이닝	4.0	57.0	53.0	a	0.97	100년 이상	17	

- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 4.0~4.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 8.4.7】 탄산화 깊이 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
라이닝	4.0 ~ 4.5	42.5 ~ 53.0	

2) 기 점검결과와의 비교

【표 8.4.8】 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		비 고
	잔여깊이(mm)	평가결과	잔여깊이(mm)	평가결과	
라이닝	53.5 ~ 57.3	a	42.5 ~ 53.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 측정위치에 따른 차이는 다소 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상으로 조사되어 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 없는 ‘a’ 등급으로 평가되었다. 따라서 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.				

3) 시험보고서

【표 8.4.9】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 15일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	콘크리트 라이닝
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

8.4.3 콘크리트 내구성 조사 결과요약

【표 8.4.10】금회 점검 내구성 조사 결과요약

시험명	시험부위		시험 결과	검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	반발경도 라이닝 (설계기준 : 24MPa)		25.8 ~ 27.9	측정결과, 설계기준강도를 100% 상회하는 것으로 조사됨.
탄산화 깊이 (mm)	라이닝	진행깊이(mm)	4.0 ~ 4.5	실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 30mm 이상으로 확인되어 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 없는 'a' 등급으로 평가됨
		잔여깊이(mm)	42.5 ~ 53.0	

【표 8.4.11】내구성조사 기 점검과의 비교 결과요약

시험명	시험부위	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	비고
비파괴 강도 (MPa)	라이닝 (설계기준: 24MPa)	26.8 ~ 27.1	25.8 ~ 27.9	측정 위치에 따른 편차로 인하여 정밀한 비교는 어려우나 설계강도를 100% 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단됨.
탄산화 깊이 (mm)	라이닝 잔여깊이	53.5 ~ 57.3	42.5 ~ 53.0	측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전차와 비교해서 급격한 진전없이 30mm 이상의 잔여깊이를 확보하여 양호한 상태로 확인되며, 탄산화 진행으로 인한 철근부식의 영향은 없는 것으로 판단됨.

8.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편-2024. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

8.5.1 상태평가 등급산정

가. 구간분할

정밀안전점검을 위한 외관조사, 각종 내구성조사, 시설물의 상태평가 등을 효과적으로 수행하기 위해서는 구조형식별 분류 또는 구간분할 작업은 필수적인 항목이다. 본 시설물은 NATM형식의 터널로 시공되었으며 철근구간과 무근구간, 부가시설물에 대한 상태평가를 진행하였으며, 구조물의 상태평가 등급 산정을 위한 구간분할 현황은 다음과 같다.

【표 8.5.1】 구간현황

구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)	구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)
철근구간	Sh1	S1	8.0	8.0	무근구간	Sh7	S17	9.0	152.0
		S2	9.0	17.0			S18	9.0	161.0
		S3	9.0	26.0			S19	9.0	170.0
	Sh2	S4	9.0	35.0		Sh8	S20	9.0	179.0
무근구간	Sh3	S5	9.0	44.0			S21	9.0	188.0
		S6	9.0	53.0			S22	9.0	197.0
		S7	9.0	62.0		Sh9	S23	9.0	206.0
	Sh4	S8	9.0	71.0			S24	9.0	215.0
		S9	9.0	80.0			S25	9.0	224.0
		S10	9.0	89.0		Sh10	S26	9.0	233.0
	Sh5	S11	9.0	98.0			S27	9.0	242.0
		S12	9.0	107.0			S28	9.0	251.0
		S13	9.0	116.0		Sh11	S29	9.0	260.0
	Sh6	S14	9.0	125.0			S30	9.0	269.0
		S15	9.0	134.0			S31	9.0	278.0
		S16	9.0	143.0		Sh12	S32	9.0	287.0

【표 8.5.1】 구간현황(계속)

구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)	구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)
무근구간	Sh12	S33	9.0	296.0	무근구간	Sh19	S55	9.0	494.0
		S34	9.0	305.0		Sh20	S56	9.0	503.0
	Sh13	S35	9.0	314.0			S57	9.0	512.0
		S36	9.0	323.0			S58	9.0	521.0
		S37	9.0	332.0		Sh21	S59	9.0	530.0
	Sh14	S38	9.0	341.0			S60	9.0	539.0
		S39	9.0	350.0			S61	9.0	548.0
		S40	9.0	359.0		Sh22	S62	9.0	557.0
		S41	9.0	368.0			S63	9.0	566.0
	Sh15	S42	9.0	377.0			S64	9.0	575.0
		S43	9.0	386.0		Sh23	S65	9.0	584.0
		S44	9.0	395.0			S66	9.0	593.0
	Sh16	S45	9.0	404.0			S67	9.0	602.0
		S46	9.0	413.0		Sh24	S68	9.0	611.0
		S47	9.0	422.0			S69	9.0	620.0
	Sh17	S48	9.0	431.0			S70	9.0	629.0
		S49	9.0	440.0		Sh25	S71	9.0	638.0
		S50	9.0	449.0			S72	9.0	647.0
	Sh18	S51	9.0	458.0	철근구간	Sh26	S73	9.0	656.0
		S52	9.0	467.0			S74	9.0	665.0
	Sh19	S53	9.0	476.0			S75	9.0	674.0
		S54	9.0	485.0		Sh27	S76	6.0	680.0

나. 시설물의 상태등급

1) 철근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 8.5.2】 철근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과

Sheet No.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						결함점수 합계	라이닝 결함지수
				박리	충분리, 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
Sh1	b	a	a	a	c	b	a	a	a	6	0.17
Sh2	b	a	a	a	a	a	a	a	—	3	0.08
Sh26	b	a	a	a	c	a	a	a	—	4	0.11
Sh27	a	a	a	a	a	a	a	a	a	2	0.06
산술평균	3.25	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.75	0.10

2) 무근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 8.5.3】 무근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과

Span No.	균 열	누 수	파손 및 손상	재 질 열 화				결합점수 합 계	라 이 닝 결합지수
				박 리	충분리, 박락	백 태	재료분리		
Sh3	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh4	a	a	a	a	a	a	a	0	0.00
Sh5	a	a	a	a	c	a	a	3	0.11
Sh6	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh7	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh8	a	a	a	a	a	a	a	2	0.07
Sh9	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh10	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh11	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh12	b	a	a	a	a	b	a	5	0.19
Sh13	a	a	a	a	a	a	a	0	0.00
Sh14	b	a	a	a	c	a	a	4	0.15
Sh15	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh16	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh17	a	a	a	a	c	a	a	1	0.04
Sh18	b	a	a	a	c	a	a	4	0.15
Sh19	a	a	a	a	a	a	a	0	0.00
Sh20	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh21	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh22	a	a	a	a	a	a	a	0	0.00
Sh23	a	a	a	a	c	a	a	1	0.04
Sh24	b	a	a	a	c	a	a	4	0.15
Sh25	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
산술평균	2.22	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00

3) 주변상태 결합점수 산정

【표 8.5.4】 주변상태 결합점수 산정 결과

터널주변	결합점수 배점		결합점수
배수상태	오염됨		2.00
	배수불량		
지반상태	풍화변질 및 단층파쇄대	영향범위 내	2.00
갯문상태	손상없음		0.00
공동구상태	덮개파손		0.50
	공동구 내부 양호		
특수조건	낙수 및 동결위험 없음		0.00
합 계			4.50

8.5.2 상태평가 결과

가. 철근 콘크리트 상태평가 결과

【표 8.5.5】 철근콘크리트 상태평가 결과

철근콘크리트															
총 Sheet	균열	파손 및 손상	누수	재질열화						주변상태					결합 점수 합계
				박리	충분 리 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산 화	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	특수 조건	
4	3.25	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.50	0.00	8.25
														결합지수	0.20

나. 무근 콘크리트 상태평가 결과

【표 8.5.6】 무근콘크리트 상태평가 결과

무근콘크리트													
총 Sheet	균열	파손 및 손상	누수	재질열화				주변상태					결합점 수합계
				박리	충분리 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	특수 조건	
23	2.22	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.50	0.00	6.98
												결합지수	0.21

다. 터널 상태평가 결과

【표 8.5.7】 터널상태평가 결과

해운대터널(울산)					
구조물	구간별 결합지수	상태평가	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결합점수 (F)
NATM 터널(철근)	0.20	B	68.00	0.100	0.02
NATM 터널(무근)	0.21	B	612.00	0.900	0.18
결합지수					0.20
상태평가 등급					B

라. 터널 부대시설 상태평가 결과

해운대터널(울산)은 부대시설로 시점 옹벽 1개소가 있으며, 그에 대한 결함지수 및 상태평가 결과는 다음과 같다.

1) 시점 옹벽

【표 8.5.8】 터널 부대시설 상태평가 결과(피난연락경)

항목	침하	활동	배수공상태	계획선형오차	파손및손상	균열	마모/침식	재료열화				세굴	주변영향인자				결합수계	평가단위결합지수	평가단위평가결과
								박리	박락및충분리	백태	철근노출		배수시설	사면조사					
														사면구배	낙석흔적	침출수			
시점부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0.00	a

2) 부대시설 상태평가 결과

【표 8.5.9】 터널 부대시설 상태평가 결과

구 분		결함점수		결함지수(f)	
시점부옹벽		0.00		0.000	
부대시설물의 결함지수		-		0.000	
개별 결함지수($\sum(f_n)$)	시설물개소(N)	부대시설물 결함지수(f)	상태평가 등급	부대시설 가중치(W)	
0.000	1	0.000	A	1.0	

※ 부대시설물의 결함지수(f) = $\sum(f_n) / N$

마. 터널 전체시설 상태평가 결과

【표 8.5.10】 터널 전체시설 상태평가 결과

해운대터널(울산)		
구분	결합지수 산정	상태평가 결과
기본시설물 결합지수(F)	0.20	B
부대시설물 결합지수(f)	0.00	A(가중치 1.0)
전체시설물 결합지수(F)	기본시설물 결합지수(F) × 부대시설 가중치(W) = 0.20 × 1.00 = 0.20	B

바. 공중이 이용하는 부위

과업대상시설물은 터널시설물로서 공중이 이용하는 부위는 추락방지시설(난간, 점검로 등), 도로 포장, 환기구 등의 덮개가 시공되어 있으며, 도로부 신축이음부는 해당사항이 없는 것으로 확인되었다.

1) 추락방지시설

해당사항 없음.

평가기준	구분
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

2) 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태인 “b” 로 평가.

평가기준	구분
a	○ 포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○ 포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○ 배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○ 도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

3) 도로부 신축이음부

해당사항 없음.

평가기준	구분
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생한 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

4) 환기구 등의 덮개

덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태인 “c” 로 평가.

평가기준	구분
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

8.5.3 상태평가 결과요약

본 과업대상은 현장조사 및 시험을 토대로 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-터널편 (2024.12)』에 따라 형식별로 상태평가를 실시한 후 서로 다른 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산출하였다.

가. 상태평가 결과

상태평가 결과 결함지수 0.20으로 “기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태”인 B 등급(양호, $0.15 < \text{결함지수} \leq 0.30$)으로 평가되었다.

나. 기 정밀안전점검 결과와의 비교

【표 8.5.11】 기 점검결과와의 비교 결과

구분	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	비고
결함지수	0.206	0.202	0.20	
상태등급	B	B	B	
검토의견	- 금회 상태평가 결과, “B등급”으로 평가되었으며, 기존점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. - 환산결함도 점수가 23년 정밀안전점검 0.202 ⇨ 25년 정밀안전점검 0.20(0.204)으로 상승한 것으로 분석되었으며, 환산결함도 점수 상승의 주요원인으로는 금회 점검에서 정밀한 외관조사를 통해 기존 점검과 비교시 천장부에 발생한 균열과 박락이 증가하여 결함점수 조정에 따른 것으로 판단된다.			

8.6 종합평가 및 안전등급 지정

8.6.1 종합평가 결과

본 과업은 정밀안전점검 과업으로서 안전성평가는 실행하지 않아 상태평가결과만을 종합평가 결과로 결정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



【그림 8.7.1】 종합평가 결과

【표 8.7.1】 종합평가결과 산정표

시설물 종합평가결과 산정표				
시설물명	해운대터널(울산)			
평가구분	터널결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	F=0.20	B	근거 표번호	표 8.5.7
안전성평가	해당없음	—	근거 표번호	—
종합평가	0.20	B		
종합평가 결과	■ 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되어 종합평가 등급이 “B등급” 으로 산정되었다. ■ 환산결함도 점수가 23년 정밀안전점검 0.202 ⇨ 25년 정밀안전점검 0.20(0.204)으로 상승한 것으로 분석되었으며, 환산결함도 점수 상승의 주요원인으로는 금회 점검에서 정밀한 외관조사를 통해 기존 점검과 비교시 천장부에 발생한 균열과 박락이 증가하여 결함점수 조정에 따른 것으로 판단된다.			

【표 8.7.2】 종합평가 등급 변화 비교

시행년도	분류	상태평가	안전성평가	종합평가	비 고
2021	정밀안전점검	B (0.206)	—	B	
2023	정밀안전점검	B (0.202)	—	B	
2025	정밀안전점검	B (0.20)	—	B	

8.6.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 지정하였다.

【표 8.7.3】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 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)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

8.7 보수·보강 및 유지관리방안

8.7.1 보수·보강 방안

【표 8.8.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
천장부	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만)	m	15.00	7	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	10.00	1	주입보수	2순위
	균열부 백태	m	1.00	1	표면처리	2순위
	콘크리트 박락, 보수부 박락	m ²	0.50	15	단면보수	2순위
측벽부	균열(0.3mm미만)	m	88.10	40	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	3.00	2	주입보수	2순위
	망상균열	m ²	5.45	4	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.05	1	표면처리	3순위
	누수흔적	m ²	0.02	2	표면처리	2순위
	타일 파손 및 탈락, 균열	EA	51.00	51	재설치	3순위
갯문	상태양호	—	—	—	—	—
옹벽	상태양호	—	—	—	—	—
사면	외부배수로 균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	주입보수	3순위
공동구	균열(0.3mm미만)	m	6.30	14	표면처리	3순위
	균열, 시공이음부 균열 (0.3mm이상)	m	26.10	23	주입보수	3순위
	백태	m ²	1.35	3	표면처리	3순위
	박락, 파손	m ²	0.61	7	단면보수	3순위
	누수흔적	m ²	0.01	1	표면처리	2순위
	덮개 탈락, 파손	EA	18.00	18	재설치	2순위
배수시설	측구 균열(0.3mm미만)	m	8.00	14	표면처리	3순위
	측구 균열(0.3mm이상)	m	10.10	17	주입보수	2순위
	망상균열	m ²	0.40	1	표면처리	3순위
	측구 파손	m ²	0.31	3	단면보수	3순위
	집수구 토사퇴적	EA	28.00	28	정비	2순위
포장부	포장 파손	m ²	1.18	22	단면보수	3순위
기타부속시설	상태양호	—	—	—	—	—

8.7.2 개략공사비

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 8.8.2】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
천장부	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만)	표면처리	15.00	5.63	m²	299	1,683	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	10.00	15.00	m	103	1,545	2순위
	균열부 백태	표면처리	1.00	0.38	m²	299	114	2순위
	콘크리트 박락, 보수부 박락	단면보수	0.50	0.75	m²	1,152	864	2순위
측벽부	균열(0.3mm미만)	표면처리	88.10	33.04	m²	299	9,879	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.00	4.50	m	103	464	2순위
	망상균열	표면처리	5.45	8.18	m²	299	2,446	3순위
	백태	표면처리	0.05	0.08	m²	299	24	3순위
	누수흔적	표면처리	0.02	0.03	m²	299	9	2순위
	타일 파손 및 탈락, 균열	재설치	51.00	51.00	EA	7	357	3순위
사면	외부배수로 균열(0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	103	155	3순위
공동구	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.30	2.36	m²	299	706	3순위
	균열, 시공이음부 균열 (0.3mm이상)	주입보수	26.10	39.15	m	103	4,032	3순위
	백태	표면처리	1.35	2.03	m²	299	607	3순위
	박락, 파손	단면보수	0.61	0.92	m²	1,152	1,060	3순위
	누수흔적	표면처리	0.01	0.02	m²	299	6	2순위
	덮개 탈락, 파손	재설치	18.00	18.00	EA	7	126	2순위
배수시설	측구 균열(0.3mm미만)	표면처리	8.00	3.00	m²	299	897	3순위
	측구 균열(0.3mm이상)	주입보수	10.10	15.15	m	103	1,560	2순위
	망상균열	표면처리	0.40	0.60	m²	299	179	3순위
	측구 파손	단면보수	0.31	0.47	m²	1,152	541	3순위
	집수구 토사퇴적	정비	28.00	28.00	EA	7	196	2순위
포장부	포장 파손	단면보수	1.18	1.77	m²	1,152	2,039	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		4,884		24,605		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		7,326		36,908		
	합계	—		12,210		61,513		
개략공사비 총계(천원)		73,723						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

8.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 터널의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 8.8.3】 중점유지관리 항목

구 분	현 황	관리방안	관련사진
라이닝	■ 균열, 재균열, 망상균열 (CW=0.3mm이상)	■ 정기 및 차기 안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
	■ 박락	■ 정기 및 차기 안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
사면	■ 배수로 균열 (CW=0.3mm이상)	■ 정기 및 차기 안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정	
공동구	■ 균열(CW=0.3mm이상), 덮개 파손	■ 정기 및 차기 안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
포장부	■ 포장 파손	■ 정기 및 차기 안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정	

8.8 종합결론

본 시설물인 해운대터널(울산)은 부산광역시 해운대군 송정동(고속국도65호선)에 위치한 터널로 2008년 12월에 준공하여 약 16년간 공용중인 시설물이며, 해당 터널은 2종 시설물로서 연장 680.0m, 편도 2차로, 평면선형은 직선, 종단구배는 -1.1%, 시공공법은 NATM공법, 갯문은 시점면벽식, 종점 원통절개식, 환기방식은 자연환기-배기 방식으로 시공되어있다. 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.8.1 정밀안전점검 결과

가. 현장조사 및 시험

1) 천장부

- 천장부에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부 재균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 계절 변화에 따른 온도변화와 건조수축, 수분접촉 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 콘크리트 박락, 보수부 박락의 경우 거푸집 조기탈거, 온도변화에 의한 신축작용, 등에 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 안전성에 미치는 영향은 적으나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 적절한 조치를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

2) 측벽부

- 측벽부에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태는 라이닝 타일 상단부 일부에 발생한 손상으로, 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축, 거푸집 조기탈형 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조물에 주는 영향을 미미한 수준이지만 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 조사된 균열(0.3mm이상)의 경우 온도변화, 건조수축 등의 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향은 미치지 않으나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진, 안전성 확보를 위한 주입보수 등의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 측벽부에서 조사된 누수흔적의 경우 배면배수로에 흐르는 지하수유입, 지하수위 증가 등 복합적인 원인으로 인해 발생한 것으로 판단되며, 현재 표면이 건조한 상태로 표면처리 등 적절한 방한의 보수 및 지속적인 점검을 통한 주의관찰을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 타일 파손 및 탈락, 균열의 경우 시설물의 장기공용 및 균열부에 따른 부착력 저하 등이 원인인 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 손상 발생에 대한 주의관찰을 실시하고, 향후 손상의 진전이 확인될 시 관리주체의 보수계획에 따른 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3) 갯문

- 갯문에 대한 현장조사 결과, 기존 및 신규손상이 없는 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

4) 옹벽

- 옹벽의 점검결과, 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 요구된다.

5) 사면

- 시점부 갯문 상부 배수로에서 발생한 균열(0.3mm이상)은 계절변화에 따른 온도변화, 건조수축 등 복합적인 원인으로 발생한 것으로 판단되며, 구조물에 구조적인 영향을 미치지 않으나, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위해 적절한 방안의 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 터널부 사면은 준공이후 지형의 변화나 사면활동 등의 외형적인 변화는 없는 것으로 관찰되었고, 녹생토 활착이 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다. 또한, 사면의 유실 및 슬라이딩 징후(인장균열)는 확인되지 않았으나, 강우, 폭우, 해빙기 등이 발생하는 시기에는 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

6) 공동구

- 공동구에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 온도변화 및 건조수축 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 공동구 균열 및 시공이음부 균열(0.3mm이상)의 경우 온도변화 및 건조수축, 미세균열의 진전, 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 주입보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 공동구 박락, 파손 등의 경우 외부충격, 차량 통행으로 인한 지속적인 진동 발생, 온도변화 등에 의한 신축작용 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 공동구 누수흔적의 경우 배면 배수로의 지하수, 우수 등이 침투 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 조사일 현재 건조한 상태이다. 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 공동구 덮개 탈락, 파손의 경우 외부충격, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 점검 및 피난자의 안전 및 원활한 배수를 위한 정비 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

7) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 측구 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우, 배수로 상면에 발생한 손상으로 발생원인은 건조수축, 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적 요인에 의한 손상으로 판단되며, 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수, 주입보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 배수시설 측구 파손의 경우 외부충격, 차량통행으로 인한 지속적인 진동 발생, 온도변화 등에 의한 신축작용 등에 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 배수시설 집수구 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 외부 이물질 유입 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 부재의 사용성 향상 및 원활한 배수기능을 위한 정비 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

8) 포장부

- 포장 파손의 경우 중차량의 반복통행에 의한 진동 및 충격, 다짐부족 등으로 인해 발생된 것으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아니나, 손상의 진전 및 내구성 확보, 주행성 향상을 위해 적절한 방안의 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량의 운하중으로 인한 재산상이 우려되므로 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

9) 기타부속시설

- 기타부속시설에 대한 외관조사 결과, 조사된 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

10) 공중이 이용하는 부위

(1) 추락방지시설

- 공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 미설치된 상태이다.

(2) 도로부 포장 및 신축이음부

- 공중이 이용하는 부위 중 도로부 포장은 “현장조사 결과 - 포장부, 공동구”에 기입된 사항으로 대체하였다.

(3) 환기구 등의 덮개

- 공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 “현장조사 결과 - 공동구”, “현장조사 결과 - 배수시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

11) 내구성 조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 건전부 25.9~27.9MPa, 비건전부 25.8MPa로 측정되었으며, 금회 실시한 비파괴강도는 건전부와 비건전부 모두 설계기준 압축강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 4.0~4.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 기존점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환상결함도 점수가 23년 정밀안전점검 0.202 ⇨ 25년 정밀안전점검 0.20(0.204)으로 상승한 것으로 분석되었으며, 환상결함도 점수 상승의 주요원인으로는 금회 점검에서 정밀한 외관 조사를 통해 기존 점검과 비교시 천장부에 발생한 균열과 박락이 증가하여 결함점수 조정에 따른 것으로 판단된다.

다. 종합평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되어 종합평가 등급이 “B등급” 으로 산정되었다.
- 환상결함도 점수가 23년 정밀안전점검 0.202 ⇨ 25년 정밀안전점검 0.20(0.204)으로 상승한 것으로 분석되었으며, 환상결함도 점수 상승의 주요원인으로는 금회 점검에서 정밀한 외관 조사를 통해 기존 점검과 비교시 천장부에 발생한 균열과 박락이 증가하여 결함점수 조정에 따른 것으로 판단된다.

8.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 진단결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

8.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

해운대터널(울산)에 대한 정밀안전점검결과 중점관리 사항은 아래와 같다.

- ① 라이닝 균열 : 균열의 진전 및 추가발생 여부 확인
- ② 라이닝 조인트부 박락 : 손상의 진전 및 탈락으로 인한 안전사고 우려
- ③ 배수시설 집수정 토사퇴적 : 우기 및 평상시 원활한 배수작동여부 확인
- ④ 공동구 덮개 파손 : 손상 진전으로 인한 이용자 안전사고 우려
- ⑤ 포장부 파손 : 주행차량의 안전성 우려

8.8.4 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.