

1. 부평터널(상)

- 1.1 시설물의 개요
- 1.2 자료수집 및 분석
- 1.3 현장조사
- 1.4 콘크리트 내구성 조사
- 1.5 상태평가
- 1.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 1.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 1.8 종합결론

1. 부평터널(상)

1.1 시설물의 개요

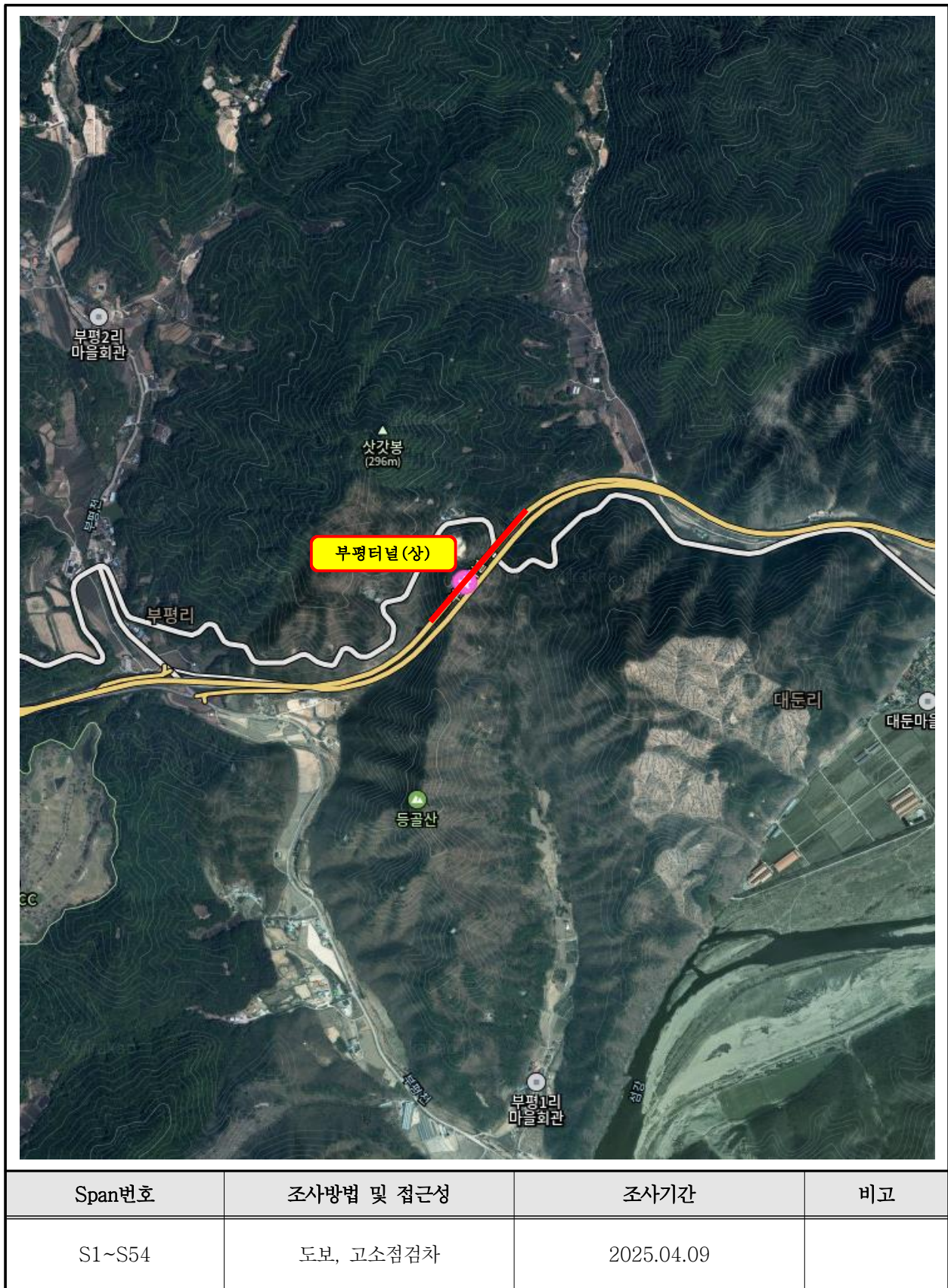
본 시설물인 부평터널(상)은 경기도 여주시 강천면 부평리 671에 위치한 터널로 1999년 12월에 준공하여 약 26년간 공용중인 시설물이며, 해당 터널은 2중 시설물로서 연장 478.0m, 편도 2차로, 시공공법은 NATM공법, 갱문은 면벽식, 시점부 및 종점부의 옹벽은 중력식이고 환기방식은 자연환기-배기 방식으로 시공되어있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 부평터널(상) 일반사항

시설물명	부평터널(상)	시설물번호	TU1999-0000063
노 선 명	일반국도42호선	관리번호	-
위 치	경기도 여주시 강천면 부평리 671		
터널형식	NATM	관리주체	수원국토관리사무소
차 선 수	편도 2차선	환기방식	자연환기-배기
연 장	478.0m	설 계 사	(주)삼안건설기술공사
내공단면	폭 : 9.6m, 높이 6.7m	시 공 사	극동건설(주)
배수형식	양측면 배수식	감 리 사	-
중단기울기	3.43° , -2.833°	착 공	1994년 12월 20일
평균선형	-	준 공	1999년 12월 31일
연결통로	-	갱문형식	면벽식, 중력식
주요공법	NATM	보조공법	-
			
외부 전경		내부 전경	

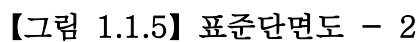
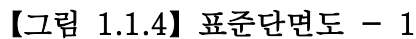
1.1.2 위치도 및 전경사진

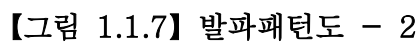
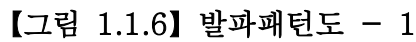


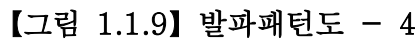
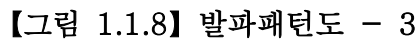
【그림 1.1.1】 위치도

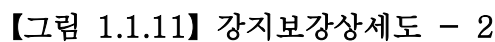
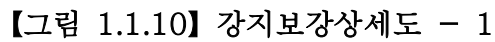
	
진입부 전경	진출부 전경
	
내부 전경	배수구 전경
	
소화시설, 비상전화 전경	조명시설 전경

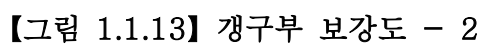
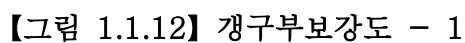
【그림 1.1.2】 부재별 현황

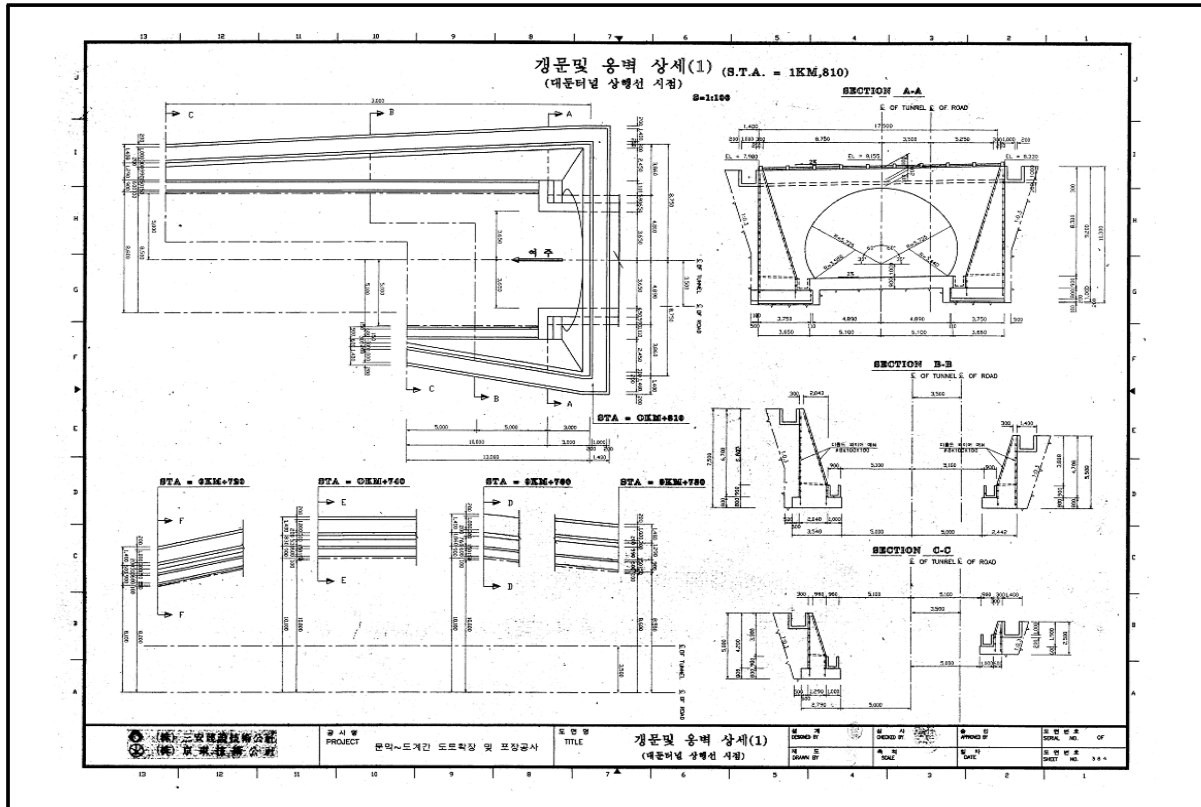




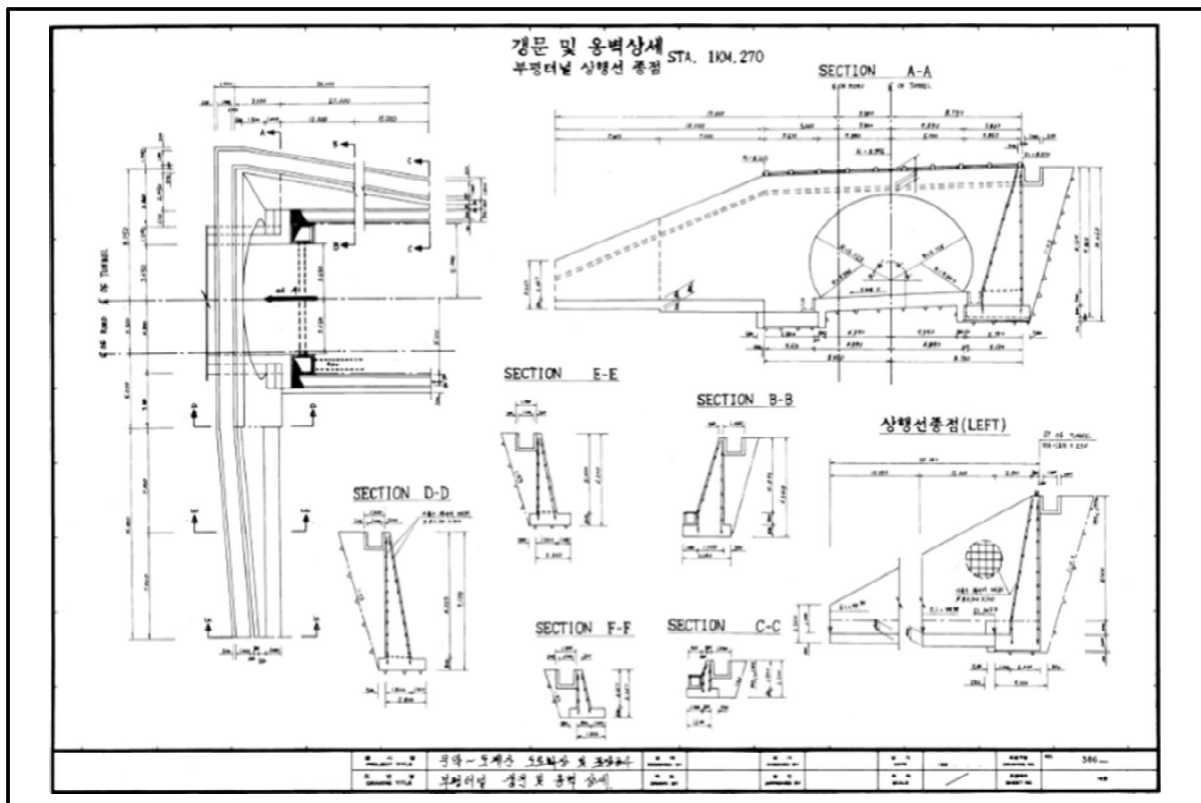




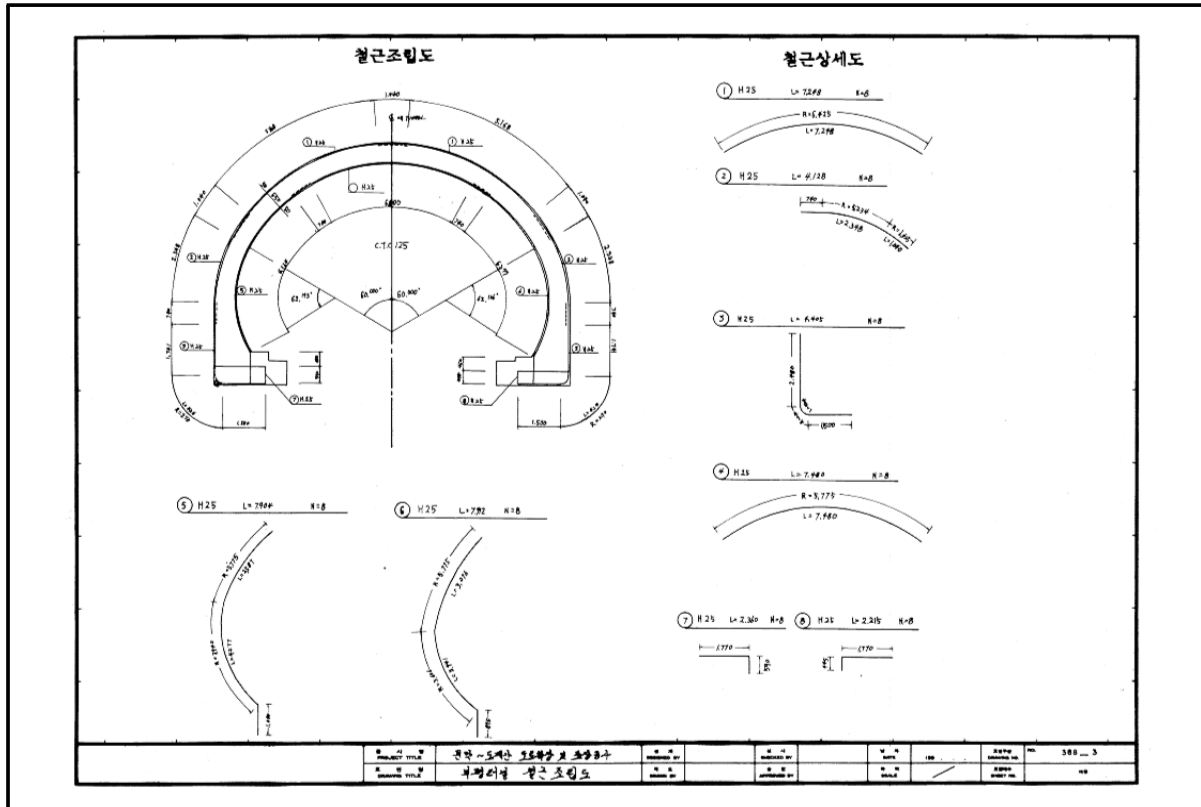




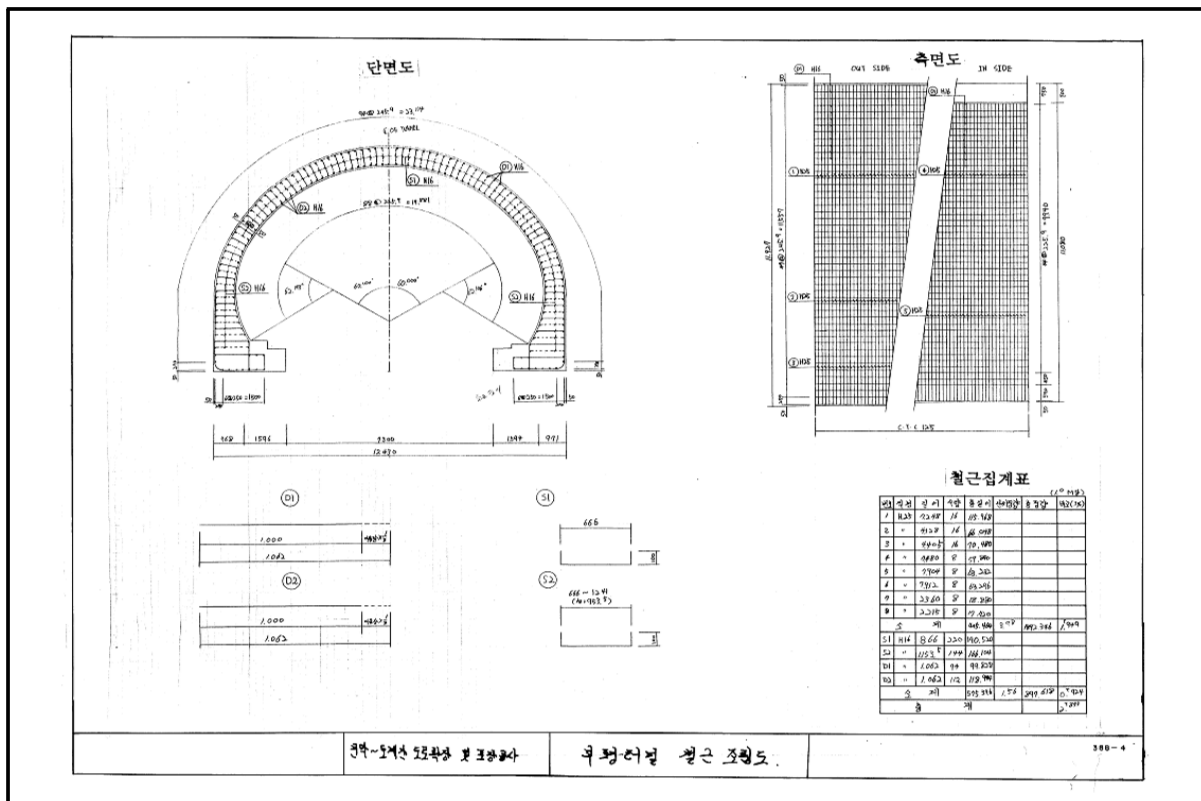
【그림 1.1.14】 경문 및 용벽 상세도 - 1



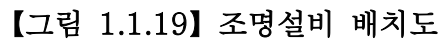
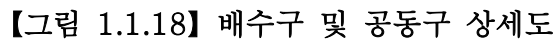
【그림 1.1.15】 경문 및 용벽 상세도 - 2

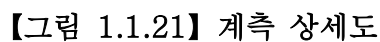
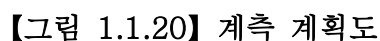


【그림 1.1.16】 철근 조립도



【그림 1.1.17】 철근 조립도 단면도





1.2 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. 자료수집 결과 설계도서를 제외한 시공관련 자료는 없는 것으로 검토되었다. 따라서 준공도 및 수리계산서와 유지관리 관련 자료 중 시설물 관리대장, 기존 정밀안전점검 보고서, 현장조사 자료 등을 참고하여 본 과업을 수행하였다.

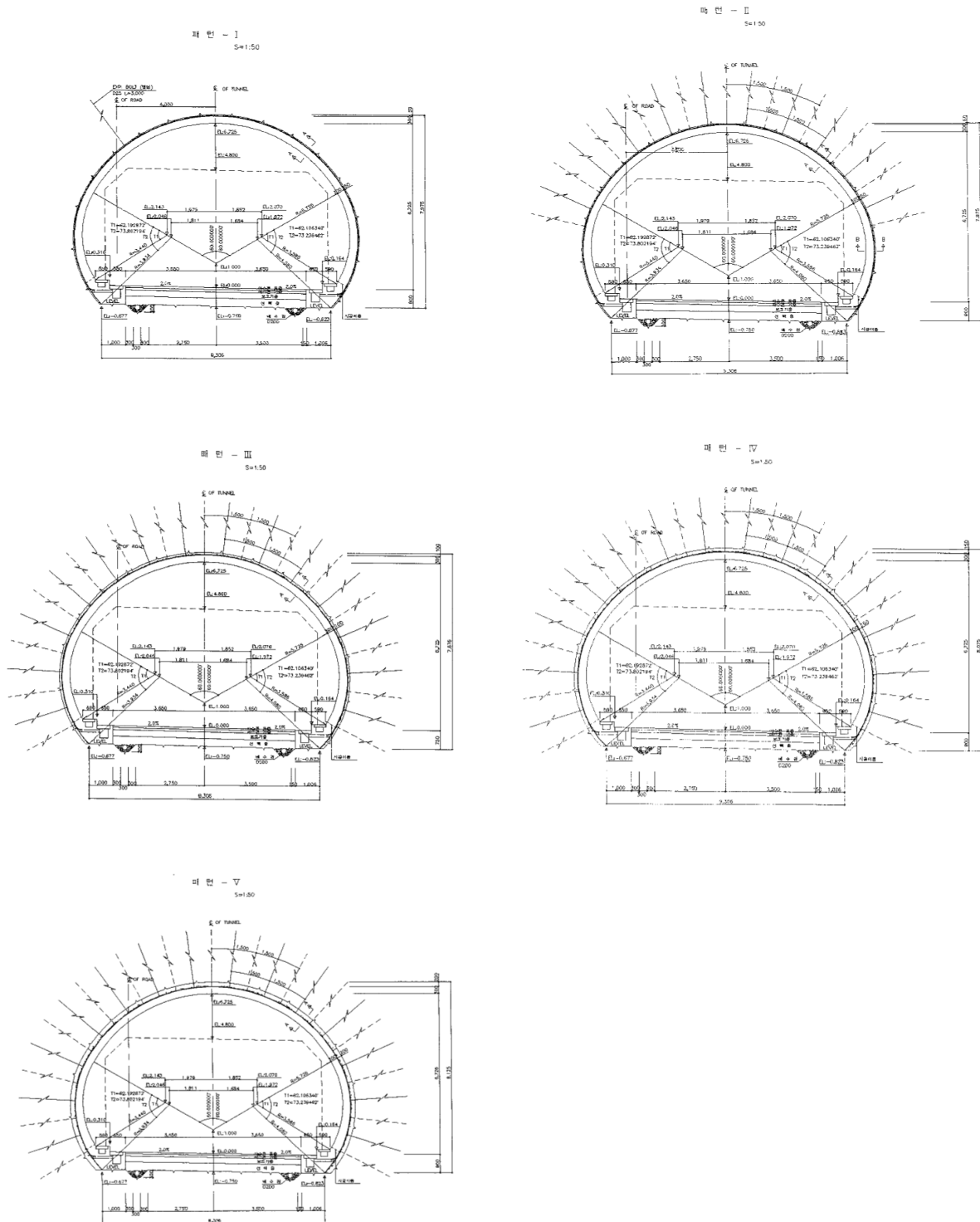
1.2.1 설계자료 검토

가. 자료수집 및 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	◦강천-문막간 도로확장 및 포장공사 설계서, 구조계산서, 준공내역서, 토질조사보고서, 설계도(준공) (1994, 원주지방국토관리청)
	◦ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡) - 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	미보유	-
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) (2000년 ~ 2025년 정기안전점검, 정밀안전점검, 2종성능평가) ◦2019년 정밀안전점검, 2종성능평가 ◦2022년 정밀안전점검 ◦2024년 2종성능평가
시설물 보수·보강 자료		미보유	◦주기적인 보수실시 ◦보강 미실시

나. 구조계산서 검토

▶ 본선구간 지보타입(I ~ V)별 대표단면을 선정하여 지반 및 지보재의 안정성을 검토하였다.



▶ 해석결과

- 터널별 해석위치 및 유형
단면해석위치는 표<6-1>과 같다.

<표 6-1> 터널별 단면해석 위치

지보패턴	해 석 위 치 (STA.)	비 고
I	0 km 920	
II	1 km 040	
III	0 km 880	
IV	0 km 840	
V	0 km 820	

- 터널별 해석결과
각 터널별 최종단계에서의 해석결과는 아래 <표 6-2>와 같이 요약할 수 있다.

<표 6-2> 각 터널별 해석결과(최종단계에서)

지보패턴	천단에서의 침하량 (mm)	숏크리트의 최대축력 (t/m ²)	락볼트의 최대인장력 (ton)	비 고
I	9.849	83.860	-	
II	11.680	92.440	0.482	
III	9.751	189.400	0.616	
IV	7.242	252.333	0.768	
V	9.205	253.350	1.111	

▶ 해석결과 검토

· 단면의 변위와 숏크리트

터널 굴착시 발생하는 변위는 굴착대상지반의 종류에 따라 큰 차이가 있다. 우리나라에 있어서는 일정한 평가기준치가 아직 확립되지 않았으므로 지반 구조물, 토피의 깊이, 굴착방법 등에 따라 평가기준치와 허용변위량은 각각 다르므로 현장의 상황을 잘 고려한 후 지반의 안전성과 경제성의 일치점을 구하여 평가한다. 예로서 오스트리아의 알베르그 터널에서는 내용변위의 최대허용 변위량을 터널 반경의 10%, 록볼트 길이의 10%까지 하고 이상적인 변위는 3~4% 이내에서 시공을 고려하여 3.0cm 이내의 허용변위 수렴한계에서 대책공법을 행하도록 하였다. 또한 프랑스 공업성의 기준과 지하철공사시의 예상변위량은 아래 표와 같다.

〈표 〉 France 공업성 평가기준 (터널의 단면적 50~100m²)

토피의 깊이 (m)	아아치 크라운의 최대허용 변위량	
	경암지반 (cm)	소성지반
10 ~ 50	1 ~ 2	2 ~ 5
50 ~ 100	2 ~ 6	10 ~ 20
500 이상	6 ~ 12	20 ~ 40

〈표 〉 지하철 공사시의 예상변위량 (Geo-consultant 설계)

암	등급	예상변위량 (cm)
Class I	경 암	0 ~ 0.5
Class II	연 암	0.5 ~ 1.5
Class III	풍 화 암	1.5 ~ 3.0
Class IV	마 사 토	3.0 ~ 5.0

변위는 대개 10mm미만으로 나타나며 심도가 깊은 경우에도 20.0mm를 넘지 않는다. 그러나 토사지반의 경우는 사용하는 굴착공법, 지반보강 방법 등의 조건에 따라 상당한 차이가 있으며 변형량 또한 상당히 크다. 따라서, 토사지반이나 대심도 터널인 경우 변형을 주의 깊게 관찰할 필요가 있다. 특히 숏크리트 타설 후 변형이 심한 경우 숏크리트의 파괴가 염려되므로 이를 예측하여 타설시기 및 두께 등을 적절히 조절할 필요가 있다. 숏크리트의 한계변형은 대개 다음과 같이 구할 수 있다.

숏크리트의 $\sigma_{ck}=210\text{kg/cm}^2$ 이고 $E=100,000\text{kg/cm}^2$ 일때 파괴변형 ϵ_f 는

$$\epsilon_f = \sigma_{ck} / E = 210 / 100,000 = 0.21 \%$$

로 되지만 실제로는 0.4~0.7 % 정도의 변형으로 파괴하고 있다.

숏크리트의 파괴변형을 0.4%로 하면 한계변위 변위는 아래와 같이 계산된다.

$$\Delta R = \epsilon_f \times R = 0.004 \times 7,700 = 30.8 \text{ mm}$$

본 공구에서의 터널 해석 결과 대개의 변위는 평균적으로 10.0mm 정도이다. 또한 숏크리트 타설이후의 변위는 10mm를 넘지 않으므로 변형 및 변형으로 인한 숏크리트의 안정에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

또한 숏크리트 거리에 걸리는 최대 축력은 대개 8.38~25.34 kg/cm² 정도로서 허용압축응력의 범위를 넘지 않는다.

▶ 해석결과 검토

· 락볼트의 축력

대단면의 터널, 토파가 깊은 터널에서는 숏크리트와 마찬가지로 록볼트가 주요한 지보공이다. 이는 숏크리트 타설이후 시공되는 것으로 록볼트의 작용효과는 지반상태에 따라 달라진다. 즉 변위가 적은 경암반에 있어서는 암반에 존재하는 절리에 따라 발생하려 하므로 암피가 붕락되지 않도록 록볼트에 의하여 암피를 잡아주는 것으로 지반을 안정시키며 변형이 비교적 큰 지반에서는 록볼트를 조직적으로 배치함으로 서 그라운드 아치 (Ground Arch)가 형성되어 지반을 일축압축상태에서 이축압축 상태로 변환시키므로 파괴가 어려운 상태로 된다.

D25 (보통 록볼트)의 경우 0.2%의 변형으로 항복하므로 록볼트의 길이를 5m로 하면 10.0mm의 변형을 받으면 항복한다 ($\Delta L = L \times E = 5,000 \times 0.002 = 10.0\text{mm}$). 이때 지반중의 록볼트에 10mm의 변위가 발생하려면 이것보다 큰 벽면변위가 발생하지 않으면 안된다. 즉 볼트가 모르타르와 부착하고 있어도 지반이 지지강도로 변위가 큰 경우는 모르타르와 지반과의 사이에 활동(Slide)이 발생하고 볼트 선단에도 변형하므로 실제로는 20mm정도의 벽면변위가 발생하지 않으면 록볼트 그 자체에 10mm의 변위는 생기지 않는다. 따라서 볼트 길이 5m의 경우는 개략 40mm (20×2) 이하의 변형이 발생할 경우 록볼트의 강도에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

본 해석에서의 변형은 대개 한계치인 40mm 보다 적으며 몇몇 경우 변형이 크다고 하더라도 인장력이 한계치보다 작게 걸리므로 록볼트의 변형파괴는 발생하지 않을 것으로 판단된다.

또한 록 볼트는 대개 <표 6-5>에서 보이는 바와 같이 최대 12.3ton 이상의 인장력에서 항복하는데 본 해석결과 록볼트에 걸리는 최대 인장력은 대개 0.5~1.1 ton 정도로서 지반의 보강에 문제가 없을 것으로 판단된다.

〈표 6-5〉 전면접착식 락볼트용 강봉 인장력 비교표

볼트 종류	제질	항복점 (kgf/ mm ²)	인장 강도 (kgf/ mm ²)	볼트 직경	공칭 직경 (mm)	나 사 부				소 재 부			단위 중량 (kg/ cm ³)
						직경 (mm)	단면적 (mm ²)	항복 내력 (tf)	파단 내력 (tf)	단면적 (mm ²)	항복 내력 (tf)	파단 내력 (tf)	
이 형 강 봉	SD-30	30이상	49~63	D25	25.4	M24	353	10.6	17.3	506.7	15.2	24.8	3.98
				D29	28.6	M27	459	13.8	22.5	624.4	18.7	30.6	5.04
	SD-35	35이상	50이상	D25	25.4	M24	353	12.3	17.6	506.7	17.7	25.3	3.98
				D29	28.6	M27	459	16.0	23.0	624.4	22.4	32.1	5.04
twist 강봉		50이상	60이상	D24	23.8	M24	353	17.6	21.1	445.9	22.2	26.7	3.50
전 나 사 강	SD-30	30이상	49~63	D25	25.4	24.5	506.7	15.2	24.8	나사부와 같음			3.98
				D29	28.6	27.6	624.4	18.7	30.6	"			5.04
	SD-35	35이상	30이상	D25	25.4	24.5	506.7	17.7	25.3	"			3.98
				D29	28.6	27.6	624.4	22.4	32.1	"			5.04

다. 토질조사 검토

본 터널의 설계 당시 3개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지반조사보고서(강천~문막간 도로 확장 및 포장공사 토질조사보고서, 1994.05)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

<강천-문막간 도로확장 및 포장공사 토질조사보고서, 1994. 05>

본 터널의 시추작업은 입구부(TB-3), 출구부(TB-2), 중앙부(TB-1) 3곳에서 실시하였다. 터널부는 대체로 상부로부터 표토층, 연암층, 경암층으로 대별할 수 있다. 표토층은 0.3~0.9m 층후를 보이며, 실트질 모래와 잔자갈로 구성되어 있고, 연암층은 1.1~3.1m의 층후를 가지며 기반암인 흑운모 화강암으로 이루어져 있으며, 연약 하부로 갈수록 흑갈색~연녹색의 각섬석이 세맥상 내지 반정상으로 배태되어 있다. (TB-2공) 절리면을 따라서 적갈색 내지 황갈색의 산화물이 협재되어, 풍화면을 형성하고 있다. 풍화 및 절리의 발달로 굴진시 단주상, 세편상 코어로 회수되며, 3공의 T.C.R은 7~35%이며, R.Q.D는 0%이다. 경암층은 세립질 흑운모 화강암으로 이루어져 있으며, 주된 구성광물로는 석영, 장석, 흑운모, 조립질, 등립질인 석영, 장석과 세립상인 흑운모는 자형~반자형에 가까운 모양으로 산출된다.

1. 터널 입구부(TB-3공)

지표지질조사 결과로 볼 때 추정심도는 대초 0.5m정도의 표토층과 1.0m정도의 연암층이, 그 하부로는 경암층이 분포하고 있을거라 추정되며, 터널 중앙부와 터널입구부가 비슷한 심도를 가질것으로 사료된다.

2. 터널 출구부 (TB-2공)

4.0m에서 암맥이 관입한 26.0m심도 부근까지는 대부분 구간의 R.Q.D치가 40% 이내로 비교적 불량한 상태이고 26.0m 심도 하부는 29.0~32.0m 구간과 34.0~35.0구간이 밀집된 절리의 발달에 의해 30~39%의 비교적 불량한 R.Q.D 치를 보이고 있으며, 기타구간은 52~71%로 보통~비교적 양호 R.Q.D치를 보이고 있다.

3. 터널 출구부 (TB-1공)

터널 중앙부는 0.6m정도의 층후를 갖는 표토층은 실트질 모래와 자갈로 구성되어 있으며, 1.4m 정도의 연암층은 세립의 흑운모 화강암으로 이루어져 있다. 연약하부에는 절리면을 따라서 적갈색~황갈색의 산화물이 배태되어 풍 화대를 형성하고 있다. 경암층은 세립질 흑운모로 이루어져 있으며, 상부에는 절리면을 따라 적갈색~황갈색의 산화물이 배태되어 있으나 하부로 갈수록 신선한 암을 유지하고 있다.

2.0~7.7m 심도구간은 절리의 발달로 인한 파쇄대가 협재 되어, R.Q.D가 10~32%를 나타내나, 7.7m이하 심도 구간은 부분적으로 40%내외의 R.Q.D값 을 갖는다. 그러나 기타 구간은 50~72%범위로 보통~비교적 양호 상태를 보인다.

1) 터널지역 지층조사 통계표

구분 공번	표토층	연암층	경암층	S.P.T(회)	비 고
TB-2	0.90	3.10	31.00	—	출구부
TB-3	0.30	1.10	30.60	—	중앙부
합계	1.20	4.40	31.60	—	입구부

1.2.2 시설물 점검이력

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

【표 1.2.1】 부평터널(상) 점검이력사항

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
1	정기안전 점검	2000.05.30. ~2000.06.22		양호	육안점검결과특별한 이상없음
2	정기안전 점검	2000.11.21 ~2000.12.13		양호	육안점검결과특별한 이상없음
3	정밀안전 점검	2001.03.21 ~2001.06.18	비엔티엔지 니어링(주)	B등급	터널천단부의 종균열에 대하여는 보수가 필요
4	정기안전 점검	2001.12.05 ~2001.12.18		양호	육안점검결과 특별한 이상없음
5	정기안전 점검	2002.05.15 ~2002.05.29		양호	육안점검결과 특별한 이상없음
6	정기안전 점검	2002.11.04 ~2002.11.18		양호	일부 조명등 교체 필요
7	정밀안전 점검	2003.02.13 ~2003.03.29	케이에스엠 기술(주)	B등급	
8	정기안전 점검	2004.06.14 ~2004.06.14	수원국도유 지건설사무 소	양호	전반적으로 양호한 상태
9	정기안전 점검	2004.11.04 ~2004.11.04	수원국도유지 건설사무소	양호	전반적으로 양호한 상태
10	정밀안전 점검	2005.02.01 ~2005.04.01	(주)하이콘 엔지니어링	B등급	본 터널은 상태등급 산정결과 각 경간의 환산결함도지수는 0.25로서, 산정기준에 의해 대상터널의 상태등급은 “B” 등급에 해당되는 것으로 조사되었다.
11	정기안전 점검	2005.10.27 ~2005.10.27		양호	전반적으로 양호한 상태
12	정기안전 점검	2006.06.15 ~2006.06.15	수원국도유지 건설사무소	양호	전반적으로 양호한 상태
13	정기안전 점검	2006.11.23 ~2006.11.23	수원국도유지 건설사무소	양호	
14	정기안전 점검	2007.05.23 ~2007.06.07		양호	이상없음
15	정밀안전 점검	2007.08.27 ~2007.10.19	서경구조안 전진단(주)	A등 급	전체적으로 양호한 상태이며 라이닝 천단부, 공동구 및 포장부에 발생되어 있는 손상부에 대한 보수와 배수로 스틸그레이팅 유실부에 대한 재설치를 시행한 후 주기적인 점검 및 관찰을 실시한다면, 본 구조물의 공용중 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

【표 1.2.1】 부평터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
16	정기안전 점검	2007.12.06 ~2007.12.06	수원국도유지 건설사무소	양호	대체적 양호
17	정기안전 점검	2008.06.11 ~2008.06.11	수원국도관 리사무소	양호	대체적 양호
18	정기안전 점검	2008.11.05 ~2008.11.05	수원국도관 리사무소	양호	대체적 양호
19	정기안전 점검	2009.06.15 ~2009.06.15	수원국도관 리사무소	양호	공동구 덮개파손
20	정밀안전 점검	2009.03.23 ~2009.06.21	영동이엔지 (주)	B등급	공동구 덮개 및 모서리 파손, 조명불량, 전반적으로 보수가 완료, 양호한 상태임.
21	정기안전 점검	2009.11.17 ~2009.11.17	수원국도관 리사무소	양호	터널조명등 조도불량
22	정기안전 점검	2010.06.21 ~2010.06.21	수원국도관 리사무소	양호	터널조명등 조도불량
23	정기안전 점검	2010.06.21 ~2010.06.21	수원국도관 리사무소	양호	터널조명등 조도불량
24	정기안전 점검	2010.12.14 ~2010.12.14	수원국도관 리사무소	양호	터널조명등 조도불량
25	정기안전 점검	2011.06.16 ~2011.06.16	수원국도관 리사무소	양호	터널조명등 조도불량
26	정밀안전 점검	2011.03.25 ~2011.06.22	주식회사건 영이엔씨	A등급	보수공사가 기 시행되어 전반적인 터널의 상태는 양호한 상태이다. 내구성조사 결과 설계기준을 만족하고 있는 것으로 확인되었으며, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없는 상태
27	정기안전 점검	2011.12.19 ~2011.12.19	수원국도관 리사무소	양호	터널조명등 조도불량
28	정기안전 점검	2013.05.01 ~2013.06.30	자체수행	양호	지속 관찰
29	정밀안전 점검	2013.04.30 ~2013.07.28	(주)유원이 엔씨	A등 급	천단부 균열, 망상균열, 콘크리트 박리, 벽체 파손, 박락, 타일균열, 탈락, 파손, 소화기 보관함 파손, 포장 파손, 공동구 박리, 파손, 박락, 표지병 파손
30	정기안전 점검	2013.11.01 ~2013.12.31	자체수행	양호	지속 관찰
31	정기안전 점검	2014.01.01 ~2014.06.30	자체수행	양호	지속 관찰
32	정기안전 점검	2014.07.01 ~2014.12.31	자체수행	양호	지속 관찰
33	정기안전 점검	2015.04.01 ~2015.06.30	자체수행	양호	지속 관찰
34	정기안전 점검	2015.10.01 ~2015.12.31	자체수행	양호	지속 관찰
35	정기안전 점검	2016.04.01 ~2016.06.30	자체수행	양호	지속 관찰

【표 1.2.1】 부평터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
36	정밀안전 점검	2016.06.01 ~2016.10.28	(주)신우기 술	A등급	주요부재인 천단부 기존 균열부에 대하여 전개소 보수가 완료된 상태이며, 벽체 및 공동구 기존손상부에 대하여 일부 보수가 실시된 상태이다. 금회점검결과 천단부에서 폭 0.3mm이하의 신규 균열이 조사되었고, 기존대비 증가율이 뚜렷한 측벽부 타일손상 및 국부적인 포장결함 등이 확인되었으나, 대상 터널내에 발생된 손상은 안전성에 문제가 없는 일반적인 결함으로서 주기적인 점검 및 유지관리에 의한 보수가 필요하다. 일부 손상에 대해서는 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, 향후 정기적인 점검과 지속적인 유지관리를 실시한다면 시설물의 내구성과 사용성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. -본선라이닝 천단부:균열,콘크리트박리 벽체:콘크리트파손,몰탈박리및박락,타일균열,타일탈락 및파손 -터널주변 배수상태:양호,비탈면(주변사면):양호 측구:콘크리트파손 갱구및옹벽:양호 공동구:덮개파손,박리및박락 배수로:덮개파손 포장:아스콘파손,콘크리트파손 기타시설:소화기보관함덮개탈락,소화기전등파손
37	정기안전 점검	2016.10.01 ~2016.12.31	자체수행	양호	지속 관찰
38	정기안전 점검	2017.04.01 ~2017.06.30	자체수행	양호	지속 관찰
39	정기안전 점검	2017.10.01 ~2017.12.31	자체수행	양호	지속 관찰
40	정기안전 점검	2018.04.01 ~2018.06.30	자체수행	양호	지속 관찰
41	정기안전 점검	2018.10.01 ~2018.12.31	자체수행	양호	지속 관찰
42	정기안전 점검	2019.01.01 ~2019.06.30	자체수행	양호	지속관찰(보수예정)

【표 1.2.1】 부평터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
43	2중성능평가	2019.08.30 ~2019.12.10	반석안전(주)	A등급	-안전성능평가 : 라이닝에 발생된 비구조적 균열, 열화손상 등이 조사됨, 안전성이 확보된 상태이며, 주부재에 발생된 손상이 있는 상태. -내구성능평가 : 염화물, 탄산화 및 콘크리트 품질 등의 열화진전항목 평가결과, 콘크리트는 전반적으로 건전한 것으로 평가됨. -사용성능평가 : 포장상태는 우수하고, 터널 내 휘도는 양호한 상태이다. 방재시설은 구비 또는 교체 후 5년 이상, 모두 양호한 상태이며, 설치된 방재시설은 양호한 것으로 조사되었다. 기계/전기설비는 작동에 불량인 상태이며, 교통량은 실제수요가 예측수요보다 적은 것으로 평가됨 -종합성능등급:A등급(우수)으로지정됨
44	정밀안전점검	2019.08.30 ~2019.12.10	반석안전(주)	A등급	-천단부 및 어깨부 : 균열, 박락 -측벽부 : 라이닝파손, 타일손상, 몰탈박리 및 박락 -포장면 : 포장파손 -갹구부 및 옹벽부 : 실런트 탈락 및 이격 -비탈면 및 수로 : 수로 토사퇴적, 수로 콘크리트박락 -공동구 : 박리 및 박락, 덮개파손 -배수시설 : 덮개파손 -전기시설 및 기타시설 : 소화기 점등파손
45	정기안전점검	2019.07.01 ~2019.12.31	자체수행	양호	지속관찰(보수예정)
46	정기안전점검	2020.01.01 ~2020.06.30	자체수행	양호	지속관찰(보수예정)
47	정기안전점검	2020.07.01 ~2020.12.31	자체수행	양호	지속관찰(보수예정)
48	정기안전점검	2021.01.01 ~2021.06.30	자체수행	양호	지속관찰
49	정기안전점검	2021.07.01 ~2021.12.31	자체수행	양호	지속관찰
50	정기안전점검	2022.01.01 ~2022.06.30	자체수행	양호	지속관찰
51	정밀안전점검	2022.04.15 ~2022.09.22	(주)위드이앤오	A등급	- 라이닝 : 균열($0.1 < cw \leq 0.3\text{mm}$), 균열($0.3 < cw \leq 0.5\text{mm}$), 보수부 채균열, 들뜸($d=10\text{mm}$), 박락($d=10\text{mm}$), 파손($d=20\text{mm}$), 타일 균열, 타일 탈락, 타일 파손 -갹문및옹벽:실런트탈락및이격 -배수시설:덮개파손,토사퇴적 -주변사면및배수로:파손,이물질퇴적,균열,철근노출 -공동구:덮개파손,들뜸,박락및철근노출 -포장부:망상균열,파손,앵커돌출,아스콘망상균열 -공중이이용하는부위:망상균열,파손,앵커돌출,아스콘망상균열,공동구덮개파손,배수로덮개파손

【표 1.2.1】 부평터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
52	정기안전 점검	2022.10.05 ~2022.12.09	자체수행	양호	천정부 균열
53	정기안전 점검	2023.04.11 ~2023.06.12	자체수행	양호	천정부(균열, 박리), 측벽부(타일 균열, 파손, 박리), 교면포장(파손), 배수로(이물질퇴적)
54	정기안전 점검	2023.10.15 ~2023.11.30	자체수행	양호	· 갭문 : 이끼, 실런트 탈락 및 이격 · 라이닝:타일균열,타일탈락,파손,보수부재균열,폐합균열 · 배수로측구:균열, · 공동구:충분리,박리 · 갭구부옹벽:조인트부식생, · 사면갭구부배수로:이물질퇴적 · 공중이이용하는부위 - 도로포장 : 패임, 스케일링, 파손 - 도로부 신축이음부 : 파손, 스폐링
55	정기안전 점검	2024.04.15 ~2024.06.30	자체수행	양호	· 갭문:이끼,실런트탈락및이격 · 라이닝:타일균열,타일탈락,파손,보수부재균열,폐합균열 · 배수로측구:균열, · 공동구:충분리,박리 · 갭구부옹벽:조인트부식생 · 사면갭구부배수로:이물질퇴적 · 공중이이용하는부위 - 도로포장 : 패임, 스케일링, 파손 - 도로부 신축이음부 : 파손, 스폐링
56	2중성능 평가	2024.03.21 ~2024.09.16	(주)신우기술	A등급	천단부/어깨부 : 균열, 재균열, 박락, 들뜸 측벽:파손,몰탈박락,타일균열,타일탈락,타일파손, 배수시설:덮개파손,토사퇴적, 갭문:실런트탈락및이격 옹벽:조인트부식생, 비탈면:상태양호 배수로:파손,이물질퇴적,균열,철근노출 공동구:덮개파손,들뜸,박락및철근노출 포장부:망산균열,파손,앵커돌출,접속부아스콘망상균열 부속시설:소화기점등파손
57	정기안전 점검	2024.10.14 ~2024.12.13	자체수행	양호	· 갭문:이끼,실런트탈락및이격 · 라이닝:타일균열,타일탈락,파손,보수부재균열,폐합균열 · 배수로측구:균열, · 공동구:충분리,박리 · 갭구부옹벽:조인트부식생 · 사면갭구부배수로:이물질퇴적 · 공중이이용하는부위 - 도로포장 : 패임, 스케일링, 파손 - 도로부 신축이음부 : 파손, 스폐링
58	정기안전 점검	2025.03.03 ~2025.05.30	자체수행	양호	- 갭문 : 이끼, 실런트 탈락 및 이격 - 라이닝 : 타일 균열, 타일 탈락, 파손, 보수부 재균열, 폐합균열 - 배수로 측구 : 균열 - 공동구 : 충분리, 박리, 박락 및 철근노출 - 갭구부옹벽 : 조인트부 식생 - 사면 갭구부 배수로 : 이물질 퇴적 - 공중이 이용하는 부위 - 도로포장 : 차량주행성에 영향을 끼칠 수 있는 경미한 파손에 대한 보수가 필요한 상태 - 도로부 신축이음부 : 차량주행성에 영향을 끼칠 수 있는 경미한 파손에 대한 보수가 필요한 상태

1.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2022년 09월)

【표 1.2.3】 부평터널(상) 전차 정밀안전점검 사항

구 분		정밀안전점검 결과
점검개요		· 점검기관 : (주)위드이앤오 · 점검기간 : 2022년 04월 ~ 2022년 09월
상 태 평 가	외관 조사	· 천장부 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부 재균열, 들뜸, 박락 · 측벽부 박락, 파손, 타일 균열, 타일 탈락, 타일 파손 · 갭문 및 옹벽 실런트 탈락 및 이격 · 공동구 덮개 파손, 들뜸, 박락 및 철근노출 · 배수시설 덮개파손, 토사퇴적 · 주변사면 및 배수로 파손, 이물질 퇴적, 균열, 철근노출 · 포장부 망상균열, 파손, 앵커 돌출, 아스콘 망상균열 · 기타 부속시설 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 부평터널(상)의 상태평가 결과 “문제점이 없는 최상의 상태”인 「A등급」의 상태로 평가되었다.
보수·보강		· 표면처리, 주입공법, 단면보수, 단면보수(방청), 청소, 주의관찰 등
종합결론		1) 부평터널(상)의 외관조사 결과, 조사된 손상은 대체적으로 부재의 재료적인 특성, 사용·환경적인 요인, 시공 부주의, 외력, 공용년수 경과 등에 의해 발생된 것으로 분석되었으며, 조사일 현재 시설물의 구조안전에 영향을 미치는 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다. 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 「문제점이 없는 최상의 상태」인 “A등급”으로 평가 되었다. 4) 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

1.2.4 전차 2중성능평가 실시결과(2024년 09월)

【표 1.2.3】 부평터널(상) 전차 정밀안전점검 사항

구 분		2중성능평가 결과
점검개요		· 점검기관 : (주)신우기술 · 점검기간 : 2024년 03월 ~ 2024년 09월
상 태 평 가	외관 조사	· 천단부 : 균열(0.3mm미만,이상), 보수부 재균열(0.3mm미만,이상), 시공이음부 들뜸 · 측벽부 : 타일손상(균열·타락·파손), 몰탈박리·박락 · 공동구 : 들뜸, 박락, 철근노출, 파손 · 배수시설 : 배수로 덮개 파손, 이물질 퇴적 · 포장부 : 망상균열, 파손, 접속부 아스콘 망상균열 · 갱구부 : 상태양호 · 갱구부 사면 및 수로 : 배수로 토사퇴적, 배수로 균열, 파손, 철근노출 · 부속시설 : 상태양호
	안전성능 평가	· 평가대상 터널에 대하여 상태안전성능과 구조안전성능을 실시한 후 그 결과를 비교하여 최저등급을 평가 결과로 결정하였고, 그 결과 “외부 환경조건 등으로 인한 내구성능 저하가 발생할 가능성이 낮은 성능 수준” 인 “A등급” 으로 평가되었다.
	내구성능 평가	· 열화진전평가와 열화환경평가로 내구성능평가를 시행하였으며, 열화진전평가를 활용한 내구성능 종합등급은 “외부 환경조건 등으로 인한 내구성능 저하가 발생할 가능성이 낮은 성능 수준” 인 “A등급(우수)” 로 평가되었다.
	사용성능 평가	· 사용성과 기능성으로 구분하여 사용성능평가를 시행하였으며, 사용성능등급 산정 결과, “외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준” 인 “A등급(우수)” 로 평가되었다.
보수·보강		· 표면보수, 주입보수, 단면보수, 재설치, 청소, 주의관찰
종합결론		○ 부평터널(상)에 발생한 주요 손상으로는 라이닝에서 발생한 균열, 보수부 재균열, 재료분리, 시공이음부 들뜸 등의 손상과 그 외 부속시설에서 공동구 박락·철근노출, 파손, 배수로 덮개 파손, 포장 파손 등의 손상이 조사되었고, 시공 및 품질관리 미흡, 공용기간 증가에 의한 경년열화 등에 기인한 비구조적 손상으로 판단된다. ○ 각 성능평가 결과는 안전성능: A, 내구성능: A, 사용성능: A 등급으로 평가되었으며, 종합성능등급은 (A등급:)이 성능목표(상A등급: $0.00 \leq X < 0.15$)에 부합되는 수준으로 단기적인 보수대책은 요구되지 않으나 시설물의 성능유지를 위해 순차적인 보수가 필요할 것으로 판단된다. ○ 부평터널(상)은 일부 부재에서 손상 및 결함사항이 발생한 것으로 조사되었으나 구조적 안전성에는 문제가 없는 일반적인 손상으로 판단되며, 본 보고서의 보수·보강 방안 및 유지관리 방안을 참조하여 내구성 확보를 위한 보수를 실시하고 지속적인 유지관리가 이루어진다면 현시점에서 정밀안전진단 및 사용제한 조치는 필요하지 않은 것으로 판단된다. ○ 본 시설물은 준공 후 약 25년이 경과하였고 지속적인 유지관리로 구조물의 안전성, 사용성을 확보하고 있으나 차량 통행, 계절변화 등의 사용 환경 요인에 의해 열화가 발생될 수 있으므로 주기적으로 이들의 결함 열화 여부를 점검하고 일상 유지관리의 주요항목인 라이닝, 공동구 및 배수시설, 포장 상태에 대한 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

1.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 측점분할 및 부재치수를 실측하여 설계도면과 비교·검토하였으며, 시공상태를 확인함. 설계도면과 일치시 설계도면을 기준으로 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○시설물관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경사항 등에 관한 검토를 통해 적합한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록, 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수 부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과, 라이닝에 발생한 일부 균열, 보수부 재균열, 시공이음부 박락, 배수 시설 이물질퇴적, 측구 균열, 파손, 공동구 균열, 파손, 덮개 파손에 대해서는 진전여부에 대한 주기적인 관찰이 필요하고, 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향을 설정하였다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○정기안전점검은 총 46회, 정밀안전점검은 총 10회, 2종성능평가는 총 2회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

1.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 1.2.4】 부평터널(상) 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	국도42호선 부평터널 안전시설 설치공사	보수	그루밍	(주)삼안건설기술 공사	극동건설(주)
	2024-03-22 ~ 2024-06-14		2,800	106,174	장승현
2	국도45호선 만세터널(상) 등 14개소 환경정비공사	보수	-	(주)제일엔지니어링	(유)제이피원
	2024-03-18 ~ 2024-09-10		터널청소 등기구청소	50,285,317	윤선영

【표 1.2.4】 부평터널(상) 보수이력사항(계속)

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
3	국도42호선 여주터널 등 차선도색 보수공사	보수	-	현성산업(주) 김희문	-
	2022-11-01 ~ 2022-12-22		차선도색	14,352	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
4	국도42호선 오천터널 등 3개소 재방송설비 개선공사	보수	-	(주)하남정보통신 이승희	-
	2022-09-29 ~ 2022-12-26		라디오재방송	44,552	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
5	국도42호선 오천터널 등 3개소 재방송설비 개선공사	보수	-	(주)하남정보통신 이승희	-
	2022-09-29 ~ 2022-12-26		라디오재방송	44,552	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
6	국도42호선 부평터널 외 1개소 전기 시설 개선공사	보수	-	세원엔지니어링 (주)	화은전기
	2021-11-17 ~ 2021-12-28		LED 터널등기구 100W 70개	19,935	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
7	국도45호선 만세터널 등 5개소 비상전화설비 개선 공사	보수	-	백강, 호성	(주)케이비글로벌비 디어
	2021-03-31 ~ 2021-05-28		비상전화설치	31,148	KG엔지니어링 종합건축사사무소
8	국도42호선 부평터널 등 2개소 가로등 및 터널조명 제어반 케이블 공사	보수	-	백강, 호성	(주)대림
	2021-03-12 ~ 2021-06-24		가로등케이블교체	34,000	KG엔지니어링 종합건축사사무소
9	국도42호선 부평터널 등 2개소 가로등 및 터널조명 제어반 케이블 공사	보수	-	백강, 호성	(주)대림
	2021-03-12 ~ 2021-06-24		가로등케이블교체	34,000	KG엔지니어링 종합건축사사무소
10	국도42호선 부평터널 등 시선유도표지등 설치공사	보수	-	수원국토	하나전기
	2020-08-03 ~ 2020-10-20		시선유도시설 1식	22,069	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
11	국도42호선 부평터널 등 안전시설 설치공사	보수	-	수원국토	(주)남양이엔씨
	2020-03-25 ~ 2020-05-23		중그루빙 1식	15,466	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
12	국도38호선 청미교 외 3개소 방호울타리 설치공사	보강	-	수원국토	(주)부경산업
	2015-06-29 ~ 2015-11-20		방호울타리 정비 = 노측(원주방향) : 30.0m	772	(주)경원엔지니어링 건축사사무소

【표 1.2.4】 부평터널(상) 보수이력사항(계속)

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
13	국도38호선 숙성교외 9개소 시설물보수공사	보수	—	수원국토	동일건설(주) 정기용
	2013-10-22 ~ 2013-12-16		—	206,600	동부엔지니어링(주) 최병선
14	국도42호선 부평터널(상) 조명설비 개선공사	개량	—	수원국토	(주)에스에스전기 대표 차태병
	2012-02-21 ~ 2012-04-20		—	0	장웅현
15	미등록	기타	공동구, 교대 조인트 누수	수원국토	태우전기(주)
	2004-06-02 ~ 2004-07-23		부분보수	0	마윤호
16	미등록	보수	조명시설	홍경표	(주)한일전기통신
	2002-07-19 ~ 2002-08-14		조명등(저압나트륨램프) 교체	10	정택수

1.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
—	미적용	—	—
· 준공도서 및 FMS상 내진설계가 불명확한 상태인 것으로 확인되었다.			

1.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

1.2.9 시설물의 하중변화 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 하중변화 이력은 없는 것으로 확인되었다.

1.3 현장조사

1.3.1 개요

부평터널(상)은 경기도 여주시 강천면 부평리 671에 위치한 2중 터널 시설물로, 1999년 12월에 준공되어 약 26년이 경과되었으며, 총연장은 478.0m, 폭 9.6m, 높이 6.7m이고 편도 2차로 시공되었다.

본 터널은 NATM공법으로 시공된 굴착터널로서, 갱문은 시점 및 종점 모두 면벽식이고, 환기 방식은 자연환기-배기방식이다.

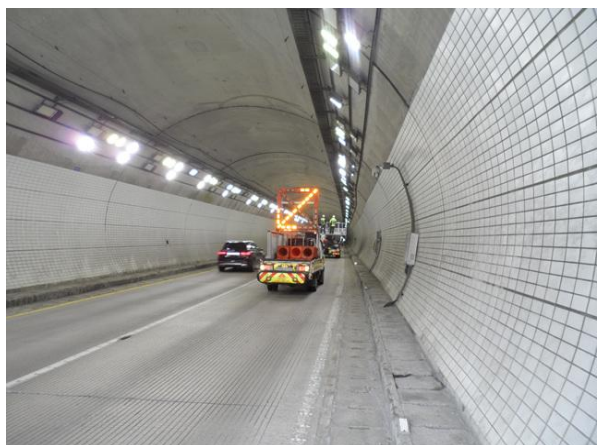
과업 대상시설물에 대한 외관조사는 터널의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단할 목적으로 터널부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 따라서, 사전 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근방법 및 장비 동원과 그에 따른 일정계획을 수립하고, 기초자료의 수집 및 분석을 통한 주요 손상에 대한 사전검토 후 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침_터널편(2024.12, 국토교통부/국토안전관리원)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능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

부평터널(상)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~S54	도보, 고소점검차	2024.04.09	
			
도보조사 전경		비파괴장비 사용 현황	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
교통통제 전경		교통통제 전경	

【그림 1.3.1】 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 478.0m터널로써 구조물의 형식은 다음 그림과 같이 총 54SPAN 구간으로 분할하였다. 또한, 상태평가를 위한 쉬트(Sheet) 구분을 하였고, 그 결과는 [표 1.3.1]에 수록하였다.

S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10
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						
무근구간				철근구간					

【그림 1.3.2】 Span별 시공현황

【표 1.3.1】 구간분할

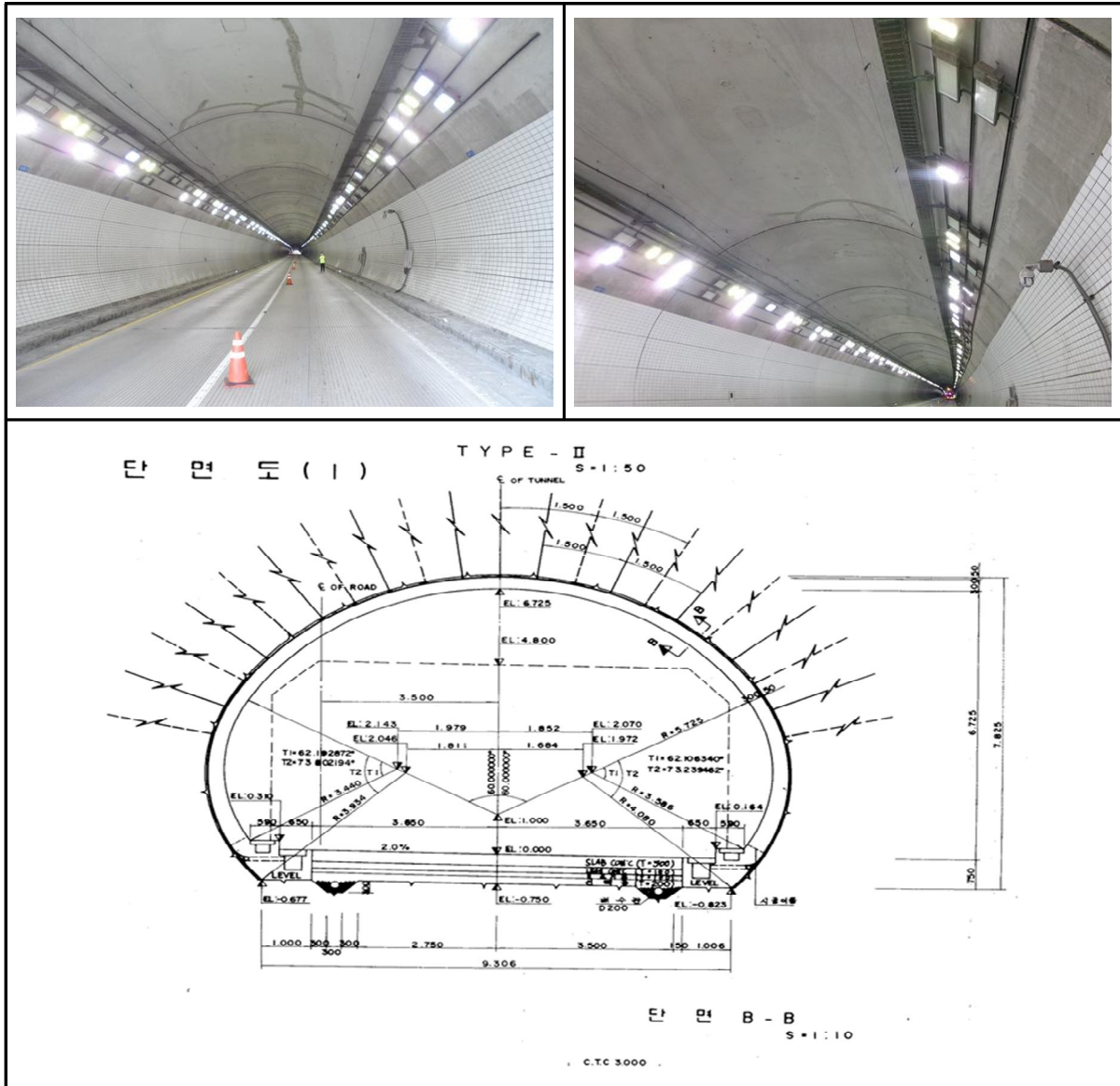
구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)	구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)
무근구간	Sh01	S1	9.0	9.0	무근구간	Sh07	S31	9.0	279.0
		S2	9.0	18.0			S32	9.0	288.0
		S3	9.0	27.0			S33	9.0	297.0
		S4	9.0	36.0			S34	9.0	306.0
		S5	9.0	45.0			S35	9.0	315.0
	Sh02	S6	9.0	54.0		Sh08	S36	9.0	324.0
		S7	9.0	63.0			S37	9.0	333.0
		S8	9.0	72.0			S38	9.0	342.0
		S9	9.0	81.0			S39	9.0	351.0
		S10	9.0	90.0			S40	9.0	360.0
	Sh03	S11	9.0	99.0		Sh09	S41	8.0	368.0
		S12	9.0	108.0			S42	8.0	376.0
		S13	9.0	117.0			S43	8.0	384.0
		S14	9.0	126.0			S44	8.0	392.0
		S15	9.0	135.0			S45	8.0	400.0
	Sh04	S16	9.0	144.0		Sh10	S46	9.0	409.0
		S17	9.0	153.0			S47	9.0	418.0
		S18	9.0	162.0			S48	9.0	427.0
		S19	9.0	171.0			S49	9.0	436.0
		S20	9.0	180.0			S50	8.0	444.0
	Sh05	S21	9.0	189.0	Sh11	S51	8.0	452.0	
		S22	9.0	198.0		S52	8.0	460.0	
		S23	9.0	207.0	철근구간	Sh12	S53	9.0	469.0
		S24	9.0	216.0			S54	9.0	478.0
		S25	9.0	225.0		-			
	Sh06	S26	9.0	234.0					
		S27	9.0	243.0					
		S28	9.0	252.0					
		S29	9.0	261.0					
		S30	9.0	270.0					

1.3.2 외관조사 결과

가. 기본시설물(라이닝, 갱문, 터널주변)

1) 천장부

본 터널의 라이닝 두께는 350mm이며, 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 1.3.1】 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 망상균열, 박락, 철근노출 및 마감불량 등이 조사되었다.

【표 1.3.2】 천장부 손상현황

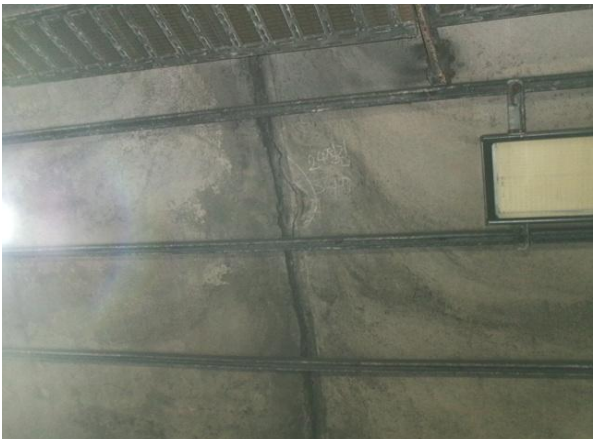
구분	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열, 보수부 재균열 (0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		들뜸, 보수부 들뜸 (m²/개소)		잡철근노출 (m²/개소)		재료분리 (m²/개소)		보수부 균열부백태 (m²/개소)	
Sh01	33.50	6	9.00	1	-	-	0.33	3	0.02	1	-	-	0.20	1
Sh02	15.50	3	9.00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh03	16.00	4	9.00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh04	35.00	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh05	29.50	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh06	36.00	4	9.00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh07	45.00	5	-	-	-	-	-	-	0.04	2	-	-	-	-
Sh08	33.60	5	-	-	-	-	0.13	2	-	-	1.20	1	-	-
Sh09	4.00	2	-	-	-	-	0.20	1	0.02	1	-	-	-	-
Sh10	25.00	3	-	-	-	-	0.54	5	-	-	0.80	2	-	-
Sh11	2.00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh12	1.00	1	-	-	6.40	1	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	276.10	43	36.00	5	6.40	1	1.20	11	0.08	4	2.00	3	0.20	1

			
현 황	■ S01 천장부 균열(0.3mm미만)	현 황	■ S01 천장부 들뜸
원 인	■ 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 단면보수

【사진 1.3.2】 천장부 손상현황

			
현 황	■ S02 천장부 보수부 재균열(0.3mm미만)	현 황	■ S07 천장부 잡철근노출
원 인	■ 보수재 열화, 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 다짐불량, 피복두께 부족 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S12 천장부 보수부 재균열(0.3mm이상)	현 황	■ S23 천장부 보수부 재균열(0.3mm미만)
원 인	■ 보수재 열화, 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 보수재 열화, 온도변화, 건조수축 등
대 책	■ 주입보수	대 책	■ 표면처리
			
현 황	■ S25 천장부 보수부 균열(0.3mm미만)	현 황	■ S29 천장부 보수부 재균열(0.3mm미만)
원 인	■ 보수재 열화, 온도변화, 건조수축 등	원 인	■ 보수재 열화, 온도변화, 건조수축 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 표면처리

【사진 1.3.2】 천장부 손상현황(계속)

			
현 황	■ S32 천장부 들뜸	현 황	■ S35 천장부 잡철근노출
원 인	■ 다짐불량, 거푸집 조기탈형 등	원 인	■ 다짐불량, 피복두께 부족 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S35 천장부 재료분리	현 황	■ S41 천장부 들뜸
원 인	■ 다짐불량, 거푸집 조기탈형 등	원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S47 천장부 들뜸	현 황	■ S54 천장부 망상균열
원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등	원 인	■ 온도변화, 건조수축 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 표면처리

【사진 1.3.2】 천장부 손상현황(계속)

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2중성능평가와 비교한 결과, 기존 손상인 균열 및 재균열, 박락 손상의 추가 손상이 확인되었으며, 그 외 손상은 진전이 없는 상태로 조사되었다.

【표 1.3.3】 천장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
천장부	균열, 보수부 재균열 (0.3mm미만)	m	248.60	38	276.10	43	▲ 27.50	추가손상
	균열, 보수부 재균열 (0.3mm이상)	m	27.00	3	36.00	5	▲ 9.00	추가손상
	망상균열	m ²	6.40	1	6.40	1	— —	변동없음
	들뜸, 보수부 들뜸	m ²	0.88	8	1.20	11	▲ 0.32	추가손상
	잡철근노출	m ²	0.06	3	0.08	4	▲ 0.02	기존오기
	재료분리	m ²	2.00	3	2.00	3	— —	변동없음
	보수부 균열부백태	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음

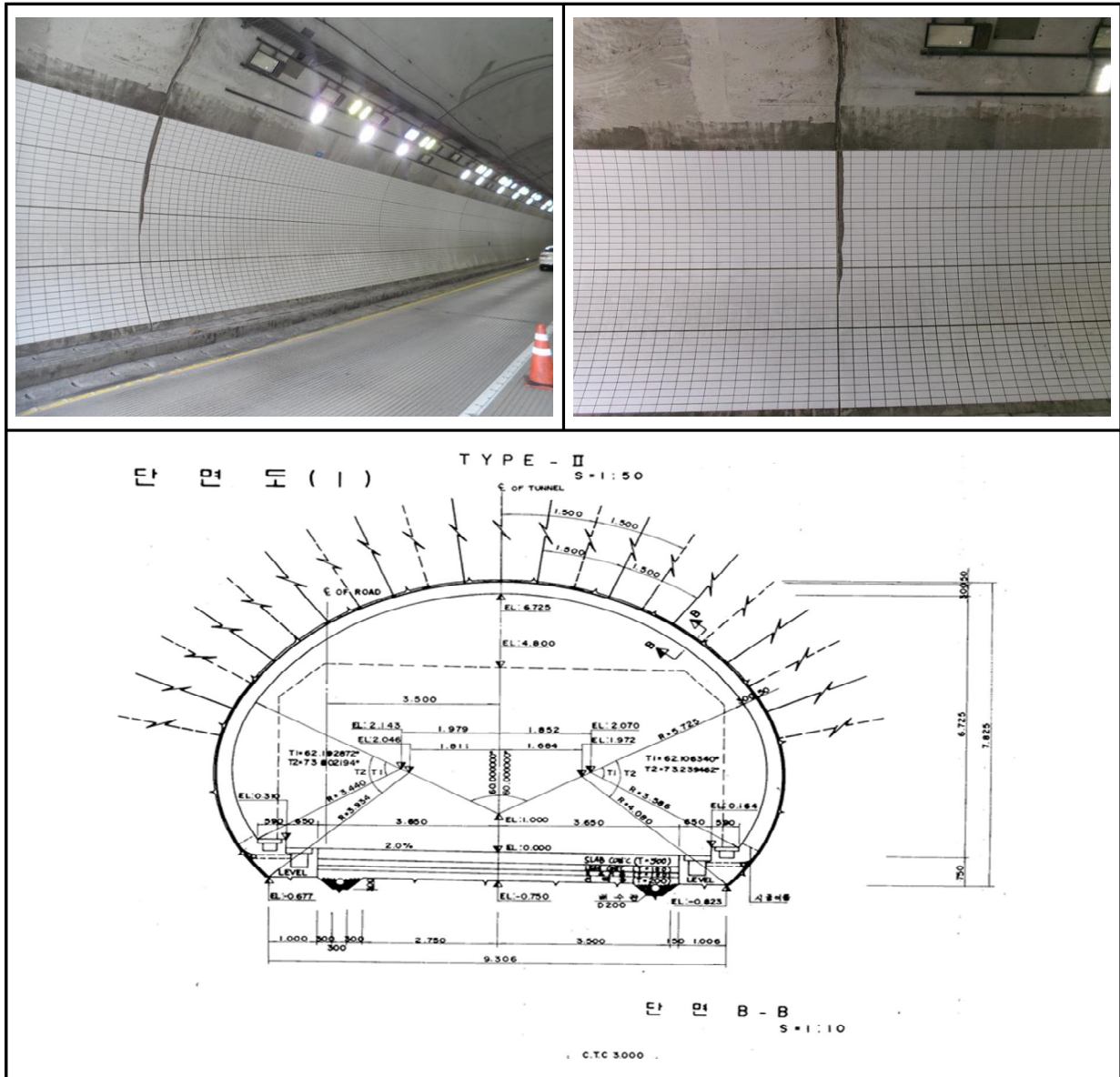
(3) 검토의견

- 천장부에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부 재균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 균열 부백태의 경우 라이닝 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축, 거푸집 조기탈거, 습기흡착 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 콘크리트 재료분리, 잡철근노출의 경우 다짐불량, 거푸집 조기탈거 등에 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.
- 콘크리트 들뜸, 재들뜸의 경우 거푸집 조기탈거, 다짐불량, 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 350mm이며, 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 1.3.3】 측벽부 전경

(1) 조사결과

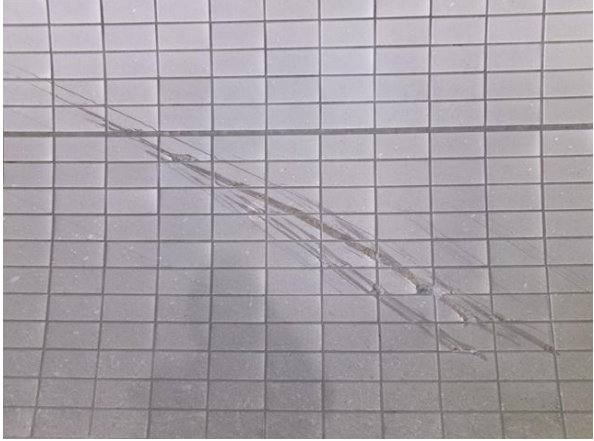
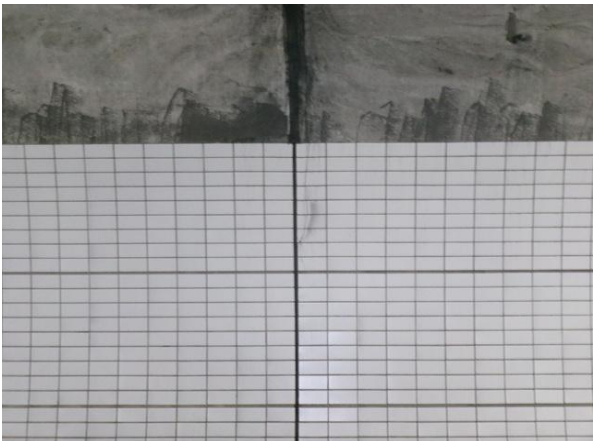
- 측벽부에 대한 현장조사 결과, 조사된 주요 손상은 표면 마감재인 타일의 탈락, 파손 손상이며, 그 외 라이닝 하단부 일부 구간에서 균열(폭 0.3mm미만, 이상), 파손 등이 확인되었다. 금회 점검에서 근접 및 정밀조사로 인하여 균열, 파손 등의 신규 손상이 조사되었다.

【표 1.3.4】측벽부 손상현황

구분	들뜸 (㎡/개소)		물탈 박락 (㎡/개소)		타일균열 (개소/개소)		타일파손 (개소/개소)	
Sh1	—	—	—	—	71.00	71	26.00	26
Sh2	—	—	—	—	5.00	5	7.00	7
Sh3	—	—	—	—	15.00	15	41.00	41
Sh4	—	—	—	—	—	—	28.00	28
Sh5	0.10	1	—	—	15.00	15	52.00	52
Sh6	—	—	—	—	23.00	23	4.00	4
Sh7	—	—	0.01	1	46.00	46	7.00	7
Sh8	—	—	—	—	20.00	20	4.00	4
Sh9	—	—	—	—	—	—	1.00	1
Sh10	—	—	0.10	2	—	—	7.00	7
Sh11	—	—	0.08	1	—	—	—	—
Sh12	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	0.10	1	0.19	4	195.00	195	177.00	177

			
현 황	■ S02 측벽부 타일균열	현 황	■ S05 측벽부 타일파손
원 인	■ 장기공용, 부착력 저하 등	원 인	■ 외부충격, 부착력 저하 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰

【사진 1.3.4】측벽부 손상현황

			
현 황	■ S05 측벽부 타일파손	현 황	■ S18 측벽부 타일파손
원 인	■ 외부충격 등	원 인	■ 외부충격 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰
			
현 황	■ S23 측벽부 들뜸	현 황	■ S33 측벽부 몰탈 박락
원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등	원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S34 측벽부 타일균열	현 황	■ S51 측벽부 몰탈 박락
원 인	■ 장기공용, 부착력 저하 등	원 인	■ 거푸집 조기탈형, 신축작용 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 단면보수

【사진 1.3.4】 측벽부 손상현황(계속)

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2중성능평가과 비교한 결과, 기존 손상인 타일 파손 및 탈락, 몰탈 박락 손상이 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 금회 점검에서 들뜸 손상이 신규 발생한 것으로 확인되었다.

【표 1.3.5】측벽부 기 점검 결과 비교

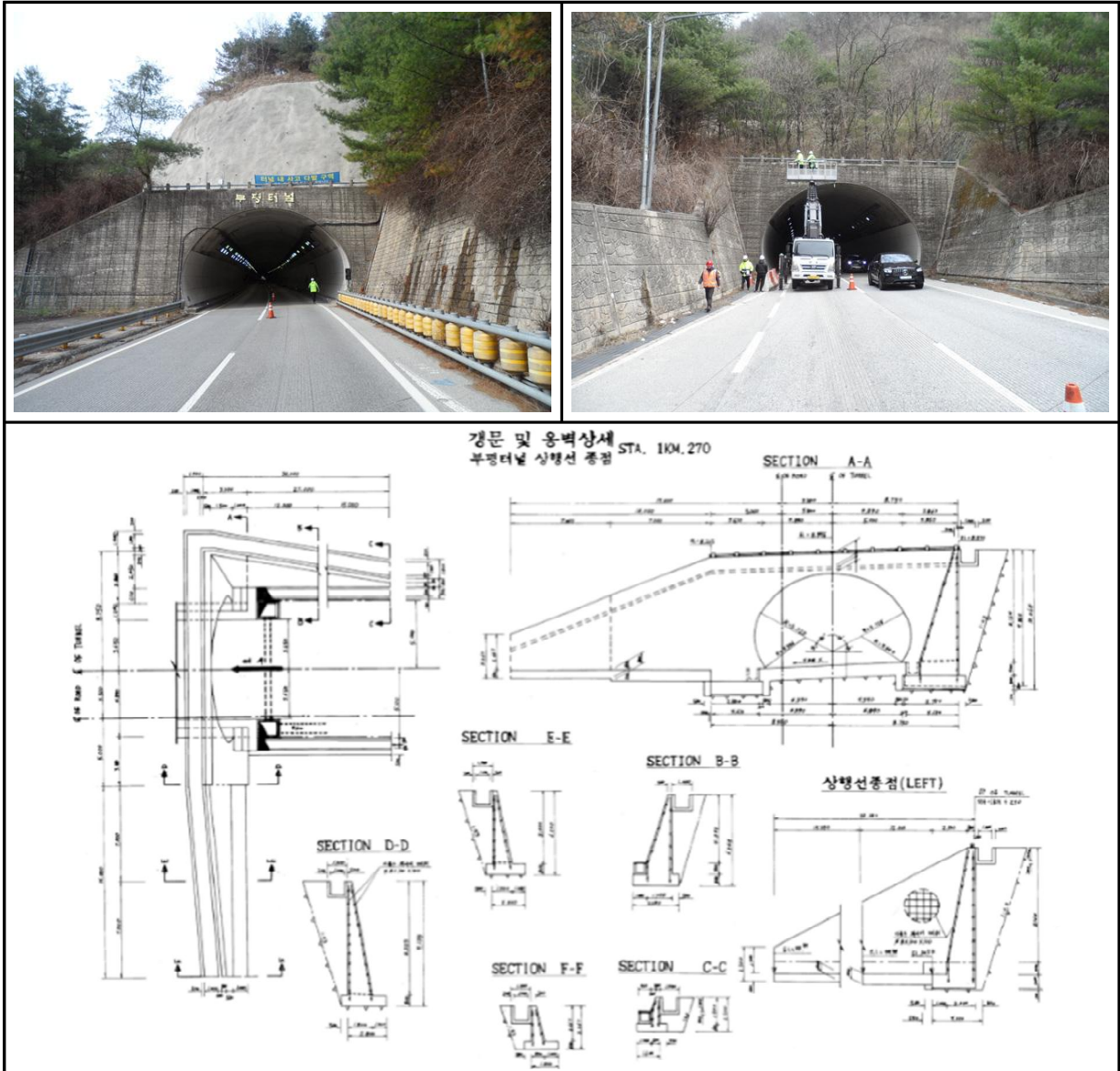
구분	손상 내용	단 위	2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
측벽부	들뜸	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	몰탈 박락	m ²	0.01	1	0.19	4	▲ 0.18	추가손상
	타일균열	EA	182.00	182	195.00	195	▲ 13.00	추가손상
	타일파손	EA	140.00	142	177.00	177	▲ 37.00	추가손상

(3) 검토의견

- 측벽부에서 조사된 들뜸, 몰탈 박락은 라이닝 조인트부의 하단부, 타일 상단부 일부에 발생한 손상으로, 거푸집 조기탈영 및 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 타일균열 및 타일파손의 경우 시설물의 장기공용 및 균열부에 따른 부착력 저하, 외부충격 등이 원인인 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 손상 발생에 대한 주의관찰을 실시하고, 향후 손상의 진전이 확인될 시 관리주체의 보수계획에 따른 일괄 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 갯문

본 터널의 갯문은 시·중점부 면벽식 형식으로 시공되어있으며, 좌·우측에는 콘크리트 옹벽이 설치된 상태이다. 외관조사시 균열, 파손, 박락 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.5】 갯문 전경

(1) 조사결과

- 갯문 외관조사 결과, 기존 손상인 재료분리가 일부 조사되었다.

【표 1.3.6】 갯문 손상현황

구분	재료분리 (㎡/개소)	
시점부	—	—
종점부	2.70	2
합계	2.70	2

			
현 황	■ 시점부 상태현황	현 황	■ 종점부 상태현황
원 인	■ —	원 인	■ —
대 책	■ —	대 책	■ —
			
현 황	■ 종점부 갯문 재료분리	현 황	■ 종점부 갯문 재료분리
원 인	■ 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등	원 인	■ 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰

【사진 1.3.6】 갯문 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2중성능평가와 비교한 결과, 기존 손상인 갭문 재료분리가 조사되었고 신규손상은 없는 것으로 확인 되었다.

【표 1.3.7】 갭문 기 점검 결과 비교

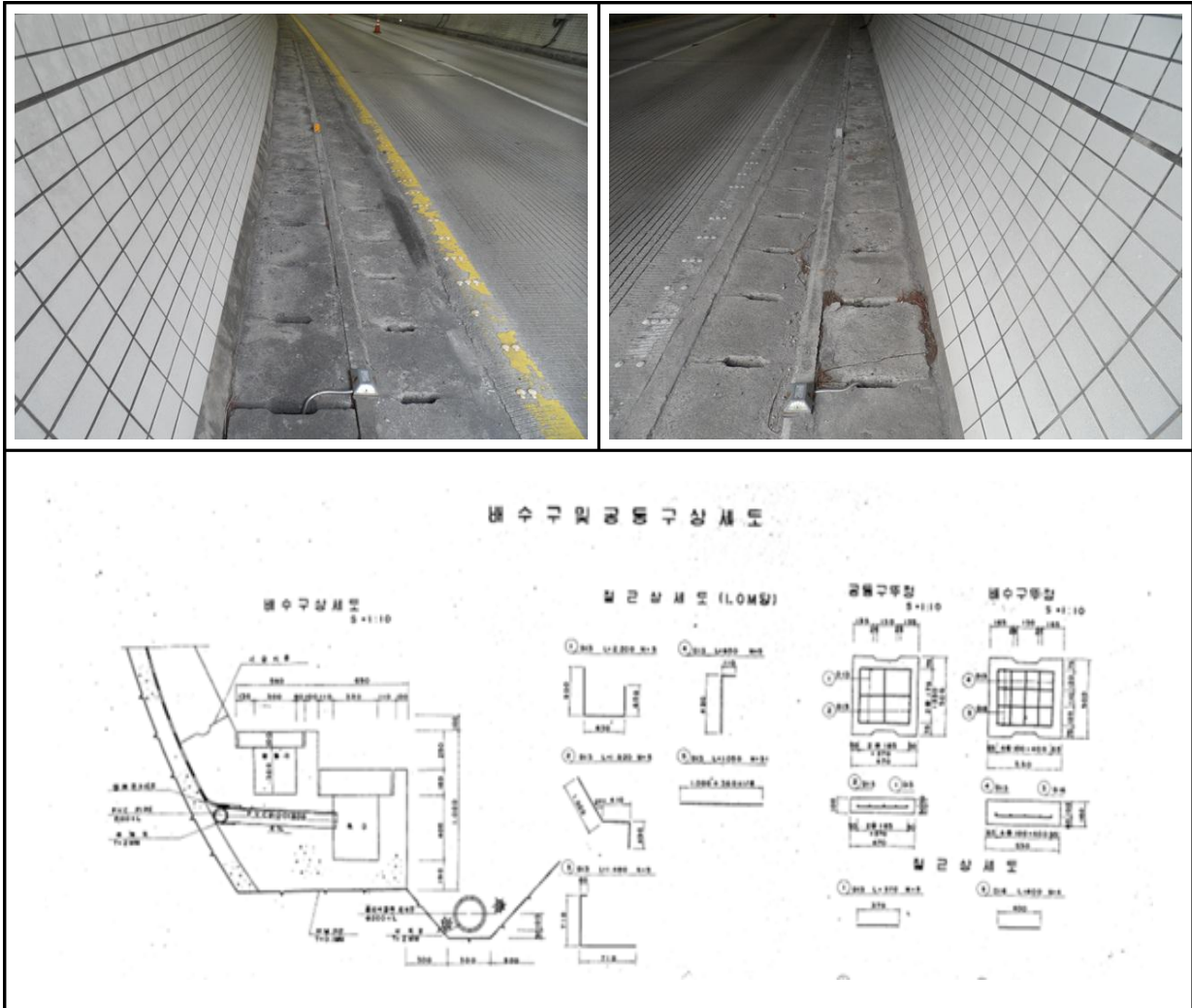
구분	손상 내용	단위	2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
갭문	재료분리	m ²	2.70	2	2.70	2	- -	변동없음

(3) 검토의견

- 갭문에서 조사된 재료분리는 갭문 상단부에 발생한 손상으로, 초기 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등의 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 범위가 경미하여 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며 즉각적인 보수보다는 손상 발생에 대한 주의관찰을 실시하고, 향후 손상의 진전이 확인될 시 관리주체의 보수계획에 따른 일괄 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4) 공동구

본 터널의 좌·우벽체 하단부에 위치한 공동구는 300mm × 300mm 크기로 시공되어 있다. 또한 유지관리를 위해 상부는 콘크리트 덮개가 설치되어 있다. 외관조사시, 공동구 덮개파손, 본체 콘크리트 파손 등에 주안점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.7】 공동구 전경

(1) 조사결과

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

【표 1.3.8】 공동구 손상현황

구분	덮개파손 (개소/개소)		들뜸 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		박락, 파손 및 철근노출 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
Sh1	17.00	17	15.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh2	4.00	4	18.00	2	0.25	2	0.10	1	—	—	0.05	1
Sh3	5.00	5	9.00	2	—	—	1.50	2	—	—	—	—
Sh4	1.00	1	10.00	2	0.10	1	0.40	2	—	—	—	—
Sh5	—	—	4.00	2	—	—	0.40	2	—	—	0.10	1
Sh6	—	—	0.80	1	—	—	—	—	—	—	0.40	1
Sh7	—	—	0.80	1	0.04	1	0.20	2	—	—	—	—
Sh8	1.00	1	1.20	2	0.20	1	—	—	—	—	—	—
Sh9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh10	—	—	0.10	1	—	—	—	—	0.30	3	—	—
Sh11	3.00	3	1.80	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh12	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	32.00	32	60.70	16	0.59	5	2.60	9	0.30	3	0.55	3



【사진 1.3.8】 공동구 손상현황

			
현 황	■ S06 공동구 박락	현 황	■ S09 공동구 박락 및 철근노출
원 인	■ 외부충격, 균열부 우수유입 등	원 인	■ 균열부 우수유입, 장기공용 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수(방청)
			
현 황	■ S23 공동구 파손 및 철근노출	현 황	■ S30 공동구 파손
원 인	■ 균열부 우수유입, 장기공용 등	원 인	■ 외부충격, 장기공용 등
대 책	■ 단면보수(방청)	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S37 공동구 들뜸	현 황	■ S46 공동구 재료분리
원 인	■ 장기공용, 균열부 우수유입 등	원 인	■ 시공시 다짐미흡 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수

【사진 1.3.8】 공동구 손상현황(계속)

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2중성능평가와 비교한 결과, 기존 손상인 들뜸, 파손이 추가 발생한 것으로 조사되었고, 이물질 적치의 경우 정비보수가 실시된 것으로 확인되었다.

【표 1.3.9】 공동구 기 점검 결과 비교

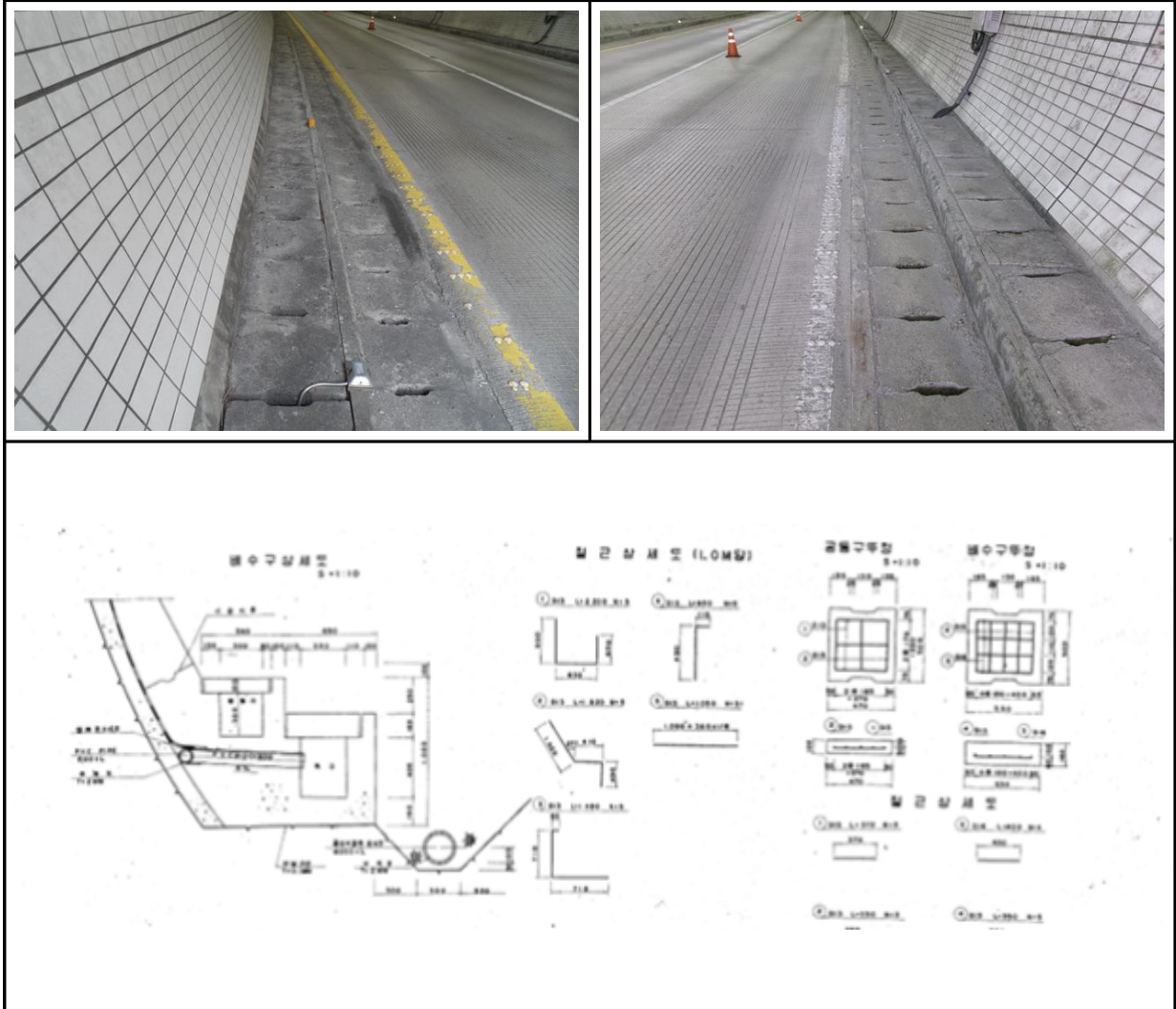
구분	손상 내용	단 위	2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
공동구	덮개파손	m ²	32.00	32	32.00	32	— —	변동없음
	들뜸	m ²	59.90	15	60.70	16	▲ 0.80	추가손상
	박락	m ²	0.59	5	0.59	5	— —	변동없음
	박락, 파손 및 철근노출	m ²	2.60	9	2.60	9	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.30	3	0.30	3	— —	변동없음
	파손	m ²	0.15	2	0.55	3	▲ 0.40	추가손상
	이물질 적치	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수됨

(3) 검토의견

- 공동구에서 조사된 주요 손상인 들뜸, 박락, 파손 및 철근노출 등의 경우 외부충격, 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 및 방청 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 공동구 재료분리의 경우 초기 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등의 원인으로 인한 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 덮개 파손의 경우 외부충격, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 점검 및 피난자의 안전 및 원활한 배수를 위한 정비 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

5) 배수시설

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



【사진 1.3.9】 배수시설 전경

(1) 조사결과

- 배수시설 외관조사 결과, 배수시설 덮개파손, 배수시설 토사퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.10】 배수시설 손상현황

구분	덮개파손 (개소/개소)		토사퇴적 (m/개소)	
Sh1	—	—	25.00	1
Sh2	—	—	—	—
Sh3	—	—	—	—
Sh4	—	—	—	—
Sh5	1.00	1	—	—
Sh6	—	—	—	—
Sh7	—	—	—	—
Sh8	—	—	—	—
Sh9	—	—	—	—
Sh10	—	—	—	—
Sh11	—	—	—	—
Sh12	—	—	—	—
합계	1.00	1	25.00	1

			
현 황	■ S01 배수시설 토사퇴적	현 황	■ S22 배수시설 덮개파손
원 인	■ 공용기간 증가, 비산물 퇴적 등	원 인	■ 외부충격, 장기공용 등
대 책	■ 정비	대 책	■ 정비

【사진 1.3.10】 배수시설 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2중성능평가와 비교한 결과, 기존 손상인 배수시설 토사퇴적, 배수시설 덮개파손이 조사되었고 금회 점검시 추가 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

【표 1.3.11】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수 시설	덮개파손	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	토사퇴적	m	25.00	1	25.00	1	- -	변동없음

(3) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 덮개 파손의 경우 외부충격, 지속적인 진동 발생 등의 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 덮개 재설치 등의 정비를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 배수시설 토사퇴적의 경우 공용기간 증가에 의한 이물질퇴적이 원인인 손상으로 판단되며, 원활한 배수를 위한 정비 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

6) 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 1.3.11】 포장부 전경

(1) 조사결과

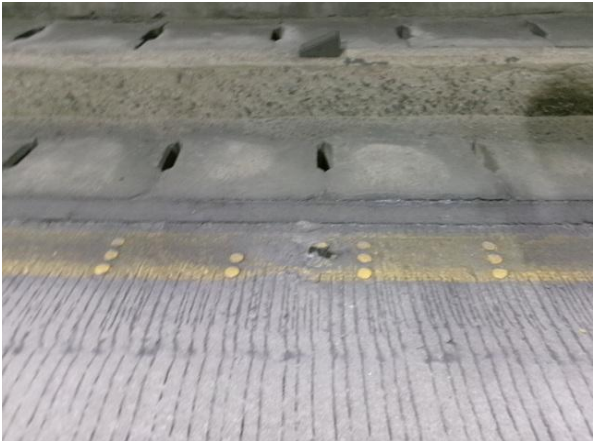
- 포장부 외관조사 결과, 공용년수 증가에 따른 포장면의 마모, 열화가 발생하였다. 20년에 실시한 중그루빙 또한 마모로 인해 그 성능이 떨어지는 것으로 확인되었다. 위 상황으로 주행 차량의 안전사고 발생가능성이 있으므로, 전면 채포장(A=478.0 X 7.0)이 필요한 상태이다. 점검 당시 조사된 주요 손상으로는 포장 균열 및 마모, 열화, 골재노출, 앵커 돌출, 접속부 아스콘 망상균열 손상이 확인되었다.

【표 1.3.12】 포장부 손상현황

구분	포장 균열 (m/개소)		포장 마모 (㎡/개소)		포장 마모-골재노출 (㎡/개소)		접속부 아스콘 망상균열 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		패임 (㎡/개소)		앵커돌출 (개소/개소)	
Sh01	-	-	-	-	-	-	3.50	1	-	-	-	-	3.00	3
Sh02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	1	-	-	7.00	7
Sh03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.68	5	-	-	7.00	7
Sh04	-	-	2.00	1	-	-	-	-	0.35	3	-	-	3.00	3
Sh05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.35	5	-	-	9.00	9
Sh06	-	-	-	-	-	-	-	-	1.27	8	-	-	2.00	2
Sh07	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	11	-	-	2.00	2
Sh08	-	-	1.50	1	-	-	-	-	1.90	16	-	-	-	-
Sh09	-	-	-	-	-	-	-	-	3.02	8	0.08	2	2.00	2
Sh10	9.20	2	-	-	24.00	1	-	-	1.02	8	-	-	1.00	1
Sh11	-	-	20.00	1	-	-	-	-	1.18	5	2.40	1	-	-
Sh12	8.00	1	144.00	1	-	-	-	-	0.04	1	-	-	-	-
합계	17.20	3	167.50	4	24.00	1	3.50	1	12.01	71	2.48	3	36.00	36



【사진 1.3.12】 포장부 손상현황

			
현 황	■ S16 포장 마모	현 황	■ S31 포장 파손
원 인	■ 공용기간 증가, 중차량 반복통행 등	원 인	■ 외부충격, 신축작용 등
대 책	■ 재포장	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S34 앵커 돌출	현 황	■ S45 포장 파손
원 인	■ 시공미흡 등	원 인	■ 외부충격, 신축작용 등
대 책	■ 정비	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S52 포장 마모	현 황	■ S54 포장 균열
원 인	■ 공용기간 증가, 중차량 반복통행 등	원 인	■ 건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행 등
대 책	■ 재포장	대 책	■ 재포장

【사진 1.3.12】 포장부 손상현황(계속)

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2중성능평가와 비교한 결과, 포장 마모, 포장 파손 등의 손상이 추가 발생한 것으로 확인되었으며, 포장 마모 손상은 표기오류로 인해 물량이 감소한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.13】 포장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
포장부	포장 균열	m	17.20	3	17.20	3	- -	변동없음
	포장 마모	m ²	165.50	3	167.50	4	▲ 2.00	추가손상
	포장 마모·골재노출	m ²	24.00	1	24.00	1	- -	변동없음
	접속부 아스콘 망상균열	m ²	3.50	1	3.50	1	- -	변동없음
	포장 파손	m ²	11.97	70	12.01	71	▲ 0.04	추가손상
	포장 패임	m ²	2.48	3	2.48	3	- -	변동없음
	앵커 돌출	EA	36.00	36	36.00	36	- -	변동없음

(3) 검토의견

- 콘크리트 포장에서 조사된 포장 균열, 접속부 아스콘 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화, 중차량의 반복통행에 의한 진동 및 하중 등 발생된 것으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아니나, 손상의 진전 및 내구성 확보를 위해 적절한 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 포장 파손, 패임의 경우 중차량의 반복통행에 의한 진동 및 충격, 다짐불량 등 발생된 것으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아니나, 손상의 진전 및 내구성 확보를 위해 적절한 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 포장 마모 및 골재노출의 경우 공용기간 증가, 중차량의 반복통행 등에 의한 진동 및 하중 등 발생된 것으로 판단되며, 주행차량의 안전을 위해 전구간 재포장이 필요한 상태이다.
- 앵커 돌출의 경우 표기병이 탈락되고 남은 잔해물로 원활한 주행성을 위한 잔해물 제거 정비 필요할 것으로 판단된다.

나. 부속시설물(사면, 옹벽, 기타부속시설)

1) 사면

본 터널 시·종점부에 있는 사면에 대한 준공도서 검토 결과, 자연사면으로 이루어져 있으며 종점부는 슛크리트로 보강된 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 1.3.13】 사면 전경

(1) 조사결과

- 사면 외관조사 결과, 준공이후 지형의 변화나 사면활동 등의 파괴징후는 없는 것으로 조사되었으며, 표면보호공으로 시공된 슛크리트는 양호한 것으로 확인되었다. 다만, 사면에 시공된 외부 배수로 연결부 주위에 토사유실이 조사되었고, 배수로 일부 구간에서 균열, 이격, 파손, 철근노출이 조사되었다.

【표 1.3.14】 사면 손상현황

구분	배수로 균열(0.3mm이상) (m/개소)		배수로 이격 (m/개소)		배수로 철근노출 (m/개소)		배수로 파손 (m/개소)		토사유실 (m/개소)	
시점부	—	—	1.20	1	—	—	0.66	1	6.00	2
종점부	2.00	2	1.20	1	0.17	3	—	—	—	—
합계	2.00	2	2.40	2	0.17	3	0.66	1	6.00	2

<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>■ 시점부 사면부 배수로 파손</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>■ 시공미흡, 외부충격 등</td></tr> <tr> <td>대 책</td><td>■ 주의관찰</td></tr> </table>	현 황	■ 시점부 사면부 배수로 파손	원 인	■ 시공미흡, 외부충격 등	대 책	■ 주의관찰	<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>■ 시점부 사면부 배수로 이격</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>■ 시공미흡, 온도변화 등</td></tr> <tr> <td>대 책</td><td>■ 주의관찰</td></tr> </table>	현 황	■ 시점부 사면부 배수로 이격	원 인	■ 시공미흡, 온도변화 등	대 책	■ 주의관찰
현 황	■ 시점부 사면부 배수로 파손												
원 인	■ 시공미흡, 외부충격 등												
대 책	■ 주의관찰												
현 황	■ 시점부 사면부 배수로 이격												
원 인	■ 시공미흡, 온도변화 등												
대 책	■ 주의관찰												
<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>■ 시점부 사면부 토사유실</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>■ 집중강우, 우수유입</td></tr> <tr> <td>대 책</td><td>■ 되메움</td></tr> </table>	현 황	■ 시점부 사면부 토사유실	원 인	■ 집중강우, 우수유입	대 책	■ 되메움	<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>■ 시점부 사면부 토사유실</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>■ 집중강우, 우수유입</td></tr> <tr> <td>대 책</td><td>■ 되메움</td></tr> </table>	현 황	■ 시점부 사면부 토사유실	원 인	■ 집중강우, 우수유입	대 책	■ 되메움
현 황	■ 시점부 사면부 토사유실												
원 인	■ 집중강우, 우수유입												
대 책	■ 되메움												
현 황	■ 시점부 사면부 토사유실												
원 인	■ 집중강우, 우수유입												
대 책	■ 되메움												
<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>■ 종점부 사면부 배수로 균열</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>■ 건조수축, 온도변화 등</td></tr> <tr> <td>대 책</td><td>■ 주의관찰</td></tr> </table>	현 황	■ 종점부 사면부 배수로 균열	원 인	■ 건조수축, 온도변화 등	대 책	■ 주의관찰	<table border="1"> <tr> <td>현 황</td><td>■ 종점부 사면부 배수로 철근노출</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>■ 시공미흡, 피복부족, 다짐미흡 등</td></tr> <tr> <td>대 책</td><td>■ 주의관찰</td></tr> </table>	현 황	■ 종점부 사면부 배수로 철근노출	원 인	■ 시공미흡, 피복부족, 다짐미흡 등	대 책	■ 주의관찰
현 황	■ 종점부 사면부 배수로 균열												
원 인	■ 건조수축, 온도변화 등												
대 책	■ 주의관찰												
현 황	■ 종점부 사면부 배수로 철근노출												
원 인	■ 시공미흡, 피복부족, 다짐미흡 등												
대 책	■ 주의관찰												

【사진 1.3.14】 사면 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2중성능평가와 비교한 결과, 터널 시·중점부 주변 사면의 기 발생된 외부배수로 균열, 이격, 철근노출, 파손 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 점검시 토사유실 손상이 신규 조사되었다.

【표 1.3.15】 사면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
사면	배수로 균열 (0.3mm이상)	m	2.00	2	2.00	2	-	-	변동없음
	배수로 이격	m	2.40	2	2.40	2	-	-	변동없음
	배수로 철근노출	m ²	0.17	3	0.17	3	-	-	변동없음
	배수로 파손	m ²	0.66	1	0.66	1	-	-	변동없음
	토사유실	m ²	-	-	6.00	2	▲	6.00	신규손상

(3) 검토의견

- 터널부 사면은 시점부에 숏크리트 보강이 된 것으로 확인되었고 전반적으로 양호한 것으로 조사되었으나, 금회 점검시 조사된 토사유실은 집중강우에 의한 손상으로 추가적인 유실을 방지하기 위하여 되메움 보수가 필요한 것으로 판단된다. 강우, 폭우, 해빙기 등이 발생하는 시기에는 손상의 진전 및 신규 손상 여부 확인 등 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 사면부 배수로 균열, 이격, 철근노출, 파손의 경우 사면 배수로측에 발생한 손상으로 시공초기 콘크리트 경화시 건조수축, 장기공용, 잔류침하 등의 영향으로 생긴 손상으로, 현재 손상의 범위가 경미하며 추가적인 손상이 발생하지 않은 상태로, 지속관찰 후 손상의 확대 시 일괄 보수를 실시하는 것이 요망된다.

2) 옹벽

본 터널의 시·중점부에 설치된 옹벽은 반중력식 옹벽으로 시공되어있는 상태이다.



【사진 1.3.15】 옹벽 전경

(1) 조사결과

- 옹벽 외관조사 결과, 옹벽은 기존 손상인 폼타이홀 누수, 식생, 재료분리 손상이 조사되었다.

【표 1.3.16】 옹벽 손상현황

구분	폼타이홀 누수 (㎡/개소)		식생 (개소/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
시점부 옹벽	4.38	2	—	—	—	—
중점부 옹벽	—	—	1.00	1	2.25	1
합계	4.38	2	1.00	1	2.25	1

			
현 황	■ 시점부 우측 폼타이홀 누수	현 황	■ 시점부 우측 폼타이홀 누수
원 인	■ 시공미흡 등	원 인	■ 시공미흡 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰
			
현 황	■ 시점부 우측 폼타이홀 누수	현 황	■ 시점부 우측 폼타이홀 누수
원 인	■ 시공미흡 등	원 인	■ 시공미흡 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰
			
현 황	■ 종점부 우측 재료분리	현 황	■ 종점부 우측 식생
원 인	■ 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등	원 인	■ 시공미흡, 장기공용 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰

【사진 1.3.16】옹벽 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2종성능평가와 비교한 결과, 기 손상인 폼타이홀 누수, 식생, 재료분리가 조사되었고, 금회 점검시 손상의 진전 및 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 1.3.17】 옹벽 기 점검 결과 비교

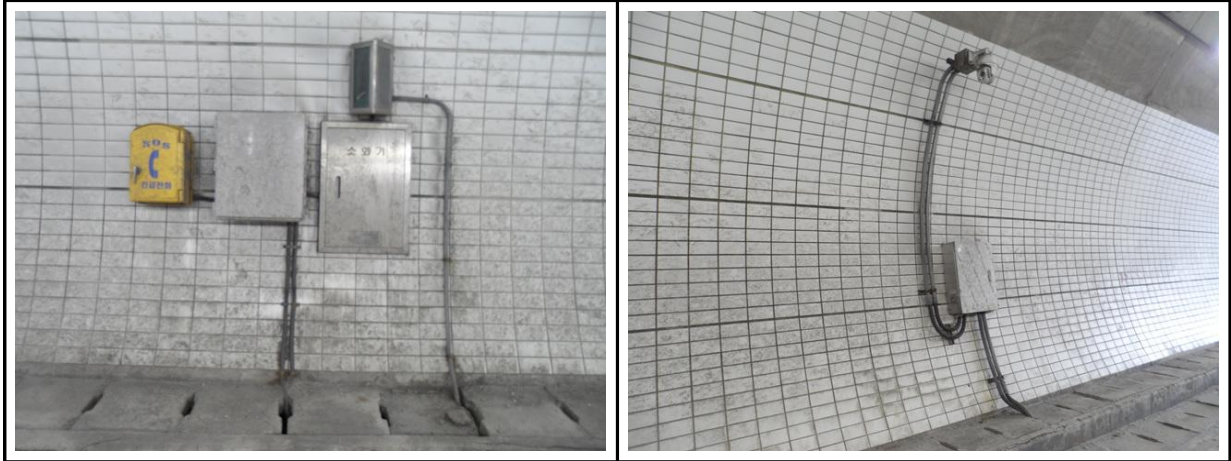
구분	손상 내용	단위	2024년 2종성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
옹벽	폼타이홀 누수	m ²	4.38	2	4.38	2	- -	변동없음
	식생	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	재료분리	m ²	2.25	1	2.25	1	- -	변동없음

(3) 검토의견

- 옹벽에서 조사된 폼타이홀 누수 및 재료분리 의 경우 시공 초기 품질관리 미흡 및 다짐미흡에 의한 손상으로 전차 점검 대비 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었으며, 손상의 범위가 경미하며 추가적인 손상이 발생하지 않은 상태로, 지속관찰 후 손상의 확대 시 일괄 보수를 실시하는 것이 요망된다.
- 옹벽의 조인트에 발생한 식생의 경우 뿌리의 성장시 옹벽 전면에 균열을 발생할 우려가 있으므로 주기적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

6) 기타부속시설

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



【사진 1.3.17】 기타부속시설 전경

(1) 조사결과

- 터널 어깨부 좌, 우측으로 설치되어 있는 조명시설의 점등 상태는 전반적으로 양호하나 일부구간 배선 탈락 및 조명의 점등이 불량한 것으로 확인되었으며, 소화시설 점검결과, 터널내부 차량 화재시 진압을 위한 소화설비는 측벽부에 설치되어 있으며, 내부에 분말소화기 2조가 비치되어 것으로 조사되었다.

【표 1.3.18】 기타부속시설 손상현황

구분	소화전 전등불량 (개소/개소)		선탈락 (개소/개소)		조명불량 (개소/개소)		비상전화 탈락 (개소/개소)		소화전 탈락, 파손 (개소/개소)		전선트레이 탈락우려 (개소/개소)	
기타 부속 시설	1.00	1	1.00	1	4.00	4	3.00	3	3.00	3	2.00	2
합계	1.00	1	1.00	1	4.00	4	3.00	3	3.00	3	2.00	2

현 황	현 황
원 인	원 인
대 책	대 책
현 황	현 황
원 인	원 인
대 책	대 책
현 황	현 황
원 인	원 인
대 책	대 책

【사진 1.3.18】 기타부속시설 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 24년 2중성능평가와 비교한 결과, 기 손상인 소화전 전등불량, 선탈락, 조명불량이 조사되었고 CCTV탈락은 보수된 것이 확인되었다. 금회 점검시 조명불량이 추가 조사되었고, 비상전화 탈락, 소화전 탈락 및 파손, 전선트레이 탈락 우려 등이 신규 조사되었다.

【표 1.3.19】 기타부속시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
기타 부속시설	소화전 전등불량	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	선탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	조명불량	EA	2.00	1	4.00	4	▲ 2.00	추가손상
	CCTV 탈락	EA	1.00	1	-	-	▼ 1.00	보수됨
	비상전화 탈락	EA	-	-	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
	소화전 탈락, 파손	EA	-	-	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
	전선트레이 탈락 우려	EA	-	-	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

(3) 검토의견

- 부속시설에 발생한 소화전 전등불량, 선탈락, 조명불량, 비상전화 탈락, 소화전 탈락 및 파손, 전선트레이 탈락 우려 등의 손상은 외부충격 및 장기공용에 의한 손상으로 판단되며 통행 차량의 안전성 및 사용성 향상을 위한 재설치, 조명보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

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.

1.3.3 현장조사 결과 요약

가. 외관조사 총괄표

【표 1.3.20】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
천장부	균열, 보수부 재균열(0.3mm미만)	m	276.10	43	
	균열, 보수부 재균열(0.3mm이상)	m	36.00	5	
	망상균열	m ²	6.40	1	
	들뜸, 보수부 들뜸	m ²	1.20	11	
	잡철근노출	m ²	0.08	4	
	재료분리	m ²	2.00	3	
	보수부 균열부백태	m ²	0.20	1	
측벽부	들뜸	m ²	0.10	1	
	몰탈 박락	m ²	0.19	4	
	타일균열	EA	195.00	195	
	타일파손	EA	177.00	177	
갯문	재료분리	m ²	2.70	2	
공동구	덮개파손	m ²	32.00	32	
	들뜸	m ²	60.70	16	
	박락	m ²	0.59	5	
	박락, 파손 및 철근노출	m ²	2.60	9	
	재료분리	m ²	0.30	3	
	파손	m ²	0.55	3	
배수시설	덮개파손	EA	1.00	1	
	토사퇴적	m	25.00	1	
포장부	포장 균열	m	17.20	3	
	포장 마모	m ²	167.50	4	
	포장 마모·골재노출	m ²	24.00	1	
	접속부 아스콘 망상균열	m ²	3.50	1	
	포장 파손	m ²	12.01	71	
	포장 패임	m ²	2.48	3	
	앵커 돌출	EA	36.00	36	
사면	배수로 균열 (0.3mm이상)	m	2.00	2	
	배수로 이격	m	2.40	2	
	배수로 철근노출	m ²	0.17	3	
	배수로 파손	m ²	0.66	1	
	토사유실	m ²	6.00	2	
옹벽	폼타이홀 누수	m ²	4.38	2	
	식생	EA	1.00	1	
	재료분리	m ²	2.25	1	
기타부속시설	소화전 전등불량	EA	1.00	1	
	선탈락	EA	1.00	1	
	조명불량	EA	4.00	4	
	비상전화 탈락	EA	1.00	1	
	소화전 탈락, 파손	EA	1.00	1	
	전선트레이 탈락 우려	EA	4.00	4	

1.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 1.3.21】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년		2025년		증·감	비고
			2중성능평가 물량	개소	정밀안전점검 물량	개소		
천장부	균열 보수부 재균열 (0.3mm이하)	m	248.60	38	276.10	43	▲ 27.50	추가손상
	균열 보수부 재균열 (0.3mm이상)	m	27.00	3	36.00	5	▲ 9.00	추가손상
	망상균열	m ²	6.40	1	6.40	1	— —	변동없음
	들뜸, 보수부 들뜸	m ²	0.88	8	1.20	11	▲ 0.32	추가손상
	잡철근노출	m ²	0.06	3	0.08	4	▲ 0.02	기존오기
	재료분리	m ²	2.00	3	2.00	3	— —	변동없음
	보수부 균열부백태	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
측벽부	들뜸	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	몰탈 박락	m ²	0.01	1	0.19	4	▲ 0.18	추가손상
	타일균열	EA	182.00	182	195.00	195	▲ 13.00	추가손상
	타일파손	EA	140.00	142	177.00	177	▲ 37.00	추가손상
갯문	재료분리	m ²	2.70	2	2.70	2	— —	변동없음
공동구	덮개파손	m ²	32.00	32	32.00	32	— —	변동없음
	들뜸	m ²	59.90	15	60.70	16	▲ 0.80	추가손상
	박락	m ²	0.59	5	0.59	5	— —	변동없음
	박락, 파손 및 철근노출	m ²	2.60	9	2.60	9	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.30	3	0.30	3	— —	변동없음
	파손	m ²	0.15	2	0.55	3	▲ 0.40	추가손상
	이물질 적치	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수됨
배수 시설	덮개파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	토사퇴적	m	25.00	1	25.00	1	— —	변동없음
포장부	포장 균열	m	17.20	3	17.20	3	— —	변동없음
	포장 마모	m ²	165.50	3	167.50	4	▲ 2.00	추가손상
	포장 마모·골재노출	m ²	24.00	1	24.00	1	— —	변동없음
	접속부 아스콘 망상균열	m ²	3.50	1	3.50	1	— —	변동없음
	포장 파손	m ²	11.97	70	12.01	71	▲ 0.04	추가손상
	포장 패임	m ²	2.48	3	2.48	3	— —	변동없음
	앵커 돌출	EA	36.00	36	36.00	36	— —	변동없음
사면	배수로 균열 (0.3mm이상)	m	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	배수로 이격	m	2.40	2	2.40	2	— —	변동없음
	배수로 철근노출	m ²	0.17	3	0.17	3	— —	변동없음
	배수로 파손	m ²	0.66	1	0.66	1	— —	변동없음
	토사유실	m ²	—	—	6.00	2	▲ 6.00	신규손상
옹벽	폼타이홀 누수	m ²	4.38	2	4.38	2	— —	변동없음
	식생	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	2.25	1	2.25	1	— —	변동없음
기타 부속시 설	소화전 전등불량	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	선탈락	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	조명불량	EA	2.00	1	4.00	4	▲ 2.00	추가손상
	CCTV 탈락	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수됨
	비상전화 탈락	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
	소화전 탈락, 파손	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
	전선트레이 탈락 우려	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

1.4 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.

1.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 철근탐사시험, 탄산화깊이 측정, 염화물침투량 시험 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

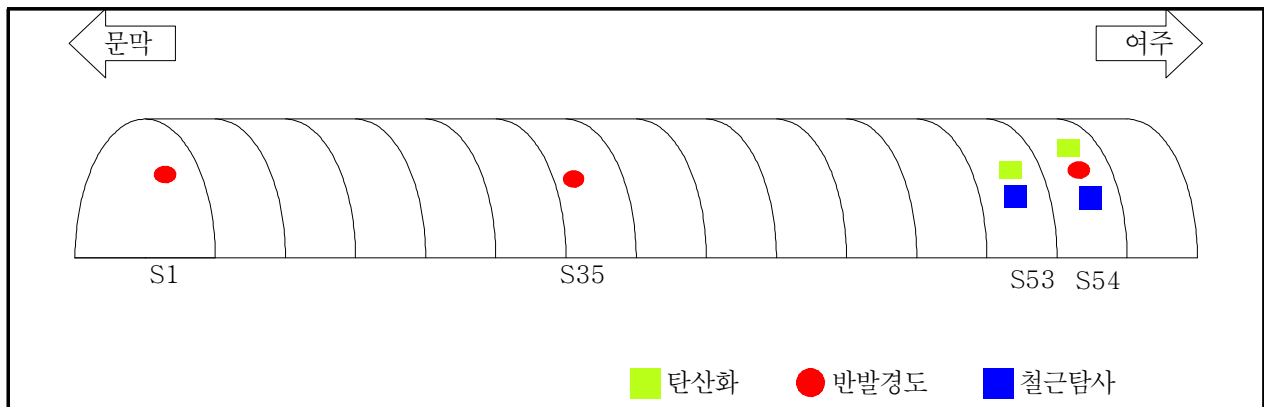
【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

구분	기준수량	실행수량	비고
측점분할	5~20m 간격		
반발경도 시험	총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	2개소 3개소	
탄산화깊이 측정	총연장 1,000m 미만 = 2개소 총연장 1,000m 이상 = 최초 2개소 + 1000m당 1개소 추가	2개소 2개소	
철근탐사시험	과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	— 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

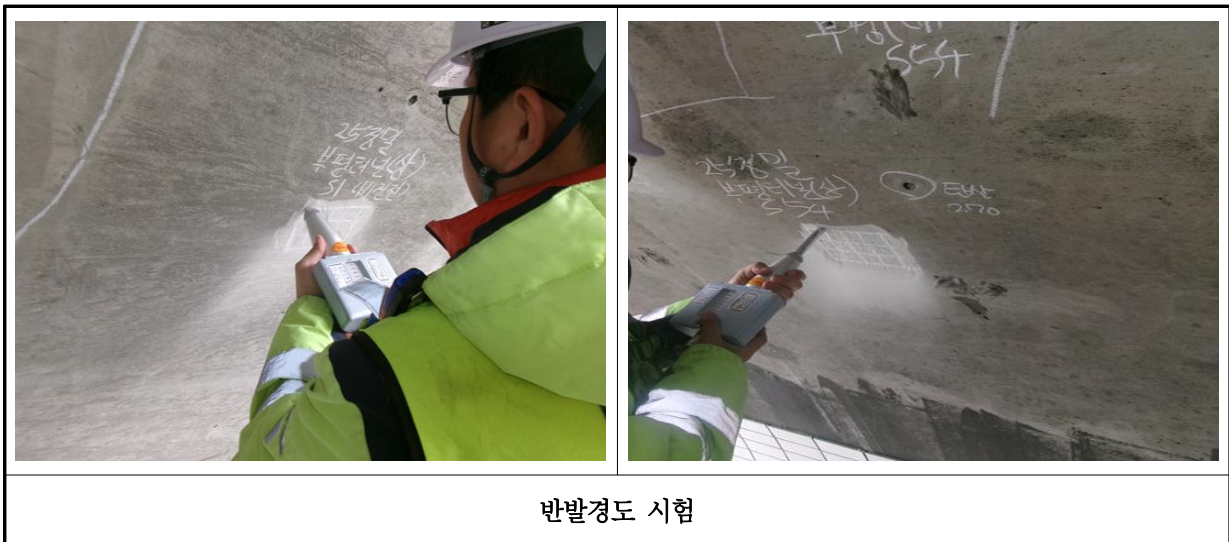


【그림 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

1.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 콘크리트 표면이 양호한 부위를 선정하고, 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 타격방향, 재령 등에 의한 보정을 한 후 비파괴강도 추정치에 이용하였으며, 두 가지의 추정식 중 표준편차와 변동계수가 적은 식을 이용하여 콘크리트 비파괴강도를 추정하였다.



반발경도 시험

【사진 1.4.1】 강도시험 현장사진

1) 반발경도 시험

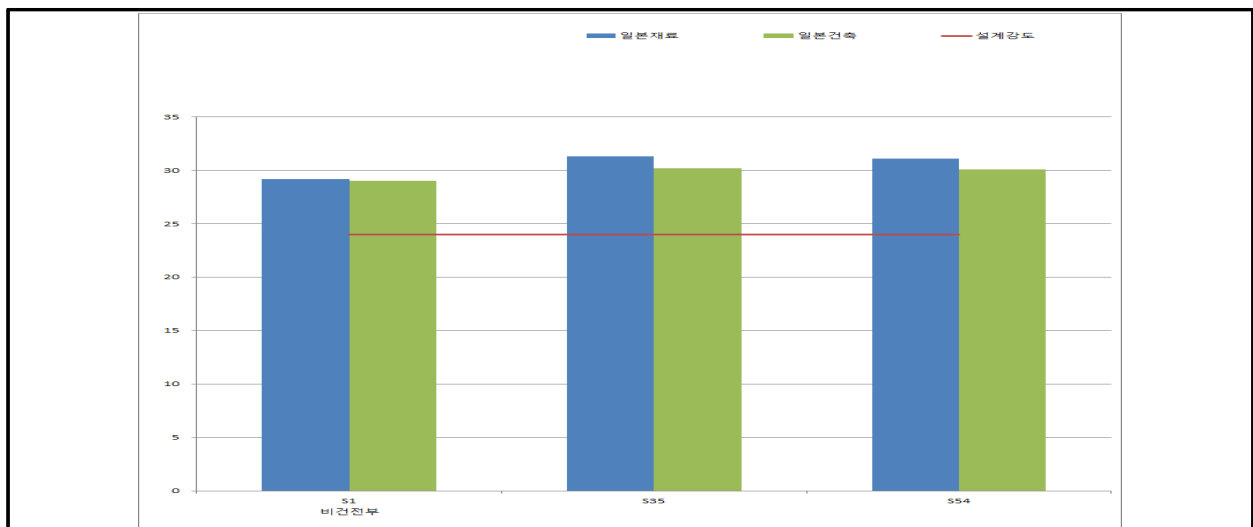
(1) 반발경도 시험결과

【표 1.4.2】 콘크리트 라이닝 반발경도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
라 이 닝	S1	라이닝	50.7	29.2	29.0	0.63	24.0	비건전부
	S35	라이닝	53.3	31.3	30.2			건전부
	S54	라이닝	53.0	31.1	30.1			건전부
평균			—	30.5	29.8	—	—	
표준편차			—	1.16	0.67	—	—	
변동계수			—	0.038	0.022	—	—	
최대값			—	31.3	30.2	—	—	
최소값			—	29.2	29.0	—	—	

【표 1.4.3】 콘크리트 라이닝 반발경도 추정강도

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
라이닝	29.0	~ 30.2	24.0	29.8	124.2	



【그림 1.4.2】 반발경도 시험결과 그래프

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 29.0~30.2MPa로 측정되었으며, 금회 실시한 비파괴강도는 모두 설계기준 압축강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

(2) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.4】 기 점검결과와의 비교

구 분	2022년 정밀안전점검	2024년 2중성능평가	2025년 정밀안전점검	설계기준강도(MPa)
반발경도법	26.3 ~ 27.4	24.5 ~ 30.1	29.0 ~ 30.2	24.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 조사되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.			

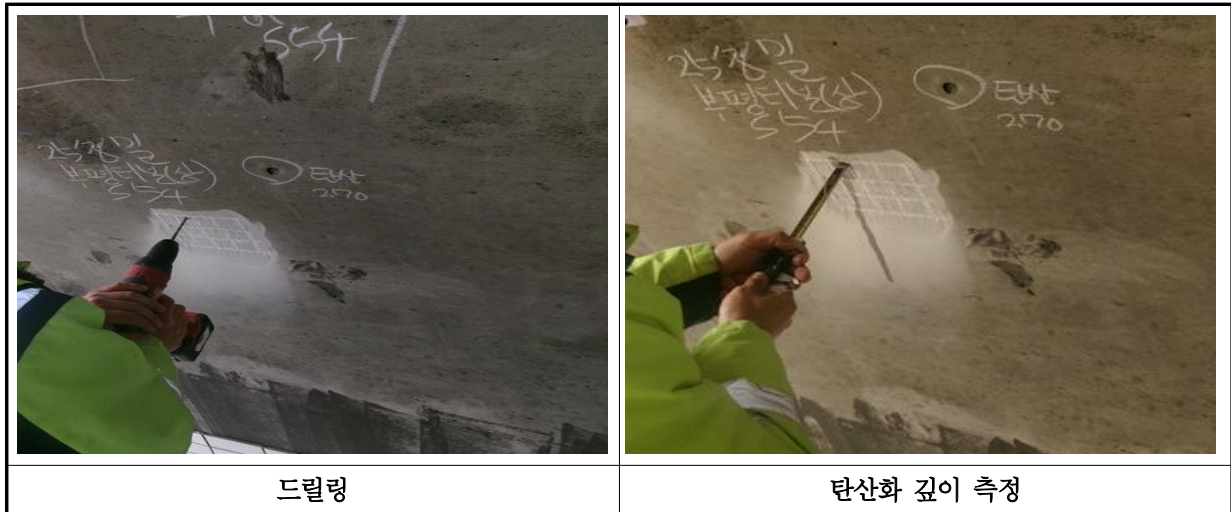
(3) 반발경도 시험 보고서

【표 1.4.5】 반발경도 시험 보고서

반발경도 시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 09. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	부평터널(상) 라이닝
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	라이닝 : 24MPa
시험 위치의 표면 상태	균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	5.4 ~ 11.6℃, 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 국부적으로 파손시킨 면에 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.



【사진 1.4.2】 탄산화 깊이 시험 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

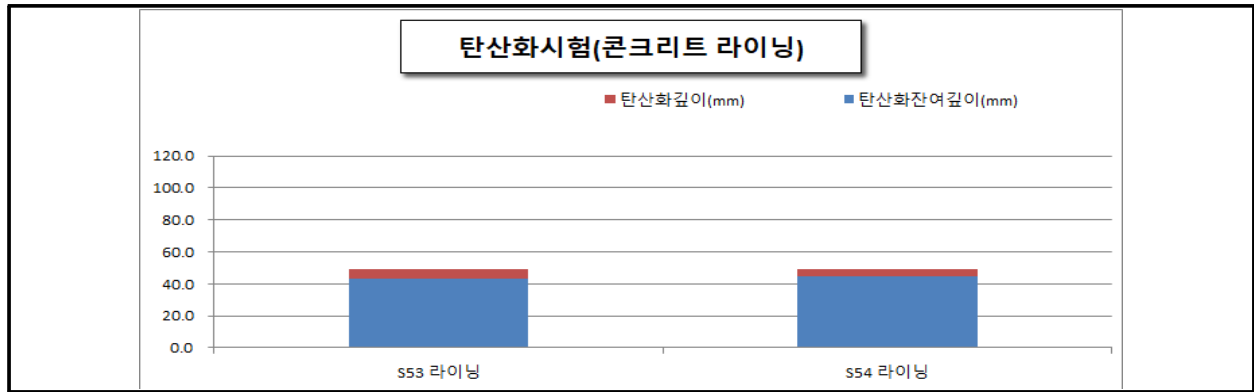
【표 1.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	경과년수	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
라이닝	S53	5.5	49.0	26	43.5	a	1.08	100년 이상	a등급
	S54	4.5	49.0	26	44.5	a	0.88	100년 이상	a등급

- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 4.5~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이를 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.7】 탄산화 깊이 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
라이닝	4.5 ~ 5.5	43.5 ~ 44.5	



【그림 1.4.3】 탄산화 깊이 시험 시험결과 그래프

2) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.8】 기 점검결과와의 비교

구 분	2022년 정밀안전점검		2024년 2중성능평가		2025년 정밀안전점검		비 고
	잔여깊이(mm)	평가결과	잔여깊이(mm)	평가결과	잔여깊이(mm)	평가결과	
라이닝	30.0 ~ 40.5	a	41.0 ~ 44.0	a	43.5 ~ 44.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 탄산화 깊이 시험 보고서

【표 1.4.9】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 09일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	콘크리트 라이닝 (철근콘크리트 구조물)
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 탄산화 깊이 측정’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

1.4.3 콘크리트 내구성 조사 결과요약

【표 1.4.10】금회 점검 내구성 조사 결과요약

시험명	시험부위		시험 결과		검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	반발경도 라이닝 (설계기준 : 24MPa)		29.0	~ 30.2	측정결과, 설계기준강도를 100% 상회하는 것으로 확인됨.
탄산화 깊이 (mm)	라이닝 (갯문부)	진행깊이(mm)	4.5	~ 5.5	실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 30mm 이상으로 측정되어 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 없는 'a' 등급으로 평가됨
		잔여깊이(mm)	43.5	~ 44.5	

【표 1.4.11】내구성조사 기 점검과의 비교 결과요약

시험명	시험부위	2022년 정밀안전점검	2024년 2중성능평가	2025년 정밀안전점검	비고
비파괴 강도 (MPa)	라이닝 (설계기준: 24MPa)	26.3 ~ 27.4	24.5 ~ 30.1	29.0 ~ 30.2	추정식, 측정 위치에 따른 편차로 인해 정밀한 비교가 어려우나 설계강도를 100% 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단됨
탄산화 깊이 (mm)	라이닝 잔여깊이	30.0 ~ 40.5	41.0 ~ 44.0	43.5 ~ 44.5	측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 급격한 진전은 없는 양호한 상태로 확인되며, 탄산화 진행으로 인한 철근부식의 영향은 없는 것으로 판단됨

1.5 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.

1.5.1 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 1.5.1】 구간현황

구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)	구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)
무근구간	Sh01	S1	9.0	9.0	무근구간	Sh04	S16	9.0	144.0
		S2	9.0	18.0			S17	9.0	153.0
		S3	9.0	27.0			S18	9.0	162.0
		S4	9.0	36.0			S19	9.0	171.0
		S5	9.0	45.0			S20	9.0	180.0
	Sh02	S6	9.0	54.0		Sh05	S21	9.0	189.0
		S7	9.0	63.0			S22	9.0	198.0
		S8	9.0	72.0			S23	9.0	207.0
		S9	9.0	81.0			S24	9.0	216.0
		S10	9.0	90.0			S25	9.0	225.0
	Sh03	S11	9.0	99.0		Sh06	S26	9.0	234.0
		S12	9.0	108.0			S27	9.0	243.0
		S13	9.0	117.0			S28	9.0	252.0
		S14	9.0	126.0			S29	9.0	261.0
		S15	9.0	135.0			S30	9.0	270.0

【표 1.5.1】 구간현황(계속)

구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)	구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)	
무근구간	Sh07	S31	9.0	279.0	무근구간	Sh10	S46	9.0	409.0	
		S32	9.0	288.0			S47	9.0	418.0	
		S33	9.0	297.0			S48	9.0	427.0	
		S34	9.0	306.0			S49	9.0	436.0	
		S35	9.0	315.0			S50	8.0	444.0	
	Sh08	S36	9.0	324.0	철근구간	Sh11	S51	8.0	452.0	
		S37	9.0	333.0			S52	8.0	460.0	
		S38	9.0	342.0		Sh12	S53	9.0	469.0	
		S39	9.0	351.0			S54	9.0	478.0	
		S40	9.0	360.0						
	Sh09	S41	8.0	368.0	—					
		S42	8.0	376.0						
		S43	8.0	384.0						
		S44	8.0	392.0						
		S45	8.0	400.0						

나. 시설물의 상태등급

1) 철근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 1.5.2】 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		
Sh11	b	a	a	a	c	a	a	a	a	4	0.11
Sh12	b	a	a	a	a	a	a	a	a	3	0.08
산술평균	3.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.09

2) 무근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 1.5.3】 무근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과

Span No.	균 열	누 수	파손 및 손상	재 질 열 화				결함점수 합 계	라 이 닝 결함지수
				박 리	충분리, 박락	백 태	재료분리		
Sh01	b	a	a	c	a	a	a	6	0.22
Sh02	b	a	a	a	a	a	a	5	0.19
Sh03	b	a	a	a	a	a	a	5	0.19
Sh04	b	a	a	a	a	a	a	3	0.11
Sh05	b	a	a	c	a	a	a	4	0.15
Sh06	b	a	a	a	a	a	a	5	0.19
Sh07	b	a	a	a	c	a	a	4	0.15
Sh08	b	a	a	c	a	a	b	4	0.15
Sh09	b	a	a	c	a	a	a	4	0.15
Sh10	b	a	a	c	c	a	b	5	0.19
산술평균	3.80	0.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	4.50	0.17

3) 주변상태 결함점수 산정

【표 1.5.4】 주변상태 결함점수 산정 결과

터널주변	결함점수 배점		결함점수
배수상태	오염없음		1.00
	배수불량		
지반상태	풍화변질 및 단층파쇄대	영향범위 외	1.00
갯문상태	경미한 손상		0.50
공동구상태	덮개파손		0.50
	공동구 내부 양호		
특수조건	낙수 및 동결위험 없음		0.00
합 계			3.00

1.5.2 상태평가 결과

가. 철근 콘크리트 상태평가 결과

【표 1.5.5】 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	
2	3.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	6.50
														결합지수	0.151

나. 무근 콘크리트 상태평가 결과

【표 1.5.6】 무근콘크리트 상태평가 결과

무근콘크리트													
총 Sheet	균열	파손 및 손상	누수	재질열화				주변상태					결합 점수 합계
				박리	충분리 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	특수 조건	
10	3.80	0.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	7.50
												결합지수	0.221

다. 터널 상태평가 결과

【표 1.5.7】 터널상태평가 결과

부평터널(상)					
구조물	구간별 결합지수	상태평가	라이닝 연장(m)	연장별 가중치	전체결합점수 (F)
NATM 터널(철근)	0.151	B	18.00	0.038	0.006
NATM 터널(무근)	0.221	B	460.00	0.962	0.212
결합지수					0.218
상태평가 등급					B

라. 터널 부대시설 상태평가 결과

부평터널(상)은 부대시설로 시점부 및 종점부에 옹벽이 있으며, 그에 대한 결함지수 및 상태평가 결과는 다음과 같다.

1) 시점부옹벽

【표 1.5.8】 터널 부대시설 상태평가 결과(옹벽)

Sheet No.	침하	활동	배수공상태	계획선형오차	파손및손상	균열	마모, 침식	재 료 열 화				세굴	주변영양인자			결함수합계	결함지수	
								재료분리	철근노출	탄산화	염화물		배수시설	사면조사				
														사면구배	낙석흔적			침출수
시점부 옹벽	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	6	0.08
종점부 옹벽	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	—	1	0	0	0	2	0.03
합계	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.11 (a)

2) 부대시설 상태평가 결과

【표 1.5.9】 터널 부대시설 상태평가 결과

구분	결함점수	결함지수(f)
시점부옹벽	6.00	0.08
종점부옹벽	2.00	0.03
부대시설물의 결함지수	8.00	0.11

개별 결함지수($\Sigma(f_n)$)	시설물개소(N)	부대시설물 결함지수(f)	상태평가 등급	부대시설 가중치(W)
0.11	2	0.06	A	1.0

※ 부대시설물의 결함지수(f) = $\Sigma(f_n) / N$

마. 터널 전체시설 상태평가 결과

【표 1.5.10】 터널 전체시설 상태평가 결과

부평터널(상)		
구분	결합지수 산정	상태평가 결과
기본시설물 결합지수(F)	0.218	B
부대시설물 결합지수(f)	0.06	A(가중치 1.0)
전체시설물 결합지수(F)	기본시설물 결합지수(F) × 부대시설 가중치(W) = 0.218 × 1.00 = 0.218	B

바. 공중이 이용하는 부위

과업대상시설물은 터널시설물로서 공중이 이용하는 부위는 도로포장, 환기구 등의 덮개가 시공되어 있으며, 도로부 신축이음부, 추락방지시설(난간, 점검로 등)은 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 마모 및 열화가 발생하였으며, 배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태인 “d” 로 평가.

평가기준	구분
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 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 발생된 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 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태인 “b”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

1.5.3 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 0.218으로 “기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태”인 B등급(양호, $0.15 < \text{결함지수} \leq 0.30$)으로 평가되었다.

나. 기 정밀안전점검 결과와의 비교

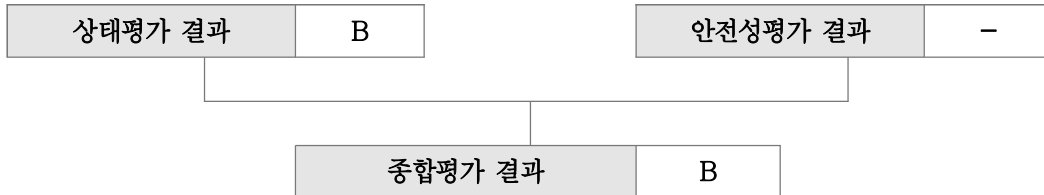
【표 1.5.11】 기 점검결과와의 비교 결과

구분	2022년 정밀안전점검	2024년 2중성능평가	2025년 정밀안전점검	비고
결함지수	0.148	0.123	0.218	
상태등급	A	A	B	
검토의견	- 금회 상태평가 결과, “B등급”으로 평가되었으며, 기존점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. - 환산결함도 점수가 22년 정밀안전점검 0.148, 24년 2중성능평가 0.123 ⇨ 25년 정밀안전점검 0.218로 상승한 것으로 분석되었으며, 환산결함도 점수 상승의 주요원인으로는 금회 점검에서 정밀한 외관조사를 통해 기존 점검과 비교시 라이닝에 발생한 균열, 들뜸, 박락이 증가하여 기존 대비 결함지수가 상승한 것으로 판단된다.			

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.6.1 종합평가 결과

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



【그림 1.6.1】 종합평가 결과

【표 1.6.1】 종합평가결과 산정표

시설물 종합평가결과 산정표				
시설물명	부평터널(상)			
평가구분	터널결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	F=0.218	B	근거 표번호	표 1.5.10
안전성평가	해당없음	—	근거 표번호	—
종합평가	0.218	B		
종합평가 결과	■ 금회 상태평가 결과, “B등급” 으로 평가되었으며, 기존점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. ■ 환상결함도 점수가 22년 정밀안전점검 0.148, 24년 2중성능평가 0.123 ⇨ 25년 정밀안전점검 0.218로 상승한 것으로 분석되었으며, 환상결함도 점수 상승의 주요원인으로는 금회 점검에서 정밀한 외관조사를 통해 기존 점검과 비교시 라이닝에 발생한 균열, 들뜸, 박락이 증가하여 기존 대비 결함지수가 상승한 것으로 판단된다.			

【표 1.6.2】 종합평가 등급 변화 비교

시행년도	분류	상태평가 / 상태안전성능평가	안전성평가 / 구조안전성능평가	종합평가	비 고
2022	정밀안전점검	A (0.148)	—	A (0.148)	
2024	2중성능평가	A (0.112)	A (0.140)	A (0.123)	
2025	정밀안전점검	B (0.218)	—	B (0.218)	

1.6.2 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 1.6.3】 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

1.7 보수·보강 및 유지관리방안

1.7.1 보수·보강 방안

【표 1.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
천장부	균열, 보수부 재균열(0.3mm미만)	m	276.10	43	표면처리	3순위
	균열, 보수부 재균열(0.3mm이상)	m	36.00	5	주입보수	2순위
	망상균열	m ²	6.40	1	표면처리	3순위
	들뜸, 보수부 들뜸	m ²	1.20	11	단면보수	2순위
	잡철근노출	m ²	0.08	4	단면보수	2순위
	재료분리	m ²	2.00	3	단면보수	2순위
	보수부 균열부백태	m ²	0.20	1	표면처리	3순위
측벽부	들뜸	m ²	0.10	1	단면보수	2순위
	몰탈 박락	m ²	0.19	4	단면보수	2순위
	타일균열	EA	195.00	195	주의관찰	—
	타일파손	EA	177.00	177	주의관찰	—
갯문	재료분리	m ²	2.70	2	주의관찰	—
공동구	덮개파손	m ²	32.00	32	정비	3순위
	들뜸	m ²	60.70	16	단면보수	2순위
	박락	m ²	0.59	5	단면보수	2순위
	박락, 파손 및 철근노출	m ²	2.60	9	단면보수(방청)	2순위
	재료분리	m ²	0.30	3	단면보수	2순위
	파손	m ²	0.55	3	교체	3순위
배수시설	덮개파손	EA	1.00	1	정비	3순위
	토사퇴적	m	25.00	1	정비	3순위
포장부	포장 균열	m	17.20	3	재포장	1순위
	포장 마모	m ²	167.50	4		
	포장 마모·골재노출	m ²	24.00	1		
	앵커 돌출	EA	36.00	36		
	포장 파손	m ²	12.01	71		
	포장 패임	m ²	2.48	3		
	접속부 아스콘 망상균열	m ²	3.50	1	주의관찰	—
사면	배수로 균열 (0.3mm이상)	m	2.00	2	주의관찰	—
	배수로 이격	m	2.40	2	주의관찰	—
	배수로 철근노출	m ²	0.17	3	주의관찰	—
	배수로 파손	m ²	0.66	1	주의관찰	—
	토사유실	m ²	6.00	2	되매움	3순위
옹벽	폼타이홀 누수	m ²	4.38	2	주의관찰	—
	식생	EA	1.00	1	주의관찰	—
	재료분리	m ²	2.25	1	주의관찰	—
기타부속 시설	소화전 전등불량	EA	1.00	1	재설치	3순위
	선탈락	EA	1.00	1	재설치	3순위
	조명불량	EA	4.00	4	조명보수	3순위
	비상전화 탈락	EA	1.00	1	재설치	3순위
	소화전 탈락, 파손	EA	1.00	1	재설치	3순위
	전선트레이 탈락 우려	EA	4.00	4	재설치	3순위

1.7.2 개략공사비

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 1.7.2】 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	276.10	103.54	m ²	299	30,958	3순위
	균열 보수부 재균열(0.3mm이상)	주입보수	36.00	54.00	m	103	5,562	2순위
	망상균열	표면처리	6.40	9.60	m ²	299	2,870	3순위
	들뜸, 보수부 들뜸	단면보수	1.20	1.80	m ²	1,152	2,074	2순위
	잡철근노출	단면보수	0.08	0.12	m ²	1,152	138	2순위
	재료분리	단면보수	2.00	3.00	m ²	1,152	3,456	2순위
	보수부 균열부백태	표면처리	0.20	0.30	m ²	299	90	3순위
측벽부	들뜸	단면보수	2.40	0.90	m ²	1,152	1,037	2순위
	몰탈 박락	단면보수	0.50	0.75	m	1,152	864	2순위
공동구	덮개파손	정비	32.00	12.00	m ²	5	60	3순위
	들뜸	단면보수	60.70	91.05	m ²	1,152	104,890	2순위
	박락	단면보수	0.59	0.89	m ²	1,152	1,025	2순위
	박락, 파손 및 철근노출	단면보수(양측)	2.60	3.90	m ²	1,336	5,210	2순위
	재료분리	단면보수	0.30	0.45	m ²	1,152	518	2순위
	파손	단면보수	0.55	0.83	m ²	1,152	956	3순위
배수시설	덮개파손	정비	1.00	1.00	EA	30	30	3순위
	토사퇴적	정비	25.00	37.50	m	8	300	3순위
포장부	포장 균열	재포장	3,346		m ²	347	1,161,062	1순위
	포장 마모							
	포장 마모·골재노출							
	앵커돌출							
	포장 파손							
	포장 패임							
사면	토사유실	되매움	6.00	9.00	m ²	40	360	3순위
기타 부속시설	소화전 전등불량	재설치	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
	선탈락	재설치	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
	조명불량	조명보수	4.00	4.00	EA	184	736	3순위
	비상전화 탈락	재설치	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
	소화전 탈락, 파손	재설치	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
	전선트레이 탈락 우려	재설치	4.00	4.00	EA	184	736	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,161,062		124,774		37,832		
	재경비 (순공사비의 50%)	580,531		62,387		18,916		
	합계	1,741,593		187,161		56,748		
개략공사비 총계(천원)		1,985,502						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

1.7.3 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 1.7.3】 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	
	■ 들뜸 및 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, 재균열 (CW=0.3mm이상)	■ 정기 및 차기 안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
공동구	■ 파손, 들뜸, 덮개 파손	■ 정기 및 차기 안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
포장부	■ 포장 마모, 파손	■ 정기 및 차기 안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인	

1.8 종합결론

본 시설물인 부평터널(상)은 경기도 여주시 강천면 부평리 671에 위치한 터널로 1999년 12월에 준공하여 약 26년간 공용중인 시설물이며, 해당 터널은 2중 시설물로서 연장 478.0m, 편도 2차로, 시공공법은 NATM공법, 갱문은 면벽식, 시점부 및 종점부의 옹벽은 중력식이고 환기방식은 자연환기-배기 방식으로 시공되어있다. 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

1.8.1 정밀안전점검 결과

가. 현장조사 및 시험

1) 천장부

- 천장부에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부 재균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 균열 부백태의 경우 라이닝 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축, 거푸집 조기탈거, 습기흡착 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 콘크리트 재료분리, 잡철근노출의 경우 다짐불량, 거푸집 조기탈거 등에 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.
- 콘크리트 들뜸, 재들뜸의 경우 거푸집 조기탈거, 다짐불량, 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 들뜸, 몰탈 박락은 라이닝 조인트부의 하단부, 타일 상단부 일부에 발생한 손상으로, 거푸집 조기탈영 및 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 타일균열 및 타일파손의 경우 시설물의 장기공용 및 균열부에 따른 부착력 저하, 외부충격 등이 원인인 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 손상 발생에 대한 주의관찰을 실시하고, 향후 손상의 진전이 확인될 시 관리주체의 보수계획에 따른 일괄 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 갯문

- 갯문에서 조사된 재료분리는 갯문 상단부에 발생한 손상으로, 초기 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등의 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 범위가 경미하여 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며 즉각적인 보수보다는 손상 발생에 대한 주의관찰을 실시하고, 향후 손상의 진전이 확인될 시 관리주체의 보수계획에 따른 일괄 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4) 공동구

- 공동구에서 조사된 주요 손상인 들뜸, 박락, 파손 및 철근노출 등의 경우 외부충격, 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 및 방청 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 공동구 재료분리의 경우 초기 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등의 원인으로 인한 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 덮개 파손의 경우 외부충격, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 점검 및 피난자의 안전 및 원활한 배수를 위한 정비 등의 보수가 필요하다고 판단된다.

5) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 덮개 파손의 경우 외부충격, 지속적인 진동 발생 등의 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 덮개 재설치 등의 정비를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 배수시설 토사퇴적의 경우 공용기간 증가에 의한 이물질퇴적이 원인인 손상으로 판단되며, 원활한 배수를 위한 정비 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

6) 포장부

- 콘크리트 포장에서 조사된 포장 균열, 접속부 아스콘 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화, 중차량의 반복통행에 의한 진동 및 하중 등 발생된 것으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아니나, 손상의 진전 및 내구성 확보를 위해 적절한 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 포장 파손, 패임의 경우 중차량의 반복통행에 의한 진동 및 충격, 다짐불량 등 발생된 것으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아니나, 손상의 진전 및 내구성 확

보를 위해 적절한 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

- 포장 마모 및 골재노출의 경우 공용기간 증가, 중차량의 반복통행 등에 의한 진동 및 하중 등 발생한 것으로 판단되며, 주행차량의 안전을 위해 전구간 재포장이 필요한 상태이다.
- 앵커 돌출의 경우 표기병이 탈락되고 남은 잔해물로 원활한 주행을 위한 잔해물 제거 정비가 필요할 것으로 판단된다.

7) 사면

- 터널부 사면은 시점부에 슛크리트 보강이 된 것으로 확인되었고 전반적으로 양호한 것으로 조사되었으나, 금회 점검시 조사된 토사유실은 집중강우에 의한 손상으로 추가적인 유실을 방지하기 위하여 되메움 보수가 필요한 것으로 판단된다. 강우, 폭우, 해빙기 등이 발생하는 시기에는 손상의 진전 및 신규 손상 여부 확인 등 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 사면부 배수로 균열, 이격, 철근노출, 파손의 경우 사면 배수로측에 발생한 손상으로 시공초기 콘크리트 경화시 건조수축, 장기공용, 잔류침하 등의 영향으로 생긴 손상으로, 현재 손상의 범위가 경미하며 추가적인 손상이 발생하지 않은 상태로, 지속관찰 후 손상의 확대 시 일괄 보수를 실시하는 것이 요망된다.

8) 옹벽

- 옹벽에서 조사된 폼타이홀 누수 및 재료분리 의 경우 시공 초기 품질관리 미흡 및 다짐미흡에 의한 손상으로 전차 점검 대비 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었으며, 손상의 범위가 경미하며 추가적인 손상이 발생하지 않은 상태로, 지속관찰 후 손상의 확대 시 일괄 보수를 실시하는 것이 요망된다.
- 옹벽의 조인트에 발생한 식생의 경우 뿌리의 성장시 옹벽 전면에 균열을 발생할 우려가 있으므로 주기적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

9) 기타부속시설

- 부속시설에 발생한 소화전 전등불량, 선탈락, 조명불량, 비상전화 탈락, 소화전 탈락 및 파손, 전선트레이 탈락 우려 등의 손상은 외부충격 및 장기공용에 의한 손상으로 판단되며 통행 차량의 안전성 및 사용성 향상을 위한 재설치, 조명보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

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 29.0~30.2MPa로 측정 되었으며, 금회 실시한 비파괴 강도는 모두 설계기준 압축강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 4.5~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이를 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. 환산결함도 점수가 22년 정밀안전점검 0.148, 24년 2중성능평가 0.123 ⇨ 25년 정밀안전점검 0.218로 상승한 것으로 분석되었으며, 환산결함도 점수 상승의 주요원인으로는 금회 점검에서 정밀한 외관조사를 통해 기존 점검과 비교시 라이닝에 발생한 균열, 들뜸, 박락이 증가하여 기존 대비 결함지수가 상승한 것으로 판단된다.

다. 종합평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되어 종합평가 등급이 “B등급”으로 산정되었다.
- 환산결함도 점수가 22년 정밀안전점검 0.148, 24년 2중성능평가 0.123 ⇨ 25년 정밀안전점검 0.218로 상승한 것으로 분석되었으며, 환산결함도 점수 상승의 주요원인으로는 금회 점검에서 정밀한 외관조사를 통해 기존 점검과 비교시 라이닝에 발생한 균열, 들뜸, 박락이 증가하여 기존 대비 결함지수가 상승한 것으로 판단된다.

1.8.2 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 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

1.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

부평터널(상)에 대한 정밀안전점검 결과 중점관리 사항은 아래와 같다.

- ① 라이닝 균열 : 균열의 진전 및 추가발생 여부 확인
- ② 라이닝 조인트부 들뜸 및 박락 : 손상의 진전 및 탈락으로 인한 안전사고 우려
- ③ 사면 배수시설 배수로 균열, 이격 : 우기 및 평상시 원활한 배수작동 여부 확인
- ④ 공동구 파손, 들뜸, 덮개 파손 : 손상 진전으로 인한 이용자 안전사고 우려
- ⑤ 포장부 마모, 파손 : 주행차량의 안전성 우려

1.8.4 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.

