

1. 오천터널(상)

- 1.1 시설물 개요
- 1.2 자료수집 및 분석
- 1.3 현장조사
- 1.4 콘크리트 내구성조사
- 1.5 안전성능 평가
- 1.6 내구성능 평가
- 1.7 사용성능 평가
- 1.8 종합성능평가
- 1.9 유지관리 전략제안
- 1.10 종합결론 및 건의사항

1. 오천터널(상)

1.1 시설물의 개요

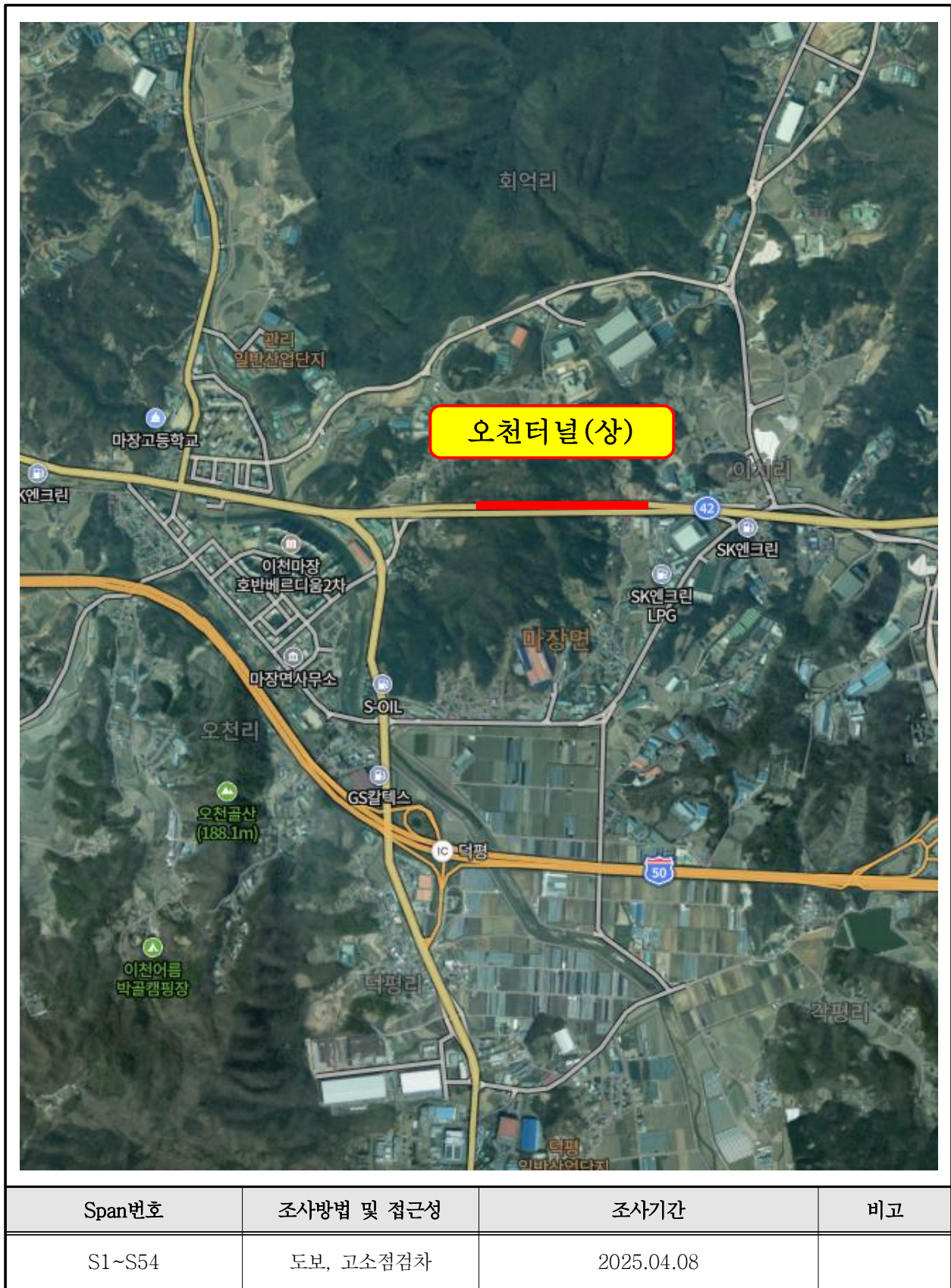
본 시설물인 오천터널(상)은 경기도 이천시 마장면 회억리(국도42호선)에 위치한 터널로 2004년 12월에 준공하여 약 21년간 공용중인 시설물이며, 해당 터널은 2중 시설물로서 연장 457.0m, 편도 2차로, 폭 9.3m, 평균선형은 직선, 주요공법은 NATM, 갯문은 원통절개형(진입부), 면벽식(진출부), 환기방식은 자연환기 방식으로 시공되어있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 오천터널(상) 일반사항

시설물명	오천터널(상)	시설물번호	TU2005-0000033
노 선 명	일반국도42호선	관리번호	-
위 치	경기도 이천시 마장면 회억리		
터널형식	NATM	관리주체	수원국토관리사무소
차 선 수	편도 2차선	환기방식	자연환기
연 장	457.0m	설 계 사	한국해외기술공사
내공단면	폭 : 9.306m	시 공 사	(주)중앙건설
배수형식	측면배수, 자연배수	감 리 사	정명순
중단기율기	2%	착 공	1997년 03월 18일
평균선형	직선터널	준 공	2004년 12월 21일
연결통로	-	갯문형식	진입부 : 원통절개형 진출부 : 면벽식
주요공법	NATM	보조공법	강재지보공
			
갯문 전경		내부 전경	

1.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 1.1.1】 위치도

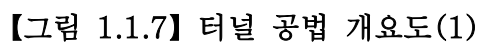
	
진입부 전경	진출부 전경
	
내부 전경	배수구 전경
	
소화시설 전경	옹벽, 사면부 전경

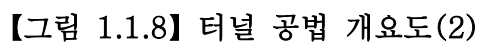
【그림 1.1.2】 부재별 현황

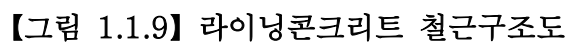


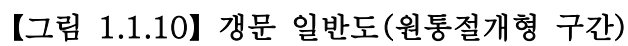


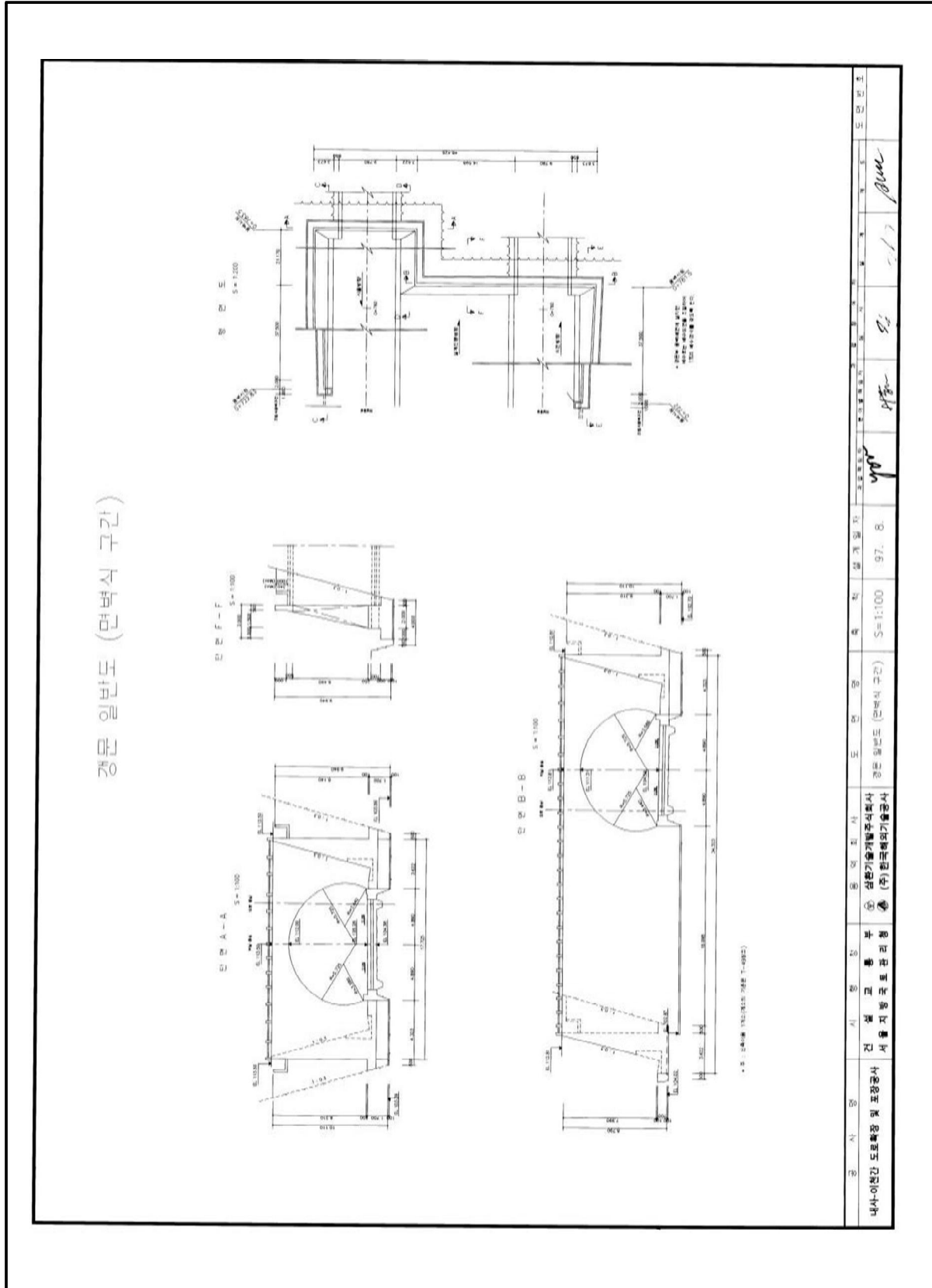




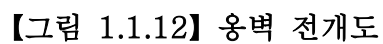


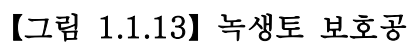






【그림 1.1.11】 갯문 일반도(면벽식 구간)





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.

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	일부보유	FMS
	◦ 설계도면 - 터널 - 위치도(또는 배치도), 평면도, 단면도(중·횡), 강지보·록볼트·쉴크리트·라이닝도, 구조물도, 굴착공법 및 보조공법 도면, 보수도면, 기계설비·전기설비도면, 환기시설, 대피소, 갭문, 옹벽, 방수도, 배수도, 관리사무실, 계측 및 기기도 등	일부보유	
시설물 관리대장	◦ 기본 현황 ◦ 상제 제원 ◦ 유지관리 이력	보유	FMS
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	FMS 보고서
시설물 보수·보강 자료		미보유	FMS

설계도서, 시설물관리대장, 안전점검 및 성능평가 자료, 보수·보강 자료 등 보존대상 자료는 FMS 및 보고서 형식으로 보유 및 일부보유하고 있는 것으로 확인되었다.

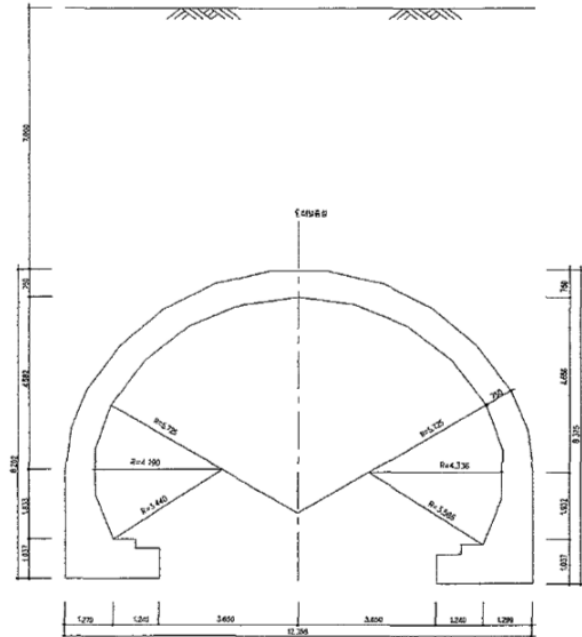
나. 구조계산서 검토

(1) 설계방법 : 강도설계법

(2) 사용강도

- 콘크리트 : $\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$ - 철근(SD-30) : $\sigma_y = 3,000 \text{ kg/cm}^2$

(3) 단위중량

- 콘크리트 : $\gamma_c = 2.5 \text{ t/m}^2$ - 토 사 : $\gamma_s = 1.9 \text{ t/m}^2$ (4) 흙의 내부마찰각 : $\phi = 30^\circ$ 

(1) 수직토압

- $w = 1.9 \times 7.0 = 13.300 \text{ t/m}^2$

- 곡선부 사하중

· 좌, 우측 : $W_{rl} = 1.9 \times 4.957 = 9.418 \text{ t/m}^2$ · 중 양 : $W_c = 0.0 \text{ t/m}^2$

∴ Total Load

· 좌, 우측 : $W_r = W_l = 13.300 + 9.418 = 22.718 \text{ t/m}^2$ · 중 양 : $W_c = 13.300 \text{ t/m}^2$

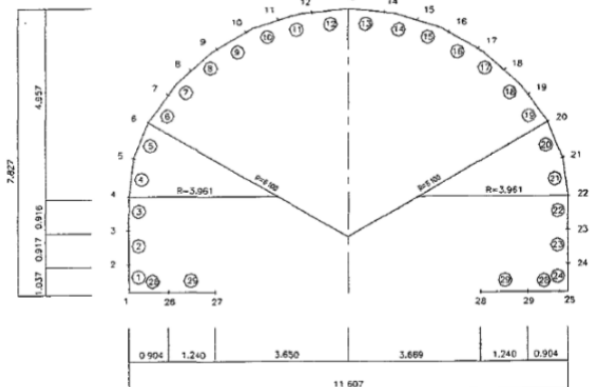
※ 모델링

(2) 수평토압

- 토 압 계 수

· $K_0 = 1 - \sin \phi = 0.50 (\because \phi = 30^\circ)$

- 작 용 토 압

· $q_t = 0 \text{ t/m}^2$ · $q_s = 0.50 \times 1.9 \times (7.0 + 7.817) = 14.086 \text{ t/m}^2$ 

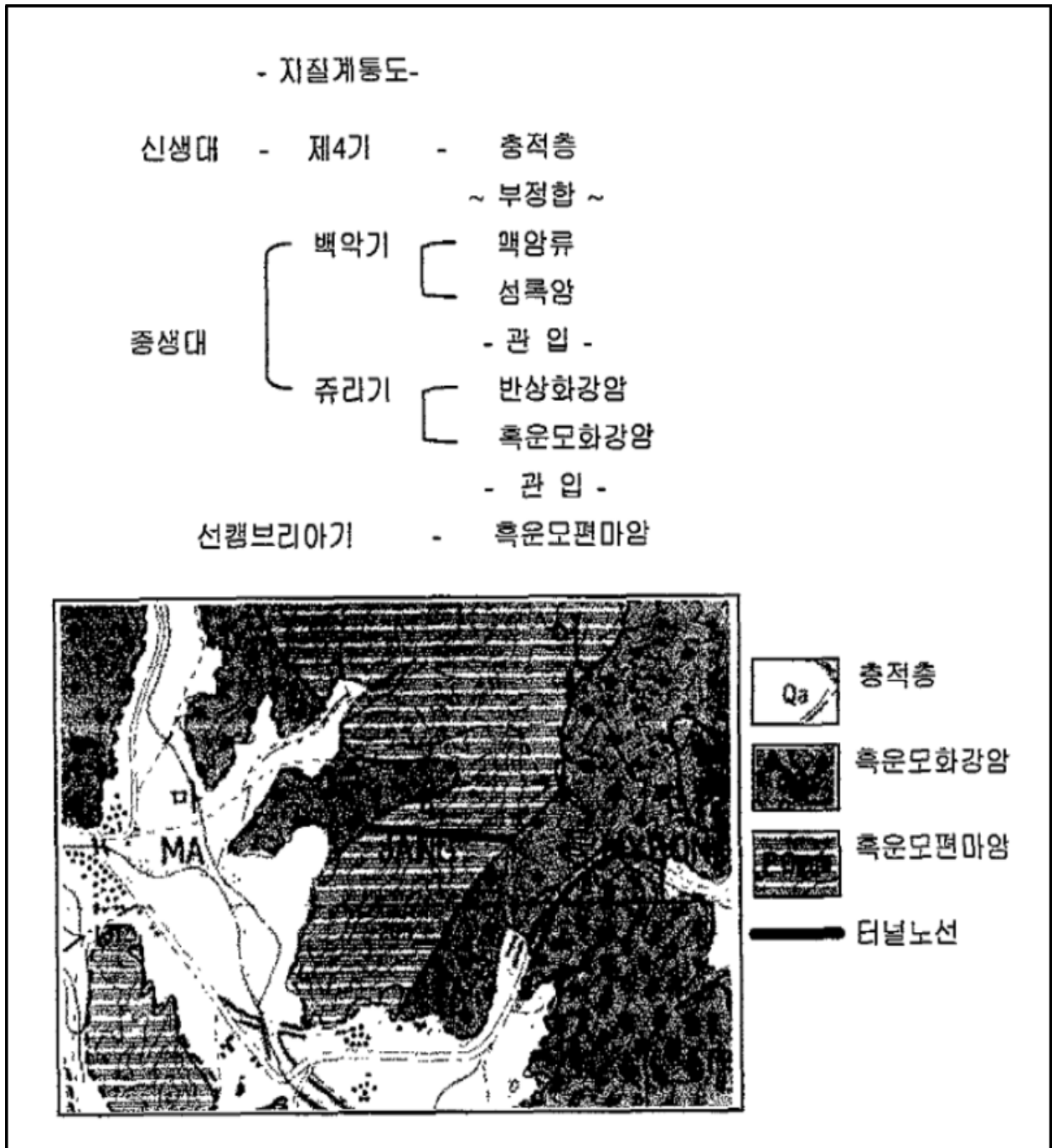
(1) 단 면 특 성

단면	A (m ²)	W (t/m ²)	부재번호
I	0.750×1.0 = 0.750	0.750×2.50 = 1.750	4~21
II	(0.750+1.025)/2 ×1.0 = 0.888	0.888×2.50 = 2.220	3
III	(1.025+1.299)/2 ×1.0 = 1.162	1.162×2.50 = 2.905	2
IV	1.037×1.0 = 1.037	1.037×2.50 = 2.593	22
V	1.299×1.0 = 1.299	1.299×2.50 = 3.248	23
VI	1.000×1.0 = 1.000	1.000×2.50 = 2.500	1, 24

다. 토질조사 검토

본 터널 지역의 지질은 선캄브리아기의 흑운모 편마암과 터널 입·출구쪽에 중생대 쥐라기의 흑운모 화강암이 기반암을 이루고 있으며, 그 상부로 기반암의 풍화대, 최상부에 신생대 제4기의 붕적층이 피복되어 있다.

1) 터널 지역의 지질도



(1) 흑운모 편마암

본 역에 분포된 변성암류중 최고기의 암석으로서 터널지역을 포함하여 마장면 일부에 분포되어 있으며, 화성암의 관입으로 인한 지질경계를 제외하고는 타 변성암류와 점이적인 관계를 보이고 있다.

본암은 주로 흑운모가 우세한 우흑대와 석영 및 장석의 우백대가 교호하여 대상구조를 나타내고 있으며, 부분적으로 우백대 부분의 장석이 안구모양을 띤 안구상 구조를 보여주기도 한다. 주구성 광물로는 석영, 사장석, 미사장석, 카리장석과 흑운모, 각섬석, 백운모 등이 있다.

(2) 흑운모 화강암

본 조사구간에 분포된 변성암류를 관입하고 있는 흑운모 화강암은 중생대 주라기의 저반형태의 연장으로 이천군 이천읍, 마장면, 호법면 등 본역에 넓게 분포되어 있으며, 이치터널 구간에서는 터널 입·출구부 지역에서 흑운모 편마암을 관입하고 있다. 본암은 대체적으로 심한 풍화를 받아 저구릉지를 이루고 있으며, 부분적으로 복운모화강암과 같은 양상을 보이며, 백운모가 많아 우백질 화강암과 같은 양상을 보여주기도 한다. 주구성 광물로는 석영, 사장석, 미사장석, 정장석, 흑운모, 각섬석 등이 있다.

(3) 터널 종단상의 지층조건

본 터널 구간은 주로 흑운모 편마암층으로

－ 입구부(STA. 0K+784-상, STA. 0K+762-하)는 지표하 1.2~1.4m 하부에 흑운모 편마암이 분포하여 비교적 양호한 입구형성 조건을 제공한다.

－ 출구부(STA. 1K+241-상, STA. 1K+242-하)는 GL.-5.5~-6.0m에서 (TB-4, TB-5) 연암정도의 흑운모 화강암이 분포하여 비교적 양호한 출구형성 조건을 제공한다.

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】 오천터널(상) 점검이력사항

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
1	정기안전 점검	2025-03-03 ~2025-05-30	자체수행	양호	· 라이닝천단부:균열(폭0.3mm내·외),조인트들뜸,표면오염,박리,공동,누수흔적 · 라이닝측벽부:타일균열/긁힘/들뜸/파손,몰탈탈락,이격,누수흔적 · 공동구:균열(폭0.3mm내·외),덮개균열/파손,들뜸,박리,철근부식,충분리 · 포장부:균열/긁힘/망상균열/박리/파손 · 옹벽부:균열(폭0.3mm내·외),배수구막힘,백태 · 공중이용이이용하는부위:포장부,신축이음부손상
2	정기안전 점검	2024-10-14 ~2024-12-13	자체수행	양호	· 라이닝천단부:균열(폭0.3mm미만),조인트들뜸/박리,표면오염,피복부족 · 라이닝측벽부:타일균열/긁힘/들뜸/파손,몰탈탈락,표면오염 · 공동구:균열(폭0.3mm이상),덮개파손,들뜸/재료분리/파손,철근부식 · 포장부:균열/긁힘/보수불량/파손/패임등 · 옹벽부:균열(폭0.3mm내·외),표면긁힘,표면박리,파손,실란트파손,배수구막힘 · 공중이용이이용하는부위:포장부,신축이음부손상
3	정기안전 점검	2024-04-15 ~2024-06-30	자체수행	양호	· 라이닝천단부:균열(폭0.3mm미만),조인트들뜸/박리,표면오염,피복부족 · 라이닝측벽부:타일균열/긁힘/들뜸/파손,몰탈탈락,표면오염 · 공동구:균열(폭0.3mm이상),덮개파손,들뜸/재료분리/파손,철근부식 · 포장부:균열/긁힘/보수불량/파손/패임등 · 옹벽부:균열(폭0.3mm내·외),표면긁힘,표면박리,파손,실란트파손,배수구막힘 · 공중이용이이용하는부위:포장부,신축이음부손상
4	정기안전 점검	2023-10-15 ~2023-11-30	자체수행	양호	· 라이닝천단부:균열(폭0.3mm미만),조인트들뜸/박리,표면오염,피복부족 · 라이닝측벽부:타일균열/긁힘/들뜸/파손,몰탈탈락,표면오염 · 공동구:균열(폭0.3mm이상),덮개파손,들뜸/재료분리/파손,철근부식 · 포장부:균열/긁힘/보수불량/파손/패임등 · 옹벽부:균열(폭0.3mm내·외),표면긁힘,표면박리,파손,실란트파손,배수구막힘 · 공중이용이이용하는부위:포장부,신축이음부손상

【표 1.2.1】 오천터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
5	정밀안전 점검	2023-03-30 ~2023-09-18	시설물안전 연구원(주)	A등급	-라이닝천단부 : 균열, 백태, 박리, 재료분리, 파손, 피복부족, 조인트 박락/들뜸, 표면오염, 실런트 들뜸 -라이닝측벽부 : 타일 균열, 타일 파손/탈락/들뜸, 타일 굽힘, 몰탈탈락, 철근노출/박락 -갯문 : 특이사항 없음 -옹벽및사면 : 옹벽 균열, 실런트 파손, 박리, 굽힘, 배수구 막힘, 파손 등, 사면 배수로 토사퇴적 및 식생, 녹생토 유실 -공동구 : 균열, 덮개 파손, 들뜸, 재료분리, 철근부식, 파손 -배수시설 : 배수구 토사퇴적 -포장부 : 2022년 보수를 실시한 것으로 확인되었고, 보수부위는 특이사항이 없는 상태이며, 포장부 좌·우측 토사퇴적이 조사됨 -기타부속시설 : 소화기 표시등 불량
6	정기안전 점검	2023-04-11 ~2023-06-12	자체수행	양호	라이닝(균열), 벽체(타일 균열/들뜸/파손), 배수구 토사퇴적, 공동구(균열, 덮개파손/들뜸/철근노출(부식))
7	정기안전 점검	2022-10-05 ~2022-12-09	자체수행	양호	타일파손
8	정기안전 점검	2022-01-01 ~2022-06-30	자체수행	양호	지속관찰
9	정기안전 점검	2021-07-01 ~2021-12-31	자체수행	양호	지속관찰
10	정기안전 점검	2021-01-01 ~2021-06-30	자체수행	양호	지속관찰
11	정기안전 점검	2020-07-01 ~2020-12-31	자체수행	양호	지속관찰

【표 1.2.1】 오천터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
12	정밀안전 점검	2020-03-23 ~2020-07-14	(주)명성엔 지니어링	A등급	라이닝천단부균열(폭0.3mm내·외),조인트들뜸,표 면오염,박리,공동,누수흔적 라이닝측벽부타일균열/긁힘/들뜸/파손,몰탈탈락,이 격,누수흔적 옹벽균열(폭0.3mm내·외),배수구막힘,백태 사면식생및성토유실,배수로토사퇴적/식생 공동구균열(폭0.3mm내·외),덮개균열/파손,들뜸,박 리,철근부식,충분리 포장부균열/긁힘/망상균열/박리/파손
13	2중성능 평가	2020-03-23 ~2020-07-14	(주)명성엔 지니어링	A등급	? 외관조사및비파괴조사등을실시하여종합적으로 분석하고상태안전성능평가와구조안전성능평가를 종합한 결과,안전성능평가는성능평가점수0.14,평가등급은 a로산정되었고,콘크리트내구성능을종합하여평가 한결 과,성능평가점수0.080,평가등급은a등급으로산정 되었으며,사용성능은성능평가점수0.23,평가등급은 b등급으 로평가됨. ? 종합성능평가결과는평가점수0.138,평가등급은 A등급으로평가됨. ? 대상시설물의종합평가등급은성능목표등급보다 높은등급인A등급으로조사되었다.경제적인유지관 리를 위해서는발생된손상및열화의확대방지를위한초기 대책을강구하여야하므로제2중성능평가에서제시된 보 수우선순위를기준으로보수를실시하여야한다.다만, 보수우선순위가손상별우선순위를나타내는것은아 니므 로주요손상에대한보수를선행하는것이바람직할것 으로판단되며,주기적인점검을통하여주기적인유지 관리가수행된다면도로터널의기능및성능목표등급 을유지할수있을것으로판단된다.
14	정기안전 점검	2020-01-01 ~2020-06-30	자체수행	양호	지속관찰
15	정기안전 점검	2019-07-01 ~2019-12-31	자체수행	양호	지속관찰
16	정기안전 점검	2019-01-01 ~2019-06-30	자체수행	양호	지속관찰(보수예정)

【표 1.2.1】 오천터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
17	정기안전 점검	2018-10-01 ~2018-12-31	자체수행	양호	지속관찰
18	정기안전 점검	2018-04-01 ~2018-06-30	자체수행	양호	지속관찰
19	정기안전 점검	2017-10-01 ~2017-12-31	자체수행	양호	지속관찰
20	정기안전 점검	2017-04-01 ~2017-06-30	자체수행	양호	지속관찰
21	정밀안전 점검	2017-05-08 ~2017-06-23	(주)동우기 술단	A등급	라이닝균열(cw=0.3mm미만), 균열백태, 조인트들뜸 및박락, 피복부족 타일부균열, 굽힘, 들뜸, 탈락, 파손 공동구균열(cw=0.3mm이상), 들뜸, 재료분리, 철근부 식, 덮개파손 배수로균열(cw=0.3mm미만), 배수구토사퇴적및노 견토사퇴적 시·종점부개문및옹벽균열(cw=0.1~1.0mm), 실런 트파손, 배수구막힘 사면및외부배수로토사퇴적, 식생, 녹생토유실 포장부균열, 굽힘, 망상균열, 보수불량, 파손, 패임 부속시설:소화기보관함파손등
22	정기안전 점검	2016-10-01 ~2016-12-31	자체수행	양호	지속관찰
23	정기안전 점검	2016-04-01 ~2016-06-30	자체수행	양호	지속관찰
24	정기안전 점검	2015-10-01 ~2015-12-31	자체수행	양호	16년 조치예정
25	정기안전 점검	2015-04-01 ~2015-06-30	자체수행	양호	15년 하반기 조치예정
26	정기안전 점검	2014-07-01 ~2014-12-31	자체수행	양호	14년 하반기 조치예정
27	정밀안전 점검	2014-05-12 ~2014-08-09	(주)신영씨 엔에스	A등급	라이닝균열, 균열부백태, 망상균열, 공동, 오염 공동구콜드조인트균열, 공동구덮개파손 포장균열, 보수불량및패임, 파손, 배수구막힘 소화기보관함파손 옹벽균열, 실런트파손, 표면박리 사면배수로토사퇴적및식생
28	정기안전 점검	2014-01-01 ~2014-06-30	자체수행	양호	14년 하반기 조치예정
29	정기안전 점검	2013-11-01 ~2013-12-31	자체수행	양호	지속관찰

【표 1.2.1】 오천터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
30	정기안전 점검	2013-05-01 ~2013-06-30	자체수행	양호	지속관찰
31	정기안전 점검	2012-11-01 ~2012-12-31	자체수행	양호	포장(균열)
32	정기안전 점검	2012-05-01 ~2012-06-30	자체수행	양호	포장(패임, 파손, 보수불량), 벽체(타일탈락, 균열, 백태)
33	정밀안전 점검	2012-03-20 ~2012-06-17	엔이티엔지 니어링(주)	A등급	오천터널(상)는 NATM터널로 각 부재별 점검결과 기점검에서 도출되었던 천단부 보수부위 재균열에 대해서는 보수가 완료된 상태인 것으로 조사되었으며, 보수상태도 양호한 것으로 확인되었다. 기타 경미한 손상부위에 대해서는 적절한 보수가 시행되면 사용성 및 안전성에는 문제점이 없을 것으로 판단된다. 정밀 외관조사 및 내구성 평가에 의한 상태평가 결과 전반적으로 양호한 상태인 “A” 등급으로 평가되었다.
34	정기안전 점검	2011-12-22 ~2011-12-22	수원국도관 리사무소	양호	양호
35	정기안전 점검	2011-06-13 ~2011-06-13	수원국도관 리사무소	양호	양호
36	정기안전 점검	2010-12-07 ~2010-12-07	수원국도관 리사무소	양호	라이닝 천단부 보수부 재균열
37	정밀안전 점검	2010-04-08 ~2010-06-25	(주)유원이 엔씨	B등급	점검결과 구조물의 안전성에 문제될 만한 중대 결함은 발생되지 않았으나, 터널 천단부 균열 및 보수부 재균열, 타일 탈락, 균열, 조인트 누수 및 토사유입, 배수시설 이물질 적치, 막힘 등의 손상에 대해 보수가 필요한 상태로 조사되었다.
38	정기안전 점검	2010-06-21 ~2010-06-21	수원국도관 리사무소	양호	양호
39	정기안전 점검	2010-06-21 ~2010-06-21	수원국도관 리사무소	양호	양호
40	정기안전 점검	2009-11-17 ~2009-11-17	수원국도관 리사무소	양호	양호
41	정기안전 점검	2009-05-26 ~2009-05-26	수원국도관 리사무소	양호	양호
42	정기안전 점검	2008-10-30 ~2008-10-30	수원국도관 리사무소	양호	양호

【표 1.2.1】 오천터널(상) 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
43	정밀안전 점검	2008-04-14 ~2008-06-12	(주)다음기 술단	B등급	정밀점검 결과 교량 대표등급은 B등급으로 판정됨
44	정기안전 점검	2008-06-02 ~2008-06-02	수원국도관 리사무소	양호	양호
45	정기안전 점검	2007-11-29 ~2007-12-14	수원국도유 지건설사무 소	양호	양호
46	정기안전 점검	2007-05-23 ~2007-06-07	—	양호	이상없음
47	정기안전 점검	2006-11-18 ~2006-11-18	수원국도유 지건설사무 소	양호	—
48	정기안전 점검	2006-06-22 ~2006-06-22	수원국도유 지건설사무 소	양호	양호
49	정밀안전 점검	2006-04-10 ~2006-06-08	(주)세기건 설안전엔지 니어링	B등급	터널 라이닝에 보수부 채균열, 균열이 일부 발생된 상태로 조사, 대체적으로 양호한 상태로 조사됨.
50	정기안전 점검	2005-11-07 ~2005-11-07	—	양호	양호
51	정기안전 점검	2005-06-13 ~2005-06-13	수원국도유 지건설사무 소	양호	양호

1.2.3 전차 성능평가 실시결과(2019년 08월)

【표 1.2.2】오천터널(상) 전차 2중성능평가 사항

구 분	2중성능평가 결과
점검개요	· 점검기관 : (주)명성엔지니어링 · 점검기간 : 2020. 03. 23. ~ 2020. 09. 18.
외관조사	· 외관조사결과, 대표적인 결함 및 열화현상으로 콘크리트 부재의 균열 및 단면손상, 타일 균열 및 파손, 공동구 덮개파손, 포장부 균열 등이 조사되어 장기적 공용 및 내구성 유지를 위한 일부 보수가 필요한 상태이며, 재료시험결과, 콘크리트의 품질 및 강도 상태는 건전한 것으로 조사되었다.
성능평가 결과	· 안전성능평가 결과 a등급(ps:0.14), 내구성능평가 결과 a등급(pd:0.08), 사용성능평가 결과 b등급(pu:0.23)으로 평가되었으며, 중요도를 반영한 종합평가 결과 “외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준” 인 A등급(P:0.138)으로 평가되었다.
보수·보강	· 표면처리, 단면보수, 재포장, 덮개 재설치, 타일 재시공, 사면보호공 등
종합결론	· 대상시설물의 종합평가 등급은 성능목표 등급보다 높은 등급인 A등급으로 조사되었다. 경제적인 유지관리를 위해서는 발생한 손상 및 열화의 확대 방지를 위한 초기대책을 강구하여야하므로 제2종 성능평가에서 제시된 보수우선순위를 기준으로 보수를 실시하여야 한다. 다만, 보수우선순위가 손상별 우선순위를 나타내는 것은 아니므로 주요 손상에 대한 보수를 선행하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, 주기적인 점검을 통하여 주기적인 유지관리가 수행된다면 도로터널의 기능 및 성능목표 등급을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

1.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년 09월)

【표 1.2.3】오천터널(상) 전차 정밀안전점검 사항

구 분	정밀안전점검 결과
점검개요	· 점검기관 : 시설물안전연구원(주) · 점검기간 : 2023. 03. 30. ~ 2023. 09. 18.
외관조사	· 라이닝 천단부 : 균열, 백태, 박리, 재료분리, 파손, 피복부족, 조인트 박락/들뜸, 표면오염, 실런트 들뜸 · 라이닝 측벽부 : 타일 균열, 타일 파손/탈락/들뜸, 타일 굽힘, 몰탈탈락, 철근노출/박락 · 갹문 : 특이사항 없음 · 옹벽 및 사면 : 옹벽 균열, 실런트 파손, 박리, 굽힘, 배수구 막힘, 파손 등, 사면 배수로 토사퇴적 및 식생, 녹생토 유실 · 공동구 : 균열, 덮개 파손, 들뜸, 재료분리, 철근부식, 파손 · 배수시설 : 배수구 토사퇴적 · 포장부 : 2022년 보수를 실시한 것으로 확인되었고, 보수부위는 특이사항이 없는 상태이며, 포장부 좌·우측 토사퇴적이 조사됨 · 기타 부속시설 : 소화기 표시등 불량
내구성조사	· 재료시험 결과, 콘크리트 압축강도는 전 개소에서 설계기준강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 분석되었고, 탄산화시험은 전 개소에서 'a' 로 평가되어 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 없는 것으로 평가되었다.
상태등급	· 오천터널(상)에 대한 정밀안전점검 결과 「문제점이 없는 최상의 상태」인 "A등급(우수)" 으로 평가되었다.
보수·보강	· 주입보수, 철근방청 후 단면보수, 표면처리, 단면보수, 타일 재시공, 청소, 덮개 재시공
종합결론	· 본 과업 대상 구조물인 오천터널(상)은 경기도 이천시 마장면 회억리~이치리 일원에 위치하고 있는 연장 457.0m, 폭 9.8m(2차선)인 터널로, 약 2004년 준공되어 약 19년 정도 공용된 2중 시설물이다. · 외관조사 결과, 구조물의 안전성에 영향을 미치는 중대결함은 없는 것으로 확인되었으며, 공용기간 증가에 의한 구조물의 노후화, 온도 및 건조수축, 시공초기 손상, 라이닝 두께차이로 인한 응력불균형, 거푸집 조기탈형, 시공미흡, 우수유입, 동결융해의 반복, 제설제 살포 등에 의해 발생한 손상이 주를 이루고 있으며, 내력저하가 우려되거나 방치 시 손상이 진전되어 구조물에 영향을 줄 수 있는 손상들에 대해서는 보수가 필요할 것으로 판단된다. · 재료시험 결과, 콘크리트 압축강도는 전 개소에서 설계기준강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 분석되었고, 탄산화시험은 전 개소에서 'a' 로 평가되어 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 없는 것으로 평가되었다. · 오천터널(상)에 대한 종합평가결과, 시설물의 종합평가지수는 0.108로 종합평가기준 "A(0.00≤F<0.15)" 로 평가되었다. · 오천터널(상)에 대한 정밀안전점검 결과 「문제점이 없는 최상의 상태」인 "A등급(우수)" 으로 평가되었다. · 본 과업대상 시설물인 오천터널(상)은 대체로 양호한 상태이며 시공초기 및 공용 중 발생하는 일반적인 손상들이 부분적으로 발생한 상태로, 이는 구조적 원인에 의해 발생한 손상은 아닌 것으로 판단되며 적절한 보수 및 유지관리를 시행한다면 터널의 공용기간동안 사용성 및 내구성은 확보될 것으로 판단된다.

1.2.5 시설물 보수 이력

시설물통합정보관리시스템(FMS) 및 관리주체 보수·보강 이력사항에 입력된 보수·보강이력은 다음과 같다.

【표 1.2.4】 오천터널(상) 보수이력사항

NO	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	국도45호선 만세터널(상) 등 14개소 환경정비공사	보수	—	(주)세일엔지니어링	(유)제이피원
	2024-03-18 ~ 2024-09-10		터널청소 등기구청소	50,285,317	윤선영
2	국도42호선 오천터널 포장 보수공사	보수	—	(주)정훈건설 김금숙	—
	2021-12-08 ~ 2022-06-09		교면포장	616,195	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
3	국도42호선 부평터널 등 2개소 가로등 및 터널조명 제어반 케이블 공사	보수	—	백강, 호성	(주)대림
	2021-03-12 ~ 2021-06-24		조명제어반	54,061	KG엔지니어링 종합건축사사무소
4	국도42호선 부평터널 등 시선유도표지등 설치공사	보수	—	수원국토	하나전기
	2020-08-03 ~ 2020-10-20		시선유도시설 1식	22,069	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소
5	경기 동부권 배수시설 정비공사	보수	—	(주)세일엔지니어링	효성종합건설
	2019-08-30 ~ 2019-11-20		시선유도표지교체	404	(주)내경엔지니어링
6	국도42호선 오천터널 케이블트레이 보수보강공사	보수	—	(주)세일엔지니어링	(주)이림엔지니어링
	2019-05-07 ~ 2019-08-07		차화커버(916EA)	126,518	(주)내경엔지니어링
7	국도42호선 오천터널 외 1개소 시설물 보수공사	보수	—	(주)세일엔지니어링	원일개발(주)
	2018-12-03 ~ 2019-04-01		단면보수(천정 : 108㎡, 벽체 : 1㎡), 표면보수(천정 : 421㎡)	113,180	(주)내경엔지니어링
8	국도38호선 청미교 외 3개소 방호울타리 설치공사	보강	—	수원국토	(주)부경산업
	2015-06-29 ~ 2015-11-20		방호울타리 정비 = 노측(이천방향) : 30.0m	740	(주)경원엔지니어링 건축사사무소
9	국도42호선 오천터널 조명등기구 교체공사	개량	—	—	유일전기(주) 김인수
	2010-06-24 ~ 2010-08-22		—	31,600	(주)한국종합기술
10	오천터널 보수 및 환경개선공사	보수	—	자체설계	(합)영화건설
	2007-07-19 ~ 2007-09-10		—	0	장경집

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.5】 내진설계 여부 확인

내진설계 대상 유무		내진설계 적용 유무		내진성능평가 실시 유무		내진보강 유무	
불명		불명		불명		불명	
· 시설물 관리대장(FMS)							
내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	관리내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무		
	불명	불명		불명	불명		

1.2.7 시설물의 용도변경 및 하중변화 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 및 하중변화 이력은 없는 것으로 확인되었다.

1.2.8 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

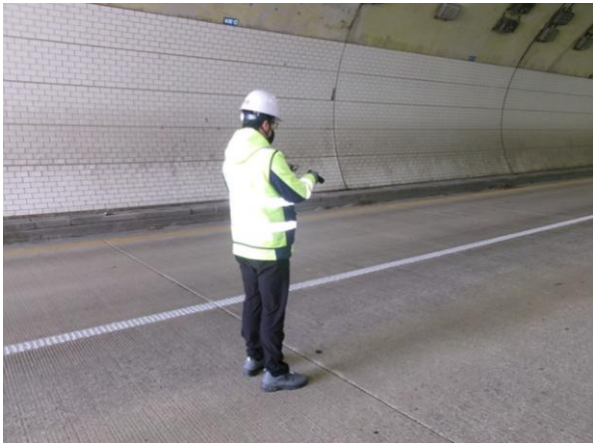
구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 수치해석보고서 - 라이닝 구조계산서 - 준공도면	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 기 성능평가 보고서 ◇ 기 정밀안전점검 보고서 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물 관리대장 - 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력	◇ 천단부 균열, 백태, 박리, 재료분리, 파손, 피복부족 등 ◇ 측벽부 타일손상, 철근노출/박락, 몰탈탈락 등 ◇ 옹벽 균열, 실런트 파손, 박리, 파손 등 ◇ 사면 배수로 토사퇴적, 식생, 녹생토 유실 등 ◇ 배수구 토사퇴적 등 ◇ 포장 상태양호 ◇ 내구성 조사결과, 설계기준을 만족하고 있는 상태로 확인됨 ◇ 2021년 포장 보수공사 ◇ 2018년 라이닝 표면보수, 단면보수 등	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 전회 점검결과와 비교·검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

1.3 현장조사

1.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S54	도보, 고소점검차	2025.04.08	
			
도보조사 전경		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
교통통제 전경		터널 라이닝 비파괴시험	

【그림 1.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

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 457.0m 터널로써 구조물의 형식은 다음 그림과 같이 총 54SPAN 구간으로 분할하였다. 또한, 상태평가를 위한 쉬트(Sheet) 구분을 하였고, 그 결과는 [표 1.3.1]에 수록하였다.

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
개착구간				굴착구간 (무근)					
S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
굴착구간 (무근)									
S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
굴착구간 (무근)									
S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40
굴착구간 (무근)									
S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50
굴착구간 (무근)									
S51	S52	S53	S54						
굴착구간 (무근)	굴착구간 (철근)		개착구간						

【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)
개착구간	Sh1	S1	7.0	7.0	굴착구간 (무근)	Sh11	S29	8.6	243.0
		S2	7.0	14.0			S30	8.6	251.6
	Sh2	S3	7.0	21.0			S31	8.6	260.2
		S4	7.0	28.0		Sh12	S32	8.6	268.8
Sh3	S5	8.6	36.6	S33			8.6	277.4	
	S6	8.6	45.2	S34			8.6	286.0	
	S7	8.6	53.8	Sh13		S35	8.6	294.6	
Sh4	S8	8.6	62.4			S36	8.6	303.2	
	S9	8.6	71.0			S37	8.6	311.8	
	S10	8.6	79.6	Sh14		S38	8.6	320.4	
Sh5	S11	8.6	88.2			S39	8.6	329.0	
	S12	8.6	96.8			S40	8.6	337.6	
	S13	8.6	105.4	Sh15		S41	8.6	346.2	
Sh6	S14	8.6	114.0			S42	8.6	354.8	
	S15	8.6	122.6			S43	8.6	363.4	
	S16	8.6	131.2	Sh16		S44	8.6	372.0	
Sh7	S17	8.6	139.8			S45	8.6	380.6	
	S18	8.6	148.4			S46	8.6	389.2	
	S19	8.6	157.0	Sh17		S47	8.6	397.8	
Sh8	S20	8.6	165.6			S48	8.6	406.4	
	S21	8.6	174.2			S49	8.6	415.0	
	S22	8.6	182.8	Sh18	S50	8.6	423.6		
Sh9	S23	8.6	191.4		S51	8.6	432.2		
	S24	8.6	200.0	Sh19	S52	8.9	441.1		
	S25	8.6	208.6		S53	8.9	450.0		
Sh10	S26	8.6	217.2	개착구간	Sh20	S54	7.0	457.0	
	S27	8.6	225.8	—					
	S28	8.6	234.4						

※ 철근, 무근구간 분할은 자료미비로 전차자료를 참고하였음

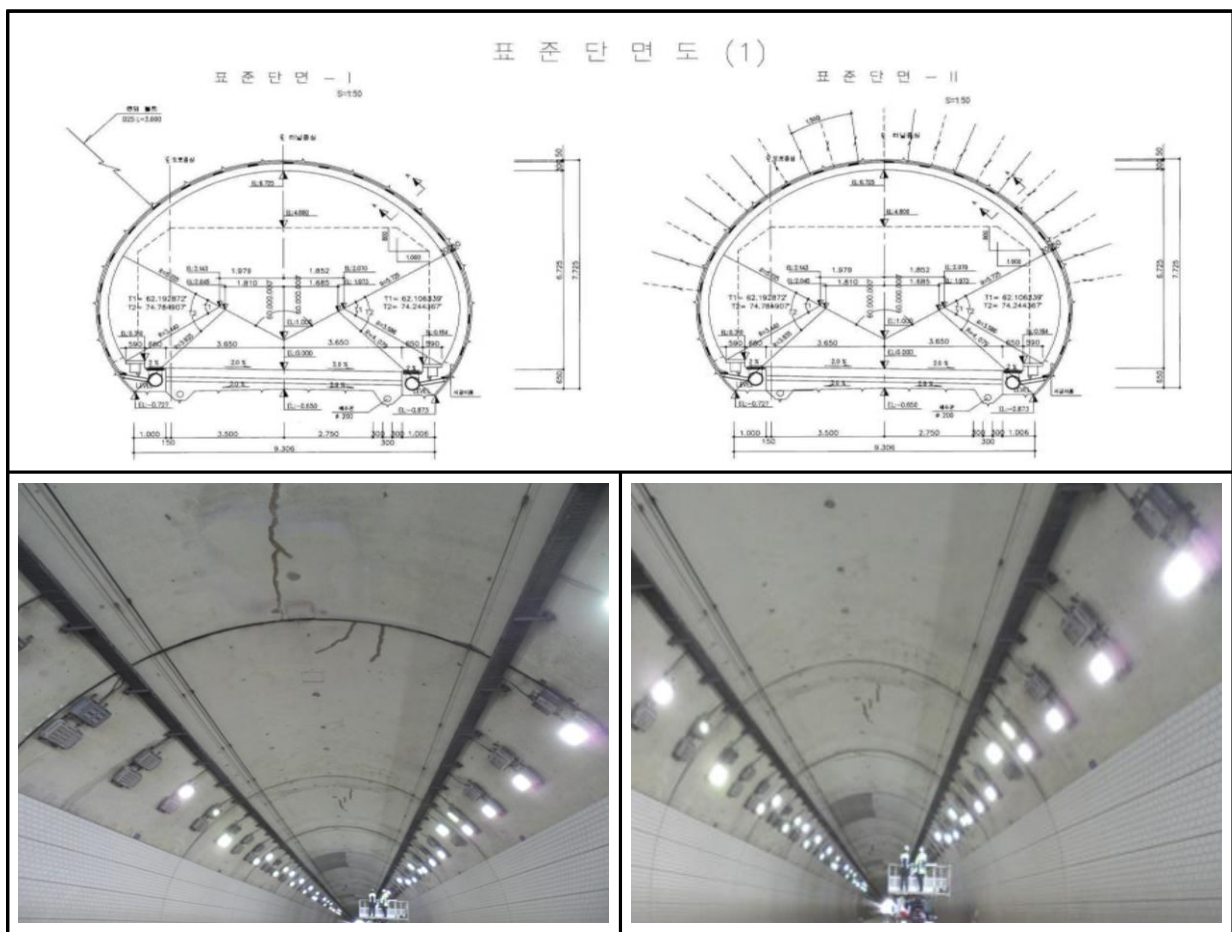
1.3.2 외관조사 결과

가. 기본시설물(라이닝, 갱문, 터널주변)

1) 천장부

본 터널의 라이닝 두께는 350mm이며, 천장부 외관조사시 교통통제 후 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다. 본 터널은 시·중점 개착구간 및 중점부 S52, S53구간은 철근보강이 되어 있는 상태이며, 그 외의 구간은 무근으로 설계되어 있다.

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



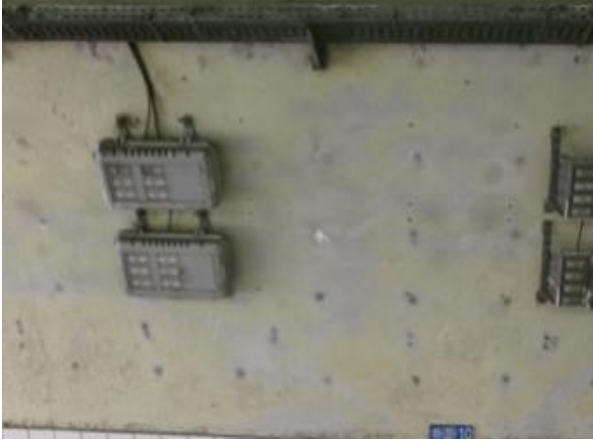
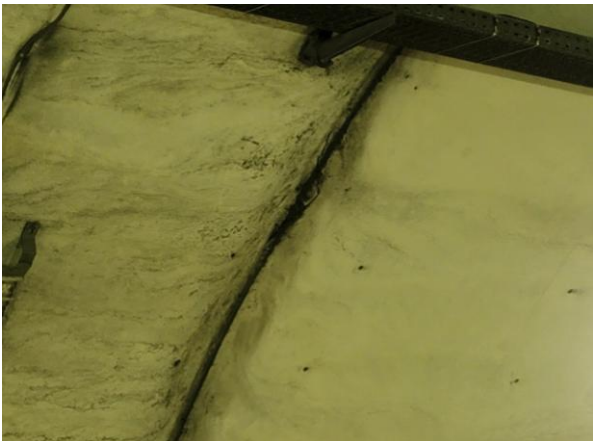
【사진 1.3.1】 천장부 전경

(1) 조사결과

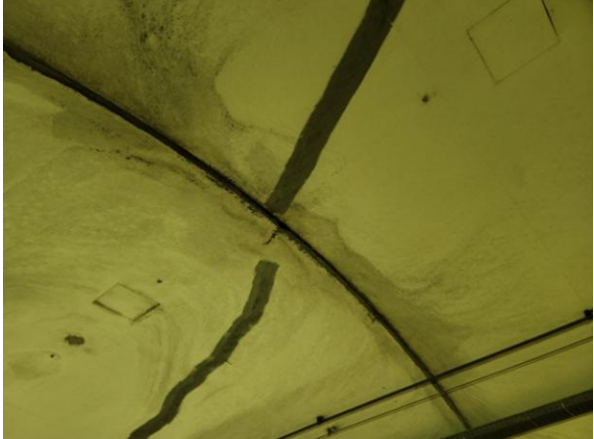
- 천장부에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 백태, 박리, 파손, 재료분리, 피복부족, 조인트 들뜸 및 박락, 표면오염, 실란트 들뜸, 단차 등이 조사되었다.

【표 1.3.2】 천장부 손상현황

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		박리, 파손 (㎡/개소)		재료분리/ 피복부족 (㎡/개소)		조인트 들뜸, 바라 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)		실란트 들뜸, 단차 (㎡/개소)	
Sh1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.0	1	-	-
Sh2	-	-	-	-	0.01	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh3	-	-	-	-	-	-	2.00	1	15.00	2	-	-	-	-	6.00	1
Sh4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25	1	-	-	-	-	6.00	1
Sh7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh8	1.70	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh9	1.20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	1	-	-	-	-
Sh10	-	-	-	-	-	-	0.02	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh11	-	-	0.30	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh12	-	-	-	-	-	-	0.02	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh13	-	-	-	-	-	-	0.06	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh14	1.50	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	1	-	-	-	-
Sh18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	1
Sh20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	4.40	3	0.30	1	0.01	1	2.10	4	15.25	3	0.14	2	36.00	1	18.00	3

			
현 황	■ S04 천장부 백태	현 황	■ S06 천장부 피복부족
원 인	■ 우수유입, 수분침투 등	원 인	■ 시공미흡 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 주의관찰
			
현 황	■ S15 천장부 단차	현 황	■ S15 천장부 재료분리
원 인	■ 시공미흡 등	원 인	■ 시공미흡, 거푸집 조기탈거 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰
			
현 황	■ S24 천장부 조인트 박락	현 황	■ S31 천장부 균열(0.3mm이상)
원 인	■ 거푸집 조기탈거, 온도변화 등	원 인	■ 건조수축, 온도변화 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 주입보수

【사진 1.3.2】 천장부 손상현황

			
현 황	■ S32 천장부 파손	현 황	■ S36 천장부 파손
원 인	■ 거푸집 조기탈거, 온도변화 등	원 인	■ 거푸집 조기탈거, 온도변화 등
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S39 천장부 균열(0.3mm미만)	현 황	■ S48 천장부 조인트 들뜸
원 인	■ 건조수축, 온도변화 등	원 인	■ 건조수축, 온도변화 등
대 책	■ 표면처리	대 책	■ 표면보수
			
현 황	■ S11 기보수부 상태양호	현 황	■ S12 기보수부 상태양호
원 인	■ -	원 인	■ -
대 책	■ -	대 책	■ -

【사진 1.3.2】 천장부 손상현황(계속)

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 백태, 박리, 파손, 재료분리, 피복부족, 조인트 들뜸 및 박락, 표면오염, 실란트 들뜸, 단차 등이 확인되었으며, 물량요기를 수정[균열(0.3mm미만) 4.20→4.40]하였다.

【표 1.3.3】 천장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
천장부	균열(0.3mm미만)	m	4.20	3	4.40	3	▲ 0.20	산정오류
	균열(0.3mm이상)	m	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	박리, 파손	m ²	2.10	4	2.10	4	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.25	1	0.25	1	— —	변동없음
	피복부족	m ²	15.00	2	15.00	2	— —	변동없음
	조인트 들뜸, 박락	m ²	0.14	2	0.14	2	— —	변동없음
	표면오염	m ²	36.00	1	36.00	1	— —	변동없음
	실란트 들뜸, 단차	m	18.00	3	18.00	3	— —	변동없음

(3) 검토의견

- 천장부에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 콘크리트 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기 탈거, 라이닝 두께차이로 인한 응력 불균형 등에 의해 발생한 비구조적인 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 백태는 열화부 우수유입, 수분침투 등에 의해 발생한 것으로 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 표면처리를 통한 보수가 필요하다.
- 박리, 파손, 재료분리, 조인트 들뜸, 박락의 경우 거푸집 조기탈거 및 이동시 충격, 라이닝 폼 유압책 압력의 응력불균형, 온도변화, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상부 탈락에 의한 통행차량의 안전을 위협할 수 있으므로, 제거 후 단면보수 등의 조치가 필요하다.
- 피복부족, 표면오염은 시공미흡, 우수유입, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.
- 조인트부에서 조사된 실란트 들뜸, 단차는 온도변화에 의한 신축거동, 시공미흡, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 것으로 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

2) 측벽부

본 터널의 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, 타일 균열, 타일 파손, 타일 탈락, 타일 굽힘, 타일 들뜸, 몰탈 탈락, 철근노출 및 박락, 누수흔적 등이 조사되었다.

【표 1.3.4】 측벽부 손상현황

구분	타일 균열 (개소/개소)		타일 파손 (개소/개소)		타일 탈락 (개소/개소)		타일 굽힘 (개소/개소)		타일 들뜸 (개소/개소)		몰탈탈락 (㎡/개소)		철근노출 및 박락 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
Sh1	37.00	37	—	—	6.00	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh2	31.00	31	6.00	6	—	—	2.00	2	13.00	13	—	—	—	—	0.50	1
Sh3	5.00	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh4	3.00	3	3.00	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh5	5.00	5	2.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh6	10.00	10	14.00	14	—	—	—	—	—	—	—	—	0.32	1	—	—
Sh7	10.00	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh8	1.00	1	—	—	5.00	5	—	—	—	—	0.01	1	—	—	—	—
Sh9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	1	—	—	—	—
Sh10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh11	—	—	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh12	4.00	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh13	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04	2	—	—	—	—
Sh16	9.00	9	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	1	—	—	—	—
Sh17	9.00	9	2.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	1	—	—	—	—
Sh19	21.00	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sh20	2.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	148.0	148	28.00	28	11.00	11	2.00	2	13.00	13	0.09	6	0.32	1	0.50	1

			
현 황	■ S02 측벽부 타일탈락	현 황	■ S03 측벽부 누수흔적
원 인	■ 장기공용, 부착력 저하 등	원 인	■ 우수유입
대 책	■ 주의관찰 후 재설치	대 책	■ 주의관찰
			
현 황	■ S04 측벽부 타일파손	현 황	■ S14 측벽부 철근노출 및 박락, 타일탈락 등
원 인	■ 라이닝 반사균열 등	원 인	■ 장기공용, 부착력저하, 우수유입
대 책	■ 주의관찰 후 재설치	대 책	■ 단면보수(방청), 주의관찰 후 재설치
			
현 황	■ S15 측벽부 타일파손	현 황	■ S43 측벽부 몰탈탈락
원 인	■ 라이닝 반사균열 등	원 인	■ 장기공용
대 책	■ 주의관찰 후 재설치	대 책	■ 주의관찰 후 재설치

【사진 1.3.4】 측벽부 손상현황

			
현 황	■ S45 측벽부 타일균열	현 황	■ S49 측벽부 타일파손
원 인	■ 라이닝 반사균열 등	원 인	■ 라이닝 반사균열 등
대 책	■ 주의관찰 후 재설치	대 책	■ 주의관찰 후 재설치
			
현 황	■ S53 측벽부 타일균열	현 황	■ S53 측벽부 타일균열
원 인	■ 라이닝 반사균열 등	원 인	■ 라이닝 반사균열 등
대 책	■ 주의관찰 후 재설치	대 책	■ 주의관찰 후 재설치

【사진 1.3.4】 측벽부 손상현황(계속)

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존손상인 타일 균열/파손/탈락/긁힘/들뜸, 물탈탈락, 철근노출 및 박락 등이 확인되었으며, 금회 점검에서 타일 균열/파손/탈락, 물탈탈락이 신규로 추가조사 되었고, 누수흔적, 타일 들뜸이 기 점검시 산정오류로 인해 물량이 증·감하였다.

【표 1.3.5】측벽부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
측벽부	타일 균열	EA	113.00	113	148.0	148	▲ 35.00	신규손상
	타일 파손	EA	23.00	23	28.00	28	▲ 5.00	신규손상
	타일 탈락	EA	9.00	9	11.00	11	▲ 2.00	신규손상
	타일 굽힘	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	타일 들뜸	EA	15.00	15	13.00	13	▼ 2.00	산정오류
	몰탈탈락	m ²	0.08	5	0.09	6	▲ 0.01	신규손상
	철근노출 및 박락	m ²	0.32	1	0.32	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	산정오류

(3) 검토의견

- 측벽부에서 조사된 타일 균열/파손/탈락/굽힘/들뜸, 몰탈탈락의 경우 라이닝 콘크리트 내부 균열에 의한 반사균열 및 장기공용에 따른 타일 몰탈 부착력 저하, 차량의 외부충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 추후 손상증가시 일괄적으로 보수 및 재시공을 하는 것이 유지관리에 유리할 것으로 판단된다.
- 철근노출 및 박락의 경우 타일 손상부로 우수 및 지표수 유입, 철근부식, 피복두께 부족 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 콘크리트의 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청)를 실시하는 것이 바람직하다.
- 누수흔적은 우수유입 등에 의한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

3) 갯문

본 터널의 진입·진출부에 설치된 갯문은 지형, 지반, 주변환경, 차량의 주행성 등이 고려되며, 진입부는 원통절개형, 진출부는 면벽식으로 시공되어 있다.



【사진 1.3.5】 갯문 전경

(1) 조사결과

- 갯문에 대한 현장조사 결과, 마감재 파손 등이 조사되었다.

【표 1.3.6】 갯문 손상현황

구분	마감재 파손 (개소/개소)	
진입부	—	—
진출부	3.00	1
합계	3.00	1

			
현 황	■ 진출부 마감재 파손	현 황	■ 진입부 갯문 전경
원 인	■ 장기공용, 부착력 저하	원 인	■ -
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ -

【사진 1.3.6】 갯문 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 갯문은 전반적으로 양호한 상태이나, 진출부 마감재 파손이 신규로 추가 조사되었다.

【표 1.3.7】 갯문 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
갯문	마감재 파손	EA	-	-	3.00	3	▲ 3.00	신규손상

(3) 검토의견

- 갯문은 구조물의 안전을 저해할 만한 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.
- 갯문에 조사된 마감재 파손의 경우 공용기간 증가에 의한 부착력 저하 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하고, 진전시 일괄보수를 통한 유지관리가 요구된다.

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

- 공동구에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 들뜸, 재료분리, 철근부식, 덮개 파손 등이 조사되었다.

【표 1.3.8】 공동구 손상현황

구분	균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		균열 (0.3㎜이상) (m/개소)		파손 (㎡/개소)		들뜸 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		철근부식 (㎡/개소)		덧개 파손 (개소/개소)	
Sh1	-	-	-	-	0.02	1	-	-	-	-	-	-	4.00	4
Sh2	-	-	-	-	0.02	1	-	-	-	-	-	-	1.00	1
Sh3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh4	-	-	13.8	5	0.02	1	-	-	-	-	-	-	4.00	4
Sh5	-	-	11.50	4	0.06	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh6	0.60	1	21.00	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh7	-	-	15.00	4	-	-	0.34	1	-	-	-	-	2.00	2
Sh8	-	-	2.40	2	0.08	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh9	-	-	14.00	2	-	-	-	-	-	-	0.08	1	1.00	1
Sh10	-	-	12.00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh11	-	-	8.00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh12	-	-	7.50	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3
Sh13	2.00	1	1.50	1	-	-	-	-	0.20	1	-	-	6.00	6
Sh14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
Sh15	0.60	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4
Sh16	0.60	1	-	-	-	-	1.30	2	-	-	-	-	6.00	6
Sh17	-	-	-	-	-	-	0.50	1	-	-	-	-	19.00	19
Sh18	-	-	-	-	-	-	0.50	1	-	-	-	-	15.00	15
Sh19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	13
Sh20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	3.80	4	106.70	27	0.20	5	2.64	5	0.20	1	0.08	1	79.00	79

													
<table border="1"> <tr> <td>현황</td><td>■ S01 공동구 덮개파손</td></tr> <tr> <td>원인</td><td>■ 외부충격 등</td></tr> <tr> <td>대책</td><td>■ 정비</td></tr> </table>	현황	■ S01 공동구 덮개파손	원인	■ 외부충격 등	대책	■ 정비	<table border="1"> <tr> <td>현황</td><td>■ S24 공동구 균열(0.3mm이상)</td></tr> <tr> <td>원인</td><td>■ 온도변화, 건조수축 등</td></tr> <tr> <td>대책</td><td>■ 주입보수</td></tr> </table>	현황	■ S24 공동구 균열(0.3mm이상)	원인	■ 온도변화, 건조수축 등	대책	■ 주입보수
현황	■ S01 공동구 덮개파손												
원인	■ 외부충격 등												
대책	■ 정비												
현황	■ S24 공동구 균열(0.3mm이상)												
원인	■ 온도변화, 건조수축 등												
대책	■ 주입보수												
													
<table border="1"> <tr> <td>현황</td><td>■ S47 공동구 파손</td></tr> <tr> <td>원인</td><td>■ 장기공용, 외부충격 등</td></tr> <tr> <td>대책</td><td>■ 단면보수</td></tr> </table>	현황	■ S47 공동구 파손	원인	■ 장기공용, 외부충격 등	대책	■ 단면보수	<table border="1"> <tr> <td>현황</td><td>■ S49 공동구 덮개파손</td></tr> <tr> <td>원인</td><td>■ 외부충격 등</td></tr> <tr> <td>대책</td><td>■ 정비</td></tr> </table>	현황	■ S49 공동구 덮개파손	원인	■ 외부충격 등	대책	■ 정비
현황	■ S47 공동구 파손												
원인	■ 장기공용, 외부충격 등												
대책	■ 단면보수												
현황	■ S49 공동구 덮개파손												
원인	■ 외부충격 등												
대책	■ 정비												
													
<table border="1"> <tr> <td>현황</td><td>■ S51 공동구 덮개파손</td></tr> <tr> <td>원인</td><td>■ 외부충격 등</td></tr> <tr> <td>대책</td><td>■ 정비</td></tr> </table>	현황	■ S51 공동구 덮개파손	원인	■ 외부충격 등	대책	■ 정비	<table border="1"> <tr> <td>현황</td><td>■ S52 공동구 덮개파손</td></tr> <tr> <td>원인</td><td>■ 외부충격 등</td></tr> <tr> <td>대책</td><td>■ 정비</td></tr> </table>	현황	■ S52 공동구 덮개파손	원인	■ 외부충격 등	대책	■ 정비
현황	■ S51 공동구 덮개파손												
원인	■ 외부충격 등												
대책	■ 정비												
현황	■ S52 공동구 덮개파손												
원인	■ 외부충격 등												
대책	■ 정비												

【사진 1.3.8】 공동구 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존손상인 공동구 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 들뜸, 재료분리, 철근부식, 덮개 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 공동구 파손이 조사되었으며, 기 점검시 물량 산정오류로 덮개 파손 물량이 감소하였다.

【표 1.3.9】 공동구 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 2종성능평가		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
공동구	균열(0.3mm미만)	m	3.80	4	3.80	4	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	106.70	27	106.70	27	— —	변동없음
	파손	m ²	0.18	4	0.20	5	▲ 0.02	신규손상
	들뜸	m ²	2.64	5	2.64	5	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	철근부식	m ²	0.08	1	0.08	1	— —	변동없음
	덮개 파손	EA	80.00	80	79.00	79	▼ 1.00	산정오류

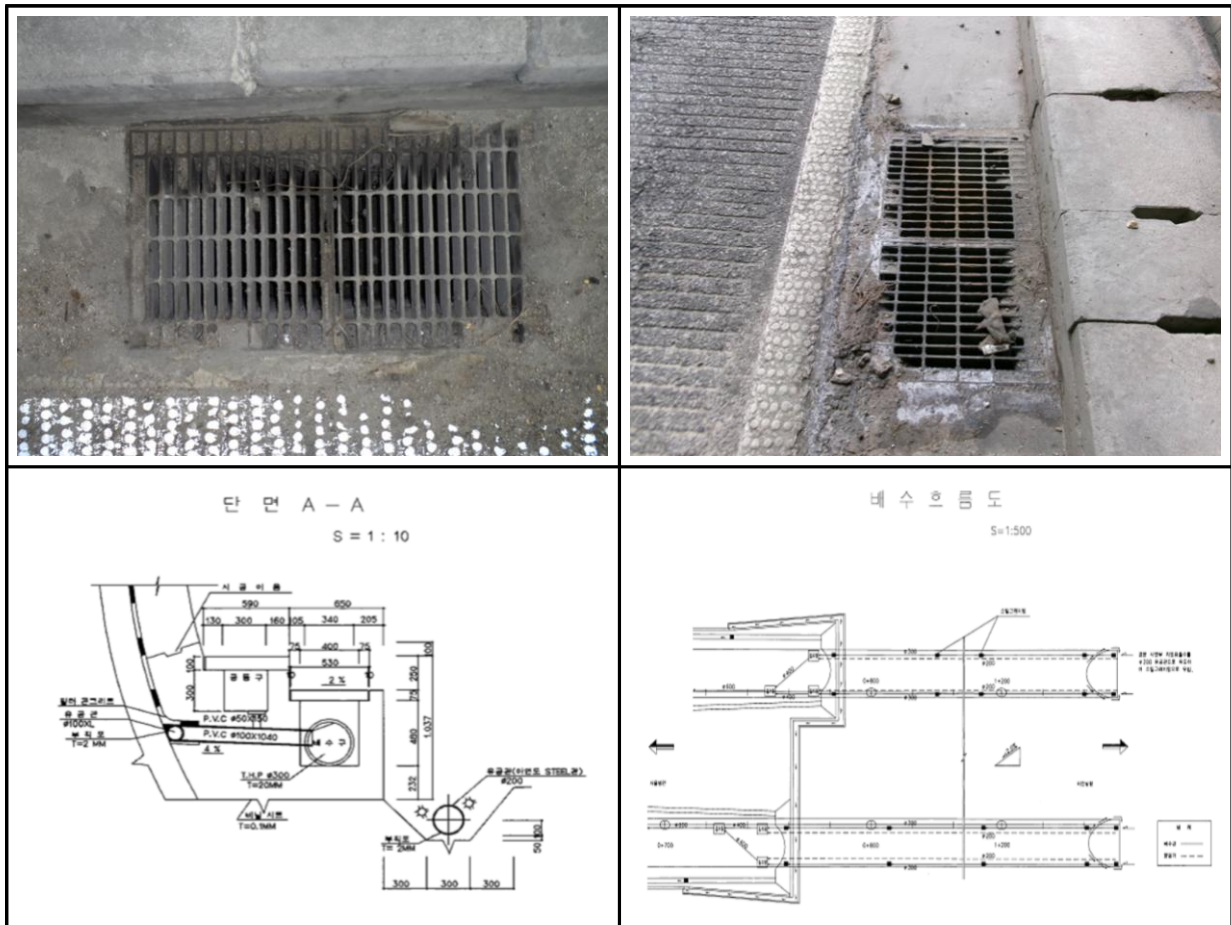
(3) 검토의견

- 공동구 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우, 공동구 본체에 발생한 비진행성 균열로서 발생원인은 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축, 동결융해 등의 복합적 요인에 의한 손상으로 판단된다. 상기 손상부는 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수, 주입보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 파손, 들뜸, 재료분리, 철근부식, 덮개 파손의 경우, 거푸집 조기탈거 및 이동시 충격, 외부충격(차량), 동절기 제설제 등의 원인에 의한 손상으로 판단되며, 상기 손상부는 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진, 유지관리상 안전을 위한 단면 보수 및 방청, 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

5) 배수시설

터널의 배수방식은 부분 배수형식으로 THP유공관(Ø300)을 중방향으로 양측에 설치하여 침수하는 형식이며, 하부에 생기는 침수는 좌우 양측에 설치된 아연도유공관(Ø200)을 통해 배수되는 저면배수 방식이다. 배수구에는 크기 0.53m×0.48m×2EA의 스틸그레이팅이 설치되어 있다.

외관조사시 배수구 막힘, 그레이팅 파손 및 변형, 중배수로 상부 콘크리트 파손 등에 주안점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.9】 배수시설 전경

(1) 조사결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 토사퇴적, 배수구 막힘 등이 조사되었다.

【표 1.3.10】 배수시설 손상현황

구분	배수구 토사퇴적 (㎡/개소)		배수구 막힘 (개소/개소)	
Sh1	—	—	—	—
Sh2	—	—	—	—
Sh3	0.09	1	—	—
Sh4	—	—	—	—
Sh5	0.09	1	1.00	1
Sh6	—	—	—	—
Sh7	0.16	2	—	—
Sh8	—	—	—	—
Sh9	0.24	2	—	—
Sh10	—	—	—	—
Sh11	0.48	2	—	—
Sh12	—	—	—	—
Sh13	0.08	1	—	—
Sh14	—	—	—	—
Sh15	0.16	2	—	—
Sh16	—	—	—	—
Sh17	0.16	2	—	—
Sh18	—	—	—	—
Sh19	—	—	—	—
Sh20	—	—	—	—
합계	1.46	13	1.00	1

			
현 황	■ S18 배수구 토사퇴적	현 황	■ S42 배수구 토사퇴적
원 인	■ 장기공용, 비산먼지 등	원 인	■ 장기공용, 비산먼지 등
대 책	■ 정비, 청소	대 책	■ 정비, 청소

【사진 1.3.10】 배수시설 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존손상인 배수구 토사퇴적, 배수구 막힘이 확인되었으며, 기 점검시 물량 산정오류로 금회 정정하였다.

【표 1.3.11】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 2종성능평가		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수 시설	배수구 토사퇴적	m ²	1.58	14	1.46	13	▼ 0.12	산정오류
	배수구 막힘	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	산정오류

(3) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수구 토사퇴적, 배수구 막힘의 경우, 주행차량 통행에 의한 이물질퇴적, 비산먼지, 동절기 제설제 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 터널내 원활한 배수를 위해 정비, 청소를 실시하는 것이 요구된다.

6) 포장부

본 터널의 포장부는 인버트 콘크리트 65cm 포설하여 포장층을 구성하고 있으며, 2022년도에 포장에 대한 보수를 실시한 것으로 이전 보고서를 통해 확인하였다.

포장부 외관조사 시, 균열 및 파손, 토사퇴적 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.11】 포장부 전경

(1) 조사결과

- 포장부에 대한 현장조사 결과, 포장 균열, 파손, 토사퇴적 등이 조사되었다.

【표 1.3.12】 포장부 손상현황

구분	포장 균열 (m/개소)		포장 파손 (㎡/개소)		포장 토사퇴적 (㎡/개소)	
Sh1	7.00	1	1.50	1	10.50	4
Sh2	—	—	—	—	14.40	4
Sh3	—	—	—	—	24.30	6
Sh4	—	—	—	—	24.30	6
Sh5	—	—	—	—	22.50	6
Sh6	—	—	—	—	17.25	7
Sh7	—	—	—	—	11.84	6
Sh8	—	—	—	—	13.54	7
Sh9	—	—	—	—	6.27	6
Sh10	—	—	—	—	7.76	9
Sh11	—	—	—	—	4.65	3
Sh12	—	—	—	—	8.45	8
Sh13	—	—	—	—	10.20	5
Sh14	—	—	—	—	13.60	5
Sh15	—	—	—	—	9.70	6
Sh16	—	—	—	—	11.88	8
Sh17	—	—	—	—	2.31	6
Sh18	—	—	—	—	7.20	6
Sh19	—	—	—	—	5.91	6
Sh20	—	—	—	—	—	—
합계	7.00	1	1.50	1	226.56	114

			
현 황	■ S02 포장 균열	현 황	■ S02 포장 파손
원 인	■ 건조수축, 장기공용 등	원 인	■ 중차량의 반복하중, 장기공용 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 단면보수
			
현 황	■ S19 포장 토사퇴적	현 황	■ S53 포장 토사퇴적
원 인	■ 장기공용, 비산먼지 등	원 인	■ 장기공용, 비산먼지 등
대 책	■ 정비, 청소	대 책	■ 정비, 청소
			
현 황	■ S35 포장 전경	현 황	■ S53 포장 전경
원 인	■ -	원 인	■ -
대 책	■ -	대 책	■ -

【사진 1.3.12】 포장부 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존손상인 포장 토사퇴적이 확인되었으며, 금회 점검시 포장 균열, 파손이 신규로 추가 조사되었다.

【표 1.3.13】 포장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
포장부	포장 균열	m ²	—	—	7.00	1	▲ 7.00	신규손상
	포장 파손	m ²	—	—	1.50	1	▲ 1.50	신규손상
	포장 토사퇴적	m ²	226.56	114	226.56	114	— —	변동없음

(3) 검토의견

- 포장부에서 조사된 포장 균열, 파손의 경우 건조수축 및 중차량의 반복통행에 의한 진동 및 충격, 공용기간 증가, 제설제의 유입 등 복합적인 요인에 의한 것으로 판단되며, 균열은 경미한 편으로 주의관찰을 실시하고, 파손은 통행차량의 주행안전성, 포장의 내구성확보 차원에서 단면보수, 소파보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- 포장 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 비산먼지, 외부 토사 및 이물질 유입 등에 의해 발생한 것으로 배수시설로 유입시 배수기능 저하 가능성이 있으므로 주기적인 청소를 통한 유지관리가 요구된다.

다. 부대시설물(사면, 옹벽, 기타부속시설)

1) 사면

본 터널 진입·진출부에 있는 사면은 사면보호공으로 녹생토, 배수시설은 측구 배수로가 시공되어 있다.

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

- 사면에 대한 현장조사 결과, 녹생토 유실, 배수로 토사퇴적 및 식생 등이 조사되었다.

【표 1.3.14】 사면 손상현황

구분	녹생토 유실 (㎡/개소)		배수로 토사퇴적 및 식생 (㎡/개소)	
진입부	—	—	—	—
진출부	195.00	4	60.00	2
합계	195.00	4	60.00	2

			
현 황	■ 진출부 배수로 토사퇴적 및 식생	현 황	■ 진출부 배수로 토사퇴적 및 식생
원 인	■ 공용기간 증가, 강우 등	원 인	■ 공용기간 증가, 강우 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰
			
현 황	■ 진출부 사면 녹생토 유실	현 황	■ 진출부 사면 녹생토 유실
원 인	■ 공용기간 증가, 강우 등	원 인	■ 공용기간 증가, 강우 등
대 책	■ 주의관찰	대 책	■ 주의관찰

【사진 1.3.14】 사면 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존손상인 녹생토 유실, 배수로 토사퇴적 및 식생이 확인 되었으며, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 1.3.15】 사면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증 · 감	비고
			물량	개소	물량	개소		
사면	녹생토 유실	m ²	195.00	4	195.00	4	— —	변동없음
	배수로 토사퇴적 및 식생	m ²	60.00	2	60.00	2	— —	변동없음

(3) 검토의견

- 사면에서 조사된 녹생토 유실은 공용기간 증가, 우기시 집중적인 강우 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 배수로 토사퇴적 및 식생은 공용기간 증가, 강우시 낙엽 및 토사퇴적에 의해 발생한 것으로 판단되며, 원활한 배수기능 확보를 위해 정비, 청소를 통한 유지관리가 요구된다.

2) 옹벽

본 터널의 진입·진출부에 설치된 옹벽은 반중력식 옹벽으로 시공되어있는 상태이다.



【사진 1.3.15】 옹벽 전경

(1) 조사결과

- 옹벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 굽힘, 박리, 실란트 파손 및 누락, 배수구 막힘 등이 조사되었다.

【표 1.3.16】 옹벽 손상현황

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		파손 (㎡/개소)		굽힘 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		실란트 파손, 누락 (㎡/개소)		배수구 막힘 (개소/개소)	
진입부	3.20	5	9.40	6	0.04	1	—	—	—	—	1.20	1	—	—
진출부	6.90	4	38.50	9	0.25	3	0.24	1	1.20	1	4.40	2	9.00	9
합계	10.10	9	47.90	15	0.29	4	0.24	1	1.20	1	5.60	3	9.00	9

			
현 황	■ 진입부 옹벽 균열(0.3mm이상)	현 황	■ 진입부 옹벽 균열(0.3mm이상)
원 인	■ 건조수축, 온도변화 등	원 인	■ 건조수축, 온도변화 등
대 책	■ 주입보수	대 책	■ 주입보수
			
현 황	■ 진입부 옹벽 파손	현 황	■ 진입부 옹벽 실란트 누락
원 인	■ 외부충격 등	원 인	■ 시공미흡
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 실란트 재설치
			
현 황	■ 진출부 옹벽 파손	현 황	■ 진출부 옹벽 박리
원 인	■ 외부충격 등	원 인	■ 시공미흡, 외기노출
대 책	■ 단면보수	대 책	■ 단면보수

【사진 1.3.16】 옹벽 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 굽힘, 박리, 실란트 파손, 누락, 배수구 막힘이 확인되었으며, 실란트 누락에 대하여 기존 보고서 물량 산정 오류로 인해 추가 기입하였다.

【표 1.3.17】 용벽 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
용벽	균열(0.3mm미만)	m	10.10	9	10.10	9	- -	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	47.90	15	47.90	15	- -	변동없음
	파손	m ²	0.29	4	0.29	4	- -	변동없음
	굽힘	m ²	0.24	1	0.24	1	- -	변동없음
	박리	m ²	1.20	1	1.20	1	- -	변동없음
	실란트 파손, 누락	m	4.40	2	5.60	3	▲ 1.20	산정오류
	배수구 막힘	EA	9.00	9	9.00	9	- -	변동없음

(3) 검토의견

- 용벽에 조사된 균열(0.3mm미만, 이상)은 시공초기 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수 등과 같은 보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 파손, 굽힘, 박리는 외부충격, 시공미흡, 외기노출 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 내구성 확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 실란트 파손, 누락의 경우 공용기간 경과, 시공미흡 등에 의한 손상으로 실란트 재설치를 통한 유지관리가 필요하다.
- 배수구 막힘의 경우 강우 등에 의한 이물질 퇴적에 의한 것으로 판단되며, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

3) 부속시설

본 터널의 부속시설은 조명시설, 소화시설, 비상전화, CCTV 등이 설치되어 있다.

외관조사시, 부속시설의 파손, 외관상태 등에 대해 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.17】 부속시설 전경

(1) 조사결과

- 본 터널에 설치된 부속시설에 대한 외관조사 결과, 소화기 표시등 불량이 확인되었다.

【표 1.3.18】 부속시설 손상현황

구분	소화기 표시등 불량 (개소/개소)	
부속시설	3.00	3
합계	3.00	3

			
현 황	■ S22 소화기 표시등 불량	현 황	■ 소화기 표시등 불량
원 인	■ 장기공용, 노후화	원 인	■ 장기공용, 노후화
대 책	■ 정비	대 책	■ 정비

【사진 1.3.18】 부속시설 손상현황

(2) 기 점검 결과 비교

- 23년 정밀안전점검과 비교한 결과, 소화기 표시등 불량이 확인되었다.

【표 1.3.19】 부속시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
부속시설	소화기 표시등 불량	EA	3.00	3	3.00	3	- -	변동없음

(3) 검토의견

- 부속시설은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 소화시설의 소화기 표시등 불량은 공용 기간 경과에 의한 노후화 등에 의한 손상으로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

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”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”에 기입된 사항으로 대체하였다.

1.3.3 현장조사 결과요약

가. 외관조사 총괄표

【표 1.3.20】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
천장부	균열(0.3mm미만)	m	4.40	3	
	균열(0.3mm이상)	m	0.30	1	
	백태	m ²	0.01	1	
	박리, 파손	m ²	2.10	4	
	재료분리	m ²	0.25	1	
	피복부족	m ²	15.00	2	
	조인트 들뜸, 박락	m ²	0.14	2	
	표면오염	m ²	36.00	1	
	실란트 들뜸, 단차	m	18.00	3	
측벽부	타일 균열	EA	148.0	148	
	타일 파손	EA	28.00	28	
	타일 탈락	EA	11.00	11	
	타일 굽힘	EA	2.00	2	
	타일 들뜸	EA	13.00	13	
	몰탈탈락	m ²	0.09	6	
	철근노출 및 박락	m ²	0.32	1	
	누수흔적	m ²	0.50	1	
갭문	마감재 파손	EA	3.00	3	
공동구	균열(0.3mm미만)	m	3.80	4	
	균열(0.3mm이상)	m	106.70	27	
	파손	m ²	0.20	5	
	들뜸	m ²	2.64	5	
	재료분리	m ²	0.20	1	
	철근부식	m ²	0.08	1	
	덮개 파손	EA	79.00	79	
배수시설	배수구 토사퇴적	m ²	1.46	13	
	배수구 막힘	EA	1.00	1	
포장부	포장 균열	m	7.00	1	
	포장 파손	m ²	1.50	1	
	포장 토사퇴적	m ²	226.56	114	
사면	녹생토 유실	m ²	195.00	4	
	배수로 토사퇴적 및 식생	m ²	60.00	2	
옹벽	균열(0.3mm미만)	m	10.10	9	
	균열(0.3mm이상)	m	47.90	15	
	파손	m ²	0.29	4	
	굽힘	m ²	0.24	1	
	박리	m ²	1.20	1	
	실란트 파손, 누락	m	5.60	3	
	배수구 막힘	EA	9.00	9	
부속시설	소화기 표시등 불량	EA	3.00	3	

1.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 1.3.21】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증·감 (▲·▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
천장부	균열(0.3mm미만)	m	4.20	3	4.40	3	▲ 0.20	산정오류
	균열(0.3mm이상)	m	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	박리, 파손	m ²	2.10	4	2.10	4	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.25	1	0.25	1	— —	변동없음
	피복부족	m ²	15.00	2	15.00	2	— —	변동없음
	조인트 들뜸, 박락	m ²	0.14	2	0.14	2	— —	변동없음
	표면오염	m ²	36.00	1	36.00	1	— —	변동없음
	실란트 들뜸, 단차	m	18.00	3	18.00	3	— —	변동없음
측벽부	타일 균열	EA	113.00	113	148.0	148	▲ 35.00	신규손상
	타일 파손	EA	23.00	23	28.00	28	▲ 5.00	신규손상
	타일 탈락	EA	9.00	9	11.00	11	▲ 2.00	신규손상
	타일 굽힘	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	타일 들뜸	EA	15.00	15	13.00	13	▼ 2.00	산정오류
	몰탈탈락	m ²	0.08	5	0.09	6	▲ 0.01	신규손상
	철근노출 및 박락	m ²	0.32	1	0.32	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	산정오류
갯문	마감재 파손	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
공동구	균열(0.3mm미만)	m	3.80	4	3.80	4	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	106.70	27	106.70	27	— —	변동없음
	파손	m ²	0.18	4	0.20	5	▲ 0.02	신규손상
	들뜸	m ²	2.64	5	2.64	5	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	철근부식	m ²	0.08	1	0.08	1	— —	변동없음
	덮개 파손	EA	80.00	80	79.00	79	▼ 1.00	산정오류
배수 시설	배수구 토사퇴적	m ²	1.58	14	1.46	13	▼ 0.12	산정오류
	배수구 막힘	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	산정오류
포장부	포장 균열	m ²	—	—	7.00	1	▲ 7.00	신규손상
	포장 파손	m ²	—	—	1.50	1	▲ 1.50	신규손상
	포장 토사퇴적	m ²	226.56	114	226.56	114	— —	변동없음

【표 1.3.21】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 2중성능평가		증·감 (▲·▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
사면	녹생토 유실	m ²	195.00	4	195.00	4	— —	변동없음
	배수로 토사퇴적 및 식생	m ²	60.00	2	60.00	2	— —	변동없음
옹벽	균열(0.3mm미만)	m	10.10	9	10.10	9	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	47.90	15	47.90	15	— —	변동없음
	파손	m ²	0.29	4	0.29	4	— —	변동없음
	굽힘	m ²	0.24	1	0.24	1	— —	변동없음
	박리	m ²	1.20	1	1.20	1	— —	변동없음
	실런트 파손, 누락	m	4.40	2	5.60	3	▲ 1.20	산정오류
	배수구 막힘	EA	9.00	9	9.00	9	— —	변동없음
부속시설	소화기 표시등 불량	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음

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	5~50m 간격		
반발경도 시험	총수량 = 총연장 ÷ 300m 개소	2개소 4개소	
탄산화깊이 측정	총연장 1,000m 미만 = 2개소 총연장 1,000m 이상 = 최초 2개소 + 1000m당 1개소 추가	2개소 2개소	
염화물	총연장 1,000m 미만 = 2개소(갱문 1개소 포함) 총연장 1,000m 이상 =최소2개소(갱문포함) + 1,000m 당 1개소 추가	2개소 2개소	
철근탐사시험	과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	— 2개소	
회도	총 10개소	10개소	

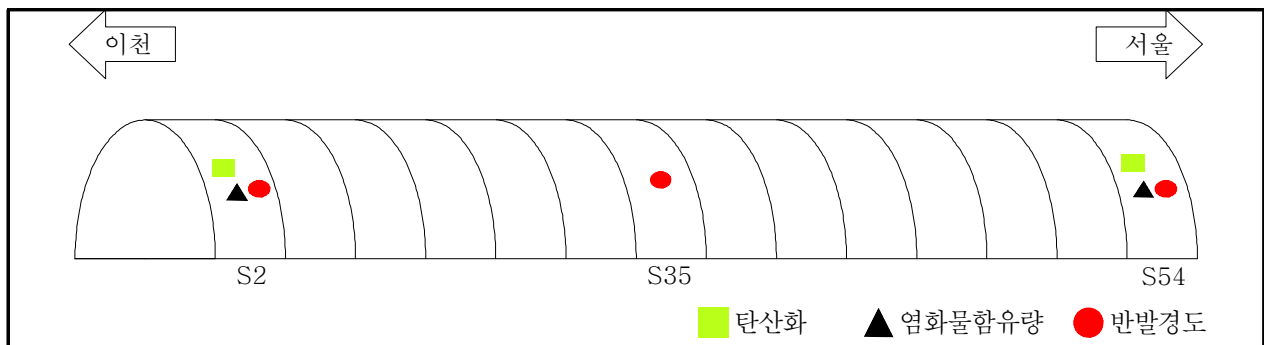
※ 철근탐사시험 자료는 부록에 수록함

※ 회도는 ‘사용성능 평가’ 항목에 수록함

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 추정에 이용하였으며, 두 가지의 추정식 중 표준편차와 변동계수가 적은 식을 이용하여 콘크리트 비파괴강도를 추정하였다.



【사진 1.4.1】 강도시험 현장사진

1) 반발경도 시험

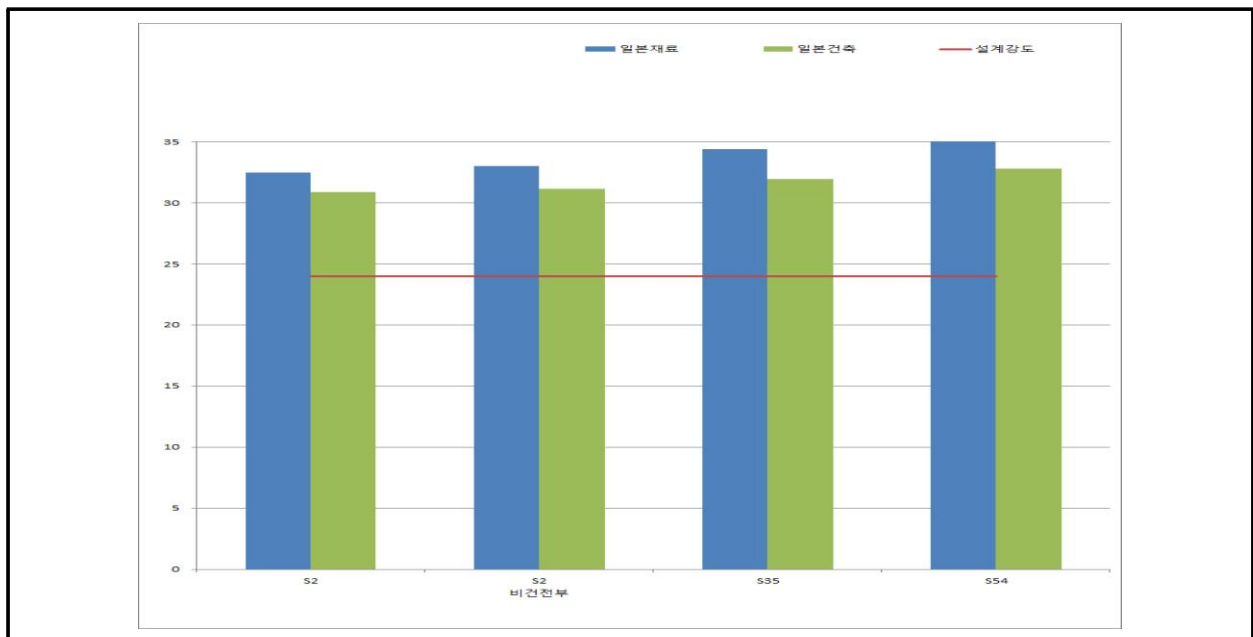
(1) 반발경도 시험결과

【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	S2	라이닝	54.7	32.5	30.8	0.63	24.0	건전부
	S2	라이닝	55.4	33.0	31.1			비건전부
	S35	라이닝	57.2	34.4	31.9			건전부
	S54	라이닝	59.1	35.9	32.8			건전부
평균			—	34.0	31.7	—	—	
표준편차			—	1.53	0.90	—	—	
변동계수			—	0.045	0.028	—	—	
최대값			—	35.9	32.8	—	—	
최소값			—	32.5	30.8	—	—	

【표 1.4.3】 콘크리트 라이닝 반발경도 추정강도

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
라이닝	30.8	~ 32.8	24.0	31.7	132.1	



【그림 1.4.2】 반발경도 시험결과 그래프

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 30.8~32.8MPa로 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.

(2) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.4】 기 점검결과와의 비교

구 분	2020년 성능평가	2025년 성능평가	설계기준강도(MPa)
반발경도법	29.2 ~ 32.5	30.8 ~ 32.8	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. 08. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	오천터널(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 채령	7.6 ~ 17.1℃, 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

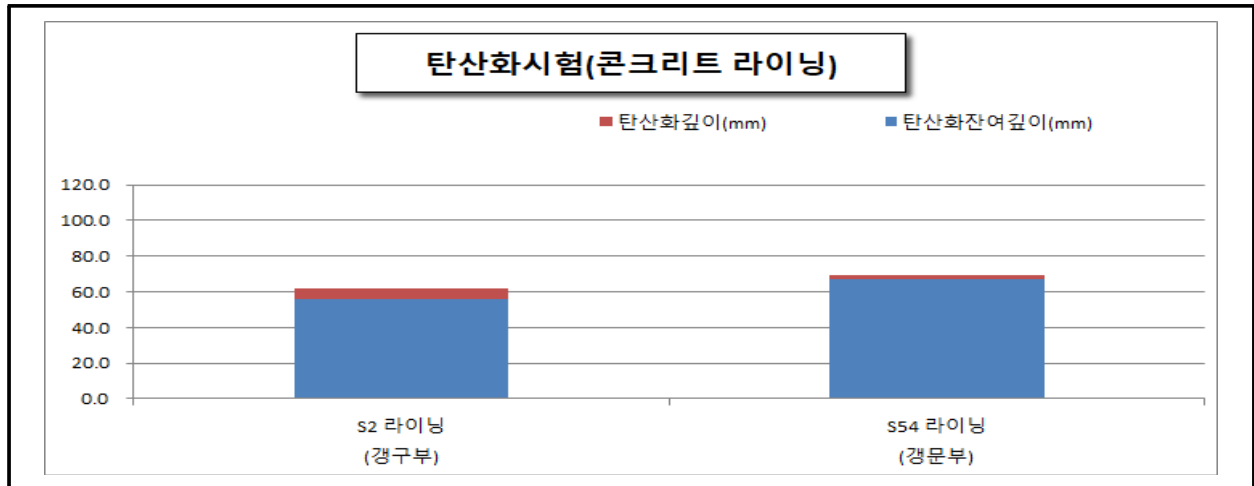
【표 1.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	경과연수	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
라이닝	S2 (갱구부)	6.5	62.0	26	55.5	a	1.27	100년 이상	a등급
	S54 (갱문부)	2.0	69.0	26	67.0	a	0.39	100년 이상	a등급

- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 2.0~6.5mm로 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	2.0	~	6.5	55.5	~	67.0	



【그림 1.4.3】 탄산화 깊이 시험 시험결과 그래프

2) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.8】 기 점검결과와의 비교

구 분	2020년 성능평가		2025년 성능평가		비 고
	잔여깊이(mm)	평가결과	잔여깊이(mm)	평가결과	
라이닝	50.0 ~ 66.5	a	55.5 ~ 67.0	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 08일
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

다. 염화물 침투량 시험

염화물 침투량 시험은 철근탐사시험을 통해서 주철근의 피복두께를 확인하고 시험부재의 철근 깊이까지 깊이별로 시료를 채취하여 시험을 실시하였다.



【사진 1.4.3】 염화물 침투량 시험 현장사진

1) 염화물 침투량 시험 결과

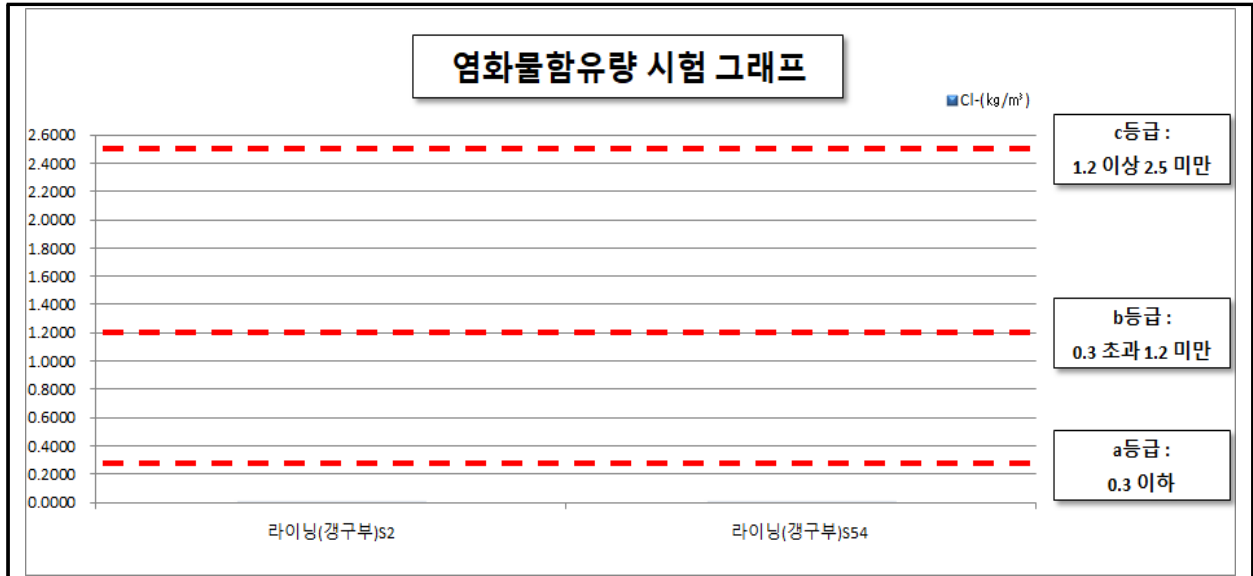
【표 1.4.10】 염화물 침투량 시험 결과

위치		깊이 (mm)	염화물 침투량		등급	염화물 함유량 평가 기준
			Cl-(%)	Cl-(kg/m³)		
라이닝 (갱구부)	S2	0~20	0.0011	0.025	a	판정결과 a : 염화물 ≤ 0.3 b : 0.3 < 염화물 < 1.2 c : 1.2 ≤ 염화물 < 2.5 d : 염화물 ≥ 2.5 e : -
		20~40	0.0005	0.011	a	
		40~철근	0.0003	0.007	a	
라이닝 (갱문부)	S54	0~20	0.0008	0.018	a	
		20~40	0.0002	0.005	a	
		40~60	0.0002	0.005	a	
		60~철근	0.0002	0.005	a	

- 염화물 침투량은 측정 전 개소에서 0.3kg/m³ 이하로서 상태평가기준 ‘a’ 로 평가되었으며, 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.11】 염화물 침투량 시험 결과 분석

구 분	라이닝(갱문부 및 갱구부)		비 고
염화물 함유량(kg/m ³)	0.005	~ 0.007	



【그림 1.4.4】 염화물 침투량 시험 시험결과 그래프

2) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.12】 기 점검결과와의 비교

구 분	2020년 성능평가		2025년 성능평가		비 고
염화물 함유량(kg/m ³)	0.188	~ 0.192	0.005 ~ 0.007		
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 염화물 함유량은 다소 차이는 있지만, 염화물 함유량은 측정 전 개소에서 0.3kg/m³ 이하로서 상태평가기준 'a' 로 평가되었으며, 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단된다.				

3) 염화물 침투량 심험결과 평가

- 염화물 침투량 시험결과 평가의 경우 '내구성능 평가' 항목에 수록하였다.

4) 염화물침투량 시험 보고서

【표 1.4.13】 염화물 침투량 시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2024년 04월 08일	
	시험시간	09:00 ~ 17:00	
	시험 영역의 위치	라이닝(철근콘크리트 구조물)	
조 사 수 량		라이닝(갱구부)	1개소
		라이닝(갱문부)	1개소
구조물 경과년수		경과년수 : 26년	
측정면 종류		기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)	
사용 골재의 종류		보통골재	
시험방법		시험부재의 철근깊이까지 10~20mm 단위로 깊이별로 구분하여 KS F 2713의 산-가용성 염화물시험 방법으로 실시	
시험 성과표 참조			

1.4.3 콘크리트 내구성 조사 결과요약

【표 1.4.14】금회 진단 내구성 조사 결과요약

시험명	시험부위		시험 결과		검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	반발경도 라이닝 (설계기준 : 24MPa)		30.8	~ 32.8	측정결과, 설계기준강도를 100% 상회하는 것으로 확인됨.
탄산화 깊이 (mm)	라이닝 (갱문부 및 갱구부)	진행깊이(mm)	2.0	~ 6.5	실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 30mm 이상으로 측정되어 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 없는 'a' 등급으로 평가됨
		잔여깊이(mm)	55.5	~ 67.0	
염화물 함유량시험 (kg/m ³)	라이닝 (갱문부 및 갱구부)		0.005	~ 0.007	'a' 등급으로 평가되어 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨

【표 1.4.15】내구성조사 기 점검과의 비교 결과요약

시험명	시험부위	2020년 성능평가	2025년 성능평가	비고
비파괴 강도 (MPa)	라이닝 (설계기준: 24MPa)	29.2 ~ 32.5	30.8 ~ 32.8	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	50.0 ~ 66.5	55.5 ~ 67.0	측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 급격한 진전은 없는 양호한 상태로 확인되며, 탄산화 진행으로 인한 철근부식의 영향은 없는 것으로 판단됨
염화물 함유량 시험 (kg/m ³)	라이닝 (갱문부 및 갱구부)	0.188 ~ 0.192	0.005 ~ 0.007	측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 급격한 진전은 없으며, 염화물에 의한 철근부식의 영향가능성은 낮은 것으로 판단됨

1.5 안전성능 평가

시설물의 상태안전성능 평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12.)』의 상태안전성능평가 기준에 따라 실시한다.

1.5.1 상태안전성능 평가

상태안전성능 평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태안전성능 평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태안전성능 평가 결과를 결정하게 된다.

가. 구간분할

안전점검 및 성능평가를 위한 외관조사, 각종 내구성조사, 시설물의 상태안전성능 평가 등을 효과적으로 수행하기 위해서는 구조형식별 분류 또는 구간분할 작업은 필수적인 항목이다. 본 시설물은 NATM형식의 터널로 시공되었으며, 개착구간, 굴착구간(무근, 철근), 부대시설물에 대한 상태안전성능 평가를 진행하였으며, 구조물의 상태안전성능 평가 등급 산정을 위한 구간분할 현황은 다음과 같다.



【사진 1.5.1】 측점분할 현장사진

【표 1.5.1】 구간분할현황

구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)	구분	쉬트 (Sheet)	스판 (Span)	거리 (m)	누적 (m)
개착구간	Sh1	S1	7.0	7.0	굴착구간 (무근)	Sh11	S29	8.6	243.0
		S2	7.0	14.0			S30	8.6	251.6
	Sh2	S3	7.0	21.0			S31	8.6	260.2
		S4	7.0	28.0		Sh12	S32	8.6	268.8
Sh3	S5	8.6	36.6	S33			8.6	277.4	
	S6	8.6	45.2	S34			8.6	286.0	
	S7	8.6	53.8	Sh13		S35	8.6	294.6	
Sh4	S8	8.6	62.4			S36	8.6	303.2	
	S9	8.6	71.0			S37	8.6	311.8	
	S10	8.6	79.6	Sh14		S38	8.6	320.4	
Sh5	S11	8.6	88.2			S39	8.6	329.0	
	S12	8.6	96.8			S40	8.6	337.6	
	S13	8.6	105.4	Sh15		S41	8.6	346.2	
Sh6	S14	8.6	114.0			S42	8.6	354.8	
	S15	8.6	122.6			S43	8.6	363.4	
	S16	8.6	131.2	Sh16		S44	8.6	372.0	
Sh7	S17	8.6	139.8			S45	8.6	380.6	
	S18	8.6	148.4			S46	8.6	389.2	
	S19	8.6	157.0	Sh17		S47	8.6	397.8	
Sh8	S20	8.6	165.6			S48	8.6	406.4	
	S21	8.6	174.2			S49	8.6	415.0	
	S22	8.6	182.8	Sh18	S50	8.6	423.6		
Sh9	S23	8.6	191.4		S51	8.6	432.2		
	Sh10	S24	8.6	200.0	굴착구간 (철근)	Sh19	S52	8.9	441.1
		S25	8.6	208.6			S53	8.9	450.0
개착구간	Sh20	S26	8.6	217.2	-	-	-	-	-
		S27	8.6	225.8					
		S28	8.6	234.4					

※ 철근, 무근구간 분할은 자료미비로 전차자료를 참고하였음

1.5.2 기본시설물 및 주변상태의 상태안전성능 등급산정

1) 개착구간 라이닝 상태안전성능 평가 등급산정

【표 1.5.2】 개착구간 라이닝 등급 산정 결과

Sheet No.	형식	연장 (m)	균 열		누 수		파손 및 손상		박 리		충분리, 박락		재료 분리		철근 노출		결함점수 합 계	라 이 닝 결함지수
			균열폭 (mm)						깊이 (mm)		깊이 (mm)		면적율 (%)		면적율 (%)			
Sh1	개착	14.0	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0.00	0.00
Sh2	개착	14.0	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0.00	0.00
SH20	개착	7.0	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0.00	0.00
산술평균		35.0	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	0.00

2) NATM터널(철근) 라이닝 상태안전성능 평가 등급산정

【표 1.5.3】 NATM(철근) 라이닝 등급 산정 결과

Sheet No.	형식	연장 (m)	균 열		누 수		파손 및 손상		박 리		충분리, 박락		재료 분리		철근 노출		결함점수 합 계	라 이 닝 결함지수
			균열폭 (mm)						깊이 (mm)		깊이 (mm)		면적율 (%)		면적율 (%)			
Sh19	철근	17.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0.00	0.00
산술평균		25.8	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	0.00

2) NATM터널(무근) 라이닝 상태안전성능 평가 등급산정

【표 1.5.4】 NATM(무근) 라이닝 등급 산정 결과

Sheet No.	형식	연장 (m)	균 열		누 수		파손 및 손상		박 리		충분리, 박락		재료 분리		철근 노출		결함점수 합 계	라 이 닝 결함지수
			균열폭 (mm)						깊이 (mm)		깊이 (mm)		면적율 (%)		면적율 (%)			
Sh3	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	10	2/c	0	0/a	0	0/a	0	+	2.00	0.04
Sh4	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	0.00	0.00
Sh5	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	0.00	0.00
Sh6	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	001	1/b	0	+	1.00	0.02
Sh7	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	0.00	0.00
Sh8	무근	25.8	0.1	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	0.00	0.00
Sh9	무근	25.8	0.2	4/b	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	20	2/c	0	0/a	0	+	6.00	0.12
Sh10	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	001	2/b	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	2.00	0.04

【표 1.5.4】 NATM(무근) 라이닝 등급 산정 결과 (계속)

Sheet No.	형식	연장 (m)	균 열		누 수		파손 및 손상		박 리		충분리, 박락		재료 분리		철근 노출		결함점수 합 계	라 이 닝 결함지수
			균열폭 (mm)						깊이 (mm)		깊이 (mm)		면적율 (%)		면적율 (%)			
Sh11	무근	25.8	0.3	4/b	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	4.00	0.08
Sh12	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	001	2/b	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	2.00	0.04
Sh13	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	001	2/b	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	2.00	0.04
Sh14	무근	25.8	0.2	4/b	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	4.00	0.08
Sh15	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	0.00	0.00
Sh16	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	0.00	0.00
Sh17	무근	25.8	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	20	2/c	0	0/a	0	+	2.00	0.04
Sh18	무근	17.2	0	0/a	없음	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	0/a	0	+	0.00	0.00
산술평균		404.2	0.75		0.00		0.38		0.13		0.25		0.06		-		1.56	0.03

4) 개착구간 주변상태 결함점수 산정

【표 1.5.5】 개착구간 주변상태 결함점수 산정 결과

Sheet No.	내공단면 변형여부	배수상태	공동구 상태	지반상태	배면공동 유무	특수조건	결함점수 합계	주변상태
Sh1	0	2	1	0	0	0	3.00	0.07
Sh2	0	2	1	0	0	0	3.00	0.07
SH20	0	2	0	0	0	0	2.00	0.05
산술평균	0.00	2.00	0.67	0.00	0.00	0.00	2.67	0.06

5) NATM터널(철근)구간 주변상태 결함점수 산정

【표 1.5.6】 NATM(철근)구간 주변상태 결함점수 산정 결과

Sheet No.	내공단면 변형여부	배수상태	공동구 상태	지반상태	배면공동 유무	특수조건	결함점수 합계	주변상태
Sh19	0	2	1	0	0	0	3.00	0.07
산술평균	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.07

6) NATM터널(무근)구간 주변상태 결함점수 산정

【표 1.5.7】 NATM(무근)구간 주변상태 결함점수 산정 결과

Sheet No.	내공단면 변형여부	배수상태	공동구 상태	지반상태	배면공동 유무	특수조건	결함점수 합계	주변상태
Sh3	0	2	0	0	0	0	2.00	0.04
Sh4	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh5	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh6	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh7	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh8	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh9	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh10	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh11	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh12	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh13	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh14	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh15	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh16	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh17	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
Sh18	0	2	1	0	0	0	3.00	0.06
산술평균	0.00	2.00	0.94	0.00	0.00	0.00	2.94	0.06

1.5.3 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

1) 개착구간 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

【표 1.5.8】 개착구간 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

구분	라이닝							터널주변						결함 점수 합계
	균열	누수	파손 및 손상	박리	충분 리 박락	재료 분리	철근 노출	내공단면 변형여부	배수 상태	공동구 상태	지반 상태	배면공동 유무	특수 조건	
결함 점수	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.67	0.00	0.00	0.00	2.67
결함 지수	$\text{기본시설물 결함지수}(f) = \frac{\sum \text{결함점수}}{\sum \text{가중치}} = \frac{2.67}{100} = 0.03$													
상태안전성능 평가등급														A

2) NATM(철근) 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

【표 1.5.9】 NATM(철근) 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

구분	라이닝							터널주변						결합 점수 합계
	균열	누수	파손 및 손상	박리	충분 리 박락	재료 분리	철근 노출	내공단면 변형여부	배수 상태	공동구 상태	지반 상태	배면공동 유무	특수 조건	
결합 점수	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.00
결합 지수	$\text{기본시설물 결합지수}(f) = \frac{\sum \text{결합점수}}{\sum \text{가중치}} = \frac{3.00}{100} = 0.03$													
상태안전성능 평가등급														A

3) NATM(무근) 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

【표 1.5.10】 NATM(무근) 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

구분	라이닝							터널주변						결합 점수 합계
	균열	누수	파손 및 손상	박리	충분 리 박락	재료 분리	철근 노출	내공단면 변형여부	배수 상태	공동구 상태	지반 상태	배면공동 유무	특수 조건	
결합 점수	0.75	0.00	0.38	0.13	0.25	0.06	-	0.00	2.00	0.94	0.00	0.00	0.00	4.50
결합 지수	$\text{기본시설물 결합지수}(f) = \frac{\sum \text{결합점수}}{\sum \text{가중치}} = \frac{4.50}{100} = 0.05$													
상태안전성능 평가등급														A

4) 터널 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

【표 1.5.11】 터널 기본시설물 및 주변상태 상태안전성능 평가 결과

시설물명	라이닝 결합점수		주변상태	결합지수	연장	연장별 가중치	기본시설물 결합지수(F)	상태안전성능 평가등급
오천터널(상)	개착구간	0.00	2.67	0.027	35.0	0.077	0.043	A
	NATM터 널(철근)	0.00	3.00	0.030	17.8	0.039		
	NATM터 널(무근)	1.56	2.94	0.045	404.2	0.884		

1.5.4 부대시설 상태안전성능 평가 결과

오천터널(상)은 부대시설로 진입·진출부 옹벽 2개소가 있으며, 그에 대한 결함지수 및 상태안전성능 평가 결과는 다음과 같다.

1) 진입·진출부 옹벽

【표 1.5.12】 터널 부대시설 상태안전성능 평가 결과(옹벽)

항목	침하	활동	배수공상태	계획선형오차	파손및손상	균열	재료열화			백태	철근노출	세굴	주변영향인자					결합수계 합점합	평가단위 결지수	평가단위 평가결과
							마모/ 침식	박리	박락 / 층분리				배수시설	사면조사						
														사면 구배	낙석 흔적	침출수				
진입부	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	7/e	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	-/-	-/-	-/-	7.00	0.10	a	
진출부	0/a	0/a	2/b	0/a	0/a	7/e	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	0/a	-/-	-/-	-/-	9.00	0.13	a	

2) 부대시설 상태안전성능 평가 결과

【표 1.5.13】 터널 부대시설 상태안전성능 평가 결과

구 분	개별 부대시설물 결함지수	전체 부대시설물 결함지수(f)	부대시설물 가중치	가중치 결정
진입부 옹벽	0.10	0.12	$0 \leq f < 0.15$	1.0
진출부 옹벽	0.13			

※ 부대시설물의 결함지수(f) = $\sum(f_n) / N$

1.5.5 전체시설물 상태안전성능 평가 결과

【표 1.5.14】 전체시설물 상태안전성능 등급 산정

시설물명	기본시설물 결함지수(F)	부대시설물 가중치(W)	결함지수(F)	상태안전성능 등급
오천터널(상)	0.043	1.00	0.043	A

1.5.6 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 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 불편감을 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

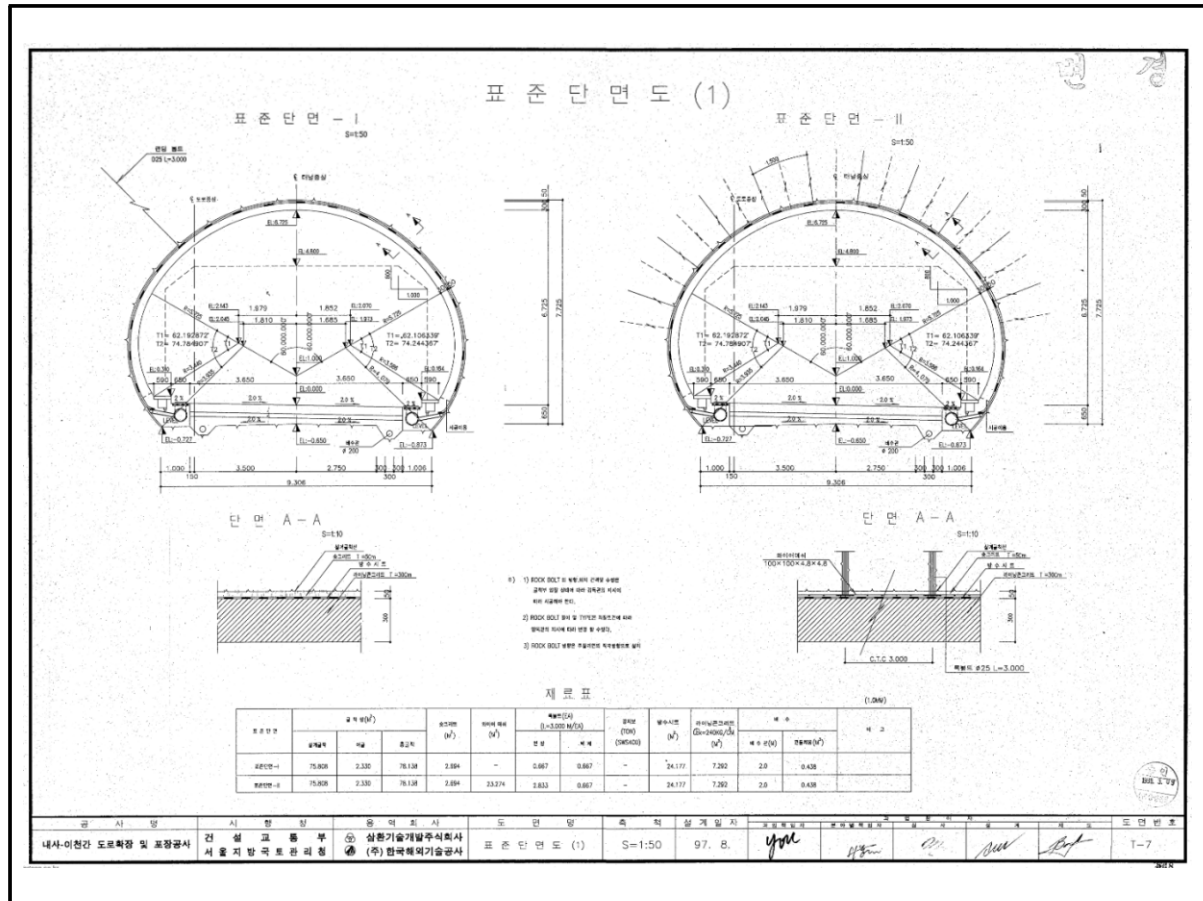
덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태인 “b” 로 평가.

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

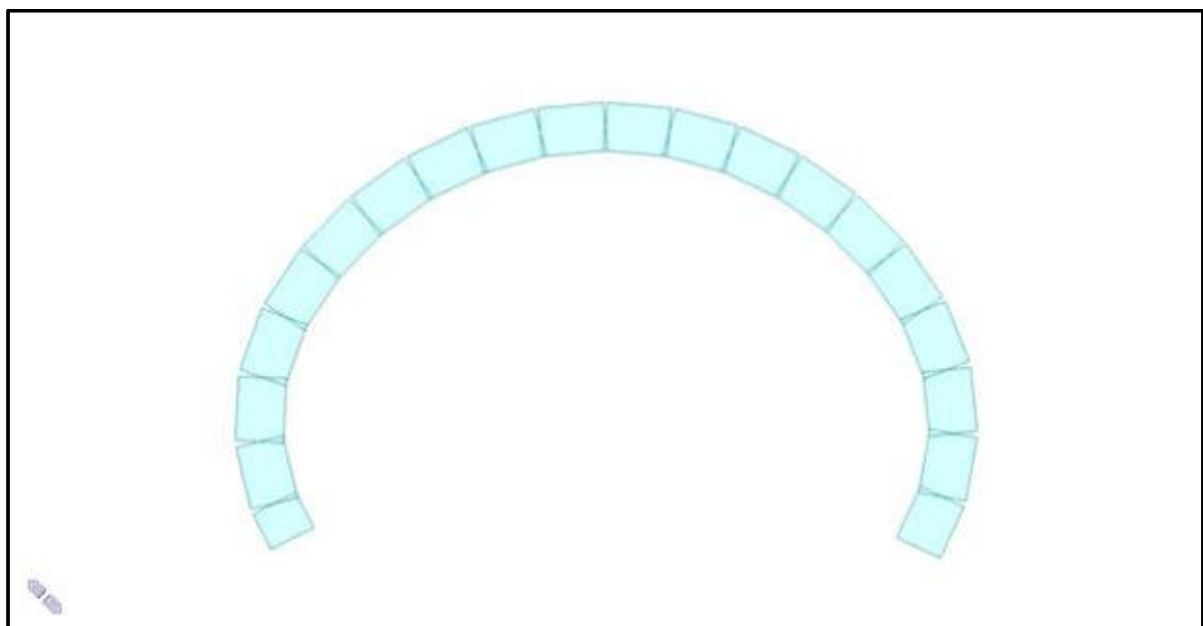
1.5.7 구조안전성능평가

가. 터널개요

1) 단면제원



【그림 1.5.1】 터널 단면도



【그림 1.5.2】 해석단면

나. 안전성 검토 결과

【표 1.5.15】 안전성 검토 결과

구분	모멘트 검토			전단력 검토		
	Mu	ϕMn	안전율	Mu	ϕMn	안전율
아치부	5.589	73.012	13.063	8.314	20.116	2.419
벽체부	41.888	133.081	3.177	22.277	35.922	1.612

다. 구조안전성능 평가 결과 산정

【표 1.5.16】 구조안전성능 평가 결과표

구조안전성능 평가 결과산정 표				
시설물명		오천터널(상)		표번호
부재구분		안전율(SF)	평가결과	비고
휨모멘트	아치부	13.063	a	
	벽체부	3.177	a	
전단력	아치부	2.419	a	
	벽체부	1.612	a	
구조안전성능평가 결과		◦ 최저 안전성능평가 결과 = A, 결함지수 = 0.14		

1.5.8 안전성능평가 결과

평가대상에 대하여 상태안전성능 및 구조안전성능을 실시한 후 그 결과에 의해 산출된 상태안전성능지수와 구조안전성능지수를 비교하여 작은 값을 최종 안전성능지수로 결정하여 터널의 안전성능 결과를 결정한다.

터널의 구조안전성능 평가지수 = $\text{Min}(\text{상태안전성능등급}, \text{구조안전성능등급})$

【표 1.5.17】 안전성능평가 결과

시설물 안전성평가 결과 산정표				
시설물명	오천터널(상)		표번호	【표 1.5.17】
평가구분	결합지수	평가결과	비고	
상태안전성능 평가	0.043	A	근거 표	【표 1.5.14】
구조안전성능 평가	0.14	A	근거 표	【표 1.5.16】
안전성평가 결과	■ 안전성능평가 결과 = A ■ 안전성능 평가지수(ps) = 0.14			

1.6 내구성능 평가

1.6.1 내구성능 평가 개요

콘크리트의 내구성능 평가항목은 크게 열화진전평가와 열화환경평가로 구분되며, 열화진전평가는 탄산화 깊이, 염화물 함유량, 피복 콘크리트의 품질이며, 열화환경평가는 비래염분에 의한 염해환경 및 동결융해의 반복에 의한 동해환경이다.

콘크리트 내구성능 평가 결과 산정방법은 내구성능 평가 지표별 결과 중 가장 낮은 등급인 최저등급을 반영한다.

열화진전평가는 각 세부부재별로 정해진 시험수량과 개소에서 실시하며, 열화환경평가는 전체 시설물을 대상으로 실시한다.

열화진전평가와 열화환경평가는 독립적으로 실시하며, 대상 시설물의 내구성능 등급에는 열화진전평가만이 사용되며, 열화환경평가는 종합등급 산정에는 활용하지 않으며 기타 구조물의 유지관리 업무에 활용된다.

1.6.2 내구성능 평가

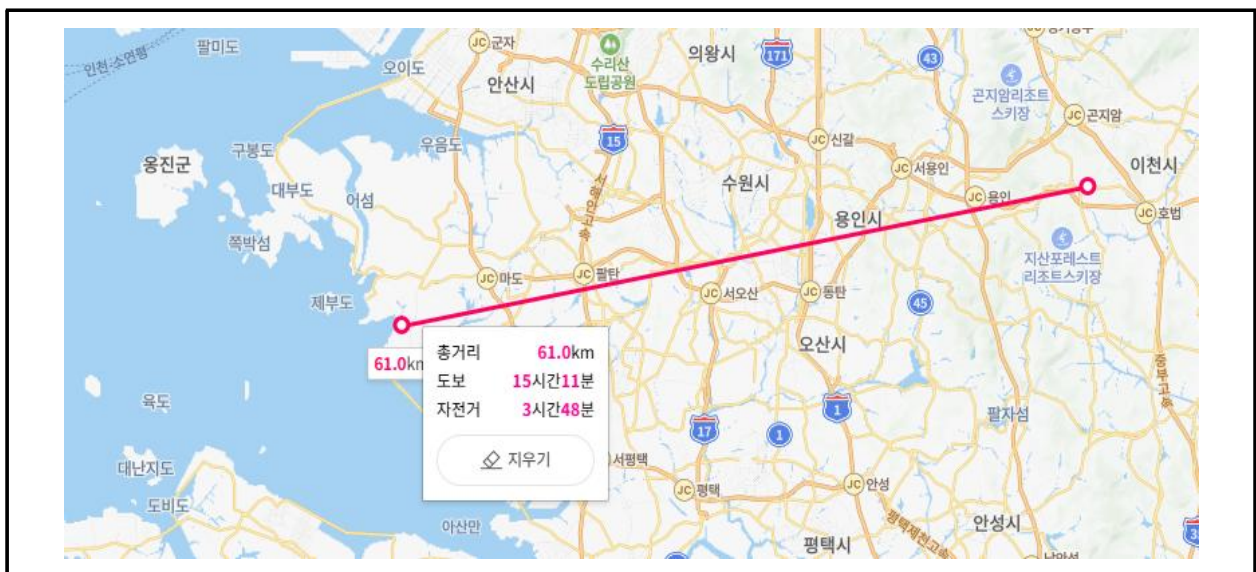
가. 열화환경 항목

1) 염해환경

(1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상터널은 경기도 이천시 마장면 회억리에 위치하며, 서해안으로부터 약 61.0km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과, 서해안으로부터 터널까지의 거리가 300m를 초과하여 평가등급은 A등급으로 분석되었다.



【그림 1.6.1】 위치도

【표 1.6.1】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

평가항목	해안	적용지역	해안으로부터 거리 X(m)	평가 등급
해안거리에 따른 비래염분 염해환경	서해안	그 외 지역	300초과	a등급

(2) 제설제 염해환경

강설일수는 기상청 기후자료를 참조하였으며, 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 이천 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설 자료 중 2015년부터 2024년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 0일로 확인되었고, 평가등급은 A등급으로 분석되었다.

【표 1.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경기도 이천시 마장면 회억리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	0일	2019.11~2020.3	0일	2022.11~2023.3	0일
2016.11~2017.3	0일	2020.11~2021.3	0일	2023.11~2024.3	0일
2017.11~2018.3	0일	2021.11~2022.3	0일	2024.11~2025.3	0일
2018.11~2019.3	0일	평균 강설일수			0일

주) 강설일수는 최근 10년간 최심신적설이 발생한 일수의 연간 평균값, *참고 : 기상자료개방포털 (<https://data.kma.go.kr/>)

주) 이천 관측소 2015~2024년 동절기 최심신적설 자료는 0일로 부록에 첨부하지 않음

2) 동해환경 평가

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 이천 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

- 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} & {강수량 > 0}인 연평균 일수

- 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃}인 연평균 일수

수분과 미접촉하는 부재의 경우 13회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 75.9회로써 검토되었고, 이게 동결융해 환경 등급은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재라 하여도 동결융해 사이클이 연평균 13회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 1.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경기도 이천시 마장면 회억리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	71일	2019.11~2020.3	73일	2022.11~2023.3	68일
2016.11~2017.3	91일	2020.11~2021.3	59일	2023.11~2024.3	64일
2017.11~2018.3	81일	2021.11~2022.3	79일	2024.11~2025.3	84일
2018.11~2019.3	89일	동결융해 횟수 (수분접촉)			75.9회

【표 1.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경기도 이천시 마장면 회억리				
분석기간	2015년 11월 1일 ~ 2025년 3월 31일 (10년)				
2015.11~2016.3	16일	2019.11~2020.3	9일	2022.11~2023.3	12일
2016.11~2017.3	14일	2020.11~2021.3	13일	2023.11~2024.3	14일
2017.11~2018.3	21일	2021.11~2022.3	9일	2024.11~2025.3	16일
2018.11~2019.3	6일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			13회

나. 열화진전 항목

1) 염화물 침투량

【표 1.6.5】 염화물 침투량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 침투량 (kg/m')				평가등급
			0~20mm	20~40mm	40~60mm	60mm~철근	
염화물 침투량	라이닝 (갱구부)	S2	0.025	0.011	0.007	—	a
	라이닝 (갱문부)	S54	0.018	0.005	0.005	0.005	a

【표 1.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm/year)			
			0~20mm	20~40mm	40~60mm	60mm~철근
염화물 확산계수	라이닝 (갱구부)	S2	—	—	0.059	—
	라이닝 (갱문부)	S54	—	—	—	0.054

【표 1.6.7】 철근부의 전염화물 침투량이 2.5(kg/m')가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 침투량 C_r 가 2.5(kg/m')가 되는 시점	라이닝 (갱구부)	S2	30년 초과	a
	라이닝 (갱문부)	S54	30년 초과	a

【표 1.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 침투량 평가 결과	철근부 전염화물 침투량 C_r 가 2.5(kg/m')가 되는 시점	염화물 침투량 최종 평가 등급
라이닝 (갱구부)	S2	a	a	a
라이닝 (갱문부)	S54	a	a	a

2) 탄산화 깊이

【표 1.6.9】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S2 라이닝(갱구부)	6.5	1.27	100년 이상	a	a
	S54 라이닝(갱문부)	2.0	0.39	100년 이상	a	

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 1.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급 및 지수		산술평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	라이닝	S2	128.3	—	a	0.08	0.08	a
		S2	—	101.3	a	0.08		
		S35	132.9	—	a	0.08		
		S54	136.7	—	a	0.08		

1.6.3 내구성능 평가결과

【표 1.6.11】 대상터널 제원

시설물명		오천터널(상)
콘크리트		일반 RC
지역		이천시
공용연수		21년
연장		457m
피복 두께		60mm
위치	지역	경기도 이천시 마장면 회억리
	해안 이격거리	서해안 300m 초과

【표 1.6.12】 터널의 콘크리트 내구성능 평가

세부 부재명 (가중치, %)		항목별 평가결과					
부재명	가중치	염화물 침투량	탄산화 깊이	피복콘크리트 의 품질	부재평가결과		가중치 적용
					등급	지수	
라이닝	70 / 60	—	—	a	a	0.08	0.06
갯문	30 / 30	a	a	a	a	0.08	0.02
환기구 콘크리트	— / 10	—	—	—	—	—	0.00
		결함도지수	0.08				
		등급	A				

【표 1.6.13】 열화환경지표의 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해환경		A
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	A
동해환경		B

1.7 사용성능 평가

1.7.1 사용성능 평가 개요

터널의 사용성능 평가는 시설물의 예상수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야할 사용자 편의성 및 계획당시의 설계기준에 근거한 사용목적을 만족하기 위한 성능으로 정의한다.

시설물의 사용성능은 주행성과 기능성으로 구분되며, 주행성은 사용자의 편의를 도모하는 시설의 성능으로 시설물에 대한 이용자의 만족도로 평가하며, 기능성은 시설물이 계획 당시의 목적대로 서비스를 제공할 수 있는 역량과 이를 유지할 수 있는 조건의 충족여부로 평가한다.

각 성능별로 세부지표의 평가 결과를 가중치를 반영하여 최종 평가 등급으로 결정한다.

터널의 세부지표는 성능평가의 정의에 따라 주행성과 기능성으로 구분하고 해당 시설물의 특성을 반영하여 필요 성능을 도출한다.

터널에서는 서비스의 성능에 직접적인 영향을 미치는 시설물의 성능으로 사용자의 만족도 측면에서 주행성과 시설물의 기능유지 측면에서 유지관리성, 수요 및 용량을 선정한다.

1.7.2 사용성능 평가

가. 포장상태 평가

1) 일반도로 포장상태 지수(NHPCI) 산정

오천터널(상)은 콘크리트 포장으로 2021 도로포장관리시스템 자료를 활용하였으며, 포장상태(NHPCI)가 4.60로 분석되어 “c” 등급으로 평가되었다.

【표 1.7.1】 포장상태 평가결과

노선명	방향	포장형식	X _{CR} (%)	X _{RD} (mm)	X _{IRI} (m/km)	NHPCI	평가등급
일반국도 42호선	상행선	CP	17.26	8.81	2.68	4.60	c
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 NHPCI를 분석한 결과, 4.60 으로 산정되어 보통 등급인 c등급으로 평가되었다.						

상세구간 번호	연장 (km)	균열율 (%)	소성변형 (mm)	IRI (m/km)	처짐량 (mm)	포장 상태 등급 (VI)	총교통량 (대/일)	ESAL (대/일)
D2111C7=01	0.302	17.26	8.81	2.68	0.22	3	32,871	7,225
D2111C8=02	0.498	15.32	3.39	2.17	0.22	3	32,655	5,811
D2111D9=02	0.583	9.45	3.37	1.24	0.22	2	15,391	1,941
D2111D3=02	0.344	16.25	4.95	3.35	0.22	3	33,774	4,022

나. 터널 내 휘도

과업대상의 구조물은 편도 2차선으로 구성되어 있으며, 주간의 자동차 터널 도로의 경계부 및 기본부의 평균 휘도 KS C 3703을 참조하여 적용하였으며, 휘도 측정결과 해당 시설물의 평균 노면 휘도가 해당 설계속도 휘도평가 기준의 85%이상인 b등급으로 평가되었다.

【표 1.7.2】 터널 내 휘도 평가결과

시설물명	설계속도 (km)	방향	교통량	설계값(cd/m ²)		실측값(cd/m ²)		실측/설계 (%)		평가 등급	비고
				경계부	기본부	경계부	기본부	경계부	기본부		
오천터널(상)	80 km	동-서향	305대/시간/차로 (보통)	150	6.5	144.3	5.8	96 (b)	89 (b)	b등급	
평가결과	휘도 측정결과 해당 시설물의 평균 노면 휘도가 해당 설계속도의 휘도평가기준의 85% 이상인 b등급으로 평가되었다.										

※ 교통량 산정 : 2024년 평균 일교통량 29,319대 ÷ 2(일방향) ÷ 24시간 ÷ 2(2차로) = 305대, 1,000미만~300초과로 보통에 해당

【표 1.7.3】 터널 내 휘도 성능평가결과

등급	등급기준
a	평균 노면 휘도가 해당 설계속도의 휘도평가기준 보다 높은 상태
b	평균 노면 휘도가 해당 설계속도의 휘도평가기준의 85% 이상
c	평균 노면 휘도가 해당 설계속도의 휘도평가기준의 75% 이상
d	평균 노면 휘도가 해당 설계속도의 휘도평가기준의 65% 이상
e	평균 노면 휘도가 해당 설계속도의 휘도평가기준의 65% 미만

다. 방재성

(1) 방재시설

본 오천터널(상)은 연장 457.0m로 연장등급 및 방재등급에 따라 해당터널의 적용등급은 4등급으로 검토하였다. 방재시설의 설치 기준을 검토한 결과는 다음과 같으며, ‘설치된 방재시설이 20% 미만의 수리 및 10% 미만의 교체가 필요 할 때’ 인 c등급으로 평가되었다.

【표 1.7.4】 방재시설의 설치기준

방재시설		터널등급	방재시설 설치 기준		방재시설 설치현황			평가 등급
			4등급	설치기준	설치 유무	수리	교체	
소화 설비	소화기구		●	50m 이내	●	1EA	—	c
	옥내소화전설비		해당없음	50m 이내	—	—	—	
	물분무설비		해당없음	방수구역 : 25~50m	—	—	—	
정보 설비	비상정보설비		해당없음	50m 이내	—	—	—	
	자동화재탐지설비		해당없음	환기방식별 필요인식 범위	—	—	—	
	비상방송설비		해당없음	50m 이내	—	—	—	
	긴급전화		해당없음	250m 이내	—	—	—	
	CCTV	△		터널 내 : 200~400m간격 터널 외 : 500m 이내	△	—	—	
	영상유고감지설비		해당없음	100m 간격	—	—	—	
	재방송설비	△		터널구간에서 청취가능	△	—	—	
	정보표시판		해당없음	터널전방 500m 이내	—	—	—	
	진입차단설비		해당없음	터널전방 500m 이내	—	—	—	
피난 대피 설비	비상조명등	△		야간 점등회로를 병용하여 설치	△	—	—	
	유도등		해당없음	대피시설 부근 측벽에 약 50m 간격	—	—	—	
	대피 시설	피난연결통로	해당없음	250~300m 이내	—	—	—	
		피난대피터널(1)	해당없음	—	—	—	—	
		격벽분리형 피난대피통로(1)	해당없음	—	—	—	—	
		비상주차대	해당없음	750m 이내	—	—	—	
소화 활동 설비	제연설비		해당없음	환기설비와 병용	—	—	—	
	무선통신보조설비	△		재방송설비와 병용할 수 있음	△	—	—	
	연결송수관설비		해당없음	50m 이내	—	—	—	
	(비상)콘센트설비		해당없음	50m 이내	—	—	—	
비상전 원설비	무정전전원설비	△		시설법 설치	△	—	—	
	비상발전설비		해당없음	별도로 구획된 실내 또는 함체에 설치	—	—	—	
평가등급					a	c	a	

【표 1.7.5】방재시설의 성능평가 결과

평가 기준	평가내용		평가 결과
	설치 유무	설치상태	
a	방재시설이 설치기준에 따라 설치되었을 때	방재시설이 구비 또는 교체후 5년 이내 이며 모두 양호한 상태	
b	방재시설이 설치기준의 90% 이상 설치되어 있을 때	방재시설이 구비 또는 교체후 5년 이상이며 모두 양호한 상태	
c	방재시설이 설치기준의 80% 이상 설치되어 있을 때	설치된 방재시설이 20% 미만의 수리 및 10% 미만의 교체가 필요 할 때	○
d	방재시설이 설치기준의 70% 이상 설치되어 있을 때	설치된 방재시설이 40% 미만의 수리 및 20% 미만의 교체가 필요 할 때	
e	방재시설이 설치기준의 70% 미만으로 설치되어 있을 때	설치된 방재시설이 40% 이상의 수리 및 20% 이상의 교체가 필요 할 때	

(2) 비상대피시간

본 오천터널(상)은 457m로 피난연락갱은 설치되어있지 않으며, ‘피난연락갱이 250m 이하 간격으로 설치됨, 또는 연장 500m 미만의 터널’ 인 a등급으로 평가되었다.

【표 1.7.6】비상대피시간의 성능평가 결과

등급	등급기준	평가 결과
a	피난연락갱이 250m 이하 간격으로 설치됨, 또는 연장 500m 미만의 터널	○
c	피난연락갱이 250m 초과와 간격으로 설치됨	
e	피난연락갱이 설치되어 있지 않음	

주) ‘도로 터널 방재시설 설치 및 관리지침(2019)’ 에서 터널연장이 1,200m 이하의 터널에서는 정량적 위험도 평가에 의해서 안전성 확보가 가능한 경우에는 최대 설치간격을 300m로 할 수 있음을 명시하고 있다. 따라서 비상대피에 대한 안전성이 확보된 연장 1200m 이하 터널은 피난 연락갱 간격이 300m 이하로 설치된 경우 a 등급으로 평가하며, 300 m 초과로 설치된 경우 c 등급으로 평가한다. 단, 피난연락갱이 설치되지 않은 경우 e 등급으로 평가한다.

주) 연장 500m 미만의 터널은 피난 시 입출구부의 거리가 250m 이하이므로 a등급으로 평가한다.

라. 유지관리성

(1) 기계/전기설비

본 오천터널(상)의 기계/전기시설에 대한 성능평가 결과, ‘사용연수가 구비 또는 교체 후 3년 이상이며, 장치의 외관 및 작동에 불량인 없는 건전한 상태’인 b등급으로 평가되었다.

【표 1.7.7】 기계/전기설비의 평가 결과

구분	구성	평가결과	등급점수	합계	계별 설비등급	평가등급
수변전설비	수전설비	b	4	4.0	b	b
	변전설비	b	4			
경보설비	비상발전기	b	4	4.0	b	
	축전지설비	b	4			
	UPS	b	4			
감시제어설비	자동제어설비	b	4	4.0	b	
	현장기기	b	4			
환기동력설비	환기동력설비	b	4	4.0	b	
조명설비	유도등	b	4	4.0	b	

【표 1.7.8】 기계/전기설비의 성능평가 결과

등급	등급기준	평가 결과
a	사용연수가 구비 또는 교체 후 3년 이내이며, 장치의 외관 및 작동에 불량인 없는 양호한 상태	
b	사용연수가 구비 또는 교체 후 3년 이상이며, 장치의 외관 및 작동에 불량인 없는 건전한 상태	○
c	불량이 경미하여 작동에 영향이 없는 상태	
d	상태 및 작동이 불량하여 수리가 필요한 상태	
e	상태가 불량하여 설비의 작동이 불가능한 상태로 교체가 필요한 상태	

마. 수요 및 용량

(1) 교통량

- 교량통 정보제공 시스템(TMS)을 활용하여 평가대상 교량 노선에 대한 일 교통량 분석 결과 일 교통량은 14,660대이다.
- 대상시설물의 2024년 수요예측 및 소요실제 교통량 조사 결과, 수요예측 교통량은 28,785대/일이며, 소요실제 교통량은 14,660대/일로 수요예측/소요실제의 비율이 100%이상으로 산정되어 a등급으로 평가되었다.

【표 1.7.9】 교통량의 성능평가 결과

구 분	수요예측(대/일) a	수요실제(대/일) b	대비(%) a/b*100	평가등급	비고
오천터널(상)	28,785	14,660	196.4	a등급	예측 :2024년 교통량 실제 :2024년 교통량

1.7.3 사용성능 평가결과

【표 1.7.10】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	주행성	포장상태	0.182	c	3
		터널내 휘도	0.139	b	4
	방재성	방재시설	0.187	c	3
		비상대피시간	0.184	a	5
기능성	유지관리성	기계/전기설비	0.144	b	4
	수요 및 용량	교통량	0.164	a	5
				결합도점수	3.979
				등급	B

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, $3 \times 0.182(\text{포장상태}) + 4 \times 0.139(\text{터널휘도}) + 3 \times 0.187(\text{방재시설}) + 5 \times 0.184(\text{비상대피시간}) + 4 \times 0.144(\text{기계/전기설비}) + 5 \times 0.164(\text{교통량}) = 3.979$
- 이를 최종 등급 산정 표에 적용시켜 보면 본 터널의 사용성능 등급은 B등급으로 평가된다.

【표 1.7.11】 최종평가결과 점수

등급	설명	결과 점수	평가 결과
A	현재 수요 등을 만족하고 장래 수요 및 외부조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준	4.5 이상	
B	현재 수요 등을 만족하나 장래 수요 및 외부조건 변화 등에 대한 관찰 및 주의가 필요한 성능 수준	3.5~4.5	○
C	장래 수요 및 외부조건 변화에 대해 기능발휘 또는 사용상 편의에 일부 문제점이 있어 일부 개선이 필요한 성능 수준	2.5~3.5	
D	대부분의 기능이 요구되는 기능에 미치지 못하거나 운영 및 사용상 편의가 심각하게 우려되는 수준으로서 광범위한 부분에서 개선이 필요한 성능 수준	1.5~2.5	
E	기능 발휘 또는 사용상 편의를 기대할 수 없어 개선 또는 개량이 필요한 성능 수준	1.5 미만	

【표 1.7.12】 최종평가결과 점수

기준	A	B	C	D	E
사용성능 평가지수	0.08	0.23	0.43	0.65	0.88

1.8 종합성능평가

성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합성능등급을 결정하였다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 「세부지침」에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하였다.

【표 1.8.1】 종합성능평가 결과 산정표

시설물 종합성능 평가 결과 산정표					
시설물명	오천터널(상)			표번호	【표 1.8.1】
평가구분	평가지수	평가결과	성능간 가중치(W_n)	비 고	
안전성능 평가	0.14	a	0.72	근거 표번호	【표 1.5.17】
내구성능 평가	0.08	a	0.18	근거 표번호	【표 1.6.12】
사용성능 평가	0.23	b	0.10	근거 표번호	【표 1.7.10】
종합평가 결과	- 터널의 종합 성능평가지수(P) $= \sum \text{평가지수}(p_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n)$ $= 0.14 \times 0.72 + 0.08 \times 0.18 + 0.23 \times 0.10 = 0.138$ - 터널의 종합 성능평가지수(P) : 0.138 - 터널의 종합평가결과 : A				

【표 1.8.2】 종합성능평가 결과

종합성능등급	평가지수	시설물의 상태
A (우수)	$0.00 \leq P < 0.15$	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	$0.15 \leq P < 0.30$	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	$0.30 \leq P < 0.55$	광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	$0.55 \leq P < 0.75$	성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	$0.75 \leq P$	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

1.9 유지관리 전략제안

1.9.1 성능목표 등급 산정

1.9.2 성능목표 등급 산정

【표 1.9.1】 등급점수 범위 및 대표점수

구분		A	B		C	D	E
			상B	하B			
도로 교량	점수	0.08	0.23		0.43	0.65	0.88
			0.18	0.27			
	범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.23$	$0.23 \leq X < 0.30$	$0.30 \leq X < 0.55$	$0.55 \leq X < 0.75$	$0.75 \leq X$

【표 1.9.2】 평가지표별 가중치 및 성능목표 등급산정 방법

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경			지진 구역계수 (5)	공용 연수 (6)
		동해환경 (2)	해안 이격거리 (3)	강설일수 (4)		
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표 = (1)×0.8 + [{(2)+(3)+(4)} / 3]×0.1 + (5)×0.08 + (6)×0.02						

【표 1.9.3】 사용성 및 기능성 성능목표 선정

구분	기준	평가터널	평가등급
일교통량	10,000 대/일 이상	14,660 대/일	하B
대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상	3.0km	

【표 1.9.4】 주변환경 성능목표 선정

구분	평가교량			평가등급	
동해환경	지속적인 수분접촉		75.9일	A	C
	지속적인 수분접촉 없음		13.0일	C	
해안이격거리	서해안	그 외 지역	300 초과	C	
강설일수	0일			C	

【표 1.9.5】지진구역계수 및 공용연수

구분	평가교량	평가등급
지진구역계수	경기도	A
공용연수	21년	C

【표 1.9.6】성능목표 등급 산정표

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경			지진 구역계수 (5)	공용 연수 (6)
		동해환경 (2)	해안 이격거리 (3)	강설일수 (4)		
평가등급	하B	C	C	C	A	C
평가점수	0.27	0.43	0.43	0.43	0.08	0.43
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표	= 0.27×0.8 + [{0.43+0.43+0.43}/3]×0.1 + 0.08×0.08 + 0.43×0.02 = 0.274(하B)					

1.9.3 성능평가 실시결과 검토·분석

안전성능평가 결과		내구성능평가 결과		사용성능평가 결과	
■ 상태안전성능 평가결과 → A등급(0.043) ■ 구조안전성능 평가결과 → A등급(0.14)		■ 내구성능 평가결과 → A등급(0.08)		■ 사용성능 평가결과 → B등급(0.23)	
종합평가		A등급(0.138)			
성능목표		B등급(0.23≤X<0.30)			
분석결과		■ 성능평가 실시 결과, 안전성능 평가 A등급, 내구성능 평가 A등급, 사용성능평가 B등급으로 분석되어 최종 종합평가 등급은 A등급으로 판정되었다. ■ 이는 시설물의 성능평가 목표치를 상회하는 상태로 분석되었다. ■ 발생한 손상 중 긴급보수를 요하는 손상은 발생하지 않았으며, 발생한 손상은 보수를 시행토록하고, 그 외 손상은 주기적인 점검을 통한 관리로 보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.			

1.9.4 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 보수 개략공사비

【표 1.9.7】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
천장부	균열(0.3㎜미만)	표면처리	4.40	1.65	㎡	299	493	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	0.30	0.45	m	103	46	2순위
	백태	표면처리	0.01	0.02	㎡	299	6	3순위
	박리, 파손	단면보수	2.10	3.15	㎡	1,152	3,629	2순위
	재료분리	단면보수	0.25	0.38	㎡	1,152	438	2순위
	조인트 들뜸, 박락	단면보수	0.14	0.21	㎡	1,152	242	2순위
측벽부	철근노출 및 박락	단면보수(방청)	0.32	0.48	㎡	1,336	641	2순위
공동구	균열(0.3㎜미만)	표면처리	3.80	1.43	㎡	299	428	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	106.70	160.05	m	103	16,485	2순위
	파손	단면보수	0.20	0.30	㎡	1,152	346	2순위
	들뜸	단면보수	2.64	3.96	㎡	1,152	4,562	2순위
	재료분리	단면보수	0.20	0.30	㎡	1,152	346	2순위
	철근부식	단면보수(방청)	0.08	0.12	㎡	1,336	160	2순위
	덮개 파손	정비(재설치)	79.00	79.00	EA	30	2,370	3순위
배수시설	배수구 토사퇴적	정비(청소)	1.46	2.19	㎡	40	88	3순위
	배수구 막힘	정비(청소)	1.00	1.00	EA	40	40	3순위
포장부	포장 파손	단면보수	1.50	2.25	㎡	1,152	2,592	3순위
	포장 토사퇴적	정비(청소)	226.56	339.84	㎡	7	2,379	3순위
사면	배수로 토사퇴적 및 식생	정비(청소)	60.00	90.00	㎡	7	630	3순위
옹벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	10.10	3.79	㎡	299	1,133	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	47.90	71.85	m	103	7,401	3순위
	파손	단면보수	0.29	0.44	㎡	1,152	507	3순위
	굽힘	단면보수	0.24	0.36	㎡	1,152	415	3순위
	박리	단면보수	1.20	1.80	㎡	1,152	2,074	3순위
	실런트 파손, 누락	정비(재설치)	5.60	8.40	m	12	101	3순위
부속시설	소화기 표시등 불량	정비	3.00	3.00	EA	200	600	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비			26,895		21,257		
	재경비 (순공사비의 50%)			13,448		10,629		
	합계			40,343		31,886		
개략공사비 총계(천원)		72,229						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

주3) 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

나. 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 1.9.8】 우선순위지수 산정

구분		손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
						손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
철 근	정비 등	—	—	—	—	배수상태	터널주변	안전 성능	b	1.00	0.06	0.72	0.11	0.00475	6
	정비 등	—	—	—	—	공동구상태	터널주변	안전 성능	b	1.00	0.02	0.72	0.11	0.00158	11
무 근	표면처리	4.40	1.65	299	493	균열 (0.3mm미만)	라이닝	안전 성능	b	1.00	0.16	0.72	0.11	0.01267	2
	주입보수	0.30	0.45	103	46	균열 (0.3mm이상)	라이닝	안전 성능	b	1.00	0.16	0.72	0.11	0.01267	2
	단면보수	2.10	3.15	1,152	3,629	박리, 파손	라이닝	안전 성능	c	1.00	0.09	0.72	0.20	0.01296	1
	단면보수	0.25	0.38	1,152	432	재료분리	라이닝	안전 성능	b	1.00	0.03	0.72	0.11	0.00238	10
	단면보수	0.14	0.21	1,152	242	조인트 들뜸, 박락	라이닝	안전 성능	c	1.00	0.05	0.72	0.20	0.00720	3
	단면보수 (방청)	0.32	0.48	1,336	641	철근노출 및 박락	라이닝	안전 성능	c	1.00	0.05	0.72	0.20	0.00720	3
	정비 등	—	—	—	—	배수상태	터널주변	안전 성능	b	1.00	0.07	0.72	0.11	0.00554	5
	정비 등	—	—	—	—	공동구상태	터널주변	안전 성능	b	1.00	0.03	0.72	0.11	0.00238	10
—	—	—	—	—	—	염화물	갱문	내구 성능	a	1.00	0.30	0.18	0.05	0.00270	9
	—	—	—	—	—	탄산화	갱문	내구 성능	a	1.00	0.30	0.18	0.05	0.00270	9
	—	—	—	—	—	파복콘크리트의 품질	라이닝	내구 성능	a	1.00	0.70	0.18	0.05	0.00630	4
	—	—	—	—	—	파복콘크리트의 품질	라이닝	내구 성능	a	1.00	0.30	0.18	0.05	0.00270	9
	—	—	—	—	—	포장상태	—	사용 성능	c	1.00	0.18	0.10	0.20	0.00364	8
	—	—	—	—	—	터널내화도	—	사용 성능	b	1.00	0.14	0.10	0.11	0.00153	12
	—	—	—	—	—	방재 시설	—	사용 성능	c	1.00	0.19	0.10	0.20	0.00374	7
	—	—	—	—	—	비상대피 시간	—	사용 성능	a	1.00	0.18	0.10	0.05	0.00092	13
	—	—	—	—	—	기계/전기 설비	—	사용 성능	b	1.00	0.14	0.10	0.11	0.00158	11
	—	—	—	—	—	통행량	—	사용 성능	a	1.00	0.16	0.10	0.05	0.00082	14

다. 유지관리 전략 제안

관리주체는 관할 내 터널의 경제성(교통량, 투입비용, 향후교통량), 검토사항(시공성, 제 3 대상 위험도, 노선, 환경), 사고위험 등을 종합적으로 고려하여 다수의 시설물 중 보수의 우선순위가 높은 시설물을 결정하고, 개별시설물의 비용효과 분석을 통해 선정된 시설물 내의 부재별 보수·보강 우선순위를 결정하여 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

다만, 부재별 우선순위를 선정할 때 부재 내의 손상의 경중을 고려한 것이 아닌, 부재별 총공사비와 해당 부재의 가중치를 비교하여 도출된 결론으로써 부재별 보수·보강의 효율성을 판단하는 것이므로 우선순위가 높은 부재라고 하더라도 그 부재가 주요손상을 포함하고 있다고 할 수는 없다. 그러므로 보수를 실시하고자 할 때 주요 손상에 대해 우선적으로 보수를 하고 순위별로 순차적으로 보수 조치를 취하도록 한다.

해당 터널은 종합성능평가 결과가 A등급(0.138)으로, 성능목표인 B등급($0.23 \leq X < 0.30$)을 상회하여 만족된 것으로 평가되었다. 터널의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

1.10 종합결론

본 시설물인 오천터널(상)은 경기도 이천시 마장면 회억리(국도42호선)에 위치한 터널로 2004년 12월에 준공하여 약 21년간 공용중인 시설물이며, 해당 터널은 2중 시설물로서 연장 457.0m, 편도 2차로, 폭 9.3m, 평균선형은 직선, 주요공법은 NATM, 갱문은 원통절개형(진입부), 면벽식(진출부), 환기방식은 자연환기 방식으로 시공되어있다.

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” (이하 “시설물안전법” 이라 한다.)에 따른 성능평가를 시행하여 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

1.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 천장부

- 천장부에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 콘크리트 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 라이닝 두께차이로 인한 응력 불균형 등에 의해 발생한 비구조적인 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 백태는 열화부 우수유입, 수분침투 등에 의해 발생한 것으로 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 표면처리를 통한 보수가 필요하다.
- 박리, 파손, 재료분리, 조인트 들뜸, 박락의 경우 거푸집 조기탈거 및 이동시 충격, 라이닝 폼 유압재 압력의 응력불균형, 온도변화, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상부 탈락에 의한 통행차량의 안전을 위협할 수 있으므로, 제거 후 단면보수 등의 조치가 필요하다.
- 피복부족, 표면오염은 시공미흡, 우수유입, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.
- 조인트부에서 조사된 실란트 들뜸, 단차는 온도변화에 의한 신축거동, 시공미흡, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 것으로 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

2) 측벽부

- 측벽부에서 조사된 타일 균열/파손/탈락/긁힘/들뜸, 몰탈탈락의 경우 라이닝 콘크리트 내부 균열에 의한 반사균열 및 장기공용에 따른 타일 몰탈 부착력 저하, 차량의 외부충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 추후 손상증가시 일괄적으로 보수 및 재시공을 하는 것이 유지관리에 유리할 것으로 판단된다.

- 철근노출 및 박락의 경우 타일 손상부로 우수 및 지표수 유입, 철근부식, 피복두께 부족 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 콘크리트의 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청)를 실시하는 것이 바람직하다.
- 누수흔적은 우수유입 등에 의한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

3) 갯문

- 갯문은 구조물의 안전을 저해할 만한 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.
- 갯문에 조사된 마감재 파손의 경우 공용기간 증가에 의한 부착력 저하 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하고, 진전시 일괄보수를 통한 유지관리가 요구된다.

4) 공동구

- 공동구 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우, 공동구 본체에 발생한 비진행성 균열로서 발생원인은 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축, 동결융해 등의 복합적 요인에 의한 손상으로 판단된다. 상기 손상부는 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수, 주입보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 파손, 들뜸, 재료분리, 철근부식, 덮개 파손의 경우, 거푸집 조기탈거 및 이동시 충격, 외부충격(차량), 동절기 제설제 등의 원인에 의한 손상으로 판단되며, 상기 손상부는 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진, 유지관리상 안전을 위한 단면보수 및 방청, 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수구 토사퇴적, 배수구 막힘의 경우, 주행차량 통행에 의한 이물질퇴적, 비산먼지, 동절기 제설제 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 터널내 원활한 배수를 위해 정비, 청소를 실시하는 것이 요구된다.

6) 포장부

- 포장부에서 조사된 포장 균열, 파손의 경우 건조수축 및 중차량의 반복통행에 의한 진동 및 충격, 공용기간 증가, 제설제의 유입 등 복합적인 요인에 의한 것으로 판단되며, 균열은 경미한 편으로 주의관찰을 실시하고, 파손은 통행차량의 주행안전성, 포장의 내구성확보 차원에서 소파보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.

- 포장 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 비산먼지, 외부 토사 및 이물질 유입 등에 의해 발생한 것으로 배수시설로 유입시 배수기능 저하 가능성이 있으므로 주기적인 청소를 통한 유지관리가 요구된다.

7) 사면

- 사면에서 조사된 녹생토 유실은 공용기간 증가, 우기시 집중적인 강우 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 배수로 토사퇴적 및 식생은 공용기간 증가, 강우시 낙엽 및 토사퇴적에 의해 발생한 것으로 판단되며, 원활한 배수기능 확보를 위해 정비, 청소를 통한 유지관리가 요구된다.

8) 옹벽

- 옹벽에 조사된 균열(0.3mm미만, 이상)은 시공초기 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수 등과 같은 보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 파손, 굽힘, 박리는 외부충격, 시공미흡, 외기노출 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 내구성 확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 실란트 파손, 누락의 경우 공용기간 경과, 시공미흡 등에 의한 손상으로 실란트 재설치를 통한 유지관리가 필요하다.
- 배수구 막힘의 경우 강우 등에 의한 이물질 퇴적에 의한 것으로 판단되며, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

9) 부속시설

- 부속시설은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 소화시설의 소화기 표시등 불량은 공용기간 경과에 의한 노후화 등에 의한 손상으로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

10) 공중이 이용하는 부위

(1) 추락방지시설

- 공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 미설치된 상태이다.

(2) 도로포장

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

(3) 도로부 신축이음부

- 공중이 이용하는 부위 중 돌부 신축이음부는 미설치된 상태이다.

(4) 환기구 등의 덮개

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

11) 내구성 조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 30.8~32.8MPa로 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 2.0~6.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이를 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.
- 염화물 침투량은 측정 전 개소에서 0.3kg/m³ 이하로서 상태평가기준 ‘a’로 평가되었으며, 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단된다.

1.10.2 종합성능평가 결과

【표 1.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표					
시설물명	오천터널(상)			표번호	【표 1.10.1】
평가구분	평가지수	평가결과	성능간 가중치(W_n)	비 고	
안전성능 평가	0.14	a	0.72	근거 표번호	【표 1.5.17】
내구성능 평가	0.08	a	0.18	근거 표번호	【표 1.6.12】
사용성능 평가	0.23	b	0.10	근거 표번호	【표 1.7.10】
종합평가 결과	■ 터널의 종합 성능평가지수(P) $= \sum \text{평가지수}(p_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n)$ $= 0.14 \times 0.72 + 0.08 \times 0.18 + 0.23 \times 0.10 = 0.138$ ■ 터널의 종합 성능평가지수(P) : 0.138 ■ 터널의 종합평가결과 : A				

1.10.3 종합결론

- 오천터널(상)은 약 21년의 공용기간이 경과한 터널시설물로 외관조사결과 국부적으로 손상이 발생한 것으로 조사되었으나 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으며, 금회 안전성능 평가 “A등급”, 내구성능 평가 “A등급”, 사용성능 평가 “B등급” 으로 평가되어 종합성능평가 등급이 “A등급” 으로 산정되었다.
- 성능평가지수가 20년 2중성능평가 0.138(A등급) ⇨ 25년 2중성능평가 0.138(A등급) 으로 등급이 동일한 것으로 분석되었다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, A등급(0.138)으로 평가되어 성능목표 등급인 B등급(결함도 범위 : $0.23 \leq X < 0.30$)을 상회한 상태이므로 성능을 고려한 보수 우선순위 정보를 활용하여 예산범위 내에서 적절한 보수공사가 지속적으로 시행된다면 성능목표 상태의 시설물 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.

1.10.4 사용제한의 필요성 여부

- 내구성의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사항은 발생되지 않은 상태에서 시설물의 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

1.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 오천터널(상)에 대한 성능평가결과 중점관리 사항은 아래와 같다.
 - ① 라이닝 균열 : 균열의 진전 및 추가발생 여부 확인
 - ② 라이닝 조인트부 들뜸 및 박락 : 탈락으로 인한 안전사고 우려
 - ③ 갯문옹벽 균열 : 주의관찰 및 손상 증대 여부 확인
 - ④ 공동구 덮개 파손 : 손상 진전으로 인한 이용자 안전사고 우려
 - ⑤ 포장부 파손 : 콘크리트 탈락으로 주행차량의 안전성 우려

1.10.6 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.

