

제2장 부평터널(상)

2.1 시설물 개요

2.2 자료수집 및 분석

2.3 외관조사 결과

2.4 재료시험 결과

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.6 정밀안전점검결과 조치방안

2.7 보수·보강 및 유지관리방안

2.8 종합결론 및 건의

제2장 부평터널(상)

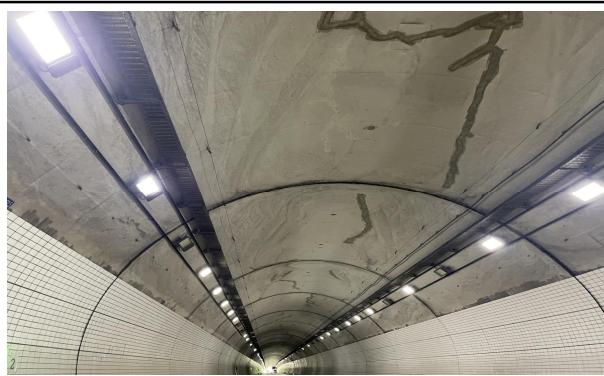
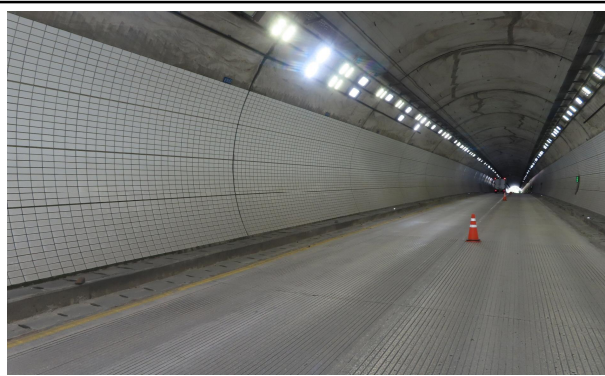
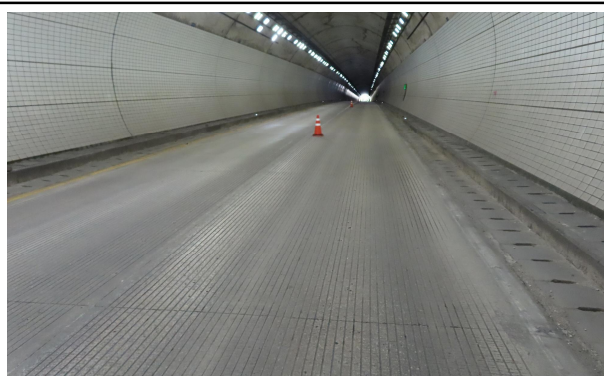
2.1 시설물 개요

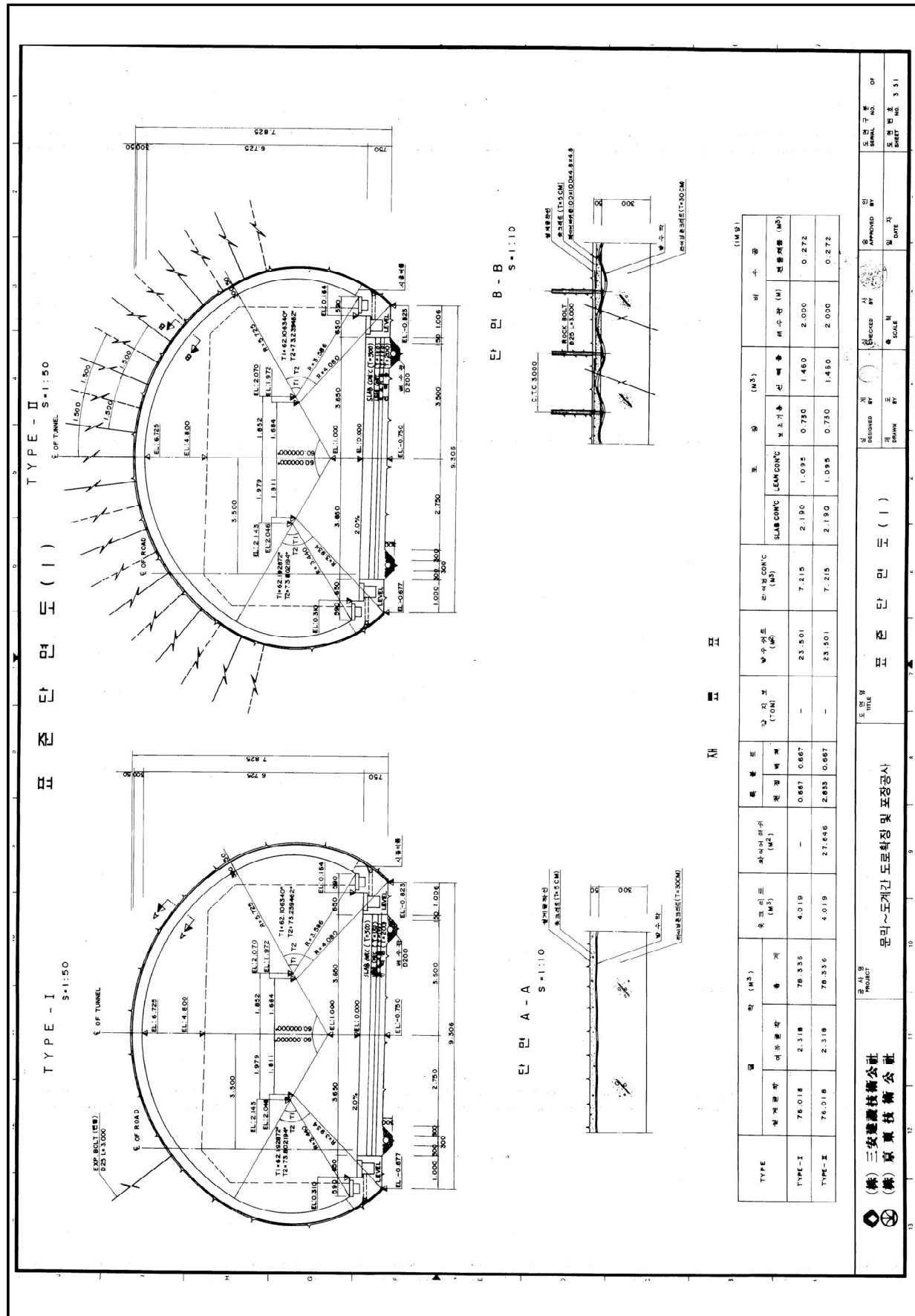
2.1.1 시설물 현황

【표 2.1.1】 부평터널(상) 시설물 현황표

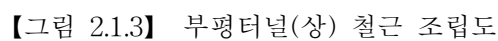
작성일 : 2022년 06월 30일			
터널명	부평터널(상) - 2중 시설물		
노선명	국도42호선	시행청	원주지방국토관리청
시점	경기도 여주시 강천면 부평리	종점	경기도 여주시 강천면 부평리
터널형식	NATM	관리주체	수원국토관리사무소
차선수	왕복2차로	환기방식	자연환기
연장	478.0m	설계사	(주)삼안건설기술공사
내공단면	B= 9.3m, H= 6.7m	시공사	극동건설(주)
배수형식	양측면 배수식	감리사	1994년 12월 20일
종단기울기	3.43°, -2.833°	착공	1999년 12월 31일
평균선형	-	준공	1999년 12월 31일
연결통로	없음	개문형식	면벽식
주요공법	NATM	보조공법	-
기타	※ 중·평면도 - 2.1.3 시설물 주요도면 참조 ※ 중점 점검사항 - 라이닝 균열 심화 및 들뜸부 탈락 유무 점검 - 현 상태와 이전의 전반적인 상태변화 여부 판단 - 보수·보강부위 : 조명시설(전구교체, 저압나트륨램프 교체), 비상전화 설치, 가로등 케이블교체, 시선유도시설, 종그루빙		

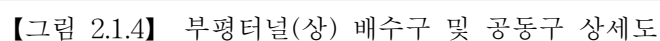
2.1.2 시설물 전경

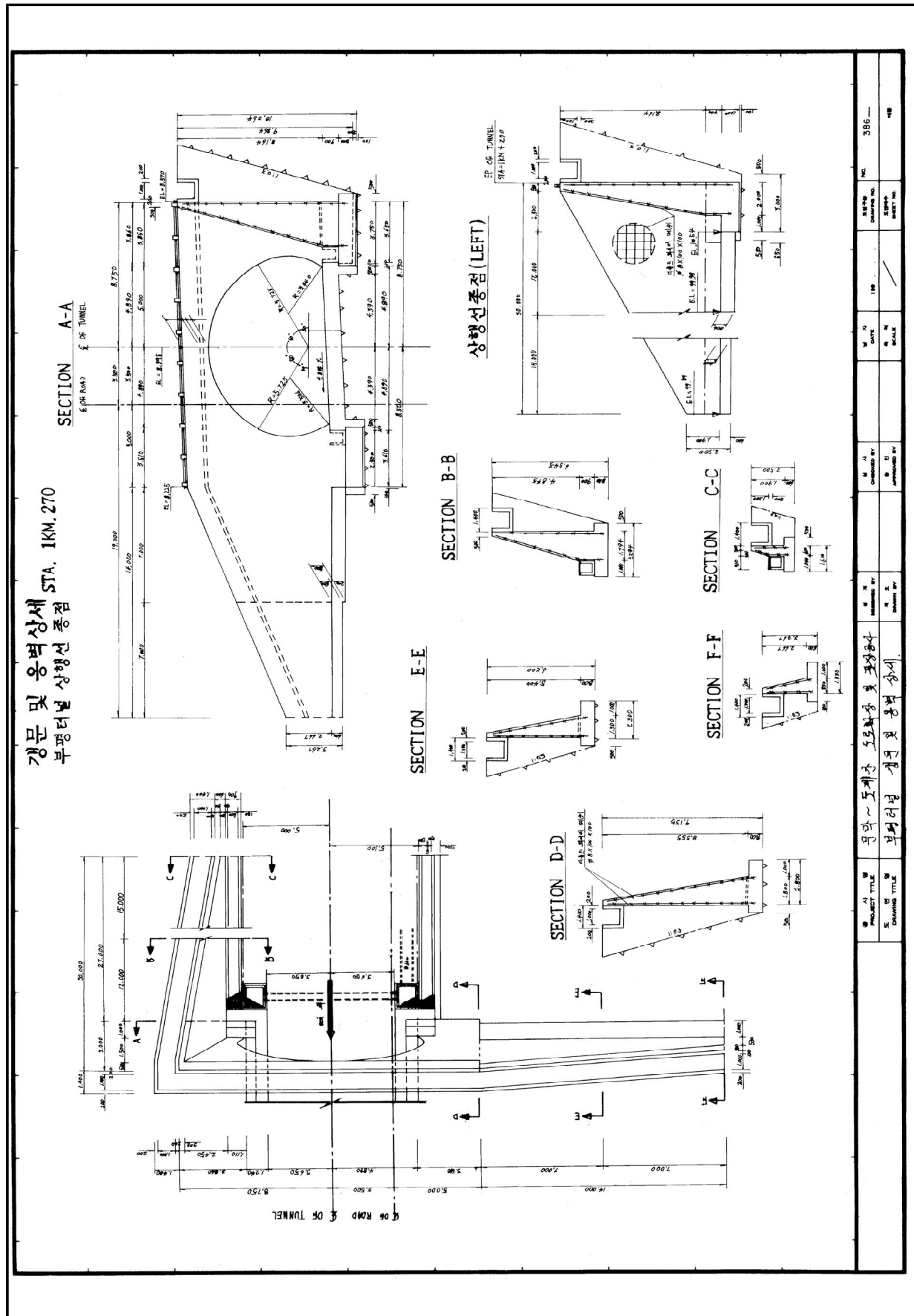
	
입구부 갭문	출구부 갭문
	
라이닝	벽체
	
포장부	공동구
	
배수시설	소방시설



【그림 2.1.2】 부평터널(상) 표준단면도







【그림 2.1.5】 부평터널(상) 강문 및 옹벽 상세도

2.2 자료수집 및 분석

2.2.1 자료수집 현황

부평터널(상)은 NATM 형식, L= 478.0m, B= 9.0m, 일반국도42호선상의 도로터널로 1999년 12월 준공되어 공용중인 2종 시설물인 것으로 확인되었다.

관련자료는 “시설물관리대장” 등에서 관련자료를 수집하여 본 과업수행에 활용하였다.

【표 2.2.1】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	o 공통 - 준공내역서, 공사시방서, 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서, 기타 특이사항 보고서	- 일부보유	-
	o 설계도면 - 공통 - 토목, 건축, 기계·전기설비	- 일부보유	FMS
시설물 관리대장	o 기본현황 o 상세제원 o 유지관리 이력	- 기록 관리됨.	FMS
시공관련 자료	o 시공관련자료 o 품질관리 관련자료 - 재료증명서, 품질시험기록, 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 o 사고기록, 터널시설 운영기록	- 일부보유	비대상 준공일 (FMS)
안전점검 및 정밀안전점검 자료		- 기록 관리됨.	FMS
보수·보강 자료		- 기록 관리됨.	FMS

2.2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

【표 2.2.2】 건설 관련자료 검토결과 요약

검토항목	검토결과 요약	비고
구조 및 수리 계산서 검토	관련자료 검토결과, 구조 및 수리계산서 관련자료가 미비하여 검토는 불가능한 것으로 확인되었다.	
설계도면 검토	“강천-문막간 도로확장 및 포장공사 구조물도, 1994. 05” 관리주체에서 일부보유 중인 도면 확인결과 터널제원, 종평면도, 표준 단면도는 적정하게 작성된 것으로 검토되었다.	

【표 2.2.2】 건설 관련자료 검토결과 요약(계속)

검토항목	검토결과 요약	비고																							
토질 및 지반조사 자료 검토	“강천-문막간 도로확장 및 포장공사 토질조사보고서, 1994. 05” 본 터널의 시추작업은 입구부(TB-3), 출구부(TB-2), 중앙부(TB-1) 3곳에서 실시 하였다. 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, 연암 하부로 갈수록 녹색~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 코아로 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 대체로 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.D치를 보이고 있으며, 기타구간은 52~71%로 보통~비교적 양호 R.Q.D치를 보이고 있다. 3) 터널 중앙부(TB-1공) 터널 중앙부는 0.6m정도의 층후를 갖는 표토층은 실트질 모래와 자갈로 구성되어 있으며, 1.4m 정도의 연암층은 세립의 흑운모 화강암으로 이루어져 있다. 연암하부에는 절리면을 따라서 적갈색~황갈색의 산화물이 배태되어 풍화대를 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.D값을 갖는다. 그러나 기타 구간은 50~72%범위로서 보통~비교적 양호 상태를 보인다.																								
	<표 4.1> 터널지역 지층 조사 통계표 (단위: m) <table> <tr> <th>공 번</th><th>표 토 층</th><th>연 암 층</th><th>경 암 층</th><th>S.P.T (회)</th><th>비 고</th></tr> <tr> <td>TB - 2</td><td>0.90</td><td>3.10</td><td>31.00</td><td>-</td><td>출 구 부</td></tr> <tr> <td>TB - 3</td><td>0.30</td><td>1.10</td><td>30.60</td><td>-</td><td>중 앙 부</td></tr> <tr> <td>합 계</td><td>1.20</td><td>4.40</td><td>31.60</td><td>-</td><td>입 구 부</td></tr> </table>	공 번	표 토 층	연 암 층	경 암 층	S.P.T (회)	비 고	TB - 2	0.90	3.10	31.00	-	출 구 부	TB - 3	0.30	1.10	30.60	-	중 앙 부	합 계	1.20	4.40	31.60	-	입 구 부
공 번	표 토 층	연 암 층	경 암 층	S.P.T (회)	비 고																				
TB - 2	0.90	3.10	31.00	-	출 구 부																				
TB - 3	0.30	1.10	30.60	-	중 앙 부																				
합 계	1.20	4.40	31.60	-	입 구 부																				

【표 2.2.2】 건설 관련자료 검토결과 요약(계속)

검토항목	검토결과 요약	비고
시공 관련자료 검토	“강천-문막간 도로확장 및 포장공사 최종감리보고서, 1999. 12” - 검토결과, 시공공정·품질·안전관련 자료는 적정하게 관리되었던 것으로 검토되었다.	
“시설물관리대장”, ‘관리주체 보유도서/보고서’내 관련자료를 통하여 확인하였으며, 항목별 건설 관련자료는 적정하게 작성, 관리되고 있는 것으로 판단되며, 시설물의 안전을 저해할 만한 사항은 없는 것으로 확인되었다.		

2.2.3 기존 점검·진단 실시결과 요약

가. 점검·진단 이력사항

본 시설물은 공용기간 중 주기적인 안전점검을 실시하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.

【표 2.2.3】 주요 점검/진단 이력

번호	점검·진단기간	점검·진단 기간명	비용 (원)	주요 점검·진단 결과
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
1	2021-07-01 ~ 2021-12-31	자체수행	0	지속관찰
	정기안전점검	장인원	양호	구조적 안전성에 문제는 없는 것으로 판단됨.
2	2021-01-01 ~ 2021-06-30	자체수행	0	지속관찰
	정기안전점검	박상훈	양호	구조적 안전성에 문제는 없는 것으로 판단됨.
3	2020-07-01 ~ 2020-12-31	자체수행	0	지속관찰(보수예정)
	정기안전점검	박상훈	양호	대체로 양호(측벽부 미세 균열 발생, 포장부 균열)
4	2020-01-01 ~ 2020-06-30	자체수행	0	지속관찰(보수예정)
	정기안전점검	박상훈	양호	대체로 양호(측벽부 미세 균열 발생)
5	2019-08-30 ~ 2019-12-10	반석안전(주)	13,676	-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 불량이 없는 상태이며, 교통량은 실제수요가 예측수요보다 적은 것으로 평가됨 -종합성능등급 : A등급(우수) 으로 지정됨
	2종성능평가	이해성	A등급	- 표면보수, 주입보수, 단면보수, 단면보수(방청), 염해방지도장, 청소, 재설치 등

【표 2.2.3】 주요 점검/진단 이력(계속)

번호	점검·진단기간	점검·진단 기간명	비용 (원)	주요 점검·진단 결과
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
6	2019-08-30 ~ 2019-12-10	반석안전(주)	9,232	-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
	정밀안전점검	이해성	A등급	-천단부 및 어깨부 : 표면보수, 주입보수, 단면보수 -측벽부 : 단면보수, 주의관찰 -포장면 : 단면보수 -갹구부 및 옹벽부 : 주의관찰(초기값설정완료) -비탈면 및 수로 : 청소 및 정비, 단면보수 -공동구 : 단면보수, 주의관찰 -배수시설 : 주의관찰 -전기시설 및 기타시설 : 재설치
7	2019-07-01 ~ 2019-12-31	자체수행	0	지속관찰(보수예정)
	정기안전점검	박상훈	양호	대체로 양호(측벽부 미세 균열 발생)
8	2019-01-01 ~ 2019-06-30	자체수행	0	지속관찰(보수예정)
	정기안전점검	손춘옥	양호	대체로 양호(측벽부 미세 균열 발생)
9	2018-10-01 ~ 2018-12-31	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	이명신	양호	양호
10	2018-04-01 ~ 2018-06-30	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	박귀택	양호	양호
11	2017-10-01 ~ 2017-12-31	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	박상훈	양호	양호
12	2017-04-01 ~ 2017-06-30	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	박상훈	양호	양호
13	2016-10-01 ~ 2016-12-31	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	박상훈	양호	양호

【표 2.2.3】 주요 점검/진단 이력(계속)

번호	점검·진단기간	점검·진단 기간명	비용 (원)	주요 점검·진단 결과
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
14	2016-06-01 ~ 2016-10-28	(주)신우기술	8,700	-본선라이닝 천단부 : 균열, 콘크리트 박리 벽체 : 콘크리트 파손, 몰탈박리 및 박락, 타일균열, 타일탈락 및 파손 -터널주변 배수상태 : 양호, 비탈면(주변사면) : 양호 측구 : 콘크리트파손 갯구 및 옹벽 : 양호 공동구 : 덮개파손, 박리 및 박락 배수로 : 덮개파손 포장 : 아스콘 파손, 콘크리트 파손 기타시설 : 소화기 보관함 덮개탈락, 소화기 전등파손
	정밀안전점검	최호천	A등급	-표면처리 : 균열, 몰탈박리 및 박락 -단면보수 : 콘크리트 파손, 콘크리트포장 파손, 박리 및 박락 -타일교체 : 타일 파손 및 균열, 탈락 -덮개교체 : 배수로덮개 파손 -팻칭보수 : 아스콘 파손 -덮개설치 : 소화기 보관함 덮개탈락 -전등설치 : 소화기 전등파손
15	2016-04-01 ~ 2016-06-30	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	박상훈	양호	천정부(균열), 측벽부(타일 균열 및 탈락)
16	2015-10-01 ~ 2015-12-31	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	최재훈	양호	천정부(균열), 측벽부(타일 균열 및 탈락)
17	2015-04-01 ~ 2015-06-30	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	김사중	양호	천정부(균열), 측벽부(타일 균열 및 탈락)
18	2014-07-01 ~ 2014-12-31	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	김사중	양호	천정부(균열), 측벽부(타일 균열 및 탈락)
19	2014-01-01 ~ 2014-06-30	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	김사중	양호	천정부(균열), 측벽부(타일 균열 및 탈락)

【표 2.2.3】 주요 점검/진단 이력(계속)

번호	점검·진단기간	점검·진단 기간명	비용 (원)	주요 점검·진단 결과
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
20	2013-11-01 ~ 2013-12-31	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	김사중	양호	천정부(균열), 측벽부(타일 균열 및 탈락)
21	2013-05-01 ~ 2013-06-30	자체수행	0	지속 관찰
	정기안전점검	김사중	양호	천정부(균열), 측벽부(타일 균열 및 탈락)
22	2013-04-30 ~ 2013-07-28	(주)유원이엔씨	3,679	천단부 균열, 망상균열, 콘크리트 박리, 벽체 파손, 박락, 타일균열, 탈락, 파손, 소화기 보관함 파손, 포장 파손, 공동구 박리, 파손, 박락, 표지병 파손
	정밀안전점검	김상아	A등급	표면처리, 주입보수, 단면복구, 소화기 보관함 재설치, 교체
23	2011-12-19 ~ 2011-12-19	수원국도관리사무소	0	터널조명등 조도불량
	정기안전점검	김호열	양호	12년 공사예정
24	2011-06-16 ~ 2011-06-16	수원국도관리사무소	0	터널조명등 조도불량
	정기안전점검	김호열	양호	11년도 상반기 보수예정
25	2011-03-25 ~ 2011-06-22	주식회사건영이엔씨	3,800	보수공사가 기 시행되어 전반적인 터널의 상태는 양호한 상태이다. 내구성조사 결과 설계기준을 만족하고 있는 것으로 확인되었으며, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없는 상태
	정밀안전점검	김양식	A등급	손상의 정도가 경미하므로 현시점에서의 보수 보다는 지속적인 유지관리가 필요
26	2010-12-14 ~ 2010-12-14	수원국도관리사무소	0	터널조명등 조도불량
	정기안전점검	이해민	양호	
27	2010-06-21 ~ 2010-06-21	수원국도관리사무소	0	터널조명등 조도불량
	정기안전점검	김지환	양호	
28	2009-11-17 ~ 2009-11-17	수원국도관리사무소	0	터널조명등 조도불량
	정기안전점검	김지환	양호	
29	2009-06-15 ~ 2009-06-15	수원국도관리사무소	0	공동구 덮개파손
	정기안전점검	이정일	양호	
30	2009-03-23 ~ 2009-06-21	영동이엔지(주)	8,981	공동구 덮개 및 모서리 파손, 조명불량, 전반적으로 보수가 완료, 양호한 상태임.
	정밀안전점검	신동식	B등급	마감재 재설치, 단면보수, 소화기 덮개 설치

【표 2.2.3】 주요 점검/진단 이력(계속)

번호	점검·진단기간	점검·진단 기간명	비용 (원)	주요 점검·진단 결과
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
31	2008-11-05 ~ 2008-11-05	수원국도관 리사무소	0	대체적 양호
	정기안전점검	경명선	양호	
32	2008-06-11 ~ 2008-06-11	수원국도관 리사무소	0	대체적 양호
	정기안전점검	경명선	양호	
33	2007-12-06 ~ 2007-12-06	수원국도유 지건설사무 소	0	대체적 양호
	정기안전점검	이정일	양호	
34	2007-08-27 ~ 2007-10-19	서경구조안 전진단(주)	1,665	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.
	정밀안전점검	김창식	A등급	라이닝 천단부, 벽체부, 공동구 및 갭문에 발생되어 있는 0.2mm이하의 균열은 표면처리공법으로 보수를 하고, 박리 및 파손부와 포장손상부에 대해서는 단면복구공법으로 보수를 하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.
35	2007-05-23 ~ 2007-06-07		0	이상없음
	정기안전점검	이정일	양호	이상없음
36	2006-11-23 ~ 2006-11-23	수원국도유 지건설사무 소	0	
	정기안전점검	이재만	양호	전반적으로 양호한 상태
37	2006-06-15 ~ 2006-06-15	수원국도유 지건설사무 소	0	전반적으로 양호한 상태
	정기안전점검	이재만	양호	
38	2005-10-27 ~ 2005-10-27		0	전반적으로 양호한 상태
	정기안전점검	이정일	양호	.
39	2005-02-01 ~ 2005-04-01	(주)하이콘엔 지니어링	4,805	본 터널은 상태등급 산정결과 각 경간의 환산결함도지수는 0.25로서, 산정기준에 의해 대상터널의 상태등급은 “B”등급에 해당되는 것으로 조사되었다.
	정밀안전점검	이원호	B등급	본 부평터널(상)에 대해서는 적정한 보수 및 계획적이고 정기적인 점검과 유지관리가 수반된다면 안전성과 내구성 및 사용성에는 문제가 없는 것으로 평가된다.

【표 2.2.3】 주요 점검/진단 이력(계속)

번호	점검·진단기간	점검·진단 기간명	비용 (원)	주요 점검·진단 결과
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
40	2004-11-04 ~ 2004-11-04	수원국도유 지건설사무 소	0	전반적으로 양호한 상태
	정기안전점검	이정일	양호	
41	2004-06-14 ~ 2004-06-14	수원국도유 지건설사무 소	0	전반적으로 양호한 상태
	정기안전점검	이정일	양호	
42	2003-02-13 ~ 2003-03-29	케이에스엠 기술(주)	3,710	
	정밀안전점검	이상범	B등급	
43	2002-11-04 ~ 2002-11-18		10,000	일부 조명등 교체 필요
	정기안전점검	토목서기 정현준	양호	도급 보수
44	2002-05-15 ~ 2002-05-29		0	육안점검결과 특별한 이상없음
	정기안전점검	토목주사보 홍경표	양호	
45	2001-12-05 ~ 2001-12-18			육안점검결과 특별한 이상없음
	정기안전점검	토목주사보 홍경표	양호	
46	2001-03-21 ~ 2001-06-18	비엔티엔지 니어링(주)	2,835	터널천단부의 종균열에 대하여는 보수가 필요
	정밀안전점검	이기성	B등급	하자보수공사 실시
47	2000-11-21 ~ 2000-12-13		0	육안점검결과 특별한 이상없음
	정기안전점검	박정기	양호	
48	2000-05-30 ~ 2000-06-22		0	육안점검결과 특별한 이상없음
	정기안전점검	고용강	양호	

나. 전차 정밀안전점검 요약

부평터널(상)은 1999년 12월 준공 후 약 23년이 경과된 시설물로 최근 정밀안전점검 실시 이력은 “2019년 국도42호선 여주터널(상) 등 4개소 정밀안전점검 및 성능평가용역”이 있는 것으로 확인되었다.

【표 2.2.4】 부재별 외관조사 결과

구 분	결함 및 손상, 열화내용	손상수량		대책	비고
		손상물량	개소		
천단부 및 어깨부	균열(Cw:0.3mm미만)	21.40 m	13	표면보수	
	균열(Cw:0.3mm이상)	3.00 m	1	주입보수	
	박락(t:30mm)	0.13 m ²	6	단면보수	
측벽부	라이닝 파손(t:50mm)	0.35 m ²	1	단면보수	
	타일균열	176.00 EA	176	주의관찰	
	타일탈락 및 파손	69.00 EA	69	주의관찰	
	물탈박리 및 박락	0.37 m ²	6	주의관찰	
포장면	콘크리트 포장파손	1.70 m ²	28	단면보수	
갱구부	실런트탈락 및 이격	7.00 m	1	주의관찰- 초기값(67.59mm)	
옹벽부	상태양호	-	-	-	
비탈면 및 수로	배수로 토사퇴적	12.00 m	1	청소 및 정비	
	배수로 콘크리트박락	2.25 m ²	2	단면보수	
공동구	박리 및 박락(t:30mm)	28.04 m ²	24	단면보수 +염해방지도장	
	덮개파손	3.00 EA	3	주의관찰	
배수시설	덮개파손	4.00 EA	4	주의관찰	
전기시설 및 기타시설	소화기 점등파손	1.00 EA	1	재설치	

【표 2.2.5】 재료시험 결과

구 간	측정위치	반발 경도 (Ro)	산출방법		설계 강도 (MPa)	비 고
			일본 재료학회	일본 건축학회		
부평터널 (상)	S2 우측어깨부	47.6	26.7	27.6	24.0	양호
	S25 우측어깨부	45.4	28.4	28.6	24.0	양호
	S51 우측어깨부(비건전부)	49.7	25.0	26.6	24.0	양호
평균			26.7	27.6	-	-
표준편차			1.70	1.00	-	-
변동계수			0.06	0.04	-	-
MAX			28.4	28.6	-	-
MIN			25.0	26.6	-	-
구 분	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	측정피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	상태 평가 등급	
부평터널 (상)	S2 우측어깨부	8.0	50.0	42.0	a	
	S25 우측어깨부	6.5	50.0	43.5	a	
	S51 우측어깨부	9.0	52.0	43.0	a	

【표 2.2.6】 종합평가 및 안전등급 산정 결과

시설물 종합평가 결과 산정표				
평가구분	터널결함지수	평가결과	비고	
상태평가	F=0.098	A		
종합평가	F=0.098	A	-	
종합평가 결과	○ 터널의 종합평가 결과 : A			

2.2.4 보수·보강 이력사항

시설물정보관리종합시스템(FMS) 상에 등재된 보수·보강실적 확인결과, 공용기간 중 일부 부재에 대하여 보수·보강은 시행된 것으로 확인되었으며, 상세내역이 누락되지 않도록 관리가 필요한 것으로 판단된다.

【표 2.2.7】 주요 보수/보강 이력

번호	공사기간	부위	공사내역	설계자	시공자	비고
	공사구분			공사비(원)	책임기술자	
1	2021-11-17 ~ 2021-12-28	-	LED 터널등기구 100W 70개	세원엔지니어링(주)	화은전기	
	보수			19,935	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소	
2	2021-03-31 ~ 2021-05-28	-	비상전화설치	백강, 호성	(주)케이비글로벌미 디어	
	보수			31,148	KG엔지니어링 종합건축사사무소	
3	2021-03-12 ~ 2021-06-24	-	가로등 케이블교체	백강, 호성	(주)대림	
	보수			34,000	KG엔지니어링 종합건축사사무소	
4	2021-03-12 ~ 2021-06-24	-	가로등 케이블교체	백강, 호성	(주)대림	
	보수			34,000	KG엔지니어링 종합건축사사무소	
5	2020-08-03 ~ 2020-10-20	-	시선유도시설 1식	수원국토	하나전기	
	보수			22,069	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소	
6	2020-03-25 ~ 2020-05-23	-	종그루빙 1식	수원국토	(주)남양이엔씨	
	보수			15,466	(주)KG엔지니어링 종합건축사사무소	
7	2015-06-29 ~ 2015-11-20	-	방호울타리 정비 = 노측(원주방향) : 30.0m	수원국토	(주)부경산업	
	보강			772	(주)경원엔지니어링 건축사사무소	
8	2013-10-22 ~ 2013-12-16	-	-	수원국토	동일건설(주) 정기용	
	보수			206,600	동부엔지니어링(주) 최병선	
9	2012-02-21 ~ 2012-04-20	-	-	수원국토	(주)에스에스전기 대표 차태병	
	개량			0	장웅현	
10	2004-06-02 ~ 2004-07-23	공동구, 교대 조인트 누수	부분보수	수원국토	태우전기(주)	
	기타			0	마운호	
11	2002-07-19 ~ 2002-08-14	조명시설	조명등(저압나트륨램프)교체	홍경표	(주)한일전기통신	
	보수			10	정택수	

2.2.5 시설물의 용도변경 여부 확인

본 터널은 1999년 12월 준공 이후 조사일 현재 일반국도42호선 상의 도로터널로 용도변경 없이 공용되고 있는 것으로 확인되었다.

2.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

본 터널은 시설물관리대장 상 내진설계 대상 및 내진설계 적용 유무, 내진성능평가 실시 유무, 내진보강 유무는 불명으로 표기되어있다.

2.2.7 자료분석 결과 요약

【표 2.2.8】 자료분석 결과 요약

구분	수집 자료	자료 분석 결과	과업진행 방향
건설 관련 자료	- 공사시방서 - 구조 및 수리계산서 - 품질관리계획서 - 토질 및 지반조사보고서	FMS 미등재로 인하여, 건설 관련자료 분석·검토는 불가능하였다.	전차 점검 및 진단 자료를 활용하여 분석을 실시하며, 현장조사 필요자료를 추가 수집, 활용한다.
	준공도면 (중·평면도, 표준단면도)	관리주체가 보유 중인 도면의 구조물 치수는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨.	현장조사 시 부재치수를 실측하여 도면과 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 실측치로 과업을 진행토록 하며, 실측치와 동일할 경우는 도면을 기준으로 과업을 진행토록 함
유지 관리 자료	점검 및 진단이력	전차 정밀안전점검(2019년)시 부평터널(상)은 준공 후 약 20년이 경과된 NATM 형식의 터널로 상태평가 결과 “문제점이 없는 최상의 상태”인 “A”로 평가되어, 종합평가는 “A등급(우수)”으로 평가되었으며, 시설물의 안전등급은 “A등급(우수)”으로 지정되었다.	- 전차 정밀안전점검 당시 부재별 외관상태와 현 상태를 면밀히 비교, 분석하고 기 조사된 결함 부위의 상태변화, 보수상태 확인 및 보수시 재손상 여부, 손상진전 및 신규손상 발생 여부를 조사하여 필요시 적정한 보수·보강 및 유지관리방안을 제시함. - 부재 재료시험시 시험항목, 위치선정에 유의하여 시험 및 평가를 실시함.
	보수·보강 이력	FMS상 주기적인 점검을 통하여 보수·보강을 실시한 이력 있음.	- 기 보수된 부위의 상태변화 및 재손상 발생 여부에 대하여 점검을 실시함. - 현장조사이시 부재별 보수·보강 여부 확인 → 누락된 사항 기술하도록 제안함.

2.3 외관조사 결과

2.3.1 개요

가. 현장조사 개요

과업대상 시설물은 일반국도42호선 상에 위치한 도로터널이며, 수원국토관리사무소에서 관리하고 있는 2중 시설물이다.

대상 시설물에 대한 현장조사는 관련자료 검토, 현장답사를 통한 시설물 현황을 파악하여 과업수행계획을 수립한 후 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침_터널편(2021.12)』에 준하여 도보, 드론, 접근장비(고소차 등)를 이용하여 현장조사를 수행하였다.

본 장에서는 과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하며, 외관조사 결과 확인된 결함과 손상에 대하여는 외관조사망도, 사진첩(부재별 현황사진, 설명)을 작성하여 해당 시설물에 대한 보수·보강방안 수립 및 효율적인 유지관리가 될 수 있도록 하였다.

나. 현장조사 계획

대상 시설물에 대한 현장조사 기간, 조사내용은 다음과 같다.

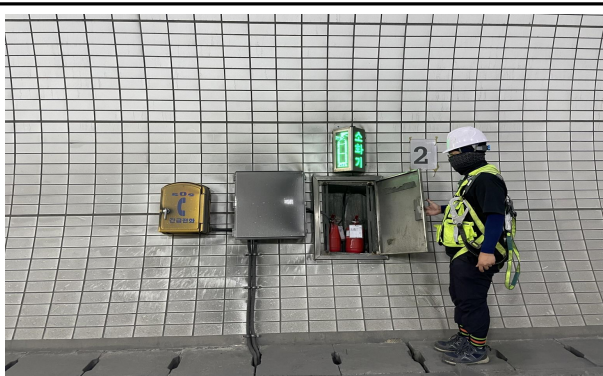
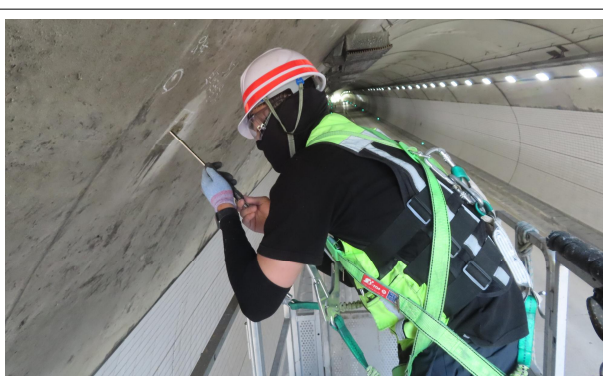
【표 2.3.1】 현장조사 기간 및 조사내용 계획

구 분	기간	조사내용	비고
사전답사	' 22.04.20 ~ ' 22.04.20	답사, 주요 현황조사	계획수립
현장조사	' 22.05.31 ~ ' 22.05.31	도보조사 및 접근장비를 이용한 근접조사	

【표 2.3.2】 시설물 현황 및 조사방법

시설물 현황							기타 현황	조사방법
노선	시설물명	형식	연장 (m)	폭 (m)	높이 (m)	종단기울기 (%)	환기방식	
일반국도 42호선	부평터널(상)	NATM	478.0	9.3	6.7	3.43° -2.833°	자연환기	도보, 드론, 접근장비

다. 현장조사 현황 사진

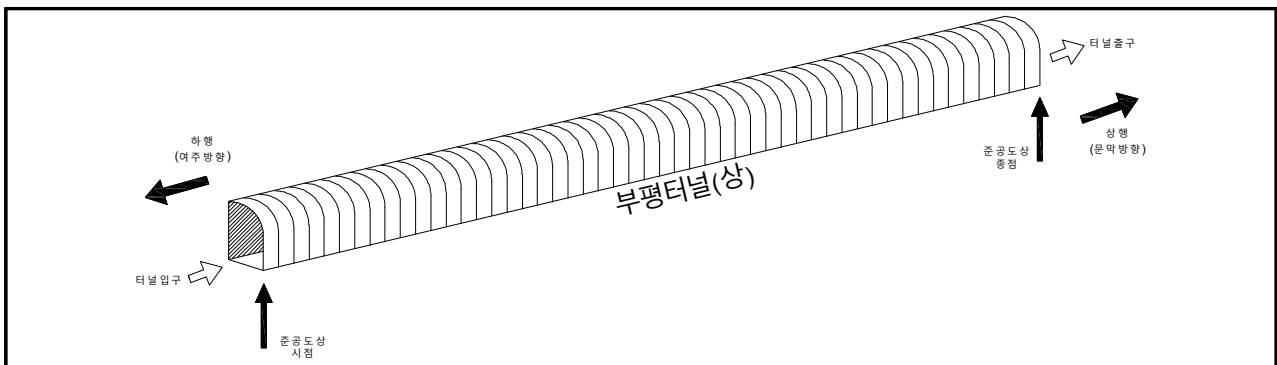
	
고소차를 이용한 현장조사	균열게이지를 이용한 현장조사
	
점검망치를 이용한 현장조사	부대시설 점검
	
측점분할	반발경도 측정시험
	
탄산화 측정 시험	철근 피복측정(RC-RADAR)

2.3.2 측점분할

본 터널은 편도2차선 도로터널로서 개착구간은 입구부(18.0m)이며, NATM(철근콘크리트) 구간 460.0m로 총 연장은 478.0m로 검토되었다.

부평터널(상)의 측점분할은 터널의 시공이음 간격을 실측하고 각각의 시공이음 및 Span별로 일련번호(NO)를 부여하였으며, 입구부에서 출구부까지 총 51Span으로 구분하여 분할하였다.

측점분할된 구간에 조사된 내용은 5Span씩 외관조사망도를 작성하여 표기하고 결함부는 현황 사진촬영을 병행하여 조사자료와 비교할 수 있도록 하였으며, 비파괴 조사자료 등과 함께 터널의 상태평가 및 유지관리의 자료로 활용하였다.

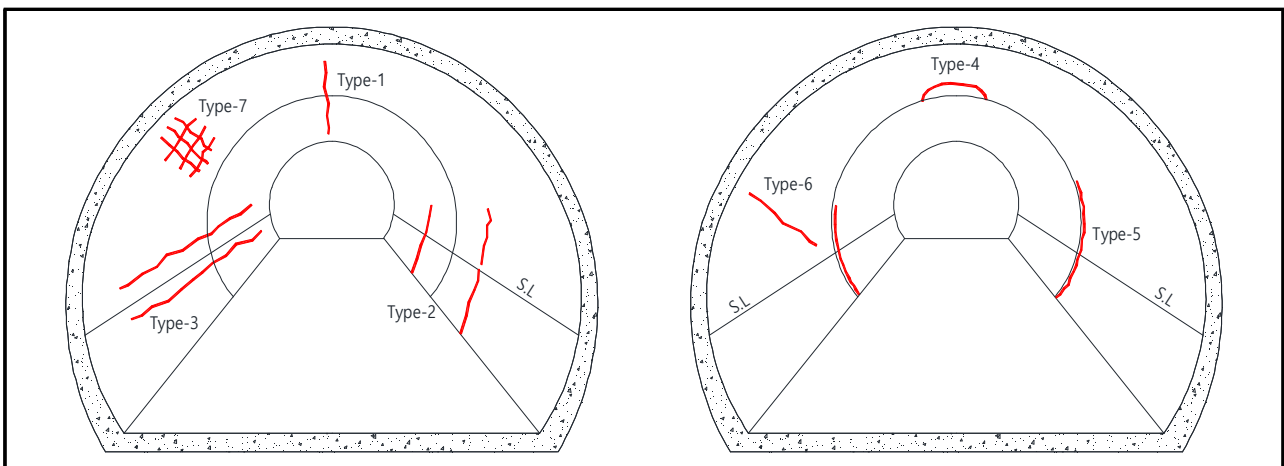


【그림 2.3.1】 부평터널(상) 측점분할 방법

2.3.3 라이닝

본 과업대상 시설물인 부평터널(상)은 일반국도42호선 상의 NATM공법을 적용한 도로터널이며, 라이닝 전구간에 강지보공이 설치된 것으로 확인되었다.

본 부재에 대한 현장조사는 도보, 접근장비(고소차)를 이용하여 기 조사된 손상의 상태변화, 부재 내 신규손상(균열, 열화 및 손상) 발생 여부 등을 중점 조사하였다.



【그림 2.3.2】 콘크리트 라이닝 주요 균열 발생 형상

【표 2.3.3】 콘크리트 라이닝 주요 균열 발생원인

균열형상	발생 균열 원인 추정	비고
종방향 균열	☞ 구조적 균열일 경우 : 이완토폰, 지압작용, 지보공 편중침하 ☞ 비구조적 균열일 경우 : 건조수축, 횡방향 온도변화	Type-1
횡방향 균열	☞ 초기 수화열, 건조수축, 온도균열(내부구속, 외부구속)	Type-2
종방향 균열	☞ 구조적 균열일 경우 : 잔류수압, 동상압 등 ☞ 비구조적 균열일 경우 : 콘크리트 급속타설, 수평타설, 이음불량	Type-3
시공(신축)이음부 반원형 균열	☞ 거푸집 조기탈형, 시공이음 시공미흡, 슬럼프가 큰 콘크리트 타설, 천단부 라이닝 두께부족	Type-4
시공(신축) 이음부 주변 균열	☞ 거푸집 조기탈형 및 이동시 충격 ☞ 시공(신축)이음 시공미흡	Type-5
사방향 균열	☞ 구조적 균열일 경우 : 부등침하 ☞ 비구조적 균열일 경우 : 초기 수화열, 건조수축, 온도균열	Type-6
망상균열	☞ 건조수축, 온도균열, 동결융해 및 화학작용	Type-7

가. 천단부

전차 정밀안전점검(2019년) 자료 검토결과, 조사된 주요 손상은 균열($Cw:0.3mm$ 미만), 균열($Cw:0.3mm$ 이상), 박락($t:30mm$)이며, 손상부에 대한 보수(표면보수, 주입보수, 단면보수)가 제시되었던 것으로 검토되었다.

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 조사된 주요 손상은 균열($0.1 < cw \leq 0.3mm$), 균열($0.3 < cw \leq 0.5mm$), 보수부 재균열, 들뜸($d=10mm$), 박락($d=10mm$) 등으로 정리되었다.
- 철근콘크리트 구간에서 전반적으로 발견된 균열($0.1 < cw \leq 0.3mm$), 균열($0.3 < cw \leq 0.5mm$), 보수부 재균열은 콘크리트의 건조수축, 수화열에 의하여 발생한 손상으로 내구성 증진을 위하여 손상 정도에 따른 보수(표면처리공법, 주입공법)를 제시하고자 한다.
- Sheet 2~7 구간의 시공이음 단부에서 조사된 들뜸($d=10mm$) 및 박락($d=10mm$)은 시공이음을 따라 일자형, 반원형으로 발생되었으며, 시공 부주의(거푸집 탈형 또는 설치시 과도한 Jack Up)에 의하여 발생한 것으로 판단되며, 부재의 내구성 및 주행차량의 안전성 확보 차원에서 손상부 제거 후 보수(단면복구공법) 시행을 제시하고자 한다.

【표 2.3.4】 천단부 외관조사 결과

구 분	Sheet No.					
	1	2	3	4	5	6
균열($0.1 < cw \leq 0.3\text{mm}$)(m/개소)	-	-	7/2	0.8/1	4.4/2	1.5/1
균열($0.3 < cw \leq 0.5\text{mm}$)(m/개소)	-	-	-	-	-	-
보수부 재균열(m/개소)	-	23.5/3	45/6	26/4	-	2.5/1
들뜸($d=10\text{mm}$)(m^2 /개소)	-	0.02/1	0.01/1	-	-	0.01/1
박락($d=10\text{mm}$)(m^2 /개소)	-	-	-	0.07/3	-	0.02/1

구 분	Sheet No.					
	7	8	9	10	11	합계
균열($0.1 < cw \leq 0.3\text{mm}$)(m/개소)	-	1.5/1	4.2/2	20.7/4	1/1	41.1/14
균열($0.3 < cw \leq 0.5\text{mm}$)(m/개소)	-	3/1	-	-	-	3/1
보수부 재균열(m/개소)	5/1	-	-	-	-	102/15
들뜸($d=10\text{mm}$)(m^2 /개소)	-	-	-	-	-	0.04/3
박락($d=10\text{mm}$)(m^2 /개소)	-	-	-	-	-	0.09/4



현황	◦ Span 15 균열($0.1 < cw \leq 0.3\text{mm}$)	현황	◦ Span 38 균열($0.3 < cw \leq 0.5\text{mm}$)
원인	◦ 건조수축, 수화열	원인	◦ 건조수축, 수화열
대책	◦ 표면처리공법	대책	◦ 주입공법



현황	◦ Span 12 보수부 재균열	현황	◦ Span 15 들뜸($d=10\text{mm}$)
원인	◦ 건조수축, 수화열, 보수품질 미흡	원인	◦ 시공 부주의
대책	◦ 표면처리공법	대책	◦ 단면복구공법

			
현황	◦ Span 20 박락(d=10mm)	현황	◦ Span 49 들뜸(d=10mm)
원인	◦ 시공 부주의	원인	◦ 시공 부주의
대책	◦ 단면복구공법	대책	◦ 단면복구공법

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 기 정밀안전점검 이후 조사된 손상에 대한 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다.
- 기 정밀안전점검 당시 누락된 손상 확인, 손상명 변경 등으로 인하여 손상 및 수량의 증감이 있는 것으로 분석되었다.

【표 2.3.5】 천단부 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)		손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('19)	금차('22)			
천단부	균열(0.1<cw≤0.3mm)	21.4 m	41.1 m	▲	19.7 m	전차 조사누락
	균열(0.3<cw≤0.5mm)	3.0 m	3.0 m	-	-	상태유지
	보수부 재균열	-	102.0 m	▲	102.0 m	신규 손상
	들뜸(d=10mm)	-	0.04 m²	▲	0.04 m	손상명 변경
	박락(d=10mm)	0.13 m²	0.09 m²	▼	0.04 m²	손상명 변경

3) 검토의견

- 천단부는 부재의 재료적인 특성, 시공 부주의(과도한 거푸집 Jack Up, 보수품질 미흡)등으로 인한 균열 및 단면손상이 발생하였으나, 시설물의 안전성능을 크게 저해하지 않는 상태이며, 부재의 내구성 확보를 위한 보수(표면처리공법, 주입공법, 단면복구공법)가 필요한 것으로 검토되었다.

나. 벽체부

전차 정밀안전점검(2019년) 자료 검토결과, 조사된 주요 손상은 파손, 타일탈락 및 파손, 몰탈 박리이며, 손상부에 대한 보수(단면보수) 및 지속적 주의관찰이 제시되었던 것으로 검토되었다.

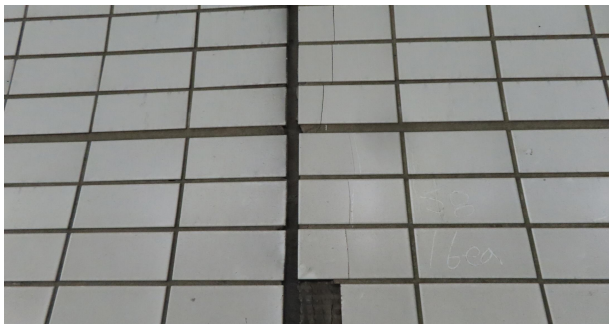
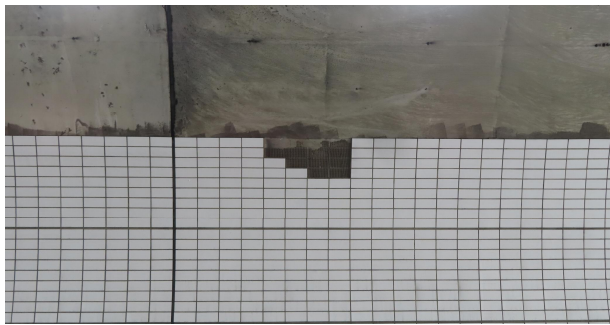
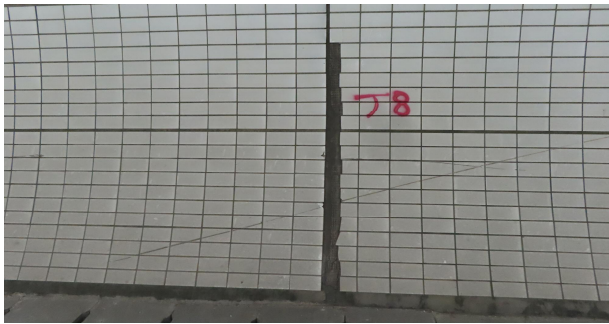
1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 조사된 주요 손상은 박락(d=10mm), 파손(d=20mm), 타일 균열, 타일 탈락, 타일 파손으로 정리되었다.
- 측벽부 조인트 하부에서 산발적으로 조사된 박락(d=10mm)은 측벽 타일 시공 후 덧씌워진 몰탈 손상으로 시공 부주의, 공용년수 증가에 의해 발생된 것으로 보이며, 비구조적 손상으로 판단되므로 주의관찰을 제시하고자 한다.
- Sheet 2(Span 6)에서 조사된 라이닝 파손(d=20mm)은 공용중 외력(차량 접촉)에 의한 손상으로 보이며, 구조물에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단되는데, 주의관찰을 제시하고자 한다.
- 측벽부 타일에서 산발적으로 조사된 타일 균열은 공용년수 증가 및 라이닝 콘크리트부에 생긴 균열이 반사되어 생긴 균열로, 구조물에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단되는데, 주의관찰을 제시하고자 한다.
- Sheet 2,4,10에서 조사된 타일 탈락은 공용중 온도변화에 따른 신축작용, 공용년수 증가에 따른 부착력 저하 등에 의한 손상으로, 구조물에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단되는데, 주의관찰을 제시하고자 한다.
- 측벽부 타일에서 산발적으로 조사된 타일 파손은 외력(차량접촉)에 의한 손상으로, 구조물에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단되는데, 주의관찰을 제시하고자 한다.

【표 2.3.6】 벽체부 외관조사 결과

구 분	Sheet No.					
	1	2	3	4	5	6
박락(d=10mm)(m ² /개소)	0.02/1	0.06/1	0.04/1	0.23/1	-	0.14/4
파손(d=20mm)(m ² /개소)	-	0.35/1	-	-	-	-
타일 균열(ea/개소)	4/4	34/34	58/58	25/25	22/22	20/20
타일 탈락(ea/개소)	-	17/17	-	2/2	-	1/1
타일 파손(ea/개소)	-	-	17/17	24/24	17/17	2/2

구 분	Sheet No.					
	7	8	9	10	11	합계
박락(d=10mm)(m ² /개소)	0.05/2	-	0.01/1	-	-	0.55/11
파손(d=20mm)(m ² /개소)	-	-	-	-	-	0.35/1
타일 균열(ea/개소)	8/8	5/5	3/3	11/11	-	190/190
타일 탈락(ea/개소)	-	-	-	13/13	-	33/33
타일 파손(ea/개소)	9/9	-	6/6	-	-	75/75

			
현황	◦ Span 5 박락(d=10mm)	현황	◦ Span 6 파손(d=20mm)
원인	◦ 시공 부주의, 공용년수 증가	원인	◦ 외력(차량접촉)
대책	◦ 주의관찰	대책	◦ 주의관찰
			
현황	◦ Span 8 타일 균열	현황	◦ Span 50 타일 탈락
원인	◦ 공용년수 증가	원인	◦ 공용년수 증가
대책	◦ 주의관찰	대책	◦ 주의관찰
			
현황	◦ Span 8 타일 탈락	현황	◦ Span 18 타일 파손
원인	◦ 공용년수 증가	원인	◦ 외력(차량접촉)
대책	◦ 주의관찰	대책	◦ 주의관찰

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 기 정밀안전점검 이후 조사된 손상에 대한 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다.
- 일부 손상은 전차 정밀안전점검 당시 상태를 유지 중이나, 신규손상 추가, 손상명 변경, 전차 조사누락 등으로 인하여 손상 및 수량이 증가된 것으로 검토되었다.

【표 2.3.7】 벽체부 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)		손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('19)	금차('22)			
벽체부	파손(d=20mm)	0.35 m ²	0.35 m ²	-	-	상태유지
	박락(d=10mm)	0.37 m ²	0.55 m ²	▲	0.18 m ²	전차 조사누락
	타일 균열	176 ea	190 ea	▲	14 ea	신규손상 추가
	타일 탈락	69 ea	33 ea	▲	33 ea	신규손상 추가, 손상명 변경
	타일 파손		75 ea	▲	75 ea	신규손상 추가, 손상명 변경

3) 검토의견

- 벽체부는 재료적인 특성, 시공 부주의, 공용년수 증가, 외력(차량접촉)등으로 인한 박락(d=10mm), 파손(d=20mm), 타일 균열, 타일 탈락, 타일 파손 등의 손상이 발생하였으나, 시설물의 안전을 크게 저해하지 않는 상태이므로 긴급한 보수보다는 보수 효율성을 고려한 주의관찰이 필요한 것으로 검토되었다.

다. 갭문 및 용벽

시점부 및 종점부 갭문은 면벽식으로 접속옹벽이 함께 설치·시공되어있는 상태이다.

전차 정밀안전점검(2019년) 자료 검토결과, 시점부 갭문 좌측면에서 실린트 탈락 및 이격손상이 조사되었으며, 손상부에 대한 주의관찰이 제시되었던 것으로 검토되었다.

본 부재는 도보 및 접근장비(고소차)를 이용하여 기 조사된 손상의 상태변화, 갭문의 주요 변상(균열, 침하 등)에 대하여 중점 조사하였다.

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 조사된 주요 손상은 실린트 탈락 및 이격으로 정리되었다.
- 시점부 갭문 좌측면에서 조사된 실린트 탈락 및 이격은 공용년수 증가에 의한 손상으로 판단되며, 조사된 손상의 상태변화 여부에 대한 주의관찰을 제시하고자 한다.

【표 2.3.8】 갭문 외관조사 결과

구 분	입구부	출구부	합계
실린트 탈락 및 이격(m/개소)	7.0/1	-	7.0/1

			
현황	◦ 입구부 갯문 실런트 탈락 및 이격	현황	◦ 입구부 갯문 실런트 탈락 및 이격
원인	◦ 공용년수 증가	원인	◦ 공용년수 증가
대책	◦ 주의관찰	대책	◦ 주의관찰

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 기 정밀안전점검 이후 조사된 손상에 대한 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다.
- 전차 정밀안전점검 당시 조사된 손상은 금차 점검까지 상태를 유지중인 것으로 분석되었다.

【표 2.3.9】 갯문 및 옹벽 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)	손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('19)	금차('22)		
갯문 및 옹벽	실런트 탈락 및 이격	7.0 m	7.0 m	- -	상태유지

3) 검토의견

- 입·출구부 갯문 및 옹벽에 대한 외관조사 결과, 공용년수 경과에 의한 실런트 열화 및 이격이 조사되었으나, 구조물에 안전성에 미치는 영향은 미소한 것으로 판단되므로 상태변화 여부에 대한 주의관찰이 필요한 것으로 검토되었다.

2.3.4 부대시설물

본 과업대상 시설물인 부평터널(상)의 부대시설물은 배수시설, 주변사면 및 배수로, 공동구, 갯구부 옹벽, 포장부가 있는 것으로 검토되었다.

가. 배수시설

본 과업대상 시설물인 부평터널(상)은 종방향 경사, 편경사를 활용한 자연유도배수형식이며, 배수시설이 양측 공동구와 포장면 사이 길어깨부에 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

전차 정밀안전점검(2019년) 자료 검토결과, 터널 내부 배수시설에서 배수로 덮개파손 손상이 조사되었으며, 주의관찰이 제시되었던 것으로 검토되었다.

본 부재는 도보를 이용하여 기 조사된 손상의 상태변화, 배수기능 및 체수상태에 대하여 중점 조사하였다.

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 조사된 주요 손상은 덮개 파손, 토사퇴적으로 정리되었다.
- 터널 내부 배수로에서 국부적으로 조사된 덮개 파손은 공용년수 증가 및 외력(차륜접촉)에 의한 손상으로 판단되며, 손상 정도가 경미한 상태로서 보수의 긴급성은 요구되지 않는 상태인바, 유지관리시 손상의 진전여부에 대한 주의관찰을 제시하고자 한다.
- 터널 내부 배수로 전 구간에서 조사된 토사퇴적은 비산먼지 유입으로 인한 손상으로 판단되며, 점검일 현재 배수에 미치는 영향은 미소한 것으로 판단되므로 상태변화 여부에 대한 주의관찰을 제시하고자 한다.

【표 2.3.10】 배수시설 외관조사 결과

구 분	Sheet No.					
	1	2	3	4	5	6
덮개 파손(ea/개소)	1/1	-	-	1/1	2/2	-
토사퇴적(m/개소)	45.0/1	45.0/1	45.0/1	45.0/1	45.0/1	45.0/1

구 분	Sheet No.					
	7	8	9	10	11	합계
덮개 파손(ea/개소)	2/2	-	-	-	-	6/6
토사퇴적(m/개소)	45.0/1	45.0/1	45.0/1	45.0/1	45.0/1	495.0/11

			
현황	◦ Span 22 덮개 파손	현황	◦ Span 12 토사퇴적
원인	◦ 외력(차륜접촉)	원인	◦ 비산먼지 유입, 공용년수 증가
대책	◦ 주의관찰	대책	◦ 주의관찰

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 본 부재는 전차 정밀안전점검 이후 기록된 보수 이력은 없는 것으로 확인되었다.
- 금차 정밀안전점검에서 조사 누락된 손상의 발견, 신규손상 추가로 인하여 손상 및 수량이 증가된 것으로 분석되었다.

【표 2.3.11】 배수시설 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)	손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('19)	금차('22)		
배수시설	덮개 파손	4 ea	6 ea	▲ 2 ea	신규손상 추가
	토사퇴적	-	495.0 m	▲ 495.0 m	전차 조사누락

3) 검토의견

- 본 부재는 외력(차륜접촉), 비산먼지 유입 등에 의한 손상(덮개 파손, 토사퇴적)이 발생되었으나, 손상 정도가 경미한 상태로서 보수의 긴급성은 요구되지 않는 상태인바, 유지관리 시 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요한 것으로 검토되었다.

나. 주변사면 및 배수로

입·출구부 갭문 상단 사면은 자연사면을 이루고 있으며, 배수로로는 콘크리트로 시공되어 있는 것으로 확인되었다.

전차 정밀안전점검(2019년) 자료 검토결과, 갭문 상단 사면은 특별한 손상이 확인되지 않은 양호한 상태인 것으로 검토되었으나, 배수로에 토사퇴적, 콘크리트 박락 손상이 조사되었으며, 손상부에 대한 보수(청소 및 정비, 단면보수)가 제시되었던 것으로 확인되었다.

본 부재는 도보 및 접근장비를 이용하여 지반 침하, 변형, 낙석, 유출수, 기 조사된 손상의 상태변화, 신규손상 발생 여부, 배수기능 여부에 대하여 중점 조사하였다.

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 조사된 주요 손상은 배수로 파손, 토사퇴적, 균열, 철근노출로 정리되었다.
- 입·출구부 상단 배수로에서 조사된 균열, 파손은 배수로의 지반이 되는 사면의 잔류침하에 의하여 발생한 손상으로 판단되며, 방치 시 균열 및 파손부 우수침투로 인한 지반 침하의 우려가 있으므로, 보수(표면처리공법, 단면복구공법)를 제시하고자 한다.
- 입·출구부 상단 배수로에서 조사된 이물질 퇴적은 환경적 요인에 의한 경년열화 손상으로 판단되며, 부재의 사용성 확보를 위한 유지관리차원의 보수(청소)를 제시하고자 한다.
- 출구부 상단 배수로에서 조사된 철근노출은 피복부족 및 공용년수 증가에 따른 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 및 보수효율성을 고려하여 보수(단면복구(방청))을 제시하고자 한다.

【표 2.3.12】 사면 외관조사 결과

구 분	입구부	출구부	합계
상태양호	-	-	-

【표 2.3.13】 배수로 외관조사 결과

구 분	입구부	출구부	합계
파손(㎡/개소)	2.25/2	1.00/1	3.25/3
이물질 퇴적(m/개소)	60.0/1	-	60.0/1
균열(m/개소)	2.0/2	2.0/2	4.0/4
철근노출(㎡/개소)	-	0.05/1	0.05/1

	
현황	현황
원인	원인
대책	대책
	
현황	현황
원인	원인
대책	대책

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 본 부재는 전차 정밀안전점검 이후 기록된 보수 이력은 없는 것으로 확인되었다.
- 금차 정밀안전점검에서 누락된 손상의 확인으로 인하여 손상수량이 증가된 것으로 확인되었다.

【표 2.3.14】 사면 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)	손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('20)	금차('22)		
사면	상태양호	-	-	-	상태유지

【표 2.3.15】 배수로 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)	손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('20)	금차('22)		
배수로	파손	2.25 m ²	3.25 m ²	▲ 1.00 m ²	전차 조사누락
	이물질 퇴적	12.0 m	60.0 m	▲ 48.0 m	전차 조사누락
	균열	-	4.0 m	▲ 4.0 m	전차 조사누락
	철근노출	-	0.05 m ²	▲ 0.05 m ²	전차 조사누락

3) 검토의견

- 본 부재는 환경적 요인, 공용년수 증가로 인한 손상(파손, 이물질 퇴적, 균열, 철근노출)이 발생한 상태이며, 내구성 저하 방지 및 사용성 확보를 위한 보수(표면처리공법, 단면복구공법, 단면복구(방청), 청소)가 필요한 것으로 검토되었다.

다. 공동구

전차 정밀안전점검(2019년) 자료 검토결과, 조사된 주요 손상은 박리 및 박락, 덮개파손이며, 손상부에 대한 보수(단면보수+염해방지도장) 및 주의관찰이 제시되었던 것으로 검토되었다.

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 조사된 주요 손상은 공동구 덮개 파손, 들뜸, 박락 및 철근노출 등으로 정리되었다.
- Sheet 1,4,5,7,11에서 조사된 공동구 덮개 파손은 공용년수 증가 및 시공 부주의에 의한 손상으로 손상 수량이 작고 경미하므로 보수보다는 주의관찰을 제시하고자 한다.
- 공동구 전 구간에서 조사된 측벽 들뜸, 박락 및 철근노출은 공용년수 증가 및 제설제 접촉에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 및 미관 확보를 위한 보수(단면복구(방청))를 제시하고자 한다.

【표 2.3.16】 공동구 외관조사 결과

구 분	Sheet No.					
	1	2	3	4	5	6
덮개 파손(ea/개소)	5/5	-	-	2/2	1/1	-
들뜸(m ² /개소)	6.6/2	12.55/3	14.8/2	5.6/2	2.6/1	1.8/1
박락 및 철근노출(m ² /개소)	-	0.3/1	0.24/1	0.1/1	-	-

구 분	Sheet No.					
	7	8	9	10	11	합계
덮개 파손(ea/개소)	1/1	-	-	-	2/2	11/11
들뜸(m ² /개소)	-	-	0.3/1	5.42/2	-	49.67/14
박락 및 철근노출(m ² /개소)	-	-	-	-	-	0.64/3



현황	◦ Span 21 공동구 덮개 파손	현황	◦ Span 11~15 측벽 들뜸
원인	◦ 시공 부주의, 공용년수 증가	원인	◦ 제설제 접촉, 공용년수 증가
대책	◦ 주의관찰	대책	◦ 단면복구(방청)

현황	◦ Span 6 측벽 박락 및 철근노출	현황	◦ Span 18 측벽 박락 및 철근노출
원인	◦ 제설제 접촉, 공용년수 증가	원인	◦ 제설제 접촉, 공용년수 증가
대책	◦ 단면복구(방청)	대책	◦ 단면복구(방청)

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 본 부재는 전차 정밀안전점검 이후 기록된 보수 이력은 없는 것으로 확인되었다.
- 금차 정밀안전점검에서 조사 누락된 손상의 확인, 신규손상 추가, 손상명 변경 등으로 인하여 손상수량의 증감이 있는 것으로 확인되었다.

【표 2.3.17】 공동구 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)	손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('19)	금차('22)		
공동구	덮개 파손	3 ea	11 ea	▲ 8 ea	전차 조사누락
	들뜸(박리 및 박락)	28.04 m ²	49.67 m ²	▲ 21.63 m ²	손상명 변경, 신규손상 추가
	박락 및 철근노출	6.48 m ²	13.07 m ²	▲ 6.59 m ²	손상명 변경, 전차 조사누락

3) 검토의견

- 본 부재는 시공 부주의, 공용년수 증가, 제설제 접촉 등에 의한 열화 및 손상이 발생되었으며, 시설물의 안전성에 미치는 영향은 경미한 상태이나, 내구성 저하 방지를 위하여 손상의 정도에 따른 보수 및 주의관찰이 필요한 것으로 검토되었다.

라. 포장부

본 과업대상 터널의 포장은 콘크리트로 시공된 것이 확인되었다.

전차 정밀안전점검(2019년) 자료 검토결과, 조사된 주요 손상은 콘크리트 포장파손이며, 손상부에 대한 보수(단면보수)가 제시되었던 것으로 검토되었다.

본 부재는 도보를 이용하여, 기 조사된 손상의 상태변화, 신규손상 발생 여부 등에 대하여 중점 조사하였다.

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 조사된 주요 손상은 파손, 망상균열, 앵커 돌출, 아스콘 망상균열로 정리되었다.
- 포장부 길어깨 및 줄눈부에서 조사된 파손, 망상균열, 아스콘포장 망상균열 은 공용년수 증가 및 반복된 차륜접촉에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 미미하여 주의관찰을 제시하고자 한다.
- 포장부 길어깨에서 조사된 앵커 돌출은 기 설치되었던 표지병이 외력(차륜접촉)에 의해 손실된 후 남은 잔여물로, 방치 시 통행차량의 2차사고 우려가 있으므로 보수(앵커 적출)를 제시하고자 한다.

【표 2.3.18】 포장부 외관조사 결과

구 분	Sheet No.					
	1	2	3	4	5	6
망상균열(m ² /개소)	-	-	3.00/1	-	-	-
파손(m ² /개소)	-	-	0.91/2	0.29/4	0.19/5	0.17/4
앵커 돌출(ea/개소)	4/4	1/1	4/4	6/6	5/5	4/4
아스콘 망상균열(m ² /개소)	-	-	-	-	-	-

구 분	Sheet No.					
	7	8	9	10	11	합계
망상균열(m ² /개소)	-	-	-	-	-	3.00/1
파손(m ² /개소)	0.14/3	0.29/5	0.13/4	0.38/9	-	2.50/36
앵커 돌출(ea/개소)	7/7	7/7	4/4	1/1	-	43/43
아스콘 망상균열(m ² /개소)	-	-	-	-	2.70/1	2.70/1



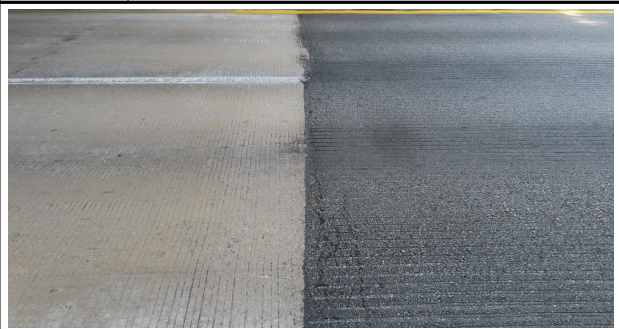
현황	◦ Span 13 망상균열
원인	◦ 공용년수 증가, 반복된 차륜접촉
대책	◦ 주의관찰



현황	◦ Span 32 파손
원인	◦ 공용년수 증가, 반복된 차륜접촉
대책	◦ 주의관찰



현황	◦ Span 10 앵커 돌출
원인	◦ 공용년수 증가, 반복된 차륜접촉
대책	◦ 앵커 적출



현황	◦ Span 51 아스콘 망상균열
원인	◦ 공용년수 증가, 반복된 차륜접촉
대책	◦ 주의관찰

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 본 부재는 전차 정밀안전점검 이후 기록된 보수 이력은 없는 것으로 확인되었다.
- 전차 정밀안전점검과 비교시 일부 손상은 상태를 유지 중이나, 누락된 손상의 확인, 손상 명 변경, 손상범위 정정 등으로 인하여 손상 및 수량의 증감이 있는 것으로 검토되었다.

【표 2.3.19】 포장부 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)		손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('19)	금차('22)			
포장부	파손	1.70 m ²	2.50 m ²	▲	0.80 m ²	전차 조사누락
	망상균열	-	3.00 m ²	▲	3.00 m ²	전차 조사누락
	앵커 돌출	-	43 ea	▲	43 ea	전차 조사누락
	아스콘 망상균열	-	2.70 m ²	▲	2.70 m ²	신규손상 추가

3) 검토의견

- 본 부재는 공용기간 동안 반복적인 차량접촉, 공용년수 증가 등에 의한 손상이 발생되었으며, 긴급한 보수는 요구되지 않으나 사용성 확보를 위하여 보수 및 주의관찰이 필요한 것으로 검토되었다.

2.3.5 부속시설

본 과업대상 시설물의 부속시설로는 조명시설, 소화시설이 설치되어 있으며, 전차 정밀안전점검 검토 결과, 소화기 점등파손 손상이 조사된 것으로 검토되었다.

1) 외관조사 결과

- 외관조사 결과, 특별한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.20】 부속시설 외관조사 결과

구 분	Sheet No.					
	1	2	3	4	5	6
상태양호	-	-	-	-	-	-

구 분	Sheet No.					
	7	8	9	10	11	합계
상태양호	-	-	-	-	-	-



현황	◦ 소화기 점등파손 보수완료	현황	◦ 조명시설 상태양호
원인	-	원인	-
대책	◦ 주의관찰	대책	◦ 주의관찰

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 본 부재는 전차 정밀안전점검 이후 2021년 03월 비상전화 설치 외 기록된 보수 이력은 없는 것으로 확인되었으나, 현장 조사결과, 기 조사된 손상(소화기 점등파손)이 보수된 것으로 조사되어, 수량이 감소한 것으로 검토되었다.

【표 2.3.21】 부속시설 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)	손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('20)	금차('22)		
부속시설	소화기 점등파손	1 ea	-	▼ 1 ea	보수 완료

3) 검토의견

- 본 부재는 특별한 손상이 발견되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

2.3.6 공중이 이용하는 부위

부평터널(상)의 공중이 이용하는 부위는 도로포장(교면포장, 접속포장), 환기구 등의 덮개이며, 추락방지시설, 도로부 신축이음부는 없는 것으로 검토되었다.

【표 2.3.22】 공중이 이용하는 부위

구 분	해당 시설물	비고
추락방지시설	해당없음	2.3.4 부대시설물
도로포장	교면포장, 접속포장	가. 배수시설
도로부 신축이음부	해당없음	다. 공동구
환기구 등 덮개	공동구 및 배수시설 덮개	마. 포장부 참조

1) 외관조사 결과

- 도로포장, 환기구 등 덮개의 외관조사 결과, 조사된 주요 손상은 포장 망상균열, 파손, 앵커 돌출, 아스콘 망상균열, 공동구 덮개 파손, 배수로 덮개 파손으로 정리되었다.
- 포장부 길어깨 및 줄눈부에서 조사된 파손, 망상균열, 아스콘포장 망상균열 은 공용년수 증가 및 반복된 차륜접촉에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 미미하여 주의관찰을 제시하고자 한다.
- 포장부 길어깨에서 조사된 앵커 돌출은 기 설치되었던 표지병이 외력(차륜접촉)에 의해 손실된 후 남은 잔여물로, 방치 시 통행차량의 2차사고 우려가 있으므로 보수(앵커 적출)를 제시하고자 한다.
- Sheet 1, 4, 5, 7, 11에서 조사된 공동구 덮개 파손은 공용년수 증가 및 시공 부주의에 의해 생긴 것으로 판단되나 그 정도가 경미하고, 구조물의 안전성엔 영향이 없으므로, 주의관찰을 제시하고자 한다.

- 터널 내부 배수로에서 국부적으로 조사된 덮개 파손은 공용년수 증가 및 외력(차륜접촉)에 의한 손상으로 판단되나, 터널 구조물의 안정성에 지대한 영향은 없으므로, 주의관찰을 제시하고자 한다.

【표 2.3.23】 공중이 이용하는 부위 외관조사 결과

구 분	Sheet No.					
	1	2	3	4	5	6
포장 망상균열(m²/개소)	-	-	3.00/1	-	-	-
포장 파손(m²/개소)	-	-	0.91/2	0.29/4	0.19/5	0.17/4
앵커 돌출(ea/개소)	4/4	1/1	4/4	6/6	5/5	4/4
아스콘 망상균열(m²/개소)	-	-	-	-	-	-
공동구 덮개 파손(ea/개소)	5/5	-	-	2/2	1/1	-
배수로 덮개 파손(ea/개소)	1/1	-	-	1/1	2/2	-

구 분	Sheet No.					
	7	8	9	10	11	합계
포장 망상균열(m²/개소)	-	-	-	-	-	3.00/1
포장 파손(m²/개소)	0.14/3	0.29/5	0.13/4	0.38/9	-	2.50/36
앵커 돌출(ea/개소)	7/7	7/7	4/4	1/1	-	43/43
아스콘 망상균열(m²/개소)	-	-	-	-	2.7/1	2.7/1
공동구 덮개 파손(ea/개소)	1/1	-	-	-	2/2	11/11
배수로 덮개 파손(ea/개소)	2/2	-	-	-	-	6/6

2) 전차 정밀안전점검(2019년) 결과와의 비교·분석

- 본 부재는 전차 정밀안전점검 이후 기록된 보수 이력은 없는 것으로 확인되었다.
- 전차 정밀안전점검과 비교 시 일부 손상은 상태를 유지 중이나, 누락된 손상의 확인, 신규손상 추가, 손상 세분화, 손상명 변경, 손상범위 정정 등으로 인하여 손상 및 수량의 증감이 있는 것으로 검토되었다.

【표 2.3.24】 공중이 이용하는 부위 외관조사 결과 비교·분석

부재	손상종류	손상수량		수량 비교		손상진전 여부 및 증감 사유
		전차('19)	금차('22)	(증:▲, 감:▼)		
공중이 이용하는 부위	포장 망상균열	-	3.00 m²	▲	3.00 m²	전차 조사누락
	포장 파손	1.70 m²	2.50 m²	▲	0.80 m²	전차 조사누락
	앵커 돌출	-	43 ea	▲	43 ea	전차 조사누락
	아스콘 망상균열	-	2.70 m²	▲	2.70 m²	신규손상 추가
	공동구 덮개 파손	3 ea	11 ea	▲	8.00 m²	전차 조사누락
	배수로 덮개 파손	4 ea	6 ea	▲	2.00 m²	전차 조사누락

3) 검토의견

- 본 부재는 오랜 공용기간 동안 공용년수 증가, 반복된 차륜접촉, 시공 부주의 등에 의한 손상이 발생되었으며, 시설물의 안전성에 미치는 영향은 경미하나, 손상의 정도에 따른 보수 및 주의관찰이 필요한 것으로 검토되었다.

2.3.7 외관조사 결과 정리

가. 외관조사 결과 총괄표

과업대상 시설물에 대한 외관조사 결과 총괄표는 다음과 같다.

【표 2.3.25】 외관조사 결과 총괄표

부 재		외관조사 결과	손상원인	손상수량	비고
라이닝	천단부	균열(0.1<cw≤0.3mm)	건조수축, 수화열	41.1 m	보수필요
		균열(0.3<cw≤0.5mm)	건조수축, 수화열	3 m	보수필요
		보수부 재균열	건조수축, 수화열, 보수품질 미흡	102 m	보수필요
		들뜸(d=10mm)	시공 부주의	0.04 m²	보수필요
		박락(d=10mm)	시공 부주의	0.09 m²	보수필요
	벽체부	박락(d=10mm)	시공 부주의, 공용년수 증가	0.55 m²	주의관찰
		파손(d=20mm)	외력(차량접촉)	0.35 m²	주의관찰
		타일 균열	신축작용, 공용년수 증가	190 ea	주의관찰
		타일 탈락	신축작용, 공용년수 증가	33 ea	주의관찰
		타일 파손	신축작용, 공용년수 증가	75 ea	주의관찰
갭문 및 옹벽		실런트 탈락 및 이격	공용년수 증가	7.0 m	주의관찰
부대 시설	배수시설	덮개 파손	외력(차륜접촉)	6 ea	주의관찰
		토사퇴적	비산먼지 유입, 공용년수 증가	495.0 m	주의관찰
	주변사면 및 배수로	파손	잔류침하	3.25 m²	주의관찰
		이물질 퇴적	환경적 요인, 경년열화	60.0 m	주의관찰
		균열	잔류침하	4.0 m	주의관찰
		철근노출	피복부족, 공용년수 증가	0.05 m²	주의관찰
	공동구	덮개 파손	공용년수 증가, 시공 부주의	11 ea	주의관찰
		들뜸	제설제 접촉, 공용년수 증가	49.67 m²	보수필요
		박락 및 철근노출	제설제 접촉, 공용년수 증가	0.64 m²	보수필요
	포장부	망상균열	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	3.00 m²	주의관찰
		파손	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	2.50 m²	주의관찰
		앵커 돌출	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	43 ea	보수필요
		아스콘 망상균열	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	2.70 m²	주의관찰
부속시설		상태양호	-	-	주의관찰
공중이 이용하는 부위	망상균열	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	3.00 m²	주의관찰	
	파손	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	2.50 m²	주의관찰	
	앵커 돌출	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	43 ea	보수필요	
	아스콘 망상균열	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	2.70 m²	주의관찰	
	공동구 덮개 파손	공용년수 증가, 시공 부주의	11 ea	주의관찰	
	배수로 덮개 파손	외력(차륜접촉)	6 ea	주의관찰	

나. 외관조사 결과 비교표

2019년 정밀안전점검 결과와 금차 손상 및 수량을 비교한 결과는 다음 표와 같다.

【표 2.3.26】 외관조사 결과 비교표

부재		손상종류	손상수량		수량 비교 (증:▲, 감:▼)		손상진전 여부 및 증감 사유
			전차('19)	금차('22)			
라이닝	천단부	균열(0.1<cw≤0.3mm)	21.4 m	41.1 m	▲	19.7 m	전차 조사누락
		균열(0.3<cw≤0.5mm)	3.0 m	3.0 m	-	-	상태유지
		보수부 재균열	-	102.0 m	▲	102.0 m	신규 손상
		들뜸(d=10mm)	-	0.04 m²	▲	0.0 m	손상명 변경
		박락(d=10mm)	0.13 m²	0.09 m²	▼	0.04 m²	손상명 변경
	벽체부	파손(d=20mm)	0.35 m²	0.35 m²	-	-	상태유지
		박리(d=10mm)	0.37 m²	0.55 m²	▲	0.18 m²	전차 조사누락
		타일 균열	176 ea	190 ea	▲	14 ea	신규손상 추가
		타일 탈락	-	33 ea	▲	33 ea	신규손상 추가, 손상명 변경
		타일 파손	69 ea	75 ea	▲	75 ea	신규손상 추가, 손상명 변경
갯문 및 옹벽		실런트 탈락 및 이격	7.0 m	7.0 m	-	-	상태유지
부대시설	배수시설	덮개 파손	4 ea	6 ea	▲	2 ea	전차 조사누락
		토사퇴적	-	495.0 m	▲	495.0 m	전차 조사누락
	주변사면 및 배수로	파손	2.25 m²	3.25 m²	▲	3.25 m²	전차 조사누락
		이물질 퇴적	12.0 m	60.0 m	▲	60.0 m	전차 조사누락
		균열	-	4.0 m	▲	4.0 m	전차 조사누락
		철근노출	-	0.05 m²	▲	0.05 m²	전차 조사누락
	공동구	덮개 파손	3 ea	11 ea	▲	8 ea	전차 조사누락
		들뜸(박리 및 박락)	28.04 m²	49.67 m²	▲	21.63 m²	손상명 변경, 신규손상 추가
		박락 및 철근노출	6.48 m²	13.07 m²	▲	6.59 m²	손상명 변경, 전차 조사누락
	포장부	파손	1.70 m²	2.50 m²	▲	0.80 m²	전차 조사누락
		망상균열	-	3.00 m²	▲	3.00 m²	전차 조사누락
		앵커 돌출	-	43 ea	▲	43 ea	전차 조사누락
		아스콘 망상균열	-	2.70 m²	▲	2.70 m²	신규손상 추가
부속시설		소화기 점등파손	1 ea	-	▼	1 ea	보수 완료
공중이 이용하는 부위	포장 망상균열	-	3.00 m²	▲	3.00 m²	전차 조사누락	
	포장 파손	1.70 m²	2.50 m²	▲	0.80 m²	전차 조사누락	
	앵커 돌출	-	43 ea	▲	43 ea	전차 조사누락	
	아스콘 망상균열	-	2.70 m²	▲	2.70 m²	신규손상 추가	
	공동구 덮개 파손	3 ea	11 ea	▲	8.00 m²	전차 조사누락	
	배수로 덮개 파손	4 ea	6 ea	▲	2.00 m²	전차 조사누락	

2.4 재료시험 결과

2.4.1 조사·시험 항목 및 수량

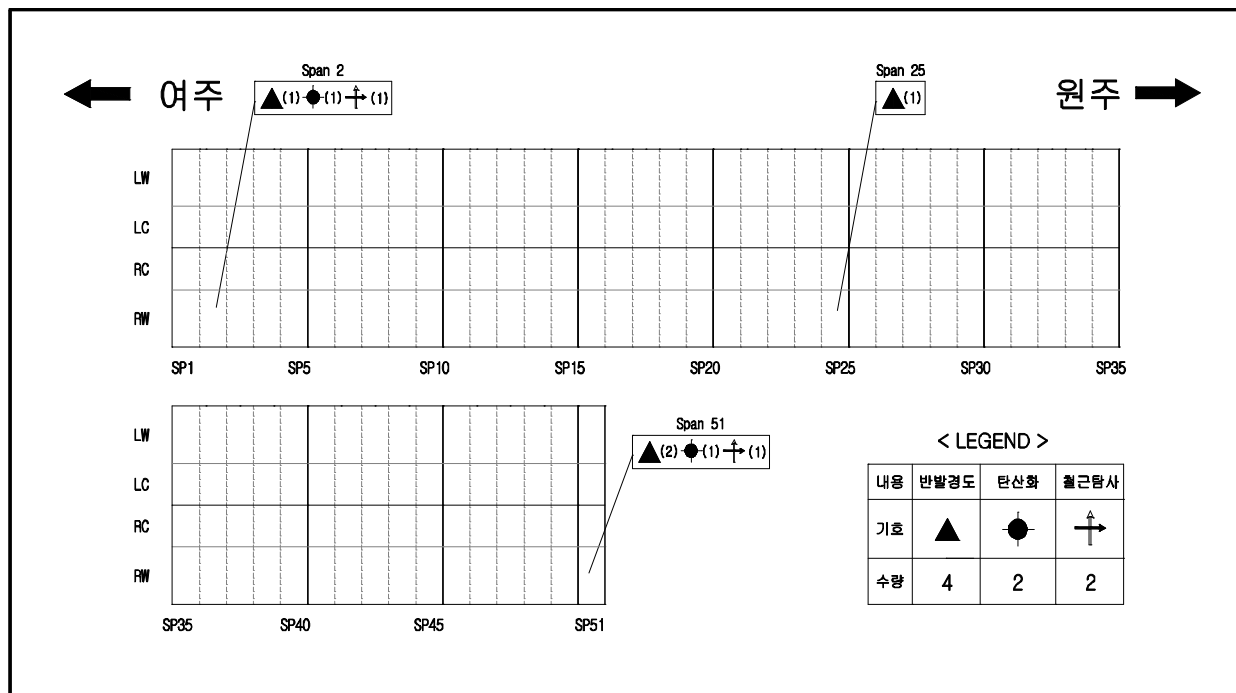
과업대상 시설물에 대한 재료시험은 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021.12)”에 근거하여 시험항목 및 수량을 결정하였으며, 부재에 대한 접근성, 외관조사 결과 등 제반 사항을 고려하여 시험수량, 조사위치를 선정하였다.

본 “정밀안전점검” 과업에서의 재료시험 조사·시험 항목 및 수량은 다음과 같다.

【표 2.4.1】 조사·시험 항목 및 수량

구분	재료시험 항목 및 수량(기준/측정)			비고
	반발경도시험	탄산화시험	철근배근탐사	
라이닝	4 / 2	2 / 2	2 / -	-
계	4 / 2	2 / 2	2 / -	-

* 반발경도 시험은 건전부와 비건전부를 대상으로 시험을 실시하였다.
 * 탄산화 시험은 건전부를 대상으로 시험을 실시하였다.
 * 탄산화 시험 개소에 대해서는 철근배근 탐사를 통하여 피복을 조사하였다.



【그림 2.4.1】 재료시험 조사 위치도

2.4.2 재료시험 결과

가. 콘크리트 강도 시험

콘크리트 강도시험은 Schmidt Hammer를 이용하여 콘크리트 표면의 반발경도를 측정, 비파괴 강도 추정식으로 분석하였으며, 분석결과는 다음과 같다.

【표 2.4.2】 반발경도법에 의한 비파괴강도 분석결과

측정 위치	콘크리트 종류	평균치 (R)	타격 각도 (α°)	각도 보정 (ΔR)	기준 경도 (Ro)	시간경과 계수		Fc : 추정강도(MPa)			비고
						재령 (일)	보정치 (n)	式 ①	式 ②	평균	
SP2(RW)	보통	50.0	45	-2.10	47.9	8,187	0.63	27.0	27.8	27.4	
SP25(RW)	보통	51.3	45	-2.04	49.3	8,187	0.63	28.1	28.4	28.2	
SP51(RW)	보통	50.8	45	-2.06	48.7	8,187	0.63	27.7	28.1	27.9	
SP51(RW) 비건전부	보통	49.2	45	-2.14	47.0	8,187	0.63	26.3	27.4	26.8	
평균								27.2	27.9	27.6	
범위								26.3~28.1	27.4~28.4	26.8~28.2	
표준편차								0.8	0.4	0.6	
▷ 式 ①(일본재료학회 제안식), 式 ②(일본건축학회 제안식) ▷ 반발경도값은 추정 설계강도 대비 100%이상 이며, 피복 콘크리트의 상태는 양호한 것으로 평가되었다.											

나. 콘크리트 탄산화 깊이 측정

콘크리트 탄산화 깊이 측정은 현장에서 부재 깎아낸 면에 대하여 페놀프탈레인 1%용액을 분무하는 방법으로 실시하였으며, 시험결과는 다음과 같다.

【표 2.4.3】 콘크리트 탄산화 깊이 측정 결과

시험 위치	탄산화 깊이(mm)		피복 두께(mm)	탄산화 잔여깊이(mm)	탄산화 속도계수	수명 예측(년)	잔존 수명(년)	평가
	실측	이론						
SP2(RW)	8.5	17.5	49.0	40.5	1.81	731	709	a
SP51(RW)	7.0	17.5	37.0	30.0	1.49	615	593	a
* 탄산화 잔여깊이는 30mm이상으로 분석되어 a등급으로 평가되었다.								

다. 철근배근 상태조사 결과

철근배근 상태조사는 탄산화 깊이 측정을 시행한 경간, 지점 부재에 대하여 실시하여 탄산화 잔여깊이, 속도계수 산정에 활용토록 하였으며, 조사결과는 다음과 같다.

【표 2.4.4】 철근배근 상태조사 결과

No.	측정 위치	배근 종류	측정치		비고
			간격(mm)	피복(mm)	
1	SP2(RW)	주철근	-	49.0	
2	SP51(RW)	주철근	-	37.0	
* 조사된 각 부재의 피복두께는 탄산화 깊이 평가시 활용하였다.					

2.4.3 재료시험 결과 비교

과업 대상 시설물의 항목별 재료시험 결과에 대한 비교 결과는 다음과 같다.

【표 2.4.5】 항목별 재료시험 결과 비교

구분	재료시험 결과						
비파괴 강도 (MPa)	시험부재	2020년(전차)		2022년(금차)		추정 설계 강도	비고
		건전부	비건전부	건전부	비건전부		
	라이닝	26.7~28.6	25.0~26.6	27.0~28.4	26.3~27.4	24	
	▷ 측정치는 조사위치, 방법, 기타 요인으로 인해 다소 차이가 있으나, 전차 및 금회 비파괴 강도는 각각의 추정 설계강도를 만족하고 있는 것으로 평가되었다.						
탄산화 깊이 측정 (mm)	시험부재	2020년(전차)			2022년(금차)		
		탄산화 깊이	잔여깊이	평가	탄산화 깊이	잔여깊이	평가
	라이닝	최대 9.0	최소 42.0	a	최대 8.5	최소 30.0	a
	▷ 측정치는 조사위치, 방법, 기타요인으로 인해 다소 차이가 있으나, 전차 및 금회 탄산화 잔여깊이는 30mm이상 확보되고 있어 a등급으로 평가되었다.						

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.5.1 상태평가

본 터널은 총 51Span으로 5Span씩 외관조사망도를 작성하고 이를 1Sheet로 설정하여 상태평가를 실시하였다.

가. 기본시설 상태평가

1) 철근콘크리트 라이닝구간

【표 2.5.1】 철근콘크리트 라이닝구간 상태평가 결과표

S/N	형식	연장 (m)	부재 면적 (㎡)	균열		누수		파손 및 손상		박리		박락		백태		재료 분리		철근 노출		탄산화		염화물 이온량 (kg/㎡)	결합 점수 합계	라이닝 결합 지수	
				균열폭 (mm)						깊이 (mm)		깊이 (mm)		면적율 (%)		면적율 (%)		면적율 (%)		잔여 깊이 (mm)					
Sheet 1	철근	40.0	925.60	0.0	0/a	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	깊이1 2mm 미만	0/b	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	0	0.00
Sheet 2	철근	45.0	1041.3 0	0.3	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	깊이1 2mm 미만	0/b	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
Sheet 3	철근	45.0	1041.3 0	0.3	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	깊이1 2mm 미만	0/b	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
Sheet 4	철근	50.0	1157.0 0	0.3	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	깊이1 2mm 미만	0/b	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
Sheet 5	철근	50.0	1157.0 0	0.2	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
Sheet 6	철근	50.0	1157.0 0	0.2	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	깊이1 2mm 미만	0/b	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
Sheet 7	철근	50.0	1157.0 0	0.1	1/a	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	깊이1 2mm 미만	0/b	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	1	0.04
Sheet 8	철근	50.0	1157.0 0	0.3	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
Sheet 9	철근	46.0	1064.4 4	0.2	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	깊이1 2mm 미만	0/b	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
Sheet 10	철근	45.0	1041.3 0	0.3	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	깊이1 2mm 미만	0/b	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
Sheet 11	철근	7.0	161.98	0.2	4/b	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	없음	0/a	0.00	30m 미이상	0/a	-	4	0.15
산술평균		478.00	11060.92	3.36		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		-	3.36	0.13	

2) 터널 주변상태 결함점수 산정

【표 2.5.2】 터널 주변상태 결함점수 산정표

항 목	배수상태	지반상태	갯문상태	공동구상태	특수조건	합계
결함점수(철근)	1	1	0.5	0.5	0	3.00

3) 터널 상태평가 결함점수 산정

【표 2.5.3】 터널 상태평가 결함점수 산정표

구분	라 이 닝										터 널 주 변	결 합 점 수	결 합 지 수 (A)	연 장 비 (B)	연장비를 고려한 결합지수 (A)×(B)
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화											
				박리	박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물					
철근	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	3.00	6.36	0.15	1.00	0.148
															0.148

4) 터널 상태평가 결과 산정

【표 2.5.4】 터널 상태평가 결과표

구분	연장(a)	결함지수(b)	a*b	(a*b)/Σa
철근콘크리트라이닝	478.0	0.148	70.74	0.148
터널 결함지수				0.148
상태평가결과				A

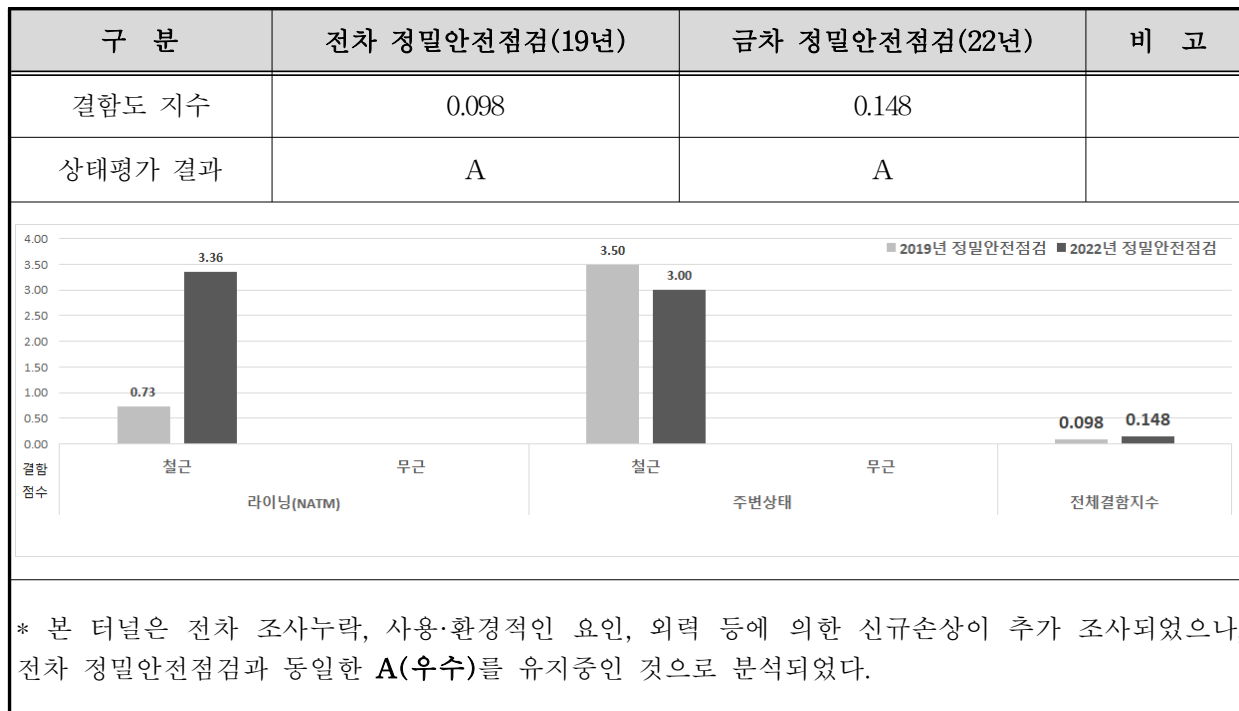
나. 상태평가 결과

구 분	터널 결함지수(F)	터널 상태평가 결과	비 고
부평터널(상)	0.148	A	$0 \leq F < 0.15$

다. 공중이 이용하는 부위 상태평가 결과

구 분	1 ~ 51 Sheet	비고
추락방지시설	대상없음	
도로포장	b	
도로부 신축이음부	대상없음	
환기구 덮개 등	b	

2.5.2 기 점검결과와의 비교



2.5.3 종합평가 결과

본 과업은 시설물에 대한 외관조사 및 재료시험 외 별도의 안전성평가가 시행되지 않아 상태평가 결과로 같음하여 시설물에 대한 종합평가 결과를 산정하였다.

【표 2.5.5】 시설물 종합평가결과 산정표

시설물명	부평터널(상)			
평가구분	결함지수	평가결과	비고	
상태평가	F= 0.148	A	근거 표번호	【표 2.2.39】
종합평가	-	A		
종합평가 결과	○ 터널의 종합평가결과 : A			

2.5.4 안전등급 지정

부평터널(상) 정밀안전점검 결과, 문제점이 없는 최상의 상태로서 안전등급 A(우수)로 지정하였다.

2.6 정밀안전점검결과 조치방안

2.6.1 정밀안전점검결과 조치방안

과업대상 시설물은 안전등급 A로 우수한 상태이며, 시설물의 안전을 저해하는 구조적인 결함이 없으므로 정밀안전진단의 실시, 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

각 부재별 정밀안전점검결과 조치방안은 다음과 같다.

【표 2.6.1】 정밀안전점검결과 조치방안

상태평가 결과 및 보수·보강(안)			상태평가 결과 : A	
결함발생 부재		결함종류	보수·보강(안)	순위
라이닝	천단부	균열(0.1<cw≤0.3mm)	표면처리공법	3
		균열(0.3<cw≤0.5mm)	주입공법	2
		보수부 재균열	표면처리공법	3
		들뜸(d<12mm)	단면복구공법	3
		박락(d<12mm)	단면복구공법	3
	벽체부	박리(d<12mm)	주의관찰	-
		파손(d<25)	주의관찰	-
		타일 균열	주의관찰	-
		타일 탈락	주의관찰	-
		타일 파손	주의관찰	-
갭문		실린트 탈락 및 이격	주의관찰	-
부대시설	배수시설	덮개 파손	주의관찰	-
		토사퇴적	주의관찰	-
	주변사면 및 배수로	파손	단면복구공법	3
		이물질 퇴적	청소	3
		균열	표면처리공법	3
		철근노출	단면복구(방청)	2
	공동구	덮개 파손	주의관찰	-
		들뜸	단면복구(방청)	2
		박락 및 철근노출	단면복구(방청)	2
	갭구부 옹벽	상태양호	주의관찰	-
포장부	망상균열	주의관찰	-	
	파손	주의관찰	-	
	앵커 돌출	앵커 적출	1	
	아스콘 망상균열	주의관찰	-	
부속시설		상태양호	주의관찰	-
공중이 이용하는 부위	망상균열	주의관찰	-	
	파손	주의관찰	-	
	앵커 돌출	앵커 적출	1	
	아스콘 망상균열	주의관찰	-	
	공동구 덮개 파손	주의관찰	-	
	배수로 덮개 파손	주의관찰	-	

2.6.2 보수·보강방안 및 개략공사비

【표 2.6.2】 보수·보강방안 및 개략공사비

부재		손상내용	보수·보강 공법	단위	수량		단가 (원)	직접 공사비 (원)
					손상	보수		
라이닝	천단부	균열(0.1<cw≤0.3mm)	표면처리공법	m / m²	41.1	10.28	61,139	628,509
		균열(0.3<cw≤0.5mm)	주입공법	m / m	3.0	3.0	43,000	129,000
		보수부 재균열	표면처리공법	m / m²	102	25.50	61,139	1,559,045
		들뜸(d=10mm)	단면복구공법	m² / m²	0.04	1.00	146,653	146,653
		박락(d=10mm)	단면복구공법	m² / m²	0.09	1.00	146,653	146,653
부대 시설	주변사면 및 배수로	이물질 퇴적	청소	m / m	60.0	60.0	3,000	180,000
	공동구	들뜸	단면복구(방청)	m² / m²	49.67	143.40	359,674	51,577,252
		박락 및 철근노출	단면복구(방청)	m² / m²	0.64			
		포장부	앵커돌출	앵커 적출	ea / 식	43	1	1,000,000
직접공사비(원)			합계					55,367,112
부대공(원)			보수차량, 안전시설 등					3,000,000
제경비(원)			(직접공사비 + 부대공)*60%					35,020,267
개략 공사비(원)			합계					93,387,379
* 보수 수량은 손상의 영향범위, 보수효과, 작업성 등을 고려하여 산출하였다. (균열 표면보수 → 손상길이*0.25, 단면손상 → 손상면적*1.5, 50%할증) * 보수 최소 물량은 1.00㎡으로 하여 산정하였다. * 손상부 보수, 보강은 별도의 실시설계가 필요하다.								

2.7 보수·보강 및 유지관리방안

2.7.1 보수·보강 전략 제안

가. 개요

구조물에 대한 보수·보강은 구조물에 발생된 손상의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강방법 및 수준을 정하여야 한다.

보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생된 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강이란 설계하중 이상의 하중 등 위해요인에 구조물이 안전하도록 하기 위해서 구조물의 내하력 등을 증진시키는 것을 말한다.

따라서 보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 또 보강을 위해서는 안전성평가 결과 등을 정밀검토 후 보수·보강 필요성, 방법 및 그 수준을 제시하여야 한다.

나. 보수·보강 계획시 고려사항

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다.

따라서 시설물 관련 제반자료, 점검·진단시 수행한 각종 상태평가, 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

다. 보수·보강의 우선순위 선정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

- 보수보다는 보강을, 보조부재보다는 주부재를 우선하여 실시한다.
- 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.
- 또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

2.7.2 주요 손상에 대한 보수·보강방안

과업수행 결과 조사된 부재별 결함에 대한 적용 공법별 보수·보강방안은 다음과 같다.

가. 콘크리트 균열 보수방안

균열의 보수공법은 구조물의 중요도 및 특성에 따라 다양하다. 보수목적 및 현상, 원인에 따른 공법분류는 다음 표와 같다.

【표 2.7.1】 균열 보수공법 분류

보수 목적	균열 현상		균열폭 (mm)	표면처리 공법	주입 공법	충전 공법	침투성방수제 도포
방수 성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭의 변동이 적다	0.2이하	○	△		○
			0.2~1.0	△	○	○	
		균열폭의 변동이 크다	0.2이하	△	△		○
			0.2~1.0	○	○	○	
내구 성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭의 변동이 적다	0.2이하	○	△	△	
			0.2~1.0	△	○	○	
			1.0이상		△	○	
		균열폭의 변동이 크다	0.2이하	△	△	△	
			0.2~1.0	△	○	○	
			1.0이상		△	○	
			※ ○ 적정, △ 조건에 따라 적정				

나. 콘크리트 열화 및 손상부 보수방안

표면처리공법은 콘크리트 부재의 미세 균열, 망상균열, 균열부 백태, 백태, 박리, 녹물, 기존 표면처리 보수부 보수재료의 열화, 박리 등 열화 및 손상에 대하여 손상된 표면을 보수재로 피복하여 콘크리트 부재의 내구성, 방수성을 지니도록 보수시에 적용한다.

단면복구공법은 콘크리트 부재의 재료분리, 들뜸, 파손, 박락, 철근노출, 심한 박리 등 단면결손부를 보수하는 공법으로, 부재 단면감소 부분의 내력이 감소되지 않도록 복구, 보수시에 적용한다.

【표 2.7.2】 열화 및 손상 정도에 따른 보수공법 선정안

열화 및 손상 정도	보수목적	적용공법
표면손상	보수단면이 적은 경우 부재의 내구성 저하방지 목적	표면처리공법
비교적 깊은손상	단면결손부에 대한 내구성 및 보강 목적	단면복구공법

【표 2.7.3】 표면처리공법 보수재료 선정방안

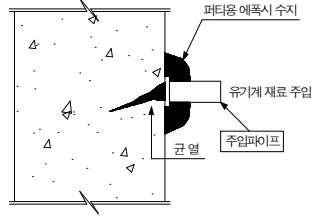
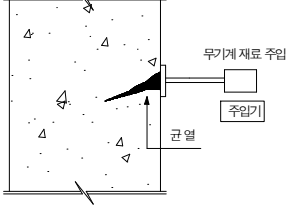
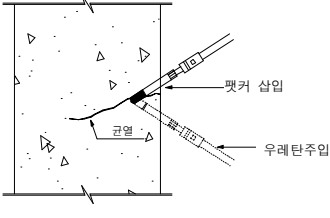
구분	폴리머 몰탈	에폭시 몰탈	폴리우레탄
재료 특성	·접착성이 우수하다. ·탄산화 저항성 우수 ·내구성, 내후성 우수	·접착성이 우수하다. ·침투성이 양호하다. ·경화시간 조정 가능하다.	·완전 1액형이다. ·탄성, 복원력 우수함.
장점	·시공성이 우수하며, 부착면 상태에 영향을 적게 받는다.	·부착성이 우수하며, 현장여건 에 따른 경화 시간 조정가능	·탄성력이 우수하며, 누수 차단성이 크다.
단점	·경화시간이 길며, 재료비가 고가이다.	·열팽창계수가 크고 고온에 약하며, 재료비가 고가이다.	·보수후 강성의 복원이 없다.
적용 특성	·광범위한 보수, 미관확보 측면의 보수에 유리하다	·표면열화가 있는 균열부에 적합하다.	·우수 침투부, 신축부에 적합 하며, 비구조체 적합하다.
열화 및 손상부에 대한 표면처리 보수시 보수재료는 시공성, 보수효과, 미관확보 등에 유리한 폴리머 계열의 보수재료가 적정한 것으로 검토되었다.			

【표 2.7.4】 단면복구공법 보수재료 선정방안

구 분	폴리머모르타르계 시멘트 +철근방청	(침투성 접착강화제 + 급결시멘트) +철근방청	일반시멘트+철근방청
장점	·시공성 좋으며, 실적이 많다. ·표면 접착력이 강하다. ·충격이나 내후성이 강하다.	·시공성이 좋다. ·표면 접착력이 강하다. ·단 시간내 지수효과가 큼	·시공이 간편하다. ·공사비가 저렴하다.
단점	·면이 건조상태 이어야 한다. ·숙련공 시공이 요구된다. ·재료가 다소 고가이다.	·5℃이하에서 작업이 불가하다. ·공사비가 고가이다. ·숙련공에 의한 시공필요	·부착면 탈락 발생이 빈번하다. ·손상면에 습기 발생시 보수부 탈락이 빈번하다.
열화 및 손상부에 대한 단면복구 보수시 보수재료는 시공성, 보수효과, 미관확보 등에 유리한 폴리머 계열의 보수재료가 적정한 것으로 검토되었다.			

다. 콘크리트 균열부 주입제 선정안

【표 2.7.5】 균열부 주입 재료 선정안

구분	에폭시 주입	슬러리시멘트 주입	우레탄 주입
개요도			
공법개요	균열부위를 커팅하고 균열부를 썰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법	균열부위를 커팅하고 균열부를 썰링한 후에 무기계재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열 부위에 지그 재그방향으로 패커를 삽입하고 우레탄을 주입하는 공법
장점	· 인장, 휨강도가 우수함 · 건조한 환경에 유리함 · 경화시간이 빠름 · 시공실적 다수	· 품질관리가 용이, 재균열 발생 우려 없음 · 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방 확보 · 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창계수, 투수성 확보 · 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함	· 접착력 우수 · 탄성이 뛰어나고 인장강도 우수 · 저점도로 미세균열에도 침투 · 소규모 누수부에 대한 지수가 용이함
단점	· 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움 · 주입압력이 크면 균열 확대되므로 주의 · 탄성계수, 열팽창계수 콘크리트와 다름	· 보통형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐 · 공정이 다소 복잡, 시공전문가가 필요 · 유기계에 비해 접착강도 떨어짐	· 다소 유해하다. · 변형발생가능 있음
검토	균열 주입보수 재료는 인장, 휨강도가 우수하며 현재 콘크리트 구조물 보수에 널리 사용되고 있는 에폭시 수지 주입이 적정하며, 폼타이플 누수부위는 우레탄 주입을 통한 지수가 적정함.		

라. 포장 손상부 보수방안

구분	손상 유형	공법	목적
보수	노면요철, 바퀴자국, 블리딩 폴리싱, 블리딩, 균열 노면요철, 바퀴자국, 단차 단차, 요철, 전반적 상태불량	절삭공법 표면처리공법 절삭 오버레이 전면치환(방수, 재포장)	요철 완화 부분적 결함 보수 균열, 소성변형 보수 전체적 포장상태 개선

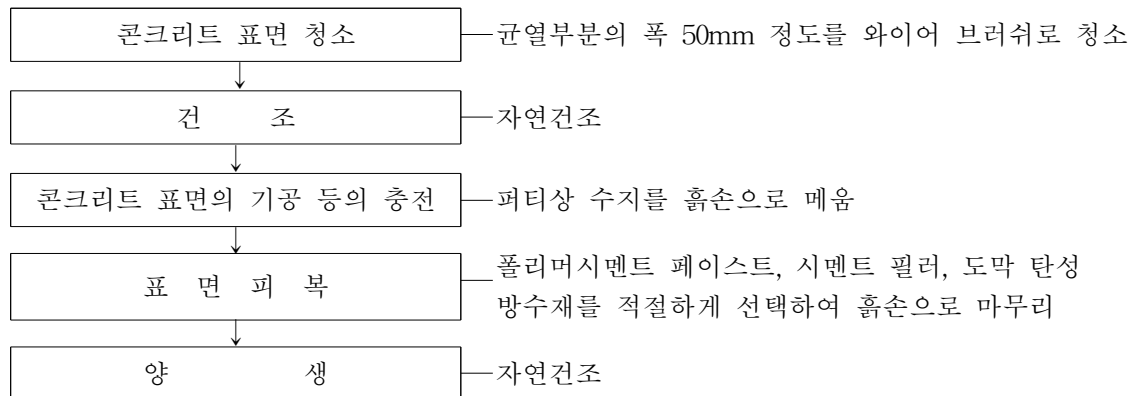
2.7.3 보수·보강공법 개요

가. 균열부 표면처리공법

1) 개요

비교적 미세한 균열에 대해 직접 균열의 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 공법으로 활성 균열에 대해서는 대처할 수 없는 결점이 있다.

2) 시공방법



3) 주의사항

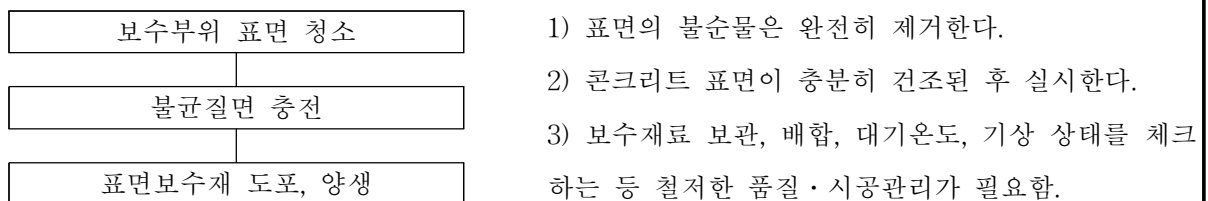
피복재의 두께가 얇을 경우 시간에 따른 열화에 대해 주의를 요함.

나. 열화 및 손상부 표면처리공법

1) 용도 및 목적

콘크리트 부재 망상균열, 백태, 박리, 보수재 박리 등 손상부 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 증진시키는 목적으로 적용한다.

2) 시공순서 및 시공시 유의사항

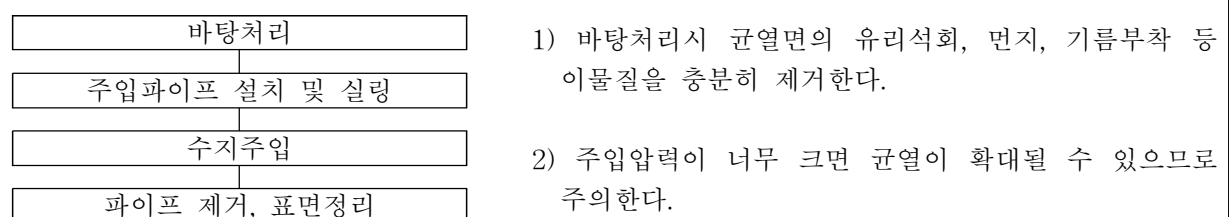


다. 수지 주입공법

1) 용도 및 목적

콘크리트 부재 균열(0.3mm 이상)부에 에폭시 수지를 주입하여 콘크리트와 일체를 꺾하고 구체의 방수성, 내구성을 증진시키는 목적으로 적용한다.

2) 시공순서 및 시공시 유의사항

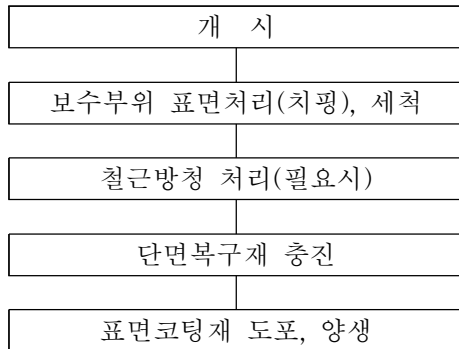


라. 단면복구공법

1) 용도 및 목적

콘크리트 부재의 박락, 파손, 들뜸, 재료분리, 피복부족, 철근노출 등 단면 결손부에 대하여 열화부위 제거 및 그 표면을 피복하여 단면을 복구하고, 내마모성, 내구성을 확보하기 위한 목적으로 적용한다.

2) 시공순서 및 시공시 유의사항



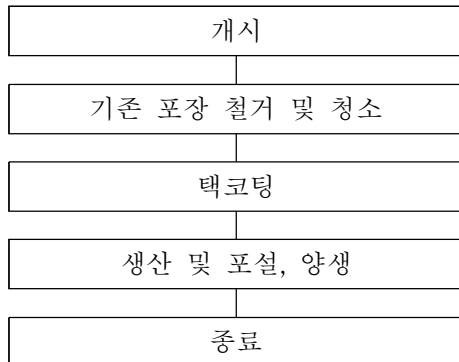
- 열화부는 치핑을 통하여 완전히 제거한다.
- 철근부식 개소는 브러싱, 연마 작업을 통하여 녹을 제거한 후 방청 처리한다.
- 마감재 양생시 급격한 수분 증발을 억제하기 위하여 물분무, 부직포 등으로 양생한다.
- 보수재료 보관, 배합, 대기온도, 기상 상태를 체크하는 등 철저한 품질·시공관리가 필요함.

마. 방수 및 재포장

1) 용도 및 목적

아스콘 포장 구간이 노후되고 오버레이의 중복이 불가한 경우, 부분 포장시 반복적 손상의 우려가 있는 경우 부재의 상태개선, 내구성 및 차량의 주행성 확보를 목적으로 재포장을 시행한다.

2) 시공순서 및 시공시 유의사항



- 1) 교통량이 적은 시간대에 실시한다.
- 2) 시공시 바닥판 상면의 상태를 확인하여 열화가 발생되었을 경우 제거, 복구를 하여야 한다.
- 3) 시공전 혼합물의 품질, 운반 및 시공장비 등을 미리 점검하는 등 철저한 품질·시공관리가 필요하다.

2.7.4 유지관리방안

가. 유지관리 개요

유지관리 방안 제시는 시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로, 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 제시하여야 한다.

나. 부재별 유지관리방안

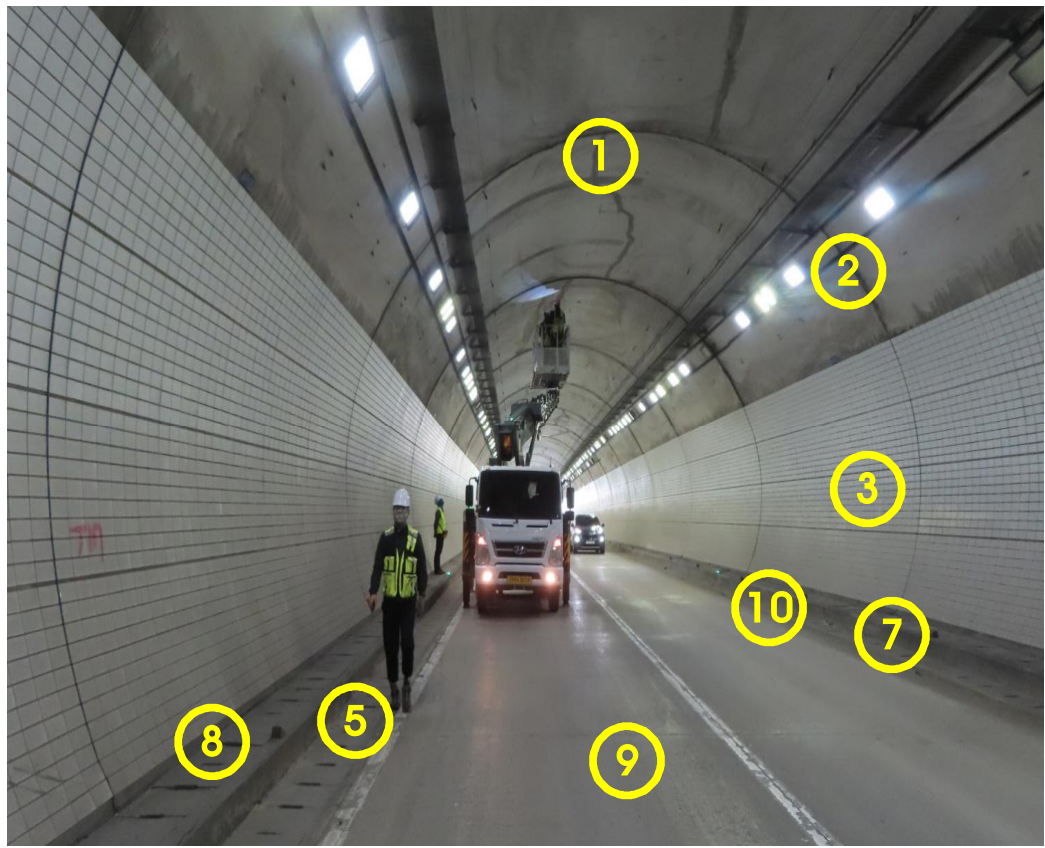
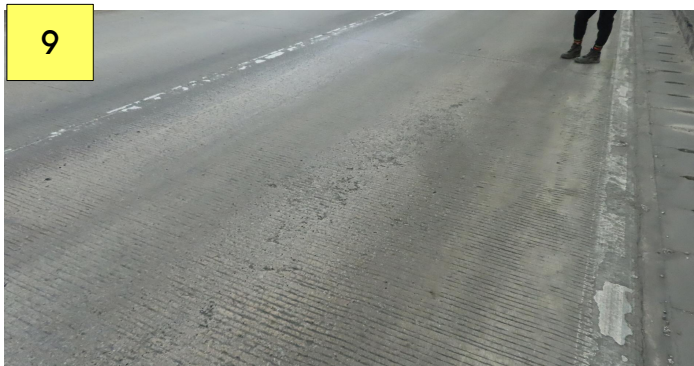
구 분	유지관리방안	
라이닝	• 주요결합 - 천단부 : 균열($0.1 < cw \leq 0.3\text{mm}$), 균열($0.3 < cw \leq 0.5\text{mm}$), 보수부 재균열, 들뜸($d=10\text{mm}$), 박락($d=10\text{mm}$) - 벽체부 : 손상은 박락($d=10\text{mm}$), 파손($d=20\text{mm}$), 타일 균열, 타일 탈락, 타일 파손 • 유지관리방안 - 손상부는 내구성을 확보하기 위한 보수계획 수립 및 조치 • 조치대책 - 손상부 보수(표면처리공법, 주입보수공법, 단면복구공법)	
		
	Span 15 균열($0.1 < cw \leq 0.3\text{mm}$)	Span 38 균열($0.3 < cw \leq 0.5\text{mm}$)
		
	Span 12 보수부 재균열	Span 15 들뜸($d=10\text{mm}$)
		
	Span 20 박락($d=10\text{mm}$)	Span 49 들뜸($d=10\text{mm}$)

구 분	유지관리방안	
갱문	• 주요결함 - 실린트 탈락 및 이격 • 유지관리방안 - 상태변화 여부에 대한 주의관찰 • 조치대책 - 주의관찰	
		
	입구부 갱문 실린트 탈락 및 이격	입구부 갱문 실린트 탈락 및 이격
배수 시설	• 주요결함 - 덮개 파손, 토사퇴적 • 유지관리방안 - 손상진전 여부에 대한 주의관찰 필요 • 조치대책 - 주의관찰	
		
	Span 22 덮개 파손	Span 12 토사퇴적
공동구	• 주요결함 - 공동구 덮개 파손, 들뜸, 박락 및 철근노출 • 유지관리방안 - 보수 전 손상진전 여부에 대한 지속관찰 필요 • 조치대책 - 손상부 보수(단면복구(방청)) 및 주의관찰	
		
	Span 11~15 측벽 들뜸	Span 6 측벽 박락 및 철근노출

구 분	유지관리방안	
사면	• 주요결함 - 상태양호 • 유지관리방안 - 신규 손상 발생여부에 대한 지속점검 • 조치대책 - 지속관찰	
		
	시점부 사면 상태양호	종점부 사면 상태양호
포장부	• 주요결함 - 파손, 망상균열, 앵커 돌출, 아스콘 망상균열 • 유지관리방안 - 차량주행성에 영향을 주는 손상 발생 여부 점검 - 보수 전 손상진전 여부 및 신규손상 발생 여부 점검 • 조치대책 - 손상부 보수(앵커 적출) 및 주의관찰	
		
	Span 10 앵커 돌출	Span 13 망상균열
배수로	• 주요결함 - 배수로 파손, 토사퇴적, 균열, 철근노출 • 유지관리방안 - 손상진전 여부 및 배수기능 저하 여부 점검 • 조치대책 - 손상부 주의관찰 및 주기적인 청소	
		
	입구부 배수로 이물질 퇴적	출구부 배수로 철근노출

구 분	유지관리방안	
부속 시설	• 주요결합 - 상태양호 • 유지관리방안 - 신규손상 발생 여부에 대한 지속점검 • 조치대책 - 지속관찰	
		
	소화기 점등파손 보수완료	조명시설 상태양호
공중이 이용하는 부위	• 주요결합 - 도로포장 : 파손, 망상균열, 앵커 돌출, 아스콘 망상균열 - 환기구 등 덮개 : 공동구 덮개 파손, 들뜸, 박락 및 철근노출 • 차량주행성에 영향을 주는 손상 발생 여부 점검 • 유지관리방안 - 보수 전 손상진전 여부 및 신규손상 발생 여부 점검 - 보수 전 손상진전 여부에 대한 지속점검 필요 • 조치대책 - 교면 재포장, 공동구 재설치	
		
	Span 10 앵커 돌출	Span 13 망상균열
		
	Span 11~15 측벽 들뜸	Span 6 측벽 박락 및 철근노출

2.7.5 부평터널(상) 중점 유지관리 대상

			
◦ Span 15 균열($0.1 < cw \leq 0.3\text{mm}$)	◦ Span 15 들뜸($d=10\text{mm}$)	◦ Span 18 타일 파손	◦ 입구부 갭문 실런트 탈락 및 이격
			
			
		◦ Span 12 토사퇴적	
			
		◦ 출구부 배수로 철근노출	
			
◦ Span 10 앵커 돌출	◦ Span 13 망상균열	◦ Span 21 공동구 덮개 파손	◦ Span 6 측벽 박락 및 철근노출

2.8 종합결론 및 건의

부평터널(상)은 경기도 여주시 강천면 부평리 일반국도42호선 상에 위치한 도로터널이며, 수원국토관리사무소에서 관리하고 있는 2종 시설물이다.

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”에 의거 정기적으로 시행하는 정밀안전점검용역이며, 대상 시설물에 대한 관련 현장조사 및 시험, 상태평가 등 과업의 결과에 대한 종합결론은 다음과 같다.

2.8.1 현장조사 및 시험결과

가. 외관조사 결과

과업대상 시설물에 대한 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.

부 재		외관조사 결과	손상원인	손상수량	비고
라이닝	천단부	균열($0.1 < cw \leq 0.3\text{mm}$)	건조수축, 수화열	41.1 m	보수필요
		균열($0.3 < cw \leq 0.5\text{mm}$)	건조수축, 수화열	3 m	보수필요
		보수부 재균열	건조수축, 수화열, 보수품질 미흡	102 m	보수필요
		들뜸($d=10\text{mm}$)	시공 부주의	0.04 m ²	보수필요
		박락($d=10\text{mm}$)	시공 부주의	0.09 m ²	보수필요
	벽체부	박락($d=10\text{mm}$)	시공 부주의, 공용년수 증가	0.55 m ²	주의관찰
		파손($d=20\text{mm}$)	외력(차량접촉)	0.35 m ²	주의관찰
		타일 균열	신축작용, 공용년수 증가	190 ea	주의관찰
		타일 탈락	신축작용, 공용년수 증가	33 ea	주의관찰
		타일 파손	신축작용, 공용년수 증가	75 ea	주의관찰
갭문 및 옹벽		실린트 탈락 및 이격	공용년수 증가	7.0 m	주의관찰
부대 시설	배수시설	덮개 파손	외력(차륜접촉)	6 ea	주의관찰
		토사퇴적	비산먼지 유입, 공용년수 증가	495.0 m	주의관찰
	주변사면 및 배수로	파손	잔류침하	3.25 m ²	주의관찰
		이물질 퇴적	환경적 요인, 경년열화	60.0 m	주의관찰
		균열	잔류침하	4.0 m	주의관찰
		철근노출	피복부족, 공용년수 증가	0.05 m ²	주의관찰
	공동구	덮개 파손	공용년수 증가, 시공 부주의	11 ea	주의관찰
		들뜸	제설제 접촉, 공용년수 증가	49.67 m ²	보수필요
		박락 및 철근노출	제설제 접촉, 공용년수 증가	0.64 m ²	보수필요
	포장부	망상균열	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	3.00 m ²	주의관찰
		파손	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	2.50 m ²	주의관찰
		앵커 돌출	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	43 ea	보수필요
		아스콘 망상균열	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	2.70 m ²	주의관찰

부재	외관조사 결과	손상원인	손상수량	비고
부속시설	상태양호	-	-	주의관찰
공중이 이용하는 부위	망상균열	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	3.00 m ²	주의관찰
	파손	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	2.50 m ²	주의관찰
	앵커 돌출	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	43 ea	보수필요
	아스콘 망상균열	반복된 차륜접촉, 공용년수 증가	2.70 m ²	주의관찰
	공동구 덮개 파손	공용년수 증가, 시공 부주의	11 ea	주의관찰
	배수로 덮개 파손	외력(차륜접촉)	6 ea	주의관찰

나. 재료시험 결과

1) 콘크리트 강도조사 결과

- ▶ 라이닝 반발경도값은 추정설계강도 대비 **100%이상**이며, 피복 콘크리트의 상태는 양호한 것으로 평가되었다.

2) 탄산화 시험결과

- ▶ 라이닝 탄산화 시험결과, 탄산화 잔여깊이는 **30mm이상**으로 확보되어 **a등급**으로 평가되었다.

2.8.2 안전등급 지정 결과

가. 종합평가 결과

과업대상 시설물은 종합평가 결과, **A**로 평가되었다.

나. 안전등급 지정

부평터널(상) 정밀안전점검 결과, 문제점이 없는 최상의상태 **안전등급 A(우수)**로 지정하였다.

2.8.3 유지관리시 특별히 관리가 요구되는 사항

정밀안전점검결과 본 터널에서 특별한 관리가 요구되는 사항은 없으며, 본 보고서 2.7.4절의 부재별 유지관리방안에 따라 점검 등의 유지관리를 실시하여야 한다.

2.8.4 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

정밀안전점검결과, 중대한 결함이 없으므로 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성은 없는 것으로 판단된다.