제3장 현장조사 및 시험

3.1 현장조사 개요

3.2 터널 측점분할

3.3 현장조사 결과

3.4 내구성 시험 및 측정 개요

3.5 내구성 조사 결과

제3장 현장조사 및 시험 개요

3.1 현장조사 개요

본 과업대상인 신월여의지하도로(인천방향)는 서울특별시 영등포구 영등포동 7가 94-411에 위치하며 2021년 04월 15일에 준공된 총길이 7,085m(Ramp-D구간 674m), 2차로(합류구간 3차로)의 지하도로다.

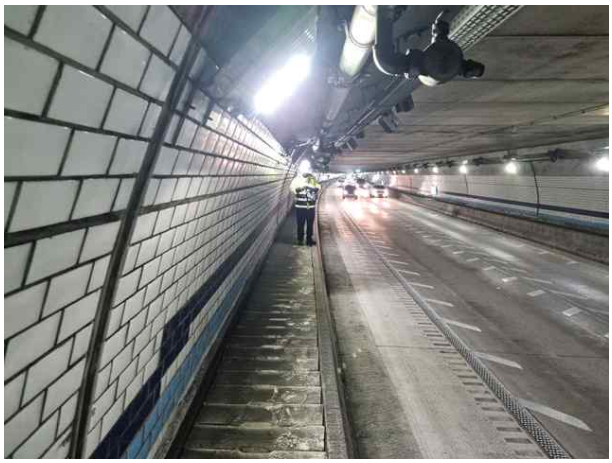
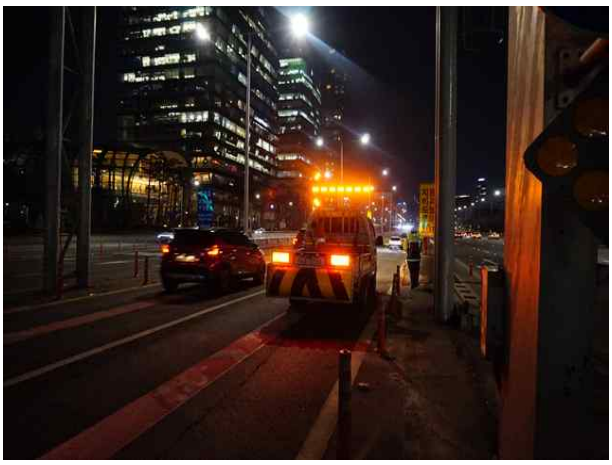
외관조사는 대상 시설물의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 구조적 손상유무를 판단하기 위해 부재 전체에 대하여 가능한 근접 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 따라서, 사전 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근방법 및 장비 동원과 그에 따른 일정계획을 수립하고, 기초자료의 수집 및 분석을 통한 주요 손상을 파악하는 등의 사전검토를 통하여 주요 손상을 파악한 후 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-터널편(2026.1, 국토교통부/국토안전관리원)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능 및 성능 저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하는 데 주안점을 두고 외관조사 방향을 결정하였다.

본 시설물의 외관조사시에는 풍도슬래브 내부로 이동작업하여 라이닝 및 풍도슬래브 상부를 조사하고, 그 외 포장부 및 공동구, 측벽 등은 도보를 이용하여 구조물에 최대한 근접한 상태에서 조사를 실시하였다.

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

3.1.1 현장조사 수행 현황

지하도로 외관조사는 조명장비, 점검차량, 카메라 등의 접근장비를 이용하여 최대한 지하도로 슬래브에 근접한 후 육안조사를 실시하였으며, 조사결과는 지보패턴, 주변구조물의 상태, 주변 지형상태 등을 고려하여 분석하였다.

	
지하차도 내부 이동점검	지하차도 내부 이동점검
	
지하차도 내부 이동점검	지하차도 이동점검
비파괴시험	비파괴시험

【사진 3.1.1】 외관조사 전경

3.1.2 현장조사 항목

가. 터널 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설

【표 3.1.1】터널 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위

구 분	시설물명	점검 및 진단 실시범위			비 고
		정기안전점검	정밀안전점검	정밀안전진단	
기본 시설물	◦라이닝	○	○	○	
	◦갱문	○	○	○	
	◦개착터널	○	○	○	
	◦지하도로	○	○	○	
	◦지하역사1)	○	○	○	
부대 시설물	◦연직갱 및 경사갱	○		○	
	◦환기구2)	○		○	
	◦피난연락갱	○		○	
	◦연결터널(환기시설)	○		○	
	◦갱구부옹벽	○		○	
	◦절토사면	○		○	
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설	○	○	○	
	◦도로포장	○	○	○	
	◦도로부 신축이음부	○	○	○	
	◦환기구 등의 덮개	○	○	○	

나. 상태변화 점검항목

【표 3.1.2】터널의 상태변화 점검항목

구 분	점 검 항 목
라이닝 상태	◦ 균열 ◦ 누수 ◦ 파손 및 손상 ◦ 재질열화 (박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물)
터널주변 상태 등	◦ 배수상태 ◦ 지반상태 ◦ 갱문상태 ◦ 공동구상태 ◦ 특수조건 : 추가점수 부여

【표 3.1.3】 지하도로의 상태변화 점검항목

구 분	점 검 항 목
철근 콘크리트	◦균열, 누수 ◦파손 및 손상 ◦재질열화 (박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출, 탄산화, 염화물)
지하도로주변 상태 등	◦배수상태 ◦갱문상태

다. 정밀안전점검 점검항목

금회 정밀안전점검시 현장답사, 기존자료 등을 토대로 외관조사 방법을 결정하였으며, 부위별 점검항목별로 외관조사를 실시하였다.

【표 3.1.4】 정밀안전점검 점검항목

점 검 부 위	점 검 항 목	비고
터널내부	◦ 라이닝 등 주요변상 · 균열, 누수, 파손 및 손상 · 박리, 박락, 백태 · 철근노출 등 ◦ 하중상태의 변화 ◦ 기타조사 ◦ 반발경도법에 의한 강도조사 ◦ 탄산화 시험 ◦ 기타조사(환기설비, 조명시설 등1))	
터널외부	◦ 갱문의 주요변상 · 균열, 침하 등 ◦ 공중이 이용하는 부위 ◦ 결함원인분석을 위한 지상부조사	

【표 3.1.5】 공중이 이용하는 부위 점검항목

점 검 부 위	점 검 항 목	비고
공중이 이용하는 부위	◦ 추락방지시설의 상태 ◦ 도로부 포장 및 신축이음부 상태 ◦ 환기구 등의 덮개 상태 ◦ 기타조사	

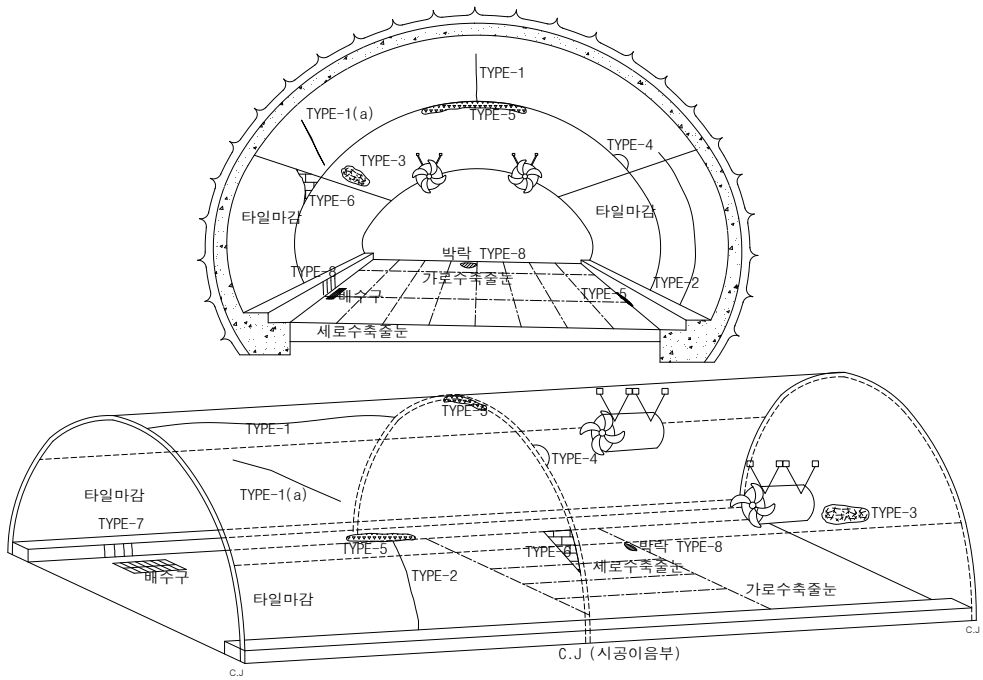
라. 부재별 주요조사 항목

본 구조물에 발생한 주요 변상들에 대하여 대표적인 특징을 나타내면 다음과 같으며 부재별, 결함별로 세분화하여 기술하였다.

【표 3.1.6】 부재별 주요조사 항목

구 분		조 사 항 목	비 고
현장답사		•현장접근에 필요한 고소차, 사다리 등의 접근방법, 일정계획을 수립 •예비조사를 통해 구조물에 발생된 주요 결함을 형태별로 분류 •결함 및 손상의 발생 원인을 추정하고 조사방향 결정 •현장조사 안전조치 사항	
기존자료 검토		•천단부 및 측벽부 라이닝 균열 발생 유무, 보수 유무 확인 •조인트부 반원형 균열 발생, 들뜸 및 박락, 누수 유무 확인 •공동구 균열 발생 및 진전 유무 확인 •포장부 균열 발생 및 진전 유무 확인	
NATM구간	천단부 측벽부	•천단부 및 측벽부 라이닝 균열 발생 유무, 보수 유무 확인 •조인트부 반원형 균열 발생, 들뜸 및 박락, 누수 유무 확인	
BOX구간	슬래브 벽체	•균열, 단차, 누수상태 •조인트부 누수 및 손상상태 •박리, 박락 및 변형조사	
기타구간	포장부 공동구 배수시설	•균열, 박리, 파손, 침하 유무 확인 •균열, 박리, 박락 유무 확인 •배수상태 •배수구 덮개 파손 및 망실	
U-TYPE 구간	옹벽	•벽체 균열 및 누수상태조사 •콘크리트 박리, 박락 상태조사 •기타 콘크리트 열화상태 조사	

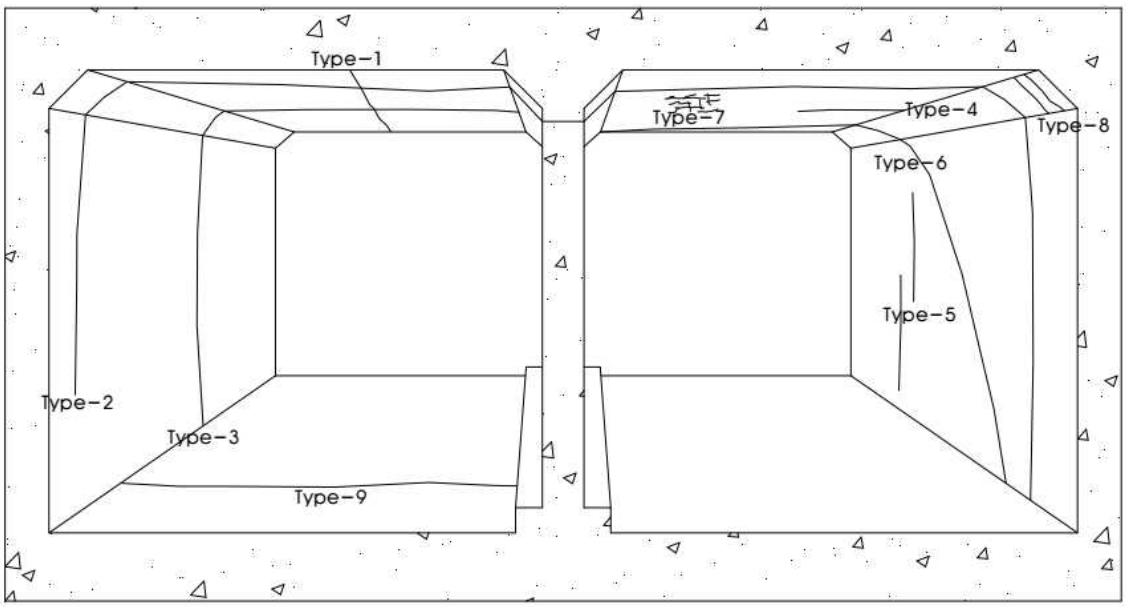
【표 3.1.7】NATM구간 주요 손상현황



NATM구간의 균열발생 현황

구분	손상내용	발생원인
Type-1	- 종방향균열 ▪ 구조적 균열인 경우 ▪ 비구조적 균열인 경우	▪ 이완토압, 지압작용, 지보공 편중침하 ▪ 건조수축, 횡방향 온도변화
Type-1(a)	- 사방향균열 ▪ 구조적 균열인 경우 ▪ 비구조적 균열인 경우	▪ 부등침하 ▪ 초기수화열, 건조수축, 온도균열
Type-2	▪ 횡방향균열	▪ 종방향구속, 건조수축
Type-3	▪ 망상균열	▪ 동결융해 및 화학작용 ▪ 콘크리트 비비기를 시작하여 타설까지의 시간 과다
Type-4 시공이음부 반원형균열	▪ 시공이음부 반원형균열	▪ 거푸집 조기탈영 및 시공이음부 시공 미진 ▪ 슬럼프가 큰 콘크리트 타설 ▪ 천장부 라이닝 두께 부족
Type-5	▪ 누수 및 공동구 하부 누수	▪ 시공이음 경계부에 방수결함
Type-6	▪ 타일마감부의 박락	▪ 시공이음부에 맞닿아 발생
Type-7	▪ 공동구 측면 파손 및 횡방향 균열	▪ 종방향 구속
Type-8	▪ 가로 및 세로수축줄눈부의 줄눈부 박락 및 노면 재료분리	▪ 시공미흡, 건조수축

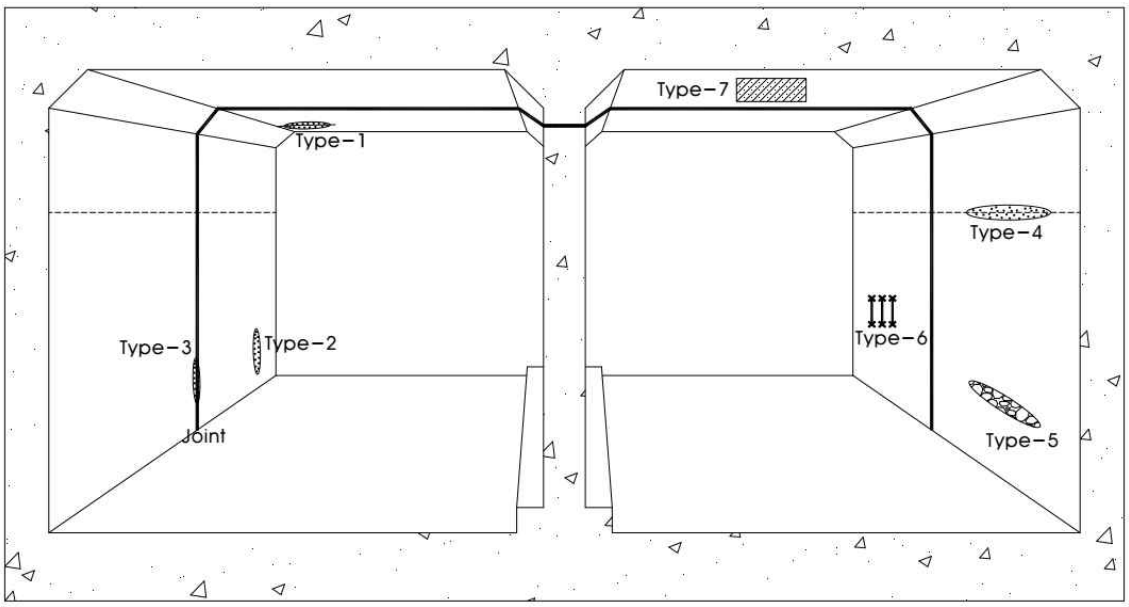
【표 3.1.8】 BOX구간 주요 손상현황(균열)



지하도로(Box Type)의 균열발생 현황

구 분	손상내용	발생원인
Type-1	종방향균열 (슬래브 중앙부 및 헌지부 발생)	• 거푸집 조기 탈형, 초과 가설하중 재하, 인장철근의 절단(절곡)위치 불량, 내하력 저하, 설계하중 이상의 초과하중 재하
Type-2	2련박스 연결 횡방향 균열	• 수화열, 건조수축, 종방향 부등침하
Type-3	1련박스 횡방향 균열	• 수화열, 종방향 부등침하
Type-4	슬래브 횡방향 균열	• 수화열, 건조수축
Type-5	벽체 수직균열	• 수화열, 건조수축
Type-6	벽체-슬래브 연결 사방향균열	• 종방향 부등침하
Type-7	망상균열	• 건조수축, 시공불량
Type-8	헌치부 균열	• 건조수축
Type-9	바닥 횡방향 균열	• 건조수축

【표 3.1.8】 BOX구간 주요 손상현황(단면결함)



지하도로(Box Type)의 손상현황(단면결함)

구 분	손상내용	발생원인
Type-1	균열부 누수 및 백태	• 관통균열로 인한 지하수 유입
Type-2	구체(단면)을 통한 누수 및 백태	• 단면 내부의 재료분리, 공동 등의 치밀성 부족 결함부를 통한 누수
Type-3	Joint부 누수 및 백태	• Joint부 방수처리 시공 불량, 유도배수관 설치 불량
Type-4	벽체 시공이음부 백태 면상백태	• 시공이음부에 발생된 균열을 통해 누수 • 시공이음부 재료분리부(치밀성부족)를 통한 누수
Type-5	재료분리(표면)	• 시공시 다짐불량
Type-6	철근노출	• 시공시 설계피복두께 미확보
Type-7	보수부 손상 재발생	• 보수 시공 불량
Type-8	기타 손상	• 결로현상, 누수흔적, 철근 녹물흔적, 체수

3.1.3 하중상태 등 조사

본 지하도로에 대한 준공도면과 현재 부재의 상태를 확인한 결과, 대체로 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었으며, BOX구간 및 NATM구간에 준공이후 균열보수, 누수보수 등 주기적으로 보수를 실시하였다.

NATM구간 천단부 전경	NATM구간 포장부 전경
BOX구간 슬래브 전경	BOX구간 포장부 전경

【사진 3.1.2】 하중상태 등 조사

3.2 터널 측점분할

외관조사 및 시험, 상태평가 등을 효과적으로 수행하기 위하여 시공이음 경계를 기준으로 하여 측점분할(Span No.)을 실시하였으며, 준공도서 검토를 통해 무근구간, 철근보강구간, BOX구간을 구분하여 정리하였다. 또한, 상태평가를 실시하는 기준 약 30m의 거리를 맞추기 위해 대략 Span 3개소를 합쳐 1개의 Sheet로 하여 상태평가를 실시하였다.

【표 3.2.1】 측점분할 자료 인천방향

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	001	S007~S010	철근	29.6	29.6	NATM 구간	036	S132~S134	무근	25.8	859.4
	002	S011~S014	철근	27.3	56.9		037	S135~S136	무근	16.2	875.6
	003	S015~S018	철근	26.5	83.4		038	S137~S139	철근	28.8	904.4
	004	S019~S022	철근	26.3	109.7		039	S140~S142	철근	26.0	930.4
	005	S023~S026	철근	26.9	136.6		040	S143~S145	철근	26.7	957.1
	006	S027~S030	철근	29.6	166.2		041	S146~S148	철근	26.4	983.5
	007	S031~S034	철근	29.4	195.6		042	S149~S152	무근	27.1	1,010.6
	008	S035~S037	철근	25.8	221.4		043	S153~S155	무근	29.8	1,040.4
	009	S038~S040	철근	24.1	245.5		044	S156~S158	무근	30.0	1,070.4
	010	S041~S043	무근	21.7	267.2		045	S159~S160	철근	19.5	1,089.9
	011	S044~S045	철근	18.4	285.6		046	S161~S163	무근	28.1	1,118.0
	012	S046~S047	철근	13.3	298.9		047	S164~S165	무근	20.7	1,138.7
	013	S048~S050	무근	26.9	325.8		048	S166~S167	무근	21.7	1,160.4
	014	S051~S052	무근	17.3	343.1		049	S168~S169	무근	21.6	1,182.0
	015	S053~S055	철근	21.5	364.6		050	S170~S171	무근	21.6	1,203.6
	016	S056~S059	철근	27.1	391.7		051	S172~S173	무근	22.8	1,226.4
	017	S060~S063	철근	23.1	414.8		052	S174~S175	무근	23.6	1,250.0
	018	S064~S068	철근	27.3	442.1		053	S176~S177	철근	23.8	1,273.8
	019	S069~S071	철근	15.5	457.6		054	S178~S179	무근	22.6	1,296.4
	020	S072~S074	철근	15.4	473.0		055	S180~S181	무근	24.0	1,320.4
	021	S075~S076	무근	9.1	482.1		056	S182~S183	무근	24.0	1,344.4
	022	S077~S080	철근	21.5	503.6		057	S184~S185	무근	24.0	1,368.4
	023	S081~S082	무근	10.0	513.6		058	S186~S187	무근	24.1	1,392.5
	024	S083~S085	철근	30.1	543.7		059	S188~S189	무근	24.0	1,416.5
	025	S086~S090	무근	26.6	570.3		060	S190	무근	12.0	1,428.5
	026	S091~S096	무근	29.5	599.8		061	S191~S192	철근	24.1	1,452.6
	027	S097~S102	무근	26.8	626.6		062	S193~S194	무근	21.9	1,474.5
	028	S103~S108	무근	28.7	655.3		063	S195~S196	무근	22.3	1,496.8
	029	S109~S114	무근	27.0	682.3		064	S197~S198	무근	21.9	1,518.7
	030	S115~S117	무근	19.3	701.6		065	S199~S200	무근	22.0	1,540.7
	031	S118~S119	무근	14.6	716.2		066	S201~S202	무근	24.1	1,564.8
	032	S120~S122	철근	29.6	745.8		067	S203~S204	무근	24.1	1,588.9
	033	S123~S125	무근	29.8	775.6		068	S205~S206	무근	24.0	1,612.9
	034	S126~S128	무근	28.1	803.7		069	S207~S208	철근	24.0	1,636.9
	035	S129~S131	무근	29.9	833.6		070	S209~S210	무근	21.9	1,658.8

【표 3.2.1】 측점분할 자료 인천방향(계속)

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	071	S211~S212	무근	21.9	1,680.7	NATM 구간	106	S279~S280	무근	21.8	2,458.8
	072	S213~S214	무근	22.8	1,703.5		107	S281~S282	무근	24.4	2,483.2
	073	S215~S216	무근	24.0	1,727.5		108	S283~S284	무근	24.0	2,507.2
	074	S217~S218	무근	24.0	1,751.5		109	S285~S286	무근	24.0	2,531.2
	075	S219~S220	무근	24.0	1,775.5		110	S287~S288	무근	24.1	2,555.3
	076	S221~S222	무근	23.9	1,799.4		111	S289~S290	무근	24.0	2,579.3
	077	S223	무근	11.8	1,811.2		112	S291~S292	무근	24.0	2,603.3
	078	S224~S225	철근	24.0	1,835.2		113	S293~S294	철근	24.3	2,627.6
	079	S226~S227	무근	21.8	1,857.0		114	S295~S297	철근	25.9	2,653.5
	080	S228~S229	무근	21.8	1,878.8		115	S298~S299	무근	24.3	2,677.8
	081	S230~S231	무근	21.9	1,900.7		116	S300~S301	무근	24.0	2,701.8
	082	S232~S233	무근	21.9	1,922.6		117	S302	무근	12.0	2,713.8
	083	S234~S235	무근	23.3	1,945.9		118	S303~S304	철근	24.0	2,737.8
	084	S236~S237	무근	23.8	1,969.7		119	S305~S306	철근	21.2	2,759.0
	085	S238~S239	무근	23.8	1,993.5		120	S307~S308	무근	21.9	2,780.9
	086	S240	무근	12.0	2,005.5		121	S309~S310	무근	22.7	2,803.6
	087	S241~S242	철근	23.6	2,029.1		122	S311~S312	무근	24.1	2,827.7
	088	S243~S244	무근	22.0	2,051.1		123	S313~S314	무근	24.2	2,851.9
	089	S245~S246	무근	21.7	2,072.8		124	S315	무근	12.0	2,863.9
	090	S247~S248	무근	24.0	2,096.8		125	S316~S317	철근	24.3	2,888.2
	091	S249~S251	무근	26.8	2,123.6		126	S318~S320	무근	19.8	2,908.0
	092	S252~S253	무근	21.1	2,144.7		127	S321~S323	철근	29.9	2,937.9
	093	S254~S255	무근	24.0	2,168.7		128	S324~S325	철근	19.8	2,957.7
	094	S256~S257	무근	24.1	2,192.8		129	S326~S328	무근	29.9	2,987.6
	095	S258	무근	12.3	2,205.1		130	S329~S331	철근	30.0	3,017.6
	096	S259~S260	철근	24.4	2,229.5		131	S332~S334	철근	29.7	3,047.3
	097	S261~S262	무근	22.2	2,251.7		132	S335~S337	철근	29.9	3,077.2
	098	S263~S264	무근	22.1	2,273.8		133	S338~S340	철근	24.5	3,101.7
	099	S265~S266	무근	22.1	2,295.9		134	S341~S343	철근	30.3	3,132.0
	100	S267~S268	무근	22.3	2,318.2		135	S345~S346	철근	30.1	3,162.1
	101	S269~S270	무근	22.2	2,340.4		136	S347~S349	철근	30.0	3,192.1
	102	S271~S272	무근	24.4	2,364.8		137	S350~S351	철근	19.9	3,212.0
	103	S273~S274	무근	24.1	2,388.9		138	S352~S353	철근	15.4	3,227.4
	104	S275~S276	무근	24.1	2,413.0		139	S354~S356	무근	25.2	3,252.6
	105	S277~S278	철근	24.0	2,437.0		140	S357~S358	무근	19.9	3,272.5

【표 3.2.1】 측점분할 자료 인천방향(계속)

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	141	S359~S360	철근	20.2	3,292.7	NATM 구간	176	S451~S453	무근	29.5	4,158.2
	142	S361~S363	무근	29.8	3,322.5		177	S454~S456	무근	29.6	4,187.8
	143	S364~S366	무근	25.0	3,347.5		178	S457~S458	무근	19.8	4,207.6
	144	S367~S369	무근	29.8	3,377.3		179	S459~S461	철근	29.9	4,237.5
	145	S370~S371	철근	20.1	3,397.4		180	S462~S464	무근	29.4	4,266.9
	146	S372~S374	무근	29.9	3,427.3		181	S465~S467	무근	29.6	4,296.5
	147	S375~S377	무근	30.1	3,457.4		182	S468~S470	무근	29.6	4,326.1
	148	S378~S380	무근	27.9	3,485.3		183	S471~S473	무근	30.0	4,356.1
	149	S381~S383	무근	26.9	3,512.2		184	S474~S476	무근	29.8	4,385.9
	150	S384~S386	무근	27.0	3,539.2		185	S477~S479	무근	30.2	4,416.1
	151	S387~S388	무근	17.9	3,557.1		186	S480~S481	철근	19.9	4,436.0
	152	S389~S390	무근	19.6	3,576.7		187	S482~S484	무근	29.6	4,465.6
	153	S391~S393	철근	23.7	3,600.4		188	S485~S487	무근	30.0	4,495.6
	154	S394~S396	무근	24.7	3,625.1		189	S488~S490	무근	29.8	4,525.4
	155	S397~S399	무근	29.7	3,654.8		190	S491~S493	무근	29.8	4,555.2
	156	S400~S402	무근	30.0	3,684.8		191	S494~S496	무근	29.7	4,584.9
	157	S403~S405	무근	29.7	3,714.5		192	S497~S499	무근	29.6	4,614.5
	158	S406~S408	무근	29.9	3,744.4		193	S500~S501	철근	20.2	4,634.7
	159	S409~S410	무근	14.8	3,759.2		194	S502~S504	무근	29.8	4,664.5
	160	S411~S413	철근	20.7	3,779.9		195	S505~S507	무근	30.0	4,694.5
	161	S414~S415	철근	17.0	3,796.9		196	S508~S510	무근	29.8	4,724.3
	162	S416~S417	철근	19.8	3,816.7		197	S511~S513	무근	29.8	4,754.1
	163	S418~S420	무근	26.6	3,843.3		198	S514~S516	무근	30.0	4,784.1
	164	S421~S422	무근	19.7	3,863.0		199	S517~S519	무근	29.8	4,813.9
	165	S423~S424	무근	16.3	3,879.3		200	S520~S521	철근	20.0	4,833.9
	166	S425~S427	철근	23.4	3,902.7		201	S522~S524	무근	29.9	4,863.8
	167	S428~S429	무근	18.0	3,920.7		202	S525~S526	무근	19.8	4,883.6
	168	S430~S431	철근	19.6	3,940.3		203	S527~S528	철근	20.0	4,903.6
	169	S432~S434	무근	29.7	3,970.0		204	S529~S530	무근	19.8	4,923.4
	170	S435~S436	무근	19.9	3,989.9		205	S531~S532	철근	20.0	4,943.4
	171	S437~S438	무근	19.8	4,009.7		206	S533~S534	철근	19.8	4,963.2
	172	S439~S441	철근	29.6	4,039.3		207	S535~S537	무근	29.9	4,993.1
	173	S442~S444	무근	29.6	4,068.9		208	S538~S539	무근	20.0	5,013.1
	174	S445~S447	무근	29.9	4,098.8		209	S540~S541	철근	19.9	5,033.0
	175	S448~S450	무근	29.9	4,128.7		210	S542~S544	무근	29.8	5,062.8

【표 3.2.1】 측점분할 자료 인천방향(계속)

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	211	S545~S547	무근	29.8	5,092.6	NATM 구간	246	S625~S626	무근	24.0	5,917.9
	212	S548~S550	무근	29.9	5,122.5		247	S627~S628	무근	24.0	5,941.9
	213	S551~S553	무근	29.9	5,152.4		248	S629~S630	무근	24.0	5,965.9
	214	S554~S556	무근	29.9	5,182.3		249	S631~S632	무근	15.4	5,981.3
	215	S557~S558	무근	19.8	5,202.1		250	S633~S635	철근	30.6	6,011.9
	216	S559~S560	무근	20.1	5,222.2		251	S636~S637	무근	21.0	6,032.9
	217	S561~S562	철근	19.8	5,242.0		252	S638~S639	무근	24.0	6,056.9
	218	S563~S565	무근	29.9	5,271.9		253	S640~S641	무근	24.0	6,080.9
	219	S566~S568	무근	29.9	5,301.8		254	S642~S643	무근	24.0	6,104.9
	220	S569~S571	무근	29.9	5,331.7		255	S644~S646	무근	28.0	6,132.9
	221	S572~S574	무근	29.7	5,361.4		256	S647~S648	무근	24.0	6,156.9
	222	S575~S577	무근	29.8	5,391.2		257	S649~S650	무근	24.0	6,180.9
	223	S578~S579	무근	19.8	5,411.0		258	S651~S653	철근	29.0	6,209.9
	224	S580~S581	무근	20.0	5,431.0		259	S654~S655	무근	23.8	6,233.7
	225	S582~S583	철근	15.3	5,446.3		260	S656~S657	무근	24.0	6,257.7
	226	S584~S586	무근	25.0	5,471.3		261	S658~S659	무근	24.1	6,281.8
	227	S587~S588	무근	19.8	5,491.1		262	S660~S661	무근	24.1	6,305.9
	228	S589~S590	철근	18.2	5,509.3		263	S662~S663	무근	24.2	6,330.1
	229	S591~S592	무근	24.2	5,533.5		264	S664~S665	무근	24.0	6,354.1
	230	S593~S594	무근	22.9	5,556.4		265	S666~S668	무근	26.0	6,380.1
	231	S595~S596	무근	24.0	5,580.4		266	S669~S670	철근	21.5	6,401.6
	232	S597~S599	무근	30.2	5,610.6		267	S671	철근	12.1	6,413.7
	233	S600~S601	무근	20.8	5,631.4		268	S672~S673	무근	20.0	6,433.7
	234	S602~S603	철근	19.1	5,650.5		269	S674~S675	무근	23.8	6,457.5
	235	S604	철근	12.0	5,662.5		270	S676~S677	무근	24.0	6,481.5
	236	S605~S606	무근	22.0	5,684.5		271	S678~S679	무근	24.0	6,505.5
	237	S607~S608	무근	24.0	5,708.5		272	S680~S681	무근	24.0	6,529.5
	238	S609~S610	무근	24.0	5,732.5		273	S682	무근	12.0	6,541.5
	239	S611~S612	무근	24.0	5,756.5		274	S683~S684	철근	19.8	6,561.3
	240	S613~S614	무근	24.0	5,780.5		275	S685~S686	무근	21.9	6,583.2
	241	S615~S616	철근	20.3	5,800.8		276	S687	무근	12.0	6,595.2
	242	S617~S618	무근	21.0	5,821.8		277	S688~S689	철근	24.0	6,619.2
	243	S619~S620	무근	24.0	5,845.8		278	S690~S691	철근	24.0	6,643.2
	244	S621~S622	무근	24.0	5,869.8		279	S692	철근	12.0	6,655.2
	245	S623~S624	무근	24.1	5,893.9		280	S693~S694	무근	24.0	6,679.2

【표 3.2.1】 측점분할 자료 인천방향(계속)

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	281	S695~S697	철근	23.8	6,703.0	BOX 구간	007	S705	철근	20.8	251.2
	282	S698	무근	12.0	6,715.0		008	S706	철근	20.0	271.2
	283	S699~S700	철근	23.9	6,738.9		009	S707	철근	20.2	291.4
	284	S701~S702	철근	24.0	6,762.9		010	S708	철근	17.8	309.2
	285	S703~S704	철근	23.1	6,786.0		011	S709	철근	24.3	333.5
BOX 구간	001	S001	철근	40.4	40.4		012	S710	철근	18.2	351.7
	002	S002	철근	40.1	80.5		013	S711	철근	40.6	392.3
	003	S003	철근	40.0	120.5		014	S712	철근	40.0	432.3
	004	S004	철근	40.2	160.7		015	S713	철근	41.0	473.3
	005	S005	철근	39.9	200.6		016	S714	철근	30.3	503.6
	006	S006	철근	29.8	230.4		017	S715	철근	24.3	527.9
RAMP-D											
구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	001	S001~S004	무근	27.2	27.2	NATM 구간	013	S036~S038	철근	26.7	334.2
	002	S005~S007	무근	27.2	54.4		014	S039~S041	철근	22.6	356.8
	003	S008~S010	무근	27.3	81.7		015	S042~S044	철근	27.0	383.8
	004	S011~S013	무근	27.3	109.0		016	S045~S047	철근	27.4	411.2
	005	S014~S016	무근	27.3	136.3		017	S048~S050	철근	27.4	438.6
	006	S017~S019	무근	27.4	163.7		018	S051~S054	철근	27.2	465.8
	007	S020~S021	무근	18.3	182.0	BOX 구간	001	S055	철근	40.0	40.0
	008	S022~S023	무근	18.1	200.1		002	S056	철근	40.7	80.7
	009	S024~S026	철근	27.1	227.2		003	S057	철근	40.8	121.5
	010	S027~S029	철근	26.8	254.0		004	S058	철근	40.8	162.3
	011	S030~S032	철근	26.7	280.7		005	S059	철근	30.5	192.8
	012	S033~S035	철근	26.8	307.5		006	S060	철근	16.7	209.5

3.3 현장조사 결과

본 지하도로는 기본시설물인 BOX구간, NATM구간, 갱문 및 부대시설물인 피난연락갱, 갱구부옹벽(U-TYPE) 등으로 시공되어 있다. 공중이 이용하는 부위는 도로포장, 환기구 등의 덮개가 있는 상태이다.

또한, 신월여의지하도로는 본선 및 RAMP 구간을 나누어 현장조사 결과를 작성하였다.

3.3.1 본선

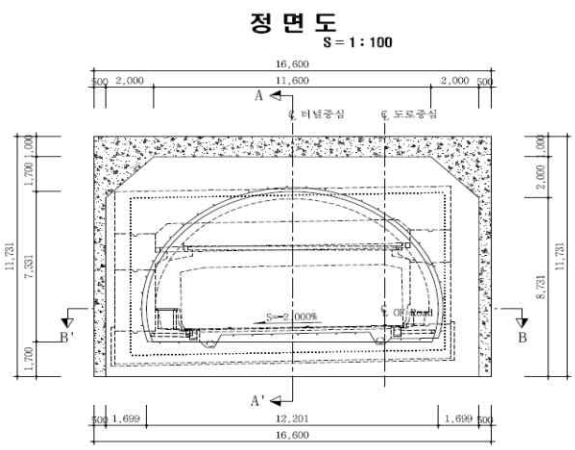
본선구간은 진입·진출부의 BOX구간, 중간의 NATM구간 및 갱문으로 이루어진 구조물이며, 내부 벽체는 타일로 마감처리 되어있다. 외관조사 결과는 다음과 같다.

가. BOX구간

본선 BOX구간은 SPAN 1~6, 705~715에 시공되어 있다.

1) 슬래브

본선 BOX구간 내부 전경



BOX구간 표준횡단면도

【사진 3.3.1】BOX구간 슬래브 전경

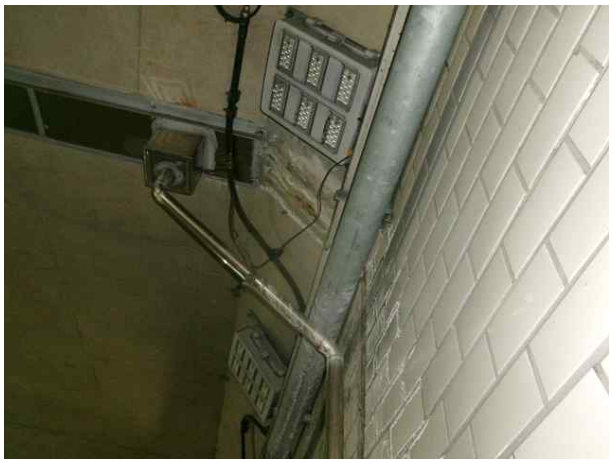
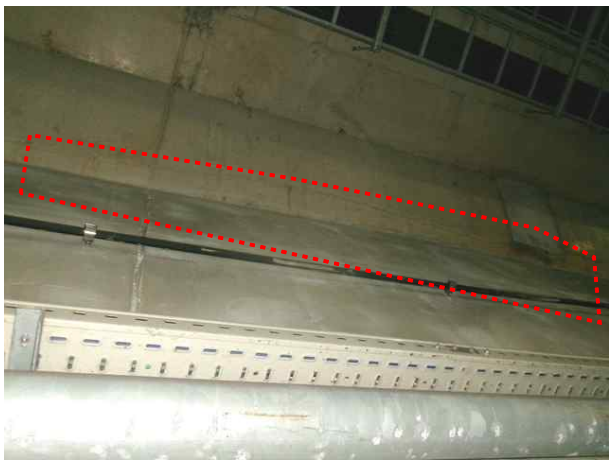
① BOX구간 슬래브에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 균열부백태, 층분리, 누수(떨어짐, 스며있음) 등이 조사되었다.

② 균열(0.3mm이상), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 균열에 대한 표면처리, 주입보수를 실시하는 유지관리가 요구된다.

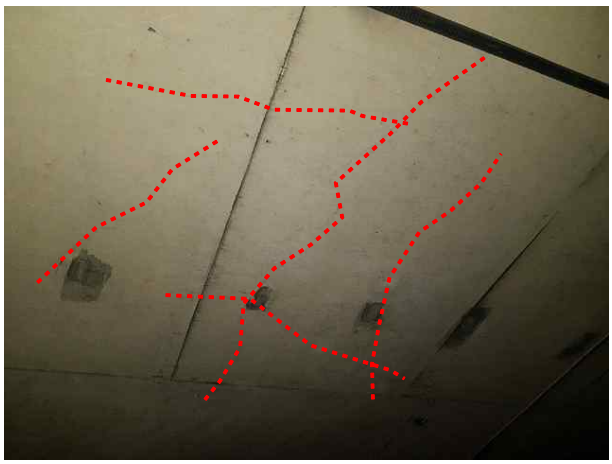
③ 백태, 균열부백태의 경우 미세균열부 우수유입, 수분침투 등에 의한 손상으로 손상의 정도는 미미하나 손상 진전 방지를 위해 표면처리 등의 보수가 요구된다.

④ 층분리의 경우 시공당시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄 단면보수하는 유지관리가 요망된다.

⑤ 누수(떨어짐, 스며있음)의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 대체로 시공이음부에서 확인되었으며, 누수는 철근콘크리트에 영향을 미치므로 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

	
본선 BOX구간 슬래브 S003 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(떨어짐)	본선 BOX구간 슬래브 S006 균열부백태
	
본선 BOX구간 슬래브 S006 층분리	본선 BOX구간 슬래브 S705 망상균열

【사진 3.3.2】BOX구간 슬래브 손상현황

본선 BOX구간 슬래브 S710 백태	본선 BOX구간 슬래브 S711 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)
	
본선 BOX구간 슬래브 S714 누수(떨어짐)	본선 BOX구간 슬래브 S715 망상균열
본선 BOX구간 슬래브 S003 누수보수 양호	본선 BOX구간 슬래브 S714 전경

【사진 3.3.2】BOX구간 슬래브 손상현황(계속)

2) 벽체

본선 BOX구간 벽체 전경	본선 BOX구간 벽체 전경

【사진 3.3.3】BOX구간 벽체 전경

① BOX구간 벽체에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm이상), 누수(스며있음), 누수흔적이 조사되었다.

② 균열(0.3mm이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 균열에 대한 주입보수를 실시하는 유지관리가 요구된다.

③ 누수(스며있음)의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 대체로 시공이음부에서 확인되었으며, 누수는 철근콘크리트에 영향을 미치므로 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

④ 누수흔적은 현재 누수가 발생하지 않은 상태로 우천시 누수여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.

본선 BOX구간 벽체 S710 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)	본선 BOX구간 벽체 S711 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)

【사진 3.3.4】BOX구간 벽체 손상현황

본선 BOX구간 벽체 S711 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)	본선 BOX구간 벽체 S713 누수흔적

【사진 3.3.4】 BOX구간 벽체 손상현황(계속)

3) 외관조사 결과

BOX 구간은 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 시공미흡, 우수유입, 수분침투 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.1】 BOX구간 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
BOX구간	균열(Cw0.3㎜이상)	m	13	68.50	주입보수	
	망상균열	㎡	2	240.00	표면처리	
	백태	㎡	1	0.03	표면처리	
	균열부백태	㎡	2	0.40	표면처리	
	층분리	㎡	2	0.55	단면보수	
	누수흔적	㎡	2	27.00	주의관찰	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	14	14.00	지수보수	

4) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 백태, 균열부백태, 누수흔적에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열(0.3mm이상), 망상균열, 층분리, 누수에 대한 손상이 추가로 조사되었다.

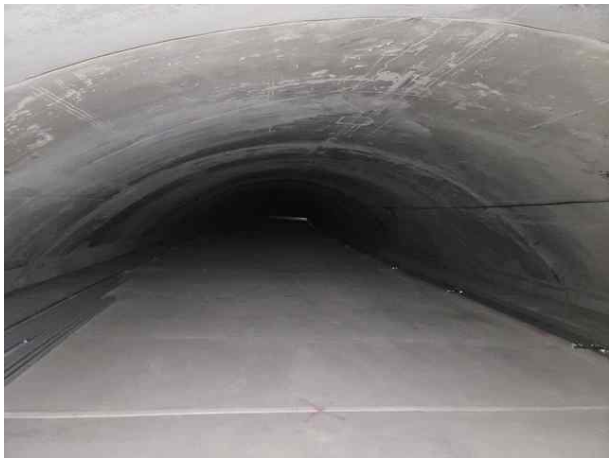
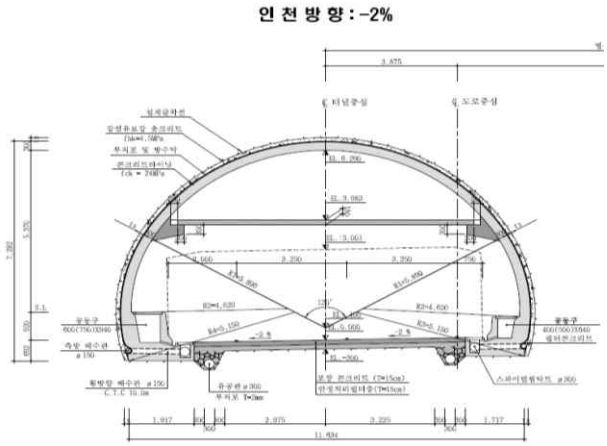
【표 3.3.2】 BOX구간 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감		비고
			개소	손상물량	개소	손상물량			
BOX구간	균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	3.00	13	68.50	▲	65.50	
	망상균열	㎡	-	-	2	240.00	▲	240.00	
	백태	㎡	1	9.00	1	0.03	▼	8.97	
	균열부백태	㎡	4	1.20	2	0.40	▼	0.80	
	층분리	㎡	1	0.10	2	0.55	▲	0.45	
	누수흔적	㎡	3	27.05	2	27.00	▼	0.05	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	10	10.00	14	14.00	▲	4.00	

나. NATM구간

본선 NATM구간은 SPAN 7～704에 시공되어 있다.

1) 천단부

	
본선 NATM구간 천단부 전경	NATM구간 표준횡단면도

【사진 3.3.5】NATM구간 천단부 전경

① NATM구간 천단부 외관조사 결과 균열 및 재균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 보수부 망상균열, 백태, 보수부 백태, 박락, 박리, 층분리, 파손, 보수부 층분리, 단면불량, 재료분리, 철근노출, 피복부족, 누수(흐름, 떨어짐, 스며있음), 누수흔적 등이 조사되었다.

② 균열 및 재균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 보수부 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 보수미흡 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 균열에 대한 표면처리, 주입보수를 실시하는 유지관리가 요구된다.

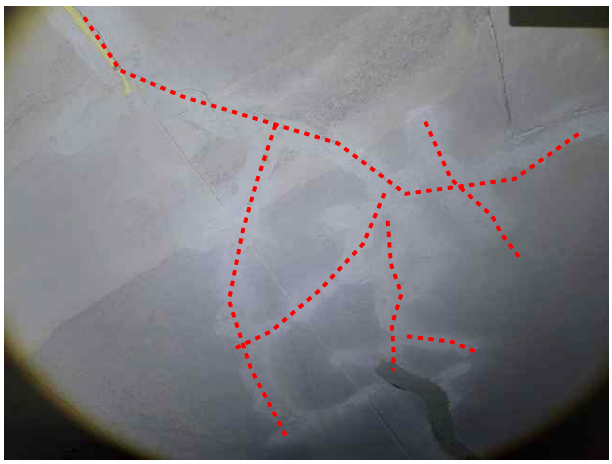
③ 백태, 보수부 백태, 누수흔적은 우수유입, 수분침투, 보수미흡 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 백태, 보수부 백태는 표면처리, 누수흔적은 우천시 손상의 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다.

④ 콘크리트 박락, 박리, 층분리, 파손, 보수부 층분리, 단면불량, 재료분리 등의 손상은 전반적으로 시공이음부(조인트부)가 맞닿음, 거푸집탈거시 충격, 시공시 외부충격, 품질관리 미흡, 보수미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄 단면보수하는 유지관리가 요망된다.

⑤ 콘크리트 철근노출, 피복부족은 시공미흡 등에 의한 손상으로, 현재 철근이 일부 외기와 접촉하는 상태로 부식 발생 가능성이 있으므로, 단면보수(방청)가 필요한 상태이다.

⑥ 누수(흐름, 떨어짐, 스며있음)의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 대체로 시공이음부에서 확인되었으며, 내구성 확보 및 2차손상 발생 방지를 위해 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

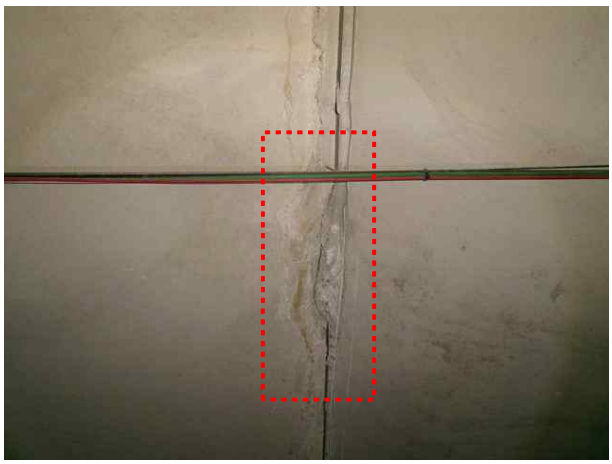
⑦ 누수흔적은 현재 누수가 발생하지 않은 상태로 우천시 누수여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.

본선 NATM구간 천단부 S027 보수부 백태	본선 NATM구간 천단부 S080 박락
본선 NATM구간 천단부 S084 철근노출	본선 NATM구간 천단부 S120 재균열(Cw=0.3㎜)
	
본선 NATM구간 천단부 S124 보수부 망상균열	본선 NATM구간 천단부 S127 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황

본선 NATM구간 천단부 S127 백태	본선 NATM구간 천단부 S128 누수(스며있음)
본선 NATM구간 천단부 S133 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)	본선 NATM구간 천단부 S134 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(떨어짐)
본선 NATM구간 천단부 S137 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)	본선 NATM구간 천단부 S156 균열(Cw=0.3㎜)

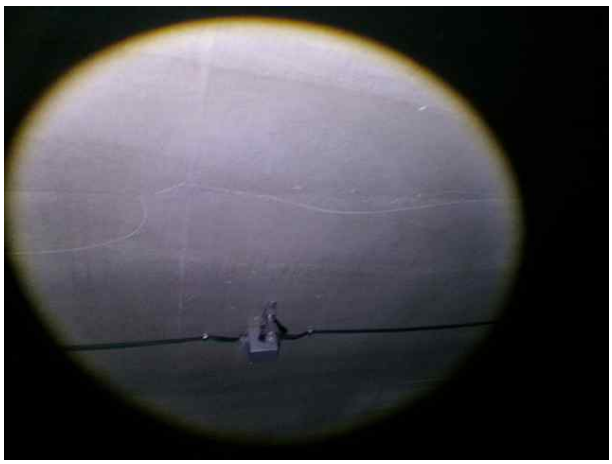
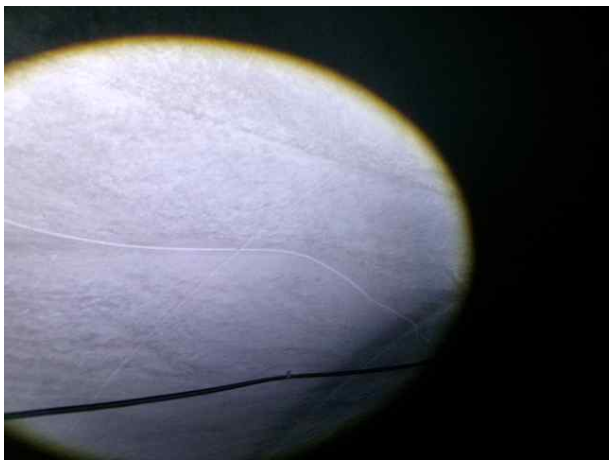
【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 천단부 S161 누수(흐름)	본선 NATM구간 천단부 S181 누수흔적
	
본선 NATM구간 천단부 S182 파손	본선 NATM구간 천단부 S195 망상균열
본선 NATM구간 천단부 S210 재균열(Cw=0.3㎜)	본선 NATM구간 천단부 S221 층분리

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 천단부 S232 균열(Cw=0.5㎜)	본선 NATM구간 천단부 S360 피복부족
본선 NATM구간 천단부 S320 층분리	본선 NATM구간 천단부 S338 피복부족
본선 NATM구간 천단부 S352 재료분리	본선 NATM구간 천단부 S377 백태

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 천단부 S421 균열(Cw=0.5㎜)	본선 NATM구간 천단부 S498 균열(Cw=0.5㎜)
	
본선 NATM구간 천단부 S591 균열(Cw=0.5㎜)	본선 NATM구간 천단부 S615 균열(Cw=0.5㎜)
본선 NATM구간 천단부 S679 층분리	본선 NATM구간 천단부 S685 층분리

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 천단부 S692 재균열(Cw=0.5㎜)	본선 NATM구간 천단부 S702 파손
본선 NATM구간 천단부 S704 격벽 백태	본선 NATM구간 천단부 균열보수 양호
본선 NATM구간 천단부 균열보수 양호	본선 NATM구간 천단부 파손보수 양호

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

2) 측벽부

본선 NATM구간 측벽부 전경	본선 NATM구간 측벽부 전경

【사진 3.3.7】NATM구간 측벽부 전경

① NATM구간 측벽부에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 박락, 층분리, 파손, 단면불량, 보수부 층분리, 보수부 파손, 누수(흐름, 떨어짐, 스며있음), 누수흔적, 백태, 파손 및 철근노출, 타일탈락, 타일들뜸 등이 조사되었다.

② 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 요구된다.

③ 콘크리트 박락, 층분리, 파손, 단면불량, 보수부 층분리, 보수부 파손이 확인되었고, 시공이음부(조인트부)가 맞닿음, 거푸집탈거시 충격, 시공시 외부충격, 품질관리 미흡, 보수미흡 등의 원인에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 일부 손상(풍도슬래브 지지대 손상 등)의 경우 탈락시 차량의 안전사고를 유발할 우려가 있으므로 깨어내기 후 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

④ 누수(흐름, 떨어짐, 스며있음)의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 대체로 시공이음부에서 확인되었으며, 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

⑤ 누수흔적, 백태는 우수유입, 수분침투 등에 의해 발생된 것으로 백태는 표면처리, 누수흔적은 우천시 손상의 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다.

⑥ 파손 및 철근노출은 시공당시 물리적 충격, 시공미흡으로 인한 피복두께 부족 등에 의한 손상으로, 현재 철근이 일부 외기와 접촉하는 상태로 부식 발생 가능성이 있으므로, 단면보수(방청)가 필요한 상태이다.

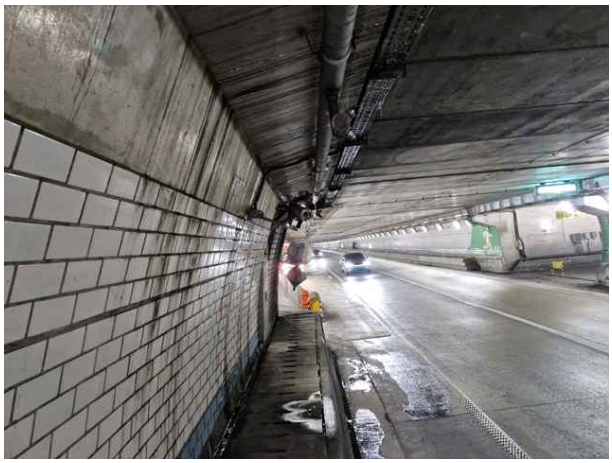
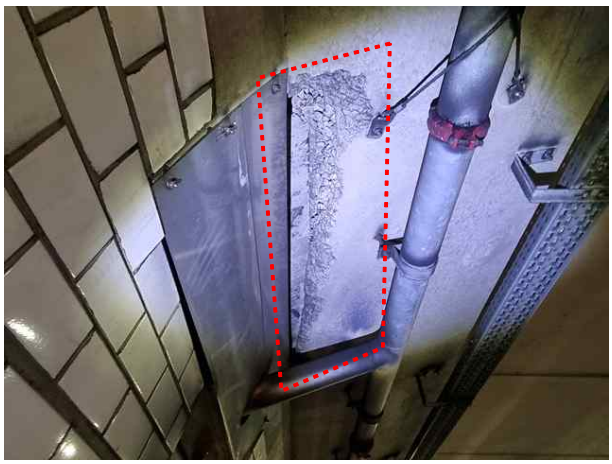
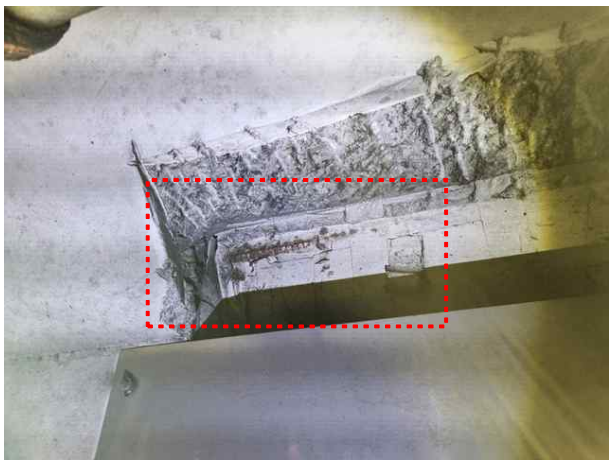
⑦ 타일탈락, 타일들뜸은 시공미흡에 따른 부착강도 저하 등에 의한 손상으로 판단되며, 주행차량의 시야 및 미관, 안전 확보 등을 위해 타일 재시공을 실시하는 것이 요구된다.

본선 NATM구간 측벽부 S018 누수(스며있음)	본선 NATM구간 측벽부 S029 누수(떨어짐)
본선 NATM구간 측벽부 S029 백태	본선 NATM구간 측벽부 S049 백태
본선 NATM구간 측벽부 S051 단면불량	본선 NATM구간 측벽부 S064 누수(스며있음)

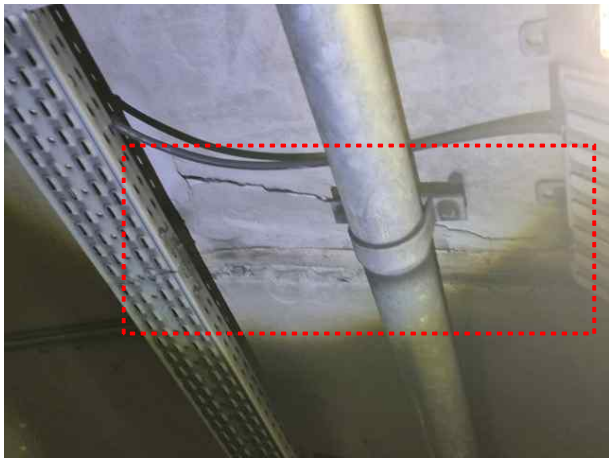
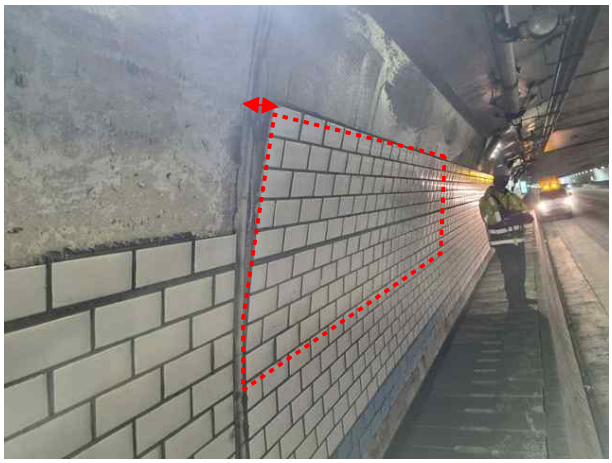
【사진 3.3.8】NATM구간 측벽부 손상현황

본선 NATM구간 측벽부 S067 누수(스며있음)	본선 NATM구간 측벽부 S087 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)
본선 NATM구간 측벽부 S126 백태	본선 NATM구간 측벽부 S127 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(떨어짐)
본선 NATM구간 측벽부 S131 누수(떨어짐)	본선 NATM구간 측벽부 S137 누수(스며있음)

【사진 3.3.8】NATM구간 측벽부 손상현황(계속)

	
본선 NATM구간 측벽부 S162 누수(떨어짐)	본선 NATM구간 측벽부 S216 누수(흐름)
	
본선 NATM구간 측벽부 S334 층분리	본선 NATM구간 측벽부 S357 파손 및 철근노출
	
본선 NATM구간 측벽부 S366 철근노출	본선 NATM구간 측벽부 S381 백태

【사진 3.3.8】NATM구간 측벽부 손상현황(계속)

	
본선 NATM구간 측벽부 S399 균열(Cw=0.3㎜)	본선 NATM구간 측벽부 S480 보수부 파손
	
본선 NATM구간 측벽부 S563 타일들뜸	본선 NATM구간 측벽부 S628 균열(Cw=0.2㎜)
본선 NATM구간 측벽부 S668 타일탈락	본선 NATM구간 측벽부 균열보수 양호

【사진 3.3.8】NATM구간 측벽부 손상현황(계속)

3) 풍도슬래브

본선 NATM구간 풍도슬래브 상면 전경	본선 NATM구간 풍도슬래브 하면 전경

【사진 3.3.9】NATM구간 풍도슬래브 전경

① 풍도슬래브 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 신규손상 발생여부에 대한 지속적인 유지관리가 요구된다.

본선 NATM구간 풍도슬래브 상면 전경	본선 NATM구간 풍도슬래브 댐퍼 전경

【사진 3.3.10】NATM구간 풍도슬래브 손상현황

4) 외관조사 결과

NATM 구간은 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 보수미흡, 우수유입, 수분침투, 시공미흡 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.3】NATM구간 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	10	28.50	표면처리	
	균열(Cw0.3㎜이상)	m	143	1,047.10	주입보수	
	재균열(Cw0.3㎜이상)	m	50	394.00	주입보수	
	망상균열	㎡	6	69.41	표면처리	
	보수부 망상균열	㎡	1	8.00	표면처리	
	백태, 보수부 백태	㎡	42	25.79	표면처리	
	층분리, 박리, 박락, 파손, 보수부 층분리, 보수부 파손	㎡	45	4.63	단면보수	
	단면불량	㎡	2	0.28	단면보수	
	피복부족	㎡	2	41.00	단면보수(방청)	
	파손 및 철근노출	㎡	4	0.46	단면보수(방청)	
	재료분리	㎡	1	0.50	단면보수	
	누수흔적	㎡	6	6.14	주의관찰	
	누수(흐름. 떨어짐, 스며있음)	EA	59	59.00	지수보수	
	타일탈락	EA	2075	2075.00	재시공	
	타일들뜸	EA	136	136.00	재시공	

5) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 균열(0.3mm이상), 망상균열, 박리, 파손, 층분리, 단면불량, 피복부족, 파손 및 철근노출, 격벽 파손에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열(0.3mm미만), 재균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 보수부 백태, 재료분리, 누수흔적, 누수, 타일탈락, 타일들뜸 등에 대한 손상이 추가로 조사되었다. S124 망상균열은 보수부 망상균열로 손상명이 정정되었다.

【표 3.3.4】NATM구간 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	9	19.60	10	28.50	▲ 8.90	
	균열(Cw0.3㎜이상)	m	320	2,814.00	143	1,047.10	▼ 1,766.90	
	재균열(Cw0.3㎜이상)	m	34	202.00	50	394.00	▲ 192.00	
	망상균열	㎡	7	78.40	6	69.41	▼ 8.99	
	보수부 망상균열	㎡	-	-	1	8.00	▲ 8.00	
	백태, 보수부 백태	㎡	42	19.59	42	25.79	▲ 6.20	
	층분리, 박리, 박락, 파손, 보수부 층분리, 보수부 파손	㎡	66	12.48	45	4.63	▼ 7.85	
	단면불량	㎡	2	0.34	2	0.28	▼ 0.06	
	피복부족	㎡	8	104.50	2	41.00	▼ 63.50	
	파손 및 철근노출	㎡	3	0.49	4	0.46	▼ 0.03	
	재료분리	㎡	1	0.09	1	0.50	▲ 0.41	
	누수흔적	㎡	4	3.39	6	6.14	▲ 2.75	
	누수(흐름. 떨어짐, 스며있음)	EA	52	52.00	59	59.00	▲ 7.00	
	타일탈락	EA	16	16.00	2075	2075.00	▲ 2,059.00	
	타일들뜸	EA	-	-	136	136.00	▲ 136.00	
	격벽 파손	㎡	2	0.18	-	-	▼ 0.18	

다. 포장

본 시설물의 포장은 콘크리트 포장(t=300㎜, 포장콘크리트(150㎜) + 안정처리필터층(150㎜))으로 총 폭 8.0m(0.9+3.225+2.975+0.9), 종단경사 0.5~6.96%로 시공되어있다.

본선 포장부 전경	본선 포장부 전경

【사진 3.3.11】 포장부 전경

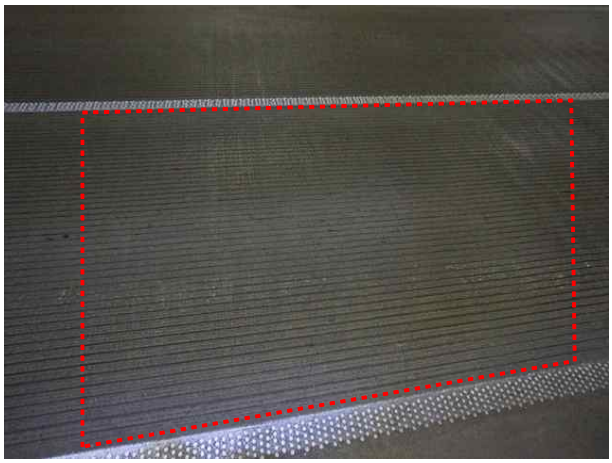
① 본선 포장부에 대한 외관조사 결과 포장 균열, 망상균열, 파손, 박리, 보수부 파손, 들뜸, 표면오염, 누수흔적 등이 조사되었다.

② 포장 균열, 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 지속적인 차량윤하중 등의 원인에 의한 비구조적인 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적으로 점검을 실시하는 유지관리가 요망된다.

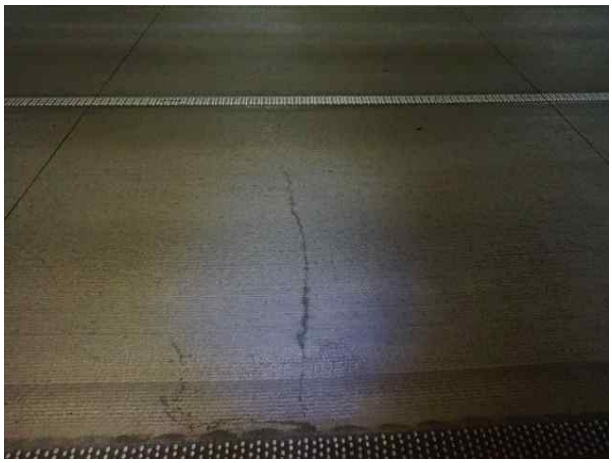
③ 콘크리트 파손, 박리, 보수부 파손의 경우 대부분 종·횡방향 조인트부에 발생한 손상으로 시공미흡, 건조수축, 차량윤하중에 의한 충격, 보수미흡 등의 원인에 의한 것으로 판단되며, 주행차량의 안전성 확보를 위해 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.

④ 포장 들뜸부의 경우 차량 주행시 소음 및 진동이 발생하는 구간으로 시공미흡, 차량 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전여부에 대하여 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 필요하다.

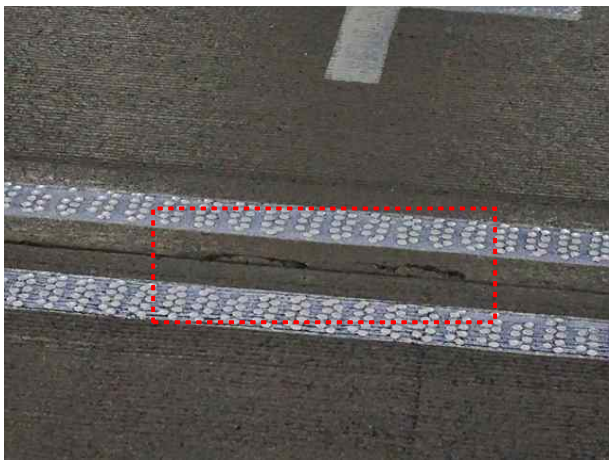
⑤ 표면오염, 누수흔적의 경우 공용기간 경과, 체수, 배수불량 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전여부에 대하여 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 필요하다.



본선 포장부 S004 망상균열



본선 포장부 S074 균열



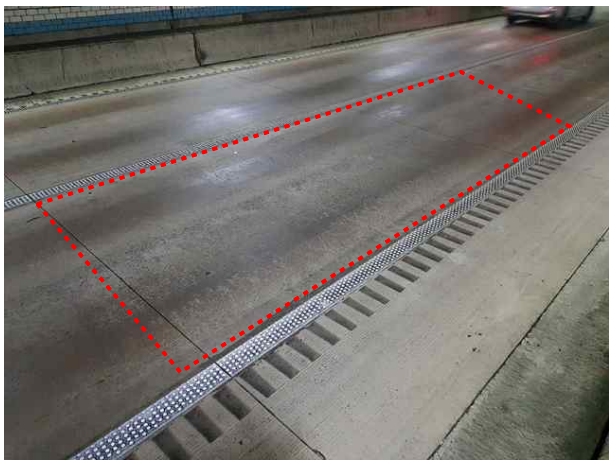
본선 포장부 S155 파손

본선 포장부 S190 파손

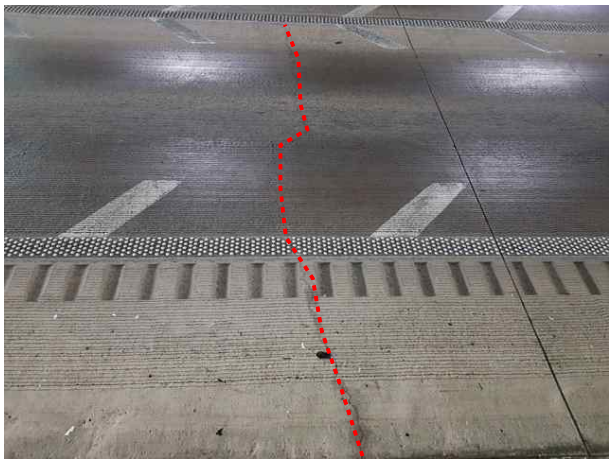
본선 포장부 S344 파손

본선 포장부 S346 들뜸

【사진 3.3.12】 포장부 손상현황

본선 포장부 S467 파손	본선 포장부 S497 표면오염
	
본선 포장부 S563 박리	본선 포장부 S623 보수부 파손
본선 포장부 S649 들뜸	본선 포장부 S659 누수흔적

【사진 3.3.12】 포장부 손상현황(계속)

	
본선 포장부 S661 균열	본선 포장부 S704 균열
본선 포장부 S706 파손	본선 포장부 S710 망상균열
본선 포장부 S712 망상균열	본선 포장부 S715 망상균열

【사진 3.3.12】 포장부 손상현황(계속)

1) 외관조사 결과

포장부는 시공초기 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 차량윤하중 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.5】 포장부 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
포장부	포장 균열	m	23	76.00	주의관찰	
	포장 망상균열	㎡	8	824.00	주의관찰	
	포장 파손, 박리	㎡	20	11.50	단면보수	
	포장 보수부 파손	㎡	1	1.50	주의관찰	
	포장 들뜸	㎡	19	728.00	주의관찰	
	포장 표면오염	㎡	1	9.00	주의관찰	
	포장 누수흔적	㎡	1	0.05	주의관찰	

2) 기 점검결과와 비교

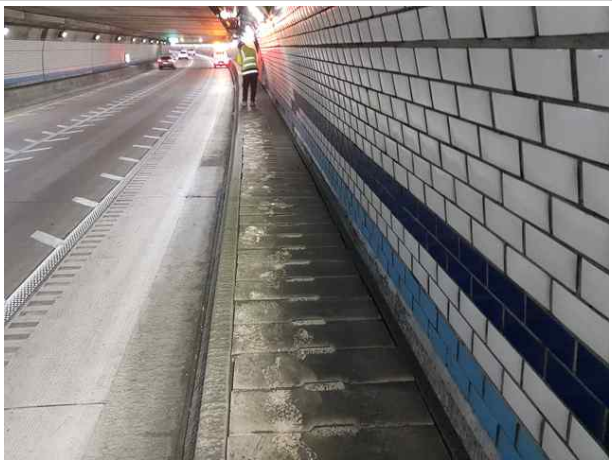
기존점검과의 외관조사 비교결과, 포장 망상균열, 파손에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열, 망상균열, 파손, 표면오염, 누수흔적에 대한 손상이 추가로 조사되었고, 포장 들뜸은 손상의 추가 및 진전이 없는 상태로 확인되었다.

【표 3.3.6】 포장부 기 점검결과 비교

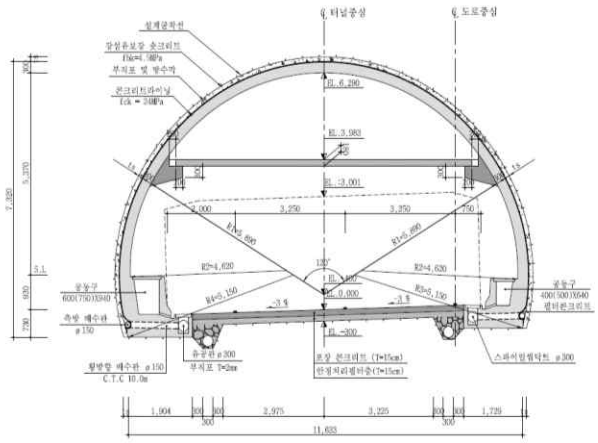
구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감		비고
			개소	손상물량	개소	손상물량			
포장부	포장 균열	m	2	8.00	23	76.00	▲	68.00	
	포장 망상균열	㎡	7	768.00	8	824.00	▲	56.00	
	포장 파손, 박리	㎡	17	13.14	20	11.50	▼	1.64	
	포장 보수부 파손	㎡	-	-	1	1.50	▲	1.50	
	포장 들뜸	㎡	19	728.00	19	728.00	-	-	
	포장 표면오염	㎡	-	-	1	9.00	▲	9.00	
	포장 누수흔적	㎡	-	-	1	0.05	▲	0.05	

라. 공동구

본 시설물의 공동구는 1차선측(400(500)X640), 갓길측(600(750)X940) 콘크리트로 시공되어 있으며 상부는 덮개로 덮여 있는 상태이다.



본선 공동구 전경



NATM구간 공동구 표준횡단면도

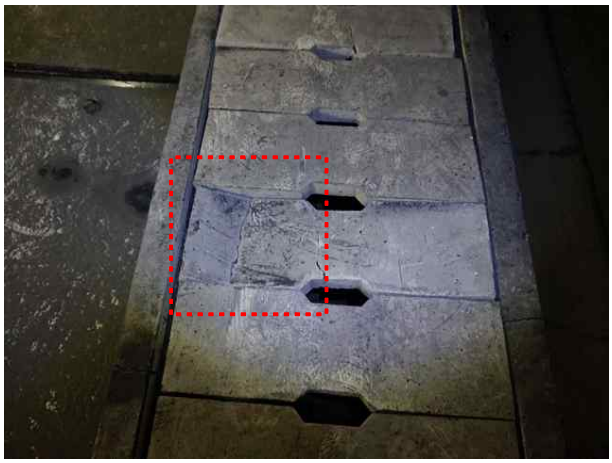
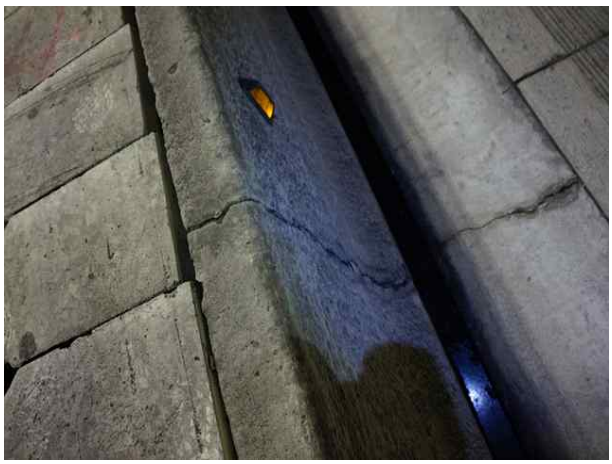
【사진 3.3.13】 공동구 전경

① 본선 공동구에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm이상), 파손, 덮개탈락, 덮개파손이 조사되었다.

② 균열(0.3mm이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하고 주변 부재 보수시 일괄보수가 요구된다.

③ 콘크리트 파손의 경우 시공시 물리적 충격에 의한 시공미흡 등에 의한 국부적인 손상으로 즉각적인 보수보다는 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다.

④ 덮개탈락, 덮개파손의 경우 품질불량, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 점검자의 안전 확보 및 원활한 유지관리를 위해 덮개 재시공을 실시하는 것이 요구된다.

	
본선 공동구 S015 파손	본선 공동구 S141 덮개 파손
	
본선 공동구 S145 균열(Cw=0.3㎜)	본선 공동구 S258 덮개파손
본선 공동구 S348 균열(Cw=0.3㎜)	본선 공동구 S391 덮개파손

【사진 3.3.14】공동구 손상현황

본선 공동구 S435 덮개파손	본선 공동구 S611 덮개파손
본선 공동구 S624 덮개파손	본선 공동구 S701 덮개파손
본선 공동구 S312 실란트미시공 보수양호	본선 공동구 덮개탈락 보수양호

【사진 3.3.14】 공동구 손상현황(계속)

1) 외관조사 결과

공동구는 건조수축, 온도변화, 외부충격, 시공미흡, 품질불량 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.7】 공동구 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	㎡	20	19.50	주의관찰	
	파손	㎡	1	0.05	주의관찰	
	덮개탈락, 덮개파손	EA	40	40.00	재시공	

2) 기 점검결과와 비교

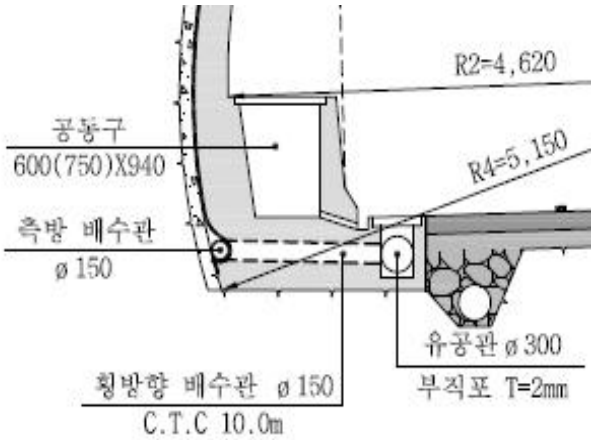
기존점검과의 외관조사 비교결과, 파손, 덮개탈락, 덮개파손, 실란트 미시공에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열(0.3mm이상), 덮개파손이 추가로 조사되었다.

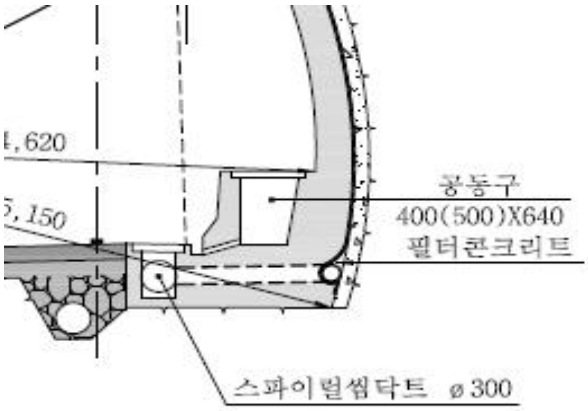
【표 3.3.8】 공동구 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	㎡	-	-	20	19.50	▲ 19.50	
	파손	㎡	2	0.25	1	0.05	▼ 0.20	
	덮개탈락, 덮개파손	EA	77	77.00	40	40.00	▼ 37.00	
	실란트 미시공	m	1	1.50	-	-	▼ 1.50	

마. 배수시설

본 시설물의 배수시설은 1·2차선 갓길에 ∅300의 배수로가 시공되어있다.





본선 배수구 전경	배수시설 단면도

【사진 3.3.15】배수시설 전경

① 본선 배수시설에 대한 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 추후 정기적인 점검을 통해 신규손상 발생 여부에 대한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

본선 배수시설 S378~385 배수로 체수 보수양호

【사진 3.3.16】 배수시설 손상현황

1) 외관조사 결과

배수시설은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 정기적인 점검을 통해 신규 손상 발생 여부에 대한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

【표 3.3.9】 배수시설 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
배수시설	상태양호	-	-	-	-	

2) 기 점검결과와 비교

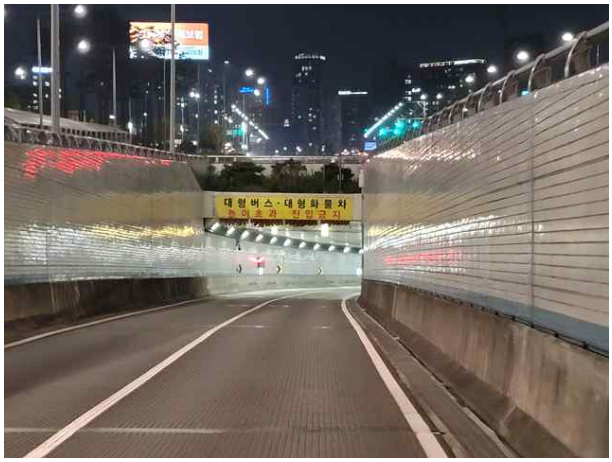
기존점검과의 외관조사 비교결과, 배수로 체수에 대한 정비가 실시되었다.

【표 3.3.10】 배수시설 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
배수시설	배수로 체수	m	8	80.00	-	-	▼ 80.00	

바. 갱문

본 시설물의 갱문은 면벽식으로 시공되어 있다.

	
진입부 전경	진출부 전경

【사진 3.3.17】 갱문 전경

① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 진입・진출부 갱문은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

갱문 진입부 상태양호	갱문 진출부 상태양호

【사진 3.3.18】 갱문 손상현황

1) 외관조사 결과

갱문은 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 3.3.11】 갱문 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
갱문	상태양호	-	-	-	-	

2) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 3.3.12】 갱문 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
갱문	상태양호	-	-	-	-	-	- -	

3.3.2 RAMP-D

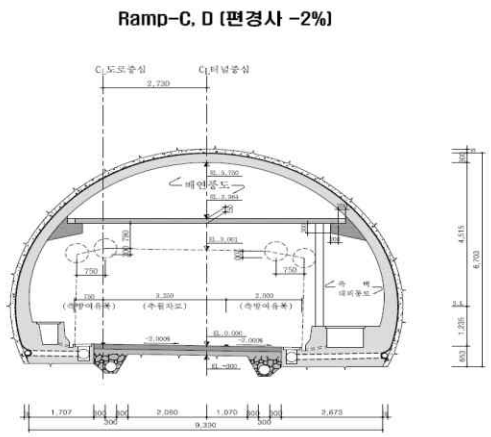
RAMP-D 구간은 BOX구간, NATM구간 및 갱문으로 이루어진 구조물이며, 벽체는 타일, 내부 벽체는 콘크리트로 마감처리 되어있다. 외관조사 결과는 다음과 같다.

가. BOX구간

RAMP-D BOX구간은 SPAN 55~60에 시공되어 있다.

1) 슬래브

RAMP-D BOX구간 슬래브 전경



RAMP 표준횡단면도

【사진 3.3.19】BOX구간 슬래브 전경

① BOX구간 슬래브에 대한 외관조사 결과 망상균열, 백태, 누수흔적 및 백태, 누수(떨어짐, 스며있음) 등이 조사되었다.

② 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

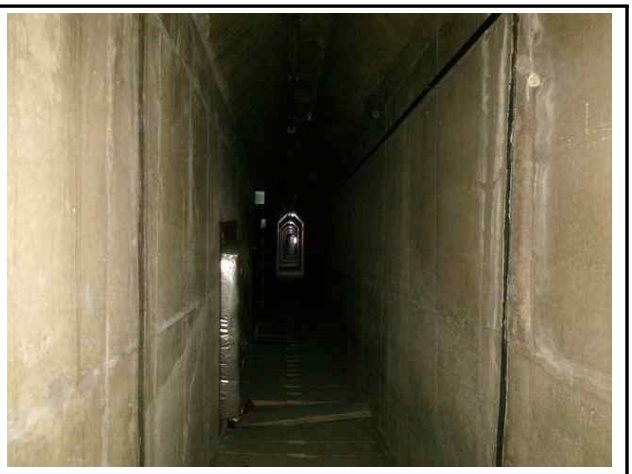
③ 백태, 누수흔적 및 백태의 경우 우수유입, 수분침투 등에 의한 손상으로 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 표면처리 등의 보수가 요구된다.

④ 누수(떨어짐, 스며있음)의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 시공이음부에서 확인되었으며, 누수는 철근콘크리트에 영향을 미치므로 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

RAMP-D BOX구간 슬래브 S57 백태	RAMP-D BOX구간 슬래브 S58 누수(떨어짐)
RAMP-D BOX구간 슬래브 S58 누수흔적 및 백태	RAMP-D BOX구간 슬래브 S58 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)
RAMP-D BOX구간 슬래브 S59 누수(스며있음)	RAMP-D BOX구간 슬래브 S60 백태

【사진 3.3.20】BOX구간 슬래브 손상현황

2) 벽체

	
RAMP-D BOX구간 벽체 전경	RAMP-D BOX구간 벽체 전경

【사진 3.3.21】BOX구간 벽체 전경

① BOX구간 벽체에 대한 외관조사 결과 누수(떨어짐, 스며있음) 등의 손상이 조사되었다.

② 누수(떨어짐, 스며있음)의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 대체로 시공이음부에서 확인되었으며, 누수는 철근콘크리트에 영향을 미치므로 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

RAMP-D BOX구간 벽체 S57 누수(떨어짐)	RAMP-D BOX구간 벽체 S58 누수(스며있음)

【사진 3.3.22】BOX구간 벽체 손상현황

3) 외관조사 결과

BOX 구간은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입, 수분침투 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.13】 BOX구간 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
BOX구간	망상균열	㎡	1	20.00	표면처리	
	백태	㎡	4	7.95	표면처리	
	누수흔적 및 백태	㎡	2	0.70	표면처리	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	4	4.00	지수보수	

4) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 누수에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 누수흔적 및 백태에 대한 손상이 추가로 조사되었다.

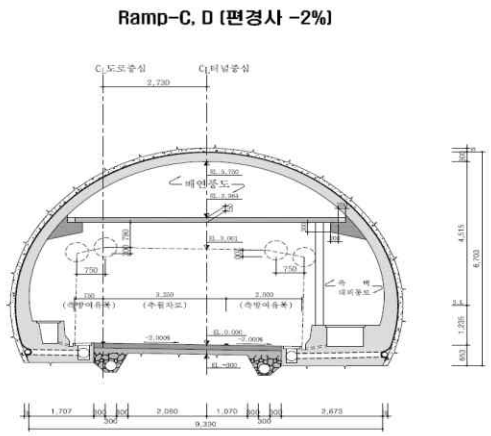
【표 3.3.14】 BOX구간 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
BOX구간	망상균열	㎡	1	20.00	1	20.00	- -	
	백태	㎡	4	7.95	4	7.95	- -	
	누수흔적 및 백태	㎡	1	0.40	2	0.70	▲ 0.30	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	5	5.00	4	4.00	▼ 1.00	

나. NATM구간

RAMP-D NATM구간은 SPAN 1~54에 시공되어 있다.

1) 천단부

	
RAMP-D NATM구간 천단부 전경	NATM구간 표준횡단면도

【사진 3.3.23】NATM구간 천단부 전경

① NATM구간 천단부 외관조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 누수흔적 등이 조사되었으며, 일부구간 균열, 파손 등의 손상에 대한 하자보수를 실시하였다.

② 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 보수미흡 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 균열에 대한 표면처리, 주입보수를 실시하는 유지관리가 요구된다.

③ 누수흔적은 현재 누수가 발생하지 않은 상태로 우천시 누수여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.

RAMP-D NATM구간 천단부 S02 균열(Cw=0.5㎜)	RAMP-D NATM구간 천단부 S03 균열(Cw=0.5㎜)
RAMP-D NATM구간 천단부 S06 균열(Cw=0.5㎜)	RAMP-D NATM구간 천단부 S07 균열(Cw=0.5㎜)
RAMP-D NATM구간 천단부 S10 균열(Cw=0.5㎜)	RAMP-D NATM구간 천단부 S13 균열(Cw=0.3㎜)

【사진 3.3.24】NATM구간 천단부 손상현황

RAMP-D NATM구간 천단부 S15 균열(Cw=0.5㎜)	RAMP-D NATM구간 천단부 S15 균열(Cw=0.5㎜)
RAMP-D NATM구간 천단부 S22 균열(Cw=0.3㎜)	RAMP-D NATM구간 천단부 S27 누수흔적
RAMP-D NATM구간 천단부 S53 균열(Cw=0.5㎜)	RAMP-D NATM구간 천단부 균열보수 양호

【사진 3.3.24】 NATM구간 천단부 손상현황(계속)

2) 측벽부

RAMP-D NATM구간 측벽부 전경	RAMP-D NATM구간 측벽부 전경

【사진 3.3.25】NATM구간 측벽부 전경

① NATM구간 측벽부에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm이상), 박리, 층분리, 파손, 백태, 누수흔적, 누수(스며있음), 타일탈락 등이 조사되었다.

② 균열(0.3mm이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 균열에 대한 주입보수를 실시하는 유지관리가 요구된다.

③ 콘크리트 박리, 층분리, 파손의 경우 시공이음부(조인트부) 맞닿음, 거푸집탈거시 충격, 시공시 외부충격 등에 의한 국부적인 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 내구성 확보차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

④ 누수흔적, 백태는 우수유입, 수분침투 등에 의해 발생된 것으로 백태는 표면처리, 누수흔적은 우천시 손상의 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다.

⑤ 누수(스며있음)의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 대체로 시공이음부에서 확인되었으며, 내구성 확보 및 2차손상 발생 방지를 위해 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

⑥ 타일탈락은 시공미흡에 따른 부착강도 저하 등에 의한 손상으로 판단되며, 주행차량의 시야 및 미관 확보 등을 위해 타일 재시공을 실시하는 것이 요구된다.

RAMP-D NATM구간 측벽부 S08 층분리	RAMP-D NATM구간 측벽부 S14 누수(스며있음)
RAMP-D NATM구간 측벽부 S17 타일탈락	RAMP-D NATM구간 측벽부 S28 백태
RAMP-D NATM구간 측벽부 S29 백태	RAMP-D NATM구간 측벽부 S30 균열(Cw=0.3㎜) 및 누수(스며있음)

【사진 3.3.26】NATM구간 측벽부 손상현황

RAMP-D NATM구간 측벽부 S35 누수(스며있음)	RAMP-D NATM구간 측벽부 S40 파손
RAMP-D NATM구간 측벽부 S40 파손	RAMP-D NATM구간 측벽부 S45 타일탈락
RAMP-D NATM구간 측벽부 S47 백태	RAMP-D NATM구간 측벽부 누수보수 양호

【사진 3.3.26】 NATM구간 측벽부 손상현황(계속)

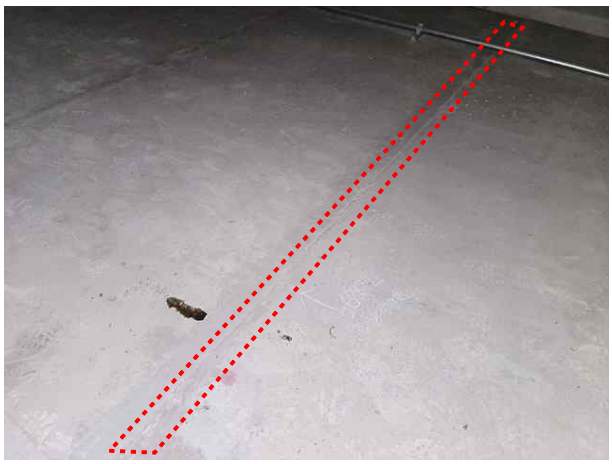
3) 풍도슬래브

RAMP-D 풍도슬래브 상면 전경	RAMP-D 풍도슬래브 하면 전경

【사진 3.3.27】NATM구간 풍도슬래브 전경

① 풍도슬래브 외관조사 결과 풍도슬래브 파손, 보수부 파손, 몰탈파손, 격벽 파손, 댐퍼 변형, 댐퍼 고정볼트 탈락 및 파손 등의 손상이 조사되었다.

② 풍도슬래브에 발생한 손상의 경우 S52~54에 집중적으로 확인되었으며, 이는 높이제한 위반차량의 충격에 의해 발생한 손상으로 각 손상별 단면보수, 정비를 통한 유지관리가 요구된다. 또한 추후 재손상 방지를 위해 높이제한 위반차량의 출입을 제한하는 시설물의 설치가 필요하다.

	
RAMP-D 풍도슬래브 S26~27 상면 몰탈파손	RAMP-D 풍도슬래브 S53 상면 몰탈파손

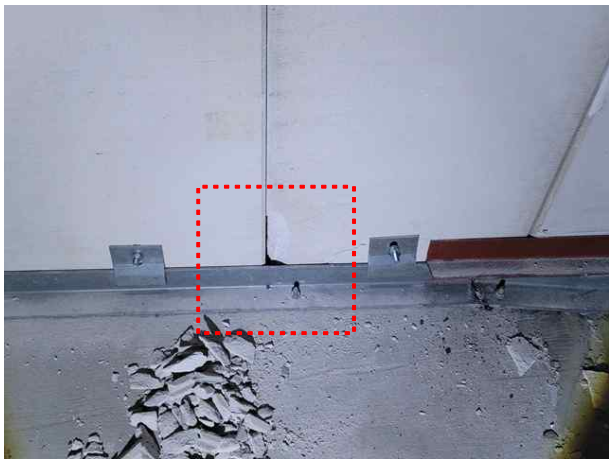
【사진 3.3.28】NATM구간 풍도슬래브 손상현황

RAMP-D 풍도슬래브 S53 상면 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S53 상면 파손
RAMP-D 풍도슬래브 S53 상면 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S53 상면 파손
RAMP-D 풍도슬래브 S53 댐퍼 변형	RAMP-D 풍도슬래브 S53 댐퍼 볼트탈락 및 파손

【사진 3.3.38】NATM구간 풍도슬래브 손상현황(계속)

RAMP-D 풍도슬래브 S54 상면 몰탈파손	RAMP-D 풍도슬래브 S54 상면 파손
RAMP-D 풍도슬래브 S54 상면 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S54 상면 파손
RAMP-D 풍도슬래브 S54 격벽 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S54 격벽 파손

【사진 3.3.28】NATM구간 풍도슬래브 손상현황(계속)

	
RAMP-D 풍도슬래브 S54 격벽 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S53 하면 보수부 파손
RAMP-D 풍도슬래브 S53 하면 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S54 하면 보수부 파손
RAMP-D 풍도슬래브 S54 하면 보수부 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S54 하면 보수부 파손

【사진 3.3.28】NATM구간 풍도슬래브 손상현황(계속)

RAMP-D 풍도슬래브 S54 하면 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S54 하면 파손
RAMP-D 풍도슬래브 S54 하면 파손	RAMP-D 풍도슬래브 S54 하면 파손
RAMP-D 풍도슬래브 S54 격벽 파손 및 철근노출 보수양호	RAMP-D 풍도슬래브 S53 덮개탈락 및 파손 보수양호

【사진 3.3.28】NATM구간 풍도슬래브 손상현황(계속)

4) 외관조사 결과

NATM 구간은 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입, 수분침투, 외부충격, 보수미흡 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.15】NATM구간 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	1	5.00	표면처리	
	균열(Cw0.3㎜이상)	m	25	212.00	주입보수	
	백태	㎡	15	10.83	표면처리	
	박리, 층분리, 파손	㎡	10	1.38	단면보수	
	누수흔적	㎡	2	0.35	주의관찰	
	누수(스며있음)	EA	4	4.00	지수보수	
	타일탈락	㎡	51	100.00	재시공	
	풍도슬래브 파손, 보수부 파손	㎡	30	3.45	단면보수	
	풍도슬래브 몰탈파손	㎡	14	11.10	단면보수	
	풍도슬래브 격벽 파손	㎡	7	0.36	단면보수	
	풍도슬래브 댐퍼 변형	m	1	0.50	정비	
	풍도슬래브 댐퍼 고정볼트 탈락 및 파손	EA	9	9.00	정비	

5) 기 점검결과와 비교

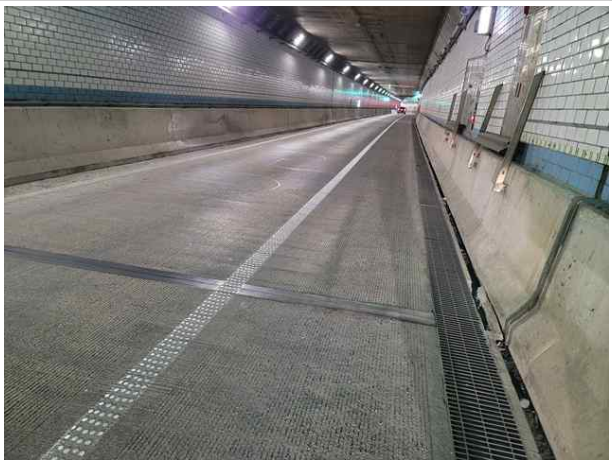
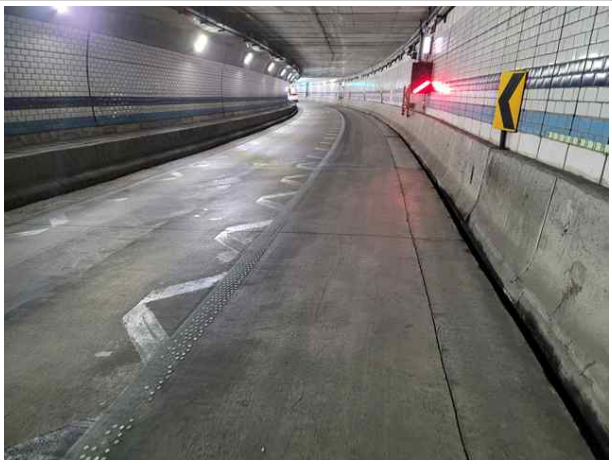
기존점검과의 외관조사 비교결과, 재균열(0.3mm이상), 파손, 누수흔적, 풍도슬래브 파손/파손 및 철근노출/댐퍼 덮개탈락 및 파손에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열(0.3mm이상), 백태, 타일탈락, 풍도슬래브 파손/보수부 파손/몰탈파손/격벽 파손에 대한 손상이 추가로 조사되었다.

【표 3.3.16】NATM구간 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감		비고
			개소	손상물량	개소	손상물량			
NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	1	5.00	1	5.00	-	-	
	균열(Cw0.3㎜이상)	m	21	188.00	25	212.00	▲	24.00	
	재균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	14.00	-	-	▼	14.00	
	백태	㎡	11	10.36	15	10.83	▲	0.47	
	박리, 층분리, 파손	㎡	5	3.00	10	1.38	▼	1.62	
	누수흔적	㎡	4	0.90	2	0.35	▼	0.55	
	누수(스며있음)	EA	4	4.00	4	4.00	-	-	
	타일탈락	EA	31	60.00	51	100.00	▲	40.00	
	풍도슬래브 파손, 보수부 파손	㎡	28	10.36	30	3.45	▼	6.91	
	풍도슬래브 몰탈파손	㎡	7	3.90	14	11.10	▲	7.20	
	풍도슬래브 파손 및 철근노출	㎡	1	1.50	-	-	▼	1.50	
	풍도슬래브 격벽 파손 및 철근노출	㎡	1	12.00	-	-	▼	12.00	
	풍도슬래브 격벽 파손	㎡	-	-	7	0.36	▲	0.36	
	풍도슬래브 댐퍼 변형	m	1	0.50	1	0.50	-	-	
	풍도슬래브 댐퍼 고정볼트 탈락 및 파손	EA	9	9.00	9	9.00	-	-	
	풍도슬래브 댐퍼 덮개 탈락 및 파손	EA	1	1.00	-	-	▼	1.00	

다. 포장

본 시설물의 포장은 콘크리트 포장(t=300㎜, 포장콘크리트(150㎜) + 안정처리필터층(150㎜))으로 총 폭 4.95m(0.9+2.08+1.07+0.9), 종단경사 0.5~6.96%로 시공되어있다.

	
RAMP-D 포장부 전경	RAMP-D 포장부 전경

【사진 3.3.29】 포장부 전경

① RAMP-D 포장부에 대한 외관조사 결과 포장 로드씰 파손이 조사되었다.

② 포장 로드씰 파손의 경우 조인트부에 발생한 손상으로 차량윤하중에 의한 충격, 공용기간 증가 등의 원인에 의한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미한 바 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

RAMP-D 포장부 S58 로드씰 파손	RAMP-D 포장부 파손보수 양호

【사진 3.3.30】 포장부 손상현황

1) 외관조사 결과

포장부는 차량윤하중에 의한 충격 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.17】 포장부 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
포장부	포장 로드씰 파손	㎡	1	0.10	주의관찰	

2) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 포장 파손, 들뜸, 체수에 대한 보수가 실시되었으며, 로드씰 파손에 대한 손상이 추가로 조사되었다.

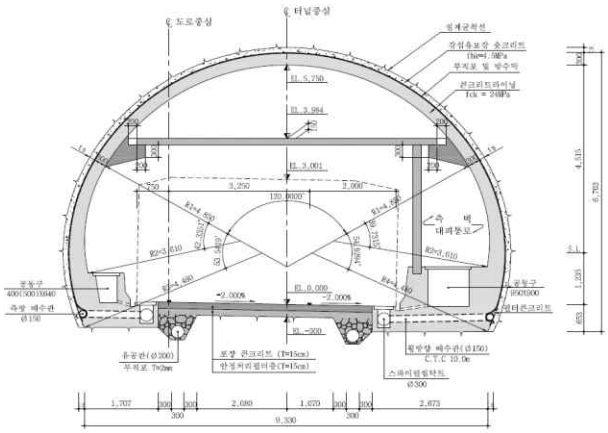
【표 3.3.18】 포장부 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
포장부	포장 로드씰 파손	㎡	-	-	1	0.10	▲ 0.10	
	포장 파손	㎡	1	0.09	-	-	▼ 0.09	
	포장 들뜸	㎡	5	130.00	-	-	▼ 130.00	
	포장 체수	㎡	1	0.30	-	-	▼ 0.30	

라. 공동구

본 시설물의 공동구는 대피통로측(950X900), 외측(400(500)X640) 콘크리트로 시공되어 있으며 상부는 덮개로 덮여 있는 상태이다.

RAMP-D 공동구 전경



공동구 표준횡단면도

【사진 3.3.31】공동구 전경

① RAMP-D 공동구에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm이상), 박리, 파손, 덮개파손이 조사되었다.

② 균열(0.3mm이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하고 주변부재 보수시 일괄보수가 요구된다.

③ 콘크리트 박리, 파손의 경우 시공시 물리적 충격에 의한 시공미흡, 유도배수관 길이부족에 따른 하부 우수접촉 등에 의한 국부적인 손상으로 즉각적인 보수보다는 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다. 박리의 경우 유도배수관 정비와 연계된 보수가 필요할 것으로 사료된다.

④ 덮개파손의 경우 품질불량, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 점검자의 안전을 위해 덮개 재시공을 실시하는 것이 요구된다.

RAMP-D 공동구 S24 균열(Cw=0.3㎜)	RAMP-D 공동구 S55 덮개파손
RAMP-D 공동구 S57 박리	RAMP-D 공동구 S57 덮개파손
RAMP-D 공동구 S58 덮개파손	RAMP-D 공동구 덮개파손 보수양호

【사진 3.3.32】공동구 손상현황

1) 외관조사 결과

공동구는 건조수축, 온도변화, 품질불량, 시공미흡, 우수접촉 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.19】 공동구 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	m	2	3.00	주의관찰	
	박리, 파손	㎡	3	1.20	주의관찰	
	덮개파손	EA	5	5.00	재시공	

2) 기 점검결과와 비교

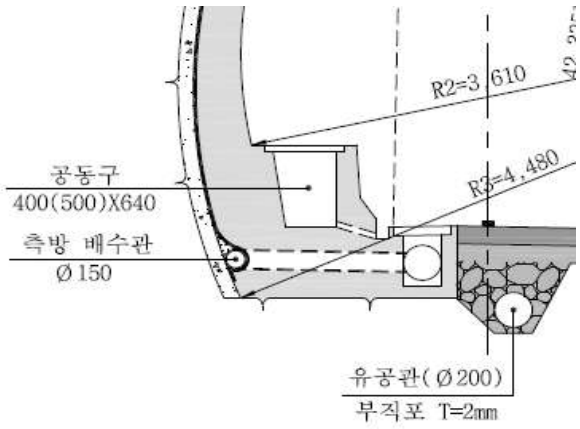
기존점검과의 외관조사 비교결과, 덮개파손에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열(0.3mm이상), 박리에 대한 손상이 추가로 조사되었다.

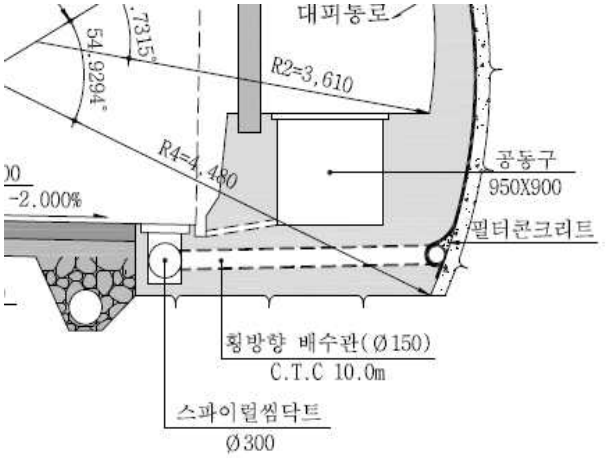
【표 3.3.20】 공동구 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	2	3.00	▲ 3.00	
	박리, 파손	㎡	2	0.20	3	1.20	▲ 1.00	
	덮개파손	EA	11	11.00	5	5.00	▼ 6.00	

마. 배수시설

본 시설물의 배수시설은 갓길에 유공관(∅200), 스파이럴씸닥트(∅300)의 배수로가 시공되어있다.



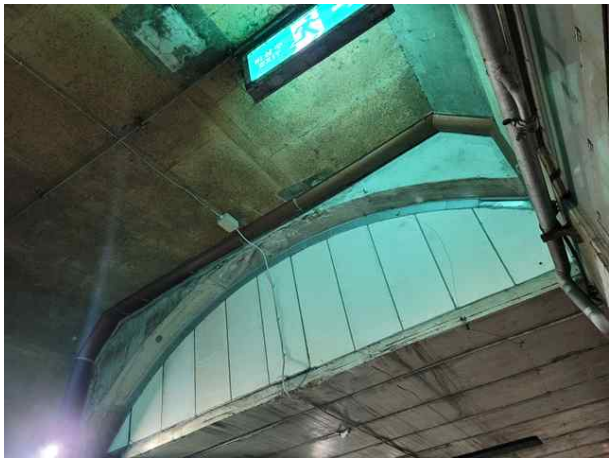


RAMP-D 배수구 전경	배수시설 표준횡단면도

【사진 3.3.33】배수시설 전경

① 배수시설에 대한 외관조사 결과 유도배수관 길이부족이 조사되었다.

② 유도배수관 길이부족의 경우 시공미흡에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 2차손상 발생 방지를 위하여 정비(재시공 등)를 통한 보수대책 수립이 요구된다.

	
RAMP-D 배수시설 S57 유도배수관 길이부족	RAMP-D 배수시설 S57 유도배수관 누수 보수양호

【사진 3.3.34】 배수시설 손상현황

1) 외관조사 결과

배수시설은 시공미흡 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.21】 배수시설 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
배수시설	유도배수관 길이부족	m	1	1.50	재시공	

2) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 유도배수관 누수에 대한 보수가 실시되었으며, 손상의 진전 및 추가는 없는 것으로 확인되었다.

【표 3.3.22】 배수시설 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
배수시설	유도배수관 누수	EA	2	2.00	-	-	▼ 2.00	
	유도배수관 길이부족	m	1	1.50	1	1.50	- -	

바. 갱문

본 시설물의 갱문은 면벽식으로 시공되어 있다.

진입부 전경	진입부 전경

【사진 3.3.35】 갱문 전경

① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 진입부 갱문은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

갱문 진입부 상태양호	갱문 진입부 상태양호

【사진 3.3.36】 갱문 손상현황

1) 외관조사 결과

갱문은 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 3.3.23】 갱문 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
갱문	상태양호	-	-	-	-	

2) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 신규 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.24】 갱문 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
갱문	상태양호	-	-	-	-	-	- -	

3.3.3 부대시설물

본 지하차도의 부대시설물은 피난연락갱, 갱구부 옹벽, 기타시설(집수정, 환기실, 전기실 등)이 시공되어 있고, 외관조사 결과는 다음과 같다.

가. 피난연락갱

피난연락갱은 대인용 25개소, 차량용 15개소가 시공되어 있다.

피난연락갱(차량용) 전경	피난연락갱(대인용) 전경

【사진 3.3.37】 피난연락갱 전경

① 피난연락갱에 대한 외관조사 결과 누수(떨어짐, 스며있음), 체수 등이 조사되었다.

② 누수(떨어짐, 스며있음), 체수의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 누수는 철근콘크리트에 영향을 미치므로 지수보수를 실시하는 것이 바람직하고, 체수는 주의관찰이 요구된다.

피난연락갱 S021 누수(스며있음)	피난연락갱 S039 누수(떨어짐)

【사진 3.3.38】 피난연락갱 손상현황

피난연락갱 S057 누수(떨어짐)	피난연락갱 S084 누수(스며있음)
피난연락갱 S122 체수	피난연락갱 S144 누수(떨어짐)
피난연락갱 S208 누수(스며있음)	피난연락갱 S696 체수

【사진 3.3.38】피난연락갱 손상현황(계속)

1) 외관조사 결과

피난연락갱은 우수유입 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.25】 피난연락갱 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
피난연락갱	체수	㎡	2	28.00	주의관찰	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	13	13.00	지수보수	

2) 기 점검결과와 비교

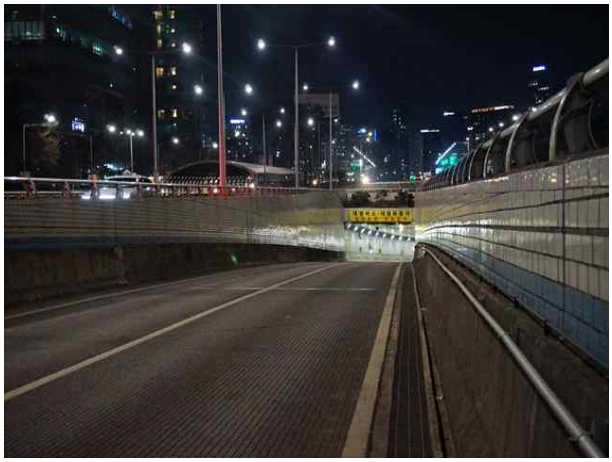
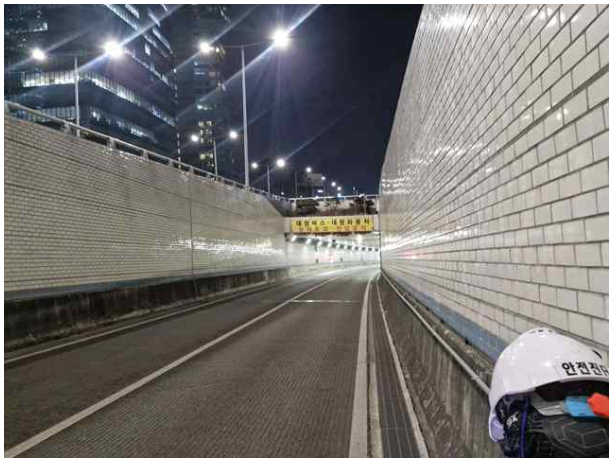
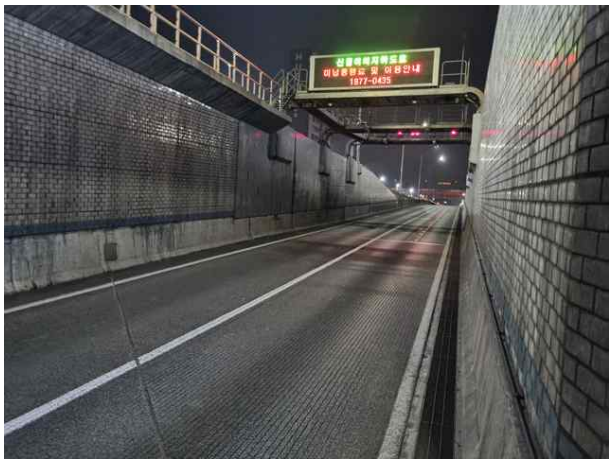
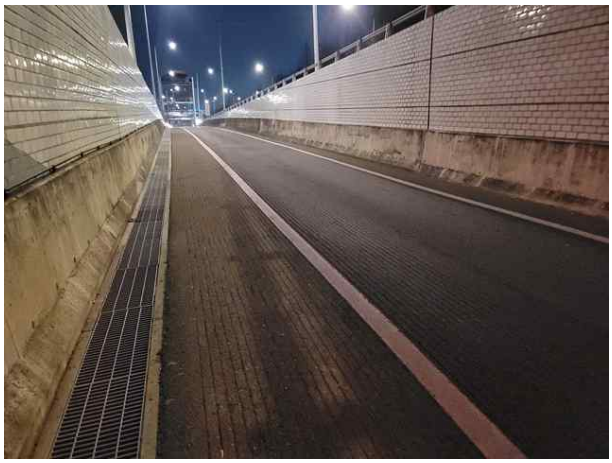
기존점검과의 외관조사 비교결과, 금회 점검시 체수, 누수에 대한 손상이 추가로 조사되었다.

【표 3.3.26】 피난연락갱 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
피난연락갱	체수	㎡	1	8.00	2	28.00	▲ 20.00	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	11	11.00	13	13.00	▲ 2.00	

나. U-TYPE 옹벽

본 시설물의 U-TYPE 옹벽은 본선 진입·진출부, RAMP-D 진입부에 시공되어 있다.

	
본선 진입부 전경	본선 진입부 전경
	
본선 진출부 전경	RAMP-D 진입부 전경

【사진 3.3.39】U-TYPE 옹벽 전경

① U-TYPE 옹벽에 대한 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 신규손상 발생여부에 대한 지속적인 유지관리가 요구된다.

진입부 U-TYPE 옹벽 S4 단자함 파손	진입부 U-TYPE 옹벽 S1 포장 파손
진입부 U-TYPE 옹벽 S2 포장 파손	진입부 U-TYPE 옹벽 S4 포장 파손
RAMP-D 진입부 U-TYPE 옹벽 S5 포장 균열	RAMP-D 진입부 U-TYPE 옹벽 S5 포장 파손

【사진 3.3.40】U-TYPE 옹벽 손상현황

1) 외관조사 결과

U-TYPE 옹벽은 차량윤하중, 외부충격 등에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.27】 U-TYPE 옹벽 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
U-TPYE 옹벽	포장 균열	m	1	5.00	주의관찰	
	포장 파손	㎡	8	5.27	주의관찰	
	단자함 파손	EA	1	1.00	주의관찰	

2) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 포장 균열, 파손, 단자함 파손에 대한 손상이 추가로 조사되었다.

【표 3.3.28】 U-TYPE 옹벽 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
U-TPYE 옹벽	포장 균열	m	-	-	1	5.00	▲ 5.00	
	포장 파손	㎡	-	-	7	0.77	▲ 0.77	
	단자함 파손	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	

다. 기타시설

본 시설물의 기타시설은 펌프실, 소화수조, 전기실, 수문 등이 시공되어 있다.

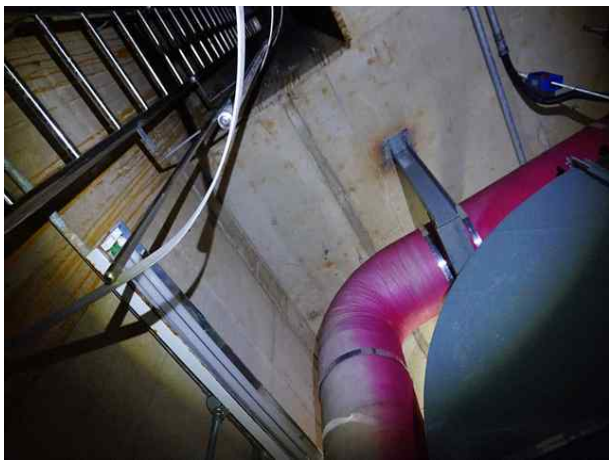
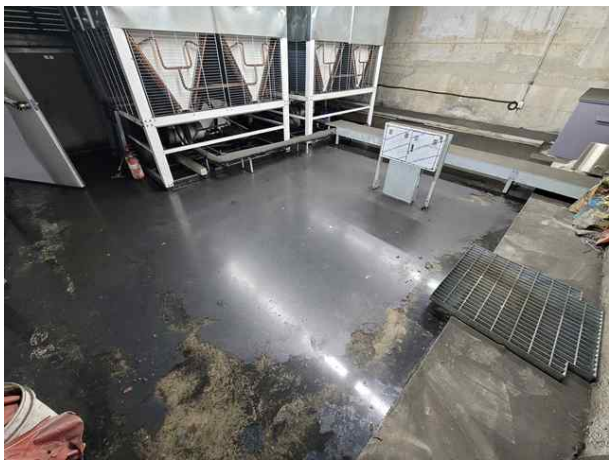
본선 펌프실 전경	본선 소화수조 전경
RAMP-D 전기실 전경	RAMP-D 수문 전경

【사진 3.3.41】 기타시설 전경

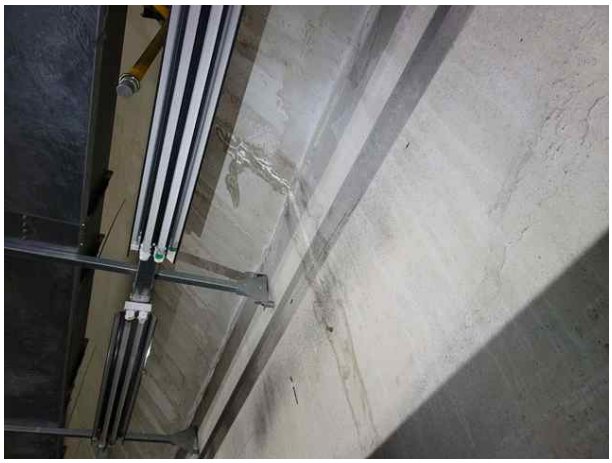
① 기타시설에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 백태, 누수 및 백태, 누수(스며 있음), 체수, 철근노출, 파손, 표면열화, 트레이 내부 체수 등의 손상이 조사되었다.

② 상기 발생한 손상의 경우 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 우수유입, 수분침투 등에 의해 발생된 것으로 균열(0.3mm미만, 이상)은 표면처리/주입보수, 백태, 누수 및 백태, 누수는 표면처리/지수보수, 파손, 철근노출은 단면보수/단면보수(방청), 체수, 표면열화는 손상의 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다.

③ 트레이 내부 체수는 전기실 내 전선 트레이부에 발생한 손상으로 점검일 현재 체수 상태는 미미하나 우천시 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구되며, 트레이 내 체수시 2차손상 발생이 우려되므로 그에 대한 방지대책(체수부 유도배수, 전선 이동 등)을 수립하는 것이 요구된다.

펌프실 S003 벽체 백태	펌프실 S003 슬래브 철근노출
	
소화수조 S006 슬래브 누수(스며있음)	RAMP-D 전기실 바닥 체수
	
RAMP-D 전기실 바닥 체수	RAMP-D 전기실 트레이 내부 체수

【사진 3.3.42】 기타시설 손상현황

	
RAMP-D 전기실 벽체 균열 및 누수	RAMP-D 전기실 벽체 누수흔적 및 백태
RAMP-D 전기실 벽체 균열 및 누수	RAMP-D 전기실 바닥 체수
RAMP-D 수문 상부슬래브 표면열화	RAMP-D 수문 벽체 균열(Cw=0.2㎜)

【사진 3.3.42】 기타시설 손상현황

1) 외관조사 결과

기타시설은 시공초기 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 외부충격, 우수유입, 수분침투 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.29】 기타시설 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용		단위	개소	손상물량	조치방안	비고
기타시설	전기실	균열(Cw0.3㎜이상)	m	7	8.88	주입보수	
		누수흔적 및 백태	㎡	1	0.60	표면처리	
		백태	㎡	3	0.60	표면처리	
		누수(스며있음)	EA	7	7.00	지수보수	
		체수	㎡	5	103.00	주의관찰	
		트레이 내부 체수	EA	2	2.00	주의관찰	
	소화수조	누수(스며있음)	EA	1	1.00	지수보수	
	펌프실	백태	㎡	1	0.03	표면처리	
		철근노출	㎡	1	0.16	단면보수(방청)	
	수문	균열(Cw0.3㎜미만)	m	2	3.50	표면처리	
		파손	㎡	1	0.60	주의관찰	
		표면열화	㎡	1	12.00	주의관찰	

2) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 누수 및 백태, 백태, 누수흔적에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열(0.3mm미만, 이상), 누수흔적 및 백태, 백태, 누수(스며있음), 체수, 철근노출, 파손, 표면열화가 추가로 조사되었다.

【표 3.3.30】 기타시설 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용		단위	기존점검		금회점검		증감		비고
				개소	손상물량	개소	손상물량			
기타 시설	전기실	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	7	8.88	▲	8.88	
		누수흔적 및 백태	㎡	-	-	1	0.60	▲	0.60	
		백태	㎡	-	-	3	0.60	▲	0.60	
		누수(스며있음)	EA	-	-	7	7.00	▲	7.00	
		체수	㎡	-	-	5	103.00	▲	103.00	
		누수 및 백태	㎡	3	1.75	-	-	▼	1.75	
		트레이 내부 체수	EA	2	2.00	2	2.00	-	-	
	소화수조	누수(스며있음)	EA	-	-	1	1.00	▲	1.00	
		백태	㎡	1	0.10	-	-	▼	0.10	
		누수 및 백태	㎡	7	1.40	-	-	▼	1.40	
		누수흔적	㎡	1	0.09	-	-	▼	0.09	
	펌프실	백태	㎡	1	0.03	1	0.03	-	-	
		철근노출	㎡	-	-	1	0.16	▲	0.16	
	수문	균열(Cw0.3㎜미만)	m	-	-	2	3.50	▲	3.50	
		파손	㎡	-	-	1	0.60	▲	0.60	
		표면열화	㎡	-	-	1	12.00	▲	12.00	

3.3.4 부속시설물

부속시설은 사고 발생시 안전 대피 및 비상연락이 가능토록 신호기, 표시등, 소화시설, 제트팬 등이 설치되어 있고, 안전운전을 위해 조명시설이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

제트팬 전경

조명시설 전경

소화시설 전경

비상구표시등 전경

CCTV 전경

신호기 전경

【사진 3.3.43】 부속시설 전경

① 부속시설에 대한 외관조사 결과 파손, 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 볼트, 너트 등의 고정장치의 체결은 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.

② 높이제한 위반차량의 충돌에 의해 신호기 파손 등의 손상이 발생할 우려가 있으므로 손상방지를 위해 높이제한 위반차량의 출입을 제한하는 시설물의 설치가 필요하다.

신호기 상태양호	제트팬 고정장치 상태양호

【사진 3.3.44】 기타시설 손상현황

1) 외관조사 결과

부속시설은 전반적으로 양호한 상태이며, 차량충돌에 의한 신호기 파손, 비상구 표지판 파손이 일부 조사되었다.

【표 3.3.31】 부속시설 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
부속시설	상태양호	-	-	-	-	

2) 기 점검결과와 비교

기존점검과의 외관조사 비교결과, 신호기 파손, 비상구 표지판 파손에 대한 보수가 실시되었으며, 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 3.3.32】 부속시설 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
부속시설	신호기 파손	EA	4	4.00	-	-	▼ 4.00	
	비상구 표지판 파손	EA	2	2.00	-	-	▼ 2.00	

3.3.5 공중이 이용하는 부위

가. 개요

- 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(국토교통부 고시 제2022-539호, 2022.9.28.)상의 제8조제9항 중 "구조안전에 영향을 줄 수 있는 중대한 결함"을 "법 제22조제1항 및 제2항에 따른 중대한 결함 및 공중이 이용하는 부위의 결함(이하 "중대한결함 등"이라 한다)"으로 하고, 같은 조 제10항인 중대한 결함 등의 세부결함의 정도는 세부지침에 따르도록 규정되어 있다.
- 중대한 결함이 아니더라도 사용자가 직접 이용하는 부위에서 사용자의 안전을 위협할 수 있는 결함(공중이 이용하는 부위에 결함)에 대해서는 사용제한·금지 등 긴급안전조치와 위험표지판 설치, 기한내 보수보강 이행 등의 조치가 이루어지도록 해야 한다.

나. 대상부재 여부 확인

【표 3.3.33】 대상부재 여부 확인

구 분	신월여의지하도로(인천방향)	비 고
추락방지시설	○	환기시설 연직갱 계단부 난간 시공
도로포장	○	콘크리트포장 상태
도로부 신축이음부	○	BOX구간 신축이음부 탄성조인트 일부 시공
환기구 등의 덮개	○	공동구 덮개 등

다. 점검결과

- 차량의 주행성에 대한 안전성 저하 및 중대결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 신축이음부 및 추락방지시설, 환기구 등의 덮개 내의 시급한 보수 또는 보강이 요구되는 손상은 없는 것으로 확인되었다.
- 각 부재별 손상내용은 본 보고서 "3.3 현장조사 결과" 참조

3.3.6 외관조사 결과

신월여의지하도로(인천방향)에 대한 외관조사 결과는 다음과 같다.

【표 3.3.34】 외관조사 결과

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
본선	BOX구간	균열(Cw0.3㎜이상)	m	13	68.50	주입보수	
		망상균열	㎡	2	240.00	표면처리	
		백태	㎡	1	0.03	표면처리	
		균열부백태	㎡	2	0.40	표면처리	
		층분리	㎡	2	0.55	단면보수	
		누수흔적	㎡	2	27.00	주의관찰	
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	14	14.00	지수보수	
	NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	10	28.50	표면처리	
		균열(Cw0.3㎜이상)	m	143	1,047.10	주입보수	
		재균열(Cw0.3㎜이상)	m	50	394.00	주입보수	
		망상균열	㎡	6	69.41	표면처리	
		보수부 망상균열	㎡	1	8.00	표면처리	
		백태, 보수부 백태	㎡	42	25.79	표면처리	
		층분리, 박리, 박락, 파손, 보수부 층분리, 보수부 파손	㎡	45	4.63	단면보수	
		단면불량	㎡	2	0.28	단면보수	
		피복부족	㎡	2	41.00	단면보수(방청)	
		파손 및 철근노출	㎡	4	0.46	단면보수(방청)	
		재료분리	㎡	1	0.50	단면보수	
		누수흔적	㎡	6	6.14	주의관찰	
		누수(흐름. 떨어짐, 스며있음)	EA	59	59.00	지수보수	
		타일탈락	EA	2075	2075.00	재시공	
		타일들뜸	EA	136	136.00	재시공	
	포장부	포장 균열	m	23	76.00	주의관찰	
		포장 망상균열	㎡	8	824.00	주의관찰	
		포장 파손, 박리	㎡	20	11.50	단면보수	
		포장 보수부 파손	㎡	1	1.50	주의관찰	
		포장 들뜸	㎡	19	728.00	주의관찰	
		포장 표면오염	㎡	1	9.00	주의관찰	
		포장 누수흔적	㎡	1	0.05	주의관찰	
	공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	㎡	20	19.50	주의관찰	
		파손	㎡	1	0.05	주의관찰	
		덮개탈락, 덮개파손	EA	40	40.00	재시공	
	배수시설	상태양호	-	-	-	-	
	갱문	상태양호	-	-	-	-	

【표 3.3.34】 외관조사 결과(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
RAMP	BOX구간	망상균열	㎡	1	20.00	표면처리	
		백태	㎡	4	7.95	표면처리	
		누수흔적 및 백태	㎡	2	0.70	표면처리	
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	4	4.00	지수보수	
	NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	1	5.00	표면처리	
		균열(Cw0.3㎜이상)	m	25	212.00	주입보수	
		백태	㎡	15	10.83	표면처리	
		박리, 층분리, 파손	㎡	10	1.38	단면보수	
		누수흔적	㎡	2	0.35	주의관찰	
		누수(스며있음)	EA	4	4.00	지수보수	
		타일탈락	㎡	51	100.00	재시공	
		풍도슬래브 파손, 보수부 파손	㎡	30	3.45	단면보수	
		풍도슬래브 몰탈파손	㎡	14	11.10	단면보수	
		풍도슬래브 격벽 파손	㎡	7	0.36	단면보수	
		풍도슬래브 댐퍼 변형	m	1	0.50	정비	
		풍도슬래브 댐퍼 고정볼트 탈락 및 파손	EA	9	9.00	정비	
	포장부	포장 로드씰 파손	㎡	1	0.10	주의관찰	
	공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	m	2	3.00	주의관찰	
		박리, 파손	㎡	3	1.20	주의관찰	
		덮개파손	EA	5	5.00	재시공	
	배수시설	유도배수관 길이부족	m	1	1.50	재시공	
	갱문	상태양호	-	-	-	-	

【표 3.3.34】 외관조사 결과(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		단위	개소	손상물량	조치방안	비고
부대시설	피난연락갱	체수		㎡	2	28.00	주의관찰	
		누수(떨어짐, 스며있음)		EA	13	13.00	지수보수	
	U-TYPE 옹벽	포장 파손		㎡	7	0.77	주의관찰	
		단자함 파손		EA	1	1.00	주의관찰	
	기타시설	전기실	균열(Cw0.3㎜이상)	m	7	8.88	주입보수	
			누수흔적 및 백태	㎡	1	0.60	표면처리	
			백태	㎡	3	0.60	표면처리	
			누수(스며있음)	EA	7	7.00	지수보수	
			체수	㎡	5	103.00	주의관찰	
			트레이 내부 체수	EA	2	2.00	주의관찰	
		소화수조	누수(스며있음)	EA	1	1.00	지수보수	
		펌프실	백태	㎡	1	0.03	표면처리	
			철근노출	㎡	1	0.16	단면보수(방청)	
		수문	균열(Cw0.3㎜미만)	m	2	3.50	표면처리	
			파손	㎡	1	0.60	주의관찰	
			표면열화	㎡	1	12.00	주의관찰	
부속시설		상태양호		-	-	-	-	

※ 외관조사망도의 ‘균열 및 누수’ 손상은 균열과 누수를 분리하여 손상물량을 산정함.

3.3.7 이전 상태와 현 상태 비교

【표 3.3.35】기 점검결과와 손상물량 비교표

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
				개소	손상물량	개소	손상물량		
본선	BOX구간	균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	3.00	13	68.50	▲ 65.50	
		망상균열	㎡	-	-	2	240.00	▲ 240.00	
		백태	㎡	1	9.00	1	0.03	▼ 8.97	
		균열부백태	㎡	4	1.20	2	0.40	▼ 0.80	
		층분리	㎡	1	0.10	2	0.55	▲ 0.45	
		누수흔적	㎡	3	27.05	2	27.00	▼ 0.05	
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	10	10.00	14	14.00	▲ 4.00	
	NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	9	19.60	10	28.50	▲ 8.90	
		균열(Cw0.3㎜이상)	m	320	2,814.00	143	1,047.10	▼ 1,766.90	
		재균열(Cw0.3㎜이상)	m	34	202.00	50	394.00	▲ 192.00	
		망상균열	㎡	7	78.40	6	69.41	▼ 8.99	
		보수부 망상균열	㎡	-	-	1	8.00	▲ 8.00	
		백태, 보수부 백태	㎡	42	19.59	42	25.79	▲ 6.20	
		층분리, 박리, 박락, 파손, 보수부 층분리, 보수부 파손	㎡	66	12.48	45	4.63	▼ 7.85	
		단면불량	㎡	2	0.34	2	0.28	▼ 0.06	
		피복부족	㎡	8	104.50	2	41.00	▼ 63.50	
		파손 및 철근노출	㎡	3	0.49	4	0.46	▼ 0.03	
		재료분리	㎡	1	0.09	1	0.50	▲ 0.41	
		누수흔적	㎡	4	3.39	6	6.14	▲ 2.75	
		누수(흐름, 떨어짐, 스며있음)	EA	52	52.00	59	59.00	▲ 7.00	
		타일탈락	EA	16	16.00	2075	2075.00	▲ 2,059.00	
		타일들뜸	EA	-	-	136	136.00	▲ 136.00	
		격벽 파손	㎡	2	0.18	-	-	▼ 0.18	
	포장부	포장 균열	m	2	8.00	23	76.00	▲ 68.00	
		포장 망상균열	㎡	7	768.00	8	824.00	▲ 56.00	
		포장 파손, 박리	㎡	17	13.14	20	11.50	▼ 1.64	
		포장 보수부 파손	㎡	-	-	1	1.50	▲ 1.50	
		포장 들뜸	㎡	19	728.00	19	728.00	- -	
		포장 표면오염	㎡	-	-	1	9.00	▲ 9.00	
		포장 누수흔적	㎡	-	-	1	0.05	▲ 0.05	
	공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	㎡	-	-	20	19.50	▲ 19.50	
		파손	㎡	2	0.25	1	0.05	▼ 0.20	
		덮개탈락, 덮개파손	EA	77	77.00	40	40.00	▼ 37.00	
		실란트 미시공	m	1	1.50	-	-	▼ 1.50	
	배수시설	배수로 체수	m	8	80.00	-	-	▼ 80.00	
	갱문	상태양호	-	-	-	-	-	- -	

【표 3.3.35】기 점검결과와 손상물량 비교표(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감		비고
				개소	손상물량	개소	손상물량			
RAMP	BOX구간	망상균열	㎡	1	20.00	1	20.00	-	-	
		백태	㎡	4	7.95	4	7.95	-	-	
		누수흔적 및 백태	㎡	1	0.40	2	0.70	▲	0.30	
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	5	5.00	4	4.00	▼	1.00	
	NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	1	5.00	1	5.00	-	-	
		균열(Cw0.3㎜이상)	m	21	188.00	25	212.00	▲	24.00	
		재균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	14.00	-	-	▼	14.00	
		백태	㎡	11	10.36	15	10.83	▲	0.47	
		박리, 층분리, 파손	㎡	5	3.00	10	1.38	▼	1.62	
		누수흔적	㎡	4	0.90	2	0.35	▼	0.55	
		누수(스며있음)	EA	4	4.00	4	4.00	-	-	
		타일탈락	EA	31	60.00	51	100.00	▲	40.00	
		풍도슬래브 파손, 보수부 파손	㎡	28	10.36	30	3.45	▼	6.91	
		풍도슬래브 몰탈파손	㎡	7	3.90	14	11.10	▲	7.20	
		풍도슬래브 파손 및 철근노출	㎡	1	1.50	-	-	▼	1.50	
		풍도슬래브 격벽 파손 및 철근노출	㎡	1	12.00	-	-	▼	12.00	
		풍도슬래브 격벽 파손	㎡	-	-	7	0.36	▲	0.36	
		풍도슬래브 댐퍼 변형	m	1	0.50	1	0.50	-	-	
		풍도슬래브 댐퍼 고정볼트 탈락 및 파손	EA	9	9.00	9	9.00	-	-	
		풍도슬래브 댐퍼 덮개 탈락 및 파손	EA	1	1.00	-	-	▼	1.00	
	포장부	포장 로드씰 파손	㎡	-	-	1	0.10	▲	0.10	
		포장 파손	㎡	1	0.09	-	-	▼	0.09	
		포장 들뜸	㎡	5	130.00	-	-	▼	130.00	
		포장 체수	㎡	1	0.30	-	-	▼	0.30	
	공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	2	3.00	▲	3.00	
		박리, 파손	㎡	2	0.20	3	1.20	▲	1.00	
		덮개파손	EA	11	11.00	5	5.00	▼	6.00	
	배수시설	유도배수관 누수	EA	2	2.00	-	-	▼	2.00	
		유도배수관 길이부족	m	1	1.50	1	1.50	-	-	
	갱문	상태양호	-	-	-	-	-	-	-	

【표 3.3.35】기 점검결과와 손상물량 비교표(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		단위	기존점검		금회점검		증감		비고
					개소	손상물량	개소	손상물량			
부대시설	피난연락갱	체수		㎡	1	8.00	2	28.00	▲	20.00	
		누수(떨어짐, 스며있음)		EA	11	11.00	13	13.00	▲	2.00	
	U-TYPE 옹벽	포장 파손		㎡	-	-	7	0.77	▲	0.77	
		단자함 파손		EA	-	-	1	1.00	▲	1.00	
	기타시설	전기실	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	7	8.88	▲	8.88	
			누수흔적 및 백태	㎡	-	-	1	0.60	▲	0.60	
			백태	㎡	-	-	3	0.60	▲	0.60	
			누수(스며있음)	EA	-	-	7	7.00	▲	7.00	
			체수	㎡	-	-	5	103.00	▲	103.00	
			누수 및 백태	㎡	3	1.75	-	-	▼	1.75	
			트레이 내부 체수	EA	2	2.00	2	2.00	-	-	
		소화수조	누수(스며있음)	EA	-	-	1	1.00	▲	1.00	
			백태	㎡	1	0.10	-	-	▼	0.10	
			누수 및 백태	㎡	7	1.40	-	-	▼	1.40	
			누수흔적	㎡	1	0.09	-	-	▼	0.09	
		펌프실	백태	㎡	1	0.03	1	0.03	-	-	
			철근노출	㎡	-	-	1	0.16	▲	0.16	
		수문	균열(Cw0.3㎜미만)	m	-	-	2	3.50	▲	3.50	
			파손	㎡	-	-	1	0.60	▲	0.60	
			표면열화	㎡	-	-	1	12.00	▲	12.00	
기타시설		신호기 파손		EA	4	4.00	-	-	▼	4.00	
		비상구 표지판 파손		EA	2	2.00	-	-	▼	2.00	

3.4 내구성 시험 및 측정 개요

3.4.1 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.

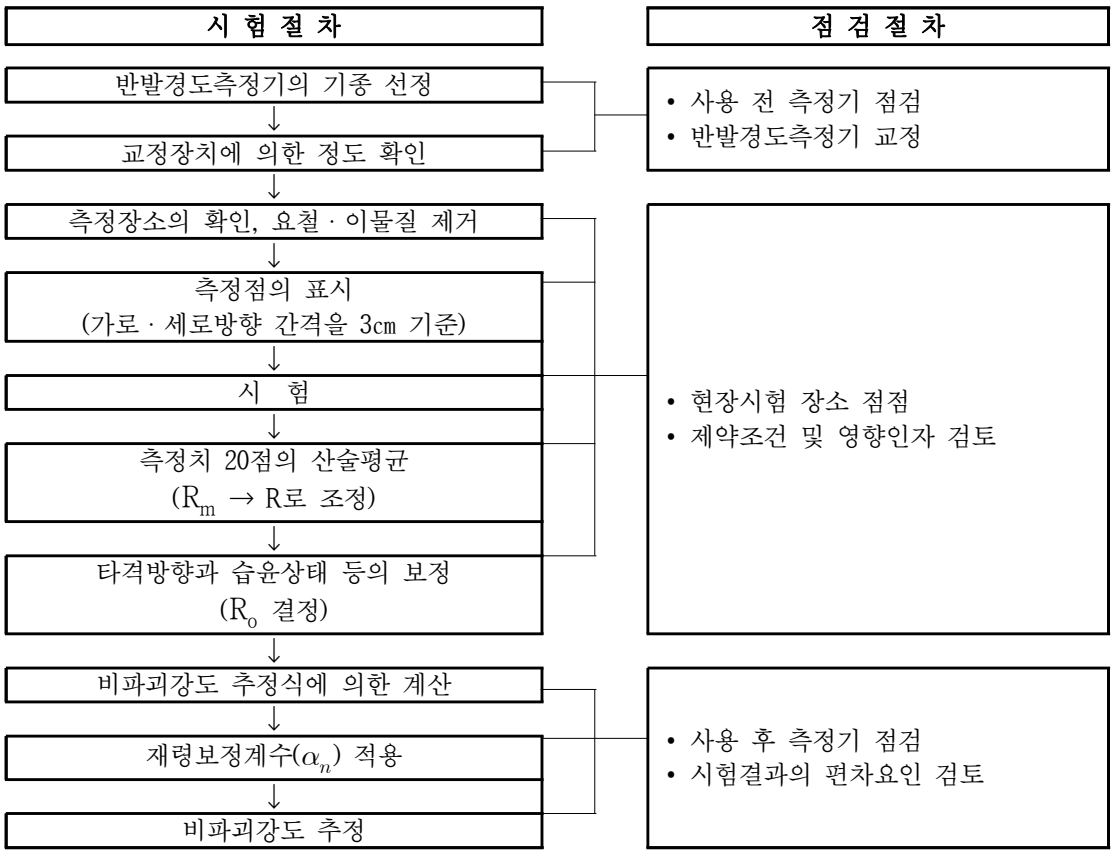
3.4.2 시험내용 및 평가기준

가. 콘크리트 강도시험

1) 반발경도시험

콘크리트의 표면 경도를 측정하여, 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 검사방법이다. 반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt Hammer)법이 가장 널리 사용된다. 슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발경도(R)와 콘크리트의 압축강도(F_c)와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

① 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차



【그림 3.4.1】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차

외관조사 결과에 의해 결정된 측정개소에 대해서 타격점 상호간의 간격은 3㎝를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격하여 반발경도 값의 산술평균값(R_m)을 구한다. 산술평균값(R_m)에 대해서는 릴렘(RILEM) 규정에 따라 각 반발경도의 값이 $R_m \pm 20\%$의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다.

② 보정반발경도(R_o)

【표 3.4.1】 보정반발경도(Ro)

◈ 보정반발경도 : $R_o = R + \Delta R_1 + \Delta R_2$

여기서, R : 반발경도

ΔR_1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

㉠ 타격방향에 따른 보정값(ΔR_1)

- 수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 함

⇒ 하향 타격(-90°)의 경우 : (+)값으로 보정

상향 타격(+90°)의 경우 : (-)값으로 보정

α / R	보 정 값			
	+90°	+45°	-45°	-90°
10	-	-	+2.4	+3.2
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7
50	-3.1	-2.1	+1.5	+2.2
60	-2.2	-1.6	+1.3	+1.7

㉡ 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값(ΔR_2)

- 콘크리트는 함수율이 증가함에 따라 반발경도가 저하됨

⇒ 측정위치가 습하고 타격의 흔적이 보이는 경우 : ΔR_2 = +3으로 보정

측정위치가 완전히 젖어 있는 경우 : ΔR_2 = +5로 보정

③ 압축강도의 추정

보정반발경도(R_o)로부터 압축강도(F_c)의 상관관계를 도출한 제안식들은 다음과 같다.

【표 3.4.2】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)

구 분	추 정 식(㎫)	비 고
일본재료학회	$F_c = -18.0 + 1.27R_o$	금회 적용(식①)
일본건축학회	$F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$	금회 적용(식②)
※ 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2026. 01, 국토교통부/국토안전관리원)		

④ 28일 강도의 추정

시일이 경과할수록 콘크리트 구조물은 표면경도가 높아지므로 아래 식과 같이 재령 28일 강도(F_{28}')로 환산하여 압축강도를 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α는 아래【표 3.4.3】와 같으며, 2021년 04월 15일 준공이후, 1000일 이상의 재령에 대해서는 0.65를 적용하였다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c$$

【표 3.4.3】 재령계수 α값

재령(일)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
α	1.55	1.12	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63

나. 철근탐사시험

1) 개 요

본 시험은 전자파레이더를 이용한 철근탐사 시험기(RC Radar)를 활용하여 철근콘크리트 구조물에 배근된 철근간격, 콘크리트 피복을 측정하기 위해 실시한다.

철근콘크리트 구조물의 부재 내부에 배근되어 있는 철근의 피복두께가 지나치게 작은 경우에는 콘크리트의 탄산화 등에 따른 열화손상에 대한 저항성이 저하되어 내구성이 감소할 가능성이 있으며, 피복두께가 지나치게 큰 경우에는 강도감소 등을 수반할 우려가 있으므로 철근탐사는 설계 당시와 같이 콘크리트 내에 배근되어 있는 철근의 배근상태 및 피복두께를 파악하기 위하여 실시한다. 금회, 정밀안전점검에서는 탄산화깊이 측정을 위한 피복두께측정을 위해 철근탐사를 실시하였다.

2) 측정원리

전자파레이더의 원리는 현재 널리 사용되고 있는 레이더와 동일하다. 즉, 콘크리트용 전자파레이더는 임펄스 상의 전자파를 송신안테나로부터 콘크리트 내로 방사하면 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질(비유전율, 도전율)이 다른 물체(철근, 매설관, 공동 등)와의 경계에서 반사한다. 이를 수신안테나로 수신하고, 그에 소요되는 왕복전파시간으로부터 반사물체까지의 거리를 계산하면 그 위치를 구할 수 있다. 원리를 아래【그림 3.4.2】에 나타내었고, 콘크리트 중의 전자파 속도는 다음 식과 같다.

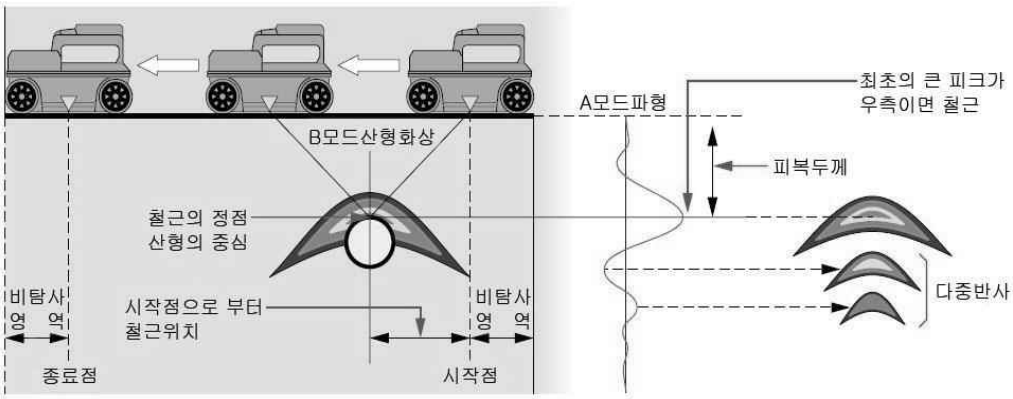
$$V = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (m/sec)$$

여기서, C : 진공 중에서 전자파의 속도(3×10^8 m/sec)

ε_r : 콘크리트의 상대유전율(6~10)

또한, 반사물체까지의 거리(D)는 송신 시각으로부터 수신 시각까지의 시간차(T)의 측정치와 콘크리트 내부의 전파속도(V)로부터 구할 수 있다.

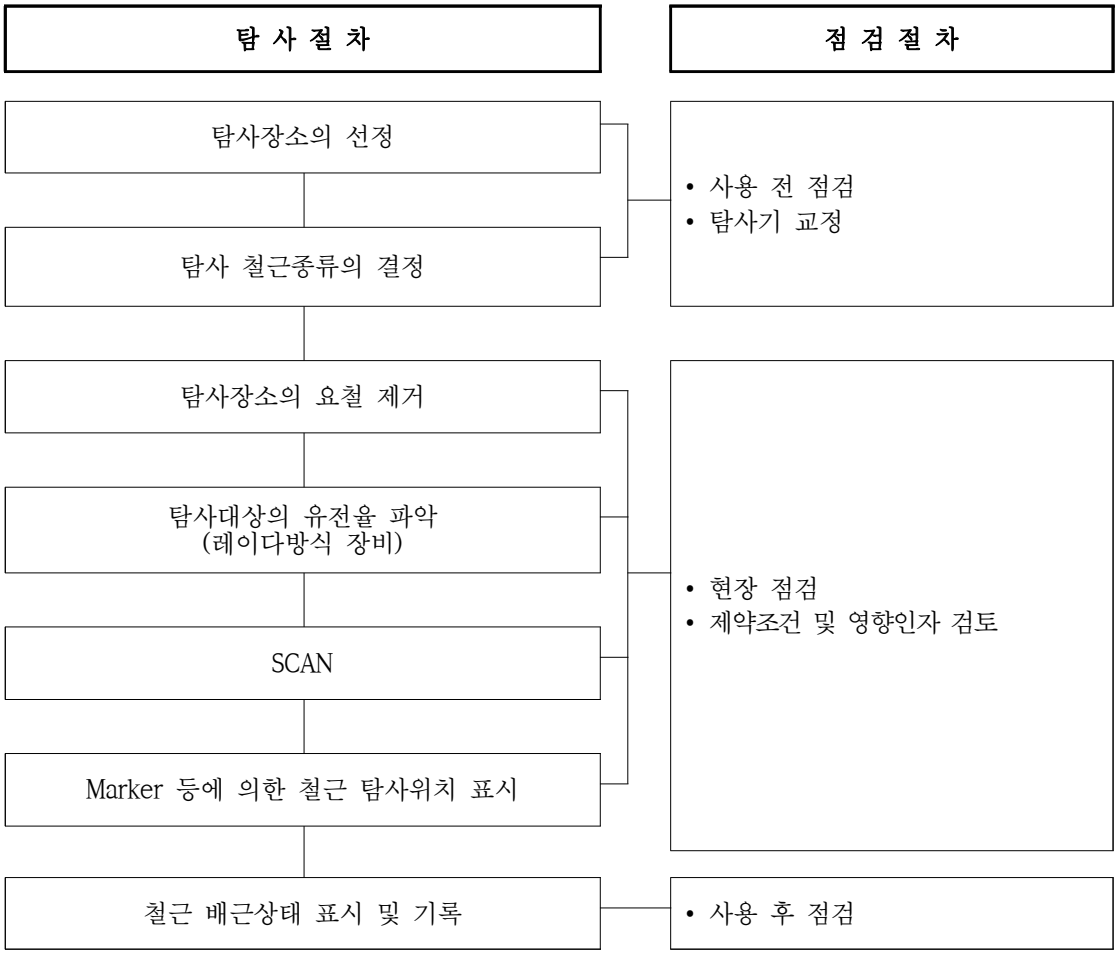
$$D = \frac{1}{2} V T \quad (m)$$



【그림 3.4.2】 철근탐사 측정원리

3) 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차

철근탐사시험 방법에 대한 절차는 KS F 2734 및 KS F 2735의 규정에 준한다.



【그림 3.4.3】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차

4) 탐사조건 및 적용한계(RC Radar의 경우)

① 탐사조건

- 적용 가능한 조건
  - 탐사심도 200㎜이내
  - 탐사대상 철근지름이 ø6㎜이상
  - 콘크리트의 질이 균일한 곳
  - 철근이 안테나 진행방향과 직교인 경우
- 적용 곤란한 조건
  - 표면에 금속 등 전파를 반사하는 것이 있고, 그 밑의 철근 등을 탐사하는 경우
  - 100㎜이하의 피치로 배근되어 있는 경우
  - 철근이 안테나의 진행방향과 평행인 경우

② 적용한계

- 탐사대상 물체의 표면에 금속 등 전파를 반사하는 것이 있고, 그 밑의 철근 등을 탐사하는 경우
- 철근이 안테나의 진행방향과 평행인 경우
- 비유전율에 따라 피복두께의 차이가 있으므로 탐사 대상물의 비유전율을 추정하기 어려움
- 철근직경과 복철근 및 경사철근의 판독 불가능
- 탐사대상 표면에 요철이 많은 장소는 탐사결과의 신뢰성 저하
- 안테나의 사용으로 좁고, 짧은 위치의 탐사 불편

다. 탄산화깊이 측정

1) 개 요

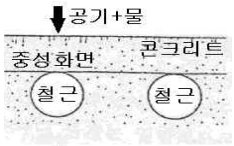
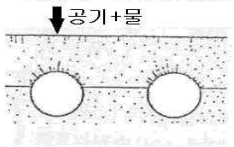
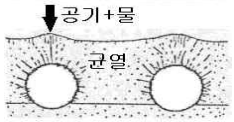
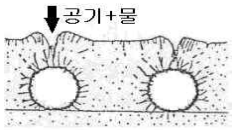
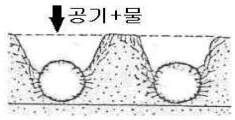
탄산화란 콘크리트의 탄산화(Carbonation) 과정에서 나타나는 현상으로 탄산화에 의해서 문제가 발생되는 것은 콘크리트 자체에서 생기는 것이 아니고, 콘크리트 중의 철근에 녹이 발생함으로써 문제를 일으키는 것이다.

$$\underset{\text{수산화칼슘}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{탄산가스}}{CO_2} \rightarrow \underset{\text{탄산칼슘}}{CaCo_3} + \underset{\text{물}}{H_2O}$$

(pH 12~13) (대기 중에 존재) (pH 8.5~10)

탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 시멘트의 수화반응에서 생성되는 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)은 pH 12~13정도의 강알칼리성을 나타내지만 대기 중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10 정도로 낮아지게 된다. 따라서, 콘크리트의 탄산화는 일반환경 하에서도 확실하

게 진행되기 때문에 매입된 철근의 부식에 따른 문제가 가장 기본적이며 중요하다. 콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 1×10^{-6}㎜ 두께의 수산화물($\gamma-Fe_2O_3\cdot nH_2O$) 부동태막을 형성하므로 산소 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 탄산화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래 부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 팽창하고 녹의 팽창압력에 의해 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소 등 구조물의 내구성 저하를 초래하게 된다. 이러한 원인으로 녹의 진행과 함께 콘크리트 구조물의 내구성면에서 탄산화를 파악하는 것이 중성하다.

	STEP 1 • 정상, 재료 및 강도상의 변화는 거의 없음 (약간의 건조수축에 의한 균열)
	STEP 2 • 녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생
	STEP 3 • 철근의 윗면이 팽창함 • 균열이 표면까지 연장되어 공기와 수분의 침입이 격화되어 동해 등의 다른 열화도 유발시키며 녹물이 보임
	STEP 4 • 철근 윗면의 피복이 떨어지고, 철근의 노출이 시작됨 • 철근단면적이 감소함
	STEP 5 • 철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기 중에 직접 노출됨 • 내구성능은 없음

【그림 3.4.4】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하

2) 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인

탄산화 속도에 영향을 미치는 요인으로는 환경조건(대기 중의 탄산가스 농도, 온도, 습도, 마감재 등)을 주원인으로 하는 외적요인 및 콘크리트 자체의 성능 · 품질(함수율, 강도, 시멘트의 종류, 배합조건, 시공조건 등)을 주원인으로 하는 내적요인에 의해 복합적인 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 대표적인 원인을 정리하면 다음과 같다.

【표 3.4.4】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인

구분	영향인자	탄산화 속도
내적 요인 내적 요인	시멘트의 종류	• 수화반응이 느릴수록 탄산화 속도가 빠름 • 조강 포틀랜드시멘트 < 보통 포틀랜드시멘트 < 중용열 포틀랜드시멘트
	골재의 종류	• 투기성이 큰 골재일수록 탄산화 속도가 빠름
	계면활성제 종류	• 동일 물-시멘트비, 동일 슬럼프라면 탄산화 속도와 무관함
	압축강도	• 압축강도가 낮을수록 탄산화 속도가 빠름
	물-시멘트비	• 물-시멘트비가 증가하면 탄산화 속도가 빠름
	시공 정밀도	• 다짐이 불충분할수록 탄산화 속도가 빠름
	콘크리트 결함부	• 균열부위, 이음부, 손상부위 등에서 탄산화 속도가 빠름
외적 요인	온도	• 온도 상승시 탄산화 속도가 빠름 • 20~50 ° C 사이에서는 영향이 크지 않음
	이산화탄소 농도	• 농도가 클수록 탄산화 속도가 빠름 • 탄산가스 농도 3~10% 사이에서 상승비율이 큼
	습도	• 상대습도 50~70% 에서 탄산화 속도가 최대
	실내, 실외	• 실내의 탄산화 속도가 빠름

3) 탄산화깊이의 측정

본 과업에서는 일반적으로 현장에서 간편하게 이용되는 페놀프탈레인법(페놀프탈레인은 pH 지시약의 일종으로 1% 알칼리용액)을 이용하여 콘크리트의 탄산화 진행 정도를 측정한다.

콘크리트 파단면에 1% 페놀프탈레인 용액을 도포한 후 색의 변화를 관찰하는 방법으로 강알칼리성일수록 짙은 보라색을 띠며 pH 9이하에서는 무색을 나타낸다. 탄산화 진행 깊이의 측정은 콘크리트 표면에서 발색점까지의 깊이를 버니어캘리퍼스 등으로 측정한다.

4) 탄산화를 고려한 잔존수명 예측

탄산화 속도는 경과시간(t)의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$법으로 표현된다. 탄산화(C)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = A \times \sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이(㎜)

A : 탄산화 속도계수(㎜/ $\sqrt{년}$)

t : 재령(년)

여기서 구해진 탄산화 속도계수(A)를 실제 탄산화깊이와 경과년수를 이용하여 역추적으로 구한 후 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하면 콘크리트의 탄산화에 의한 잔존수명을 예측할 수 있다.

수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화 속도계수)^2

잔존수명예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수

5) 평가기준

탄산화 상태평가 기준은 다음과 같다.

【표 3.4.5】 탄산화 상태평가 기준

기 준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	• 30㎜이상	• 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	• 10㎜이상 ~ 30㎜미만	• 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	• 0㎜이상 ~ 10㎜미만	• 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	• 0㎜미만	• 철근부식 발생조건 만족
e	• 0㎜미만	• 철근부식도 조사 등을 통해 철근부식 발생 확인

3.5 내구성 조사 결과

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2026. 01, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였으며, 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 철근탐사시험, 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 3.5.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		실시 수량 (개소)		비 고
			본선	RAMP	
측점분할	• 5~20m 간격(책임기술자 조정 가능)	-	-		
반발경도시험	•총수량 = (총연장÷300m)	27	24	3	
탄산화깊이 측정	- 철근콘크리트 구조물 • 총연장 1,000m미만 = 2개소 • 총연장 1,000m이상 = 최초 2개소 + 1,000m당 1개소 추가	11	9	2	
철근탐사시험		11	9	2	

반발경도시험(단면정리)

반발경도시험

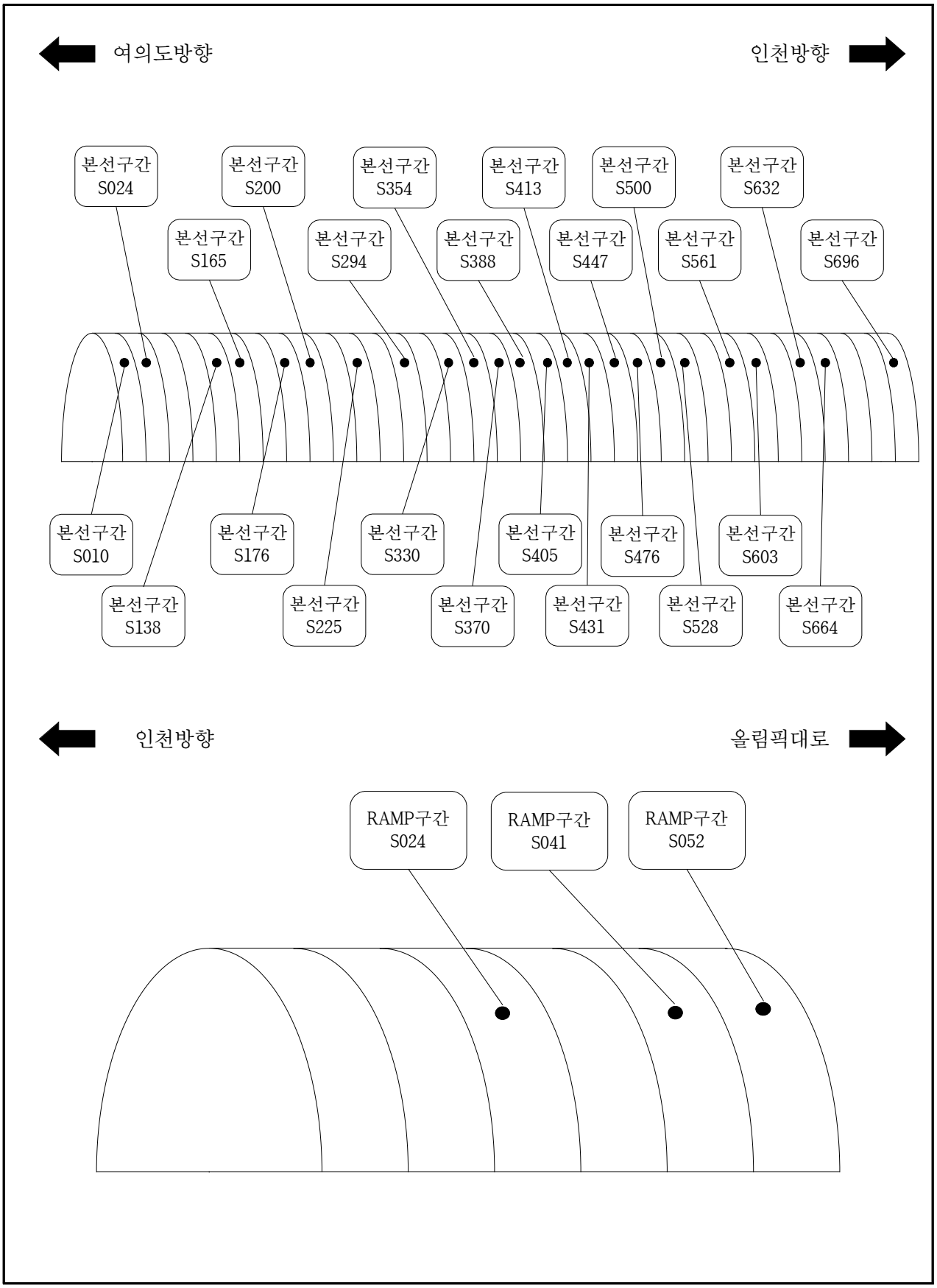
탄산화 깊이 측정(드릴링)

탄산화 깊이 측정(페놀프탈레인)

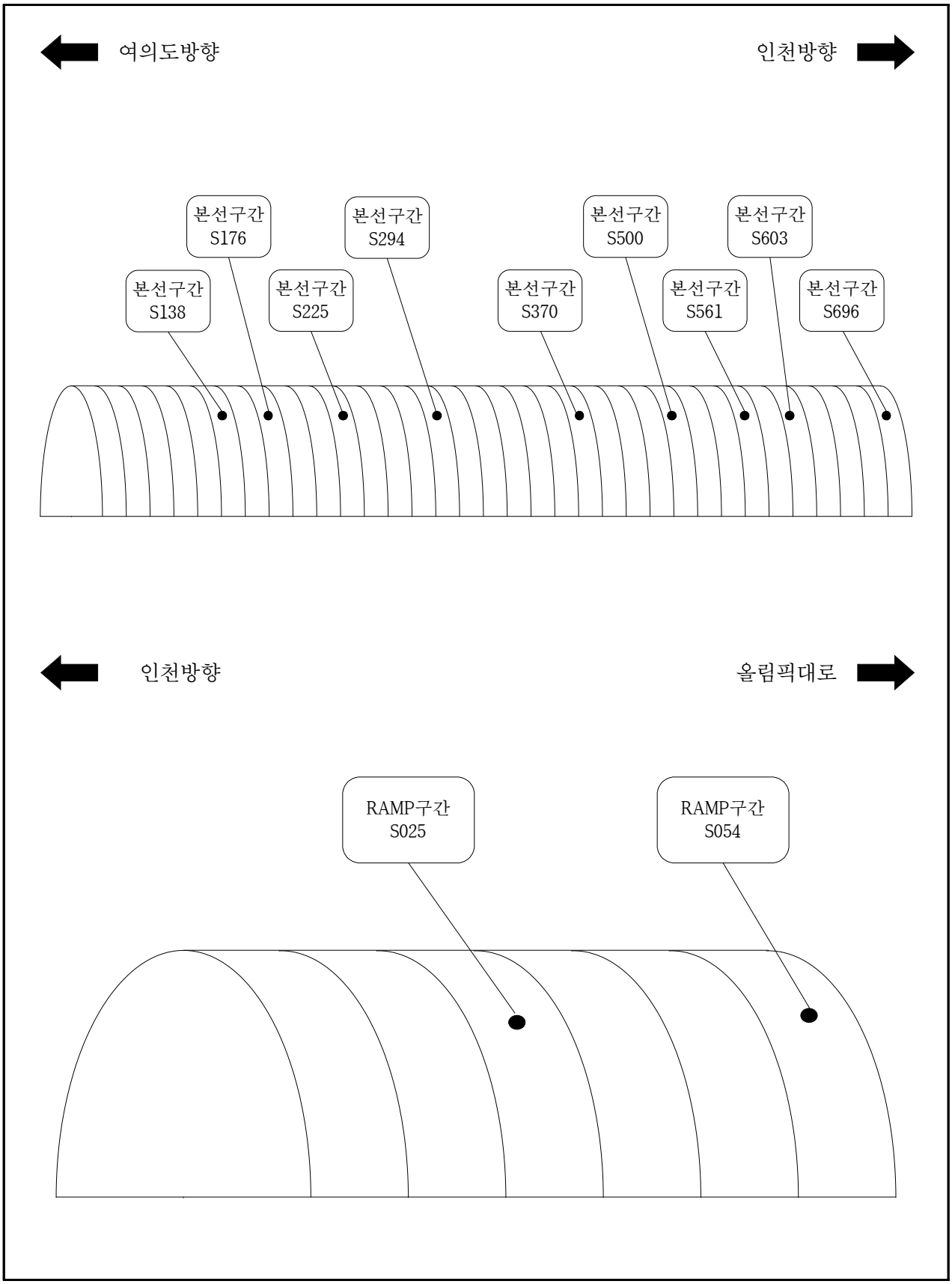
탄산화 깊이 측정

철근탐사시험

【사진 3.5.1】 콘크리트 내구성조사 전경



【그림 3.5.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(반발경도시험)



【그림 3.5.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(탄산화, 철근탐사)

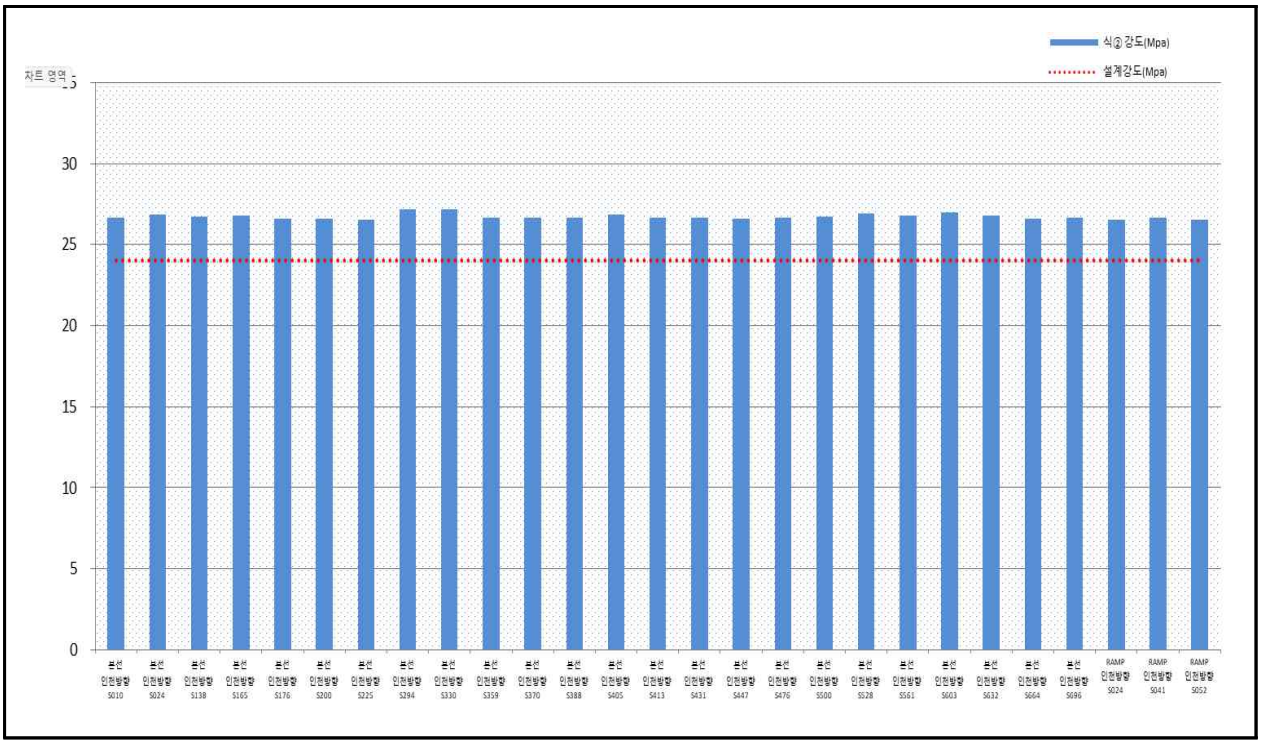
3.5.1 콘크리트 강도시험

신월여의지하도로의 콘크리트 비파괴강도시험은 반발경도법을 이용하여 총 27개소(본선구간 24개소, RAMP구간 3개소)의 비파괴강도시험을 실시하였으며, 측정결과는 2개 이상의 추정식을 통해 콘크리트 강도를 추정하고 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였고, 다음과 같다.

가. 비파괴강도 시험결과

【표 3.5.2】비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도 (R_o)	재령 보정	반발경도법(MPa)		설계기준 강도 (MPa)
				식①	식②	
본선구간	S010	43.6	0.65	24.3	26.6	24.0
	S024	44.1		24.7	26.9	
	S138	43.8		24.4	26.7	
	S165	43.9		24.5	26.8	
	S176	43.5		24.2	26.6	
	S200	43.5		24.2	26.6	
	S225	43.4		24.1	26.5	
	S294	44.8		25.3	27.2	
	S330	44.8		25.2	27.2	
	S359	43.7		24.4	26.7	
	S370	43.7		24.4	26.7	
	S388	43.7		24.4	26.7	
	S405	44.1		24.7	26.9	
	S413	43.7		24.4	26.7	
	S431	43.6		24.3	26.7	
	S447	43.5		24.2	26.6	
	S476	43.6		24.3	26.7	
	S500	43.8		24.4	26.7	
	S528	44.2		24.8	26.9	
	S561	43.9		24.5	26.8	
	S603	44.4		24.9	27.0	
	S632	44.0		24.6	26.8	
	S664	43.5		24.2	26.6	
	S696	43.6		24.3	26.6	
RAMP 구간	S024	43.3		24.1	26.5	
	S041	43.7		24.3	26.7	
	S052	43.4		24.1	26.5	
평균	-		-	24.5	26.7	-
표준편차	-		-	0.31	0.17	-
변동계수	-		-	0.013	0.007	-
최대값	-		-	25.3	27.2	-
최소값	-		-	24.1	26.5	-



【그림 3.5.3】 반발경도시험 압축강도 추정결과

- 비파괴강도시험 검토결과, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도는 26.5 ~ 27.2MPa로 설계 기준강도(24MPa) 대비 110.5 ~ 113.3%로 비파괴 추정강도는 설계기준강도를 상회하는 값으로 분석되었다.
- 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하는 없는 것으로 판단된다.

【표 3.5.3】 비파괴강도시험 결과분석

구 분	시험방법	추정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
신월여의지하도로	반발경도법	26.5 ~ 27.2	24.0	110.5 ~ 113.3

나. 기 점검결과와의 비교

【표 3.5.4】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분		기존점검	금회점검	설계기준강도
신월여의지하도로	반발경도법	24.1 ~ 27.2	26.5 ~ 27.2	24.0
검토의견		▪ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 측정 위치에 따라 다소 차이는 있지만, 전반적으로 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정되어 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3.5.2 철근탐사 시험

철근탐사기(RC-Radar)를 이용한 철근탐사시험은 탄산화 깊이측정 시험을 위한 피복두께 측정을 위해 탄선화시험과 동일한 부위에서 11개소(본선구간 9개소, RAMP구간 2개소)의 철근탐사 시험을 실시하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

가. 철근탐사 시험결과

【표 3.5.5】철근탐사 시험결과

시험위치		철근종류	측정치(㎜)		설계치(㎜)		비고
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
본선구간	S138	주철근	@125	114	@125	60	
		배력철근	@185	65	@200	60	
	S176	주철근	@205	84	@200	60	
		배력철근	@200	79	@200	60	
	S225	주철근	@195	105	@200	60	
		배력철근	@230	84	@200	60	
	S294	주철근	@190	77	@200	60	
		배력철근	@195	78	@200	60	
	S370	주철근	@205	65	@200	60	
		배력철근	@185	79	@200	60	
	S500	주철근	@210	82	@200	60	
		배력철근	@220	79	@200	60	
	S561	주철근	@130	65	@200	60	
		배력철근	@145	62	@200	60	
	S603	주철근	@165	84	@200	60	
		배력철근	@180	69	@200	60	
	S696	주철근	@265	91	@200	60	
		배력철근	@200	98	@200	60	
RAMP 구간	S025	주철근	@135	39	@125	60	
		배력철근	@205	41	@200	60	
	S054	주철근	@125	65	@125	60	
		배력철근	@165	67	@200	60	

본 과업대상에 대하여 철근탐사 수행결과, 측정된 철근배근 간격 및 피복두께는 준공도면의 설계치와 비교시 전반적으로 일치한 것으로 확인되었다.

3.5.3 탄산화 깊이 측정

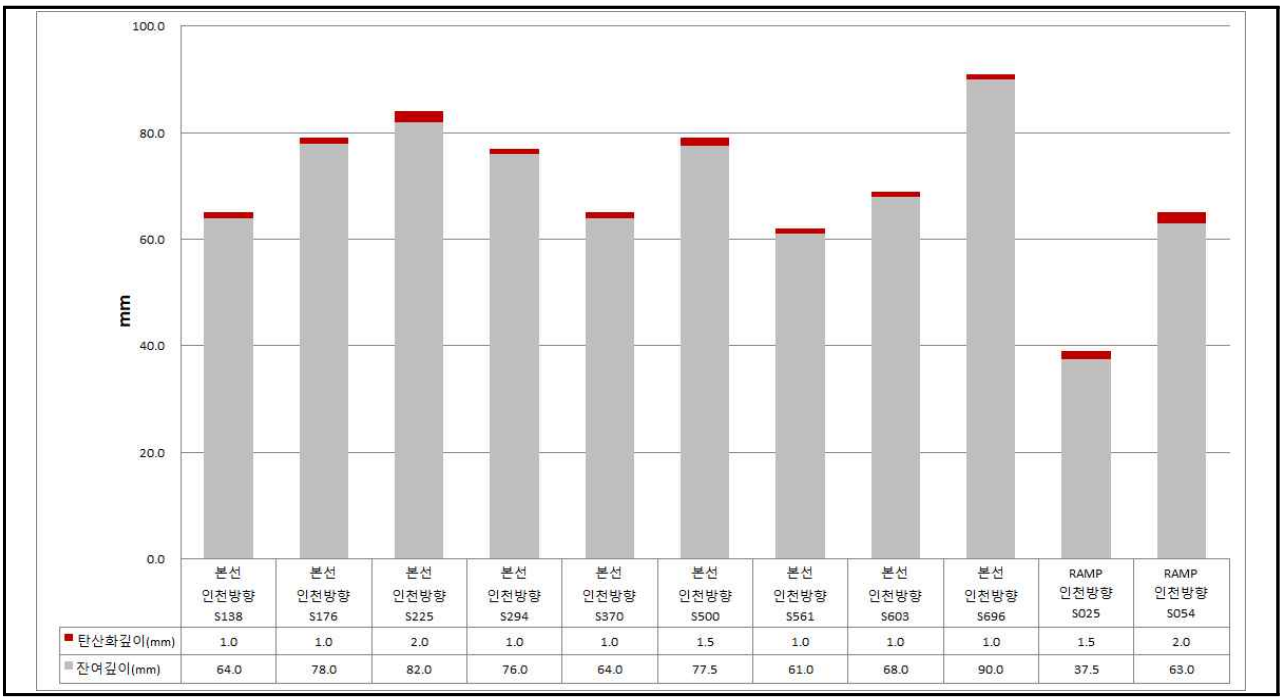
탄산화 깊이 측정은 총 11개소(본선구간 9개소, RAMP구간 2개소)의 탄산화 잔여깊이를 측정하였으며, 실측 최소 피복두께를 적용하기 위해 철근탐사시험과 결과를 피복두께로 하여 결과를 평가하였고, 그 결과는 다음과 같다.

가. 탄산화 깊이 측정결과

1) 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

【표 3.5.6】탄산화깊이 측정결과 및 평가

시험위치		실측 피복두께 (㎜)	탄산화 깊이 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과 (등급)	잔존 수명예측 (년)	탄산화 속도계수 (A)	비 고
본선구간	S138	65.0	1.0	64.0	a	100년이상	0.447	
	S176	79.0	1.0	78.0	a	100년이상	0.447	
	S225	84.0	2.0	82.0	a	100년이상	0.894	
	S294	77.0	1.0	76.0	a	100년이상	0.447	
	S370	65.0	1.0	64.0	a	100년이상	0.447	
	S500	79.0	1.5	77.5	a	100년이상	0.671	
	S561	62.0	1.0	61.0	a	100년이상	0.447	
	S603	69.0	1.0	68.0	a	100년이상	0.447	
	S696	91.0	1.0	90.0	a	100년이상	0.447	
RAMP 구간	S025	39.0	1.5	37.5	a	100년이상	0.671	
	S054	65.0	2.0	63.0	a	100년이상	0.894	



【그림 3.5.4】탄산화깊이 측정결과

콘크리트 부재에 대한 탄산화 깊이 측정결과, 실측 피복두께와 비교시 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜ 이상으로 측정되어 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2026. 1)』의 탄산화 상태평가 기준에 의거 “a”로 평가되었으며, 철근까지의 탄산화 도달기간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다.

【표 3.5.7】 탄산화깊이 측정결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비 고
콘크리트 라이닝	1.0 ~ 2.0	37.5 ~ 90.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 신월여의지하도로(인천방향)의 콘크리트 라이닝을 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 3.5.8】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S138	
실측 피복두께(㎜)	65.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	64.0
탄산화 속도계수	0.447
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 3.5.8】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S176	
실측 피복두께(㎜)	79.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	78.0
탄산화 속도계수	0.447
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S225	
실측 피복두께(㎜)	84.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	82.0
탄산화 속도계수	0.894
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 3.5.8】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S294	
실측 피복두께(㎜)	77.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	76.0
탄산화 속도계수	0.447
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S370	
실측 피복두께(㎜)	65.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	64.0
탄산화 속도계수	0.447
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 3.5.8】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S500	
실측 피복두께(㎜)	79.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	77.5
탄산화 속도계수	0.671
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S561	
실측 피복두께(㎜)	62.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	61.0
탄산화 속도계수	0.447
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 3.5.8】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S603	
실측 피복두께(㎜)	69.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	68.0
탄산화 속도계수	0.447
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

콘크리트 라이닝 - 본선구간 S696	
실측 피복두께(㎜)	91.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	90.0
탄산화 속도계수	0.447
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 3.5.8】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

콘크리트 라이닝 - RMAP구간 S025	
실측 피복두께(㎜)	39.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	37.5
탄산화 속도계수	0.671
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

콘크리트 라이닝 - RMAP구간 S054	
실측 피복두께(㎜)	65.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	63.0
탄산화 속도계수	0.894
공용년수	5년
잔존수명	100년 이상
평가	a

나. 기 점검결과와의 비교

【표 3.5.9】 탄산화깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	기존점검	금회점검	비 고
탄산화 잔여깊이	58.0 ~ 63.0	39.0 ~ 91.0	a등급
검토의견	■ 기존 및 금회 점검에서 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30㎜ 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.		

3.5.4 내구성조사 결과 요약

【표 3.5.10】 내구성조사 결과 요약

<table>
<tr><th>시험명</th><th>시 험 위 치</th><th colspan="5">시 험 결 과</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">비파괴 강도 (㎫)</td><td>시험종류</td><td colspan="2">추정강도(A)</td><td colspan="2">설계기준강도(B)</td><td>A/B×100(%)</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>반발경도법</td><td colspan="2">26.5 ~ 27.2</td><td colspan="2">24.0</td><td>110.5 ~ 113.3</td></tr>
<tr><td>검토의견</td><td colspan="5">▪ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨</td></tr>
<tr><td rowspan="5">철근탐사 (㎜)</td><td rowspan="2">부재</td><td rowspan="2">철근종류</td><td colspan="2">측정치</td><td colspan="2">설계치</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>배근간격</td><td>피복두께</td><td>배근간격</td><td>피복두께</td></tr>
<tr><td rowspan="2">라이닝</td><td>주철근</td><td>125 ~ 265</td><td>39 ~ 114</td><td>125 ~ 200</td><td>60</td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>145 ~ 230</td><td>41 ~ 98</td><td>200</td><td>60</td></tr>
<tr><td>검토의견</td><td colspan="5">▪ 준공도면과 비교시 전반적으로 일치한 것으로 확인됨</td></tr>
<tr><td rowspan="3">탄산화 잔여깊이 (㎜)</td><td>부재</td><td colspan="2">잔여깊이</td><td colspan="2">평가</td><td>잔존수명</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td colspan="2">37.5 ~ 90.0</td><td colspan="2">a</td><td>100년이상</td></tr>
<tr><td>검토의견</td><td colspan="5">▪ 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 “a”로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨</td></tr>
</table>

3.5.5 기 점검결과 비교

【표 3.5.11】 내구성조사 기 점검결과 비교

<table>
<tr><th rowspan="2">시 험 명</th><th colspan="2" rowspan="2">시험부위</th><th colspan="2">시험 결과</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>기존점검</th><th>금회점검</th></tr>
<tr><td>비파괴강도 (㎫)</td><td colspan="2">콘크리트 라이닝</td><td>24.1 ~ 27.2</td><td>26.5 ~ 27.2</td><td rowspan="6">▪ 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 기존 점검과의 비교 결과, 콘크리트 강도 및 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 판단됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">철근탐사 (㎜)</td><td rowspan="2">주철근</td><td>배근간격</td><td>125 ~ 205</td><td>125 ~ 265</td></tr>
<tr><td>피복두께</td><td>60 ~ 68</td><td>39 ~ 114</td></tr>
<tr><td rowspan="2">배력철근</td><td>배근간격</td><td>145 ~ 215</td><td>145 ~ 230</td></tr>
<tr><td>피복두께</td><td>61 ~ 67</td><td>41 ~ 98</td></tr>
<tr><td>탄산화 잔여깊이 (㎜)</td><td colspan="2">콘크리트 라이닝</td><td>58.0 ~ 63.0</td><td>37.5 ~ 90.0</td></tr>
</table>