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(여의도방향)는 서울특별시 영등포구 영등포동 7가 94-411에 위치하며 2021년 04월 15일에 준공된 총길이 7,111m(Ramp-C구간 695m), 2차로(RAMP 진출구간 3차로)의 지하도로다.

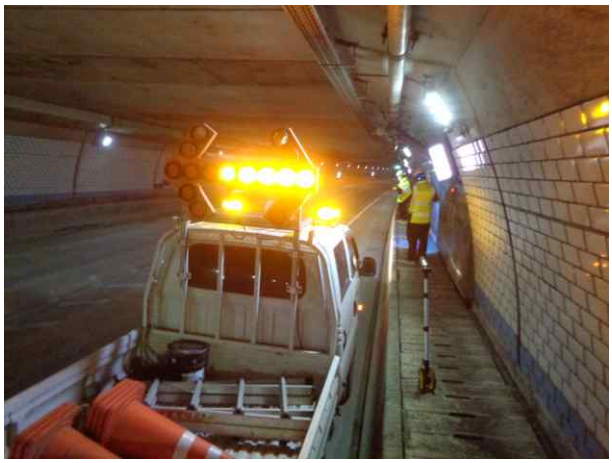
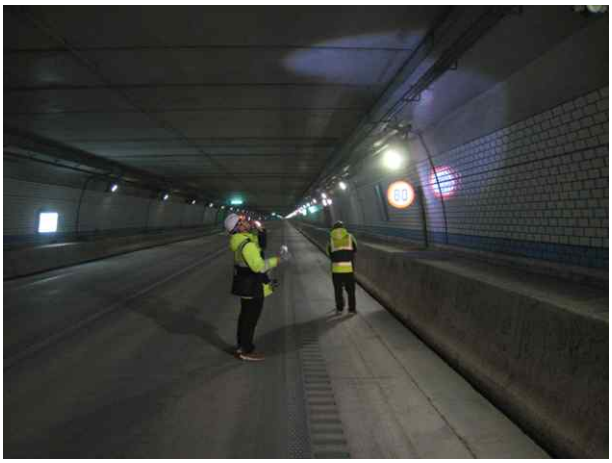
외관조사는 대상 시설물의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 구조적 손상유무를 판단하기 위해 부재 전체에 대하여 가능한 근접 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 따라서, 사전 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근방법 및 장비 동원과 그에 따른 일정계획을 수립하고, 기초자료의 수집 및 분석을 통한 주요 손상을 파악하는 등의 사전검토를 통하여 주요 손상을 파악한 후 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-터널편(2023.12, 국토교통부/국토안전관리원)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 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 내부 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	○		○	
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	
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	

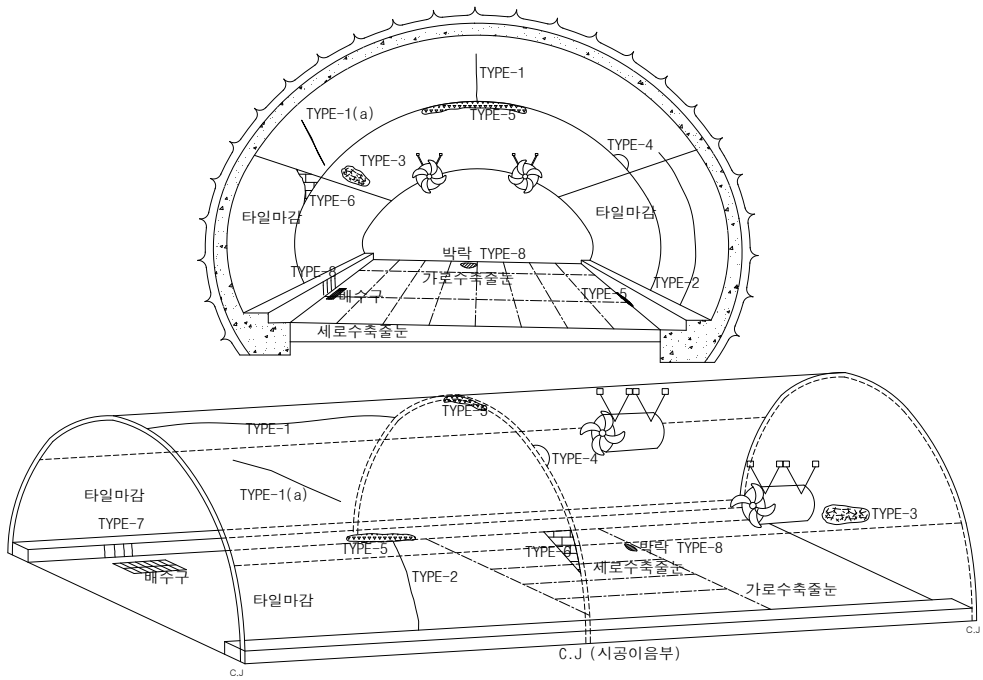
라. 부재별 주요조사 항목

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	

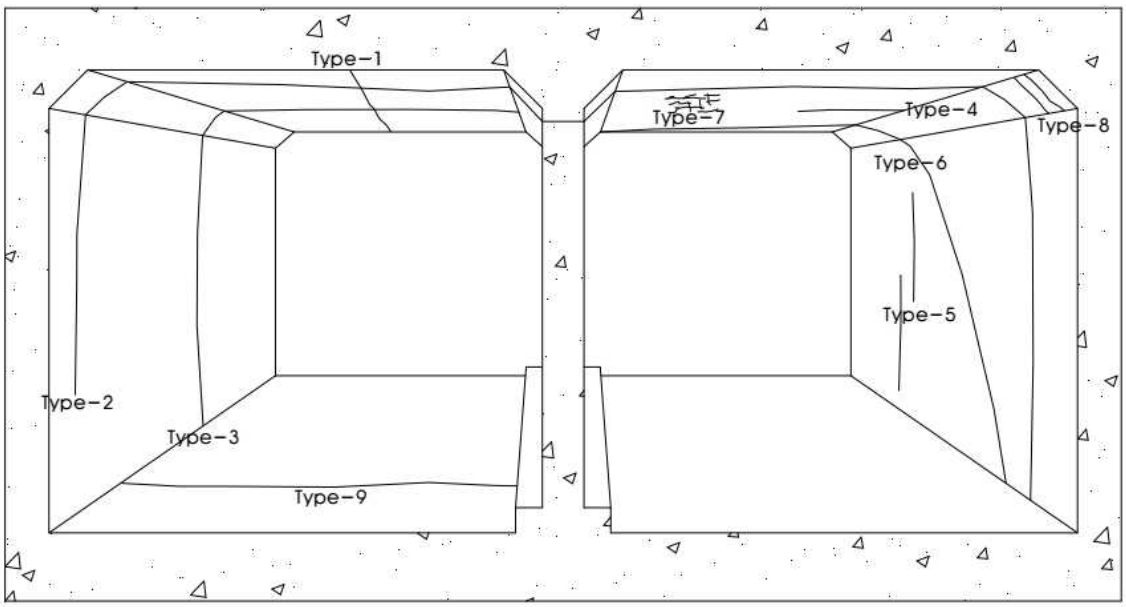
【표 3.1.7】NATM구간 주요 손상현황



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

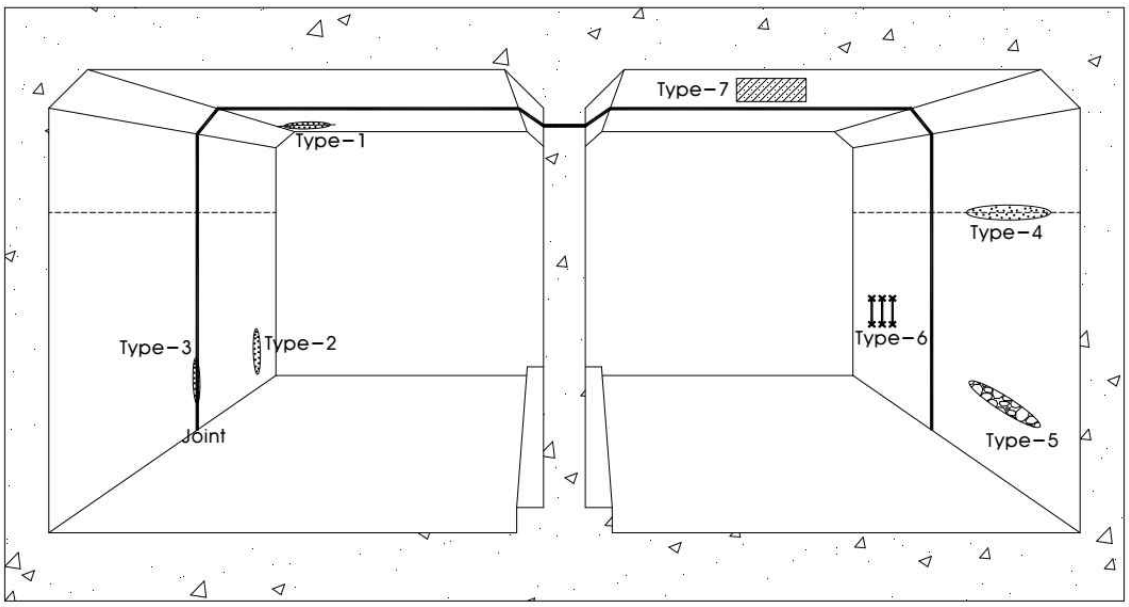
【표 3.1.8】 BOX구간 주요 손상현황(균열)



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)

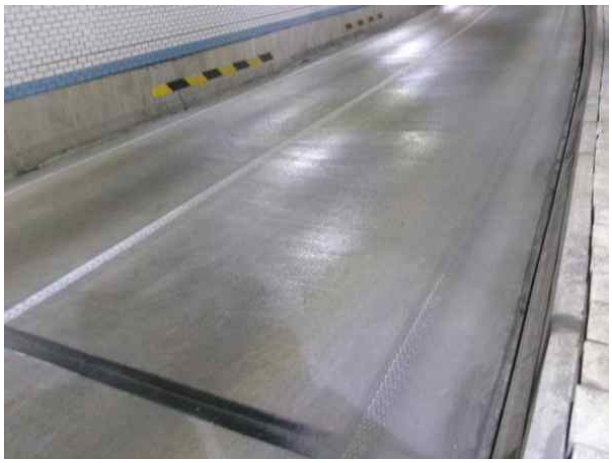


지하도로(Box Type)의 손상현황(단면결함)

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 일부 구간 보수를 실시하였다.

NATM구간 천단부 전경	NATM구간 도로부 전경
	
BOX구간 슬래브 전경	BOX구간 도로부 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 여의도방향

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	001	S006~S009	철근	28.5	28.5	NATM 구간	036	S140~S142	무근	30.0	922.9
	002	S010~S013	철근	24.7	53.2		037	S143~S144	무근	20.1	943.0
	003	S014~S016	철근	24.8	78.0		038	S145~S146	무근	18.0	961.0
	004	S017~S019	철근	24.8	102.8		039	S147~S148	철근	17.9	978.9
	005	S020~S022	철근	27.1	129.9		040	S149~S151	무근	30.1	1,009.0
	006	S023~S026	철근	29.6	159.5		041	S152~S154	무근	27.5	1,036.5
	007	S027~S029	철근	26.6	186.1		042	S155~S156	무근	19.1	1,055.6
	008	S030~S033	철근	28.8	214.9		043	S157~S160	철근	28.4	1,084.0
	009	S034~S036	철근	24.3	239.2		044	S161~S164	철근	29.5	1,113.5
	010	S037~S039	철근	19.8	259.0		045	S165	철근	17.1	1,130.6
	011	S040	무근	9.1	268.1		046	S166~S168	무근	28.2	1,158.8
	012	S041~S044	철근	30.1	298.2		047	S169~S171	무근	27.8	1,186.6
	013	S045~S048	무근	29.5	327.7		048	S172~S174	철근	24.9	1,211.5
	014	S049~S051	무근	23.2	350.9		049	S175~S177	무근	30.9	1,242.4
	015	S052~S054	무근	25.8	376.7		050	S178~S180	무근	29.2	1,271.6
	016	S055~S057	철근	26.1	402.8		051	S181~S182	무근	20.4	1,292.0
	017	S058~S060	철근	27.5	430.3		052	S183~S184	철근	23.4	1,315.4
	018	S061~S063	철근	27.0	457.3		053	S185~S186	무근	24.2	1,339.6
	019	S064~S068	철근	29.8	487.1		054	S187~S188	무근	24.1	1,363.7
	020	S069~S075	철근	29.4	516.5		055	S189~S190	무근	24.1	1,387.8
	021	S076~S081	철근	26.7	543.2		056	S191~S192	무근	24.1	1,411.9
	022	S082~S084	무근	11.8	555.0		057	S193	무근	12.0	1,423.9
	023	S085~S088	철근	27.5	582.5		058	S194	철근	12.0	1,435.9
	024	S089~S093	무근	25.9	608.4		059	S195~S196	무근	24.0	1,459.9
	025	S094~S099	무근	27.5	635.9		060	S197	무근	12.0	1,471.9
	026	S100~S105	철근	24.9	660.8		061	S198~S199	철근	23.9	1,495.8
	027	S106~S111	무근	26.8	687.6		062	S200~S201	무근	22.0	1,517.8
	028	S112~S117	무근	26.5	714.1		063	S202~S203	무근	22.1	1,539.9
	029	S118~S122	무근	26.2	740.3		064	S204~S205	무근	21.9	1,561.8
	030	S123~S125	무근	18.0	758.3		065	S206~S207	무근	22.1	1,583.9
	031	S126~S127	철근	15.7	774.0		066	S208~S209	무근	24.0	1,607.9
	032	S128~S130	무근	30.0	804.0		067	S210~S211	무근	23.9	1,631.8
	033	S131~S133	무근	28.9	832.9		068	S212~S213	무근	23.8	1,655.6
	034	S134~S136	철근	30.0	862.9		069	S214~S215	철근	23.9	1,679.5
	035	S137~S139	무근	30.0	892.9		070	S216~S217	무근	21.9	1,701.4

【표 3.2.1】 측점분할 자료 여의도방향(계속)

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	071	S218~S219	무근	22.0	1,723.4	NATM 구간	106	S284~S286	무근	30.0	2,503.6
	072	S220~S221	무근	24.0	1,747.4		107	S287~S288	무근	21.7	2,525.3
	073	S222~S223	무근	24.0	1,771.4		108	S289	무근	12.1	2,537.4
	074	S224~S225	무근	24.0	1,795.4		109	S290~S291	철근	20.9	2,558.3
	075	S226~S227	무근	24.1	1,819.5		110	S292~S293	철근	24.2	2,582.5
	076	S228~S229	무근	24.1	1,843.6		111	S294~S297	철근	27.9	2,610.4
	077	S230	무근	12.1	1,855.7		112	S298~S299	철근	24.0	2,634.4
	078	S231~S232	철근	23.9	1,879.6		113	S300~S301	철근	24.1	2,658.5
	079	S233~S234	무근	22.0	1,901.6		114	S302~S303	철근	24.1	2,682.6
	080	S235~S236	무근	22.1	1,923.7		115	S304~S305	무근	20.0	2,702.6
	081	S237~S238	무근	23.0	1,946.7		116	S306~S307	무근	23.0	2,725.6
	082	S239~S240	무근	24.0	1,970.7		117	S308~S309	무근	23.8	2,749.4
	083	S241~S242	무근	24.1	1,994.8		118	S310~S311	철근	23.9	2,773.3
	084	S243~S244	무근	24.1	2,018.9		119	S312~S313	철근	21.9	2,795.2
	085	S245~S246	무근	24.2	2,043.1		120	S314	철근	11.0	2,806.2
	086	S247	무근	12.1	2,055.2		121	S315~S316	무근	21.9	2,828.1
	087	S248~S249	철근	24.1	2,079.3		122	S317~S318	무근	23.8	2,851.9
	088	S250~S251	무근	24.0	2,103.3		123	S319~S320	무근	24.2	2,876.1
	089	S252~S253	무근	24.0	2,127.3		124	S321~S322	무근	23.0	2,899.1
	090	S254~S255	무근	23.9	2,151.2		125	S323~S324	철근	24.1	2,923.2
	091	S256~S257	무근	23.9	2,175.1		126	S325~S327	철근	22.2	2,945.4
	092	S258~S259	무근	23.8	2,198.9		127	S328	철근	10.0	2,955.4
	093	S260~S261	무근	23.8	2,222.7		128	S329~S330	무근	20.1	2,975.5
	094	S262~S263	무근	21.7	2,244.4		129	S331~S332	무근	20.0	2,995.5
	095	S264	무근	10.8	2,255.2		130	S333~S335	철근	29.8	3,025.3
	096	S265~S266	철근	22.7	2,277.9		131	S336~S337	무근	20.0	3,045.3
	097	S267~S268	무근	21.6	2,299.5		132	S338~S340	철근	29.9	3,075.2
	098	S269~S270	무근	21.6	2,321.1		133	S341~S343	철근	29.9	3,105.1
	099	S271~S272	무근	23.5	2,344.6		134	S344~S347	철근	29.9	3,135.0
	100	S273~S274	무근	23.6	2,368.2		135	S348~S350	철근	29.8	3,164.8
	101	S275~S276	무근	23.7	2,391.9		136	S351~S353	철근	29.5	3,194.3
	102	S277~S278	철근	21.8	2,413.7		137	S354~S356	철근	29.7	3,224.0
	103	S279~S280	무근	23.9	2,437.6		138	S357~S359	철근	24.7	3,248.7
	104	S281	무근	12.0	2,449.6		139	S360~S362	철근	29.7	3,278.4
	105	S282~S283	철근	24.0	2,473.6		140	S363~S365	철근	24.7	3,303.1

【표 3.2.1】 측점분할 자료 여의도방향(계속)

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	141	S366~S368	철근	29.8	3,332.9	NATM 구간	176	S458~S460	무근	29.9	4,206.8
	142	S369~S372	무근	29.9	3,362.8		177	S461~S463	무근	30.0	4,236.8
	143	S373~S375	무근	29.7	3,392.5		178	S464	무근	10.0	4,246.8
	144	S376~S377	무근	16.7	3,409.2		179	S465~S466	철근	19.8	4,266.6
	145	S378~S380	철근	19.8	3,429.0		180	S467~S469	무근	29.9	4,296.5
	146	S381~S383	무근	27.9	3,456.9		181	S470~S472	무근	29.8	4,326.3
	147	S384~S386	무근	29.6	3,486.5		182	S473~S475	무근	30.1	4,356.4
	148	S387~S389	무근	29.8	3,516.3		183	S476~S478	무근	29.8	4,386.2
	149	S390~S392	무근	29.8	3,546.1		184	S479~S480	무근	20.0	4,406.2
	150	S393~S395	무근	29.7	3,575.8		185	S481~S482	무근	20.0	4,426.2
	151	S396~S397	무근	15.0	3,590.8		186	S483~S484	철근	20.2	4,446.4
	152	S398~S399	무근	19.9	3,610.7		187	S485~S486	철근	19.6	4,466.0
	153	S400~S401	철근	19.9	3,630.6		188	S487~S489	무근	29.8	4,495.8
	154	S402~S404	무근	30.1	3,660.7		189	S490~S492	무근	30.1	4,525.9
	155	S405~S408	무근	30.0	3,690.7		190	S493~S495	무근	29.8	4,555.7
	156	S409~S411	철근	29.5	3,720.2		191	S496~S498	무근	29.8	4,585.5
	157	S412~S413	철근	19.5	3,739.7		192	S499~S501	무근	29.9	4,615.4
	158	S414~S415	철근	23.9	3,763.6		193	S502~S504	무근	29.8	4,645.2
	159	S416~S417	철근	24.0	3,787.6		194	S505~S506	철근	20.1	4,665.3
	160	S418~S419	철근	24.1	3,811.7		195	S507~S509	무근	30.0	4,695.3
	161	S420~S422	철근	30.3	3,842.0		196	S510~S512	무근	29.9	4,725.2
	162	S423~S425	무근	30.0	3,872.0.0		197	S513~S515	무근	29.9	4,755.1
	163	S426~S429	무근	30.2	3,902.2		198	S516~S518	무근	29.8	4,784.9
	164	S430	무근	10.0	3,912.2		199	S519~S521	무근	29.9	4,814.8
	165	S431~S433	철근	24.9	3,937.1		200	S522~S524	무근	29.7	4,844.5
	166	S434~S436	무근	30.0	3,967.1		201	S525~S526	철근	20.0	4,864.5
	167	S437~S439	무근	29.9	3,997.0		202	S527~S529	무근	30.1	4,894.6
	168	S440~S442	무근	29.9	4,026.9		203	S530~S532	무근	29.8	4,924.4
	169	S443~S444	무근	20.1	4,047.0		204	S533~S535	무근	30.0	4,954.4
	170	S445~S446	철근	19.8	4,066.8		205	S536~S537	무근	19.9	4,974.3
	171	S447~S449	무근	30.2	4,097.0		206	S538~S540	철근	29.9	5,004.2
	172	S450~S452	무근	29.9	4,126.9		207	S541~S542	철근	20.0	5,024.2
	173	S453	무근	10.0	4,136.9		208	S543~S544	무근	20.0	5,044.2
	174	S454	철근	9.9	4,146.8		209	S545~S546	철근	19.9	5,064.1
	175	S455~S457	무근	30.1	4,176.9		210	S547~S549	무근	30.1	5,094.2

【표 3.2.1】 측점분할 자료 여의도방향(계속)

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	211	S550~S552	무근	29.8	5,124.0	NATM 구간	246	S635~S636	무근	24.2	5,987.6
	212	S553~S555	무근	30.1	5,154.1		247	S637~S639	무근	27.5	6,015.1
	213	S556~S558	무근	30.1	5,184.2		248	S640~S641	철근	22.9	6,038.0
	214	S559~S561	무근	30.1	5,214.3		249	S642~S643	무근	24.0	6,062.0
	215	S562~S563	무근	20.1	5,234.4		250	S644~S645	무근	24.0	6,086.0
	216	S564~S565	무근	15.9	5,250.3		251	S646~S647	무근	24.1	6,110.1
	217	S566~S568	철근	22.2	5,272.5		252	S648~S650	무근	30.1	6,140.2
	218	S569~S571	무근	30.0	5,302.5		253	S651~S652	무근	24.1	6,164.3
	219	S572~S574	무근	30.1	5,332.6		254	S653~S654	무근	24.2	6,188.5
	220	S575~S577	무근	29.8	5,362.4		255	S655~S657	무근	28.3	6,216.8
	221	S578~S580	무근	30.1	5,392.5		256	S658~S659	철근	21.0	6,237.8
	222	S581~S583	무근	30.0	5,422.5		257	S660~S661	무근	24.1	6,261.9
	223	S584~S585	무근	19.9.	5,442.4		258	S662~S664	무근	29.0	6,290.9
	224	S586~S587	무근	16.0	5,458.4		259	S665~S666	무근	24.0	6,314.9
	225	S588~S590	철근	23.7	5,482.1		260	S667~S668	무근	24.0	6,338.9
	226	S591~S592	철근	19.2	5,501.3		261	S669~S670	무근	24.0	6,362.9
	227	S593~S594	무근	24.0	5,525.3		262	S671~S672	무근	24.0	6,386.9
	228	S595~S596	무근	19.1	5,544.4		263	S673~S674	무근	21.0	6,407.9
	229	S597~S598	무근	21.0	5,565.4		264	S675	무근	9.5	6,417.4
	230	S599~S600	무근	22.1	5,587.5		265	S676~S677	무근	22.0	6,439.4
	231	S601~S602	무근	24.0	5,611.5		266	S678~S679	무근	24.1	6,463.5
	232	S603~S604	무근	24.0	5,635.5		267	S680~S681	무근	24.1	6,487.6
	233	S605~S607	무근	30.4	5,665.9		268	S682~S683	무근	24.2	6,511.8
	234	S608~S609	철근	19.0	5,684.9		269	S684~S686	무근	30.2	6,542.0
	235	S610~S611	무근	24.0	5,708.9		270	S687~S689	무근	26.2	6,568.2
	236	S612~S614	무근	30.0	5,738.9		271	S690~S691	철근	22.2	6,590.4
	237	S615~S616	무근	24.0	5,762.9		272	S692	무근	12.1	6,602.5
	238	S617~S618	무근	24.0	5,786.9		273	S693~S694	철근	24.2	6,626.7
	239	S619~S621	무근	28.4	5,815.3		274	S695~S696	철근	24.2	6,650.9
	240	S622~S623	철근	22.0	5,837.3		275	S697~S698	철근	18.3	6,669.2
	241	S624~S625	무근	24.0	5,861.3		276	S699~S700	무근	24.2	6,693.4
	242	S626~S627	무근	24.0	5,885.3		277	S701	무근	12.1	6,705.5
	243	S628~S629	무근	24.0	5,909.3		278	S702~S704	철근	30.1	6,735.6
	244	S630~S632	무근	30.1	5,939.4		279	S705	무근	12.1	6,747.7
	245	S633~S634	무근	24.0	5,963.4		280	S706~S707	철근	22.2	6,769.9

【표 3.2.1】 측점분할 자료 여의도방향(계속)

구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	281	S708~S709	철근	24.2	6,794.1	BOX 구간	010	S716	철근	24.3	281.6
	282	S710~S711	철근	20.9	6,815.0		011	S717	철근	18.5	300.1
BOX 구간	001	S001	철근	30.8	30.8		012	S718	철근	20.3	320.4
	002	S002	철근	42.0	72.8		013	S719	철근	20.3	340.7
	003	S003	철근	40.9	113.7		014	S720	철근	19.4	360.1
	004	S004	철근	39.9	153.6		015	S721	철근	20.0	380.1
	005	S005	철근	24.7	178.3		016	S722	철근	21.7	401.8
	006	S712	철근	20.3	198.6		017	S723	철근	19.2	421.0
	007	S713	철근	24.2	222.8		018	S724	철근	30.3	451.3
	008	S714	철근	16.7	239.5		019	S725	철근	24.3	475.6
	009	S715	철근	17.8	257.3		-	-	-	-	-
RAMP-C											
구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)	구분	Sheet	SPAN BOX	철근 무근	거리 (m)	누적거리 (m)
NATM 구간	001	S005~S008	철근	27.5	27.5	NATM 구간	014	S045~S047	무근	27.8	370.0
	002	S009~S011	철근	25.9	53.4		015	S048~S050	무근	27.7	397.7
	003	S012~S014	철근	26.9	80.3		016	S051~S053	무근	27.7	425.4
	004	S015~S017	철근	26.9	107.2		017	S054~S056	무근	27.7	453.1
	005	S018~S020	철근	26.6	133.8		018	S057~S059	무근	27.7	480.8
	006	S021~S023	철근	26.9	160.7		019	S060~S062	무근	27.7	508.5
	007	S024~S026	철근	22.5	183.2		020	S063~S065	무근	27.7	536.2
	008	S027~S029	철근	26.3	209.5		021	S066~S069	무근	27.6	563.8
	009	S030~S032	철근	22.4	231.9	BOX 구간	001	S001	철근	18.8	18.8
	010	S033~S035	철근	27.5	259.4		002	S002	철근	40.5	59.3
	011	S036~S038	철근	27.6	287.0		003	S003	철근	40.5	99.8
	012	S039~S041	철근	27.6	314.6		004	S004	철근	30.4	130.2
	013	S042~S044	무근	27.6	342.2		-	-	-	-	-

3.3 현장조사 결과

본 지하도로는 기본시설물인 BOX구간, NATM구간, 갱문 및 부대시설물인 피난연락갱, 공기정화시설, 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

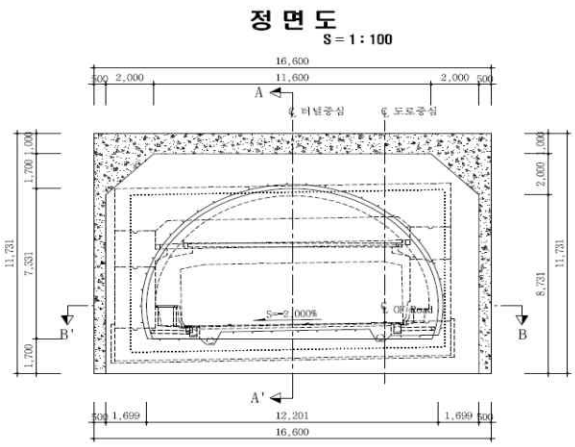
본선구간은 시・종점의 BOX구간, 중간의 NATM구간 및 갱문으로 이루어진 구조물이며, 내부벽체는 타일로 마감처리 되어있다. 외관조사 결과는 다음과 같다.

가. BOX구간

본선 BOX구간은 SPAN 1~5, 712~725에 시공되어 있다.

1) 슬래브

본선 BOX구간 내부 전경



BOX구간 표준횡단면도

【사진 3.3.1】BOX구간 슬래브 전경

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

② 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 미세한 균열로서 부재에 미치는 영향은 적으나, 표면처리 보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

③ 파손의 경우 높이제한 위반 차량의 충격 등에 의해 발생된 손상으로 단면보수가 요구되며, 추후 재손상 방지를 위해 높이제한 위반차량의 출입을 제한하는 시설물의 설치가 필요하다.

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

⑤ 백태, 균열부백태의 경우 미세균열부 우수유입, 수분침투 등에 의한 손상으로 손상의 정도는 미미하나 손상 진전 방지를 위해 표면처리 등의 보수가 요구된다.

본선 BOX구간 슬래브 S002 누수(스며있음)	본선 BOX구간 슬래브 S716 균열부백태
본선 BOX구간 슬래브 S717 균열부백태	본선 BOX구간 슬래브 S717 누수(떨어짐)

【사진 3.3.2】BOX구간 슬래브 손상현황

본선 BOX구간 슬래브 S721 누수(스며있음)	본선 BOX구간 슬래브 S723 균열(Cw=0.2㎜)
본선 BOX구간 슬래브 S723 백태	본선 BOX구간 슬래브 S724 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)
본선 BOX구간 슬래브 S725 파손	본선 BOX구간 슬래브 S725 누수(떨어짐)

【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(0.3mm미만), 균열부백태, 박리, 파손, 누수(스며있음) 타일탈락이 조사되었다.

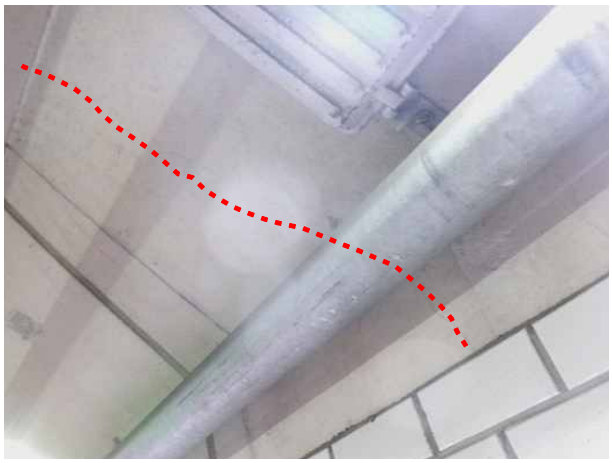
② 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 미세한 균열로서 부재에 미치는 영향은 적으나, 표면처리 보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

③ 박리, 파손의 경우 시공미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로 내구성 확보차원에서 단면보수가 요구된다.

④ 벽체에 조사된 누수(스며있음)의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 대체로 시공이음부에서 확인되었으며, 공용기간 경과시 철근콘크리트에 영향을 미치므로 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

⑤ 균열부백태의 경우 미세균열부 우수유입, 수분침투 등에 의한 손상으로 손상의 정도는 미미하나 손상 진전 방지를 위해 표면처리 등의 보수가 요구된다.

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

	
본선 BOX구간 벽체 S715 균열(Cw=0.2㎜)	본선 BOX구간 벽체 S716 균열(Cw=0.2㎜)
본선 BOX구간 벽체 S716 균열부백태	본선 BOX구간 벽체 S718 박리
본선 BOX구간 벽체 S721 누수(스며있음)	본선 BOX구간 벽체 S725 파손, 타일탈락

【사진 3.3.4】BOX구간 벽체 손상현황

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㎜미만)	m	3	7.00	표면처리	
	망상균열	㎡	1	56.00	표면처리	
	백태	㎡	1	0.06	표면처리	
	균열부백태	㎡	4	1.95	표면처리	
	박리, 파손	㎡	6	4.70	단면보수	
	타일탈락	EA	5	5.00	재시공	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	11	11.00	지수보수	

4) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

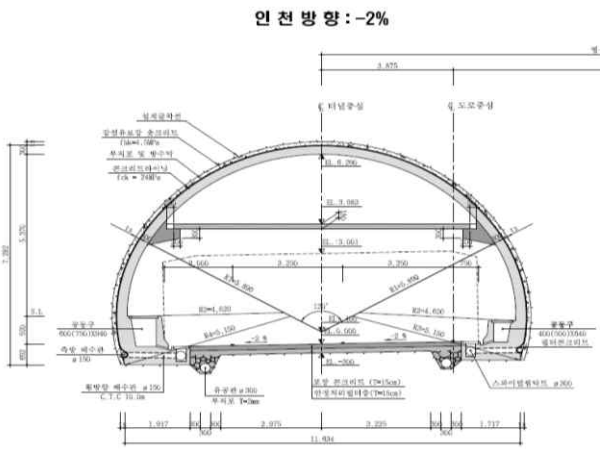
【표 3.3.2】BOX구간 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
BOX구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	-	-	3	7.00	▲ 7.00	
	망상균열	㎡	-	-	1	56.00	▲ 56.00	
	백태	㎡	-	-	1	0.06	▲ 0.06	
	균열부백태	㎡	-	-	4	1.95	▲ 1.95	
	박리, 파손	㎡	-	-	6	4.70	▲ 4.70	
	타일탈락	EA	-	-	5	5.00	▲ 5.00	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	-	-	11	11.00	▲ 11.00	

나. NATM구간

본선 NATM구간은 SPAN 6～711에 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, 단면불량, 들뜸, 박리, 박락, 파손, 재들뜸, 누수(떨어짐), 누수흔적, 백태, 피복부족, 거푸집 미제거 등이 조사되었으며, 일부 구간 균열, 누수, 백태, 파손 등에 대한 하자보수 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

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

③ 콘크리트 들뜸, 박리, 박락, 파손, 재들뜸, 단면불량 등의 손상은 시공당시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄 단면보수하는 유지관리가 요망된다.

④ 누수(떨어짐)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 콘크리트 피복부족은 시공미흡에 의한 손상으로, 현재 철근이 일부 외기와 접촉하는 상태로 부식 발생 가능성이 있으므로, 단면보수(방청)가 필요한 상태이다.

⑦ 거푸집 미제거는 시공미흡에 의한 것으로 제거를 통한 정비가 요구된다.

본선 NATM구간 천단부 S022 백태	본선 NATM구간 천단부 S053 파손
본선 NATM구간 천단부 S096 재균열(Cw=0.5㎜)	본선 NATM구간 천단부 S103 백태
본선 NATM구간 천단부 S109 누수(떨어짐)	본선 NATM구간 천단부 S124 균열(Cw=0.5㎜)

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황

본선 NATM구간 천단부 S142 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)	본선 NATM구간 천단부 S155 재균열(Cw=0.5㎜)
본선 NATM구간 천단부 S166 거푸집미제거	본선 NATM구간 천단부 S171 누수(떨어짐)
본선 NATM구간 천단부 S177 파손	본선 NATM구간 천단부 S184 피복부족

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 천단부 S211 균열(Cw=0.5㎜)	본선 NATM구간 천단부 S219 균열(Cw=0.5㎜)
본선 NATM구간 천단부 S233 피복부족	본선 NATM구간 천단부 S254 균열(Cw=0.5㎜)
본선 NATM구간 천단부 S272 재균열(Cw=0.5㎜)	본선 NATM구간 천단부 S300 백태

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 천단부 S331 반원형균열(Cw=0.3㎜)	본선 NATM구간 천단부 S345 단면불량
본선 NATM구간 천단부 S360 피복부족	본선 NATM구간 천단부 S386 재들뜸
본선 NATM구간 천단부 S397 들뜸	본선 NATM구간 천단부 S539 피복부족

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 천단부 S544 박리	본선 NATM구간 천단부 S592 재균열(Cw=0.5㎜)
본선 NATM구간 천단부 S612 균열(Cw=0.5㎜)	본선 NATM구간 천단부 S621 누수흔적
본선 NATM구간 천단부 S635 균열(Cw=0.3㎜)	본선 NATM구간 천단부 S668 파손

【사진 3.3.6】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 천단부 S703 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)	본선 NATM구간 천단부 S706 파손
본선 NATM구간 천단부 S710 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)	본선 NATM구간 천단부 균열보수 양호
본선 NATM구간 천단부 파손보수 양호	본선 NATM구간 천단부 누수보수 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), 들뜸, 박리, 백태, 누수(흐름, 떨어짐, 스며있음), 피복부족, 타일탈락 등이 조사되었으며, 일부 구간 누수, 백태 등에 대하여 하자보수를 실시하였다.

② 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주기적으로 균열에 대한 보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.

③ 콘크리트 들뜸, 박리가 일부 확인되었고, 시공이음부(조인트부)가 맞닿음, 거푸집탈거시 충격 등의 원인으로 발생된 손상으로 판단되며, 일부 손상의 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 백태는 우수유입, 수분침투 등에 의해 발생된 것으로 표면처리를 통한 유지관리가 요구된다.

⑥ 콘크리트 피복부족은 시공미흡에 의한 손상으로, 현재 철근이 일부 외기와 접촉하는 상태로 부식 발생 가능성이 있으므로, 단면보수(방청)가 필요한 상태이다.

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

본선 NATM구간 측벽부 S038 누수(떨어짐)	본선 NATM구간 측벽부 S038 누수(스며있음)
본선 NATM구간 측벽부 S040 백태	본선 NATM구간 측벽부 S041 백태
본선 NATM구간 측벽부 S054 누수(스며있음)	본선 NATM구간 측벽부 S088 누수(떨어짐)

【사진 3.3.8】NATM구간 측벽부 손상현황

본선 NATM구간 측벽부 S090 백태	본선 NATM구간 측벽부 S093 백태
본선 NATM구간 측벽부 S106 누수(떨어짐)	본선 NATM구간 측벽부 S144 백태
본선 NATM구간 측벽부 S152 누수(스며있음)	본선 NATM구간 측벽부 S168 누수(떨어짐)

【사진 3.3.8】NATM구간 측벽부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 측벽부 S213 타일탈락	본선 NATM구간 측벽부 S245 타일탈락
본선 NATM구간 측벽부 S259 피복부족	본선 NATM구간 측벽부 S267 균열(Cw=0.2㎜)
본선 NATM구간 측벽부 S279 들뜸	본선 NATM구간 측벽부 S480 누수(흐름)

【사진 3.3.8】NATM구간 측벽부 손상현황(계속)

본선 NATM구간 측벽부 S549 박리	본선 NATM구간 측벽부 S551 박리
본선 NATM구간 측벽부 S705 박리	본선 NATM구간 측벽부 S710 균열(Cw=0.2㎜)
본선 NATM구간 측벽부 누수보수 양호	본선 NATM구간 측벽부 백태보수 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 조사되었으나 S480 풍도슬래브 상면 파손이 1개소 조사되었다.

② 풍도슬래브 상면 파손의 경우 풍도슬래브 거치후 라이닝과 접합과정에서 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

본선 NATM구간 풍도슬래브 S480 상면 파손	본선 NATM구간 풍도슬래브 S480 상면 파손

【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	9	29.00	표면처리	
	균열(Cw0.3㎜이상)	m	216	1980.00	주입보수	
	재균열(Cw0.3㎜이상)	m	57	475.00	주입보수	
	망상균열	㎡	9	119.45	표면처리	
	백태	㎡	20	16.46	표면처리	
	들뜸, 박리, 박락, 파손, 재들뜸	㎡	42	8.68	단면보수	
	단면불량	㎡	2	3.00	단면보수	
	피복부족	㎡	9	53.00	단면보수(방청)	
	누수흔적	㎡	1	0.09	주의관찰	
	누수(흐름. 떨어짐, 스며있음)	EA	27	27.00	지수보수	
	타일탈락	EA	279	279.00	재시공	
	거푸집 미제거	EA	1	1.00	정비	
	풍도슬래브 상면 파손	㎡	1	0.50	단면보수	

5) 기 점검결과와 비교

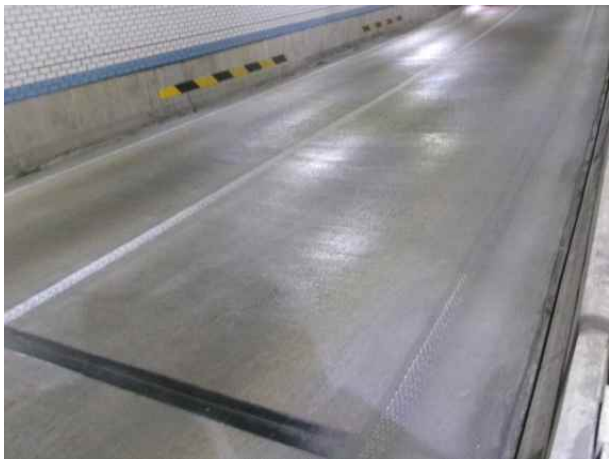
금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【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	29.00	▲ 29.00	
	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	216	1980.00	▲ 1980.00	
	재균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	57	475.00	▲ 475.00	
	망상균열	㎡	-	-	9	119.45	▲ 119.45	
	백태	㎡	-	-	20	16.46	▲ 16.46	
	들뜸, 박리, 박락, 파손, 재들뜸	㎡	-	-	42	8.68	▲ 8.68	
	단면불량	㎡	-	-	2	3.00	▲ 3.00	
	피복부족	㎡	-	-	9	53.00	▲ 53.00	
	누수흔적	㎡	-	-	1	0.09	▲ 0.09	
	누수(흐름. 떨어짐, 스며있음)	EA	-	-	27	27.00	▲ 27.00	
	타일탈락	EA	-	-	279	279.00	▲ 279.00	
	거푸집 미제거	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
	풍도슬래브 상면 파손	㎡	-	-	1	0.50	▲ 0.50	

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, 들뜸, 보수부 파손, 체수, 로드씰 파손 등이 조사되었으며, 일부구간 균열, 파손 등에 대한 하자보수가 실시되었다.

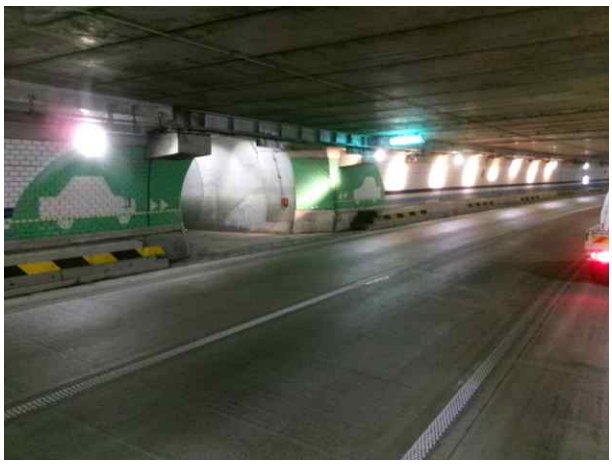
② 포장 균열, 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 지속적인 차량윤하중 등의 원인에 의한 비구조적인 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적으로 점검을 실시하는 유지관리가 요망된다.

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

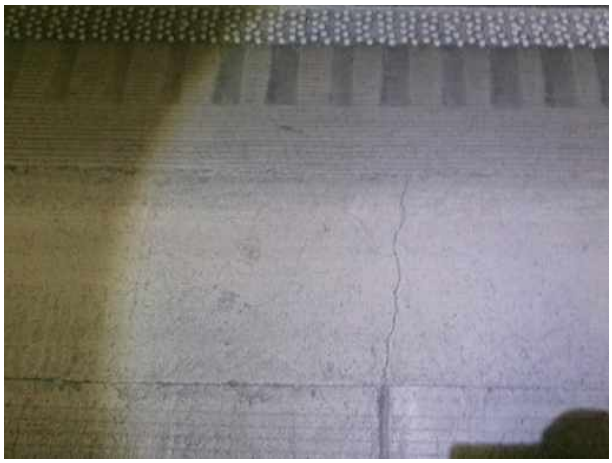
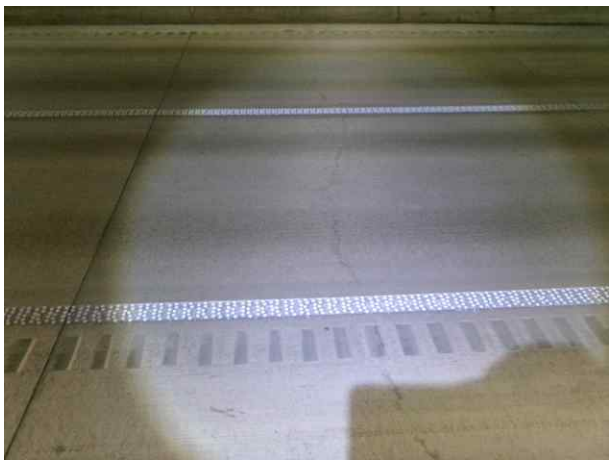
④ 포장 들뜸부의 경우 차량 주행시 소음 및 진동이 발생하는 구간으로 시공미흡, 차량 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전여부에 대하여 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 필요하다.

⑤ 체수의 경우 우천시 배수관 막힘에 따른 월류, 시공이음부 우수유입 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 전기실 전면에 발생하여 주행차량의 안전성에 미치는 영향이 없는 바 손상의 진전 및 2차손상 발생여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

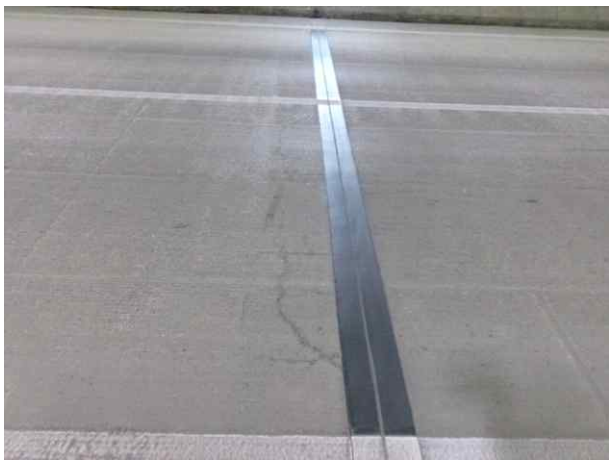
⑥ BOX구간에서 조사된 로드씰 파손의 경우 지속적인 차량윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 주변 포장 파손 보수시 로드씰 재시공을 실시하는 것이 요구된다.

본선 포장부 S005 로드씰 파손	본선 포장부 S063 들뜸
	
본선 포장부 S088 들뜸	본선 포장부 S149 균열
본선 포장부 S154 파손	본선 포장부 S222 균열

【사진 3.3.12】 포장부 손상현황

	
본선 포장부 S222 파손	본선 포장부 S240 균열
	
본선 포장부 S303 체수(전기실 입구)	본선 포장부 S326 균열
본선 포장부 S350 들뜸	본선 포장부 S577 들뜸

【사진 3.3.12】 포장부 손상현황(계속)

본선 포장부 S613 파손	본선 포장부 S690 파손
본선 포장부 S712 파손	본선 포장부 S713 망상균열
	
본선 포장부 S714 균열	본선 포장부 S715 망상균열

【사진 3.3.12】 포장부 손상현황(계속)

본선 포장부 S716 보수부 파손	본선 포장부 S716 파손, 로드씰 파손
본선 포장부 S721 균열	본선 포장부 S723 로드씰 파손, 망상균열
본선 포장부 S725 파손	본선 포장부 균열보수 양호

【사진 3.3.12】 포장부 손상현황(계속)

1) 외관조사 결과

포장부는 시공초기 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 차량윤하중, 우수유입 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	31	76.00	주의관찰	
	포장 망상균열	㎡	6	201.00	주의관찰	
	포장 파손, 보수부 파손	㎡	22	10.92	단면보수	
	포장 들뜸	㎡	6	364.00	주의관찰	
	체수	㎡	1	30.00	주의관찰	
	로드씰 파손	㎡	3	1.14	재시공	

2) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

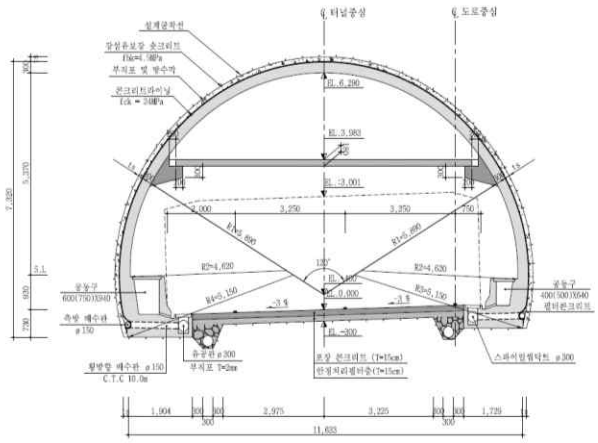
【표 3.3.6】 포장부 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
포장부	포장 균열	m	-	-	31	76.00	▲ 76.00	
	포장 망상균열	㎡	-	-	6	201.00	▲ 201.00	
	포장 파손, 보수부 파손	㎡	-	-	22	10.92	▲ 10.92	
	포장 들뜸	㎡	-	-	6	364.00	▲ 364.00	
	체수	㎡	-	-	1	30.00	▲ 30.00	
	로드씰 파손	㎡	-	-	3	1.14	▲ 1.14	

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

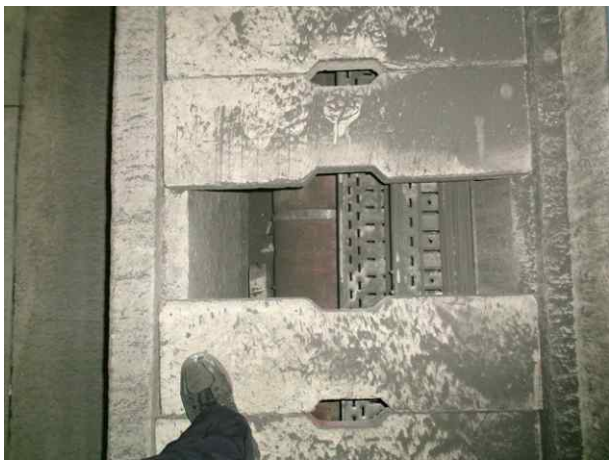
【사진 3.3.13】 공동구 전경

① 본선 공동구에 대한 외관조사 결과 백태, 긁힘, 파손, 덮개탈락, 덮개파손이 조사되었으며, 일부구간 하자보수를 실시하였다.

② 백태의 경우 우수유입, 수분침투 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.

③ 콘크리트 긁힘, 파손의 경우 차량충돌, 시공미흡 등에 의한 것으로 즉각적인 보수보다는 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다.

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

본선 공동구 S101 긁힘	본선 공동구 S168 덮개파손
	
본선 공동구 S219 균열	본선 공동구 S294 덮개탈락
본선 공동구 S314 덮개파손	본선 공동구 S344 덮개파손

【사진 3.3.14】 공동구 손상현황

본선 공동구 S585 덮개파손	본선 공동구 S647 덮개파손
본선 공동구 S705 덮개파손	본선 공동구 S716 파손
본선 공동구 S717 백태	본선 공동구 덮개파손 보수 양호

【사진 3.3.14】 공동구 손상현황(계속)

1) 외관조사 결과

공동구는 외부충격, 시공미흡, 우수유입, 수분침투 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	백태	㎡	2	0.50	표면처리	
	긁힘, 파손	㎡	2	2.25	주의관찰	
	덮개탈락, 덮개파손	EA	31	31.00	재시공	

2) 기 점검결과와 비교

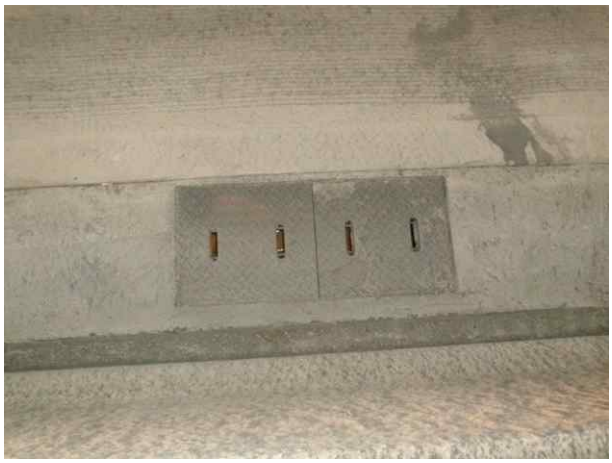
금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

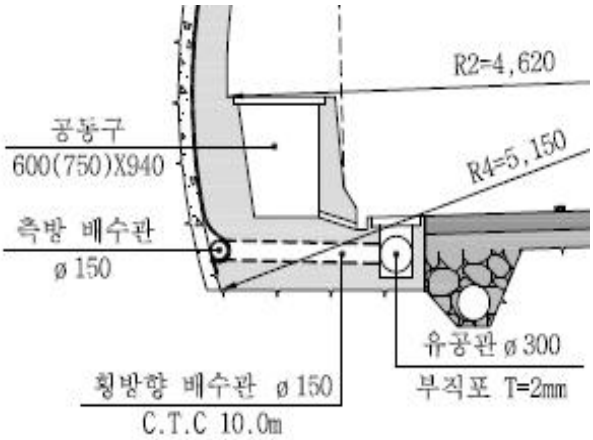
【표 3.3.8】 공동구 기 점검결과 비교

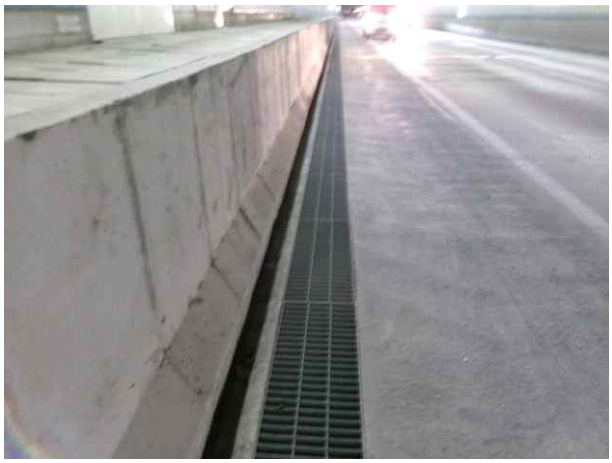
구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
공동구	백태	㎡	-	-	2	0.50	▲ 0.50	
	긁힘, 파손	㎡	-	-	2	2.25	▲ 2.25	
	덮개탈락, 덮개파손	EA	-	-	31	31.00	▲ 31.00	

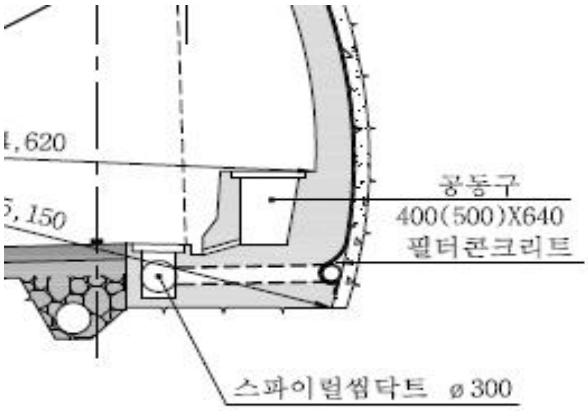
마. 배수시설

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









본선 배수구 전경	배수시설 단면도

【사진 3.3.15】 배수시설 전경

① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 주요 점검결과는 다음과 같다.

② 배수시설은 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로, 배수기능에 문제는 없는 것으로 조사되었다.

본선 배수시설 상태양호	본선 배수시설 상태양호
본선 배수시설 상태양호	본선 배수시설 단면변화부 배수덮개 상태양호

【사진 3.3.16】 배수시설 손상현황

1) 외관조사 결과

배수시설은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 3.3.9】 배수시설 외관조사 손상물량

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

2) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【표 3.3.10】 배수시설 기 점검결과 비교

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

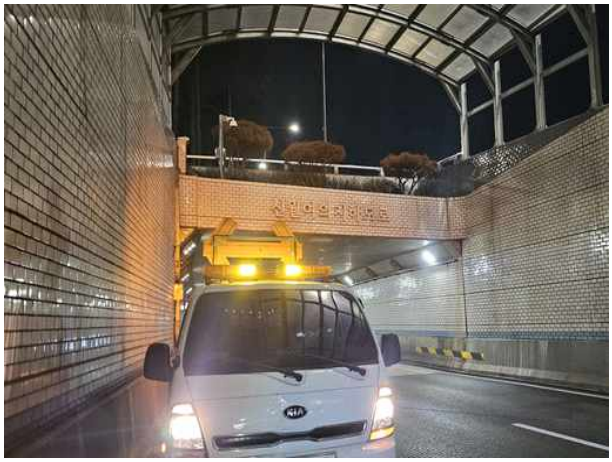
바. 갱문

본 시설물의 갱문은 면벽식으로 시공되어 있다.

시점측 전경	종점측 전경

【사진 3.3.17】 갱문 전경

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

	
갱문 시점부 상태양호	갱문 종점부 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

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【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-C

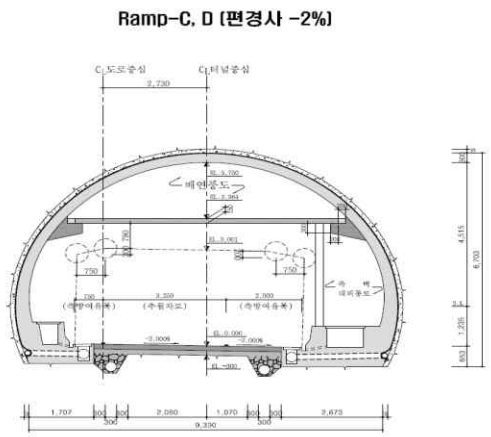
RAMP-C 구간은 BOX구간, NATM구간 및 갱문으로 이루어진 구조물이며, 벽체는 타일, 내부 벽체는 콘크리트로 마감처리 되어있다. 외관조사 결과는 다음과 같다.

가. BOX구간

RAMP-C BOX구간은 SPAN 1~4에 시공되어 있다.

1) 슬래브

RAMP-C BOX구간 내부 전경



RAMP 표준횡단면도

【사진 3.3.19】BOX구간 슬래브 전경

① BOX구간 슬래브에 대한 외관조사 결과 박락, 백태, 누수(스며있음) 등이 조사되었다.

② 박락의 경우 시공당시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 및 주행차량의 안전성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

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

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

RAMP-C BOX구간 슬래브 S02 박락	RAMP-C BOX구간 슬래브 S02 백태
RAMP-C BOX구간 슬래브 S03 누수(스며있음)	RAMP-C BOX구간 슬래브 전경

【사진 3.3.20】BOX구간 슬래브 손상현황

2) 벽체

RAMP-C BOX구간 벽체 전경	RAMP-C BOX구간 벽체 전경

【사진 3.3.21】BOX구간 벽체 전경

① BOX구간 벽체에 대한 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 추후 신규손상 발생 여부에 대한 지속적인 점검을 통한 주의관찰이 요구된다.

RAMP-C BOX구간 벽체 전경	RAMP-C BOX구간 내부벽체 전경

【사진 3.3.22】BOX구간 벽체 손상현황

3) 외관조사 결과

BOX 구간은 외부충격, 시공미흡, 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	백태	㎡	1	0.09	표면처리	
	박락	㎡	1	0.25	단면보수	
	누수(스며있음)	EA	1	1.00	지수보수	

4) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

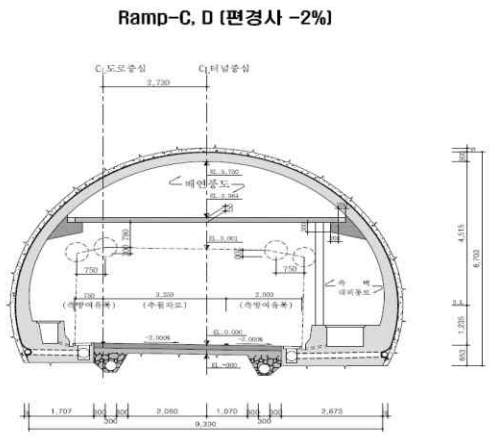
【표 3.3.14】 BOX구간 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
BOX구간	백태	㎡	-	-	1	0.09	▲ 0.09	
	박락	㎡	-	-	1	0.25	▲ 0.25	
	누수(스며있음)	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	

나. NATM구간

RAMP-C NATM구간은 SPAN 5~69에 시공되어 있다.

1) 천단부

	
RAMP-C NATM구간 천단부 전경	NATM구간 표준횡단면도

【사진 3.3.23】NATM구간 천단부 전경

① NATM구간 천단부 외관조사 결과 균열(0.3mm이상), 망상균열, 단면불량, 누수(스며있음) 등이 조사되었으며, 일부구간 균열 등의 손상에 대한 하자보수를 실시하였다.

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 콘크리트 단면불량은 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄 단면보수하는 유지관리가 요망된다.

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

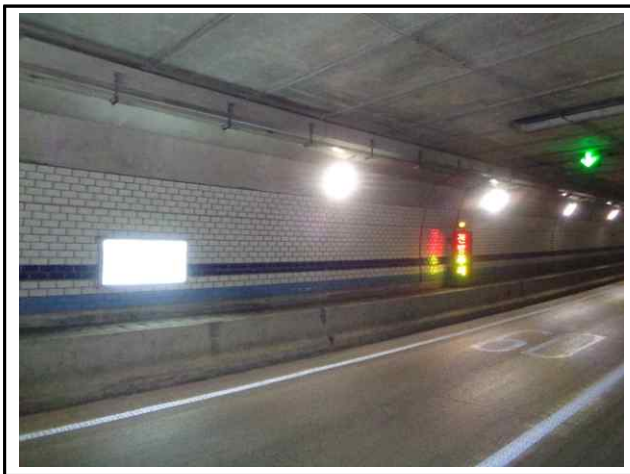
RAMP-C NATM구간 천단부 S10 단면불량	RAMP-C NATM구간 천단부 S12 단면불량
RAMP-C NATM구간 천단부 S17 균열(Cw=0.5㎜)	RAMP-C NATM구간 천단부 S21 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)
RAMP-C NATM구간 천단부 S22 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)	RAMP-C NATM구간 천단부 S25 균열(Cw=0.5㎜)

【사진 3.3.24】NATM구간 천단부 손상현황

RAMP-C NATM구간 천단부 S27 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)	RAMP-C NATM구간 천단부 S45 단면불량
RAMP-C NATM구간 천단부 S46 균열(Cw=0.5㎜)	RAMP-C NATM구간 천단부 S47 균열(Cw=0.5㎜)
RAMP-C NATM구간 천단부 S69 누수(스며있음)	RAMP-C NATM구간 천단부 균열보수 양호

【사진 3.3.24】NATM구간 천단부 손상현황(계속)

2) 측벽부

	
RAMP-C NATM구간 측벽부 전경	RAMP-C NATM구간 측벽부 전경

【사진 3.3.25】NATM구간 측벽부 전경

① NATM구간 측벽부에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 박리, 박락, 파손, 몰탈박리, 보수부 박리, 백태, 누수(떨어짐), 누수흔적 등이 조사되었으며, 일부구간 백태, 균열부백태 등에 대하여 하자보수를 실시하였다.

② 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 내구성 확보차원에서 표면처리, 주입보수를 실시하는 것이 요구된다.

③ 콘크리트 박리, 박락, 파손, 몰탈박리, 보수부 박리가 일부 확인되었고, 시공이음부(조인트부)가 맞닿음, 거푸집탈거시 충격, 보수미흡 등의 원인으로 발생된 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

④ 백태는 우수유입, 수분침투 등에 의해 발생된 것으로 표면처리를 통한 유지관리가 요구된다.

⑤ 누수(떨어짐), 누수흔적의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 대체로 시공이음부에서 확인되었으며, 누수는 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 지수보수를 실시하는 것이 바람직하고, 누수흔적은 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

RAMP-C NATM구간 측벽부 S08 박리	RAMP-C NATM구간 측벽부 S09 몰탈 박락
RAMP-C NATM구간 측벽부 S15 박리	RAMP-C NATM구간 측벽부 S16 박리
RAMP-C NATM구간 측벽부 S17 균열(Cw=0.1㎜)	RAMP-C NATM구간 측벽부 S19 보수부 박리

【사진 3.3.26】NATM구간 측벽부 손상현황

RAMP-C NATM구간 측벽부 S21 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)	RAMP-C NATM구간 측벽부 S22 망상균열(Cw=0.1~0.2㎜)
RAMP-C NATM구간 측벽부 S22 박리	RAMP-C NATM구간 측벽부 S31 백태
RAMP-C NATM구간 측벽부 S32 균열(Cw=0.3㎜)	RAMP-C NATM구간 측벽부 S33 파손

【사진 3.3.26】NATM구간 측벽부 손상현황(계속)

RAMP-C NATM구간 측벽부 S46 백태	RAMP-C NATM구간 측벽부 S66 누수(떨어짐)
RAMP-C NATM구간 측벽부 S69 백태	RAMP-C NATM구간 측벽부 S69 누수(떨어짐)
RAMP-C NATM구간 측벽부 균열부백태보수 양호	RAMP-C NATM구간 측벽부 백태보수 양호

【사진 3.3.26】NATM구간 측벽부 손상현황(계속)

3) 풍도슬래브

RAMP-C 풍도슬래브 상면 전경	RAMP-C 풍도슬래브 하면 전경

【사진 3.3.27】NATM구간 풍도슬래브 전경

① 풍도슬래브 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 S53 풍도슬래브 내부 자재적치가 1개소 조사되었다.

② 자재적치의 경우 구조물에 미치는 영향은 없으나 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

RAMP-C 풍도슬래브 S53 내부 자재적치	풍도슬래브 내부 전경(격벽)

【사진 3.3.28】NATM구간 풍도슬래브 손상현황

4) 외관조사 결과

NATM 구간은 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입, 수분침투, 보수 미흡 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	2	8.00	표면처리	
	균열(Cw0.3㎜이상)	m	16	107.50	주입보수	
	망상균열	㎡	13	301.50	표면처리	
	백태	㎡	6	1.94	표면처리	
	박리, 박락, 파손, 보수부 박리	㎡	16	2.38	단면보수	
	몰탈박리	㎡	1	0.10	단면보수	
	단면불량	㎡	5	6.04	단면보수	
	누수흔적	㎡	1	0.40	주의관찰	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	5	5.00	지수보수	
	풍도슬래브 내부 자재적치	EA	1	1.00	정비	

5) 기 점검결과와 비교

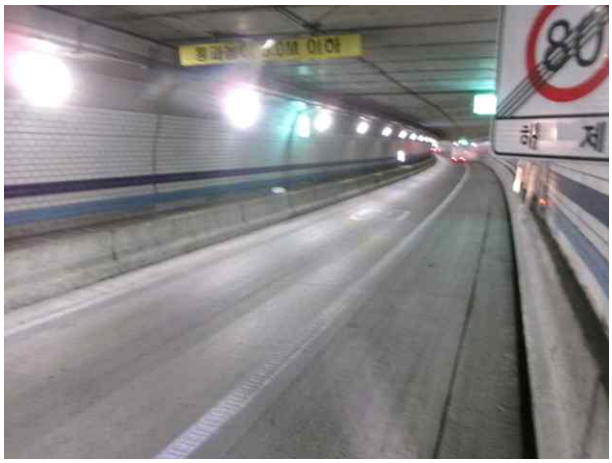
금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【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	-	-	2	8.00	▲ 8.00	
	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	16	107.50	▲ 107.50	
	망상균열	㎡	-	-	13	301.50	▲ 301.50	
	백태	㎡	-	-	6	1.94	▲ 1.94	
	박리, 박락, 파손, 보수부 박리	㎡	-	-	16	2.38	▲ 2.38	
	몰탈박리	㎡	-	-	1	0.10	▲ 0.10	
	단면불량	㎡	-	-	5	6.04	▲ 6.04	
	누수흔적	㎡	-	-	1	0.40	▲ 0.40	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	-	-	5	5.00	▲ 5.00	
	풍도슬래브 내부 자재적치	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	

다. 포장

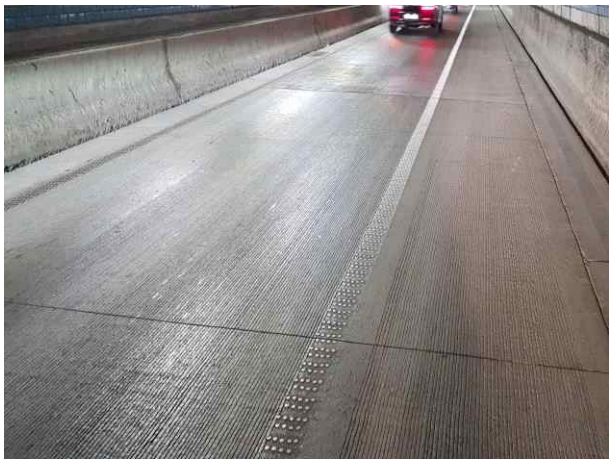
본 시설물의 포장은 콘크리트 포장(t=300㎜, 포장콘크리트(150㎜) + 안정처리필터층(150㎜))으로 총 폭 4.95m(0.9+2.08+1.07+0.9), 종단경사 0.5~6.96%로 시공되어있다.

	
RAMP-C 포장부 전경	RAMP-C 포장부 전경

【사진 3.3.29】포장부 전경

① RAMP-C 포장부에 대한 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태이나 포장들뜸이 일부구간 조사되었다.

② 포장 들뜸부의 경우 차량 주행시 소음 및 진동이 발생하는 구간으로 시공미흡, 차량 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전여부, 들뜸부 파손여부에 대하여 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 필요하다.

	
RAMP-C 포장부 S40~41 들뜸	RAMP-C 포장부 전경

【사진 3.3.30】포장부 손상현황

1) 외관조사 결과

포장부는 시공초기 시공미흡, 차량윤하중 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 들뜸	㎡	2	90.00	주의관찰	

2) 기 점검결과와 비교

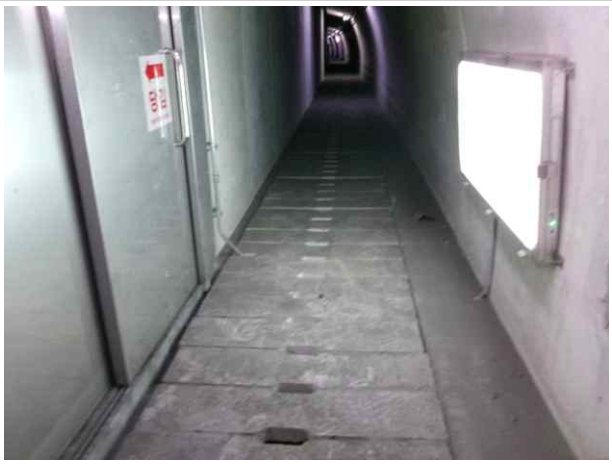
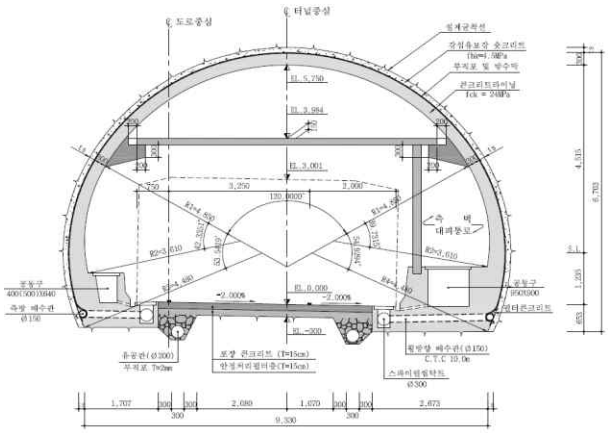
금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【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 들뜸	㎡	-	-	2	90.00	▲ 90.00	

라. 공동구

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

	
RAMP-C 공동구 전경	공동구 표준횡단면도

【사진 3.3.31】공동구 전경

① RAMP-C 공동구에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm이상), 체수, 덮개파손이 조사되었다.

② 균열(0.3mm이상)의 경우 시공초기 건조수축, 온도변화, 초기 수화열 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

③ 체수의 경우 유도배수관 하부 우수유입에 의해 발생된 손상으로 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구되며, 진전시 유도배수관 연장 등의 보수대책 수립이 요구된다.

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

⑤ 대피통로측 공동구 덮개의 경우 본선 및 RAMP 외측 공동구보다 길이가 길고 두께가 얇은 것으로 판단되는 바, 점검 및 긴급 통행시 각별한 주의가 요구된다.

RAMP-C 공동구 S02 균열(Cw=0.3㎜)	RAMP-C 공동구 S04 덮개파손
RAMP-C 공동구 S05 체수	RAMP-C 공동구 S13 덮개파손
RAMP-C 공동구 S24 덮개파손	RAMP-C 공동구 S60 덮개파손

【사진 3.3.32】공동구 손상현황

1) 외관조사 결과

공동구는 시공초기 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 우수유입, 품질불량 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	1	1.50	주의관찰	
	체수	㎡	1	1.35	주의관찰	
	덮개파손	EA	8	8.00	재시공	

2) 기 점검결과와 비교

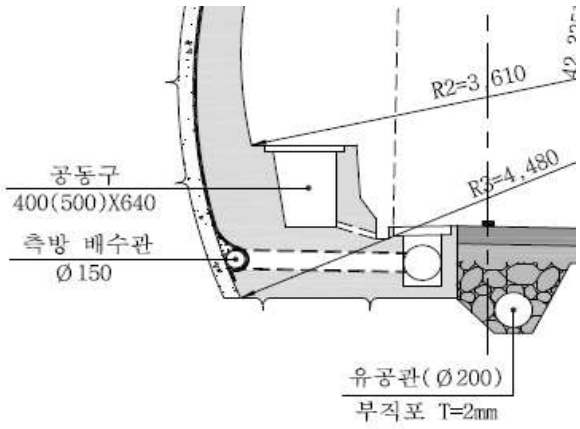
금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

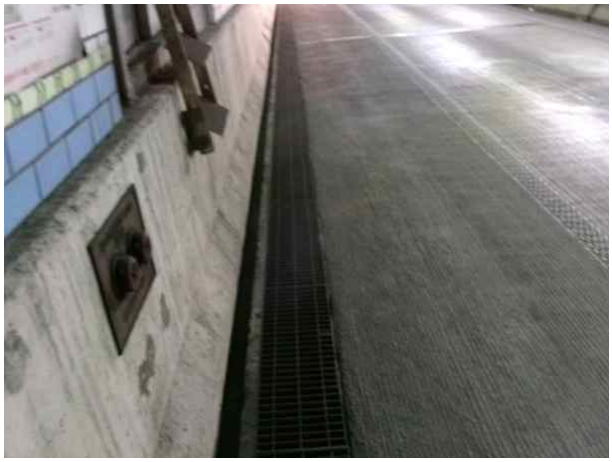
【표 3.3.20】 공동구 기 점검결과 비교

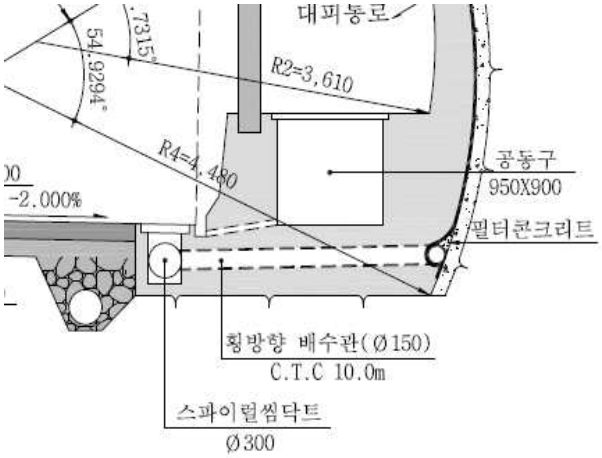
구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
공동구	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	1	1.50	▲ 1.50	
	체수	㎡	-	-	1	1.35	▲ 1.35	
	덮개파손	EA	-	-	8	8.00	▲ 8.00	

마. 배수시설

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





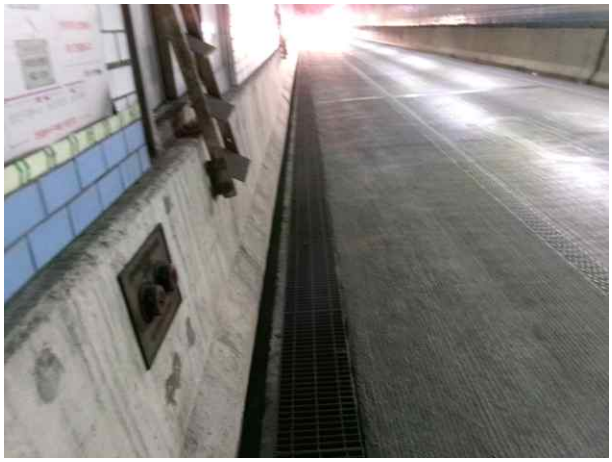


RAMP-C 배수구 전경	배수시설 표준횡단면도

【사진 3.3.33】배수시설 전경

① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 주요 점검결과는 다음과 같다.

② 배수시설은 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로, 배수기능에 문제는 없는 것으로 조사되었다.

	
RAMP-C 배수시설 상태양호	RAMP-C 배수시설 상태양호

【사진 3.3.34】 배수시설 손상현황

1) 외관조사 결과

배수시설은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 3.3.21】 배수시설 외관조사 손상물량

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

2) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【표 3.3.22】 배수시설 기 점검결과 비교

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

바. 갱문

본 시설물의 갱문은 면벽식으로 시공되어 있다.

진출부 전경	진출부 전경

【사진 3.3.35】 갱문 전경

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

갱문 진출부 상태양호	갱문 진출부 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

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【표 3.3.24】 갱문 기 점검결과 비교

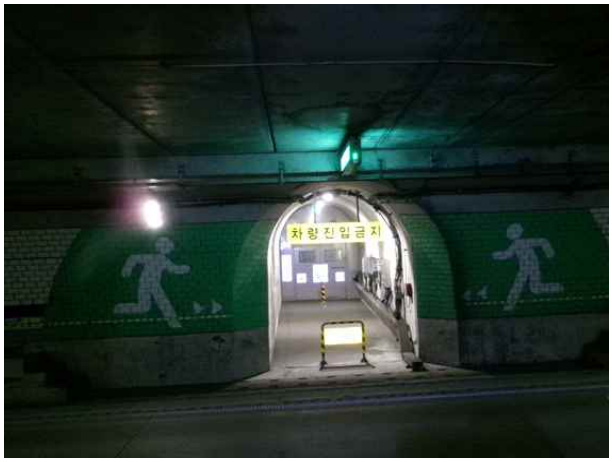
구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
갱문	상태양호	-	-	-	-	-	- -	

3.3.3 부대시설물

본 지하차도의 부대시설물은 피난연락갱, 공기정화시설, 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 S062 누수(떨어짐)	피난연락갱 S127 누수(떨어짐)

【사진 3.3.38】피난연락갱 손상현황

피난연락갱 S148 체수	피난연락갱 S165 누수(떨어짐)
피난연락갱 S165 누수(떨어짐)	피난연락갱 S249 누수(떨어짐), 체수
피난연락갱 S379 누수(스며있음)	피난연락갱 S566 누수(떨어짐)

【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	5.50	주의관찰	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	7	7.00	지수보수	

2) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【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	㎡	-	-	2	5.50	▲ 5.50	
	누수(떨어짐, 스며있음)	EA	-	-	7	7.00	▲ 7.00	

나. 공기정화시설

본 시설물의 공기정화시설은 NATM구간에 총 2개소가 시공되어 있다.

공기정화시설#1 전경	공기정화시설#2 전경

【사진 3.3.39】 공기정화시설 전경

① 공기정화시설에 대한 외관조사 결과 일부구간 누수, 백태 등에 대한 하자보수가 실시된 상태이며, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 누수, 백태, 들뜸, 체수, 피복부족, 바닥균열 등이 조사되었다.

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

③ 콘크리트 들뜸 등의 손상은 시공당시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 국부적인 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 내구성 확보 차원에서 단면보수하는 유지관리가 요망된다.

④ 누수, 백태, 체수 등의 경우 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 공용기간 경과시 철근 및 콘크리트 손상 등의 2차손상 발생을 유발할 우려가 있으므로 지수보수, 표면처리를 실시하는 것이 필요하며, 체수는 주의관찰이 요구된다.

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

⑥ 바닥 균열의 경우 정도가 심하지 않은 바 주의관찰이 요구된다.

공기정화시설#1 축류팬실 측벽부 누수, 백태	공기정화시설#1 축류팬실 천단부 피복부족
공기정화시설#1 축류팬실 바닥 체수	공기정화시설#1 유도갱 백태
공기정화시설#1 연직갱연결횡갱 측벽부 백태	공기정화시설#1 환기탑 B2 균열(Cw=0.3㎜)

【사진 3.3.40】 공기정화시설 손상현황

공기정화시설#1 환기탑 B2 누수(백태)	공기정화시설#1 환기탑 B3 균열(Cw=0.3㎜)
공기정화시설#1 환기탑 B3 누수	공기정화시설#1 환기탑 B6 누수(백태)
공기정화시설#1 전기실 천단부 균열(Cw=0.3㎜)	공기정화시설#1 전기실 측벽부 백태

【사진 3.3.40】 공기정화시설 손상현황(계속)

공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 백태	공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 누수
공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 누수	공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 누수
공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 누수	공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 누수

【사진 3.3.40】 공기정화시설 손상현황(계속)

공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 누수	공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 누수
공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 백태	공기정화시설#2 유도갱 측벽부 누수
공기정화시설#2 유도갱 측벽부 누수	공기정화시설#2 유도갱 측벽부 누수

【사진 3.3.40】 공기정화시설 손상현황(계속)

공기정화시설#2 유도갱 측벽부 누수	공기정화시설#2 연직갱연결횡갱 측벽부 누수
공기정화시설#2 연직갱연결횡갱 측벽부 백태	공기정화시설#2 환기탑 B3 균열(Cw=0.3㎜)
공기정화시설#2 환기탑 B3 백태	공기정화시설#2 환기탑 B4 누수

【사진 3.3.40】 공기정화시설 손상현황(계속)

공기정화시설#2 환기탑 B4 백태	공기정화시설#2 환기탑 B5 백태
공기정화시설#2 환기탑 B7 균열(Cw=0.3㎜)	공기정화시설#2 전기실 측벽부 들뜸
공기정화시설#2 축류팬실 누수보수 양호	공기정화시설#2 유도갱 누수보수 양호

【사진 3.3.40】 공기정화시설 손상현황(계속)

1) 외관조사 결과

공기정화시설은 시공초기 건조수축, 온도변화, 초기 수화열, 동결융해, 우수유입 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.27】공기정화시설 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용		단위	개소	손상물량	조치방안	비고
공기정화시설 #1	축류팬실	누수, 백태	EA	1	1.00	지수보수	
		체수	EA	1	1.00	주의관찰	
		피복부족	㎡	4	36.00	단면보수(방청)	
	유도갱	백태	㎡	1	0.50	표면처리	
	유도갱 접속부	백태	㎡	2	0.12	표면처리	
	연직갱 연결횡갱	백태	㎡	1	0.10	표면처리	
	환기탑	균열(Cw0.3㎜미만)	m	1	4.00	표면처리	
		균열(Cw0.3㎜이상)	m	23	74.00	주입보수	
		망상균열	㎡	1	3.00	표면처리	
		누수(백태)	EA	8	8.00	지수보수	
		백태	㎡	2	0.21	표면처리	
	전기실	균열(Cw0.3㎜미만)	m	1	2.00	표면처리	
		균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	4.00	주입보수	
		백태	㎡	3	0.12	표면처리	
		바닥균열	m	1	4.00	주의관찰	
공기정화시설 #2	축류팬실	누수(떨어짐,스며있음)	EA	17	17.00	지수보수	
		백태	㎡	5	2.10	표면처리	
	유도갱	누수(떨어짐,스며있음)	EA	31	31.00	지수보수	
		백태	㎡	1	0.30	표면처리	
	연직갱 연결횡갱	누수(떨어짐,스며있음)	EA	10	10.00	지수보수	
		백태	㎡	1	0.60	표면처리	
	환기탑	균열(Cw0.3㎜이상)	m	3	8.00	주입보수	
		누수(스며있음)	EA	5	5.00	지수보수	
		백태	㎡	4	1.58	표면처리	
	전기실	들뜸	㎡	1	0.20	단면보수	

2) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【표 3.3.28】 공기정화시설 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용		단위	기존점검		금회점검		증감	비고
				개소	손상물량	개소	손상물량		
공기정화시설 #1	축류팬실	누수, 백태	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
		체수	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
		피복부족	㎡	-	-	4	36.00	▲ 36.00	
	유도갱	백태	㎡	-	-	1	0.50	▲ 0.50	
	유도갱 접속부	백태	㎡	-	-	2	0.12	▲ 0.12	
	연직갱 연결횡갱	백태	㎡	-	-	1	0.10	▲ 0.10	
	환기탑	균열(Cw0.3mm미만)	m	-	-	1	4.00	▲ 4.00	
		균열(Cw0.3mm이상)	m	-	-	23	74.00	▲ 74.00	
		망상균열	㎡	-	-	1	3.00	▲ 3.00	
		누수(백태)	EA	-	-	8	8.00	▲ 8.00	
		백태	㎡	-	-	2	0.21	▲ 0.21	
	전기실	균열(Cw0.3mm미만)	m	-	-	1	2.00	▲ 2.00	
		균열(Cw0.3mm이상)	m	-	-	1	4.00	▲ 4.00	
		백태	㎡	-	-	3	0.12	▲ 0.12	
		바닥균열	m	-	-	1	4.00	▲ 4.00	
공기정화시설 #2	축류팬실	누수(떨어짐,스며있음)	EA	-	-	17	17.00	▲ 17.00	
		백태	㎡	-	-	5	2.10	▲ 2.10	
	유도갱	누수(떨어짐,스며있음)	EA	-	-	31	31.00	▲ 31.00	
		백태	㎡	-	-	1	0.30	▲ 0.30	
	연직갱 연결횡갱	누수(떨어짐,스며있음)	EA	-	-	10	10.00	▲ 10.00	
		백태	㎡	-	-	1	0.60	▲ 0.60	
	환기탑	균열(Cw0.3mm이상)	m	-	-	3	8.00	▲ 8.00	
		누수(스며있음)	EA	-	-	5	5.00	▲ 5.00	
		백태	㎡	-	-	4	1.58	▲ 1.58	
	전기실	들뜸	㎡	-	-	1	0.20	▲ 0.20	

다. U-TYPE 옹벽

본 시설물의 U-TYPE 옹벽은 본선 시・종점부, RAMP-C 진출부에 시공되어 있다.

본선 시점부 전경	본선 시점부 전경
본선 종점부 전경	RAMP-C 진출부 전경

【사진 3.3.41】U-TYPE 옹벽 전경

① U-TYPE 옹벽에 대한 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부구간 타일균열, 타일탈락이 조사되었다.

② 타일균열, 타일탈락은 시공미흡, 타일의 부착강도 저하, 초기 건조수축, 수화열 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 미미한 바 주의관찰을 실시하고 추후 진전 및 추가손상 다수 발생시 일괄보수를 실시하는 것이 요구된다.

시점부 U-TYPE 옹벽 타일균열	종점부 U-TYPE 옹벽 타일탈락

【사진 3.3.42】U-TYPE 옹벽 손상현황

1) 외관조사 결과

U-TYPE 옹벽은 시공미흡, 타일의 부착강도 저하, 건조수축 등의 원인에 의한 손상이 확인되었으며, 조사된 손상은 다음과 같다.

【표 3.3.29】U-TYPE 옹벽 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
U-TPYE 옹벽	타일균열	EA	4	4.00	주의관찰	
	타일탈락	EA	6	6.00	주의관찰	

2) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【표 3.3.30】U-TYPE 옹벽 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
U-TPYE 옹벽	타일균열	EA	-	-	4	4.00	▲ 4.00	
	타일탈락	EA	-	-	6	6.00	▲ 6.00	

라. 기타시설

본 시설물의 기타시설은 환기실, 방수문, 전기실 등이 시공되어 있다.

본선 환기실 전경	본선 전기실 전경
RAMP-C 환기실 전경	RAMP-C 전기실 전경

【사진 3.3.43】 기타시설 전경

① 기타시설에 대한 외관조사 결과 전기실 균열(0.3mm이상), 누수, 누수흔적, 백태, 철근노출, 체수 등의 손상이 조사되었으며, 일부구간 손상에 대하여 하자보수를 실시하였다.

② 상기손상은 시공초기 건조수축, 온도변화, 우수유입, 수분침투, 시공미흡, 거푸집 조기탈형 등에 의한 손상으로 구조물의 안전성에는 큰 영향은 없을 것으로 판단되나, 콘크리트 내구성 확보를 위해 표면처리, 지수보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

전기실 S005 천단부 백태	전기실 S005 천단부 철근노출
전기실 S005 천단부 철근노출	RAMP-C 전기실 측벽부 누수
RAMP-C 전기실 측벽부 누수, 백태	RAMP-C 전기실 측벽부 누수

【사진 3.3.44】 기타시설 손상현황

RAMP-C 전기실 측벽부 백태	RAMP-C 전기실 측벽부 백태
RAMP-C 전기실 바닥 체수	RAMP-C 전기실 바닥 체수
RAMP-C 전기실 백태보수 양호	RAMP-C 전기실 누수보수 양호

【사진 3.3.44】 기타시설 손상현황(계속)

1) 외관조사 결과

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

【표 3.3.31】 기타시설 외관조사 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용		단위	개소	손상물량	조치방안	비고
기타시설	전기실	균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	2.00	주의관찰	
		누수(스며있음)	EA	1	1.00	지수보수	
		누수(떨어짐)	EA	1	1.00	지수보수	
		누수(백태)	EA	1	1.00	지수보수	
		누수흔적	㎡	1	1.00	주의관찰	
		백태	㎡	6	1.80	표면처리	
		철근노출	㎡	4	0.64	단면보수(방청)	
		체수	㎡	3	24.50	주의관찰	

2) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【표 3.3.32】 기타시설 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용		단위	기존점검		금회점검		증감	비고
				개소	손상물량	개소	손상물량		
기타시설	전기실	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	1	2.00	▲ 2.00	
		누수(스며있음)	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
		누수(떨어짐)	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
		누수(백태)	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
		누수흔적	㎡	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
		백태	㎡	-	-	6	1.80	▲ 1.80	
		철근노출	㎡	-	-	4	0.64	▲ 0.64	
		체수	㎡	-	-	3	24.50	▲ 24.50	

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

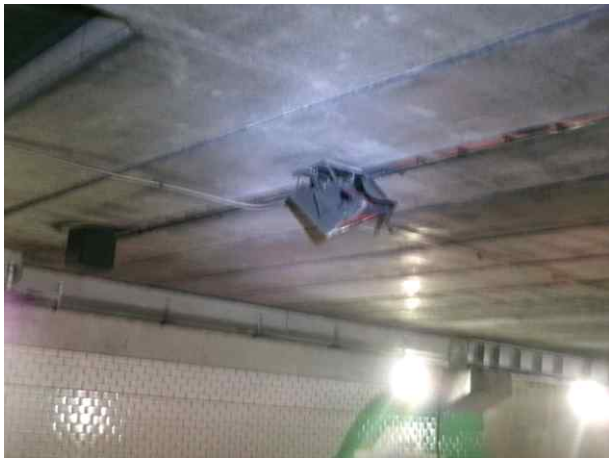
CCTV 전경

신호기 전경

【사진 3.3.45】 부속시설 전경

① 부속시설에 대한 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 일부구간 신호기 파손이 조사되었다.

② 신호기 파손의 경우 높이제한 위반차량의 충돌에 의한 손상으로 판단되며, 주행차량의 안전확보를 위해 재설치를 통한 보수가 요구되고, 추후 재손상 방지를 위해 높이제한 위반차량의 출입을 제한하는 시설물의 설치가 필요하다.

	
본선 S304 신호기 파손	본선 S663 신호기 파손

【사진 3.3.46】 기타시설 손상현황

1) 외관조사 결과

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

【표 3.3.33】 부속시설 손상물량

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
부속시설	신호기파손	EA	2	2.00	재설치	

2) 기 점검결과와 비교

금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

【표 3.3.34】 부속시설 기 점검결과 비교

구 분	결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
			개소	손상물량	개소	손상물량		
부속시설	신호기파손	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 3.3.35】 대상부재 여부 확인

구 분	신월여의지하도로	비 고
추락방지시설	○	환기시설 연직갱 계단부 난간 시공
도로포장	○	콘크리트포장 상태
도로부 신축이음부	○	BOX구간 신축이음부 탄성조인트 일부 시공
환기구 등의 덮개	×	해당시설 없음

다. 점검결과

- 차량의 주행성에 대한 안전성 저하 및 중대결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 신축이음부 및 추락방지시설 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(여의도방향)에 대한 외관조사 결과는 다음과 같다.

【표 3.3.36】 외관조사 결과

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
본선	BOX구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	3	7.00	표면처리	
		망상균열	㎡	1	56.00	표면처리	
		백태	㎡	1	0.06	표면처리	
		균열부백태	㎡	4	1.95	표면처리	
		박리, 파손	㎡	6	4.70	단면보수	
		타일탈락	EA	5	5.00	재시공	
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	11	11.00	지수보수	
	NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	9	29.00	표면처리	
		균열(Cw0.3㎜이상)	m	216	1980.00	주입보수	
		재균열(Cw0.3㎜이상)	m	57	475.00	주입보수	
		망상균열	㎡	9	119.45	표면처리	
		백태	㎡	20	16.46	표면처리	
		들뜸, 박리, 박락, 파손, 재들뜸	㎡	42	8.68	단면보수	
		단면불량	㎡	2	3.00	단면보수	
		피복부족	㎡	9	53.00	단면보수(방청)	
		누수흔적	㎡	1	0.09	주의관찰	
		누수(흐름. 떨어짐, 스며있음)	EA	27	27.00	지수보수	
		타일탈락	EA	279	279.00	재시공	
		거푸집 미제거	EA	1	1.00	정비	
		풍도슬래브 상면 파손	㎡	1	0.50	단면보수	
	포장부	포장 균열	m	31	76.00	주의관찰	
		포장 망상균열	㎡	6	201.00	주의관찰	
		포장 파손, 보수부 파손	㎡	22	10.92	단면보수	
		포장 들뜸	㎡	6	364.00	주의관찰	
		체수	㎡	1	30.00	주의관찰	
		로드씰 파손	㎡	3	1.14	재시공	
	공동구	백태	㎡	2	0.50	표면처리	
		긁힘, 파손	㎡	2	2.25	주의관찰	
		덮개탈락, 덮개파손	EA	31	31.00	재시공	
	배수시설	상태양호	-	-	-	-	
	갱문	상태양호	-	-	-	-	

【표 3.3.36】 외관조사 결과(계속)

구 분			결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
RAMP	BOX구간		백태	㎡	1	0.09	표면처리	
			박락	㎡	1	0.25	단면보수	
			누수(스며있음)	EA	1	1.00	지수보수	
	NATM구간		균열(Cw0.3㎜미만)	m	2	8.00	표면처리	
			균열(Cw0.3㎜이상)	m	16	107.50	주입보수	
			망상균열	㎡	13	301.50	표면처리	
			백태	㎡	6	1.94	표면처리	
			박리, 박락, 파손, 보수부 박리	㎡	16	2.38	단면보수	
			몰탈박리	㎡	1	0.10	단면보수	
			단면불량	㎡	5	6.04	단면보수	
			누수흔적	㎡	1	0.40	주의관찰	
			누수(떨어짐, 스며있음)	EA	5	5.00	지수보수	
			풍도슬래브 내부 자재적치	EA	1	1.00	정비	
	포장부		포장 들뜸	㎡	2	90.00	주의관찰	
	공동구		균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	1.50	주의관찰	
			체수	㎡	1	1.35	주의관찰	
			덮개파손	EA	8	8.00	재시공	
	배수시설		상태양호	-	-	-	-	
	갱문		상태양호	-	-	-	-	
부대시설	피난연락갱		체수	㎡	2	5.50	주의관찰	
			누수(떨어짐, 스며있음)	EA	7	7.00	지수보수	
	U-TYPE 옹벽		타일균열	EA	4	4.00	주의관찰	
			타일탈락	EA	6	6.00	주의관찰	
	기타시설	전기실	균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	2.00	주의관찰	
			누수(스며있음)	EA	1	1.00	지수보수	
			누수(떨어짐)	EA	1	1.00	지수보수	
			누수(백태)	EA	1	1.00	지수보수	
			누수흔적	㎡	1	1.00	주의관찰	
			백태	㎡	6	1.80	표면처리	
			철근노출	㎡	4	0.64	단면보수(방청)	
			체수	㎡	3	24.50	주의관찰	

【표 3.3.36】 외관조사 결과(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		단위	개소	손상물량	조치방안	비고
부대시설	공기정화시설 #1	축류팬실	누수, 백태	EA	1	1.00	지수보수	
			체수	EA	1	1.00	주의관찰	
			피복부족	㎡	4	36.00	단면보수(방청)	
		유도갱	백태	㎡	1	0.50	표면처리	
		유도갱 접속부	백태	㎡	2	0.12	표면처리	
		연직갱 연결횡갱	백태	㎡	1	0.10	표면처리	
		환기탑	균열(Cw0.3㎜미만)	m	1	4.00	표면처리	
			균열(Cw0.3㎜이상)	m	23	74.00	주입보수	
			망상균열	㎡	1	3.00	표면처리	
			누수(백태)	EA	8	8.00	지수보수	
			백태	㎡	2	0.21	표면처리	
		전기실	균열(Cw0.3㎜미만)	m	1	2.00	표면처리	
			균열(Cw0.3㎜이상)	m	1	4.00	주입보수	
			백태	㎡	3	0.12	표면처리	
			바닥균열	m	1	4.00	주의관찰	
	공기정화시설 #2	축류팬실	누수(떨어짐,스며있음)	EA	17	17.00	지수보수	
			백태	㎡	5	2.10	표면처리	
		유도갱	누수(떨어짐,스며있음)	EA	31	31.00	지수보수	
			백태	㎡	1	0.30	표면처리	
		연직갱 연결횡갱	누수(떨어짐,스며있음)	EA	10	10.00	지수보수	
			백태	㎡	1	0.60	표면처리	
		환기탑	균열(Cw0.3㎜이상)	m	3	8.00	주입보수	
			누수(스며있음)	EA	5	5.00	지수보수	
			백태	㎡	4	1.58	표면처리	
		전기실	들뜸	㎡	1	0.20	단면보수	
부속시설		신호기파손		EA	2	2.00	재설치	

3.3.7 이전 상태와 현 상태 비교

【표 3.3.37】 기 점검결과와 손상물량 비교표

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용	단위	기존점검		금회점검		증감	비고
				개소	손상물량	개소	손상물량		
본선	BOX구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	-	-	3	7.00	▲ 7.00	
		망상균열	㎡	-	-	1	56.00	▲ 56.00	
		백태	㎡	-	-	1	0.06	▲ 0.06	
		균열부백태	㎡	-	-	4	1.95	▲ 1.95	
		박리, 파손	㎡	-	-	6	4.70	▲ 4.70	
		타일탈락	EA	-	-	5	5.00	▲ 5.00	
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	-	-	11	11.00	▲ 11.00	
	NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)	m	-	-	9	29.00	▲ 29.00	
		균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	216	1980.00	▲ 1980.00	
		재균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	57	475.00	▲ 475.00	
		망상균열	㎡	-	-	9	119.45	▲ 119.45	
		백태	㎡	-	-	20	16.46	▲ 16.46	
		들뜸, 박리, 박락, 파손, 재들뜸	㎡	-	-	42	8.68	▲ 8.68	
		단면불량	㎡	-	-	2	3.00	▲ 3.00	
		피복부족	㎡	-	-	9	53.00	▲ 53.00	
		누수흔적	㎡	-	-	1	0.09	▲ 0.09	
		누수(흐름, 떨어짐, 스며있음)	EA	-	-	27	27.00	▲ 27.00	
		타일탈락	EA	-	-	279	279.00	▲ 279.00	
		거푸집 미제거	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
		풍도슬래브 상면 파손	㎡	-	-	1	0.50	▲ 0.50	
	포장부	포장 균열	m	-	-	31	76.00	▲ 76.00	
		포장 망상균열	㎡	-	-	6	201.00	▲ 201.00	
		포장 파손, 보수부 파손	㎡	-	-	22	10.92	▲ 10.92	
		포장 들뜸	㎡	-	-	6	364.00	▲ 364.00	
		체수	㎡	-	-	1	30.00	▲ 30.00	
		로드씰 파손	㎡	-	-	3	1.14	▲ 1.14	
	공동구	백태	㎡	-	-	2	0.50	▲ 0.50	
		긁힘, 파손	㎡	-	-	2	2.25	▲ 2.25	
		덮개탈락, 덮개파손	EA	-	-	31	31.00	▲ 31.00	
	배수시설	상태양호	-	-	-			-	
	갱문	상태양호	-	-	-			-	

【표 3.3.37】 기 점검결과와 손상물량 비교표(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		단위	기존점검		금회점검		증감	비고
					개소	손상물량	개소	손상물량		
RAMP	BOX구간	백태		㎡	-	-	1	0.09	▲ 0.09	
		박락		㎡	-	-	1	0.25	▲ 0.25	
		누수(스며있음)		EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
	NATM구간	균열(Cw0.3㎜미만)		m	-	-	2	8.00	▲ 8.00	
		균열(Cw0.3㎜이상)		m	-	-	16	107.50	▲ 107.50	
		망상균열		㎡	-	-	13	301.50	▲ 301.50	
		백태		㎡	-	-	6	1.94	▲ 1.94	
		박리, 박락, 파손, 보수부 박리		㎡	-	-	16	2.38	▲ 2.38	
		몰탈박리		㎡	-	-	1	0.10	▲ 0.10	
		단면불량		㎡	-	-	5	6.04	▲ 6.04	
		누수흔적		㎡	-	-	1	0.40	▲ 0.40	
		누수(떨어짐, 스며있음)		EA	-	-	5	5.00	▲ 5.00	
		풍도슬래브 내부 자재적치		EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
	포장부	포장 들뜸		㎡	-	-	2	90.00	▲ 90.00	
	공동구	균열(Cw0.3㎜이상)		m	-	-	1	1.50	▲ 1.50	
		체수		㎡	-	-	1	1.35	▲ 1.35	
		덮개파손		EA	-	-	8	8.00	▲ 8.00	
	배수시설	상태양호		-	-	-	-	-	- -	
	갱문	상태양호		-	-	-	-	-	- -	
부대시설	피난연락갱	체수		㎡	-	-	2	5.50	▲ 5.50	
		누수(떨어짐, 스며있음)		EA	-	-	7	7.00	▲ 7.00	
	U-TPYE 옹벽	타일균열		EA	-	-	4	4.00	▲ 4.00	
		타일탈락		EA	-	-	6	6.00	▲ 6.00	
	기타시설	전기실	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	1	2.00	▲ 2.00	
			누수(스며있음)	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
			누수(떨어짐)	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
			누수(백태)	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
			누수흔적	㎡	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
			백태	㎡	-	-	6	1.80	▲ 1.80	
			철근노출	㎡	-	-	4	0.64	▲ 0.64	
			체수	㎡	-	-	3	24.50	▲ 24.50	

【표 3.3.37】기 점검결과와 손상물량 비교표(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		단위	기존점검		금회점검		증감	비고
					개소	손상물량	개소	손상물량		
부대시설	공기정화시설 #1	축류팬실	누수, 백태	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
			체수	EA	-	-	1	1.00	▲ 1.00	
			피복부족	㎡	-	-	4	36.00	▲ 36.00	
		유도갱	백태	㎡	-	-	1	0.50	▲ 0.50	
		유도갱 접속부	백태	㎡	-	-	2	0.12	▲ 0.12	
		연직갱 연결횡갱	백태	㎡	-	-	1	0.10	▲ 0.10	
		환기탑	균열(Cw0.3㎜미만)	m	-	-	1	4.00	▲ 4.00	
			균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	23	74.00	▲ 74.00	
			망상균열	㎡	-	-	1	3.00	▲ 3.00	
			누수(백태)	EA	-	-	8	8.00	▲ 8.00	
			백태	㎡	-	-	2	0.21	▲ 0.21	
		전기실	균열(Cw0.3㎜미만)	m	-	-	1	2.00	▲ 2.00	
			균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	1	4.00	▲ 4.00	
			백태	㎡	-	-	3	0.12	▲ 0.12	
			바닥균열	m	-	-	1	4.00	▲ 4.00	
	공기정화시설 #2	축류팬실	누수(떨어짐,스며있음)	EA	-	-	17	17.00	▲ 17.00	
			백태	㎡	-	-	5	2.10	▲ 2.10	
		유도갱	누수(떨어짐,스며있음)	EA	-	-	31	31.00	▲ 31.00	
			백태	㎡	-	-	1	0.30	▲ 0.30	
		연직갱 연결횡갱	누수(떨어짐,스며있음)	EA	-	-	10	10.00	▲ 10.00	
			백태	㎡	-	-	1	0.60	▲ 0.60	
		환기탑	균열(Cw0.3㎜이상)	m	-	-	3	8.00	▲ 8.00	
			누수(스며있음)	EA	-	-	5	5.00	▲ 5.00	
			백태	㎡	-	-	4	1.58	▲ 1.58	
		전기실	들뜸	㎡	-	-	1	0.20	▲ 0.20	
부속시설		신호기파손		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.

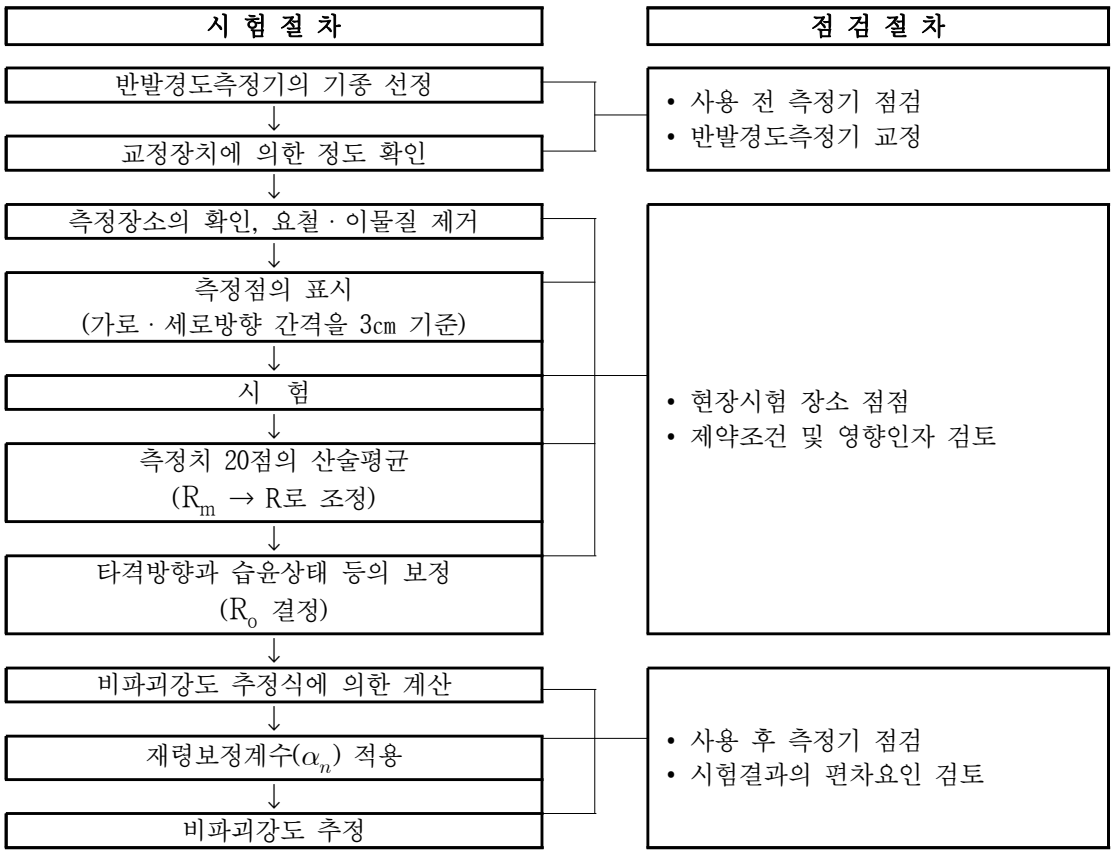
3.4.2 시험내용 및 평가기준

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(2023. 12, 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.

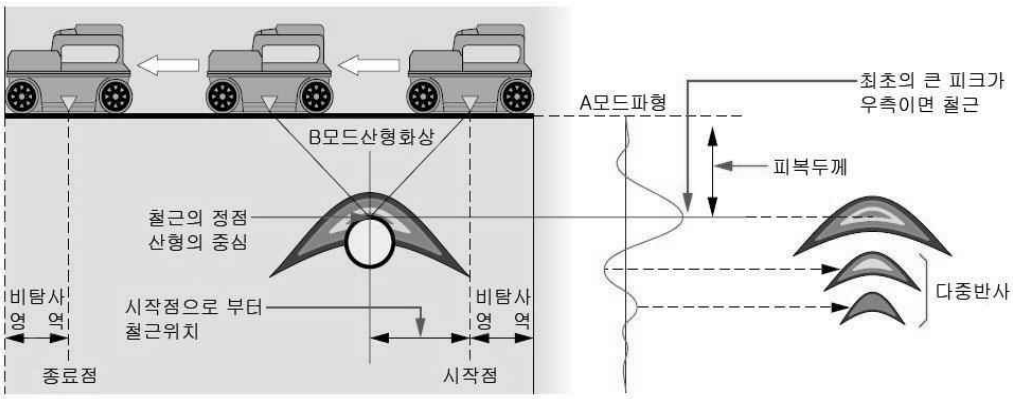
$$V = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (m/sec)$$

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.

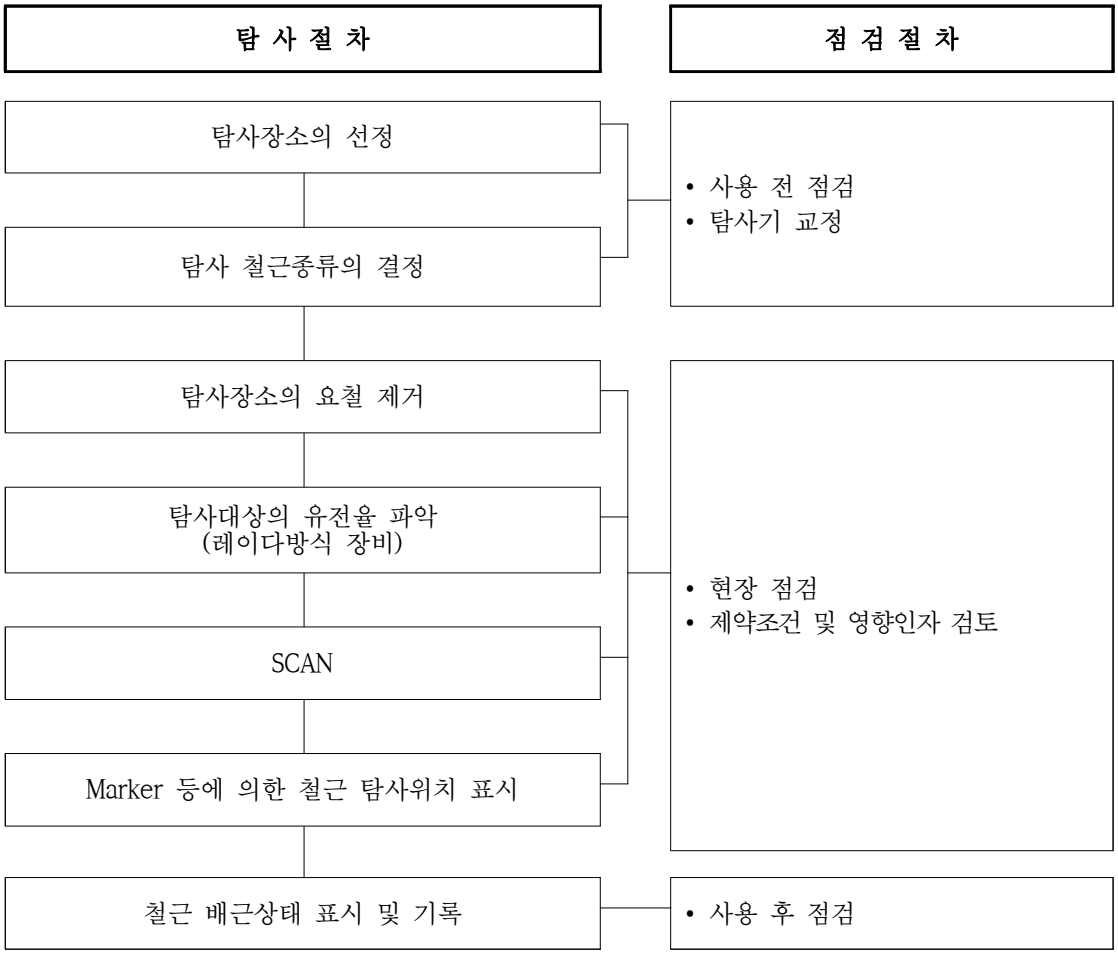
$$D = \frac{1}{2} V T \quad (m)$$



【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

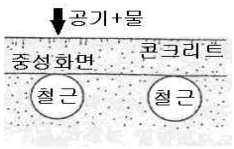
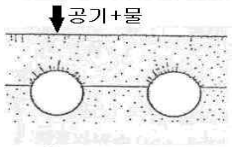
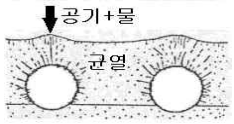
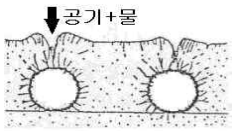
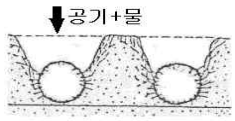
탄산화란 콘크리트의 탄산화(Carbonation) 과정에서 나타나는 현상으로 탄산화에 의해서 문제가 발생되는 것은 콘크리트 자체에서 생기는 것이 아니고, 콘크리트 중의 철근에 녹이 발생함으로써 문제를 일으키는 것이다.

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

(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 pH

가 8.5~10 정도로 낮아지게 된다. 따라서, 콘크리트의 탄산화는 일반환경 하에서도 확실하게 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 발생
e	-	-

3.5 내구성 조사 결과

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2023. 12, 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

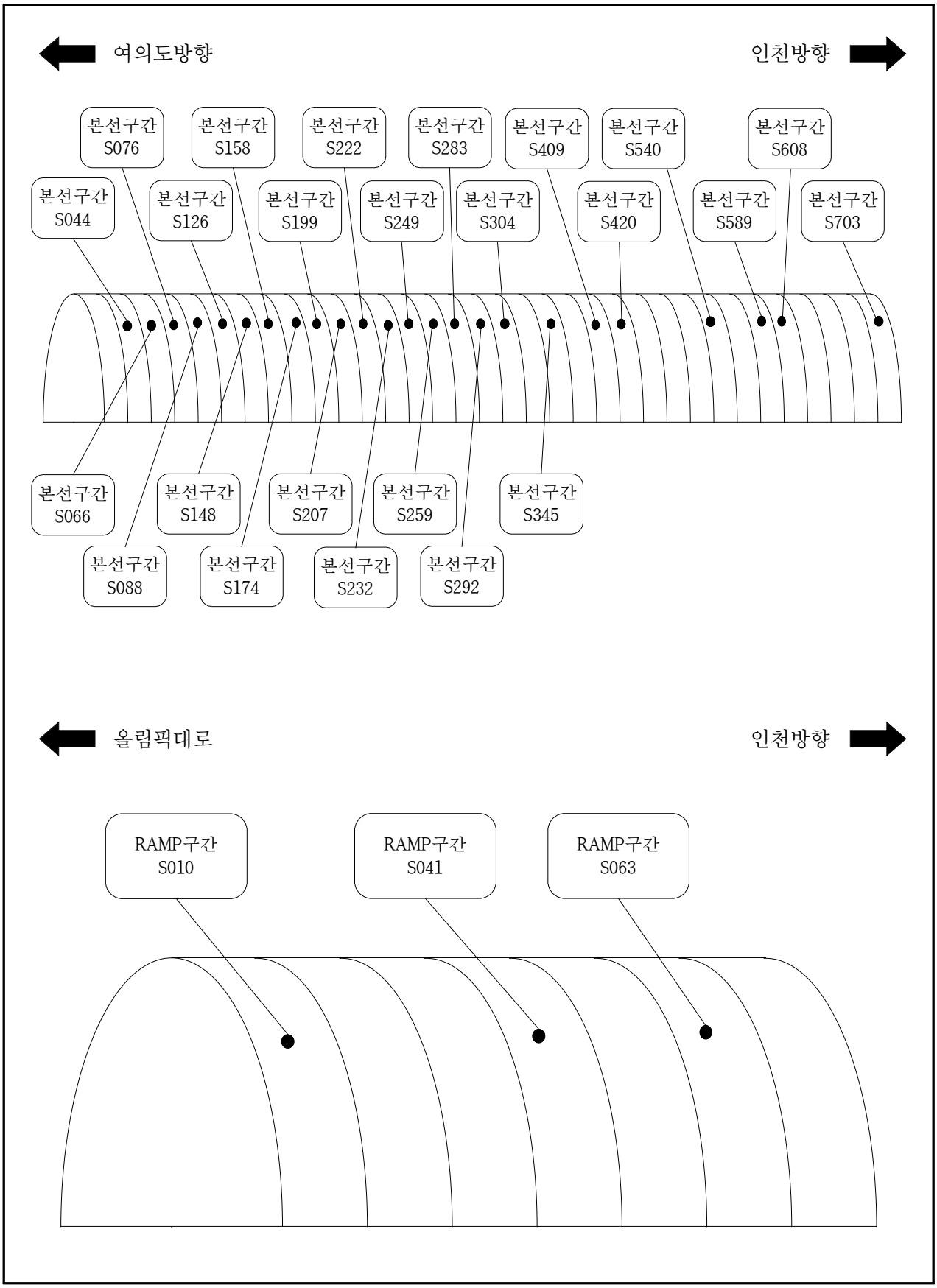
탄산화 깊이 측정(드릴링)

탄산화 깊이 측정(페놀프탈레인)

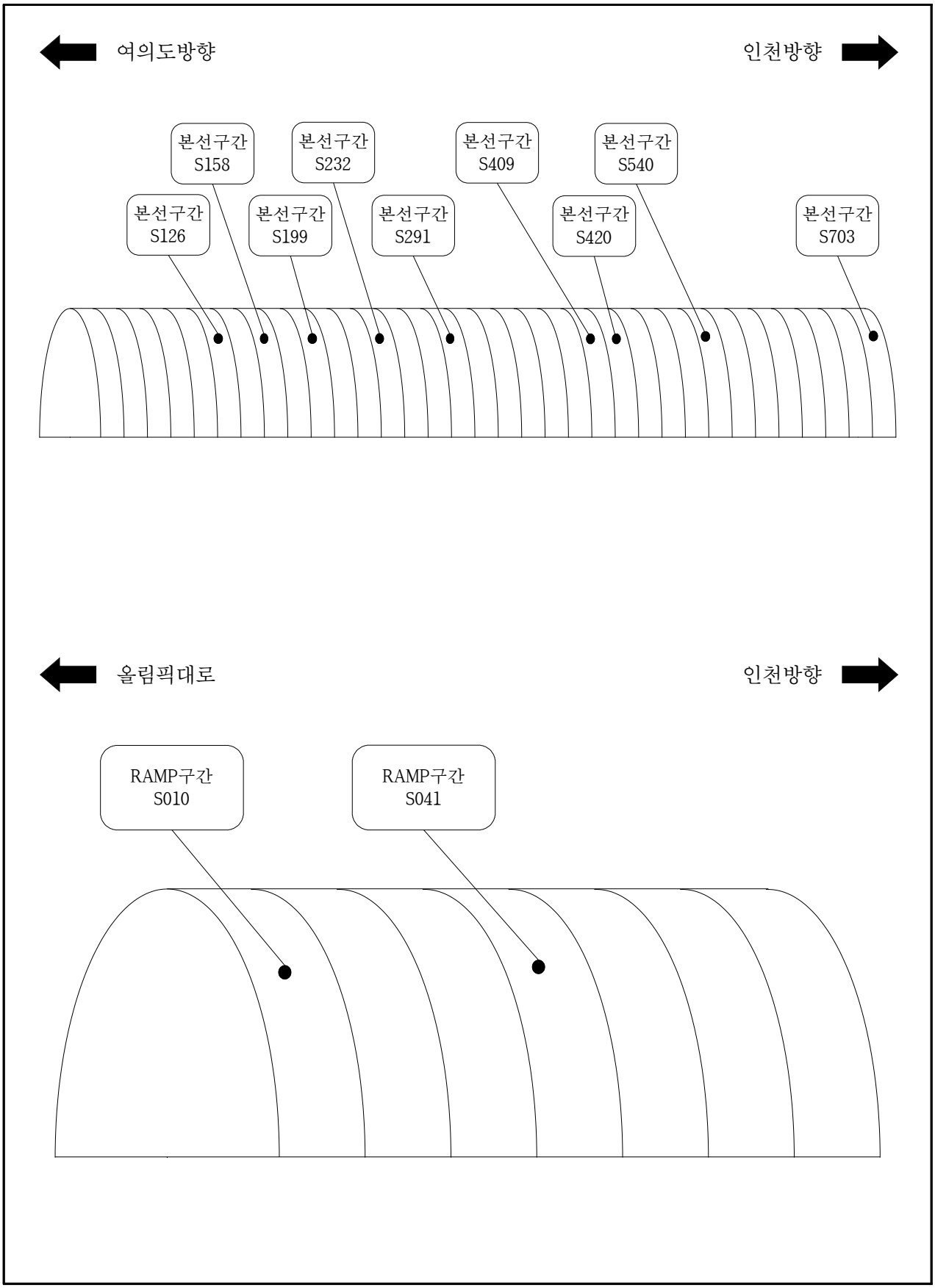
탄산화 깊이 측정

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)

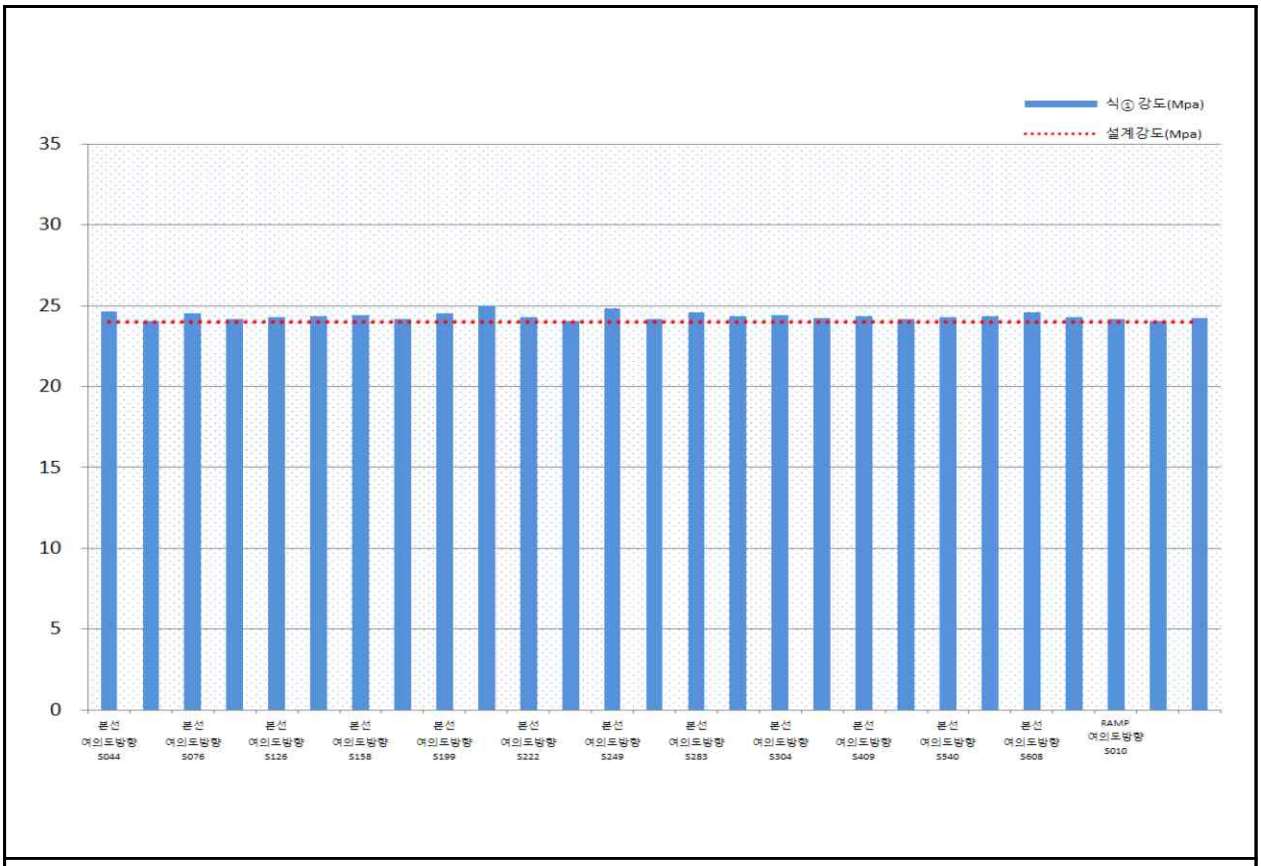
3.5.1 콘크리트 강도시험

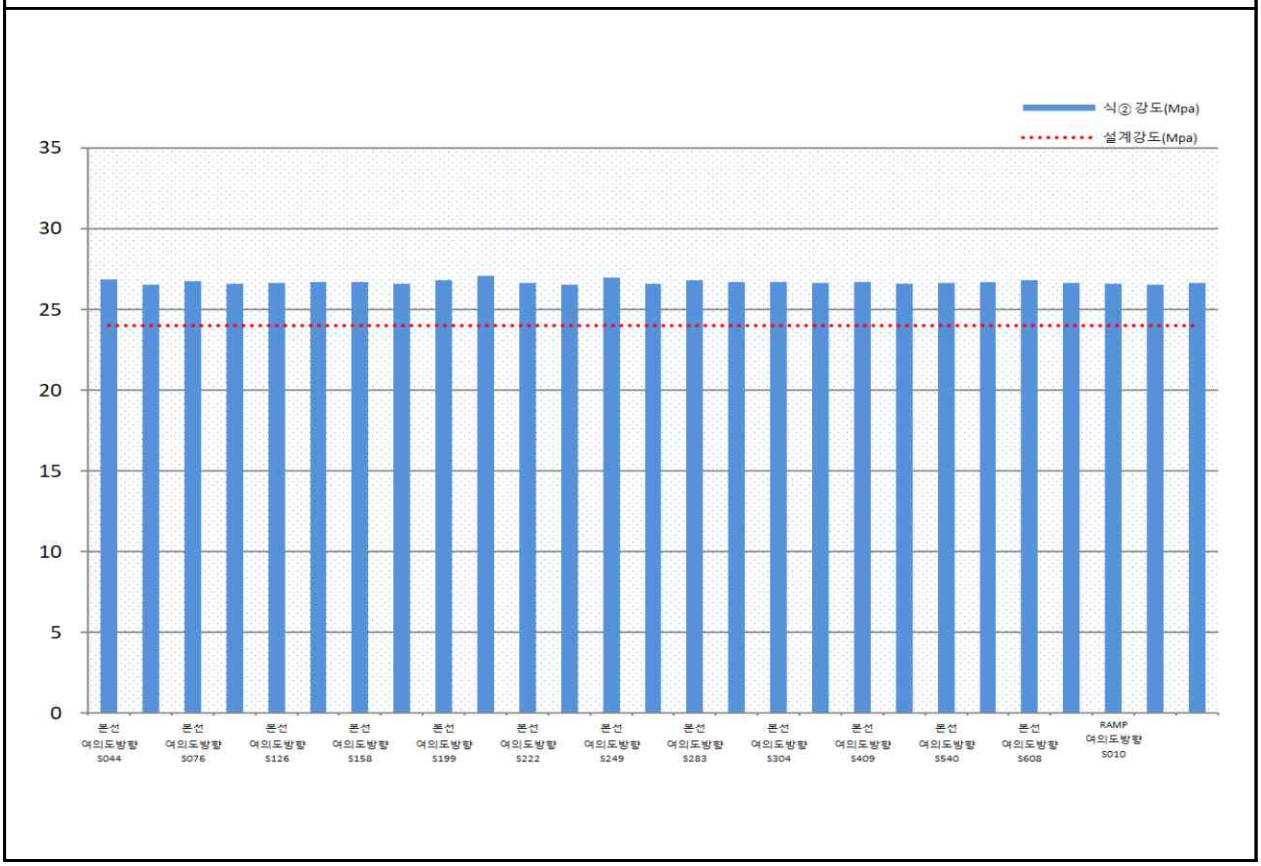
신월여의지하도로의 콘크리트 비파괴강도시험은 반발경도법을 이용하여 총 27개소(본선구간 24개소, RAMP구간 3개소)의 비파괴강도시험을 실시하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

가. 비파괴강도 시험결과

【표 3.5.2】 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도 (R_o)	재령 보정	반발경도법(MPa)		설계기준 강도 (MPa)
				식①	식②	
본선구간	S044	44.0	0.65	24.6	26.8	24
	S066	43.3		24.1	26.5	
	S076	43.9		24.5	26.8	
	S088	43.5		24.2	26.6	
	S126	43.6		24.3	26.6	
	S148	43.6		24.3	26.7	
	S158	43.8		24.4	26.7	
	S174	43.4		24.2	26.6	
	S199	43.9		24.5	26.8	
	S207	44.5		25.0	27.1	
	S222	43.6		24.3	26.6	
	S232	43.3		24.1	26.5	
	S249	44.3		24.8	27.0	
	S259	43.5		24.2	26.6	
	S283	44.0		24.6	26.8	
	S292	43.6		24.3	26.7	
	S304	43.8		24.4	26.7	
	S345	43.5		24.2	26.6	
	S409	43.7		24.4	26.7	
	S420	43.4		24.2	26.6	
	S540	43.6		24.3	26.6	
	S589	43.7		24.4	26.7	
	S608	44.0		24.6	26.8	
	S703	43.6		24.3	26.6	
RAMP 구간	S010	43.4		24.2	26.6	
	S041	43.3		24.1	26.5	
	S063	43.6		24.3	26.6	





【그림 3.5.3】 반발경도시험 압축강도 추정결과

- 비파괴강도시험 검토결과, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도는 24.1~27.1MPa로 설계기준강도(24MPa) 대비 100.4~112.9%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	24.1~27.1	24.0	100.4~112.9

나. 기 점검결과와의 비교

【표 3.5.4】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분		기존점검	금회점검	설계기준강도
신월여의지하도로	반발경도법	-	24.1~27.1	24.0
검토의견		▪ 금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.		

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	S126	주철근	@120	72	@200	60	
		배력철근	@185	74	@200	60	
	S158	주철근	@150	64	@125	60	
		배력철근	@180	65	@200	60	
	S199	주철근	@195	61	@200	60	
		배력철근	@215	65	@200	60	
	S232	주철근	@195	64	@200	60	
		배력철근	@190	66	@200	60	
	S291	주철근	@210	63	@200	60	
		배력철근	@215	65	@200	60	
	S409	주철근	@205	61	@200	60	
		배력철근	@215	63	@200	60	
	S420	주철근	@200	57	@200	60	
		배력철근	@185	59	@200	60	
	S540	주철근	@150	72	@200	60	
		배력철근	@205	74	@200	60	
	S703	주철근	@190	57	@200	60	
		배력철근	@200	59	@200	60	
RAMP 구간	S010	주철근	@135	62	@125	60	
		배력철근	@220	64	@200	60	
	S041	주철근	@140	63	@125	60	
		배력철근	@200	65	@200	60	

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

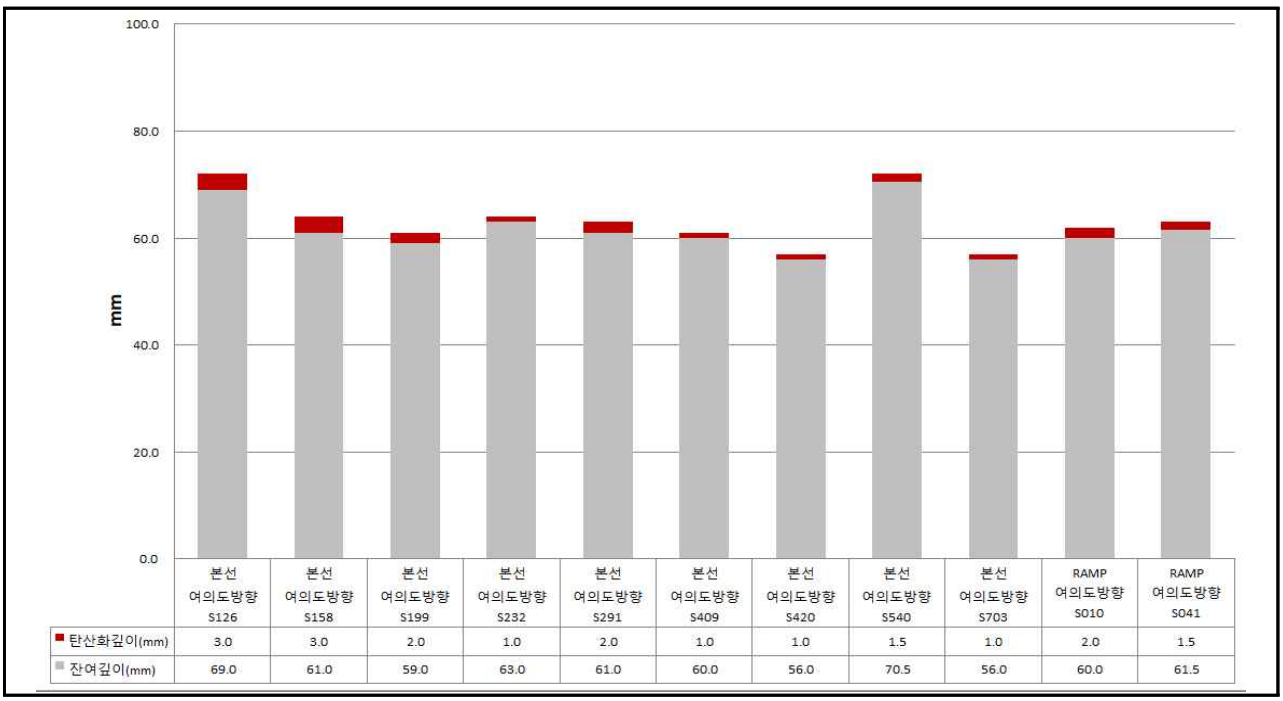
3.5.3 탄산화 깊이 측정

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

【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	S126	72.0	3.0	59.0	a	1,725	1.732	
	S158	64.0	3.0	51.0	a	1,362	1.732	
	S199	61.0	2.0	59.0	a	2,788	1.155	
	S232	64.0	1.0	63.0	a	12,285	0.577	
	S291	63.0	2.0	61.0	a	2,974	1.155	
	S409	61.0	1.0	60.0	a	11,160	0.577	
	S420	57.0	1.0	56.0	a	9,744	0.577	
	S540	72.0	1.5	70.5	a	6,909	0.866	
	S703	57.0	1.0	56.0	a	9,744	0.577	
RAMP 구간	S010	62.0	2.0	60.0	a	2,880	1.155	
	S041	63.0	1.5	61.5	a	5,289	0.866	



【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(2023. 12)』의 건전성 평가 기준에 의거 "a"로 평가되었으며, 철근까지의 탄산화 도달기간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다.

나. 기 점검결과와의 비교

【표 3.5.7】 탄산화깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	기존점검	금회점검	비 고
탄산화 잔여깊이	-	51.0~70.5	a등급
검토의견	■ 금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.		

3.5.4 내구성조사 결과 요약

【표 3.5.8】 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">24.1~27.1</td><td colspan="2">24.0</td><td>100.4~112.9</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="4">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>120~210</td><td>57~72</td><td>125~200</td><td>60</td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>180~220</td><td>59~74</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">51.0～70.5</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 3.5.9】 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>-</td><td>24.1~27.1</td><td rowspan="6">▪ 금회 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">철근탐사 (㎜)</td><td rowspan="2">주철근</td><td>배근간격</td><td>-</td><td>120~210</td></tr>
<tr><td>피복두께</td><td>-</td><td>57~72</td></tr>
<tr><td rowspan="2">배력철근</td><td>배근간격</td><td>-</td><td>180~220</td></tr>
<tr><td>피복두께</td><td>-</td><td>59~74</td></tr>
<tr><td>탄산화 잔여깊이 (㎜)</td><td colspan="2">콘크리트 라이닝</td><td>-</td><td>51.0～70.5</td></tr>
</table>