

44. 좌천교(부산)

44.1 시설물 개요

44.2 자료수집 및 분석

44.3 현장조사

44.4 콘크리트 내구성조사

44.5 상태평가

44.6 종합평가 및 안전등급 지정

44.7 보수·보강 및 유지관리 방안

44.8 종합결론

44. 좌천교(부산)

44.1 시설물의 개요

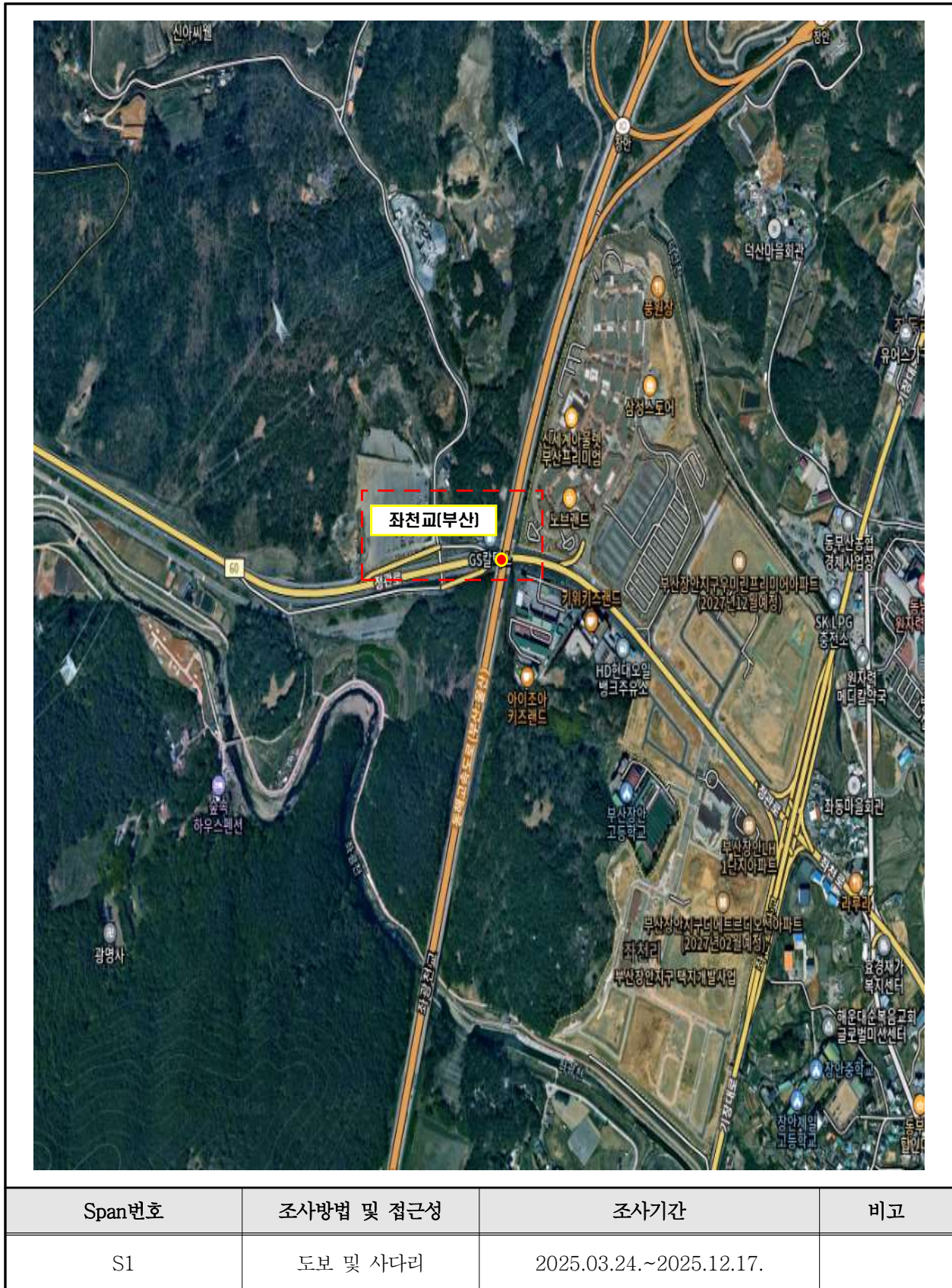
본 시설물은 부산광역시 기장군 장안읍 좌천리에 위치한 교량으로 총 연장 50.0m, 폭 15.8m로 시공되어 있다.

44.1.1 일반사항

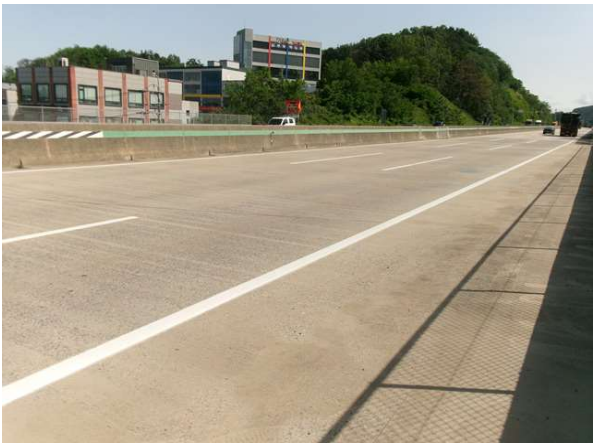
【표 44.1.1】 좌천교(부산) 일반사항

구 분		내 용		구 분	내 용	
시설물번호		BR2008-0000938		관리번호	-	
시설물위치		부산광역시 기장군 장안읍 좌천리		준공년월일	2008년 12월 31일	
관리이정		18.6km		공사이정	-	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명	부산울산고속도로	
제원	연장	L = 50.0m (50.0)				
	폭	B=15.8m(편도 3차선)				
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)		기초 형식	교대	직접기초
	하부	역T형			교각	-
교량받침		포트받침		신축이음	A1, A2 레일 조인트	
교차시설물		일반국도 14호선		통과높이	5.0m	
부착시설내용		점검시설				
시 공 자		코오롱건설(주)		관리주체	부산울산고속도로(주)	

44.1.2 위치도 및 전경사진

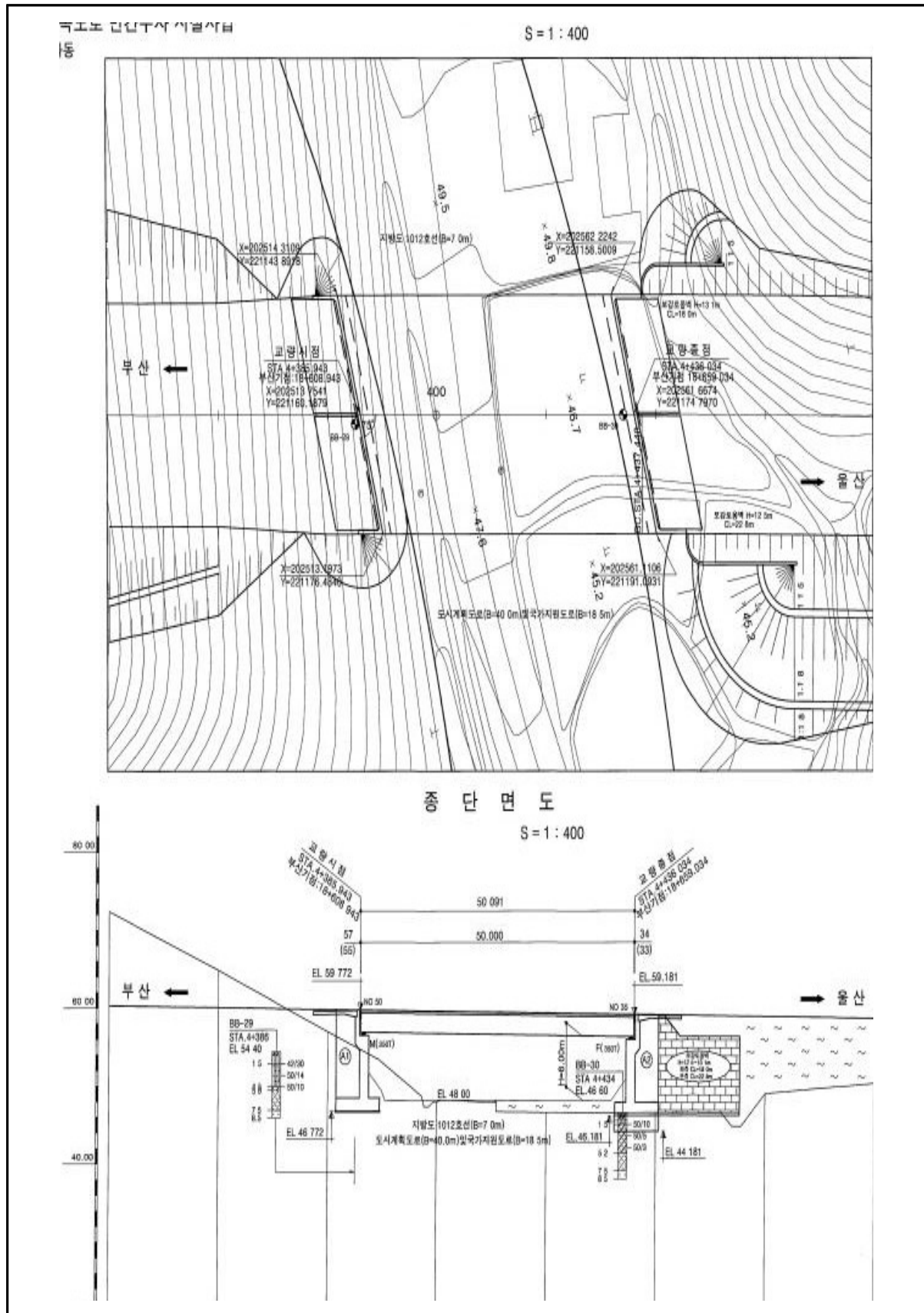


【그림 44.1.1】 위치도

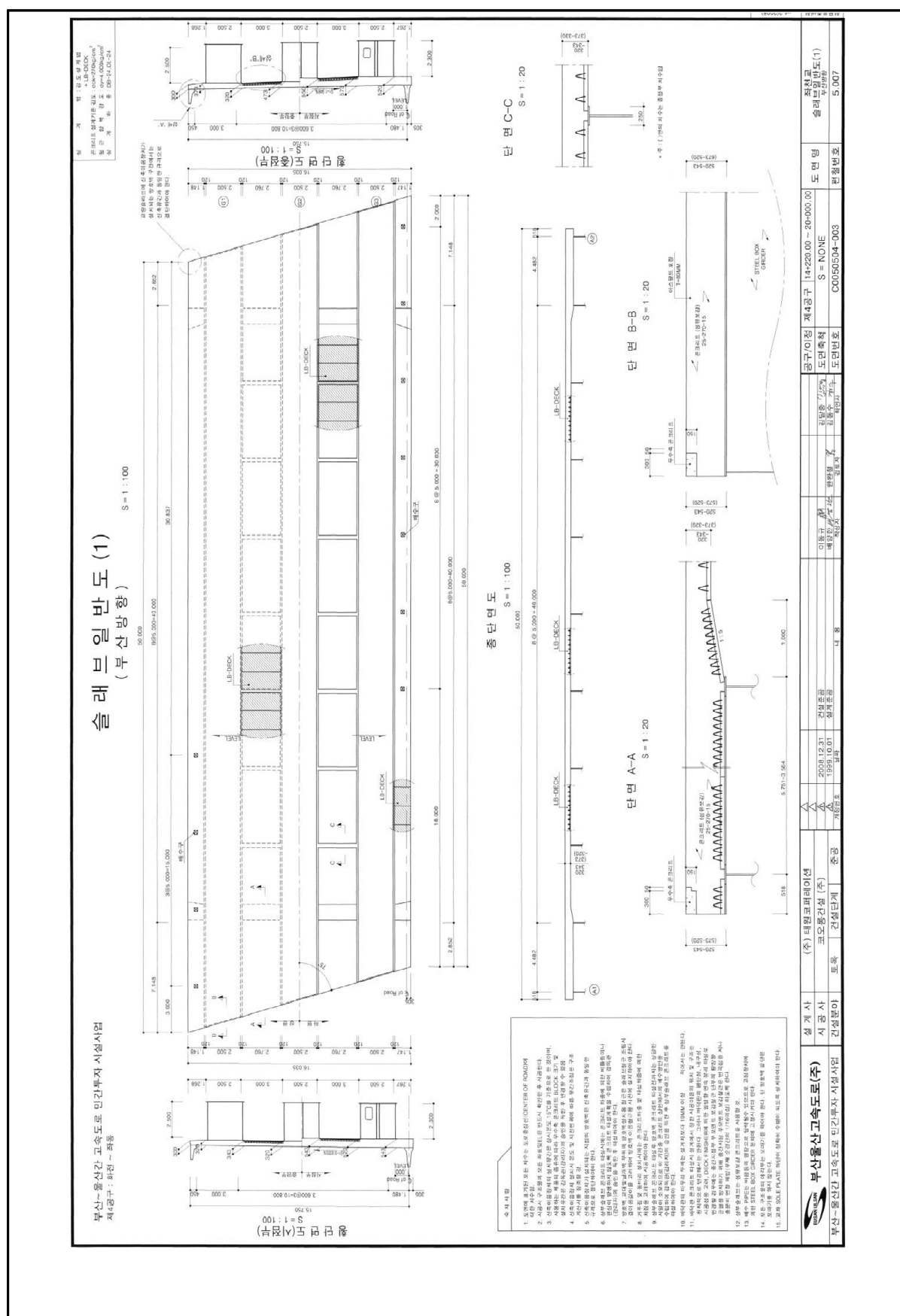
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교대 전경

【사진 44.1.1】 부재별 현황

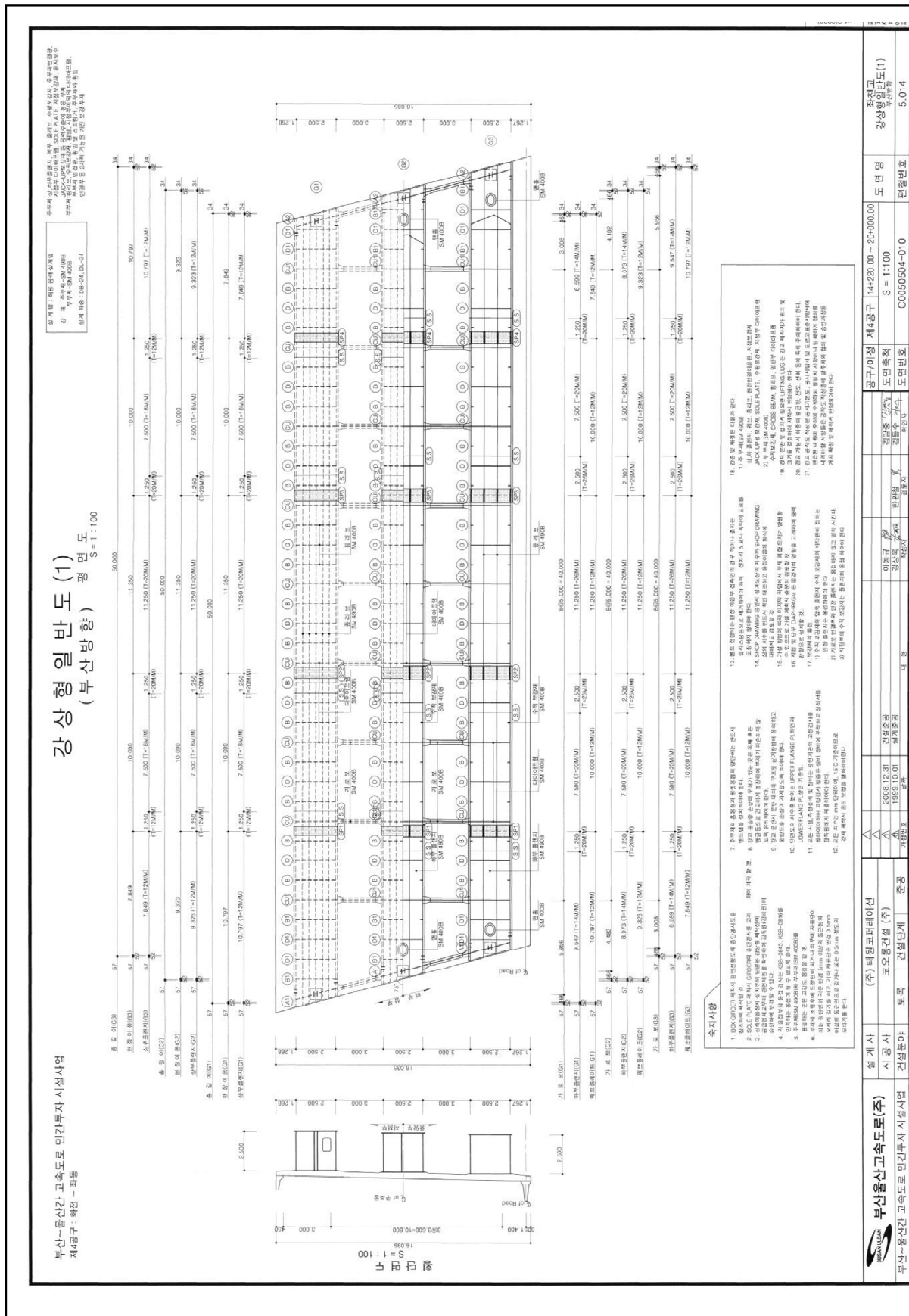
44.1.3 시설물 일반도



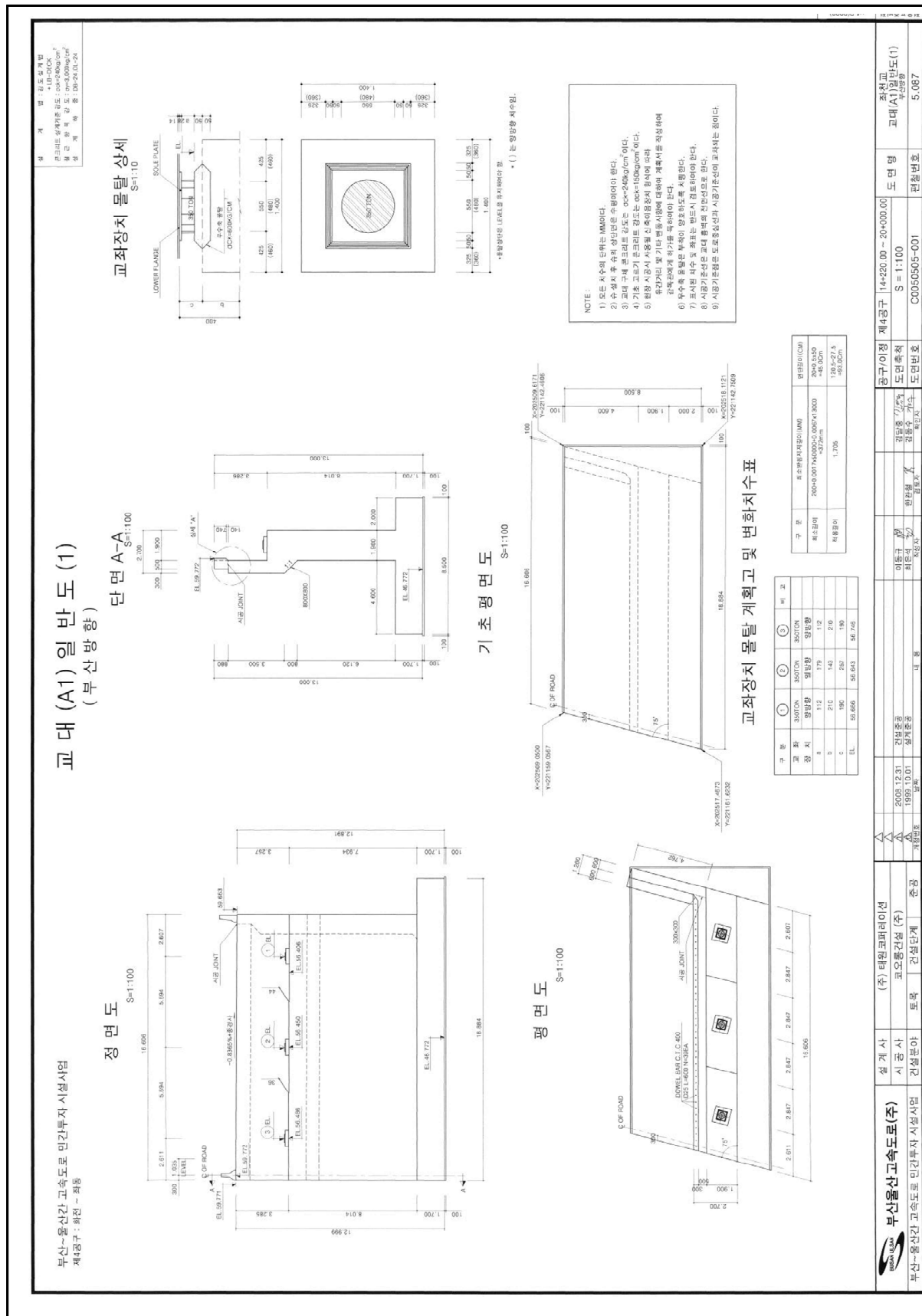
【그림 44.1.2】 평면 및 종평면도



【그림 44.1.3】 슬래브 일반도



【그림 44.1.4】 강상형 일반도



【그림 44.1.5】 교대 일반도

44.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업”의 설계 및 준공도서, 각종계산서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

44.2.1 자료수집 현황

【표 44.2.1】 자료수집 목록

보존대상 목록		보유현황	관리주체 보유현황
설계도서	◦공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	◎	◦부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 건설공사(제4공구) - 구조 및 수리계산서(2008.12) - 지반조사보고서(2008.12) - 공사시방서(2008.12) - 준공도면(2008.12)
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 표준단면도, 일반도, 구조도 등		
시설물 관리대장	◦기본현황 및 상세제원 ◦점검 및 진단 이력 ◦보수·보강 및 유지관리 이력	◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS)
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ◦사고기록	△ (일부 보유)	◦부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 건설공사(제4공구) - 품질관리계획서(2008.12)
안전점검 및 정밀안전진단 자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) (2009년 ~ 2025년 정기, 정밀점검) ◦2021년 부산울산고속도로 정밀안전점검용역[교량] (2021.12 ㈜엠케이에스이)
보수보강 관련자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) 보수·보강 이력사항(2018~2025년) ◦2021년 정밀안전점검 결함사항 보수공사 내역서

44.2.2 설계자료 검토

가. 구조계산서 검토

구 분	내 용															
적용하중 및 사용재료	<table><tr><th rowspan="2">적용하중</th><th colspan="2">사용재료</th></tr><tr><th>상부</th><th>하부</th></tr><tr><td>◦ 고정하중 - LMC : 23.5kN/m3 - 철근콘크리트 : 25.0kN/m3 ◦ 활하중 - DB24, DL24, 탱크하중(60ton) ◦ 기타 - 충격<15/(40+L)>, 원심하중, 차량횡하중, 제동하중 및 시동하중, 풍하중, 수압, 부력 및 양압력, 토압, 지진 등</td><td>◦ 콘크리트 - fck=27MPa ◦ 철근 - fy=400MPa ◦ 강재 -주부재: SM490B -부부재: SM490B</td><td>◦ 콘크리트 - fck=24MPa ◦ 철근 - fy=300MPa ◦ 뒷채움흙 - γs=2.0t/m³ - φs=35(degress)</td></tr></table>			적용하중	사용재료		상부	하부	◦ 고정하중 - LMC : 23.5kN/m3 - 철근콘크리트 : 25.0kN/m3 ◦ 활하중 - DB24, DL24, 탱크하중(60ton) ◦ 기타 - 충격<15/(40+L)>, 원심하중, 차량횡하중, 제동하중 및 시동하중, 풍하중, 수압, 부력 및 양압력, 토압, 지진 등	◦ 콘크리트 - fck=27MPa ◦ 철근 - fy=400MPa ◦ 강재 -주부재: SM490B -부부재: SM490B	◦ 콘크리트 - fck=24MPa ◦ 철근 - fy=300MPa ◦ 뒷채움흙 - γs=2.0t/m³ - φs=35(degress)					
	적용하중	사용재료														
상부		하부														
◦ 고정하중 - LMC : 23.5kN/m3 - 철근콘크리트 : 25.0kN/m3 ◦ 활하중 - DB24, DL24, 탱크하중(60ton) ◦ 기타 - 충격<15/(40+L)>, 원심하중, 차량횡하중, 제동하중 및 시동하중, 풍하중, 수압, 부력 및 양압력, 토압, 지진 등	◦ 콘크리트 - fck=27MPa ◦ 철근 - fy=400MPa ◦ 강재 -주부재: SM490B -부부재: SM490B	◦ 콘크리트 - fck=24MPa ◦ 철근 - fy=300MPa ◦ 뒷채움흙 - γs=2.0t/m³ - φs=35(degress)														
설계법 및 하중조합	<table><tr><th colspan="2">검토부재</th><th rowspan="2">설계법 및 하중조합</th></tr><tr><th></th><th></th></tr><tr><td rowspan="2">상부구조</td><td>바닥판</td><td>● 강도설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 풍하중, 원심하중</td></tr><tr><td>거더</td><td>● 허용응력설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중</td></tr><tr><td>하부구조</td><td>교 대</td><td>● 허용응력설계법 : 안정검토 시 ● 강도설계법 : 단면검토 시</td></tr></table>			검토부재		설계법 및 하중조합			상부구조	바닥판	● 강도설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 풍하중, 원심하중	거더	● 허용응력설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중	하부구조	교 대	● 허용응력설계법 : 안정검토 시 ● 강도설계법 : 단면검토 시
	검토부재		설계법 및 하중조합													
	상부구조	바닥판	● 강도설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 풍하중, 원심하중													
거더		● 허용응력설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중														
하부구조	교 대	● 허용응력설계법 : 안정검토 시 ● 강도설계법 : 단면검토 시														
검토결과	※ 상부구조 구조계산 검토결과 단면력(응력)이 설계강도(허용력) 이내이며 안전율은 1.0 이상임. ※ 하부구조 구조계산 검토결과 교대는 안정하며, 구조 안전성을 확보하고 있는 것으로 나타남.															

나. 토질조사 검토

1) 시추조사 결과

본 교량(명칭 장안교(설계) ⇒ 좌천교(준공)로 변경)의 설계 당시 2개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 현지표로부터 표토층, 풍화토층, 풍화암층, 연암층의 순으로 구성되어 있는 것으로 조사되었으며, 토질조사보고서(부산-울산간 고속도로 제4공구 토질조사 보고서_2003.10_한국도로공사)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

조사번호	조사위치	조사방향	지반고(EL.m)	비고
BB-38	4+385	부산방향	54.40	
BB-39	4+434	부산방향	46.60	

BB-38					BB-39				
Oct 28 03 11:45a					Oct 28 03 11:45a				
시 추 주 상 도 DRILL LOG					시 추 주 상 도 DRILL LOG				
공사명: 고속도로 제65호선(부산-울산) 간 연결교시 제4공구 지반조사 위치: 부산방향 DATE: 2003.10.28 HOLE No.: BB-38 ELEVATION: 54.40m GROUND WATER: (GL-) 심도 이하 m INSPECTOR: 전승준					공사명: 고속도로 제65호선(부산-울산) 간 연결교시 제4공구 지반조사 위치: 부산방향 DATE: 2003.10.28 HOLE No.: BB-39 ELEVATION: 46.60m GROUND WATER: (GL-) 심도 이하 m INSPECTOR: 전승준				
심도 Depth m	추진 Truck m	수심 Water m	시추 Section (TGR %) (ROD %)	지층 Description	시추 Section (TGR %) (ROD %)	추진 Truck m	수심 Water m	시추 Section (TGR %) (ROD %)	지층 Description
1.50	1.50			표토층(0.00 ~ 1.50m) 점토질 실트(SM) 점토질, 점성, 연약함.	ML	1.50			표토층(0.00 ~ 1.50m) 점토질 실트(SM) 점토질, 점성, 연약함.
1.50				풍화암(1.50 ~ 2.50m) 기암암석, 풍화도 높음, 풍화암층으로 사양구 및 풍화암층이 나타나며, 풍화암층 점토질, 점성, 연약함.	S-1 S-2	1.50 3.00			풍화암(1.50 ~ 2.50m) 기암암석, 풍화도 높음, 풍화암층으로 사양구 및 풍화암층이 나타나며, 풍화암층 점토질, 점성, 연약함.
5.00				연암층(2.50 ~ 5.00m) 기암암석, 풍화도 높음, 풍화암층으로 사양구 및 풍화암층이 나타나며, 풍화암층 점토질, 점성, 연약함.	S-3 S-4	4.50 6.00			연암층(2.50 ~ 5.00m) 기암암석, 풍화도 높음, 풍화암층으로 사양구 및 풍화암층이 나타나며, 풍화암층 점토질, 점성, 연약함.
6.50	6.50			연암층(5.00 ~ 6.50m) 기암암석, 풍화도 높음, 풍화암층으로 사양구 및 풍화암층이 나타나며, 풍화암층 점토질, 점성, 연약함.		6.50			연암층(5.00 ~ 6.50m) 기암암석, 풍화도 높음, 풍화암층으로 사양구 및 풍화암층이 나타나며, 풍화암층 점토질, 점성, 연약함.
7.50	7.50			연암층(6.50 ~ 7.50m) 기암암석, 풍화도 높음, 풍화암층으로 사양구 및 풍화암층이 나타나며, 풍화암층 점토질, 점성, 연약함.		7.50			연암층(6.50 ~ 7.50m) 기암암석, 풍화도 높음, 풍화암층으로 사양구 및 풍화암층이 나타나며, 풍화암층 점토질, 점성, 연약함.
10.00				심도 7.50m에서 시추종료		10.00			심도 10.00m에서 시추종료

교량, 터널, 출입시설 명칭변경현황

고속국도 제65호선 부산~울산간 건설공사 (제4공구)

■ 교량

행정구역	연장 (m)	시설물 명칭		비고
		설계	조정	
부산시 기장군 일광면 원리	12	상리교	원리1교	리 명칭 부여
부산시 기장군 일광면 원리	280	광산교	원리2교	"
부산시 기장군 일광면 원리	270	좌광천교	좌광천교	하천명칭 부여
부산시 기장군 장안읍 좌천리	50	장안교	좌천교	리 명칭 부여
부산시 기장군 장안읍 덕선리	30	장안IC교	장안IC교	IC명칭 부여
부산시 기장군 장안읍 좌동리	16	덕선교	장안IC1교	"
부산시 기장군 장안읍 좌동리	45	장안육교	장안IC2교	"

공변	지층두께(m)					계 (m)	STP (회)	지하수위 (G.L-m)	비고
	표토층	풍화토	풍화암층	연암층	경암층				
BH-38	0.0-1.5 (1.5)	-	1.5-6.5 (5.0)	6.5-7.5 (1.0)	-	7.5	4	-1.8	
BH-39	0.0-1.5 (1.5)	1.5-7.0 (5.5)	-	7.0-10.0 (3.0)	-	10.0	4	-2.9	

가. 표토층

본 층은 현 조사지역 중 BB-38, 39지역에서 관찰되는 최상부층으로서 0.0~1.5m의 층두께로 분포하고 있으며, 점토 및 세립질로 구성되어 있고 모래성분을 함유하고 있다. 함수상태는 습윤하며 표준관입시험치(N치)는 평균 15/30(회/cm)로 보통(Medium)하며 색조는 암갈색을 띤다.

나. 풍화토층

본 층은 BB-39지역에서 관찰되며 현 지표면으로부터 심도 1.5~7.0m 하부에서 층후 5.5m 정도로 분포한다. 함수상태는 습윤하며 실트질 모래로 구성되어 있고 점토성분을 함유하고 있다. 표준관입시험치(N치)는 27/30~50/18(회/cm)로 보통 조밀(Medium Dense)~매우 조밀(Very Dense)하며 색조는 회갈색을 띤다.

다. 풍화암층

본 층은 BB-38지역에 나타나는 층으로서 지표면으로부터 1.5~6.5m 하부에서 층후 5.0m 정도로 분포한다. 표준관입시험치(N치)는 50/5~50/11(회/cm)로 매우 조밀(Very Dense)한 상대밀도를 나타내며 색조는 회갈색을 띤다.

라. 연암층

본 층은 기반암으로서 현 지표면으로부터 심도 6.5~10.0m 하부에서 층후 1.0~3.0m 정도로 분포한다. 풍화상태는 보통풍화(MW) 작용을 받았으며, 강도는 보통정도, 균열 및 절리의 발달로 파쇄가 심한것으로 관찰되는 색조는 회갈색을 띤다.

44.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 2008년 12월 31일 준공 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며 그 결과에 의한 유지관리가 실시되고 있는 상태이다.

【표 44.2.2】좌천교(부산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 균열, 뒤통부 침하 및 파손 등 · 배수시설상태양호 · 난간방호벽균열, 균열부백태등 · 신축이음후타콘크리트균열및마모, 유간토사퇴적등 · 교량받침반침물탈파손, 반침콘크리트균열등 · 바닥판지점부균열등 · 거더굽힘, 현장이음부실런트미처리등 · 2차부재/가로보상태양호 · 교대옹벽균열및균열부백태, 열화, 철근노출, 구체균열 및청소미흡등 · 점검시설상태양호 · 부대시설높이제한표지판스티커탈리등
2	정기안전점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	거더 : 도장 굽힘, 부식, 현장이음부 실런트 미처리 바닥판: 균열, 누수흔적 교량받침: 반침콘크리트균열 교대: 균열, 균열부백태, 파손, 표면오염, 실런트파손, 보강 토옹벽이격 신축이음: 유간토사퇴적, 차수판볼트체결불량 교면포장: 균열, 망상균열, 뒤통부파손 배수시설: 집수구막힘, 배수관이음부누수 난간및연석: 균열, 망상균열, 파손 2차부재/가로보: 상태양호 점검시설: 상태양호
3	2종성능평가	2024.03.11 ~2024.12.23	(주)명성엔지니어링	B등급	-안전성능평가 결과, 성능평가점수 0.188, 등급 b로 평가 -내구성능평가결과, 성능평가점수 0.136, 등급 b로 평가 -사용성능평가결과, 성능평가점수 0.597, 등급 d로 평가 -종합성능평가결과, 성능평가점수 0.231, 등급 B로 평가

【표 44.2.2】좌천교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
4	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.30	한국도로공사	양호	교면포장 균열, 망상균열, 접속부 파손 등 배수시설집수구막힘등 난간및연석균열,백태,철근노출,중앙분리대파손,망상 균열등 신축이음후타콘크리트균열및마모,유간토사퇴적등 교량받침받침콘크리트균열,받침몰탈박리및파손등 바닥판균열,누수흔적등 거더현장이음부임시조치등 2차부재가로보굽힘,부식등 교대균열,백태,균열부백태,박락,청소미흡등
5	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.13	자체수행	양호	교면포장 LMC포장 균열 및 망상균열, 접속부 파손 등 난간중분대균열부백태,철근노출,중앙분리대하단파손 등 신축이음후타콘크리트균열및마모,유간토사퇴적등 교량받침받침몰탈파손및박리,받침콘크리트균열등 바닥판지점부균열등 거더현장이음부실런트미처리등 2차부재가로보굽힘및부식등 교대구체균열,홍벽균열부백태,홍벽파손등
6	정밀안전점검	2023.02.20 ~2023.12.22	(주)엠케이에스 이	B등급	-교면포장 LMC 균열, 망상균열, 접속부 파손 -방호벽균열(0.3mm미만),망상균열,파손 -배수시설집수구막힘,배수관이음부누수 -신축이음유간토사퇴적,차수판볼트체결불량 -바닥판상태양호 -거더도장굽힘,부식 -가로보상태양호 -교량받침받침콘크리트균열(0.3mm미만) -교대균열(0.3mm미만),균열부백태,파손,표면오염,실 런트파손
7	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.06.08	자체수행	양호	· 교면포장 LMC포장 균열 및 망상균열, 파손 등 · 난간중분대 균열(cw=0.3mm 미만), 망상균열, 파손 등 · 배수시설 배수관 이음부 누수 등 · 신축이음 후타재 균열, 유간토사퇴적, 차수판 볼트 탈락 등 · 거더 굽힘, 부식 등 · 교량받침 받침콘크리트 균열 등 · 하부구조 교대 균열부백태, 파손, 표면오염 등

【표 44.2.2】좌천교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
8	정기안전점검	2022.07.20 ~2022.08.12	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함 등 세부결과 보고서 참고
9	정기안전점검	2022.05.10 ~2022.06.08	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부내용 결과보고서 참조
10	정밀안전점검	2021.03.03 ~2021.12.22	(주)엠케이에스 이	B등급	- 교면포장 LMC포장균열, LMC망상균열, LMC포장파손 - 방호벽균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손 - 배수시설배수관이음부누수 - 신축이음후타재균열, 유간토사퇴적, 차수판볼트탈락 - 거더굽힘, 부식 - 교량받침 받침 콘크리트 균열 - 교대균열(0.3mm미만), 파손, 표면오염
11	정기안전점검	2021.06.28 ~2021.06.28	자체수행	양호	· 거더 : 굽힘, 부식, 도장 박리 · 교량받침:받침콘크리트균열(cw=0.3mm미만) · 하부구조:홍벽균열(cw=0.3mm미만), 실린트파손, 보강토옹벽접속부이격 · 신축이음:후타재균열, 접속부이격, 차수판볼트탈리 · 교면포장:콘크리트망상균열, 파손 · 난간연석:균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 파손 · 배수시설:집수구막힘, 배수관이음부누수
12	정기안전점검	2020.07.24 ~2020.07.24	자체수행	양호	· 교량받침 받침콘크리트 균열 · 신축이음후타재균열, 유간토사퇴적, 차수판볼트탈리
13	정기안전점검	2020.06.30 ~2020.06.30	자체수행	양호	양호함
14	정밀안전점검	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술단 (주)	B등급	-바 닥 판 : 상태양호 -SteelBoxGirder:굽힘, 부식, 도장박리 -가로보:상태양호 -교 대 : 균열(폭 0.3mm미만), 표면오염 -교 각 : 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 파손, 굽힘, 표면오염 -교량받침:받침콘크리트균열(폭0.3mm미만) -신축이음:후타재균열, 접속부이격, 차수판볼트탈락 -교면포장:콘크리트망상균열, 파손 -배수시설:집수구막힘, 배수관이음부누수 -방호벽및중앙분리대:균열(폭0.3mm미만), 망상균열, 파손 -점검시설:상태양호

【표 44.2.2】좌천교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
15	2중성능평가	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술단 (주)	B등급	- 거더의 굽힘, 부식, 도장박리, 교대의 균열, 실린트 파손, 보강토 옹벽 접속부 이격, 교량받침의 받침콘크리트 균열, 신축이음의 후타재 균열, 접속부 이격, 차수판 볼트탈락, 교면포장의 콘크리트 망상균열, 파손, 배수시설의 집수구 막힘, 배수관 이음부 누수, 방호벽 및 중앙분리대의 균열, 망상균열, 파손 등이 조사됨. - 내구성시험결과, 내구성저하요인은 조사되지 않았으며, 구조해석검토결과, 안전성을 확보하고 있음. - 안전성능평가결과(B), 내구성능평가결과(A), 사용성능평가결과(B) - 종합평가결과 “일부부재에 경미한 결함이나 내구성저하 가능성이 조사되었으며, 외부환경조건 등을 고려하여 진행여부를 지속 관찰하고 보수여부를 결정하여야 하는 성능수준” 인 “B등급” 으로 평가됨.
16	정기안전점검	2019.04.24 ~2019.04.24	자체수행	양호	교대 구체 균열 / 신축이음 후타 이격 교면 접속부 단차 발생/배수구 이물질 퇴적
17	정기안전점검	2018.07.24 ~2018.07.24	자체수행	양호	- 양호함
18	정기안전점검	2018.04.05 ~2018.04.05	자체수행	양호	- 양호함
19	정기안전점검	2017.12.06 ~2017.12.06	자체수행	양호	- 양호함
20	정기안전점검	2017.06.26 ~2017.06.26	자체수행	양호	- 양호함
21	정밀안전점검	2016.11.16 ~2016.12.30	(주)엠케이에스 이	A등급	- 교면포장 망상균열 - 방호벽 균열(0.3mm 미만) - 배수시설 집수구 막힘 - 신축이음 후타재 균열, 차수판 볼트 체결 불량
22	정기안전점검	2016.05.02 ~2016.05.02	자체수행	양호	- 양호함
23	정기안전점검	2015.09.02 ~2015.09.02	자체수행	양호	- 양호함

【표 44.2.2】좌천교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
24	정기안전점검	2015.05.27 ~2015.05.27	자체수행	양호	- 양호
25	정기안전점검	2014.08.18 ~2014.08.18	자체수행	양호	양호
26	정기안전점검	2014.04.23 ~2014.04.23	자체수행	양호	양호
27	정밀안전점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등급	파라펫부 균열
28	정기안전점검	2013.05.27 ~2013.05.27	자체수행	양호	양호
29	정기안전점검	2012.08.07 ~2012.08.08	자체수행	양호	양호
30	정기안전점검	2012.04.23 ~2012.04.23	자체수행	양호	양호함
31	정기안전점검	2011.12.12 ~2011.12.12	자체수행	양호	양호
32	정기안전점검	2011.04.11 ~2011.04.12	자체수행	양호	이상없음
33	정기안전점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	양호함
34	정밀안전점검	2010.03.10 ~2010.05.09	자체수행	A등급	후타콘크리트 접속부 포장 일부 균열
35	정기안전점검	2009.08.04 ~2009.11.25	자체수행	양호	이상없음
36	정기안전점검	2009.03.06 ~2009.06.30		양호	이상없음

44.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
교면포장	◦교면포장에 대한 외관조사결과, 포장부에 전반적인 망상균열이 발생한 상태이며, 시·종점 접속부는 국부적으로 파손이 조사되었다.	
방호벽	◦방호벽에 대한 외관조사결과, 일부 구간에서 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손이 발생한 것으로 조사되었다.	
배수시설	◦배수시설에 대한 외관조사 결과, 전반적으로 이물질퇴적이 발생하여 집수구 막힘이 발생하고 있으며, 하부에 설치된 배수관 이음부 누수가 조사되었다.	
신축이음	◦신축이음에 대한 외관조사 결과, 기 정밀안전점검(2021.12) 이후 신축이음 교체(Monocell Joint ⇒ Rail Joint)가 시행된 것으로 확인되었으며, 본체 유간부 토사퇴적 및 차수관 볼트체결불량이 발생한 것으로 조사되었다. ◦신축이음 유간검토 신축이음 유간을 각 지점에서 측정한 결과 신축이음 유간은 온도변화에 따른 가동량은 이론치와 유사한 것으로 조사되어 원활한 신축거동을 하고 있는 것으로 평가되고, 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.	
바닥판	◦바닥판에 대한 외관조사결과, 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었다.	
거더	◦거더외부에 대한 외관조사결과, 도장긁힘 및 부식이 발생한 것으로 조사되었다. ◦거더내부에 대한 외관조사결과, 강재 변형 및 탈락, 볼트 풀림 등의 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었다.	
가로보 및 세로보	◦2차부재(가로보)에 대한 외관조사결과, 도장박리, 부식, 변형 등의 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었다.	
교량받침	◦교량받침에 대한 외관조사결과, 받침 콘크리트균열(0.3mm미만)이 발생한 것으로 조사되었다. ◦연단거리 검토 본 교량의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치(400mm)를 상회하는 것으로 조사되어 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다. ◦이동 여유량 검토 온도변화에 따른 교량받침의 이동량을 검토한 결과, 모든 교량받침이 이동여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 나타났다.	
교대	◦교대에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 파손, 표면오염, 실런트 파손, 보강토옹벽 접속부 이격 등이 발생한 것으로 조사되었다.	
기초	◦좌천교(부산)의 설계도서 검토결과, 기초형식은 직접기초(A1, A2)로 시공된 것으로 검토되었으며, 점검일 현재 기초는 노출 없이 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.	
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설(교량 점검시설) 교량 점검시설에 대한 외관조사 결과, 점검통로의 브라켓 및 앵커볼트, 난간, 발판 등은 손상이 발생하지 않은 건전한 상태인 것으로 조사되었다.	
	◦도로포장 (교면포장)	
	◦도로부 신축이음부 (신축이음)	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과	책임기술자 의견
비파괴강도 (MPa)	상부구조		28.3	·설계강도 이상을 확보 - 바닥판: 27.0MPa - 교대: 24.0MPa
	하부구조		26.1 ~ 26.4	
탄산화시험 (mm)	상부 구조	탄산화깊이	1.8	·탄산화 등급은 상부구조 “a” 등급 ·탄산화 등급은 하부구조 “a” 등급
		잔여깊이	32.2	
	하부 구조	탄산화깊이	4.6	
		잔여깊이	56.4	
종합평가	·비파괴강도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정·검토됨. 건전부와 비건전부 비교결과 비건전부의 강도저하는 있으나 설계기준강도 100%이상으로 강도부족에 의한 내구성저하는 없는 것으로 분석됨. ·탄산화시험결과, 상부구조 및 하부구조는 탄산화 잔여깊이는 30mm이상으로 상태평가 기준 “a” 등급으로 조사되어 탄산화에 대한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 판단됨.			

다. 종합평가

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과			종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F		기준	
좌천교(부산)	0.207	B	상부 구조	—	—	B
			하부 구조	—	—	
종합평가	•안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 급회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태”로 지정되었다.					

라. 안전등급 지정

좌천교(부산)에 대한 상태평가 결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로 안전등급 B 등급으로 평가되었다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

점검부위	결합 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면포장	포장파손	0.80	1.20	m ²	단면보수	240	288	2	
방호벽	균열(0.3mm미만)	1.50	1.00	m/m ²	표면보수	65	65	3	
	망상균열	0.90	1.35	m ²	표면보수	65	87	3	
	파손	0.15	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
배수시설	집수구 막힘	10	10	EA	청소	20	200	1	
	배수관 이음부 누수	4	4	EA	이음부 실링처리	50	200	3	
신축이음	유간토사퇴적	7.00	30.00	m	청소	20	600	2	
	차수판 볼트체결불량	3	3	EA	볼트 재체결	50	150	3	
거더외부	도장 긁힘	0.08	1.00	m ²	부분 재도장	70	70	2	
	부식	0.02	1.00	m ²	부분 재도장	70	70	2	
교대	균열(0.3mm미만)	16.80	4.20	m/m ²	표면보수	65	273	3	
	균열부백태	1.40	1.00	m/m ²	표면보수	65	65	3	
	파손	0.03	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
	실런트 파손	18.00	18.00	m	실런트 처리	20	360	3	
순 공 사 비							2,908		
제경비(순공사비×0.5)							1,454		
총 공 사 비							4,362		

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

바. 종합결론

1) 좌천교(부산)는 준공 후 15년이 경과된 Steel Box Girder 교량으로 금회 정밀안전점검결과 주요부재(거더, 교대)인 거더외부 도장 균열 및 부식, 교대 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 파손 등의 손상이 발생하고, 기타부재(교면포장, 배수시설, 방호벽)에서 포장부 망상균열, 방호벽 균열(0.3mm미만) 및 파손, 집수구 막힘 등의 손상이 조사되었다. 금회 정밀안전점검시 배수시설에서 조사된 집수구 막힘은 원활한 배수 기능을 위해 단기적으로 청소 등의 유지관리가 요구된다.

또한, 포장부는 공용기간이 증가할수록 LMC 포장의 노후화는 가속화되고 포장 마모 및 골재 탈리 등의 요인으로 주행성 저하가 예상되므로 교면포장에 대한 장기적인 재포장 계획수립이 필요할 것으로 판단된다.

2) 내구성시험 결과, 반발경도법에 의한 비파괴 강도는 100%를 상회하는 것으로 측정되어 강도저하는 없는 것으로 판단되고 탄산화 시험은 모든 측정부위에서 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 탄산화에 의한 내구성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.

3) 따라서, 본 교량은 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태」인 “B등급”으로 평가 되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단되고 시설물 등급의 상향 또는 현 상태의 등급을 지속적으로 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

4) 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

－ 금회 정밀안전점검 실시결과 시설물의 사용제한 필요 없는 것으로 판단된다.

5) 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- － 배수시설 이물질 퇴적으로 인한 포장부 체수 및 주행성 저하 유무
- － 포장부 망상균열의 진전 및 손상 심화(골재 분리, 파손 등) 여부

6) 기타 필요한 사항

－ 없음

44.2.5 시설물 보수 이력

【표 44.2.3】좌천교(부산) 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	2024년~2025년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	교대 등	(주)엠케이에스 이	태정산업개발(주)
	2024-05-13 ~ 2024-08-30		단면보수	1,040	이선우
2	2019년 구조물 정밀안전진단 및 점검 결함사항 보수공사		거더외	(주)태원코퍼레 이션	지엘부
	2020-08-28 ~ 2020-12-28		채도장 등	9,887	조재성

※ 전차 정밀안전점검(2023년) 보고서 검토결과, 신축이음장치(A1, A2)가 기존 모노셀 조인트에서 레일조인트로 교체되었다.

※ 시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※ 전차 정밀안전진단(2023년) 자료 참조

※ FMS상 보수이력 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

44.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

좌천교(부산)는 2008년 준공된 교량으로 준공도서 및 시설물관리대장(FMS) 등을 검토한 결과 내진설계가 적용된 교량인 것으로 확인되었다.

적용유무				내진설계								비고							
내진설계 적용				- 시설물관리대장(FMS)에 내진설계 적용으로 표기됨															
시설물번호				관리번호		시설물명		노선		시설물분류									
								구분		세부노선		시설물종류		시설물종별		시설물구분		SOC성능평가대상	
BR2008-0000938						좌천교(부산)		고속국도		고속국도65호선		경간장 50M이상인 한 경간 교량		2층		교량		유	
주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)						관리주체		관리주체구분				소유자		소유자구분					
부산광역시		기장군		장안읍 좌천리 503-7		부산울산고속도로 (주)		공공		민간		국토해양부		공공		민간			
								중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	중앙부처			지자체	(국가/지방)공기업				
사업계획 승인일		준공 (사용승인)일		하자담보책임 만료일		2. 상세제원		3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력		4. 보수·보강 이력		환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)		5. 첨부자료 목록					
		2008년 12월 31일		2018년 12월 31일		유		유		유				SDC10008.jpg SDC10005.jpg					
설계기간				설계자		공사기간				시공자				총공사비(백만원)					
1997-12-01 ~ 1999-10-01				(주)태원코퍼레이션		2001-11-29 ~ 2008-12-31				코오롱건설 (주)				2,394					
내진정보		내진설계 대상 유무		내진설계 적용 유무		적용내진설계기준				내진성능평가 실시 유무				내진보강 유무					
		불명		적용						불명				불명					
영21조대상		감리기간		감리자(책임감리원)		사업주체(발주자)				공사명				공사감독·공사관리관					
아니오						부산울산고속도로(주)				부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업									
기타 기본현황																			
작성일				작성자				최종 수정일				최종 수정자							
2008년 12월 10일				부산울산고속도로(주) (인)				2019년 11월 26일				박준형							
비고																			
설계 조건		◇ 해석방법 - 다중 모드 스펙트럼 ◇ 내진설계 상수 - 내진등급 : 내진 1등급 - 지진구역계수 : 0.110 - 가속도계수 : 0.154 - 지반종류 : II지역 (S=1.20)										구조도 구조도 부산~울산간 고속도로 건설공사 구조및수리계산서(1) 제4장 9. 제1면~제1면 1999.10 한국도로공사							

44.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

44.2.8 주변환경 및 하중변화

좌천교(부산)는 부산광역시 기장군 장안읍 좌천리에 위치하는 2중 시설물로서 일반국도 14호선을 횡단하는 부산울산고속도로 본선 교량이며, FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 부산울산고속도로(주)에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일 현재의 교량주변현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.



【사진 44.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

44.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 44.2.4】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 전차 성능평가 보고서 ◇ 전차 정밀안전점검 보고서 ◇ 사고기록 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 - 보수 및 점검이력	◇ 부재별 중점손상 - 교면포장 LMC 균열, 망상균열, 접속부 파손 - 방호벽 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손 - 배수시설 집수구 막힘, 배수관 이음부 누수 - 신축이음 유간토사퇴적, 차수판 볼트체결불량 - 바닥판 상태양호 - 거더 도장 긁힘, 부식 - 가로보 상태양호 - 교량받침 받침 콘크리트 균열(0.3mm미만) - 교대 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 파손, 표면오염, 실린트 파손 ◇ 표면보수, 단면보수, 재도장, 청소, 실린트 처리 등	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 보수부 상태 확인

44.3 현장조사

44.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1	도보 및 점검시설	2025.03.24.~2025.12.17.	
			
도보점검 작업전경		도보점검 작업전경	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 44.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

44.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 좌천교(부산)는 Steel Box Girder 1경간으로 이루어져 있으며, 캔틸레버부를 제외한 바닥판하면은 콘크리트 데크플레이트로 마감되어 있고, 연장은 약 L=50.0m 폭 15.8m(편도 3차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 드론으로 근접조사를 실시하였다.



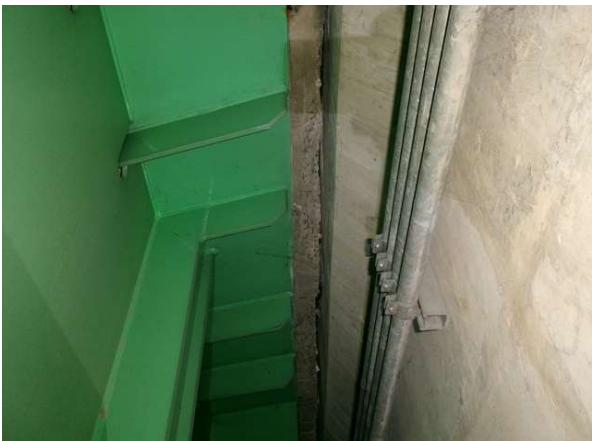
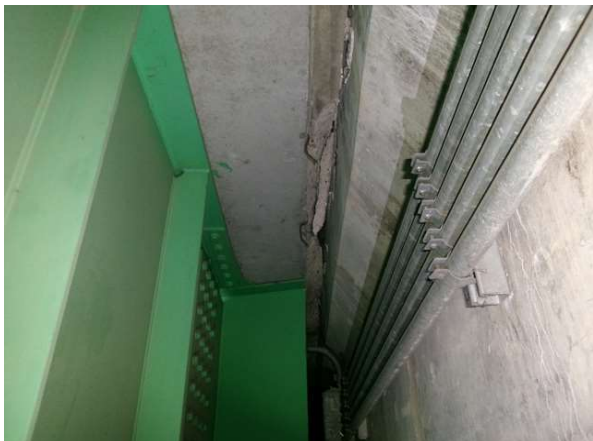
【사진 44.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 현장조사 결과, 신규손상으로 파손이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 44.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	0.50	2
합계	0.50	2

			
손상현황	• S1 파손 (1.0×0.1)	손상현황	• S1 파손 (1.0×0.1)
원 인	• 신축이음 교체 시공 중 외부충격 등	원 인	• 신축이음 교체 시공 중 외부충격 등
조치방안	• 단면보수 등	조치방안	• 단면보수 등
			
손상현황	• S1 파손 (4.0×0.1)	손상현황	• S1 파손 (4.0×0.1)
원 인	• 신축이음 교체 시공 중 외부충격 등	원 인	• 신축이음 교체 시공 중 외부충격 등
조치방안	• 단면보수 등	조치방안	• 단면보수 등
			
손상현황	• S1 파손 (4.0×0.1)	손상현황	• S1 파손 (4.0×0.1)
원 인	• 신축이음 교체 시공 중 외부충격 등	원 인	• 신축이음 교체 시공 중 외부충격 등
조치방안	• 단면보수 등	조치방안	• 단면보수 등

【사진 44.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존에 손상이 없는 양호한 상태였으나 금회 점검에서 신규손상으로 시공 중 외부충격에 의한 파손이 조사되어 손상물량이 증가하였다.

【표 44.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	파손	m ²	—	—	0.50	2	▲ 0.50	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 파손의 경우, 신축이음 교체 이력을 고려할 때 시공 중 발생한 외부충격 등에 의한 손상으로 판단된다. 따라서 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box Girder는 3열 1경간, 연장은 약 L=50.0m 폭 15.8m(편도 3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 44.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

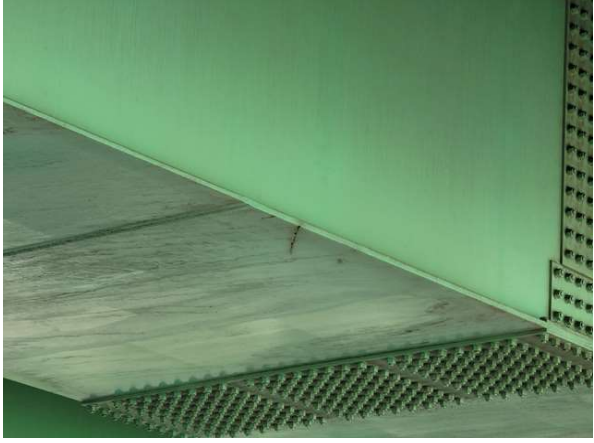
- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 굽힘, 부식 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 44.3.3】 거더외부 현장조사 결과

구분	굽힘 (m ² /개소)		부식 (m ² /개소)	
S1	0.08	1	0.13	5
합계	0.08	1	0.13	5

【표 44.3.4】 거더내부 현장조사 결과

구분	상태양호
S1	—
합계	—

			
손상현황	• 거더외부 S1-G1 부식(0.1×0.1)	손상현황	• 거더외부 S1-G1 부식(0.1×0.1)
원 인	• 습기흡착, 외기노출 등	원 인	• 습기흡착, 외기노출 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• 거더외부 S1-G2 부식(0.1×0.1)	손상현황	• 거더외부 S1-G3 굽힘(0.1×0.1)
원 인	• 습기흡착, 외기노출 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• 거더내부 상태현황	손상현황	• 거더내부 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 44.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 굽힘, 부식 등의 손상이 확인되고, 금회 점검에서 신규손상으로 습기흡착 등에 의한 부식이 추가 조사되어 손상물량이 증가하였다.

【표 44.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	굽힘	m ²	0.80	1	0.80	1	— —	변동없음
	부식	m ²	0.04	4	0.13	5	▲ 0.09	신규손상
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

4) 검토의견

- 거더외부에서 조사된 부식의 경우 외기노출, 습기흡착, 공용 중 노후화 등의 환경적 요인에 의하여 발생한 손상으로 판단된다. 부식은 진전 시 강재의 모재두께감소 등을 유발하므로 재도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 거더외부에서 조사된 굽힘의 경우 하부 통행 차량의 외부 충격에 의한 손상으로 판단된다. 해당 손상은 부식으로 진전될 가능성이 있으며, 이를 방지하기 위해 재도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 좌굴방지 및 상부 하중을 횡분배 시켜주는 가로보가 교축 직각방향으로 Steel로 설치되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 44.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 44.3.6】 가로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 가로보 S1 상태현황	손상현황	• 가로보 S1 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 44.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았으며, 기존점검과 동일하게 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 44.3.7】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

4) 검토의견

- 가로보는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 현상유지를 위해 주기적인 점검을 통하여 신규손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 A1, A2 역T형 직접기초로 시공되었다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



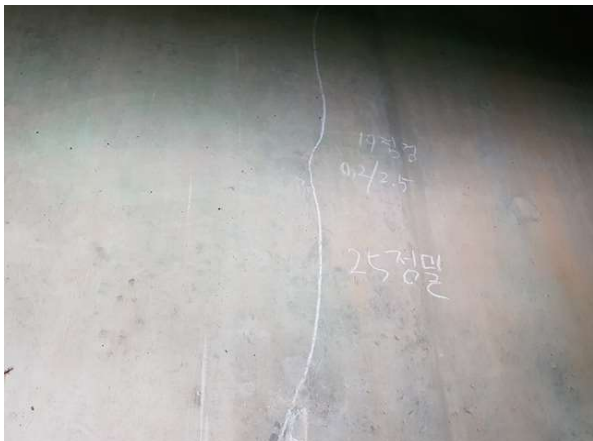
【사진 44.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 표면오염, 실란트 파손, 보강토 옹벽 접속부 이격, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 44.3.8】 교대 현장조사 결과

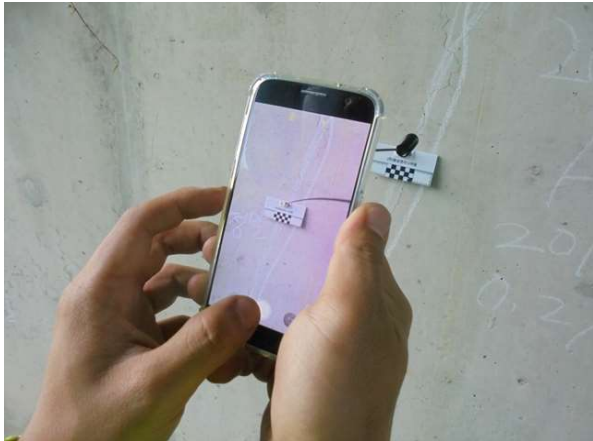
구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열부 백태 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		실란트 파손 (m/개소)		보강토 옹벽 접속부 이격 (m/개소)	
A1	8.20	7	0.35	2	1.75	1	—	—	9.00	1	—	—
A2	12.80	12	0.25	1	—	—	0.04	1	9.00	1	10.00	1
합계	21.00	19	0.60	3	1.75	1	0.04	1	18.00	2	10.00	1

			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 균열부 백태 (0.7×0.25×2EA)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축, 손상부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 실란트 파손(L=0.9m)	손상현황	• A1 표면오염 (0.5×3.5)
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• 외부 우수유입 등
조치방안	• 실링처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 44.3.9】 교대 손상현황

			
손상현황	• A2 균열부 백태 (0.25×1.0)	손상현황	• A2 실란트 파손 (L=0.9m)
원 인	• 건조수축, 손상부 우수유입 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 실링처리
			
손상현황	• A2 보강토 옹벽 접속부 이격 (L=10.0m)	손상현황	• A2 보강토 옹벽 접속부 이격 (L=10.0m)
원 인	• 접속부 다짐불량 등	원 인	• 접속부 다짐불량 등
조치방안	• 실링처리 등	조치방안	• 실링처리 등
			
손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 44.3.9】 교대 손상현황(계속)

			
손상현황	• A2 균열 (0.3mm 미만)	손상현황	• A2 균열 (0.3mm 미만)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 균열 (0.3mm 미만)	손상현황	• A2 균열 (0.3mm 미만)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 파손 (0.2×0.2)	손상현황	• A2 파손 (0.2×0.2)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 44.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 표면오염, 실란트 파손, 보강토 옹벽 접속부 이격 등의 손상이 확인되었다. 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축, 손상부 우수유입, 외부충격 등에 의한 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 파손 등의 손상이 추가 조사되었고, 기존손상인 파손의 보수가 확인되었다. 균열부백태 손상의 경우 기존 길이 단위에서 면적 단위로 변경되며 손상물량에 대한 변동이 발생하였다.

【표 44.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	16.80	15	21.00	19	▲ 4.20	신규손상
	균열부 백태	m ²	1.40	2	0.60	3	▼ 0.80	신규손상 단위변경
	파손	m ²	0.03	1	0.04	1	▲ 0.01	신규손상 보수실시
	표면오염	m ²	1.75	1	1.75	1	- -	변동없음
	실란트파손	m	18.00	2	18.00	2	- -	변동없음
	보강토 옹벽 접속부 이격	m	10.00	1	10.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 온도변화와 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상부 우수유입으로 인한 진전이 우려되므로 진전방지 및 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 교대에서 조사된 균열부 백태, 표면오염의 경우 우수유입, 습기흡착, 손상부 우수유입 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 추가적인 우수유입으로 인한 손상의 진전이 우려되므로 진전방지 및 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 조사된 실란트 파손의 경우 시공미흡, 공용 중 노후화 등에 의한 손상으로 판단되며, 실란트 파손으로 인해 노출된 이음부를 보호하기 위해 실링처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 이격의 경우 날개벽과 측면 성토부 옹벽 사이에 있는 이음부에서 발생하였으며 시공 초기 다짐불량, 상부 우수유입으로 인한 성토부 일부 유실 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단된다. 특히 내부 골재가 일부 노출되어 있으며 추가적인 유실은 확인되지 않았으나 실링처리, 몰탈보수 등의 안전성 확보와 내부 골재 및 충전물 유실을 방지하는 종류의 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 현 구조물의 안전성의 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

마. 기초

1) 부재의 개요

- 좌천교(부산)의 교대 기초는 직접기초(A1, A2)로 시공된 것으로 확인되었으며, 교대의 기초는 대부분 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 상태이다.

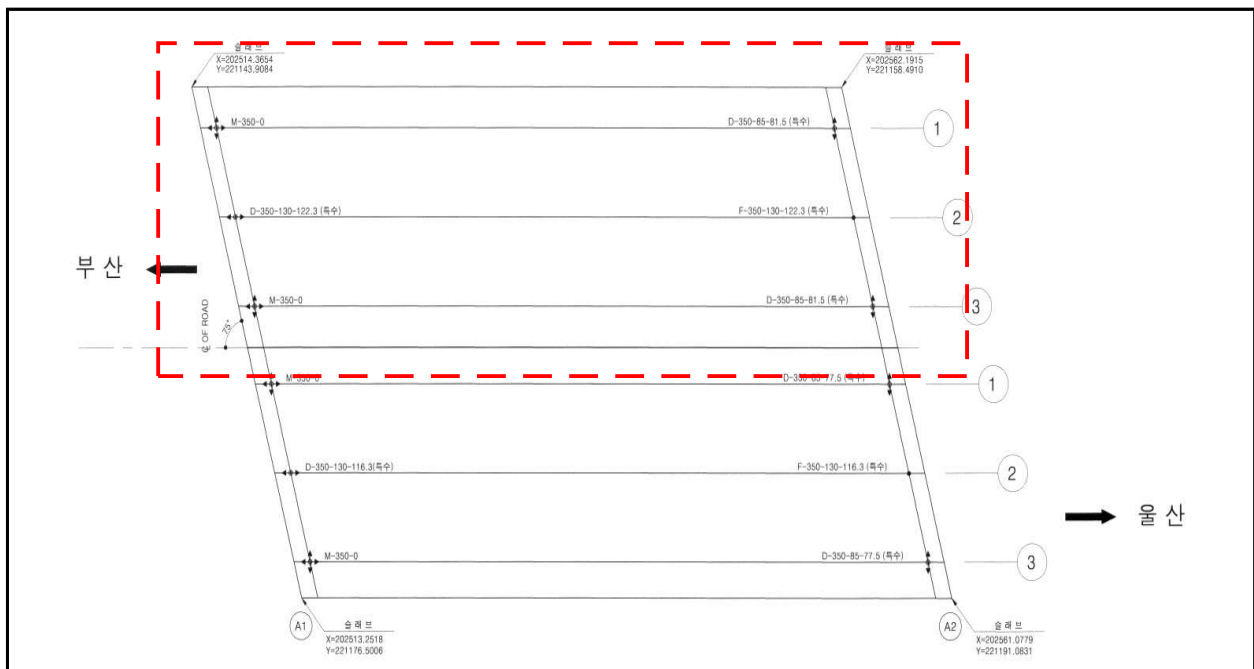


【사진 44.3.10】 기초 전경

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 포트받침으로 교대 A1, A2에 각 3개소 총 6개소가 설치되어있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 ‘현장조사 및 외관조사 사진첩’에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 44.3.1】 교량받침 배치도



【사진 44.3.11】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 44.3.10】 교량받침 현장조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 파손 (㎡/개소)	
A1	0.20	1	—	—
A2	—	—	0.12	3
합계	0.20	1	0.12	3

			
손상현황	• A1-SH2 무수축물탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2-SH1 무수축물탈 파손(0.2×0.1)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 유간부족
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수 등
			
손상현황	• A2-SH1 무수축물탈 파손(0.2×0.1)	손상현황	• A2-SH2 무수축물탈 파손(0.5×0.1)
원 인	• 유간부족	원 인	• 유간부족
조치방안	• 단면보수 등	조치방안	• 단면보수 등

【사진 44.3.12】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• A2-SH2 무수축물탈 파손(0.5×0.1)	손상현황	• A2-SH3 무수축물탈 파손(0.5×0.1)
원 인	• 유간부족	원 인	• 유간부족
조치방안	• 단면보수 등	조치방안	• 단면보수 등

【사진 44.3.12】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 무수축물탈 균열(0.3mm미만)이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 유간 협착 이력에 의한 무수축물탈 파손이 추가로 조사되어 금회 손상물량이 증가하였다.

【표 44.3.11】 교량받침 기 점검 결과 비교

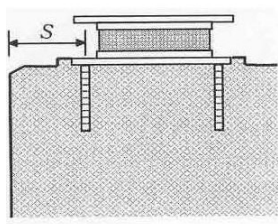
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	0.20	1	- -	변동없음
	무수축물탈 파손	m ²	-	-	0.12	3	▲ 0.12	신규손상

4) 검토의견

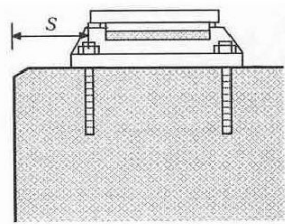
- 교량받침에서 조사된 무수축물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 온도변화 및 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 무수축물탈 파손의 경우 신축이음 교체 이전, 유간 협착으로 유발된 응력에 의해 손상이 발생한 것으로 판단되며, 금회 조사에서 가동여유량을 검토한 결과, 허용범위를 충족한 것으로 확인되었고, 이에 따라 신축이음 교체로 유간 부족 문제는 해소된 것으로 사료된다. 따라서, 부재의 내구성 확보와 지지력 저하 방지를 위해 단면 보수를 시행하는 것이 바람직하다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2010, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침



(b) 강재받침

- 거더의 경간길이 100m 이하
: $S(\text{mm}) = 200 + 5L$
 - 거더의 경간길이 100m 이상
: $S(\text{mm}) = 300 + 4L$
- 여기서, L은 경간길이(m)

【그림 44.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 44.3.13】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450.0(\text{mm})$

【표 44.3.12】연단거리 측정 결과

구 분	계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)			검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	
A1	450.0	1,010	1,010	1,010	O.K
A2	450.0	950	950	950	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



【사진 44.3.14】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ (보통지방)에 따른 여유량 검토

【표 44.3.13】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	-25.4	24.6	0.000012	50.00	15.2	14.8	
A2	고정단						
1) 조사당시 온도 : 15.4℃(조사일 : 2025년 05월 22일, 평균온도, 부산) 2) 검토온도 : -10℃ 40℃(STB거더, 보통지방)							

【표 44.3.14】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장			
A1	SH1	30	80	20	15.2	14.8	±50	O.K	O.K
	SH2	30	80	20			±50	O.K	O.K
	SH3	30	80	20			±50	O.K	O.K
A2	고정단								
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 2023년 정기안전점검에서 Monocell Joint에서 Rail Joint로 교체된 것이 확인되었다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



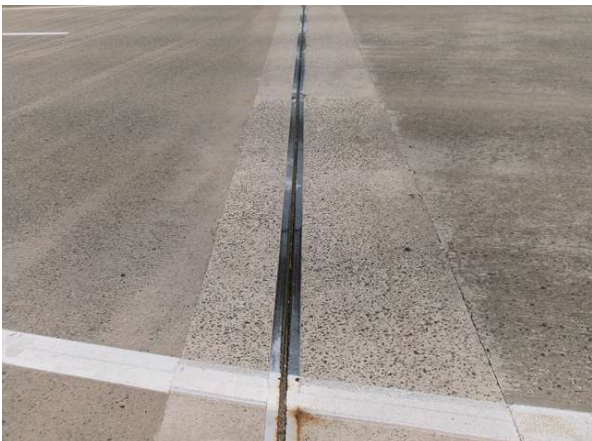
【사진 44.3.15】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 유간토사퇴적, 차수판 볼트체결불량, 본체부식 손상이 조사되었다.

【표 44.3.15】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	유간토사퇴적 (m/개소)		차수판 볼트체결불량 (개소/개소)		본체 부식 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	3.50	1	3.00	3	2.00	1
A2 (EXP J2)	3.50	1	—	—	—	—
합계	7.00	2	3.00	3	2.00	1

			
손상현황	• A1 본체 부식	손상현황	• A1 본체 부식
원 인	• 외기노출, 공용 중 노후화 등	원 인	• 배수미흡 등
조치방안	• 재도장 등	조치방안	• 재도장 등
			
손상현황	• A1 유간 토사퇴적 상태양호	손상현황	• A1 신축이음 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• A1 신축이음 상태현황	손상현황	• A2 신축이음 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 44.3.16】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 유간 토사퇴적, 차수판 볼트체결불량 등의 손상이 확인되었다. 금회점검에서 배수미흡 등에 의한 본체 부식 손상이 신규로 조사되어 손상물량이 증가하였으며, 정밀조사 결과 기존손상인 A1 신축이음의 유간 토사퇴적은 현재 양호한 상태로 확인되었다.

【표 44.3.16】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	유간 토사퇴적	m	7.00	2	3.50	1	▼ 3.50	정밀조사
	차수판 볼트체결불량	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	본체 부식	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에서 조사된 유간 토사퇴적의 경우 공용 중 토사 및 비산먼지 퇴적 등에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 기능성 확보를 위해서 청소, 정비 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 차수판 볼트체결불량의 경우 차량통행에 의한 진동, 체결미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 차수판 탈락 시 신축이음 우수접촉으로 인한 2차 손상을 유발할 수 있으므로 볼트 재체결 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 본체 부식의 경우 기존 토사퇴적으로 인한 배수미흡, 외기노출, 공용 중 노후화 등이 원인으로 판단되며, 신축이음의 내구성 저하방지를 위해 제도장, 정비 등의 적절한 보수를 실행하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃ (STB거더, 보통지방)에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																		
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																			
소요 신축량	- 소요 가동량 산정(STB거더교) - 조사일 : 2025. 05. 22. 기온 적용: 15.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-15.4℃ = 24.6℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(15.4℃) = -25.4℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th>교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선평창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식	보통지방	한랭지방	선평창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식	보통지방	한랭지방	선평창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																

【사진 44.3.17】 신축이음 유간 측정방법

【표 44.3.17】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선평창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (mm)	계산 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	-25.4	24.6	0.000012	50.00	15.2	14.8	-	15.2	14.8	

1) 조사당시 온도 : 15.4℃(조사일 : 2025년 05월 22일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(STB거더, 보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 44.3.18】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm)	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	15.2	14.8	21.0	50	13.8	6.2	OK	OK
	바닥판	15.2	14.8	20.0	—	—	5.2	—	OK
	거더	15.2	14.8	118.0	—	—	103.2	—	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 15.4℃ (05월 22일)로써 이때 측정유간은 20.0~118.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 44.3.18】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 포장균열, 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 44.3.19】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장균열 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	1.60	2	750.00	1	1.05	3
합계	1.60	2	750.00	1	1.05	3

			
손상현황	• S1 교면포장 망상균열(15.0×50.0)	손상현황	• S1 교면포장 망상균열(15.0×50.0)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 채포장 등	조치방안	• 채포장 등
			
손상현황	• A1 접속부 파손(0.5×0.9)	손상현황	• A2 접속부 파손(0.2×2.0)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 단면보수 등	조치방안	• 단면보수 등
			
손상현황	• S1 교면포장 상태현황	손상현황	• S1 교면포장 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 44.3.19】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 포장균열, 망상균열, 파손 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 정밀조사로 인하여 파손의 손상물량이 소폭 증가하였다.

【표 44.3.20】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장균열	m	1.60	2	1.60	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	750.00	1	750.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.80	3	1.05	3	▲ 0.25	정밀조사

4) 검토의견

- 교면포장에 조사된 포장균열, 망상균열의 경우 차량통행으로 인한 하중, 외부충격, 건조수축 등이 복합적으로 작용하여 발생한 손상으로 판단되며, 부재 전체에 광범위하게 발생한 손상으로 2차 손상 방지 및 부재의 내구성 확보 차원에서 채포장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 교면포장에 조사된 포장파손의 경우 차량통행으로 인한 진동, 외부충격, 다짐미흡 등이 복합적으로 작용하여 발생한 손상으로 판단되며 차량통행의 안전성을 확보하기 위해서 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 좌천교(부산)의 배수시설은 종단구배 (-)1.1792%, 횡단구배 (-)0.8365%~(+)1.9463%로 물흐름에 의거하여 교면포장의 좌측에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 44.3.20】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 집수구 막힘, 누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 44.3.21】 배수시설 현장조사 결과

구분	집수구 막힘 (개소/개소)		배수관 이음부 누수 (개소/개소)	
S1	10.00	10	4.00	4
합계	10.00	10	4.00	4

			
손상현황	• S1 집수구 막힘	손상현황	• S1 집수구 막힘
원 인	• 비산먼지 퇴적 등	원 인	• 비산먼지 퇴적 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 청소
			
손상현황	• S1 배수관 이음부 누수 4EA	손상현황	• S1 배수관 이음부 누수 4EA
원 인	• 내부 토사,이물질 퇴적 등	원 인	• 내부 토사,이물질 퇴적 등
조치방안	• 청소, 정비 등	조치방안	• 청소, 정비 등
			
손상현황	• 배수구 상태현황	손상현황	• 배수관 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 44.3.21】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 집수구 막힘, 배수관 이음부 누수 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 44.3.22】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	집수구 막힘	EA	10.00	10	10.00	10	- -	변동없음
	배수관 이음부 누수	EA	4.00	4	4.00	4	- -	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘의 경우 토사 및 비산먼지 퇴적 등에 의한 손상이며, 기후에 따라 채수에 의한 수막현상 등을 유발하여 차량 주행의 안전성에 위해를 가하는 요소로 판단되므로 주기적인 청소 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 배수관 이음부 누수의 경우 배수관 내부 토사 및 이물질의 퇴적에 의해 배수처리에 지장이 생기며 발생한 손상으로 판단되며 원활한 배수처리를 위해 청소, 정비 등의 적절한 보수가 필요하다고 사료된다.

차. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호벽과 중앙분리대는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.08m로 시공되어 있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 44.3.22】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 44.3.23】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		중분대 접속부 파손 (m²/개소)	
S1	1.50	3	0.90	1	0.15	1
합계	1.50	3	0.90	1	0.15	1

			
손상현황	• S1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S1 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 중분대 접속부 파손 (0.3×0.5)	손상현황	• 중분대 접속부 파손 (0.3×0.5)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• 방호벽 델리네이터 상태현황
원 인	• 건조수축 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 44.3.23】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 접속부 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 44.3.24】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	1.50	3	1.50	3	— —	변동없음
	망상균열	m ²	0.90	1	0.90	1	— —	변동없음
중분대	접속부 파손	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우, 건조수축, 공용 중 노후화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 접속부 파손의 경우 외부충격, 차량통행에 의한 진동에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 저하방지 차원에서 단면보수 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 좌천교(부산)의 점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전면에 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



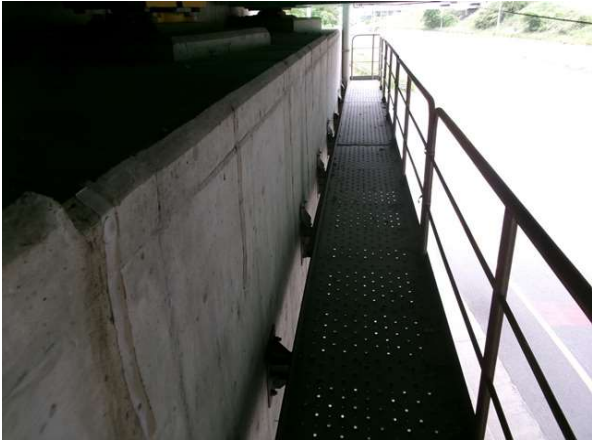
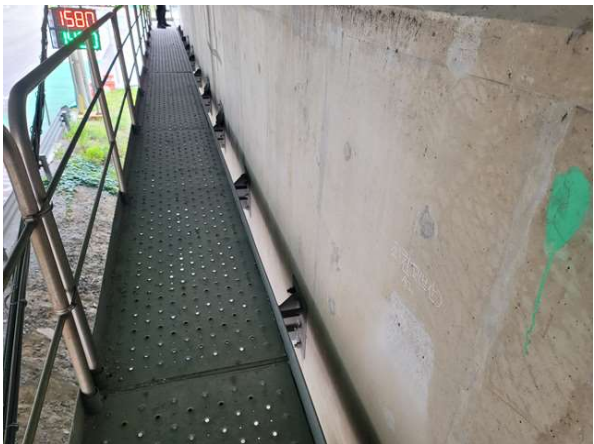
【사진 44.3.24】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 44.3.25】 교량 점검시설 현장조사 결과

구 분	상태양호
A1	—
A2	—
합계	—

			
손상현황	• A1 점검로 상태현황	손상현황	• A1 점검로 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• A1 점검로 상태현황	손상현황	• A2 점검로 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• A2 점검로 상태현황	손상현황	• A2 점검로 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 44.3.25】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존과 동일하게 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 44.3.26】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	

4) 검토의견

- 점검시설은 손상이 없는 양호한 상태로 현상유지를 위해 주기적인 점검을 통하여 신규손상 발생 여부를 확인하는 유지관리가 요구된다.

타. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽, 교량 점검시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

파. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

【표 44.3.27】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

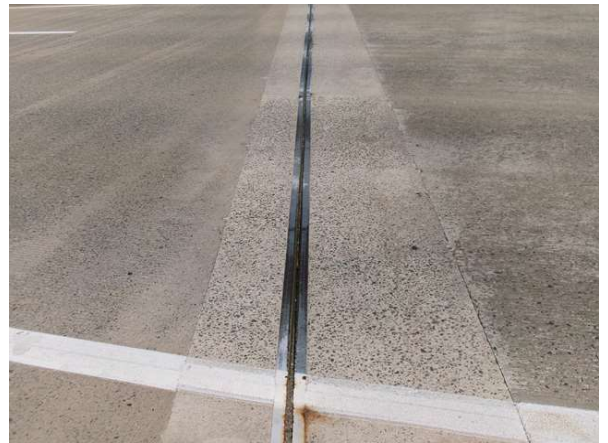
2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 좌천교(부산)은 국도14호선(S1)을 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 집수구 막힘(S1)이 조사되었으며, 조사된 배수구 막힘은 기후에 따라 체수에 의한 수막현상 등을 유발하여 차량 주행에 위험이 되는 위험요소로 판단된다. 금회점검에서 조사된 유해·위험요소에 관하여 청소 등의 적절한 보수가 필요하다고 판단된다.
- 점검일 현재 조사된 유해·위험요소는 물론 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

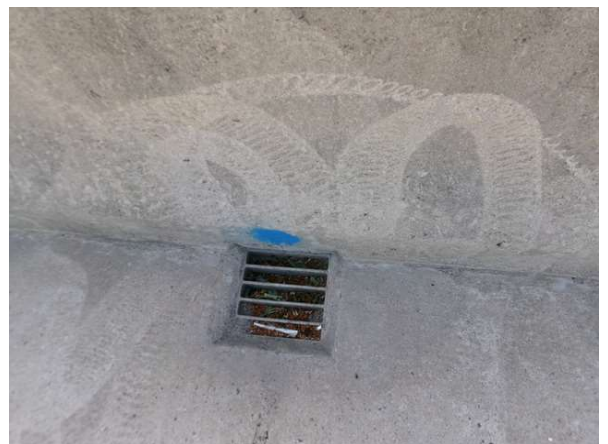
구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
3	배수관 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
4	신축이음장치 솟음(Blow-up)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
5	교면포장 부분 보수부 파손	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
6	교량 배수구 막힘(미끄럼·결빙)	☒ 유, ☐ 무	배수구 막힘	청소	



배수관 고정상태 현황



신축이음 상태현황



교면포장 상태현황

교량 집수구 상태현황

【사진 44.3.26】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

44.3.3 외관조사 총괄표

【표 44.3.28】손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	파손	m ²	0.50	2	
거더와부	굽힘	m ²	0.80	1	
	부식	m ²	0.13	5	
거더내부	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	21.00	19	
	균열부 백태	m ²	0.60	3	
	파손	m ²	0.04	1	
	표면오염	m ²	1.75	1	
	실란트 파손	m	18.00	2	
	보강토 옹벽 접속부 이격	m	10.00	1	
교량받침	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	m	0.20	1	
	무수축물탈 파손	m ²	0.12	3	
신축이음	유간 토사퇴적	m	7.00	2	
	차수판 볼트체결불량	EA	3.00	3	
	본체 부식	m	2.00	1	
교면포장	포장균열	m	1.60	2	
	망상균열	m ²	750.00	1	
	파손	m ²	1.05	3	
배수시설	집수구 막힘	EA	10.00	10	
	배수관 이음부 누수	EA	4.00	4	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.50	3	
	망상균열	m ²	0.90	1	
	접속부 파손	m ²	0.15	1	
점검시설	상태양호	—	—	—	

44.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 44.3.29】손상물량 비교표

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	파손	m ²	—	—	0.50	2	▲ 0.50	신규손상
거더외부	굽힘	m ²	0.80	1	0.80	1	— —	변동없음
	부식	m ²	0.04	4	0.13	5	▲ 0.09	신규손상
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	16.80	15	21.00	19	▲ 4.20	신규손상
	균열부 백태	m ²	1.40	2	0.60	3	▼ 0.80	신규손상 단위변경
	파손	m ²	0.03	1	0.04	1	▲ 0.01	신규손상 보수실시
	표면오염	m ²	1.75	1	1.75	1	— —	변동없음
	실란트파손	m	18.00	2	18.00	2	— —	변동없음
	보강토 옹벽 접속부 이격	m	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	무수축물탈 파손	m ²	—	—	0.12	3	▲ 0.12	신규손상
신축이음	유간토사퇴적	m	7.00	2	3.50	1	▼ 3.50	정밀조사
	차수관 볼트체결볼량	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	본체 부식	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
교면포장	포장균열	m	1.60	2	1.60	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	750.00	1	750.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.80	3	1.05	3	▲ 0.25	정밀조사
배수시설	집수구 막힘	EA	10.00	10	10.00	10	— —	변동없음
	배수관 이음부 누수	EA	4.00	4	4.00	4	— —	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.50	3	1.50	3	— —	변동없음
	망상균열	m ²	0.90	1	0.90	1	— —	변동없음
	접속부 파손	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

44.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

44.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 44.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	1	1	2	2	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	1	1	1	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 하부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

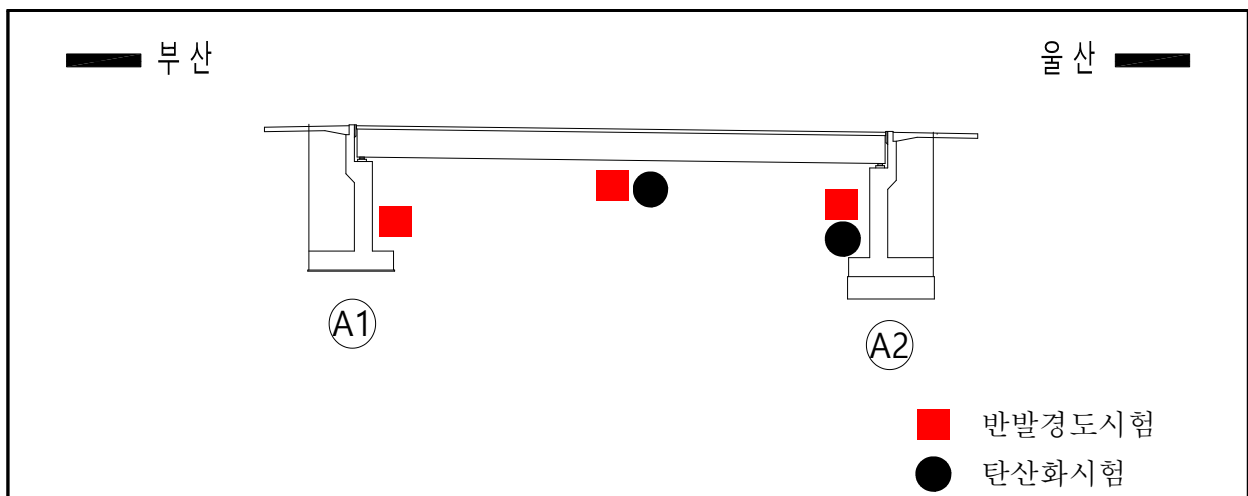
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 44.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 44.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

44.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 8개소)을 실시하였으며, 측정 결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.



【사진 44.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 44.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	56.0	33.4	31.4	0.63	27.0	건전부
	S1	바닥판	57.8	34.9	32.2			비건전부
평균			—	34.2	31.8			
표준편차			—	1.06	0.57			
변동계수			—	0.031	0.018			
최대값			—	34.9	32.2			
최소값			—	33.4	31.4			

【표 44.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	54.0	31.9	30.5	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	53.8	31.7	30.4			건전부
평균			—	31.8	30.5	—	—	
표준편차			—	0.14	0.07	—	—	
변동계수			—	0.004	0.002	—	—	
최대값			—	31.9	30.5	—	—	
최소값			—	31.7	30.4	—	—	

【표 44.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	31.4	~ 32.2	27.0	31.8	116.3 ~ 119.3	
교대	30.4	~ 30.5	24.0	30.5	126.7 ~ 127.1	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 31.4~32.2MPa, 하부구조(교대) 30.4~30.5MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.9%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 44.4.5】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	28.3	31.4 ~ 32.2	27.0
	교대	26.1 ~ 26.4	30.4 ~ 30.5	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 44.4.6】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 05. 22 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	좌천교(부산)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 교대 및 교각 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 채령	18.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.



【사진 44.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 44.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S1 바닥판	2.0	57.0	55.0	17	0.49	100년 이상	a	
하부 구조	A2 교대	6.5	74.0	67.5	17	1.58	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 44.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.0	55.0	
하부구조	6.5	67.5	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

【표 44.4.9】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S1	
실측 피복두께(mm)	57.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.0
잔여깊이(mm)	55.0
탄산화 속도계수	0.49
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급
a
(55)

A (탄산화 속도 계수)
0.48507
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

탄산화 등급
a
(67.5)

A (탄산화 속도 계수)
1.57648
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

3) 기 점검결과와의 비교

【표 44.4.10】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	1.8	32.2	a	2.0	55.0	a	
하부구조	4.6	56.4	a	6.5	67.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 44.4.11】탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 05월 22일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 44.4.12】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	31.4 ~ 32.2	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	30.4 ~ 30.5	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		55.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		67.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 44.4.13】 기 점검결과와 비교

[illegible]

44.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2024. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

44.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 ‘B등급’으로 산정되었다.

부재별 손상에 대한 상태평가 상세 내용은 ‘부록. 상태평가 결과 자료’에 수록하였다.

【표 44.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	S.T.B	b	b	a	d	c	b	c	b	b	q	a	—
	A2	S.T.B							b	c	b	q		a
평균			0.200	0.200	0.100	0.400	0.400	0.200	0.300	0.300	0.200	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.040	0.005	0.028	0.012	0.004	0.027	0.027	0.040	—	0.004	0.003
													0.226	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.226) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태인 “a” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생한 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 44.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
좌천교(부산)	0.226	B	50.0	3	150.0	1.000	0.226
합계(Σ)			50.0	3	150.0	1.000	0.226
1. 평가지수 =							0.226
2. 상태평가결과 =							B

44.5.2 상태평가 결과요약

【표 44.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
좌천교(부산)	0.226	B	
검토의견	•좌천교(부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨		

44.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 44.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

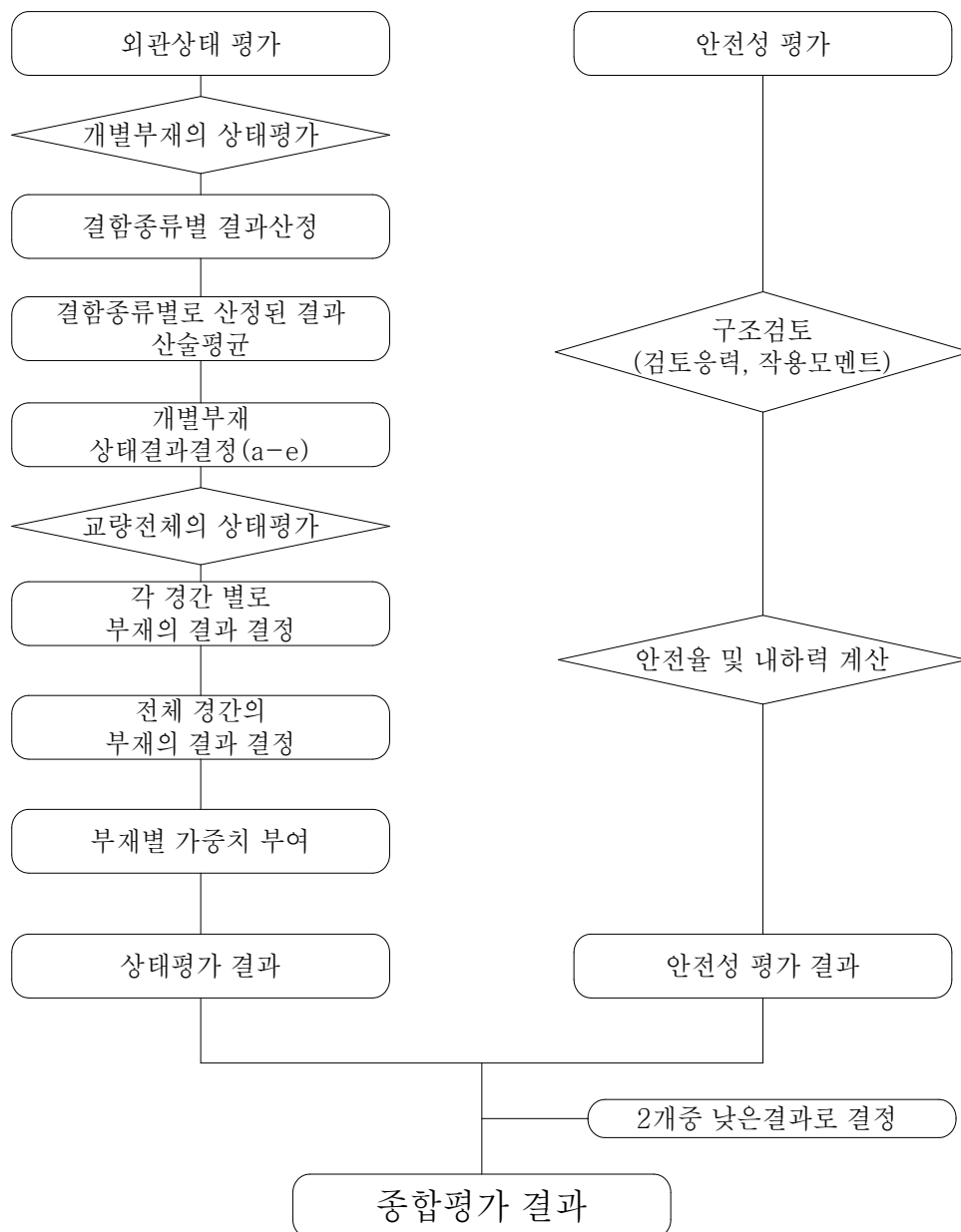
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.207	0.226
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 좌천교(부산)의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다. - 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.207에서 0.226로 0.019 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 바닥판하면 파손, 교량받침 무수축물탈 파손 등 주요부재 및 보조부재에 대한 신규손상의 발생에 의하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

44.6 종합평가 및 안전등급 지정

44.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 44.6.1】 종합평가 결과 산정절차

44.6.2 종합평가 결과

본 과업에서는 안전성평가를 실시하지 않았으므로, 외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과를 검토하여 종합평가 결과는 “B” 로 평가되었다.

【표 44.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
좌천교(부산)	0.226	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

44.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 44.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

44.7 보수·보강 및 유지관리방안

44.7.1 보수·보강 방안

【표 44.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	파손	m ²	0.50	2	단면보수	2순위
거터외부	긁힘	m ²	0.80	1	재도장	2순위
	부식	m ²	0.13	5	재도장	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	21.00	19	표면처리	3순위
	균열부 백태	m ²	0.60	3	표면처리	3순위
	표면오염	m ²	1.75	1	표면처리	3순위
	실란트 파손	m	18.00	2	실링처리	3순위
	파손	m ²	0.04	1	주의관찰	—
	보강토 옹벽 접속부 이격	m	10.00	1	몰탈보수	1순위
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리	2순위
	무수축몰탈 파손	m ²	0.12	3	단면보수	2순위
신축이음	유간 토사퇴적	m	3.50	1	청소	3순위
	차수판 볼트체결불량	EA	3.00	3	재체결	3순위
	본체 부식	m	2.00	1	재도장	2순위
교면포장	포장균열	m	1.60	2	재포장	2순위
	망상균열	m ²	750.00	1	재포장	2순위
	파손	m ²	1.05	3	단면보수	2순위
배수시설	집수구 막힘	EA	10.00	10	청소	2순위
	배수관 이음부 누수	EA	4.00	4	청소	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.50	3	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	0.90	1	표면처리	3순위
	접속부 파손	m ²	0.15	1	단면보수	2순위

44.7.2 개략공사비

【표 44.7.2】개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	파손	단면보수	0.50	0.75	m²	1,152	864	2순위
	굽힘	재도장	0.80	1.20	m²	1,132	1,358	2순위
거더 외부	부식	재도장	0.13	0.20	m²	1,132	226	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	21.00	31.5	m	250	7,875	3순위
	균열부 백태	표면처리	0.60	0.90	m²	250	225	3순위
	표면오염	표면처리	1.75	2.63	m²	250	658	3순위
	실란트 파손	실링처리	18.00	27.00	m	1	27	3순위
	보강토 옹벽 접속부 이격	몰탈보수	10.00	15.00	m	1	15	1순위
교량받침	무수축몰탈 균열 (0.3mm미만)	표면처리	0.20	0.30	m	250	75	2순위
	무수축몰탈 파손	단면보수	0.12	0.18	m²	960	173	2순위
신축이음	유간 토사퇴적	청소	3.50	5.25	m	8	42	3순위
	차수판 볼트체결불량	재체결	3.00	3.00	EA	8	24	3순위
	본체 부식	재도장	2.00	3.00	m	415	1,245	2순위
교면포장	포장균열	표면처리	1.60	2.40	m	346	830	2순위
	망상균열	표면처리	750.00	1125.00	m²	346	389,250	2순위
	파손	단면보수	1.05	1.58	m²	346	547	2순위
배수시설	집수구 막힘	청소	10.00	10.00	EA	184	1,840	2순위
	배수관 이음부 누수	청소	4.00	4.00	EA	184	736	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.50	2.25	m	250	563	3순위
	망상균열	표면처리	0.90	1.35	m²	250	338	3순위
	접속부 파손	단면보수	0.15	0.23	m²	960	221	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	15		397,365		9,752		
	재경비 (순공사비의 50%)	8		198,683		4,876		
	합계	23		596,048		14,628		
개략공사비 총계(천원)		610,699						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

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

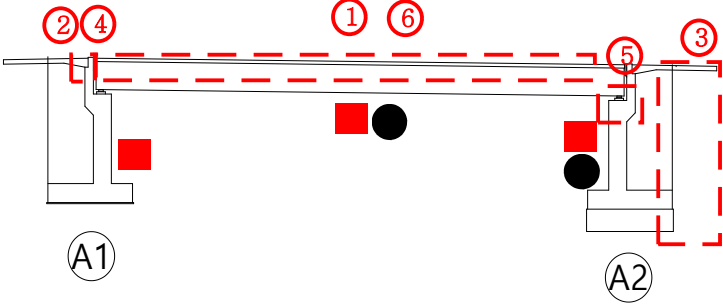
44.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 44.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 신규 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전여부 확인
방호벽	• 방호벽 신규 손상여부 점검 • 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	• 배수구 추가적인 막힘 여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
바닥판	• 바닥판하면 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	• 교량받침 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	• 하부구조 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 교면포장 망상균열 - 진전 및 보수여부 확인	② 바닥판하면 파손 - 진전 및 보수 여부확인	③ 보강토 옹벽 접촉부 이격 - 진전 여부확인
■ 부 산  울 산 ■		
④ 신축이음 본체 부식 - 진전 및 보수 여부 확인	⑤ 교량받침 무수축물탈 파손 - 진전 및 보수 여부확인	⑥ 배수시설 집수구 막힘 - 체수 및 주행성 저하 여부확인
		

44.8 종합결론

본 시설물은 부산광역시 기장군 장안읍 좌천리에 위치한 교량으로 총 연장 50.0m, 폭 15.8m(편도 3차로)의 Steel Box Girder 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

44.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 파손의 경우 신축이음 교체 이력을 고려할 때 시공 중 발생한 외부 충격 등에 의한 손상으로 판단된다. 따라서 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

2) 거더

- 거더외부에서 조사된 부식의 경우 외기노출 및 우수유입, 습기흡착, 공용 중 노후화 등의 환경적 요인에 의하여 발생한 손상으로 판단된다. 부식은 진전 시 강재의 모재두께감소 등을 유발하므로 채도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 거더외부에서 조사된 굽힘의 경우 외부충격에 의한 손상으로 판단된다. 부식으로 진전될 가능성이 있으며, 이를 방지하기 위해 채도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3) 가로보

- 가로보는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 현상유지를 위해 주기적인 점검을 통하여 신규손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 온도변화와 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상부 우수유입으로 인한 진전이 우려되므로 진전방지 및 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 교대에서 조사된 균열부 백태, 표면오염의 경우 우수유입, 습기흡착, 손상부 우수유입 등에

의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 우수유입으로 인한 진전이 우려되므로 진전방지 및 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 조사된 실란트 파손의 경우 시공미흡, 공용 중 노후화 등에 의한 손상으로 판단되며, 실란트 파손으로 인해 노출된 이음부를 보호하기 위해 실링처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 이격의 경우 날개벽과 측면 성토부 옹벽 사이에 있는 이음부에서 발생하였으며 시공 초기 다짐불량, 상부 우수유입으로 인한 성토부 일부 유실 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단된다. 특히 내부 골재가 일부 노출되어 있으며 추가적인 유실은 확인되지 않았으나 실링처리, 몰탈보수 등의 안전성 확보와 내부 골재 및 충전물 유실을 방지하는 종류의 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 현 구조물의 안전성의 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 기초

- 좌천교(부산)의 교대 기초는 직접기초(A1, A2)로 시공된 것으로 확인되었으며, 교대의 기초는 대부분 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 상태이다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 무수축몰탈 균열(0.3mm미만)의 경우 시공초기 온도변화 및 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 무수축몰탈 파손의 경우 신축이음 교체 이전, 유간 협착으로 유발된 응력에 의해 손상이 발생한 것으로 판단된다. 금회 조사에서 가동여유량을 검토한 결과, 허용범위를 충족한 것으로 확인되었으며, 이에 따라 신축이음 교체로 유간 부족 문제는 해소된 것으로 사료된다. 따라서 부재의 내구성 확보와 지지력 저하 방지를 위해 단면 보수를 시행하는 것이 바람직하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에서 조사된 유간 토사퇴적의 경우 공용 중 토사 및 비산먼지 퇴적 등에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 기능성 확보를 위해서 청소, 정비 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 차수판 볼트체결불량의 경우 차량통행에 의한 진동, 체결미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 차수판 탈락 시 신축이음 우수접촉으로 인한 2차 손상을 유발할 수 있으므로 볼트 재체결 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 본체 부식의 경우 기존 토사퇴적으로 인한 배수미흡, 외기노출, 공용 중 노후화 등이 원인으로 판단되며, 신축이음의 내구성 저하방지를 위해 재도장, 정비 등의 적절한 보수를 실행하는 것이 필요할 것으로 사료된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 15.4℃(05월 22일)로써 이때 측정유간은 20.0~118.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 조사된 포장균열, 망상균열의 경우 차량통행으로 인한 하중, 외부충격, 건조수축 등이 복합적으로 작용하여 발생한 손상으로 판단되며, 부재 전체에 광범위하게 발생한 손상으로 2차 손상 방지 및 부재의 내구성 확보 차원에서 재포장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 교면포장에 조사된 포장파손의 경우 차량통행으로 인한 진동, 외부충격, 다짐미흡 등이 복합적으로 작용하여 발생한 손상으로 판단되며 차량통행의 안전성을 확보하기 위해서 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

9) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘의 경우 토사 및 비산먼지 퇴적 등에 의한 손상이며, 기후에 따라 체수에 의한 수막현상 등을 유발하여 차량 주행의 안전성에 위해를 가하는 요소로 판단되므로 주기적인 청소 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 배수관 이음부 누수의 경우 배수관 내부 토사 및 이물질의 퇴적에 의해 배수처리에 지장이 생기며 발생한 손상으로 판단되며 원활한 배수처리를 위해 청소, 정비 등의 적절한 보수가 필요하다고 사료된다.

10) 방호벽

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우, 건조수축, 공용 중 노후화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 중분대에서 조사된 접속부 파손의 경우 외부충격, 차량통행에 의한 진동에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 저하방지 차원에서 단면보수 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 손상이 없는 양호한 상태로 현상유지를 위해 주기적인 점검을 통하여 신규손상 발생 여부를 확인하는 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 추락방지시설은 방호벽, 교량 점검시설, 도로포장, 도로부 신축이음부는 본문의 교면포장, 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 31.4~32.2MPa, 하부구조(교대) 30.4~30.5MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.9%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.5mm로 측정 되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 좌천교(부산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.207에서 0.226로 0.019 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 바닥판하면 파손, 교량받침 무수축물

탈 파손 등 주요부재 및 보조부재에 대한 신규손상의 발생에 의하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 좌천교(부산)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태 평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

44.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

44.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교량받침에서 조사된 무수축물탈 파손의 경우, 신축이음 교체 전 생긴 손상으로 판단되며 현재 신축이음 교체로 유간 부족 문제는 해소된 것으로 사료되나 단면보수 등의 적절한 보수가 필요하기에 추후점검 시에 보수 및 진전 여부를 확인하는 주의관찰이 필요하다.
- 교대 A1의 보강토 옹벽 접속부 이격의 경우 날개벽과 측면 성토부 옹벽 사이에 있는 이음부에서 발생하였으며 추후 점검시에 진전 및 보수, 재발생 여부를 확인 등을 하는 유지관리가 필요하다.
- 교면포장에서 조사된 망상균열의 경우 부재 전체에 광범위하게 발생한 손상으로 2차 손상 방지 및 부재의 내구성 확보를 위해 표면처리를 하는것이 바람직하다고 사료되며 추후 점검 시에 진전 및 보수, 재발생 여부를 확인 등을 하는 주의관찰이 필요하다.
- 신축이음 A1의 본체 부식의 경우 재도장, 정비 등의 적절한 보수를 실행하는 것이 필요한 것으로 사료되며, 추후 점검 시에 진전 및 보수, 재발생 여부를 확인 등을 하는 유지관리가 필요

요하다.

- 배수시설 집수구 막힘의 경우 배수시설 기능 여부 확인, 기후에 따라 체수에 의한 수막현상 등이 발생하는 경우 운전자의 안전을 위협하는 요소로 판단되며, 청소, 정비 등의 보수 후 지속관찰 등의 유지관리가 필요하다.

44.8.4 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

