

06. 고래진2교(울산)

6.1 시설물 개요

6.2 자료수집 및 분석

6.3 현장조사

6.4 콘크리트 내구성조사

6.5 상태평가

6.6 종합평가 및 안전등급 지정

6.7 보수·보강 및 유지관리 방안

6.8 종합결론

6. 고래진2교(울산)

6.1 시설물의 개요

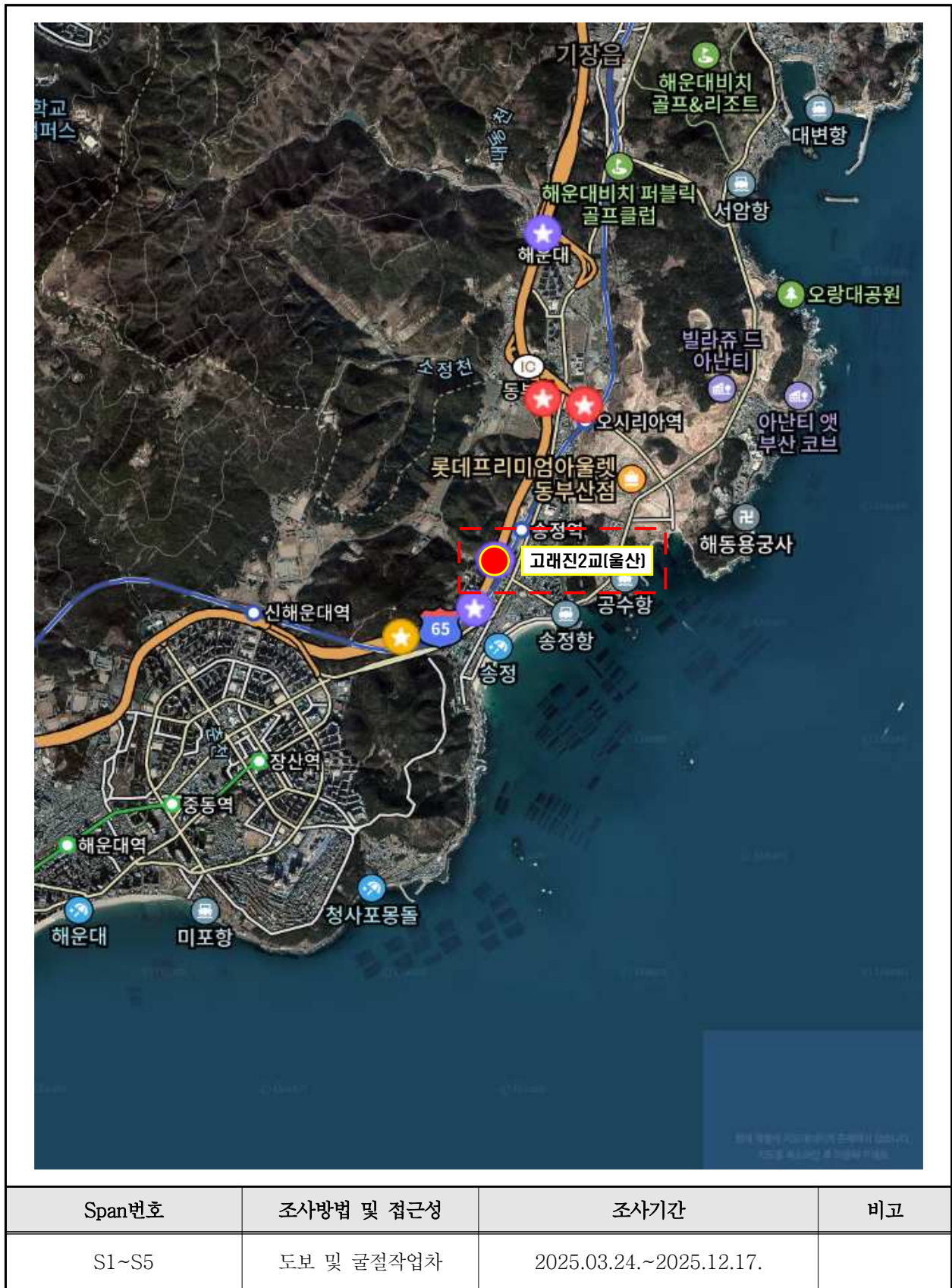
본 시설물은 부산광역시 해운대구 송정동에 위치한 교량으로 총 연장 150.0m, 폭 12.455m로 시공되어있다.

6.1.1 일반사항

【표 6.1.1】 고래진2교(울산) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2008-0000974	관리번호	-	
시설물위치		부산광역시 해운대구 송정동	준공년월일	2008년 12월 31일	
관리이정		부산울산선(2.31km)	공사이정	-	
설계하중		DB-24/DL-24	노 선 명	부산울산고속도로	
제원	연장	L = 150.0m (3@30.0+2@30.0)			
	폭	B = 12.455m (2차로)			
구조 형식	상부	PSCI Girder	기초 형식	교 대	직접기초
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형		교 각	직접기초
교량받침		탄성받침	신축이음	모노셀(A1, A2), 레일(P3)	
교차시설물		군부대 진입로 (해운대로 1105번길)	통과높이	-	
부착시설내용		점검통로 등			
시 공 자		울트라건설(주)	관리주체	부산울산고속도로(주)	

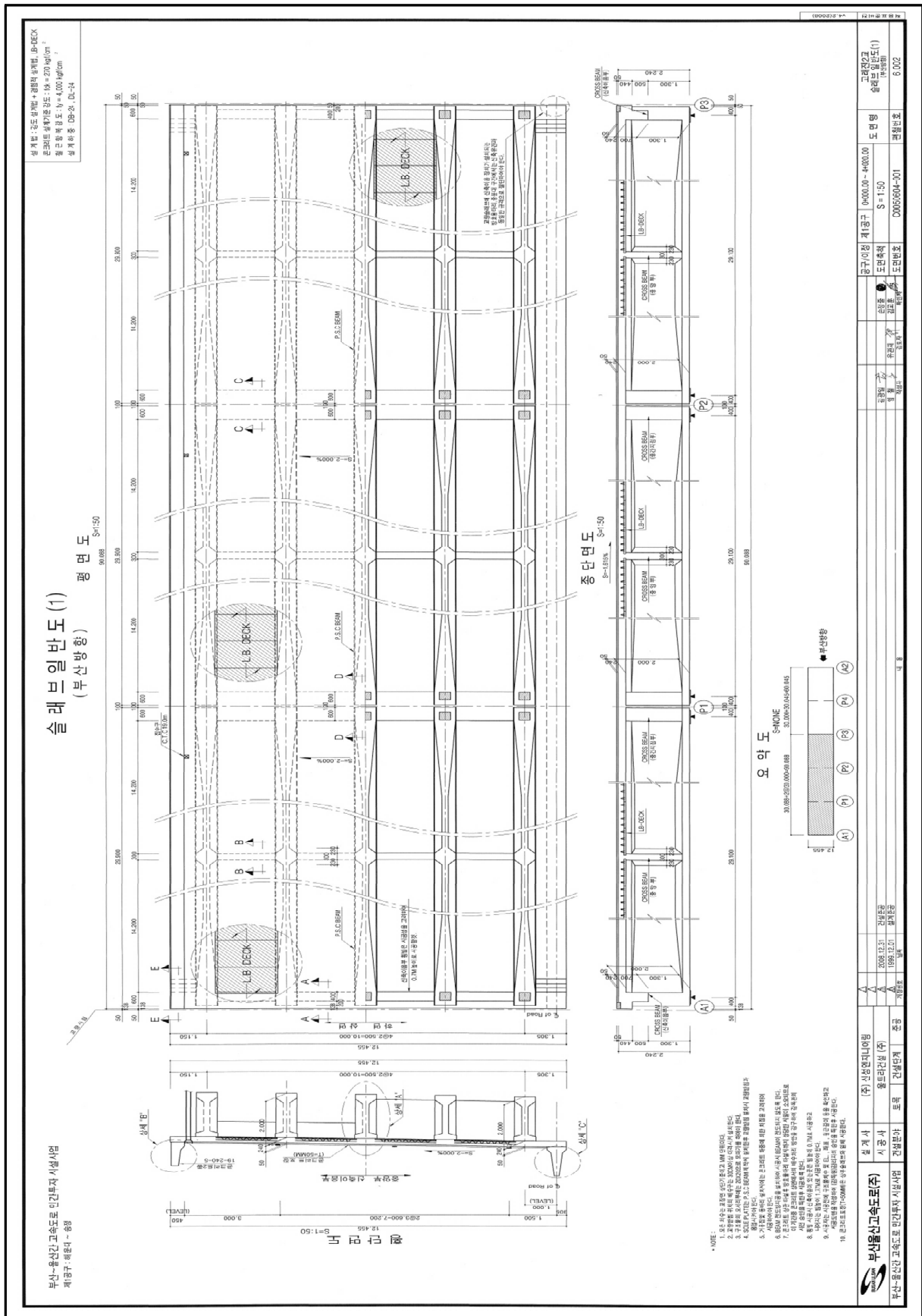
6.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 6.1.1】 위치도

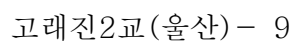
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

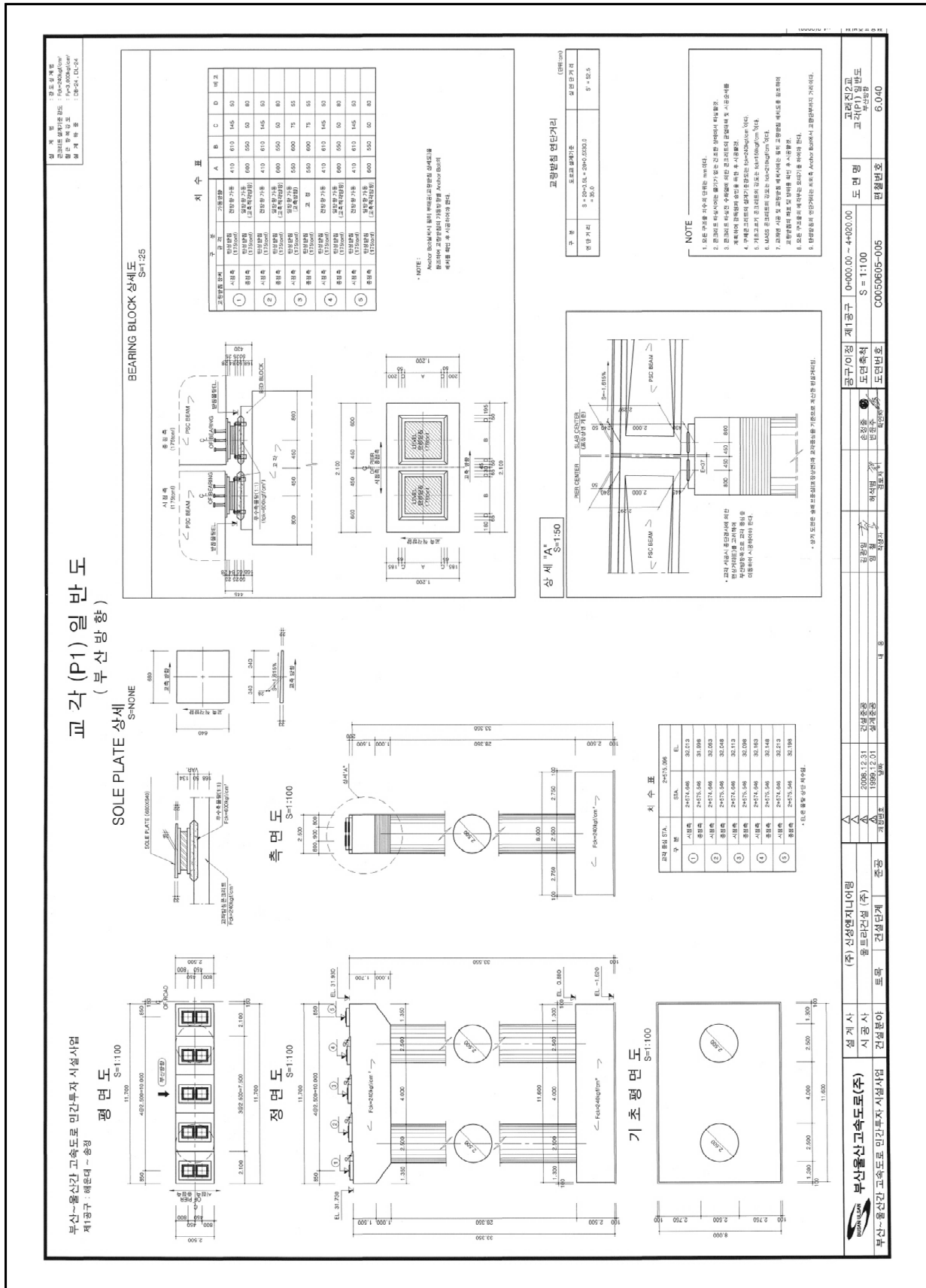
【사진 6.1.1】 부재별 현황



【그림 6.1.3】 슬래브 일반도







【그림 6.1.6】 교각 일반도

6.2 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.

6.2.1 자료수집 현황

【표 6.2.1】 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(1공구) - 일반보고서(2008.12) - 토질조사보고서(2008.12) - 준공내역서(2008.12) - 준공도면(2008.12) ◦부산울산고속도로~동부산관광단지 연결도로 건설공사 구조 및 수리계산서(2008.12)
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 표준단면도, 일반도, 구조도 등		
시설물 관리대상	◦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	◎	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 시공기록보고서(2008.12) - 감리보고서(2008.12) - 품질시험계획서(2008.12) - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록
안전점검 및 정밀안전진단 자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) (2009년 ~ 2024년 정기안전점검, 정밀안전점검 등) ◦2021년 정밀안전점검 ◦2023년 정밀안전점검
보수·보강 관련자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) 보수·보강 ◦전차보고서

6.2.2 설계자료 검토

가. 구조물 현황 및 특성 검토

구 분	구조물 현황 및 제원	비고
상부구조	● 교량형식 : PSCI Beam ● 시공방법 : 크레인 ● 기하학적 형상 - 평면선형 : 직선 - 종단기울기 : (+)1.6150% - 편 경 사 : (-)2.000% ● 상부구조 제원 - 경간구성 : L = 150m(3@30+2@30) - 폭원구성 : B = 12.455m, 편도 2차선 - 포 장 : LMC포장 ● PSCI구간 - 바 닥 판 : T=240mm, 캔틸레버 길이 : 좌 1,150mm/우 1,305mm - 거더제원(BxH) : 0.66m x 2.0m	
하부구조	● 교대형식 : 역T형 A1(H=6.664~9.386m), A2(H=6.664~9.386m) ● 교각형식 : π 형 - 기둥형상 : 원형(D=2.5m) - 교각높이 : H=28.350~33.350m ● 기초형식 - 교대(A1) : MassConcrete(B=24.30m, L=8.00m) - 교대(A2) : MassConcrete(B=24.30m, L=8.00m) - 교각(P1~P4) : 직접기초(B=11.60m, L=8.00m)	
기 타	● 교량받침 : 탄성받침 ● 신축이음 : Monocell Joint(A1, A2), Rail Joint(P3) ● 난간연석 : 좌·우 - 방호벽(H=1.08m) ● 배수시설 : 알루미늄 배수관(육교형) ● 점 검 로 : 교각 점검로 설치(P1~P4)	

나. 구조계산서 검토

구 분	내 용										
설계기준	■ 도로교 표준시방서(1996, 건설교통부) ■ 콘크리트 표준 시방서(1996, 건설교통부) ■ 도로 설계 요령(1996, 한국도로공사)										
설계방법	■ P.S.C BEAM 바닥판 : 강도 설계법(USD) ■ P.S.C BEAM GIRDER : 허용응력 설계법(WSD) ■ 하부구조 : 강도 설계법(USD) ■ 적용 설계법 - 강도 설계법(USD) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될때에 콘크리트 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 하중계수 (LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법 - 허용응력 설계법(WSD) : 철근콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법										
하중조건	■ 강도 설계법 - 극한 하중을 적용 ■ 허용응력 설계법 - 사용 하중을 적용 - 사하중, 크리프, 활하중, 지지점의 부등침하, 온도변화, 풍하중, 건조수축, 지진하중 등										
사용재료	<table><tr><th rowspan="2">하중조건</th><th colspan="2">사용재료</th></tr><tr><th>상부구조</th><th>하부구조</th></tr><tr><td rowspan="2"> ■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m³ - LMC : 2.35 t/m³ ■ 활하중 - DB-24, DL-24 </td><td> ■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주 형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm² </td><td> ■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm² </td></tr><tr><td colspan="2"> ■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm² </td></tr></table>	하중조건	사용재료		상부구조	하부구조	■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m³ - LMC : 2.35 t/m³ ■ 활하중 - DB-24, DL-24	■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주 형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm²	■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm²	■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm²	
하중조건	사용재료										
	상부구조	하부구조									
■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m³ - LMC : 2.35 t/m³ ■ 활하중 - DB-24, DL-24	■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주 형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm²	■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm²									
	■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm²										

다. 지반 및 지질 조사보고서

본 교량의 설계 당시 6개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지표로부터 실트/점토, 모래, 자갈, 전석, 풍화암, 연암, 경암 순으로 구성되어 있는 것으로 조사되었으며, 토질조사보고서(부산~울산 간 고속도로 민간투자 시설사업 지반조사보고서(제1공구 해운대~송정), 2005.3)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

공번	실트/점토	모래	자갈	전석	풍화암	연암	경암	계 (m)	STP (회)	비고
BB-25	0.2	-	-	-	-	3.0	-	3.2	-	
BB-26	-	0.5	-	-	6.5	3.0	-	10.0	4	
BB-27	5.7	1.3	-	-	-	3.0	-	10.0	4	
BB-28	7.1	1.4	-	-	-	3.0	-	11.5	5	
BB-29	-	-	-	-	1.2	3.0	-	4.2	-	
BB-30	-	-	-	-	7.5	3.0	-	10.5	4	

구 분	지 층 특 성
표토층 (Top Soil)	· 본 층은 BB-25~28 지점에서 0.2~1.4m의 두께로 분포하는 최상위층으로서, 실트질 점토(CL), 실트질 모래(SM) 등으로 구성되어 있으며 모래층은 소량의 자갈을 함유하고 있다. 대체로 황갈색을 띠며 습한 상태를 보이고 있다.
퇴적토층 (Alluvial Soil)	· 퇴적토층은 BB-27,28 지점에서 5.7~7.1m의 두께로 분포하며 모래질 실트(ML)로 구성되어 있으며 소량의 자갈을 함유하고 있다. · 표준관입시험에 의한 N치를 보면, 4/30~10/30의 범위로 나타나 보통 단단함 내지 단단한 consistency를 보이고 있다.
풍화암층 (Weathered Rock)	· 풍화암은 BB-26,29,30 지점에서 지표면 또는 현 지표하 0.5m 깊이에서부터 1.2~7.5m두께로 분포하며 모암은 유문반암이다. · 표준관입시험에 의한 N치는 50/9~50/1의 범위로 매우 조밀한 상대밀도를 보이고 있으며 대체로 황갈색을 띠고 있다.
연암층 (Soft Rock)	· 유문반암을 모암으로 하는 연암은 전 조사지점에서 현 지표하 0.2~7.5m 깊이에서부터 3.0m 이상의 두께로 분포하고 있다. · 보통 풍화 내지 약간 풍화의 풍화도를 보이며, 강도는 약함 내지 강한 상태이고 매우 좁은 간격 내지 좁은 간격을 보이고 있다. · 코야회수율(TCR)은 100%, RQD는 55~100%의 범위를 각각 보이고 있다.
공내지하수위	· 시추조사 완료후 측정한 공내지하수위는 현 지표하 0.2m 이하의 깊이에 분포하는 것으로 확인되었다.

6.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 2008년 12월 31일 준공 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며 그 결과에 의한 유지관리가 실시되고 있는 상태이다.

【표 6.2.2】 고래진2교(울산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 균열, 뒤펀부 침하 및 파손 등 · 배수시설 배수관 연결부 이물질 퇴적, 배수관 부식, 배수측구 막힘 및 파손 등 · 난간 방호벽 보수부 균열, 파손, 중앙분리대 도막 긁힘 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열, 고무재 파손, 유간토사퇴적 등 · 교량받침 받침플레이트 도장 박리, 받침물탈 균열 등 · 바닥판 보수부 균열, 지점부 박락 등 · 거더 지점부 파손, 재료부족 등 · 2차부재/가로보 보수부 들뜸 등 · 교각 보호블럭 침하, 코펄부 균열 등
2	정기안전점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	거더 : 지점부 파손 바닥판 : 열화, 파손, 보수부 재균열 교량받침 : 플레이트 부식, 받침콘크리트 및 몰탈 균열, 탄성받침 들뜸 교대 : 균열, 체수 흔적, 표면오염 교각 : 철근노출, 균열, 보호블럭 침하 교면포장 : 균열, 뒤펀부 침하 및 파손 신축이음 : 고무재 열화 및 균열, 후타콘크리트 균열 및 마모, 유간토사퇴적 2차부재 : 가로보 보수부 균열, 보수부 들뜸, 보수부 박락 배수시설 : 이음부 누수 백태, 연결부 토사 막힘, 배수측구 파손 난간 및 연석 : 보수부 균열, 보수부 백태 점검시설 : 상태양호
3	2중성능평가	2024.03.11 ~2024.12.23	(주)명성엔지니어링	B등급	· 안전성능평가 결과, 성능평가점수 0.177, 등급 b로 평가 · 내구성능평가 결과, 성능평가점수 0.135, 등급 b로 평가 · 사용성능평가 결과, 성능평가점수 0.634, 등급 d로 평가 · 종합성능평가 결과, 성능평가점수 0.228, 등급 B로 평가

【표 6.2.2】 고래진2교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
4	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.30	한국도로공사	양호	교면포장 균열, 접속부 파손 등 배수시설 배수관 막힘, 배수측구 파손 등 난간 및 연석 긁힘, 보수부 재균열, 중앙분리대 도막재 파손 등 신축이음 고무재 파손, 후타콘크리트 균열, 유간토사퇴적 등 교량받침 플레이트 부식, 받침콘크리트 균열 등 바닥판 캔틸레버 균열 등 거더 지점부 파손 등 2차부재 가로보 균열, 보수부 재균열 등 교대 균열, 체수흔적, 표면오염, 다이크 균열 등 교각 코핑부 균열 및 철근노출, 보호블럭 침하 등
5	정밀안전점검	2023.02.20 ~2023.12.22	(주)엠케이에스 이	B등급	· 교면포장 LMC포장 파손 등 · 난간방호벽 균열부 백태 등 · 배수시설 배수관 부식, 유도배수관 파손 등 · 신축이음 후타재 균열(cw=0.3mm미만), 고무재 파손, 신축이음 누수, 본체 부식 등 · 바닥판 균열(cw=0.3mm미만) 등 · 거더 파손 등 · 2차부재 가로보 보수부 들뜸 등 · 교량받침 플레이트 부식, 스토퍼 밀착, 받침콘크리트 균열 등 · 하부구조 교대 균열(cw=0.3mm미만, cw=0.3mm이상) 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 파손 등
6	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.05.30	자체수행	양호	-교면포장 LMC포장균열, 포장파손 -배수시설 배수관 부식, 유도배수로 파손 -신축이음 후타재 균열, 고무재 파손, 본체부식, 신축이음 누수, 유간토사퇴적 -바닥판 균열(0.3mm미만) -거더 파손, 재료분리 -가로보 균열(0.3mm미만), 보수부 들뜸 -교량받침 Plate부식, 받침콘크리트 균열, 스토퍼 밀착 -교대/교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 표면오염, 법면보호블럭 침하
7	정기안전점검	2022.07.05 ~2022.07.29	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함 등 세부결과 보고서 참고
8	정기안전점검	2022.05.11 ~2022.06.08	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고

【표 6.2.2】 고래진2교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
9	정밀안전점검	2021.03.03 ~2021.12.22	(주)엠케이에스 이	B등급	-교면포장 포장파손 -방호벽 균열부백태 -배수시설 배수관부식, 유도배수관 파손 -신축이음 후타재균열, 고무재 파손, 누수, 본체 부식 등 -바다판 균열(0.3mm미만) -거더 파손 -가로보 보수부 들뜸 -교량받침 Plate부식, 스토퍼밀착, 받침콘크리트 균열 등 -하부구조 균열(0.3미만), 표면오염, 망상균열, 재료분리 등
10	정기안전점검	2021.06.28 ~2021.06.28	자체수행	양호	-거더 : 인양홀 주변 콘크리트 파손 -2차 부재 : 콘크리트 박락, 철근 노출 -교량받침 : 균열(0.3내외), Plate부식, 재료분리 -교대 : 균열(0.3미만), 보수부 들뜸, 표면오염 -교각 : 균열(0.3내외), 법면블럭 침하, 파손, 재료분리 등 -신축이음 : 후타재 균열, 토사퇴적, 고무재 파손, 누수 -교면포장 : 콘크리트 균열 -난간연석 : 균열(0.3내외), 망상균열 -배수시설 : 유도 배수관 파손, 집수구 막힘
11	정기안전점검	2020.07.10 ~2020.07.10	자체수행	양호	-거더 인양홀 주변 박리 및 재료부족 -교량받침 플레이트 녹발생 -신축이음 유간 토사 퇴적
12	정기안전점검	2020.06.30 ~2020.06.30	자체수행	양호	양호함
13	정밀안전점검	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술단 (주)	B등급	-바 닥 판 : 균열(폭 0.3mm미만), 백태, 박락 및 철근노출 -PSCI 거더 : 파손 -콘크리트 가로보 : 박락, 박락 및 철근노출, 보수부 들뜸 -교 대 : 균열(0.3미만), 보수부 들뜸, 표면오염 등 -교 각 : 균열(0.3미만), 망상균열, 파손, 재료분리 등 -교량받침 : 받침부식, 받침콘크리트 균열, 재료분리 등 -신축이음 : 고무재 파손, 본체부식, 누수, 토사퇴적 등 -교면포장 : 포장균열, 콘크리트 파손 -배수시설 : 유도배수관 파손, 배수관 부식 -방호벽 및 중앙분리대 : 균열(0.3내외), 망상균열 -점검시설 : 앵커볼트 매입길이 부족, 연단거리 부족 등

【표 6.2.2】 고래진2교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
14	2중성능평가	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술단 (주)	B등급	-바닥판의 균열, 백태, 박락 및 철근노출, 거더의 파손, 가로보의 박락 및 철근노출, 보수부 들뜸, 교대 및 교각의 균열, 망상균열, 파손, 재료분리, 표면오염, 교량받침의 부식, 받침콘크리트 균열, 재료분리, 스토퍼 밀착, 신축이음의 고무재 파손, 본체 부식, 누수, 유간토사퇴적, 교면포장의 균열, 파손, 배수시설의 유도배수관 파손, 방호벽 및 중앙분리대의 균열, 점검시설의 앵커볼트 매입깊이 부족 등이 조사됨. -내구성시험결과, 내구성저하요인은 조사되지 않았으며, 구조해석 검토결과, 안전성을 확보함. -안전성능평가 결과(B), 내구성능평가 결과(A), 사용성능평가 결과(B) - 종합평가 결과 일부 부재에 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능수준인 B등급으로 평가됨.
15	정기안전점검	2019.04.03 ~2019.04.03	자체수행	양호	-거더 인양홀 주변 콘크리트 박리 -신축이음 갓길 유간 토사 퇴적 -교량받침 녹발생
16	정기안전점검	2018.07.03 ~2018.07.03	자체수행	양호	- 양호함
17	정기안전점검	2018.03.07. ~2018.03.07	자체수행	양호	- 양호함
18	정밀안전점검	2017.10.16 ~2017.12.22	자체수행	B등급	-바닥판 박락, 철근노출 -거더 인양홀 주변 파손 및 가로보 박락 -하부구조 균열 및 망상균열, 파손, 재료분리, 표면오염 -교량받침 Plate부식, 받침콘크리트 균열 및 재료분리 -신축이음 후타재균열, 유간토사퇴적, 고무재파손, 누수 -방호벽 균열 및 망상균열 -배수시설 집수구 막힘, 유도배수관 연결관 파손
19	정기안전점검	2017.09.14 ~2017.09.14	자체수행	양호	- 양호함
20	정기안전점검	2017.06.19 ~2017.06.20	자체수행	양호	- 양호함
21	정기안전점검	2016.07.18 ~2016.07.18	자체수행	양호	- 양호함
22	정기안전점검	2016.04.04 ~2016.04.04	자체수행	양호	- 양호함

【표 6.2.2】고래진2교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
23	정밀안전점검	2015.05.27 ~2015.12.22	(재)한국 재난연구원	B등급	-바닥판 하면 : 상태양호 -거더 : 인양홀 주변 파손 -가로보 : 박락, 철근노출 -교대, 교각 : 균열(0.3미만), 망상균열, 백태, 파손 등 -신축이음 : 후타재균열, 토사퇴적, 고무재파손, 누수 -방호벽 : 균열(0.3내외), 망상균열 -배수시설 : 집수구막힘, 유도배수관 파손 -교량받침 : 받침대 균열, 받침대재료분리, Plate 부식
24	정기안전점검	2015.03.23 ~2015.03.23	자체수행	양호	-신축이음 이물질
25	정기안전점검	2014.07.08 ~2014.07.08	자체수행	양호	양호
26	정기안전점검	2014.04.02 ~2014.04.02	자체수행	양호	양호
27	정밀안전점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등급	-A1, A2 벽체균열
28	정기안전점검	2013.04.30 ~2013.04.30	자체수행	양호	양호
29	정기안전점검	2012.07.26 ~2012.07.27	자체수행	양호	양호
30	정기안전점검	2012.03.13. ~2012.03.13	자체수행	양호	양호
31	정기안전점검	2011.08.10 ~2011.08.10	자체수행	양호	-이상없음
32	정기안전점검	2011.04.04 ~2011.04.04	자체수행	양호	양호함
33	정기안전점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	-법면 및 수로부 콘크리트잔재로 민원
34	정기안전점검	2009.08.04 ~2009.11.25	-	양호	이상없음
35	정기안전점검	2009.03.06 ~2009.06.30	-	양호	이상없음

6.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
교면포장	◦교면포장에 대한 외관조사 결과, LMC포장균열 포장파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.	
방호벽	◦방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열, 백태, 박락, 파손, 철근노출 등의 손상이 발생하지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다	
배수시설	◦배수시설에 대한 외관조사결과, 교각부에 설치된 배수관의 부식 및 교각 하부 법면 배수로를 따라 설치된 유도배수관의 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.	
신축이음	◦신축이음에 대한 외관조사 결과, 후타재 균열(0.3mm미만), 파손, 본체 부식 및 유간부 토사퇴적, 고무재 열화 및 파손, 하부 누수 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.	
바닥판	◦바닥판에 대한 외관조사결과, 균열(0.3mm미만)의 손상이 조사되었으며 신규 및 추가손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.	
거더	◦거더에 대한 외관조사 결과, 파손 및 재료분리의 손상이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.	
2차부재	◦가로보에 대한 외관조사결과, 균열(0.3mm미만) 및 보수부 들뜸의 손상이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.	
교량받침	◦교량받침에 대한 외관조사결과, 몰탈 및 콘크리트균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착이 발생한 것으로 조사되었다. ◦이동 여유량 검토 본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 -5℃~+35℃ 설계하였으며 설계 시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 측정·검토되었다.	
교대	◦교대에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 균열부백태, 백태, 박리, 철근노출, 열화, 누수흔적, 하부점용이 발생한 것으로 조사되었다.	
교각	◦교각에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 재료분리 및 법면보호블럭 침하가 발생한 것으로 조사되었다.	
기초	◦고래진2교(울산)의 설계도서 검토결과, 기초형식은 Massconcrete기초(A1, A2), 직접기초(P1~P4)로 시공된 것으로 검토되었으며, 점검일 현재 기초는 노출 없이 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.	
교량 점검시설	◦교량 점검시설에 대한 외관조사 결과, 점검통로의 브라켓 및 앵커볼트, 난간, 발판 등은 손상이 발생하지 않은 건전한 상태인 것으로 조사되었다.	
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설 (교량 점검시설)	
	◦도로포장 (교면포장, 보도부)	
	◦도로부 신축이음부 (신축이음)	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴강도 (MPa)	상부구조	바닥판	27.8 ~ 28.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	26.1 ~ 26.8	24.0	
탄산화잔여깊이 (mm)	상부구조	탄산화깊이	1.8 ~ 2.7	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
		잔여깊이	59.2 ~ 76.3	a등급	
	하부구조	탄산화깊이	4.1 ~ 5.7	a등급	
		잔여깊이	85.3 ~ 100.6	a등급	
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 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
고래진2교(울산)	0.174	B	—	—	B
종합평가	•본 고래진2교(울산)의 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태” 인 「B등급」의 상태로 평가되었다.				

라. 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.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

점검부위	결합 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
배수시설	배수관 부식	5.00	1	m/EA	배수관 청소	300	300	2	
	유도 배수로 파손	0.80	1.20	m ²	단면보수	240	288	2	
신축이음	고무재 파손	24.00	24.91	m	신축이음교체 - A1, A2(No. 50)	1,200	29,892	1	
	신축이음 누수	15.00	12.46	m	신축이음교체 - P3(No. 100)	2,000	24,920	1	
	유간토사퇴적	10.60	10.60	m	청소	20	212	2	
바닥판	균열(0.3mm미만)	1.20	1.00	m/m ²	표면보수	65	65	3	
거더	파손	0.04	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
	재료분리	0.05	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
가로보	균열(0.3mm미만)	0.50	1.00	m ²	표면보수	65	65	3	
	보수부 들뜸	0.55	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
교량받침	Plate 부식	32	32	EA	채도장	80	2,560	2	
	받침콘크리트 균열	7.30	1.83	m/m ²	표면보수	65	119	3	
교대	균열(0.3mm미만)	7.20	1.80	m/m ²	표면보수	65	117	3	
	표면오염	12.00	18.00	m ²	표면보수	65	1,170	3	
교각	균열(0.3mm미만)	6.00	1.50	m/m ²	표면보수	65	97	3	
	망상균열	2.50	3.75	m ²	표면보수	65	244	3	
	재료분리	0.40	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
순 공 사 비							61,009		
제경비(순공사비×0.5)							30,505		
총 공 사 비							91,514		

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

바. 종합결론

1) 고래진2교(울산)는 준공 후 15년이 경과된 PSCI 교량으로 금회 정밀안전점검결과 주요 부재(바닥판, 교대/교각)에서 균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 표면오염, 법면보호블럭 침하 등이 발생하고 거더(PSCI)에서 파손 및 재료분리가 조사되었다. 기타 부재의 포장부에서 LMC포장균열 및 포장파손이 발생하고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 신축이음(A1, P3, A2)은 본체 고무재 파손으로 하부 누수가 발생하고 있어 향후 누수 진전으로 인한 하부 부재 단면 손상을 방지하기 위해 신축이음 교체를 통한 유지관리가 요구된다.

2) 내구성시험 결과, 반발경도법에 의한 비파괴 강도는 100%을 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 배수관 연결부를 통한 지속적인 우수유출로 하부구조 단면손상 발생 여부
신축이음 고무재 파손의 손상 심화 및 누수로 인한 하부구조 단면손상 발생 여부
교각 균열(0.3mm미만) 및 망상균열의 손상 심화 및 추가손상 발생 여부

6) 기타 필요한 사항

－ 없음

6.2.5 시설물 보수 이력

【표 6.2.3】 고래진2교(울산) 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	2019년 구조물 정밀안전점검 및 점검 결합사항 보수공사	보수	바닥판 등	지엘부	지엘부
	2020-08-28 ~ 2020-12-28		표면보수 등	10,224	조재성
2	2018년 부산포항선 교량 보수공사	보수	교량받침	김병우	(주)예일개발
	2018-11-01 ~ 2018-12-26		교량받침 슈도장(A1,P1,P2,P4,A2) 31.36m ² 방호벽(0.3mm이상) (S1,S2,S3) 1.5M	1,667	전상우
3	부산울산고속도로 하차보수공사	보수	받침	신재환	울트라건설
	2011-03-01 ~ 2011-04-15		부분보수 (soleplate교체, 용접, 충전, 볼트체결, 모르타르보수 등)	1,200	박근필

FMS상 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

6.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

고래진2교(울산)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				
BR2008-0000959				고래진2교(울산)		고속국도	고속국도65호선	1종시설물에 해당하지 않는 연장 100미터이상의 교량	2종	교량	유				
주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체		관리주체구분		소유자		소유자구분					
부산광역시 해운대구 송정동 산 53-39		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				고2(울)-상.JPG 고2(울)-측.JPG	
설계기간				설계자		공사기간		시공자		총공사비(백만원)					
1997-12-01 ~ 2008-12-31				신성엔지니어링		2001-11-29 ~ 2008-12-31		울트라건설(주)		3,992					
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 사업							
기타 기본현황															
작성일				작성자				최종 수정일				최종 수정자			
2008년 12월 16일				부산울산고속도로(주) (인)				2019년 11월 26일				박준형			
비고															

설계 조건	 해석방법
	- 다중 모드 스펙트럼
	 설계대상 부재
	- 교각
	 내진설계 상수
	- 내진등급 : 내진 1등급
	- 지진구역계수 : 0.110
	- 가속도계수 : 0.154
	- 지반종류 : II지역 (S=1.20)
	 탄성받침 적용

6.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

6.2.8 주변환경 및 하중변화

고래진2교는 부산광역시 해운대구 송정동에 위치하고 해운대로 1105번길이 횡단하는 교량으로 하부에 하천은 없는 것으로 확인되었다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 부산울산고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과, 준공시 고려되었던 하중(점검시설) 이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었으며, 향후 본 교량에 부속시설 설치시 그에 따른 구조검토를 실시하여 하중변화에 따른 교량의 안정성을 확보하여야 할 것이다.

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



【사진 6.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

6.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 6.2.4】수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 있음 - 구조계산서 - 준공도면	◇ 준공도서(구조계산서, 도면, 보고서 등)는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨.	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교, 검토 ⇒ 치수가 상이할 경우 금회 점검시 반영하여 과업 진행 ◇ 부속시설, 추가하중 변화 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 점검 이력 - 2009년 ~ 2022년 (정기, 정밀점검) - 정밀안전점검 보고서 (2023년 12월) ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇ 교면포장 포장균열, 망상균열 ◇ 방호벽 균열(0.3미만), 보수부 백태 등 ◇ 배수시설 배수관 연결불량 ◇ 신축이음 고무재 열화 및 파손, 본체 부식, 유간 토사퇴적 등 ◇ 거더 파손 ◇ 가로보 균열(0.3미만), 파손 및 철근노출 등 ◇ 교량받침 Plate부식, 스톱퍼 밀착, 받침 콘크리트 균열 등 ◇ 하부구조 균열(0.3내외), 망상균열, 표면오염, 보호블럭 침하 등 ◇ FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇ 이전 안전점검에서 조사된 주요손상의 진전 및 심화, 추가 발생 확인 ◇ 외관조사시 발생한 손상에 대하여 보수 및 유지관리를 취할 수 있는 방향으로 과업 시행 ◇ 구조물의 용도 및 구조변경 등에 대한 이력조사를 실시하여 안전성 확보 여부 확인 ◇ 보수·보강 이력사항에 기록되지 않은 사항에 대하여 주의깊은 점검을 실시 ◇ 주요 보수사항에 대한 보수부 점검 및 재손상 발생 유무 파악

6.3 현장조사

6.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 도보 및 사다리, 굴절작업차, 드론을 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~S5	도보 및 굴절작업차, 드론	2025.03.24.~2025.12.17.	
			
도보점검 작업전경		굴절작업차 작업전경	
			
비파괴시험(반발경도)		비파괴시험(탄산화시험)	

【사진 6.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

6.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 고래진2교(울산)은 P.S.C Beam Girder형식의 5경간으로 이루어져 있으며, 연장은 약 L=150.00m, 폭 12.455m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



바닥판하면 전경

바닥판하면 캔틸레버 전경

【사진 6.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	0.12	2
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	1.20	2	—	—
S5	—	—	—	—
합계	1.20	2	0.12	2

			
손상현황	• S1 콘크리트 파손(0.2m×0.3m)	손상현황	• S4 균열(0.3mm미만)
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 건조수축 및 온도변화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 6.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 신축이음 교체공사의 진동 및 충격 영향으로 인한 파손 손상이 추가로 조사되었다.

【표 6.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	1.20	2	1.20	2	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.12	2	▲ 0.12	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 신축이음 교체공사 당시의 진동 및 충격에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 위치상 신축이음 하부 누수로 인한 철근부식 등의 2차손상 우려가 있으므로, 내구성 및 단면을 확보하기 위한 적절한 보수가 필요하다고 판단된다.

나. P.S.C Beam Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 P.S.C Beam Girder는 5열 5경간, 연장은 약 L=150.0m 폭 12.455m(편도 2차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



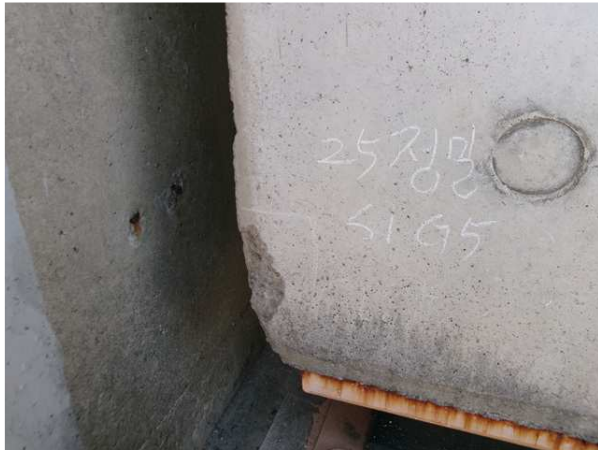
【사진 6.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이며, 일부구간에 콘크리트 파손, 재료분리 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S1	0.03	1	—	—
S2	—	—	0.05	1
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
합계	0.03	1	0.05	1

			
손상현황	• S1-G5 파손(0.2m×0.2m)	손상현황	• S2-G3 재료분리(0.1m×0.5m)
원 인	• 공용 중 외부충격 등	원 인	• 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2 거더 외관상태 양호	손상현황	• S3 거더 외관상태 양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—
			
손상현황	• S4 거더 외관상태 양호	손상현황	• S5 거더 외관상태 양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 6.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 파손, 재료분리 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 6.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	파손	m ²	0.03	1	0.03	1	- -	변동없음
	재료분리	m ²	0.05	1	0.05	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 거더에서 조사된 파손의 경우 공용 중 외력에 의해 발생한 것으로 판단되며, 구조적인 안전성에 우려를 미칠만한 손상은 아니나 손상의 진전방지 및 내구성 확보차원의 적절한 보수가 필요하다.
- 조사된 재료분리의 경우 거더의 하부에 발생한 손상으로 시공시 콘크리트의 배합, 다짐 등 품질불량 등으로 발생되었으며, 구조적인 손상은 아니나, 내구성 확보차원의 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 철근콘크리트로 설치되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 보수부 들뜸 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 6.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		보수부 들뜸 (㎡/개소)	
S1	—	—	0.09	1
S2	—	—	0.10	1
S3	—	—	0.12	2
S4	0.50	1	0.30	2
S5	—	—	—	—
합계	0.50	1	0.61	6

손상현황	• S1 보수부 들뜸(0.3m×0.3m)	손상현황	• S4 균열(0.3mm미만)
원 인	• 보수미흡 등	원 인	• 건조수축 및 온도변화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 6.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열, 들뜸 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 보수부 들뜸 손상이 추가로 발생한 것으로 조사되었다.

【표 6.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	보수부 들뜸	m ²	0.55	5	0.61	6	▲ 0.06	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 보수부 들뜸의 경우 보수미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 A1, A2 역T형식이며, 직접기초로 시공되어있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 표면오염, 실링재 이격 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		표면오염 (㎡/개소)		실링재 이격 (m/개소)	
A1	5.70	4	2.00	2	4.50	1
A2	—	—	8.00	5	3.50	1
합계	5.70	4	10.00	7	8.00	2

			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)
원 인	• 온도변화 및 건조수축 등	원 인	• 온도변화 및 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 실란트 이격(L=4.5m)	손상현황	• A2 표면오염(0.5m×2.0m)
원 인	• 실링재 노후화 등	원 인	• 외부 우수유입 등
조치방안	• 재시공	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 실란트 이격(L=3.5m)
원 인	• 온도변화 및 건조수축 등	원 인	• 실링재 노후화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재시공

【사진 6.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열 및 백태가 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 6.3.8】 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	7.20	4	5.70	4	▼ 1.50	일부보수
	표면오염	m ²	12.00	9	10.00	7	▼ 2.00	일부보수
	실링재 이격	m	8.00	2	8.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우, 건조수축 및 장기공용, 온도변화 등의 원인에 의한 균열로 판단되며, 콘크리트 내구성 저하방지를 위해 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 표면오염의 경우, 신축이음부 및 종조인트부를 통한 교면수 유입에 의한 손상으로 현재 교대에 미치는 영향은 미미하나, 유지관리상 균열에 대한 보수시 일괄적으로 표면처리 보수를 실시하는 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다.
- 실링재 이격의 경우, 실링재의 장기공용에 따른 노후화, 교대의 거동에 따른 손상으로, 이전 점검과 비교시 손상의 진전은 없으나, 우수유입 방지를 위해 재시공이 필요한 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 π 형 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 표면오염, 법면보호블록 침하 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.9】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		재료분리 (m²/개소)		표면오염 (m²/개소)		법면보호블록 침하 (m²/개소)	
P1	3.00	2	—	—	—	—	—	—	1.25	2
P2	0.80	2	—	—	0.40	1	—	—	—	—
P3	1.50	3	2.50	1	—	—	6.00	2	—	—
P4	2.20	3	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	7.50	10	2.50	1	0.4	1	6.00	2	1.25	2

			
손상현황	• P2 코핑부 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P3 기둥부 망상균열(1.0m×2.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈형 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 코핑부 표면오염(2.0m×2.0m)	손상현황	• P4 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 외부 우수유입 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 6.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 표면오염, 법면보호블록 침하 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 균열(0.3mm미만), 표면오염 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 6.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.00	7	7.50	10	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	m ²	2.50	1	2.50	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.40	1	0.40	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	—	—	6.00	2	▲ 6.00	신규손상
	법면보호블록 침하	m ²	1.25	2	1.25	2	— —	변동없음

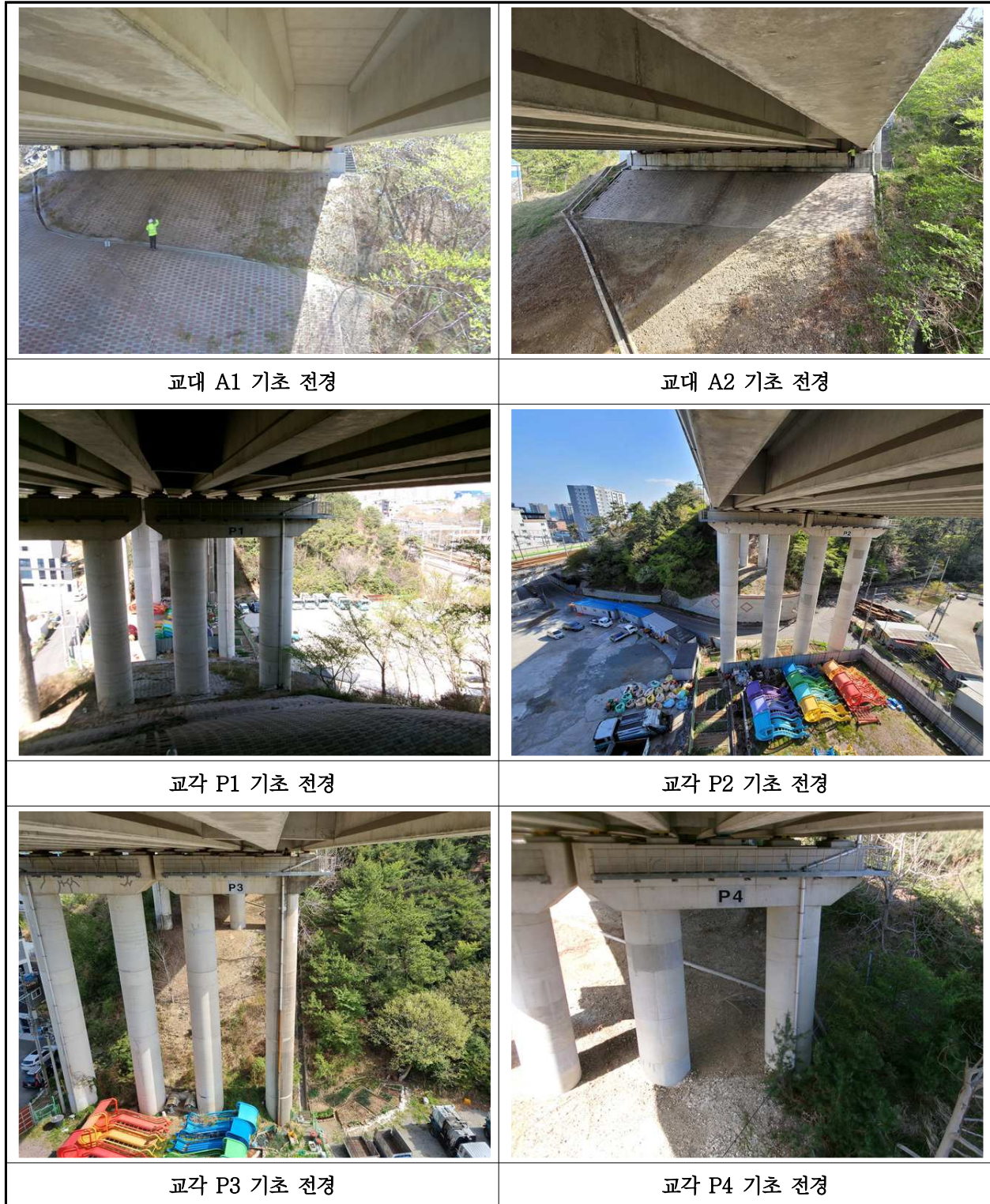
4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가에 따른 외기 노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 재료분리의 경우 시공초기 다짐미흡 및 손상부 우수유입 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 법면보호블록 침하의 경우 성토부 일부 유실, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교대 성토부 법면에 발생하였다. 현재 손상은 시급한 보수보다는 주기적인 점검을 통해 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 고래진2교(울산)의 기초는 교대 A1,2 직접기초, 교각 P1~4 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

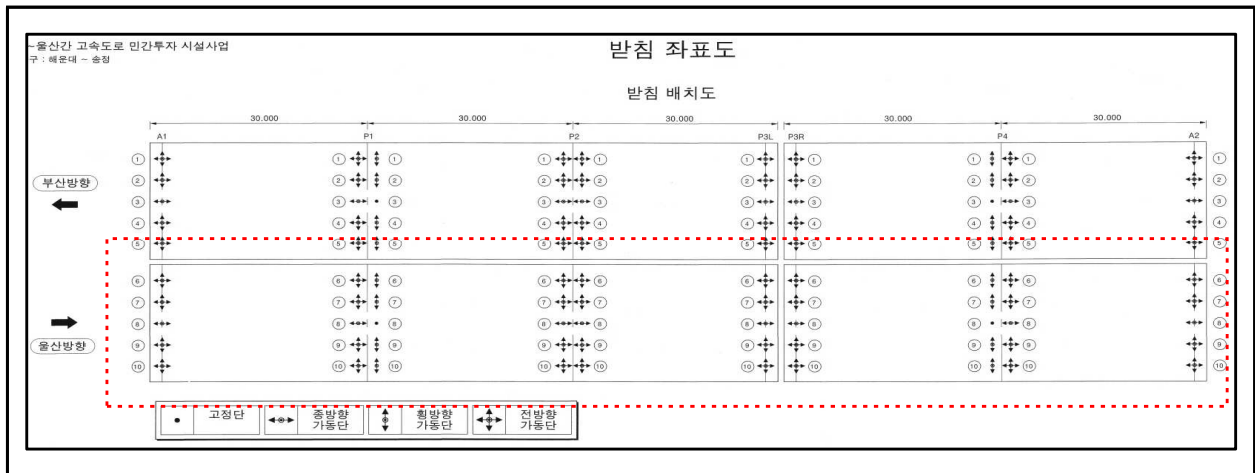


【사진 6.3.12】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생된 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 탄성받침으로 교대 A1, A2에 각 5개소, 교각 P1~4에 각 10개소 총 50개소가 설치되어있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 ‘현장조사 및 외관조사 사진첩’에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 6.3.1】 교량받침 배치도



【사진 6.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, Plate 부식, 몰탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.11】 교량받침 현장조사 결과

구분	Plate 부식 (개소/개소)		무수축몰탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		스토퍼 밀착 (개소/개소)	
A1	4.00	4	—	—	—	—	—	—
P1	8.00	8	—	—	—	—	—	—
P2	10.00	10	—	—	1.40	4	—	—
P3	5.00	5	—	—	3.60	13	1.00	1
P4	8.00	8	1.60	8	1.70	5	—	—
A2	5.00	5	—	—	0.40	2	—	—
합계	40.00	40	1.60	8	7.10	24	1.00	1

			
손상현황	• A2-SH3 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2-SH3 Plate부식
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 도장미흡부 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 도장보수

【사진 6.3.14】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P2-SH4 Plate부식	손상현황	• P2-SH5 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)
원 인	• 도장미흡부 습기흡착 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3-SH3 스톱퍼 밀착	손상현황	• P4-SH2 Plate부식
원 인	• 시공오류, 받침 신축거동 등	원 인	• 도장미흡부 습기흡착 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 도장보수
			
손상현황	• P4-SH5 무수축물탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P4-SH5 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 6.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 Plate 부식, 몰탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 플레이트 부식, 몰탈균열(0.3mm미만)이 추가로 조사되었으며, 받침콘크리트 균열 손상이 일부 보수가 실시된 것으로 조사되었다.

【표 6.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

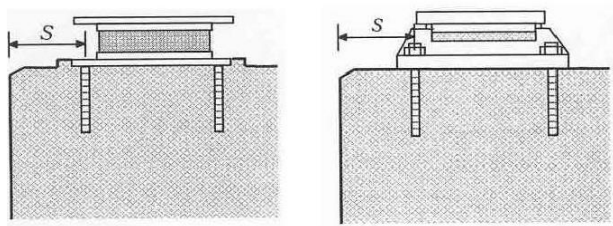
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	Plate 부식	EA	32.00	32	40.00	40	▲ 8.00	신규손상
	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.60	8	▲ 1.60	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	7.30	23	7.10	24	▼ 0.20	보수실시
	스토퍼 밀착	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교량받침에 조사된 받침콘크리트 및 몰탈 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 공용기간 증가로 인한 도장미흡부 습기흡착, 신축이음 하부 누수로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 도장보수 등 적절한 보수 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 스토퍼 밀착의 경우 거더의 신축거동, 설계오류 및 시공오차 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 금회 점검 시기에 상기 발생한 손상에 의한 교량받침의 기능성을 저해할만한 영향은 없는 것으로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

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 6.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 6.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=30.0m) : $200 + 5 \times 30.0 = 350.0(\text{mm})$

【표 6.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		350.0	460	460	465	430	460	O.K
P1	A1측	350.0	550	550	565	560	565	O.K
	A2측	350.0	640	640	580	640	650	O.K
P2	A1측	350.0	550	555	555	555	545	O.K
	A2측	350.0	520	520	530	530	530	O.K
P3	A1측	350.0	480	490	490	500	495	O.K
	A2측	350.0	490	480	480	475	470	O.K
P4	A1측	350.0	600	600	595	620	620	O.K
	A2측	350.0	520	510	520	510	500	O.K
A2		350.0	430	430	420	430	430	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 6.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 6.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		15.1	24.9	0.00001	30.0	4.5	7.5	
P1		고정단						
P2	A1	15.1	24.9	0.00001	30.0	4.5	7.5	
	A2	15.1	24.9	0.00001	30.0	4.5	7.5	
P3	A1	15.1	24.9	0.00001	60.0	9.0	14.9	
	A2	15.1	24.9	0.00001	30.0	4.5	7.5	
P4		고정단						
A2		15.1	24.9	0.00001	30.0	4.5	7.5	
1) 조사당시 온도 : 10.1 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2025년 04월 01일, 평균온도, 부산) 2) 검토온도 : -5 $^{\circ}\text{C}$ ~ 35 $^{\circ}\text{C}$ (보통지방)								

【표 6.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	-35	19	89	4.5	7.5	±54	O.K
	SH2	-35	19	89			±54	O.K
	SH3	-35	19	89			±54	O.K
	SH4	-25	29	79			±54	O.K
	SH5	-25	29	79			±54	O.K
P1		고정단						
P2	A1	SH1	+10	64	4.5	7.5	±54	O.K
		SH2	+10	64			±54	O.K
		SH3	+10	64			±54	O.K
		SH4	+10	64			±54	O.K
		SH5	+10	64			±54	O.K
	A2	SH1	+5	59	4.5	7.5	±54	O.K
		SH2	+5	59			±54	O.K
		SH3	+5	59			±54	O.K
		SH4	+5	59			±54	O.K
		SH5	+5	59			±54	O.K
P3	A1	SH1	-10	44	9.0	14.9	±54	O.K
		SH2	-10	44			±54	O.K
		SH3	-10	44			±54	O.K
		SH4	-10	44			±54	O.K
		SH5	-10	44			±54	O.K
	A2	SH1	-10	44	4.5	7.5	±54	O.K
		SH2	-10	44			±54	O.K
		SH3	-10	44			±54	O.K
		SH4	-10	44			±54	O.K
		SH5	-10	44			±54	O.K
P4		고정단						
A2	SH1	-10	44	64	4.5	7.5	±54	O.K
	SH2	-10	44	64			±54	O.K
	SH3	-10	44	64			±54	O.K
	SH4	-10	44	64			±54	O.K
	SH5	-10	44	64			±54	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

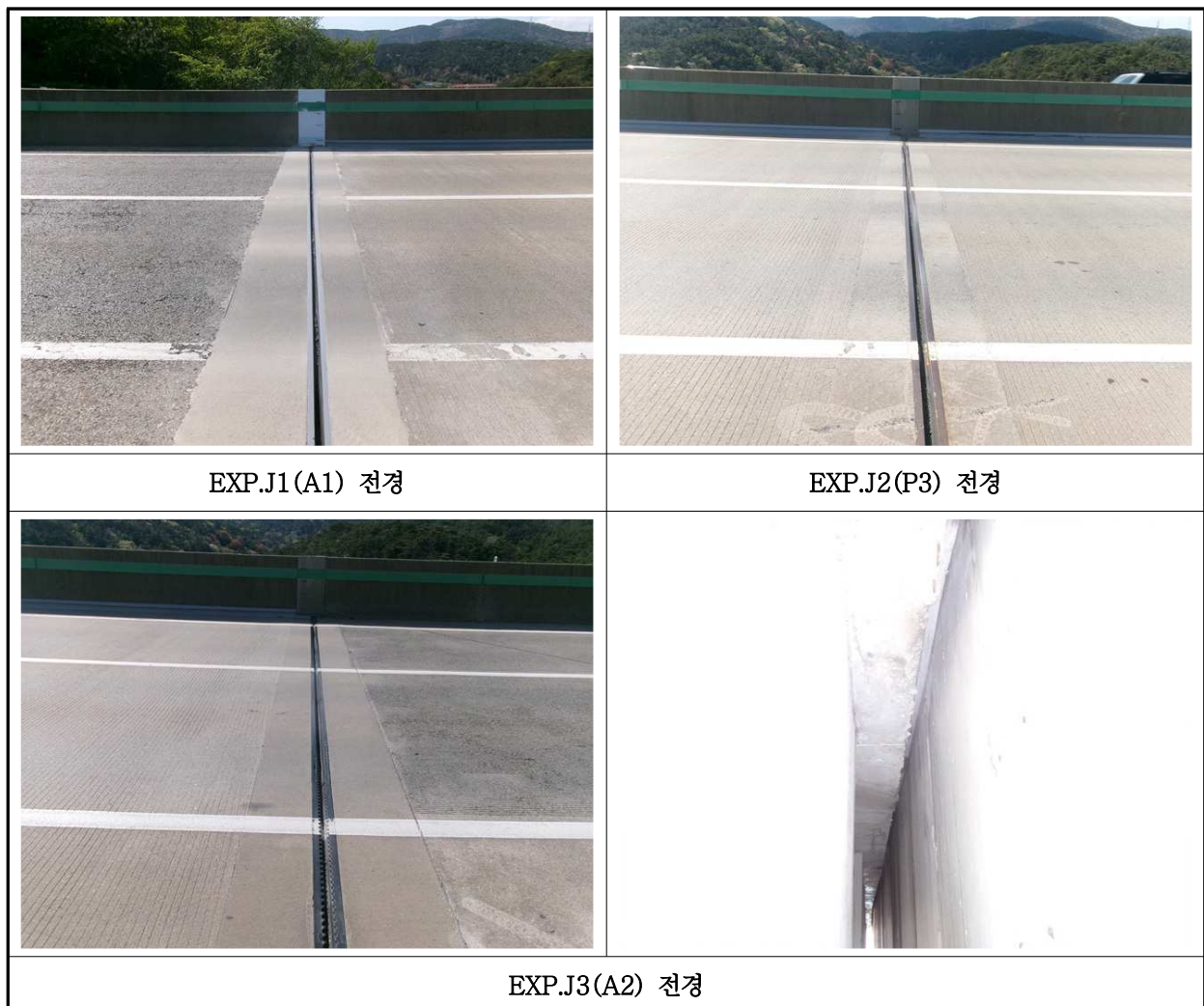
② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 신축이음은 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러 들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A2지점-Monocell Joint, A1, P3지점-Rail Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

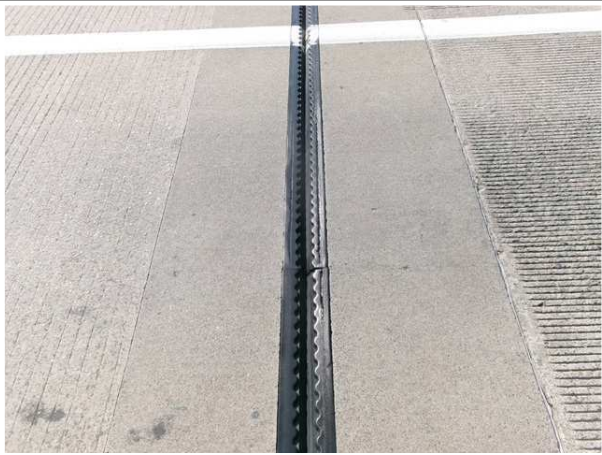
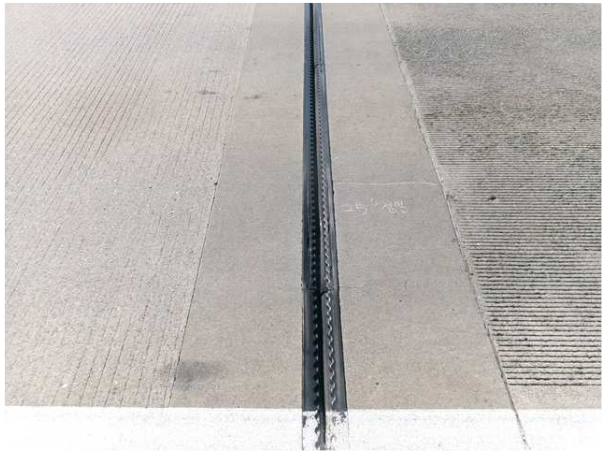
- 신축이음 현장조사 결과, 본체부식, 후타재 균열, 후타재 파손, 본체 고무재 파손, 본체 부식 및 누수, 유간 토사퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		고무재 파손 (m/개소)		본체 부식 (m/개소)		본체 누수 (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	4.20	10	—	—	—	—	—	—	12.00	1	2.00	2
P3 (EXP J2)	2.70	8	0.07	2	—	—	13.00	2	—	—	3.80	2
A2 (EXP J3)	4.20	9	—	—	5.00	1	—	—	3.00	3	3.00	2
합계	11.10	27	0.07	2	5.00	1	13.00	2	15.00	4	8.80	6

			
손상현황	• A1 유간 토사퇴적(L=1.0m)	손상현황	• A1 후타재 균열(0.3mm미만)
원 인	• 비산먼지 퇴적, 장기공용 등	원 인	• 다짐불량, 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 주의관찰

【사진 6.3.18】 신축이음 손상현황

			
손상현황	• A2 본체 고무재 파손(L=5.0m)	손상현황	• A2 유간 토사퇴적(L=2.0m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 비산먼지 퇴적, 장기공용 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A2 후타재 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P3 신축이음 본체부식
원 인	• 다짐불량, 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 본체 장기공용, 습기흡착 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P3 유간 토사퇴적(L=2.8m)	손상현황	• P3 후타재 파손(0.1m×0.3m)
원 인	• 비산먼지 퇴적, 장기공용 등	원 인	• 다짐불량, 차량 통행 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 단면보수

【사진 6.3.18】 신축이음 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 본체 고무재 파손, 본체 부식 및 누수, 차수판 볼트탈락, 유간 토사퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 A1지점의 신축이음 교체가 실시된 것으로 확인되었다. 또한, 공용기간 증가, 차량 반복통행으로 인한 진동 등에 의한 본체부식, 후타재 균열, 후타재 파손 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 6.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

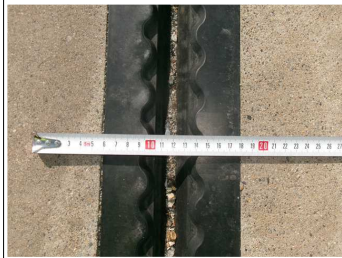
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	7.60	17	11.10	27	▲ 3.50	신규손상
	후타재 파손	m ²	—	—	0.07	2	▲ 0.07	신규손상
	고무재 파손	m	24.00	3	5.00	1	▼ 3.00	일부보수
	본체 부식	m	12.00	1	13.00	2	▲ 1.00	신규손상
	본체 누수	m	15.00	4	15.00	4	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	10.60	4	8.80	6	▼ 1.80	일부보수

4) 검토의견

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열, 파손의 경우 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 위치 및 정도가 차량의 주행성에 영향을 미치는 상태는 아니므로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한 후 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 신축이음에서 조사된 본체 고무재 파손의 경우 장기공용에 따른 노후화, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 차량의 주행성 및 신축거동에 영향을 미치는 상태는 아니나, 교면수의 누수 등 하부구조의 손상유발 등 2차손상을 발생시키는 바, 신축이음 교체를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 차수판 볼트탈락, 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량의 반복통행 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음장치의 기능성 확보 및 원활한 배수 기능을 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 본체부식의 경우 유간 토사퇴적으로 인한 포장부 배수미흡, 공용기간 증가, 열화 등에 의한 손상으로 손상의 진전방지 및 내구성 확보 차원의 채도장 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(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 - 조사일 : 2025. 04. 23. 기온 적용: 12.5℃(일평균) ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 12.5^{\circ}\text{C} = 22.5^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5.0^{\circ}\text{C} - (12.5^{\circ}\text{C}) = 17.5^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팅창계수 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	선팅창계수 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	선팅창계수 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 6.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 6.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 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	15.1	24.9	0.00001	30.00	4.5	7.5	—	4.5	7.5	
P3	15.1	24.9	0.00001	90.00	13.6	22.4	—	13.6	22.4	
A2	15.1	24.9	0.00001	30.00	4.5	7.5	—	4.5	7.5	

1) 조사당시 온도 : 10.1℃(조사일 : 2025년 04월 01일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(PSCI거더, 보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)

【표 6.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	4.5	7.5	44	80	36	44	OK	OK
	바닥판	4.5	7.5	85	—	—	78	—	OK
	거더	4.5	7.5	152	—	—	145	—	OK
P3	신축이음	13.6	22.4	50	100	50	50	OK	OK
	바닥판	13.6	22.4	90	—	—	68	—	OK
	거더	13.6	22.4	240	—	—	218	—	OK
A2	신축이음	4.5	7.5	40	50	10	40	OK	OK
	바닥판	4.5	7.5	60	—	—	53	—	OK
	거더	4.5	7.5	195	—	—	188	—	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 10.1℃(04월 01일)로써 이때 측정유간은 40.0~240mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 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.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 6.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장 균열 (m/개소)		포장 파손 (㎡/개소)	
S1	8.00	1	—	—
S2	15.00	5	—	—
S3	—	—	—	—
S4	60.00	2	—	—
S5	30.00	1	0.88	2
합계	113.00	9	0.88	2

			
손상현황	• S2 포장균열(L=30.0m)	손상현황	• S5 포장 파손(8.5m×0.1m)
원 인	• 반복통행에 의한 윤하중, 표면 온도변화 등	원 인	• 반복통행에 의한 윤하중, 동결방지재 살포 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 6.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인포장균열, 파손 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 공용기간 증가, 차량통행으로 인한 반복윤하중, 외부충격 등에 의한 포장균열, 파손 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 6.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	15.00	5	113.00	9	▲ 98.00	신규손상
	포장 파손	m ²	0.03	1	0.88	2	▲ 0.80	신규손상

4) 검토의견

- 조사된 포장균열, 파손의 경우 공용기간 증가, 건조수축, 시공미흡, 중차량 반복통행에 의한 윤하중, 동결방지재 살포 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치지 않고, 바닥판하면과 연계된 손상으로의 진전은 없는 상태로 확인되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 일괄 채포장 등 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 고래진2교(울산)의 배수시설은 종단구배 (-)0.626%, 횡단구배 (+)2.000%로 물흐름에 의거하여 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 부식, 배수로 파손이 조사되었다.

【표 6.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 부식 (m/개소)		배수로 파손 (m/개소)	
S1	—	—	1.00	1
S2	—	—	—	—
S3	5.00	1	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
합계	5.00	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 법면 배수로 파손(5.0m×0.2m)	손상현황	• P3 배수관 부식(L=5.0m)
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• 배수관 이음부 누수 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 정비

【사진 6.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 배수관 부식, 배수로 파손 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 배수로 파손 손상이 추가로 조사되었다.

【표 6.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 부식	m	5.00	1	5.00	1	— —	변동없음
	배수로 파손	m ²	0.80	1	1.00	1	▲ 0.20	손상진전

4) 검토의견

- 배수관 부식 손상은 배수관 이음부를 통한 누수로 인해 발생한 손상으로 배수관을 통한 원활한 배수를 위하여 정비가 필요한 것으로 판단된다.
- 배수시설에서 조사된 배수로 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 우수유입시 원활한 배수를 위하여 적절한 보수가 필요한 상태이다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.08m로 시공되어 있으며, 좌측 방호벽 상단에 방음벽이 설치되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 중앙분리대 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 6.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	중분대 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	0.06	1
합계	0.06	1

			
손상현황	• S5 중분대 파손(0.3m×0.2m)	손상현황	• S2 방음벽 고정대 부식(0.1m×35.0m)
원 인	• 단부 시공미흡 등	원 인	• 장기공용, 습기흡착 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 정비

【사진 6.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상은 없는 것으로 조사되었으며, 금회 점검에서 중분대 파손 등의 신규손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 6.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	중분대 파손	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에서 조사된 파손의 경우 건조수축 및 온도변화, 시공미흡 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 고래진2교(울산)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1~2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~4에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치된 것으로 확인되었다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 상태로 조사되었으며, 용접상태, 앵커매립 깊이는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 6.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1~A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• P2 점검통로 난간 상태현황	손상현황	• P3 점검통로 난간 앵커 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 6.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 상태로 조사되었으며, 용접상태, 앵커매립 깊이는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 6.3.27】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 점검시설은 설치불량, 점검통로 앵커볼트 매입길이부족, 노출길이부족, 발판불량 등의 손상이 없는 상태로 확인되었다. 다만, 지속적인 점검을 통하여 점검자의 안전을 저해할 요소를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

파. 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.

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 1.3.28】 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 고래진2교(울산)은 시점부 인접구간으로 해운대터널이 위치하고 있으며, 교량하부로 군부대 진입도로를 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 배수관 고정대 탈락(S2)이 조사되었으나, 통행차량 및 통행인 이용하지 않는 나대지로 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 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 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	

	
배수관 고정상태 양호	중앙분리대 상태양호
	
신축이음 상태양호	
	
교면포장 상태양호	교량 집수구 상태양호

【사진 1.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

6.3.3 외관조사 총괄표

【표 6.3.28】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	1.20	2	
	파손	m ²	0.12	2	
거더	파손	m ²	0.03	1	
	재료분리	m ²	0.05	1	
가로보	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	
	보수부 들뜸, 들뜸	m ²	0.61	6	
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.70	4	
	표면오염	m ²	10.00	7	
	실링재 이격	m	8.00	2	
교각	균열(0.3mm미만)	m	7.50	10	
	망상균열	m ²	2.50	1	
	재료분리	m ²	0.40	1	
	표면오염	m ²	6.00	2	
	법면보호블록 침하	m ²	1.25	2	
교량받침	Plate 부식	EA	40.00	40	
	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.60	8	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	7.10	24	
	스토퍼 밀착	EA	1.00	1	
신축이음	후타재 균열	m	11.10	27	
	후타재 파손	m ²	0.07	2	
	고무재 파손	m	5.00	1	
	본체 부식	m	13.00	2	
	본체 누수	m	15.00	4	
	유간 토사퇴적	m	8.80	6	
교면포장	포장 균열	m	113.00	9	
	포장 파손	m ²	0.88	2	
배수시설	배수관 부식	m	5.00	1	
	배수로 파손	m ²	1.00	1	
방호벽 및 중분대	중분대 파손	m ²	0.06	1	

6.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 6.3.29】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	1.20	2	1.20	2	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.12	2	▲ 0.12	신규손상
거더	파손	m ²	0.03	1	0.03	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
가로보	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	보수부 들뜸, 들뜸	m ²	0.55	5	0.61	6	▲ 0.06	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	7.20	4	5.70	4	▼ 1.50	일부보수
	표면오염	m ²	12.00	9	10.00	7	▼ 2.00	일부보수
	실링재 이격	m	8.00	2	8.00	2	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.00	7	7.50	10	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	m ²	2.50	1	2.50	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.40	1	0.40	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	—	—	6.00	2	▲ 6.00	신규손상
	법면보호블록 침하	m ²	1.25	2	1.25	2	— —	변동없음
교량받침	Plate 부식	EA	32.00	32	40.00	40	▲ 8.00	신규손상
	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.60	8	▲ 1.60	신규손상
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	7.30	23	7.10	24	▼ 0.20	보수실시
	스토퍼 밀착	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
신축 이음	후타재 균열	m	7.60	17	11.10	27	▲ 3.50	신규손상
	후타재 파손	m ²	—	—	0.07	2	▲ 0.07	신규손상
	고무재 파손	m	24.00	3	5.00	1	▼ 3.00	일부보수
	본체 부식	m	12.00	1	13.00	2	▲ 1.00	신규손상
	본체 누수	m	15.00	4	15.00	4	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	10.60	4	8.80	6	▼ 1.80	일부보수
교면 포장	포장 균열	m	15.00	5	113.00	9	▲ 98.00	신규손상
	포장 파손	m ²	0.03	1	0.88	2	▲ 0.80	신규손상
배수 시설	배수관 부식	m	5.00	1	5.00	1	— —	변동없음
	배수로 파손	m ²	0.80	1	1.00	1	▲ 0.20	손상진전
방호벽 및 중분대	중분대 파손	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상

6.4 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.

6.4.1 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 6.4.1】 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	3	3	4	5	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

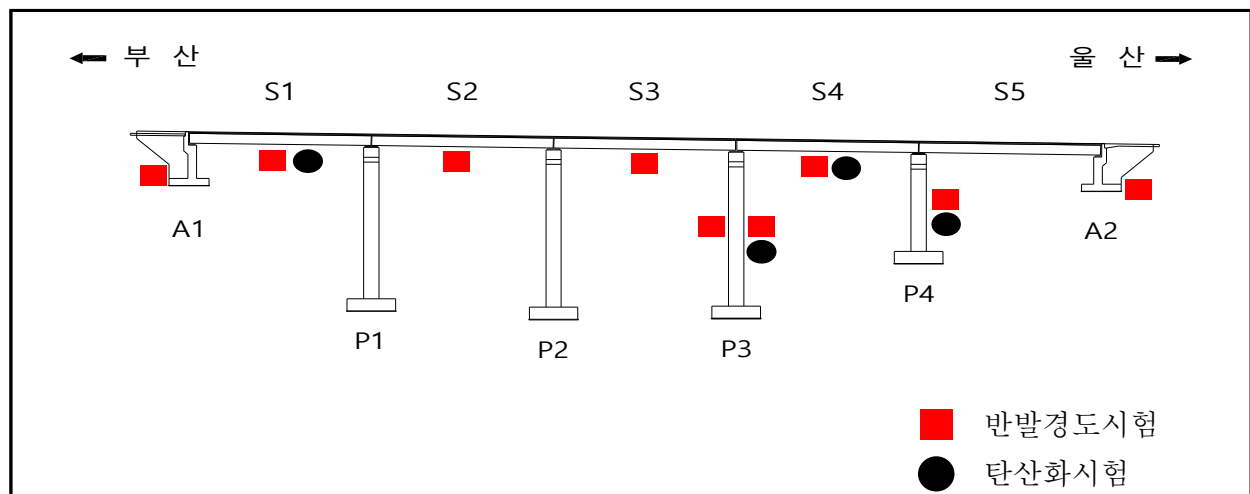
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 6.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 6.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

6.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 9개소)을 실시하였으며, 측정결과 는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.



【사진 6.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 6.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	51.8	30.1	29.5	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	53.7	31.6	30.4			건전부
	S3	바닥판	54.3	32.1	30.6			건전부
	S4	바닥판	52.5	30.7	29.8			건전부
평균			—	31.1	30.1	—	—	
표준편차			—	0.90	0.51	—	—	
변동계수			—	0.029	0.017	—	—	
최대값			—	32.1	30.6	—	—	
최소값			—	30.1	29.5	—	—	

【표 6.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	46.0	25.5	26.9	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	47.1	26.3	27.4			건전부
평균			—	25.9	27.2	—	—	
표준편차			—	0.57	0.35	—	—	
변동계수			—	0.022	0.013	—	—	
최대값			—	26.3	27.4	—	—	
최소값			—	25.5	26.9	—	—	

【표 6.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P3	교각	48.4	27.4	28.0	0.63	24.0	건전부
	P3	교각	47.6	26.7	27.6			비건전부
	P4	교각	49.5	28.2	28.5			건전부
평균			—	27.4	28.0	—	—	
표준편차			—	0.75	0.45	—	—	
변동계수			—	0.027	0.016	—	—	
최대값			—	28.2	28.5	—	—	
최소값			—	26.7	27.6	—	—	

【표 6.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	29.5	~ 30.6	27.0	30.1	109.3 ~ 113.3	
교대	26.9	~ 27.4	24.0	27.2	112.1 ~ 114.2	
교각	27.6	~ 28.5	24.0	28.0	115.0 ~ 118.8	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.5~30.6MPa, 하부구조(교대) 26.9~27.4MPa, 하부구조(교각) 27.6~28.5MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 측정한 비건전부는 건전부 대비 98.3%로 건전부 대비 큰 차이가 없어 콘크리트 상태는 양호한 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 6.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.8 ~ 28.6	29.5 ~ 30.6	27.0
	교대	26.1 ~ 26.8	26.9 ~ 27.4	24.0
	교각	26.3 ~ 26.8	27.6 ~ 28.5	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

\

3) 반발경도 시험보고서

【표 6.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 15 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	고래진2교(울산)
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 재령	10.9℃, 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
머린 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 6.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 6.4.8】 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	2.5	39.0	36.5	17	0.61	100년 이상	a	
	S4 바닥판	3.0	57.0	54.0	17	0.73	100년 이상	a	
하부 구조	P3 교각	5.0	73.0	68.0	17	1.21	100년 이상	a	
	P4 교각	2.0	112.0	110.0	17	0.49	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0 ~ 5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 6.4.9】 탄산화 시험결과 분석

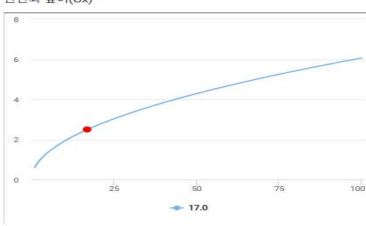
구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.5~3.0	36.5~54.0	
하부구조	2.0~5.0	73.0~112.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

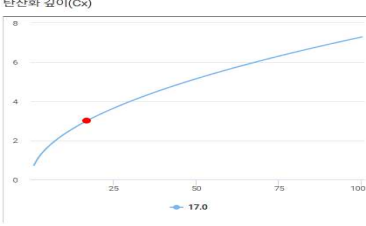
국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 고래진2교(울산)의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 6.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S1	
실측 피복두께(mm)	39.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.5
잔여깊이(mm)	36.5
탄산화 속도계수	0.61
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (36.5)	0.60634 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
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										
												

상부구조 - 바닥판 S4	
실측 피복두께(mm)	57.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.0
잔여깊이(mm)	54.0
탄산화 속도계수	0.73
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (54)	0.72761 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
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										
												

【표 6.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P3	
실측 피복두께(mm)	73.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	68.0
탄산화 속도계수	1.21
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(68)

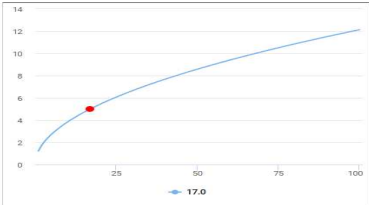
A (탄산화 속도 계수)

1.21268
(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



하부구조 - 교각 P4	
실측 피복두께(mm)	112.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.0
잔여깊이(mm)	110.0
탄산화 속도계수	0.49
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(110)

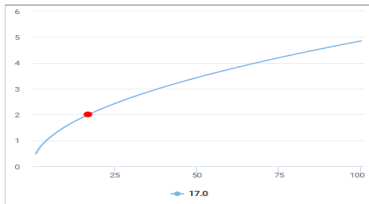
A (탄산화 속도 계수)

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 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

3) 기 점검결과와의 비교

【표 6.4.11】 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	2.2~2.7	67.3~69.8	a	2.5~3.0	36.5~54.0	a	
하부구조	3.1~5.5	46.9~76.5	a	2.0~5.0	73.0~112.0	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 6.4.12】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 15일
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 6.4.13】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.5 ~ 30.6	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.9 ~ 27.4	24.0	
		교각	27.6 ~ 28.5	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~54.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		73.0~112.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 6.4.14】기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.8	~	28.6	29.5	~	30.6	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	26.1	~	26.8	26.9	~	27.4	
		교각	26.3	~	26.8	27.6	~	28.5	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		67.3~69.8		a	36.5~54.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		46.9~76.5		a	73.0~112.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

6.5 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.

6.5.1 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.

1) 고래진2교(울산) 상태평가 결과표

【표 6.5.1】 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	PSC Beam	b	b	b	c	c	a	c	b	b	q	a	—
S2	P1	PSC Beam	a	b	b	b	a	a	—	b	b	q	—	—
S3	P2	PSC Beam	a	a	b	b	c	a	—	b	b	q	—	—
S4	P3	PSC Beam	b	a	b	c	a	a	c	b	b	q	a	a
S5	P4	PSC Beam	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	—	a
	A2	PSC Beam							c	b	a	q		—
평균			0.140	0.140	0.180	0.280	0.220	0.120	0.400	0.200	0.183	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.025	0.028	0.009	0.020	0.007	0.002	0.036	0.018	0.037	—	0.004	0.003
													0.188	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.188) < 0.260$

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

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태인 “b” 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 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

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 6.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
고래진2교(울산)	0.188	B	150.00	2	300.00	1.000	0.188
합계(Σ)			150.00	2	300.00	1.000	0.188
1. 평가지수 =							0.188
2. 상태평가결과 =							B

6.5.2 상태평가 결과요약

【표 6.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
고래진2교(울산)	0.188	B	
검토의견	•고래진2교(울산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B” 로 평가됨		

6.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 6.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

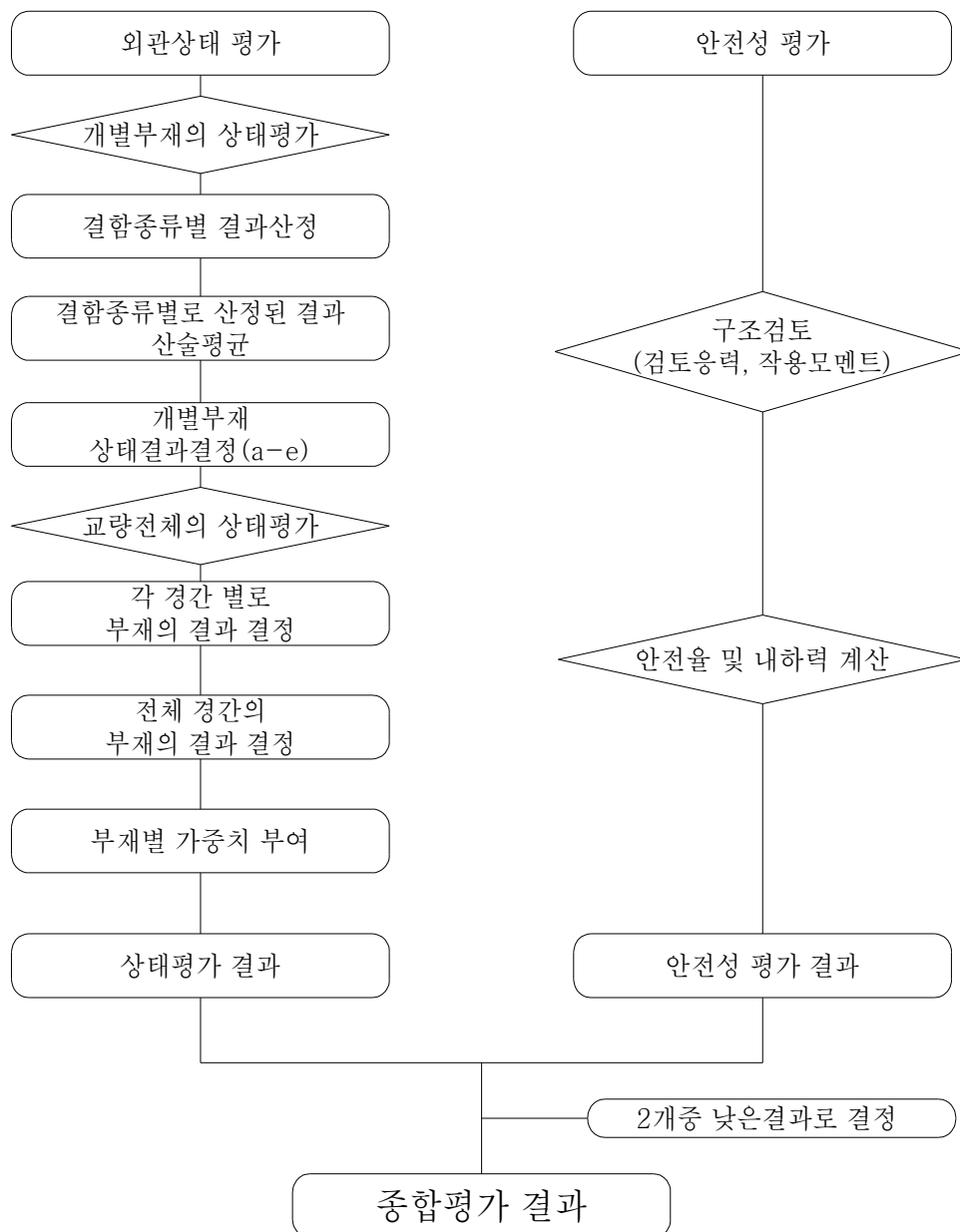
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.174	0.188
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 고래진2교(울산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.174에서 0.188로 0.014 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 신규손상의 발생에 의하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

6.6 종합평가 및 안전등급 지정

6.6.1 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 6.6.1】 종합평가 결과 산정절차

6.6.2 종합평가 결과

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

【표 6.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
고래진2교(울산)	0.188	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

6.6.3 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 6.6.2】 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 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

6.7 보수·보강 및 유지관리방안

6.7.1 보수·보강 방안

【표 6.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	1.20	2	표면처리	3순위
	파손	m ²	0.12	2	단면보수	2순위
거더	파손	m ²	0.03	1	단면보수	3순위
	재료분리	m ²	0.05	1	단면보수	3순위
가로보	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	표면처리	3순위
	보수부 들뜸	m ²	0.61	6	단면보수	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.70	4	표면처리	3순위
	표면오염	m ²	10.00	7	표면처리	3순위
	실링재 이격	m	8.00	2	실링처리	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	7.50	10	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	2.50	1	표면처리	3순위
	재료분리	m ²	0.40	1	단면보수	3순위
	표면오염	m ²	6.00	2	표면처리	3순위
	법면보호블록 침하	m ²	1.25	2	주의관찰	—
교량받침	Plate 부식	EA	40.00	40	도장보수	2순위
	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.60	8	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	7.10	24	표면처리	3순위
	스토퍼 밀착	EA	1.00	1	주의관찰	—
신축이음	후타재 균열	m	11.10	27	주의관찰	—
	후타재 파손	m ²	0.07	2	단면보수	3순위
	고무재 파손	m	5.00	1	신축이음 교체	1순위
	본체 부식	m	13.00	2	도장보수	3순위
	본체 누수	m	15.00	4	주의관찰	—
	유간 토사퇴적	m	8.80	6	정비	3순위
교면포장	포장 균열	m	113.00	9	아스콘 실링	2순위
	포장 파손	m ²	0.88	2	아스콘 패칭	3순위
배수시설	배수관 부식	m	5.00	1	정비	3순위
	배수로 파손	m ²	1.00	1	단면보수	3순위
방호벽 및 중분대	중분대 파손	m ²	0.06	1	단면보수	3순위

6.7.2 개략공사비

【표 6.7.2】개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.20	0.45	m²	299	135	3순위
	파손	단면보수	0.12	0.18	m²	1,152	207	2순위
거더	파손	단면보수	0.03	0.05	m²	1,152	58	3순위
	재료분리	단면보수	0.05	0.08	m²	1,152	92	3순위
가로보	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m²	187	36	3순위
	보수부 들뜸	단면보수	0.61	0.92	m²	1,152	1,060	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	5.70	2.14	m²	250	535	3순위
	표면오염	표면처리	10.00	15.00	m²	250	3,750	3순위
	실링재 이격	실링처리	8.00	12.00	m	1	12	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	7.50	2.81	m²	250	703	3순위
	망상균열	표면처리	2.50	3.75	m²	250	938	3순위
	재료분리	단면보수	0.40	0.60	m²	960	576	3순위
	표면오염	표면처리	6.00	9.00	m²	250	2,250	3순위
교량받침	Plate 부식	도장보수	40.00	60.00	EA	415	24,900	2순위
	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.60	0.60	m²	250	150	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	7.10	2.66	m²	250	665	3순위
신축이음	후타재 파손	단면보수	0.07	0.11	m²	960	106	3순위
	고무재 파손	신축이음 교체	5.00	7.50	m	1,286	9,645	1순위
	본체 부식	도장보수	13.00	19.50	m	415	8,093	3순위
	유간 토사퇴적	정비	8.80	13.20	m	8	106	3순위
교면포장	포장 균열	아스콘 실링	113.00	169.50	m	166	28,137	2순위
	포장 파손	아스콘 패칭	0.88	1.32	m²	166	219	3순위
배수시설	배수관 부식	정비	5.00	7.50	m	577	4,328	3순위
	배수로 파손	단면보수	1.00	1.50	m²	960	1,440	3순위
방호벽 및 중분대	중분대 파손	단면보수	0.06	0.09	m²	960	86	3순위
개략 공사비 (천원)	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	9,645		53,244		25,338		
	재경비 (순공사비의 50%)	4,823		26,622		12,669		
	합계	14,468		79,866		38,007		
개략공사비 총계(천원)		132,341						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

6.7.3 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 6.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

① 바닥판하면 S1 파손 - 진전 여부확인	② 거더 S4 재료분리 - 진전 여부확인	③ 교대 A2 균열 - 진전 여부확인
④ 교각 P2 균열 - 진전 여부확인	⑤ 교량받침 P3 스토퍼 밀착 - 진전 여부확인	⑥ 신축이음 A2 고무재 파손 - 진전 여부확인

6.8 종합결론

본 시설물은 부산광역시 해운대구 송정동에 위치한 교량으로 총 연장 150.0m, 폭 12.455m의 PSC Beam Girder 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공 자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

6.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 신축이음 교체공사 당시의 진동 및 충격에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 위치상 신축이음 하부 누수로 인한 철근부식 등의 2차손상 우려가 있으므로, 내구성 및 단면을 확보하기 위한 적절한 보수가 필요하다고 판단된다.

2) PSC Beam Girder

- 거더에서 조사된 파손의 경우 공용 중 외력에 의해 발생한 것으로 판단되며, 구조적인 안전성에 우려를 미칠만한 손상은 아니나 손상의 진전방지 및 내구성 확보차원의 적절한 보수가 필요하다.
- 조사된 재료분리의 경우 거더의 하부에 발생한 손상으로 시공시 콘크리트의 배합, 다짐 등 품질불량 등으로 발생되었으며, 구조적인 손상은 아니나, 내구성 확보차원의 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.

3) 가로보

- 가로보에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 보수부 들뜸의 경우 보수미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우, 건조수축 및 장기공용, 온도변화 등의 원인에 의한 균열로 판단되며, 콘크리트 내구성 저하방지를 위해 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 표면오염의 경우, 신축이음부 및 종조인트부를 통한 교면수 유입에 의한 손상으로 현재 교대에 미치는 영향은 미미하나, 유지관리상 균열에 대한 보수시 일괄적으로 표면처리 보수를 실시하는 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다.
- 실링재 이격의 경우, 실링재의 장기공용에 따른 노후화, 교대의 거동에 따른 손상으로, 이전 점검과 비교시 손상의 진전은 없으나, 우수유입 방지를 위해 재시공이 필요한 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가에 따른 외기 노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 재료분리의 경우 시공초기 다짐미흡 및 손상부 우수유입 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 법면보호블록 침하의 경우 성토부 일부 유실, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교대 성토부 법면에 발생하였다. 현재 손상은 시급한 보수보다는 주기적인 점검을 통해 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

6) 기초

- 고래진2교(울산)의 기초는 교대 A1,2 직접기초, 교각 P1~4 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 받침콘크리트 및 몰탈 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 공용기간 증가로 인한 도장미흡부 습기흡착, 신축이음 하부 누수

로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 도장보수 등 적절한 보수 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 조사된 스토퍼 밀착의 경우 거더의 신축거동, 설계오류 및 시공오차 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 금회 점검 시기에 상기 발생한 손상에 의한 교량받침의 기능성을 저해할만한 영향은 없는 것으로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 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, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열, 파손의 경우 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 위치 및 정도가 차량의 주행성에 영향을 미치는 상태는 아니므로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한 후 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 신축이음에서 조사된 본체 고무재 파손 및 열화의 경우 장기공용에 따른 노후화, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 차량의 주행성 및 신축거동에 영향을 미치는 상태는 아니므로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한 후 손상의 진전시 신축이음 교체를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 차수판 볼트탈락, 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량의 반복통행 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음장치의 기능성 확보 및 원활한 배수 기능을 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 본체부식의 경우 유간 토사퇴적으로 인한 포장부 배수미흡, 공용기간 증가, 열화 등에 의한 손상으로 손상의 진전방지 및 내구성 확보 차원의 재도장 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 10.1℃(04월 01일)로써 이때 측정유간은 40.0~240mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 조사된 포장균열, 파손의 경우 공용기간 증가, 건조수축, 시공미흡, 중차량 반복통행에 의한 윤하중, 동결방지재 살포 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치지 않고, 바닥판하면과 연계된 손상으로의 진전은 없는 상태로 확인되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 일괄 재포장 등 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 손상의 진전시 일괄 재포장 등 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

10) 배수시설

- 배수관 부식 손상은 배수관 이음부를 통한 누수로 인해 발생한 손상으로 배수관을 통한 원활한 배수를 위하여 정비가 필요한 것으로 판단된다.
- 배수시설에서 조사된 배수로 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 우수유입시 원활한 배수를 위하여 적절한 보수가 필요한 상태이다.

11) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽에서 조사된 파손의 경우 건조수축 및 온도변화, 시공미흡 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

12) 교량 점검시설

- 점검시설은 설치불량, 점검통로 앵커볼트 매입길이부족, 노출길이부족, 발판불량 등의 손상이 없는 상태로 확인되었다. 다만, 지속적인 점검을 통하여 점검자의 안전을 저해할 요소를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.5~30.6MPa, 하부구조(교대) 26.9~27.4MPa, 하부구조(교각) 27.6~28.5MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하

면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 측정한 비건전부는 건전부 대비 98.3%로 건전부 대비 큰 차이가 없어 콘크리트 상태는 양호한 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0 ~ 5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 고래진2교(울산)의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.174에서 0.188로 0.014 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 신규 손상의 발생에 의하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 고래진2교(울산)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.

6.8.2 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.

6.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판하면 파손, 거더 파손, 교량받침 스토퍼 밀착, 신축이음 고무재 파손은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

6.8.4 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.