

04. 고래진1교(울산)

04.1 시설물 개요

04.2 자료수집 및 분석

04.3 현장조사

04.4 콘크리트 내구성조사

04.5 상태평가

04.6 종합평가 및 안전등급 지정

04.7 보수·보강 및 유지관리 방안

04.8 종합결론

4. 고래진1교(울산)

4.1 시설물의 개요

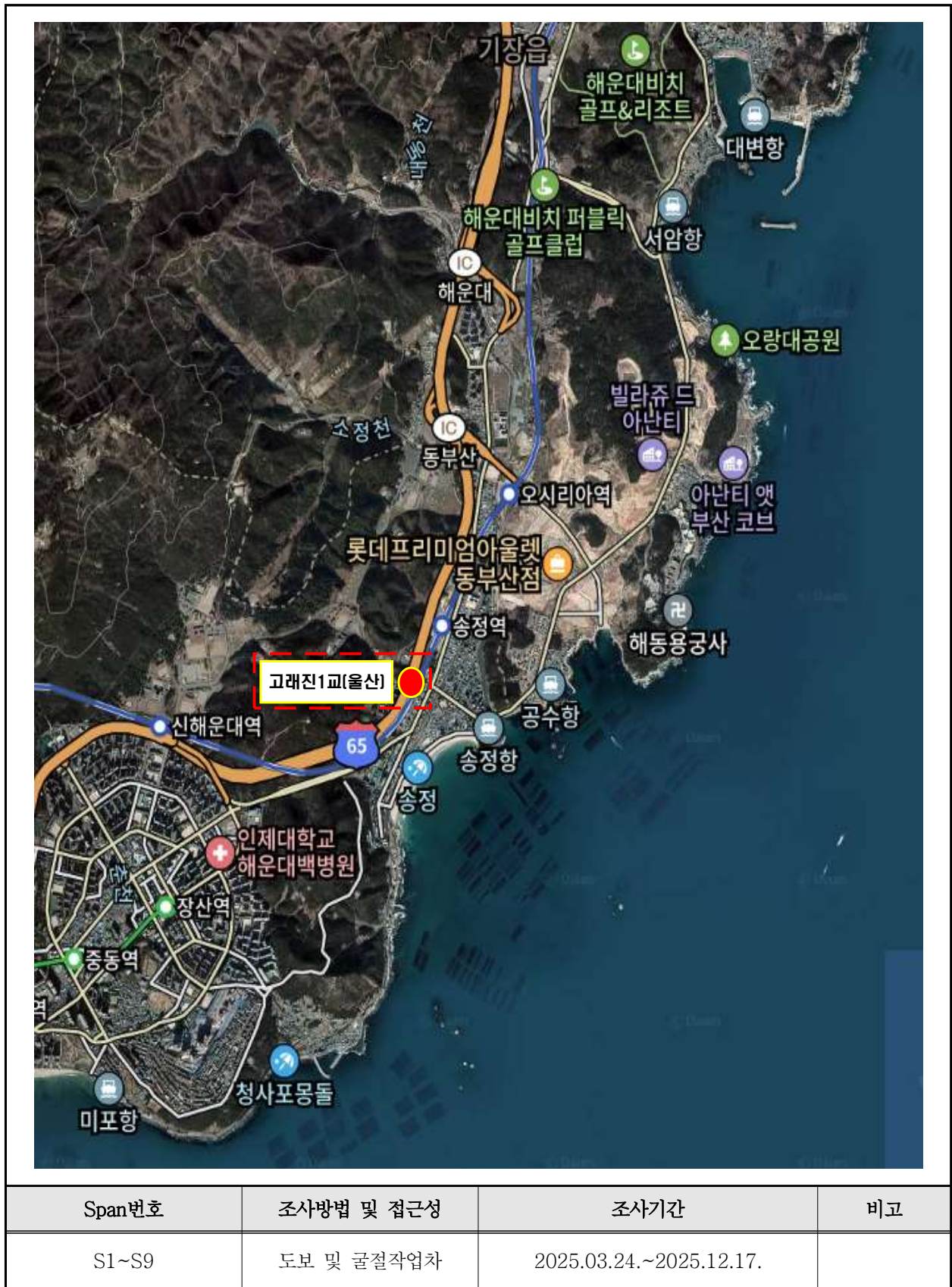
본 시설물은 부산광역시 해운대구 송정동에 위치한 교량으로 총 연장 430.0m, 폭 12.60m로 시공되어 있다.

4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 고래진1교(울산) 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2008-0000957		관리번호		-	
시설물위치		부산광역시 해운대구 송정동		준공년월일		2008년 12월 31일	
관리이정		부산울산선(1.8km)		공사이정		-	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명		부산울산고속도로	
제원	연장	L = 430.0m (30.0+8@50.0)					
	폭	B = 12.60m (2차로)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교 대	직접기초(A1, A2)	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형			교 각	직접기초(P1~P3, P6~P8) 강관파일기초(P4, P5)	
교량받침		포트받침		신축이음		모노셀(A1), 레일조인트(A2), 강평거(P3, P6)	
교차시설물		아파트 진입로		통과높이		30.0m	
부착시설내용		방음벽, 점검통로 등					
시 공 자		울트라건설(주)		관리주체		부산울산고속도로(주)	

4.1.2 위치도 및 전경사진

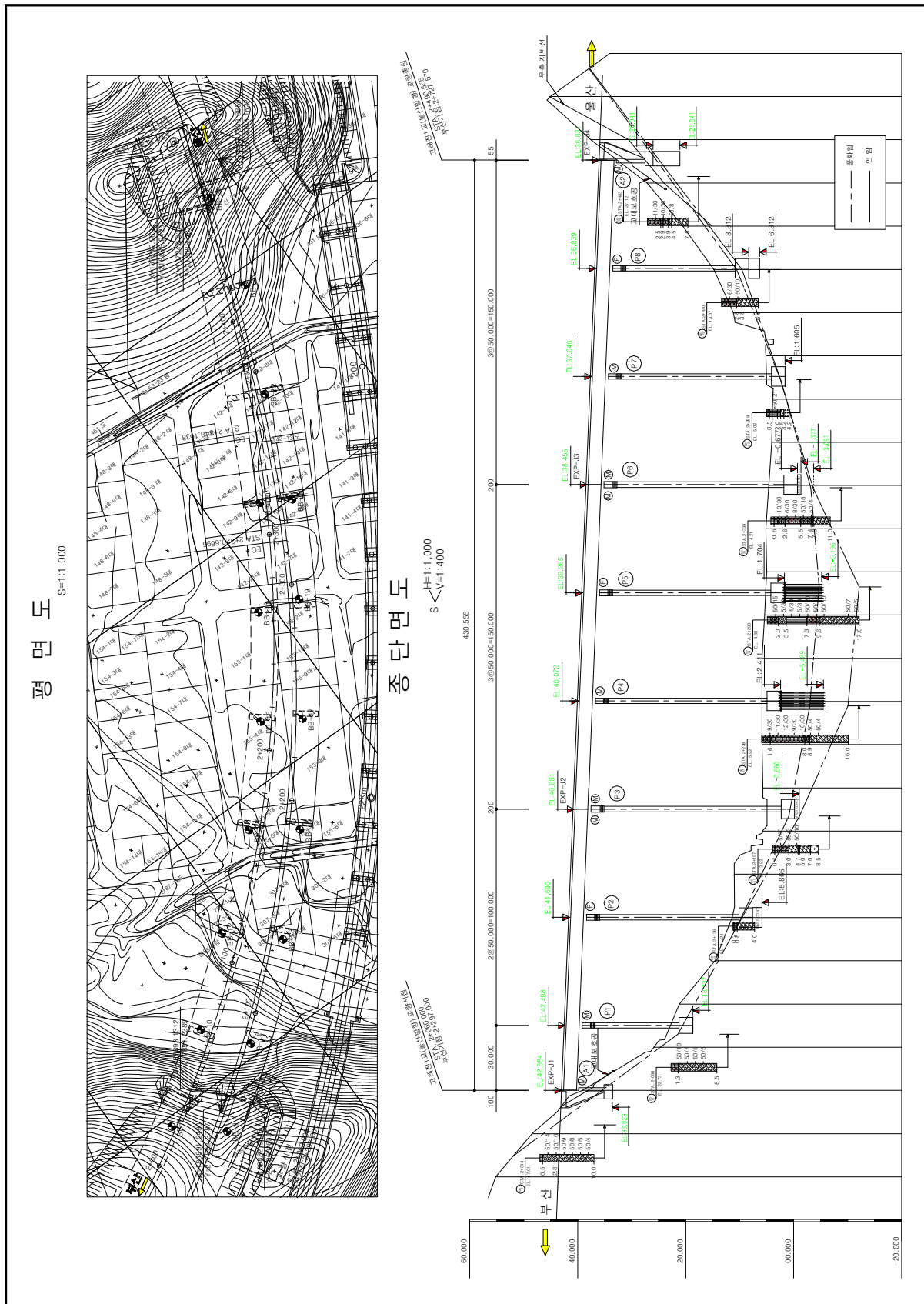


【그림 4.1.1】 위치도

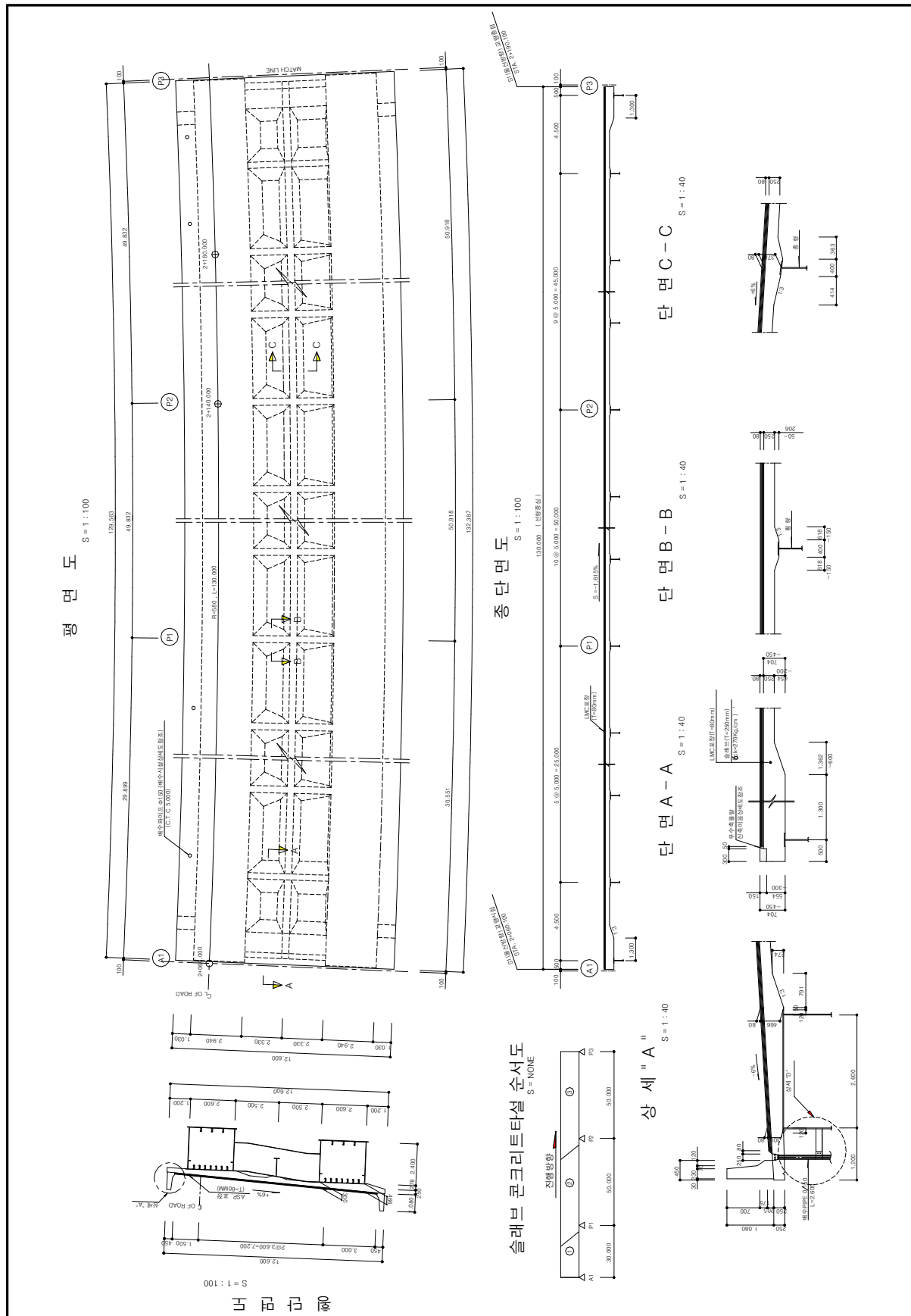
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【사진 4.1.1】 부재별 현황

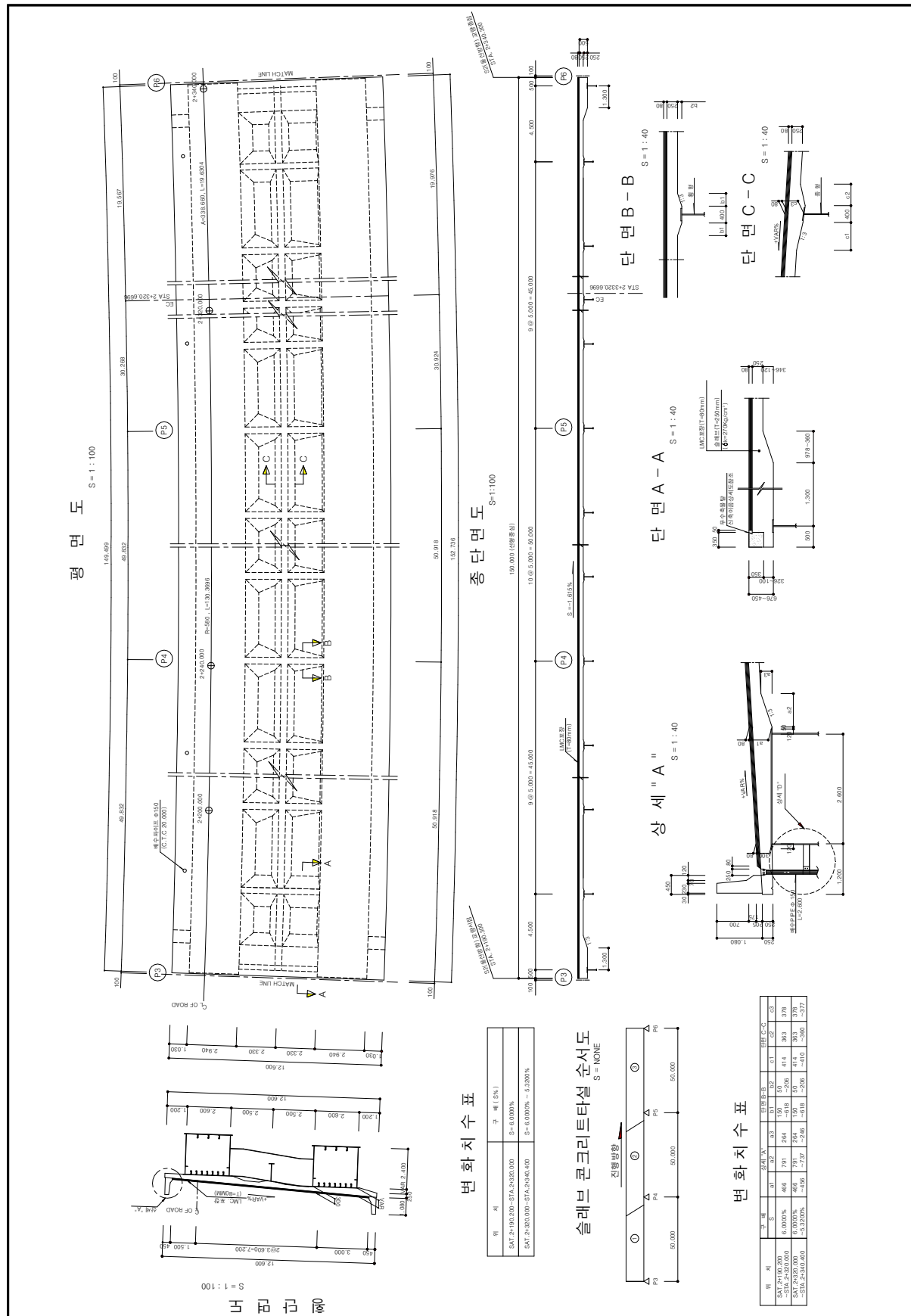
4.1.3 시설물 일반도



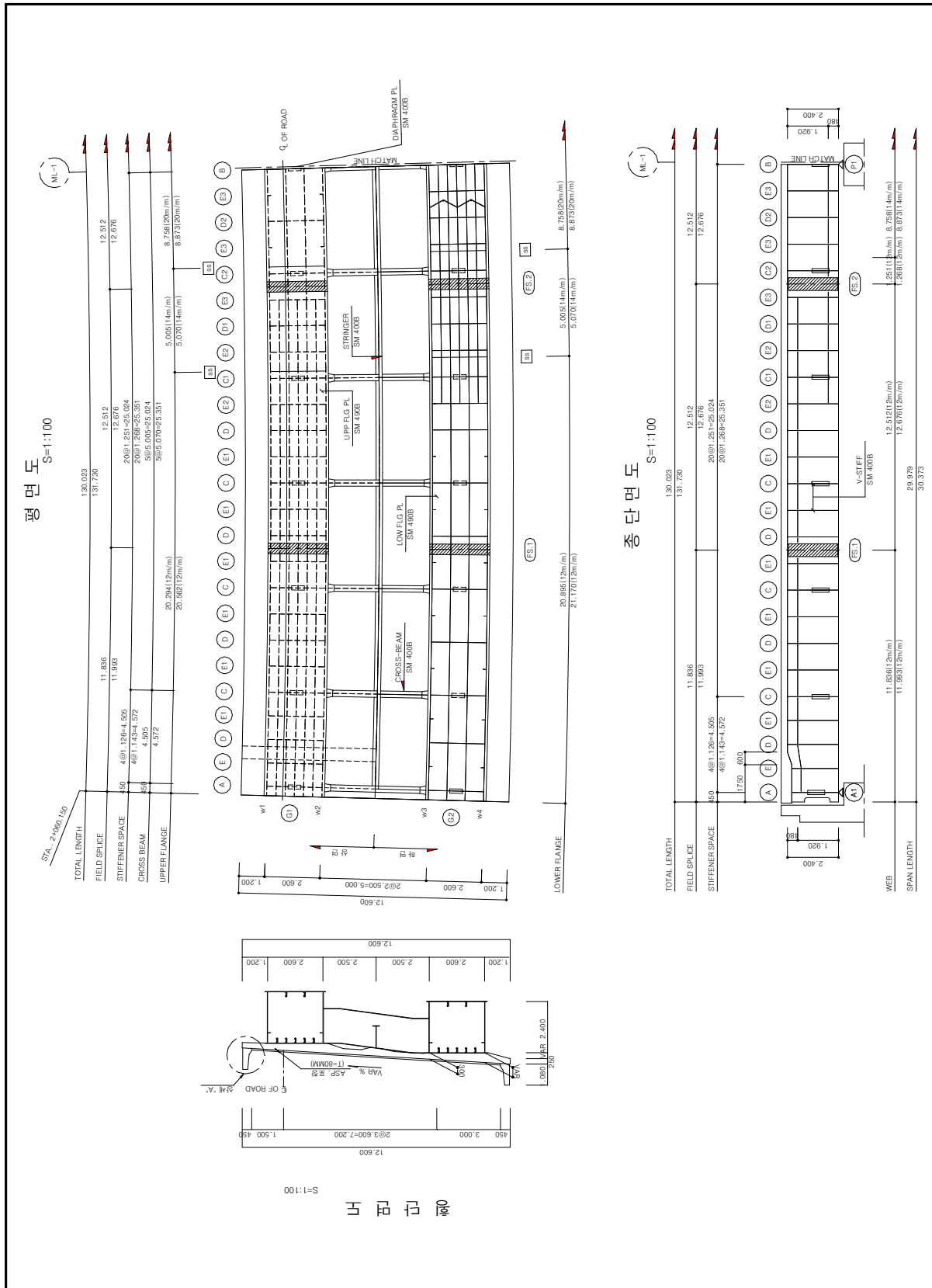
【그림 4.1.2】 중 · 평면도



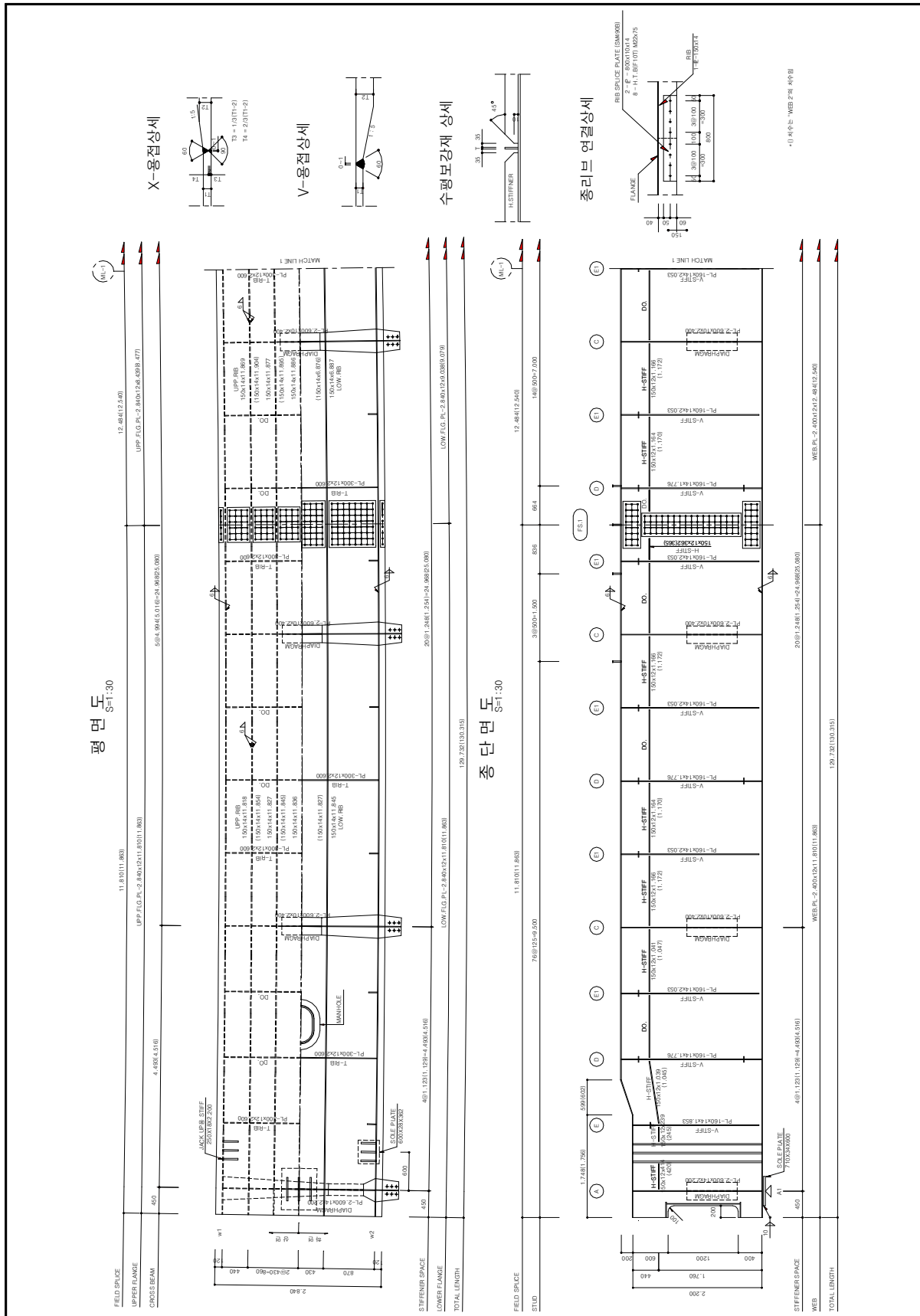
[그림 4.1.3] 슬래브 일반도(1)



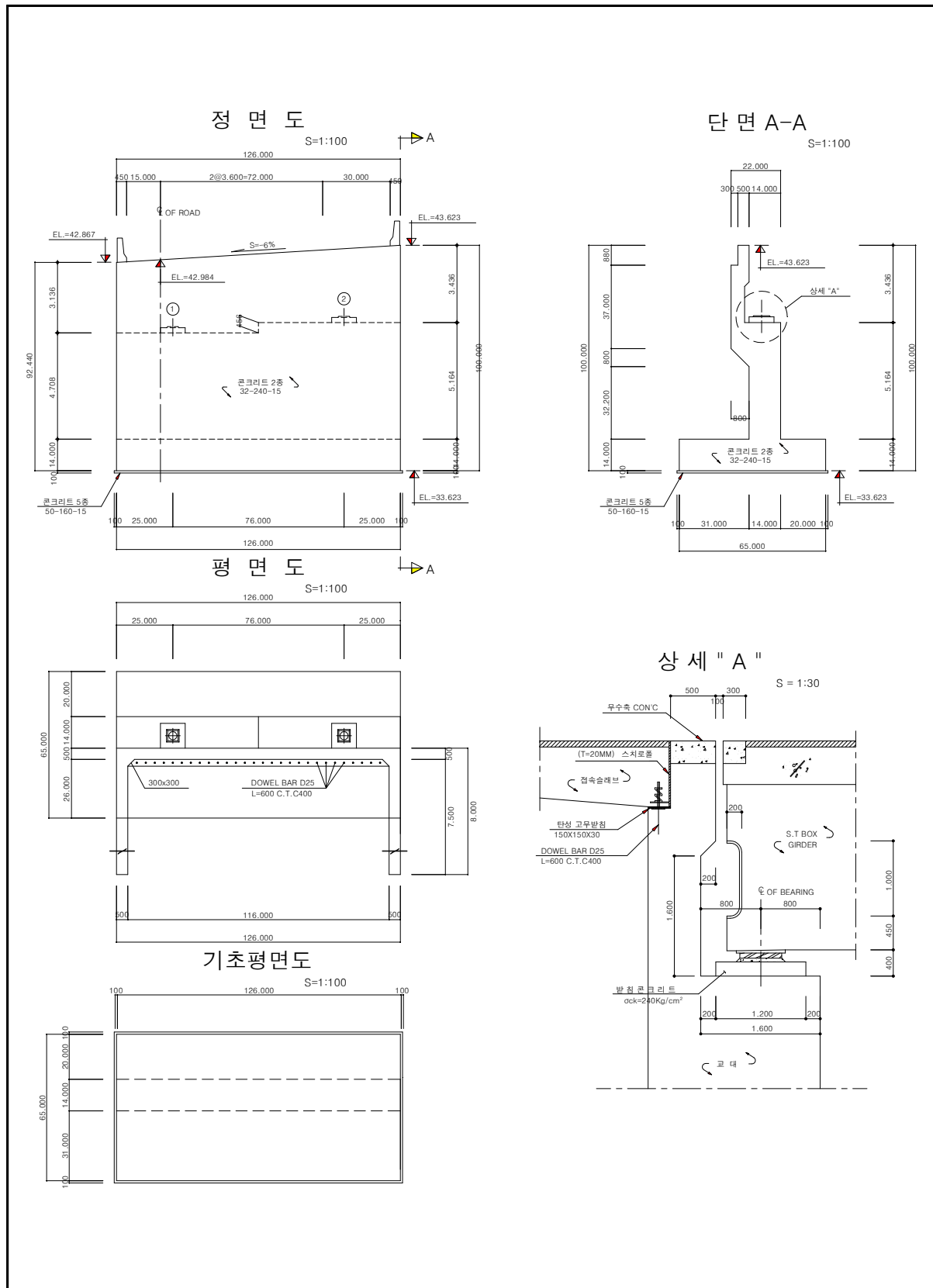
【그림 4.1.4】 슬래브 일반도(2)



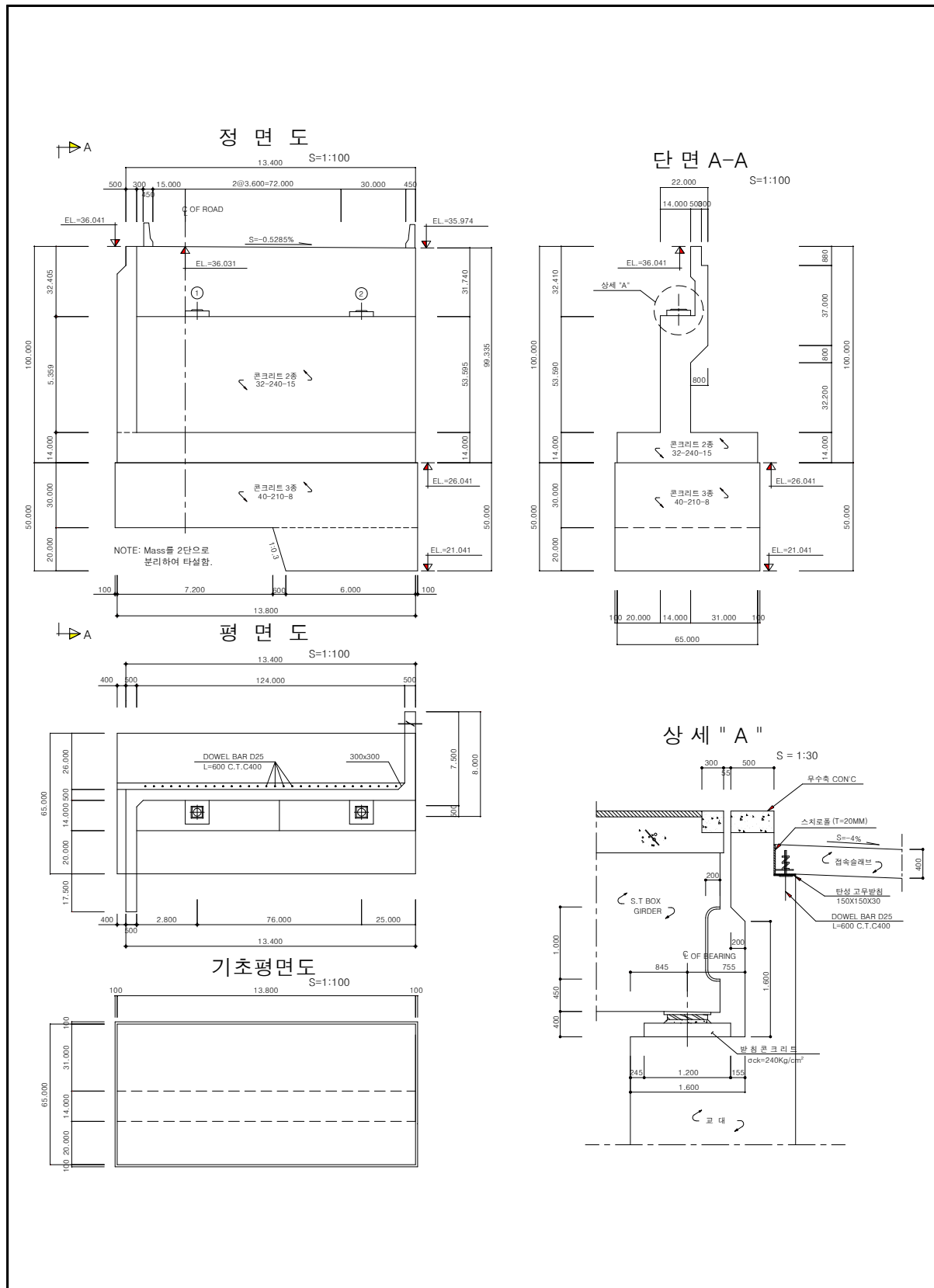
【그림 4.1.5】 강상형 일반도(1)



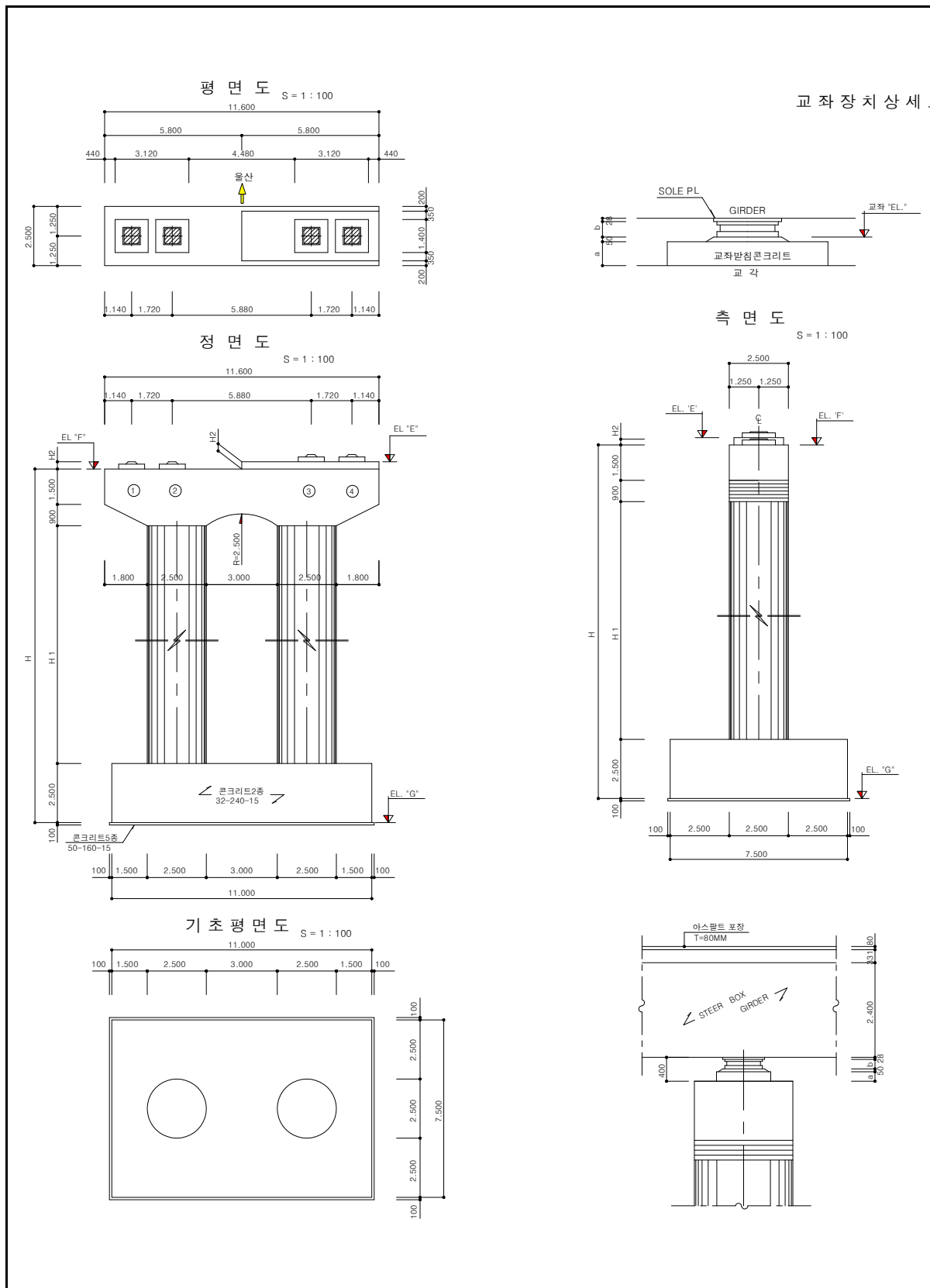
【그림 4.1.6】 강상형 일반도(2)



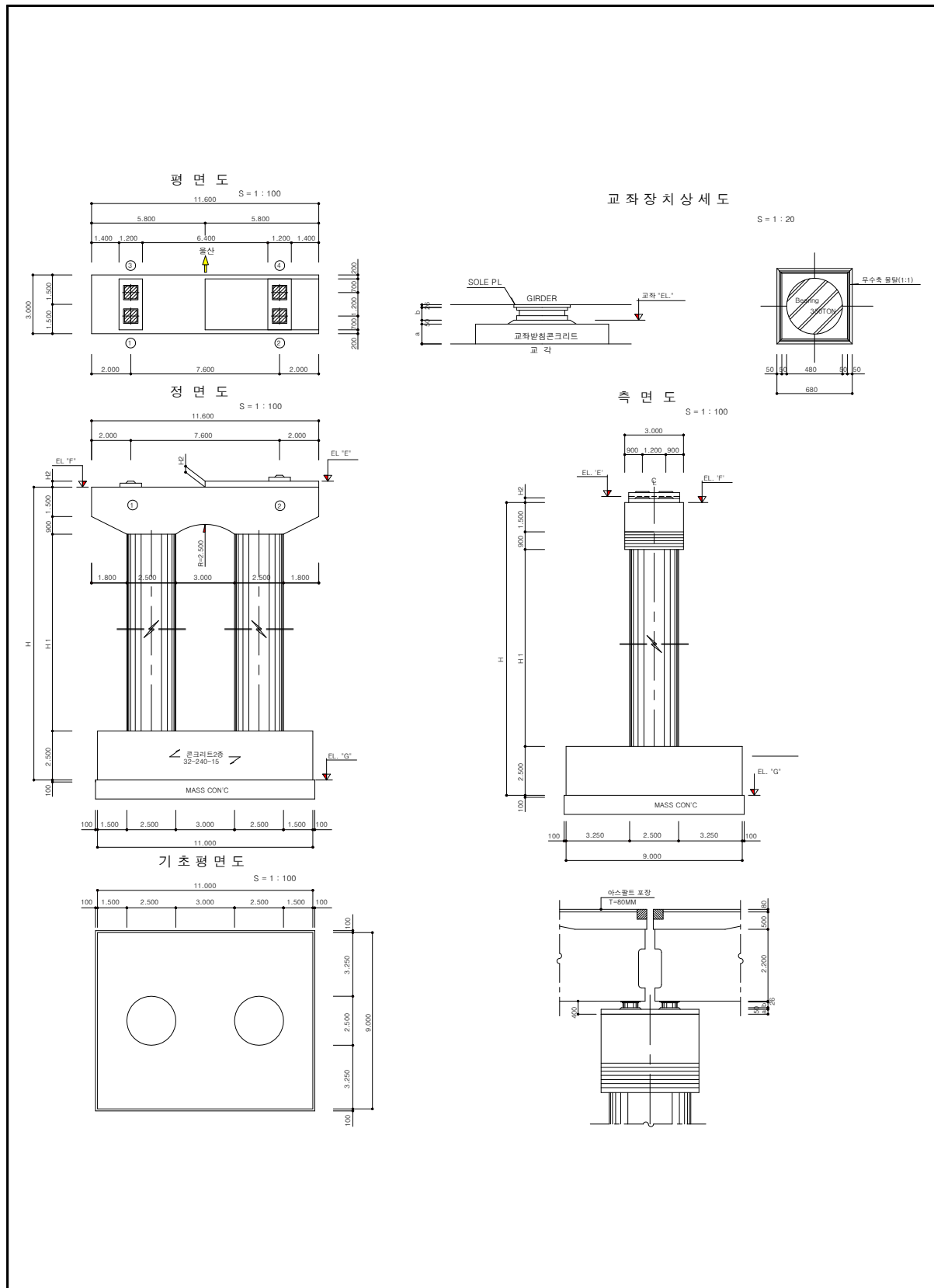
【그림 4.1.7】 교대 일반도(A1)



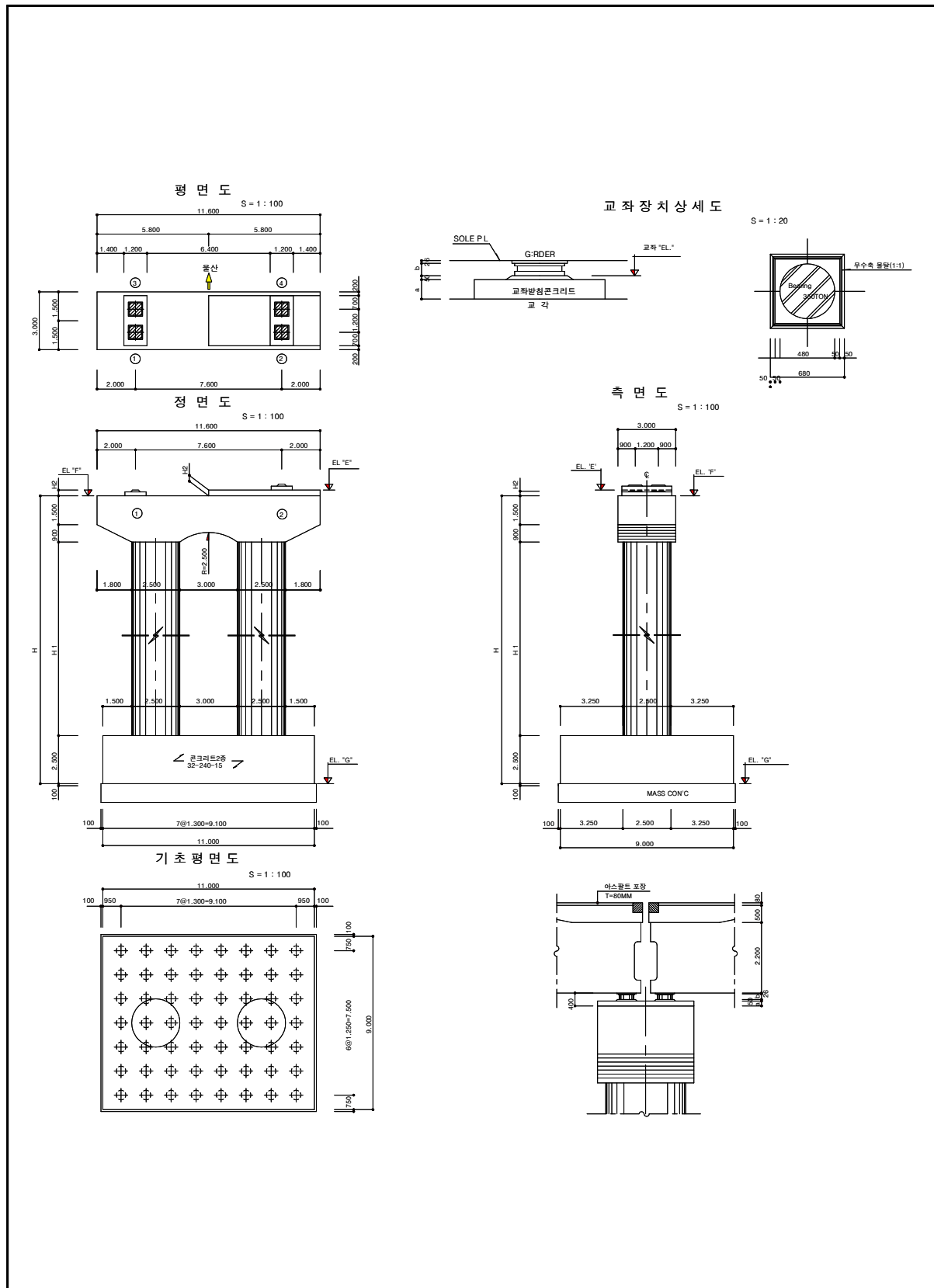
【그림 4.1.8】 교대 일반도(A2)



【그림 4.1.9】 교각 일반도(P1)



【그림 4.1.10】 교각 일반도(P3)



【그림 4.1.11】 교각 일반도(P6)

4.2 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.

4.2.1 자료수집 현황

【표 4.2.1】 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, 정밀안전진단 등) ◦2021년 정밀안전점검 ◦2023년 정밀안전진단
보수·보강 관련자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) 보수·보강 ◦전차보고서

4.2.2 설계자료 검토

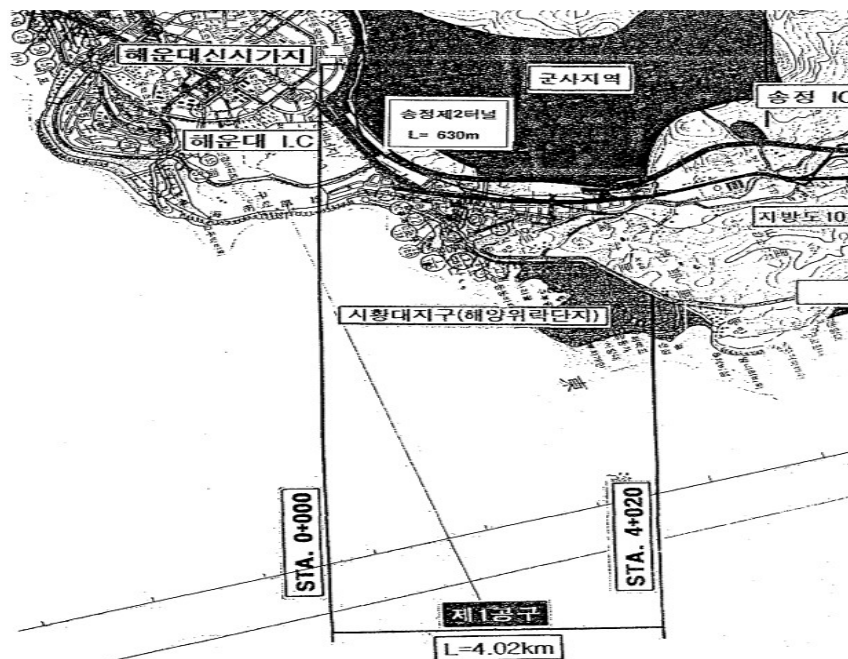
가. 구조계산서 및 내진설계

구 분	내 용		
적용하중 및 사용재료	적용하중		사용재료
			상부 하부
적용하중 및 사용재료	- 고정하중 - LMC : 23.5kN/m³ - 철근콘크리트 : 25.0kN/m³ - 활하중 - DB24, DL24, 탱크하중(60ton) - 기타 - 충격<15/(40+L)>, 원심하중, 차량 횡하중, 제동하중 및 시동하중, 풍하중, 수압, 부력 및 양압력, 토압, 지진 등		- 콘크리트 -fck=27MPa(SLAB) - fck=24MPa - 철근 - SD40 fy=400MPa - fy=300MPa - 강재 - 주부재: SM490B - 부부재: SM490B - 릿채움흙 - $\gamma_s=2.0t/m^3$ - $\phi_s=35(\text{degree})$
설계법 및 하중조합	검토부재		설계법 및 하중조합
	상부구조	바닥판 거더	- 강도설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 풍하중, 원심하중 - 허용응력설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중
검토결과	하부구조	교 대	- 허용응력설계법 : 안정검토 시 - 강도설계법 : 단면검토 시
	※ 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. 지반 및 지질 조사보고서

본 교량의 설계 당시 17개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지표로부터 표토층, 전답토층, 매립토층, 충적토층, 퇴적토층, 잔류토층, 연, 경암층 순으로 구성되어 있는 것으로 조사되었으며, 지반조사보고서(부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 지반조사보고서(제5공구 좌동~운화), 2005.03)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

조사번호	조사위치	조사방향	지반고(EL.m)	비고
BB-8	2+019	부산방향	52.17	
BB-9	2+044	울산방향	47.01	
BB-10	2+066	부산방향	22.70	
BB-11	2+086	울산방향	22.73	
BB-12	2+112	부산방향	12.03	
BB-13	2+136	울산방향	11.24	
BB-14	2+162	부산방향	8.94	
BB-15	2+187	울산방향	3.92	
BB-16	2+213	부산방향	6.08	
BB-17	2+238	울산방향	5.92	
BB-18	2+264	부산방향	5.29	
BB-19	2+293	울산방향	4.88	
BB-20	2+315	부산방향	4.13	
BB-21	2+339	울산방향	4.21	
BB-22	2+389	울산방향	5.02	
BB-23	2+440	울산방향	13.37	
BB-24	2+483	울산방향	27.12	



구 분	지 층 특 성
표토 및 전담토층 (Top Soil)	· 본 층은 BB-13~15, 20~22지점에서 0.2~0.6m의 두께로 분포하는 최상위층으로서, 실트질모래, 실트질 자갈 등으로 구성되어 있으며 모래층은 소량의 자갈을 함유하고 있다. · 모래층에서의 N치는 4/30~7/30의 범위로 나타나 매우 느슨함 내지 느슨한 상대밀도를 보이고 있다.
매립토층 (Fill)	· 매립토층은 BB-9,14,16~22지점에서 0.6~2.0m 두께로 분포하는 최상위층으로서 자갈 섞인 실트질 점토, 실트질 모래, 실트/모래질 자갈, 전석 등으로 구성되어 있다. · 표준관입시험에 의한 N치를 보면, 점토층에서는 5/30 내외, 모래층에서는 7/30~10/30, 자갈층에서는 6/30~50/15의 범위로 각각 나타나고 있다.
퇴적토층 (Alluvial Soil)	· 퇴적토층은 BB-15~21지점에서 0.6~7.3m의 두께로 분포하며 실트질 점토, 점토/실트질 모래, 실트질 자갈 등으로 구성되어 있고 모래층에는 얇은 점토층과 조개껍질, 유기물등이 혼재되어 있다. · N치를 보면 점토층에서는 5/30~7/30, 모래층에서는 4/30~14/30, 자갈층에서는 14/30~50/4의 범위로 각각 나타나고 있다.
붕적토층 (Colluvial Soil)	· BB-8,10~12,14,23,24지점에서 0.3~3.9m의 두께로 분포는 붕적토층은 소량의 모래 및 자갈 섞인 실트질 점토, 실트질 모래, 실트질 자갈, 전석 등으로 구성되어 있으며 모래층과 자갈층에는 전석들이 불규칙하게 혼재되어 있다. · N치를 보면, 점토층에서 3/30 내외, 모래층에서는 2/30~50/23, 자갈층에서는 9/30 내외, 전석층에서는 50/5 내외로 각각 나타나고 있다.
잔류토층 (Residual Soil)	· BB-4,6~11,17~19,23,24지점에서 현 지표한 0.6m~9.6m 깊이에서부터 0.4m 이상의 두께로 분포하는 풍화암은 세일, 응회암, 장석반암 등을 모암으로 하여 $\phi 5 \sim 200$ mm내외의 핵석을 함유하기도 한다. · 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/3의 매우 조밀한 상대밀도를 보이고 있다.
풍화암층 (Weathered Rock)	· BB-4,6~11,17~19,23,24지점에서 현 지표한 0.6m~9.6m 깊이에서부터 0.4m 이상의 두께로 분포하는 풍화암은 세일, 응회암, 장석반암 등을 모암으로 하여 $\phi 5 \sim 200$ mm내외의 핵석을 함유하기도 한다. · 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/3의 매우 조밀한 상대밀도를 보이고 있다.
연암층 (Soft Rock)	· 세일, 응회암, 장석반암 등을 모암으로 하는 연암은 현 지표하 0.8~7.8m 깊이에서부터 0.5m 이상의 두께로 분포하고 있으며 BB-15지점에서는 0.3m 내외의 잔류토층을 협재하기도 한다. · 심한 풍화 내지 약간 풍화의 풍화도를 보이며, 강도는 약함 내지 강한 상태이고 매우 좁은 간격 내지 좁은 간격을 보이고 있다. · 코아회수율(TCR)은 45~100%, RQD는 0~90%의 범위를 각각 보이고 있다.
경암층 (Hard Rock)	· 경암은 현 지표하 6.3m~7.0m 깊이에서부터 1.0m 이상의 두께로 분포하고 있으며 모암은 세일, 응회암, 장석반암 등이다. · 약간 풍화 내지 신선한 상태를 보이며, 강도는 강함 내지 매우 강한 상태이고 좁은 간격 내지 넓은 간격을 보이고 있다. · 코아회수율(TCR)은 100%, RQD는 8~100%의 범위를 각각 보이고 있다.

4.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 2008년 12월 31일 준공 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며, 그 결과에 의한 유지관리가 다음과 같이 실시된 상태이다.

【표 4.2.2】 고래진1교(울산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 균열 등 · 배수시설 배수관 탈락, 막힘, 고정대 탈락 등 · 난간 방호벽 균열, 망상균열, 방음판 파손 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열, 유간토사퇴적, 하부 누수, 하부 흡음재 탈락 등 · 교량받침 받침콘크리트 균열, 받침플레이트 부식 · 바닥판 균열부백태, 재료부족, 균열 등 · 거더 조류배설물 퇴적 및 볼트 부식 등 · 2차부재/가로보 볼트 부식 등 · 교대 파손, 균열부백태, 망상균열, 체수흔적 등 · 교각 코핑부 균열, 기동부 표면오염 등 · 점검시설 점검로 출입문 시근장치 파손 및 도장박리 등
2	정기안전점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 균열 등 · 난간 및 연석 균열, 방음판 파손 및 변형, 방음벽 지주부 부식 등 · 배수시설 배수구 막힘 및 누수, 배수관 고정대 탈락 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열, 유간토사퇴적 등 · 바닥판 균열, 균열부백태, 망상균열, 파손, 벌집등 · 거더 도장박리, 부식, 굽힘 등 · 2차부재/가로보 도장박리 및 부식 등 · 교량받침 받침콘크리트 균열, 받침플레이트 도장 박리 및 부식 등 · 교대 망상균열, 백태, 보수부 백태, 파손, 이격, 전기 컨트롤박스 파손 등 · 교각 균열, 망상균열, 백태, 파손, 체수 등
3	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 망상균열 등 · 배수시설 배수관 길이 부족 등 · 난간 및 연석 균열, 균열부백태, 방음벽 파손, 방음벽 지주 부식 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열, 유간토사퇴적 등 · 교량받침 플레이트 부식 및 도장박리, 받침물탈 및 받침콘크리트 균열 등 · 바닥판 백태, 균열부 백태 등 · 거더 도장 부식, 조류배설물 퇴적 등 · 2차부재 가로보 도장 박리 등 · 교대 흉벽 균열 및 열화 등 · 교각 코핑부 표면오염, 코핑부 균열 등

【표 4.2.2】 고래진1교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
4	1중성능평가	2024.02.23. ~2024.08.21	(주)엠케이에스 이	B등급	· 바닥판 균열(Cw=0.3mm미만), 균열부 백태, 망상균열, 파손, 벌집 · 거더 도장박리, 부식, 굽힘, 도장열화(백아화), 피트 조류배설물 퇴적 · 2차부재 도장박리 부식 · 교대/교각 균열(Cw=0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손, 이격, 체수, 표면오염 등 · 교량받침 받침 콘크리트 균열, 도장박리, 플레이트 부식 등 · 신축이음 후타재 균열, 유간 토사퇴적 · 교면포장 포장 균열 · 배수시설 배수구 막힘, 배수관 누수, 배수관 고정대 탈락 등 · 난간 및 연석 균열(Cw=0.3mm미만), 방음벽 파손, 방음벽 변형 등
5	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.05.30	자체수행	양호	- 교면포장 LMC포장 균열 등 - 난간방호벽 방음판 파손 등 - 배수시설 배수관 고정대 파손 등 - 신축이음 후타재 균열(cw=0.3mm미만), 유간토사퇴적 - 바닥판 균열부 백태, 망상균열 등 - 거더 외부 도장 박리 및 부식, 내부 조류배설물 퇴적, 도장 열화(백아화) 등 - 교량받침 플레이트 부식, 콘크리트 균열 등 - 하부구조 교각 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 표면오염 등
6	정밀안전진단	2023.02.21 ~2023.12.26	백양엔지니어링 (주)	B등급	· 바닥판 균열(Cw=0.3mm미만), 균열부백태, 망상균열, 파손, 벌집 · 거더 도장박리, 부식, 굽힘, 도장열화(백아화), 피트 조류배설물 퇴적 · 2차부재 도장박리 부식 · 교대/교각 균열(Cw=0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손, 이격, 체수, 표면오염 등 · 교량받침 받침 콘크리트 균열, 도장박리, 플레이트 부식 등 · 신축이음 후타재 균열, 유간 토사퇴적 · 교면포장 포장 균열 · 배수시설 배수구 막힘, 배수관 누수, 배수관 고정대 탈락 등 · 난간 및 연석 균열(Cw=0.3mm미만), 방음벽 파손, 방음벽 변형 등
7	정기안전점검	2022.05.11 ~2022.06.08	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고

【표 4.2.2】 고래진1교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
8	정밀안전점검	2022.04.07 ~2022.12.23	(주)엠케이에스 이	B등급	- 교면포장 LMC 균열 - 방음판 파손 - 배수시설 배수관 고정대 탈락 - 신축이음 후타재 균열, 유간부 토사퇴적 - 바닥판 균열부백태, 파손 - 거더 외부 도장박리 및 부식, 도장열화(백아화), 내조류배설물퇴적 - 교량받침 Plate 부식, 콘크리트 균열(0.3mm미만) - 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염
9	정기안전점검	2021.12.13 ~2021.12.13	자체수행	양호	- 거더 : 도장박리 및 점부식 - 교량받침 : 받침플레이트 부식, 받침콘크리트 균열 - 하부구조 : 표면오염 및 하부누수 - 신축이음 : 유간토사퇴적 및 하부누수 - 교면포장 : 포장균열 - 난간연석 : 방음벽 파손 - 배수시설 : 배수관 연결부 막힘
10	정기안전점검	2021.06.28 ~2021.06.28	자체수행	양호	- 거더 : 내부 도장박리 및 조류배설물 퇴적, 외부 점부식 - 교량받침 : 받침콘크리트 균열(cw=0.3mm미만), 받침 Plate 부식 - 하부구조 : 교대 표면오염(1.6㎡/4개소), 교각 표면오염(1.6㎡/4개소), 균열(cw=0.3mm미만) - 신축이음 : 유간 토사퇴적 및 하부 누수 - 교면포장 : 포장균열(25개소) - 난간연석 : 방음벽 파손 - 배수시설 : 배수관 연결부 막힘 1개소
11	정밀안전점검	2020.05.27. ~2020.12.31	(주)엠케이에스 이	B등급	- 교면포장 포장균열 - 방음벽 파손 - 배수시설 배수관 연결부 막힘 - 신축이음 유간토사퇴적, 하부누수 - 거더외부 부식, 거더내부 도장박리, 조류배설물 퇴적 - 교량받침 받침콘크리트균열, 받침 Plate부식 - 교대 표면오염 - 교각 균열(0.3mm미만), 표면오염
12	정기안전점검	2020.06.30 ~2020.06.30	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
13	정기안전점검	2019.09.03 ~2019.09.03	자체수행	양호	- 바닥판 균열 및 재료손실 - 교량받침 받침콘크리트 균열

【표 4.2.2】 고래진1교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
14	1종 성능평가	2018.08.16. ~2019.08.21	(주)엠케이에스 이	B등급	- 교면포장 포장균열 - 방호벽 균열(0.3mm미만), 균열부백태 - 배수시설 집수구 막힘 - 신축이음 본체부식, 고무재파손, 유간토사퇴적, 후타재균열, 차수판 볼트탈락 - 바닥판 망상균열 - 교량받침 Plate부식 - 교대 균열(0.3mm내외) - 교각 망상균열
15	정기안전점검	2019.04.02 ~2019.04.02	자체수행	양호	- 거더 도장박리 및 비둘기 배설물 퇴적 - 교대 기초부 균열 - 신축이음 갓길 유간 토사 퇴적
16	정밀안전진단	2018.08.16 ~2018.12.31	(주)엠케이에스 이	B등급	- 교면포장 포장균열 - 방호벽 균열(0.3mm미만), 긁힘, 파손, 방음벽 파손 - 배수시설 집수구 막힘 - 신축이음 유간토사퇴적, 차수판 볼트탈락 - 거더외부 부식, 도장박리, 거더내부 도장박리, 조유배설물퇴적 - 교량받침 받침콘크리트균열, 몰탈균열 - 교대 균열(0.3mm미만), 표면오염 - 교각 망상균열, 파손, 표면오염
17	정기안전점검	2018.12.17. ~2018.12.17	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
18	정기안전점검	2018.03.07. ~2018.03.07	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
19	정기안전점검	2017.09.11. ~2017.09.11	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
20	정기안전점검	2017.05.01. ~2017.05.01	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
21	정밀안전점검	2016.11.16. ~2016.12.30	(주)엠케이에스 이	A등급	- 방호벽 균열, 긁힘 및 파손, 방음벽 유실 - 배수시설 집수구 막힘 - 신축이음 유간토사퇴적, 차수판 볼트탈락 - 바닥판 균열 - 거더외부 점부식, 도장박리 - 거더내부 도장박리, 조류배설물퇴적 - 교량받침 받침콘크리트 균열, 부식 - 교대 표면오염 - 교각 균열 및 망상균열, 표면오염
22	정기안전점검	2016.04.04 ~2016.04.04	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함

【표 4.2.2】 고래진1교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태 등급	주요점검·진단내용
23	정기안전점검	2015.07.21 ~2015.07.21	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
24	정기안전점검	2015.03.23 ~2015.03.23	자체수행	양호	- 벽체균열 외 대체적으로 양호
25	정기안전점검	2014.07.07 ~2014.07.07	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
26	정기안전점검	2014.04.01 ~2014.04.01	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
27	정밀안전점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등급	- S9가로보 도장탈락, S1슬라브 벽태
28	정기안전점검	2013.04.29 ~2013.04.29	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
29	정기안전점검	2012.07.26 ~2012.07.26	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
30	정기안전점검	2012.04.09 ~2012.04.09	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
31	정기안전점검	2011.08.10 ~2011.08.10	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
32	정기안전점검	2011.03.08 ~2011.03.08	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
33	정기안전점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
34	정기안전점검	2010.03.10 ~2010.05.09	자체수행		- 교대벽체 물고임
35	정기안전점검	2009.08.04 ~2009.11.25	-	양호	- 전반적으로 상태가 양호함
36	정기안전점검	2009.03.06 ~2009.06.30	-	양호	- 이상없음

4.2.4 전차 정밀안전진단 실시결과(2023년12월)

가. 정밀안전진단 결과

구 분		정밀안전진단 결과
점검개요		· 점검기관 : 백양엔지니어링(주) · 점검기간 : 2023년 02월 21일 ~ 2023년 12월 26일
상 태 평 가	외관 조사	· 바닥판 균열($Cw=0.3\text{mm}$미만), 균열부백태, 망상균열, 파손, 벌집 · 거더 도장박리, 부식, 굽힘, 도장열화(백아화), 피트, 조류배설물 퇴적 · 2차부재 도장박리, 부식 · 교대/교각 균열($Cw=0.3\text{mm}$미만), 망상균열, 백태, 파손, 이격, 체수, 표면오염 등 · 교량받침 받침 콘크리트 균열, 도장박리, 플레이트 부식 · 신축이음 후타재 균열, 유간 토사퇴적 · 교면포장 포장 균열 · 배수시설 배수구 막힘, 배수관 누수, 배수관 고정대 탈락 · 난간 및 연석 균열($Cw=0.3\text{mm}$미만), 방음벽 파손, 방음벽 변형 등
	내구성 조사	· 내구성 시험 결과 콘크리트 강도와 철근탐사 결과는 양호한 상태를 나타내고 있으며, 염화물함유량 시험결과와 탄산화깊이는 모두 'a' 등급으로 평가되어 염화물 또는 탄산화에 의한 철근부식 가능성이 없는 것으로 조사되었다. · 단면측량 결과, 건축한계에 저촉되는 구간은 없으며, 단면은 준공도면과 대체로 유사
	상태 등급	· 상태평가 결함도점수 : 0.183(B)
	안전성평가 등급	· 안전율($S \cdot F$) : 1.0이상(A)
	종합평가 (안전등급)	· 고래진1교(울산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 "B" 로 평가됨 · 안전성평가 결과 모두 최소 안전율 1.0이상으로 "A" 로 평가됨 · 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 고래진1교(울산)는 "B" 로 평가됨
종합결론		■ 고래진1교(울산)의 상태평가결과, 구조물의 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 전반적으로 양호한 상태인 "B(0.183)" 로 산정되었다. ■ 고래진1교(울산)의 주요 손상으로 상부구조는 균열부백태, 도장박리, 부식이 조사되었고, 부식 및 도장박리 손상에 대해서는 재도장, 균열부 백태에 대해서는 표면보수가 필요한 것으로 판단된다. 하부구조는 균열($Cw=0.3\text{mm}$미만), 단면손상(파손)이 조사되었고, 조사된 손상에 대해서는 표면보수 및 단면보수 등이 필요한 것으로 판단된다. 교량받침의 온도변화에 따른 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 거동상태는 양호한 것으로 검토되었다. 포장균열은 주의관찰을 실시하며, 향후 마모, 균열, 소성변형 등의 손상 확대 및 진전 시 일괄 보수를 실시하고, 배수구 막힘, 배수구 누수는 재설치 및 실링처리가 요구된다. 공용중 유지보수를 실시하고 있으나, 국부적인 추가손상이 확인되고 있는 것으로 조사되었으며, 구조물의 내구성 확보를 위해서는 손상의 진전여부, 추가손상 발생여부 확인 등의 중점관리가 요구된다. ■ 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조(거더 및 바닥판) 및 하부구조(교대 및 교각)은 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상으로 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. ■ 결함 및 손상 부위에 대하여 급회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

나. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면		균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	2.50	0.94	m ²	65	61	2
		균열부백태	표면보수	10.5 0	3.94	m ²	65	256	2
		망상균열	표면보수	5.33	8.00	m ²	65	520	2
		파손	단면보수+ 탄산화방지제도 포	0.12	0.18	m ²	305	55	2
		벌집	벌집제거	1	1	개 소	400	400	3
ST B 거 더	내 부	도장박리	재도장	0.42	0.63	m ²	80	50	2
		조류배설물 퇴적	청소	185. 61	278. 42	m ²	150	41,762	3
	외 부	도장박리	재도장	22.3 2	33.4 8	m ²	80	2,678	2
		부식	재도장	12.4 9	18.7 4	m ²	80	1,499	2
		긁힘	재도장	0.06	0.09	m ²	80	7	2
하 부 구 조	교 대	망상균열	표면보수	0.15	0.06	m ²	65	4	2
		백태	표면보수	0.16	0.24	m ²	65	16	2
		보수부백태	표면보수	0.15	0.06	m ²	65	4	2
		파손	단면보수 +탄산화방지제 도포	0.02	0.03	m ²	305	9	2
		판넬 파손	재설치	0.16	1.00	식	200	200	3
	교 각	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	11.4 0	4.28	m ²	65	278	2
		망상균열	표면보수	2.00	3.00	m ²	65	195	2
		백태	표면보수	0.05	0.08	m ²	65	5	2
		파손	단면보수 +탄산화방지제 도포	0.06	0.09	m ²	305	27	2

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교량받침		받침 콘크리트 균열	표면보수	6.80	2.55	m ²	65	166	2
		도장박리	재도장	0.04	0.06	m ²	80	5	2
		받침 플레이트 부식	재도장	24	24	개 소	80	1920	2
신축이음장 치		유간 토사퇴적	청소	10.0 0	15.0 0	m	18	270	3
기 타 부 재	배 수 시 설	배수구 막힘	청소	16	16	개 소	18	288	3
		배수관 누수	실링처리	1	1	개 소	50	50	2
		배수관 고정대 탈락	재설치	1	1	개 소	500	500	3
순공사비 합계(천원)								51,224	
제경비(순공사비×50%)								25,612	
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위					—	
			2순위					11,706	
			3순위					65,130	
개략공사비 총계(≒)								76,836	

- ※ 순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장여건에 따라 금액이 변경될 수 있음.
- ※ 개략공사비 총계는 부대공을 포함하여 합산한 금액임.
- ※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
- ※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
- ※ 일부 손상은 보수물량 산정 시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
- ※ 상기 개략공사비는 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

4.2.5 시설물 보수 이력

【표 4.2.3】 고래진1교(울산) 보수이력사항

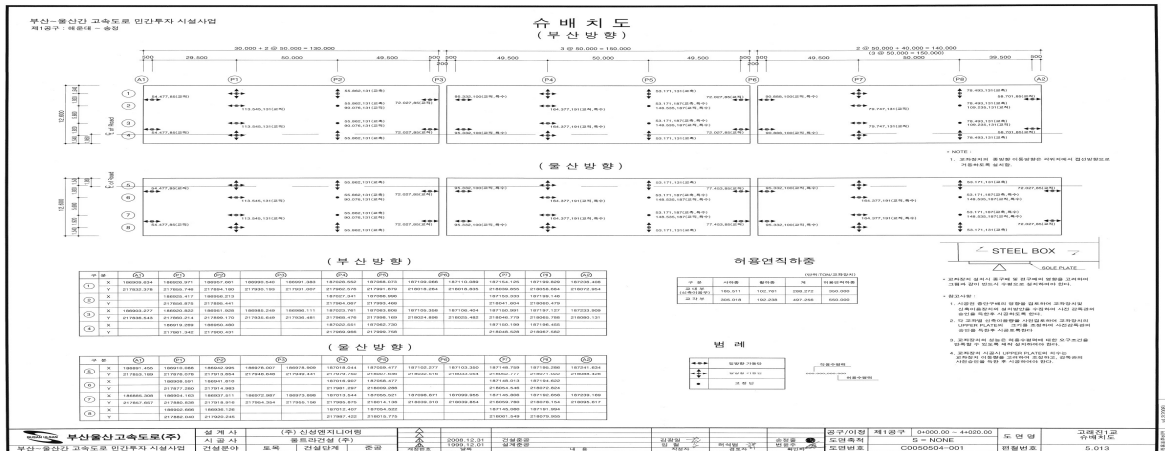
번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	부산울산고속도로 보수공사	보수	배수시설	백양엔지니어링(주)	태정산업개발(주)
	2024-05-13 ~ 2024-08-30		고정대 등	3,875	이선우
2	부산울산고속도로 보수공사	보수	교각, 교량받침	박준형	진양건설(주)
	2023-05-23 ~ 2023-07-17		표면보수, 재도장	1,923	이장형
3	부산울산고속도로 보수공사	보수	P3, P6	-	진양건설(주)
	2023-01-03 ~ 2023-11-30		신축이음 물받이 설치	15,000	이장형
4	2019년 구조물 정밀안전진단 및 점검 보수공사	보수	거더, 교량받침, 교대, 난간, 방호벽	이효찬	CS청산건설(주)
	2019-09-18 ~ 2019-12-31		재도장, 표면처리, 주입보수	7,453	이건수
5	부산울산고속도로 하차보수공사	보수	강재	신재환	울트라건설
	2011-03-01 ~ 2011-04-15		재도장(부분, 전면)	900	박근필

FMS상 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

4.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

고래진1교(울산)는 2008년 준공된 교량으로 준공도서 및 시설물관리대장(FMS) 등을 검토한 결과 내진설계가 적용된 교량인 것으로 확인되었다.

적용유무	내진설계	비고																						
내진설계 적용	◦ 해석방법 － 다중 모드 스펙트럼 ◦ 설계대상 부재 － 교각 ◦ 내진설계 상수 내진등급 : 내진 1등급 지진구역계수 : 0.110 가속도계수 : 0.154 지반종류 : II 지역 (S=1.20)	1. 설계조건 1) 상부구조형식 : ST. BOX GIRDER 2) 교량단면 : (30+25.50+30+30+30) = 450.0M 3) 교 폭 : 12.600M 4) 사용 BEARING : POT BEARING 5) 내진 등급 : 1등급 (A=0.154) 6) 지반 종류 : II 지역 (S=1.2) 7) 용량수정계수 (도.사 F768) <table><tr><td>과부구조</td><td>진</td><td>연결부분</td><td>진</td></tr><tr><td>백선교각</td><td>2</td><td>상부구조와 교대</td><td>0.8</td></tr><tr><td>철근콘크리트 일직기둥 (BENT) 1. 수직일직기둥 사용된 경우 2. 한 개 이상의 경사일직기둥 사용된 경우</td><td>3</td><td>상부구조와 한 지간내의 일직기둥</td><td>0.8</td></tr><tr><td>단주</td><td>3</td><td>기둥, 교각 또는 일직기둥과 상부구조 (CAP BEAM) 또는 상부구조</td><td>1.0</td></tr><tr><td>장대 또는 합성상재와 콘크리트 일직기둥 1. 수직일직기둥 사용된 경우 2. 한 개 이상의 경사일직기둥 사용된 경우</td><td>5</td><td rowspan="2">기둥 또는 교각과 기둥</td><td rowspan="2">1.0</td></tr><tr><td>타우가공</td><td>5</td></tr></table> 8) 해석방법 : 다중모드 스펙트럼 해석법 사용 제1공구 구조및수리계산서(II) V-1601p	과부구조	진	연결부분	진	백선교각	2	상부구조와 교대	0.8	철근콘크리트 일직기둥 (BENT) 1. 수직일직기둥 사용된 경우 2. 한 개 이상의 경사일직기둥 사용된 경우	3	상부구조와 한 지간내의 일직기둥	0.8	단주	3	기둥, 교각 또는 일직기둥과 상부구조 (CAP BEAM) 또는 상부구조	1.0	장대 또는 합성상재와 콘크리트 일직기둥 1. 수직일직기둥 사용된 경우 2. 한 개 이상의 경사일직기둥 사용된 경우	5	기둥 또는 교각과 기둥	1.0	타우가공	5
	과부구조	진	연결부분	진																				
백선교각	2	상부구조와 교대	0.8																					
철근콘크리트 일직기둥 (BENT) 1. 수직일직기둥 사용된 경우 2. 한 개 이상의 경사일직기둥 사용된 경우	3	상부구조와 한 지간내의 일직기둥	0.8																					
단주	3	기둥, 교각 또는 일직기둥과 상부구조 (CAP BEAM) 또는 상부구조	1.0																					
장대 또는 합성상재와 콘크리트 일직기둥 1. 수직일직기둥 사용된 경우 2. 한 개 이상의 경사일직기둥 사용된 경우	5	기둥 또는 교각과 기둥	1.0																					
타우가공	5																							



<교량반침 내진설계 요약>

4.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

4.2.8 주변환경 및 하중변화

고래진1교는 부산광역시 해운대구 송정동에 위치하고 송정1로(S6) 및 송정1로8번길(S8)을 횡단하는 교량으로 하부에 송정체육공원(S4~S7)이 설치되어 있으며, 송정 주공아파트 및 전철(동해선)이 인접하여 있는 것으로 확인되었다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 부산울산고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과, 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 교량 좌·우측방호벽 상단의 방음벽이며, 2023년 정밀안전진단시 이를 고려한 구조검토를 실시하였고, 구조검토 결과 교량의 안전성은 확보한 것으로 검토되었다.

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



【사진 4.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

4.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 4.2.4】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 : 정밀안전진단(2회) - 2018. 12. - 2023. 12. : 1종성능평가(2회) - 2018. 12. - 2024. 08. : 정밀안전점검(5회) - 2010. 05. - 2013. 12. - 2016. 12. - 2020. 12. - 2022. 12. : 정기안전점검(28회) ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇ 바닥판 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 균열부백태, 망상균열, 파손, 벌집 ◇ 거더 도장박리, 부식, 굽힘, 도장열화(백아화), 피트, 조류배설물 퇴적 ◇ 2차부재 도장박리, 부식 ◇ 교대/교각 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만), 망상균열, 백태, 파손, 이격, 체수, 표면오염 등 ◇ 교량받침 받침 콘크리트 균열, 도장박리, 플레이트 부식 ◇ 신축이음 후타재 균열, 유간 토사퇴적 ◇ 교면포장 포장 균열 ◇ 배수시설 배수구 막힘, 배수관 누수, 배수관 고정대 탈락 ◇ 난간 및 연석 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만). 방음벽 파손, 방음벽 변형 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

4.3 현장조사

4.3.1 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~S9	도보 및 굴절작업차, 드론	2025.03.24.~2025.12.17.	
			
도보점검 작업전경		굴절작업차 작업전경	
			
비파괴시험(반발경도)		비파괴시험(탄산화시험)	

【사진 4.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

4.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 고래진1교(울산)은 Steel Box Girder 9경간으로 이루어져 있으며, 연장은 약 L=430.00m, 폭 12.60m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 4.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m/개소)		균열부백태 (m/개소)		파손 (m/개소)	
S1	1.50	1	2.50	1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	2.50	7	0.12	1
S3	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	1.00	1	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	0.13	1	—	—
S7	—	—	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	2.83	2	—	—	—	—
합계	2.50	2	5.33	3	2.63	8	0.12	1

			
손상현황	• S2 균열부 백태	손상현황	• S2 균열부 백태
원 인	• 균열부 우수유입 등	원 인	• 균열부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S2 파손(0.6m×0.2m)	손상현황	• S9 망상균열
원 인	• 물끓기흠 시공으로 인한 충격	원 인	• 다짐미흡부 우수유입 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 캔틸레버 상태양호	손상현황	• S6 중양부 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 4.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 망상균열, 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 별집에 대한 정비를 실시한 것으로 조사되었다. 또한, 균열부백태의 경우 물량산출을 면적으로 환산하여 계산되어 감소하였다.

【표 4.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	2.50	2	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	10.50	8	2.63	8	▼ 7.87	단위변환 (m→m ²)
	망상균열	m ²	5.33	3	5.33	3	— —	변동없음
	콘크리트 파손	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	별집	EA	1	1	—	—	▼ 1	정비

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조물의 구조적인 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 균열부 백태의 경우 바닥판하면에 발생한 균열부를 통해 우수유입 및 외기침투로 인해 발생하였으며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성을 확보하고 손상의 진전을 방지하는 차원의 표면보수 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손 손상의 경우 물끓기 홈을 시공시 부족해진 철근피복으로 인해 발생한 것으로 판단되며, 우수유입에 의한 철근부식 등의 2차 손상은 확인되지 않았으나 철근부식 등 2차손상을 방지하고, 내구성 및 단면을 확보하기 위한 보수가 필요하다고 판단된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box Girder는 2열 9경간, 연장은 약 L=430.0m 폭 12.60m(편도 2차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더외부에 대한 조사 결과, 도장박리, 도장열화(백아화), 굽힘, 부식, 조류배설물 퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 거더내부에 대한 조사 결과, 도장박리, 표면 부식, 피트(Pit), 조류배설물 퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.3】 거더외부 현장조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		긁힘 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		조류배설물 퇴적 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	1.71	5	—	—
S2	1.44	8	—	—	0.08	1	—	—
S3	0.88	11	—	—	0.12	1	0.50	1
S4	5.00	2	—	—	—	—	—	—
S5	5.00	2	0.02	2	—	—	—	—
S6	0.04	2	0.04	1	—	—	—	—
S7	0.02	1	—	—	—	—	—	—
S8	7.50	3	—	—	3.20	3	—	—
S9	7.50	3	—	—	1.50	1	—	—
합계	27.38	32	0.06	3	6.61	11	0.50	1

【표 4.3.4】 거더내부 현장조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		피트 (EA/개소)		조류배설물 퇴적 (㎡/개소)	
S1	—	—	1.25	1	—	—	—	—
S2	0.25	5	—	—	—	—	—	—
S3	0.13	3	—	—	1.00	1	87.36	3
S4	—	—	—	—	—	—	52.00	2
S5	—	—	—	—	—	—	—	—
S6	0.04	4	—	—	—	—	15.00	2
S7	—	—	—	—	—	—	25.00	2
S8	—	—	—	—	—	—	6.25	1
S9	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	0.42	12	1.25	1	1.00	1	185.61	10



손상현황	• S2-G2 부식 보수 실시	손상현황	• S2-G2 도장박리 (0.1m×0.2m)
원 인	—	원 인	• 도장미흡, 공용중 노후화 등
조치방안	—	조치방안	• 도장보수

			
손상현황	• S2-G2 도장박리 (0.2m×0.5m)	손상현황	• S2-G2 도장박리 (0.3m×0.3m)
원 인	• 도장미흡, 공용중 노후화 등	원 인	• 도장미흡, 공용중 노후화 등
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 도장보수
			
손상현황	• S2-G2 부식 (0.5m×2.0m)	손상현황	• S3-G1 도장박리 (0.2m×0.2m)
원 인	• 도장미흡, 공용중 노후화 등	원 인	• 도장미흡, 공용중 노후화 등
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 도장보수
			
손상현황	• 거더외부 S3-G1 조류배설물 (0.5×1.0)	손상현황	• S5-G2 균열 (0.1m×0.1m)
원 인	• 조류서식 등	원 인	• 인위적인 균열, 외기영향 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 도장보수

【사진 4.3.5】 거더 손상현황

			
손상현황	• S7-G2 도장박리(1.0m×2.5m)	손상현황	• S6-G1 거더내부 조류배설물(0.5×1.0)
원 인	• 도장미흡, 공용중 노후화 등	원 인	• 조류서식 등
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 정비

【사진 4.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 도장박리 및 부식, 균힘, 피트, 조류배설물 퇴적 등이 발생한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 거더외부 도장박리, 조류배설물 퇴적, 거더내부 부식 손상의 추가 손상이 확인되었고, 거더외부의 부식 손상에 대한 일부 보수가 실시되었다.

【표 4.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	도장박리	m ²	22.32	26	27.38	32	▲ 5.06	신규손상
	균힘	m ²	0.06	3	0.06	3	— —	변동없음
	부식	m ²	12.49	12	6.61	11	▼ 5.88	일부보수
	도장열화(백야화)	m ²	1,032.00	—	1,032.00	—	— —	변동없음
	조류배설물 퇴적	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
거더내부	도장박리	m ²	0.42	12	0.42	12	— —	변동없음
	부식	m ²	—	—	1.25	1	▲ 1.25	신규손상
	피트	EA	1	1	1	1	— —	변동없음
	조류배설물 퇴적	m ²	185.61	10	185.61	10	— —	변동없음

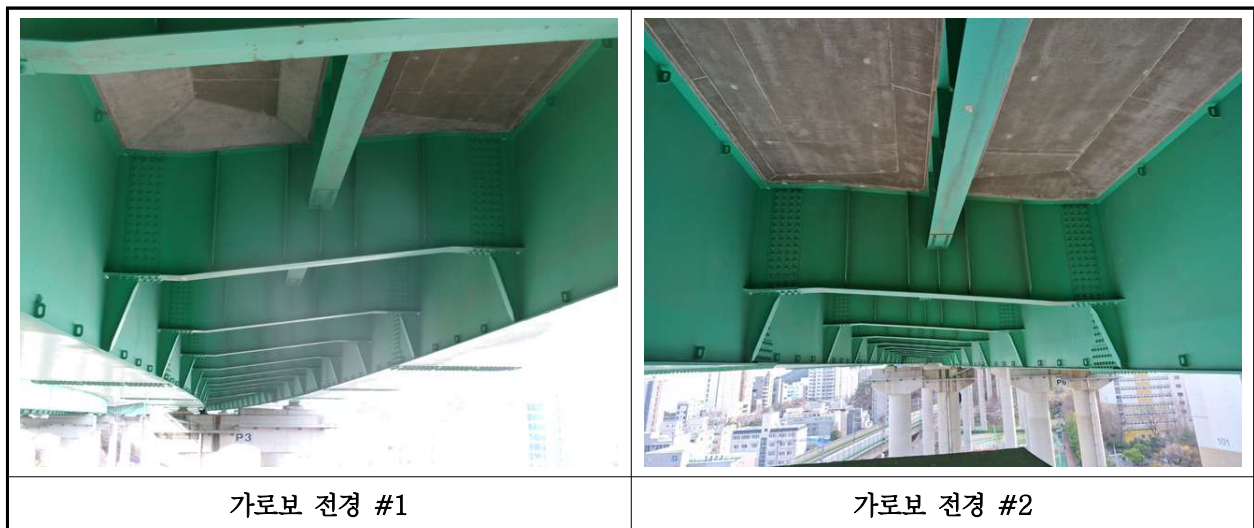
4) 검토의견

- 거더 내·외부에서 발생한 표면부식, 도장박리의 경우 준공이후 장기공용에 의한 열화, 우수접촉, 외기노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 도장보수 등 적절한 보수가 필요한 것으로 사료된다.
- 거더외부에서 발생한 굽힘 손상은 공용 중 인위적인 충격에 의해 발생한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 도장보수 등 적절한 보수가 필요한 것으로 사료된다.
- 거더 내·외부에서 조사된 조류배설물 퇴적은 출입구의 개방과 조류의 서식으로 인해 발생한 손상으로, 강산성의 조류배설물은 강재의 부식을 유발시킬수 있으므로 청소와 출입문 관리를 병행한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 4.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 부식 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 4.3.6】 가로보 현장조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	0.60	1	1.06	4
S3	—	—	0.10	4
S4	0.08	2	—	—
S5	0.12	5	—	—
S6	0.18	2	0.02	1
S7	—	—	—	—
S8	0.12	2	—	—
S9	0.09	1	—	—
합계	1.19	13	1.18	9

			
손상현황	• S2 도장박리(0.3m×2.0m)	손상현황	• S2 부식(0.3m×2.0m)
원 인	• 도장미흡, 공용중 노후화 등	원 인	• 도장미흡, 공용중 노후화 등
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 도장보수

【사진 4.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 도장박리, 부식 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 도장 박리 및 부식 손상이 추가로 조사되었다.

【표 4.3.7】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	도장박리	㎡	0.59	12	1.19	13	▲ 0.60	신규손상
	부식	㎡	0.37	7	1.18	9	▲ 0.81	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에서 발생한 표면부식, 도장박리의 경우 준공이후 장기공용에 의한 열화, 우수접촉, 외기 노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 도장보수 등 적절한 보수가 필요한 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 4.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 망상균열 및 백태, 보수부 백태, 파손, 이격 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.8】 교대 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		백태, 보수부 백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		이격 (m/개소)	
A1	—	—	0.31	2	0.02	1	—	—
A2	0.50	1	—	—	—	—	20.00	2
합계	0.50	1	0.31	2	0.02	1	20.00	2

			
손상현황	• A1 백태(0.1m×0.5m)	손상현황	• A1 파손(0.1m×0.2m)
원 인	• 손상부 습기흡착 등	원 인	• 외부충격, 시공미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A2 망상균열(0.5m×1.0m)	손상현황	• A2 이격(L=20.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 성토부 다짐불량, 시공미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 4.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 망상균열, 백태 및 보수부 백태, 파손, 이격 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 판넬 파손에 대한 정비가 실시된 것으로 확인되었다. 또한, 이격의 경우 전차의 표기오류로 물량이 감소한 것으로 확인되었다.

【표 4.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	망상균열	m ²	0.15	1	0.15	1	- -	변동없음
	백태, 보수부 백태	m ²	0.31	2	0.31	2	- -	변동없음
	파손	m ²	0.02	1	0.02	1	- -	변동없음
	이격	m	50.00	2	20.00	2	▼ 30.00	표기오류
	판넬 파손	m ²	0.16	1	-	-	▼ 0.16	보수실시

4) 검토의견

- 교대에서 망상균열, 백태, 보수부 백태의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 외부 우수유입, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 2차손상의 발생방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 공용 중 외력에 의해 발생한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성 및 위치상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하고 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 이격의 경우 시공초기 다짐미흡, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교대 성토부 법면에 발생하였다. 현재 이격부의 진전은 확인되어 않았으며, 시급한 보수보다는 주기적인 점검을 통해 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 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 직접기초 및 강관말뚝기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

	
교각 P1 전경	교각 P3 전경
	
교각 P4 전경	교각 P5 전경
	
교각 P7 전경	교각 P8 전경

【사진 4.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손, 표면오염, 체수, 표면오염, 조류배설물 퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.10】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		재균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
P1	1.00	1	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	1.20	2	8.50	2	—	—
P3	3.70	3	—	—	—	—	—	—
P4	—	—	—	—	—	—	0.05	1
P5	1.00	1	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	1.00	1	—	—	1.00	1	—	—
P8	1.50	1	—	—	—	—	—	—
합계	8.20	7	1.20	2	9.50	3	0.05	1

구분	파손 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)		체수 (㎡/개소)		조류배설물 퇴적 (㎡/개소)	
P1	0.04	1	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	—	—	9.16	4	3.38	1	1.00	1
P4	0.02	2	—	—	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	15.50	2	—	—	—	—
P7	—	—	—	—	—	—	—	—
P8	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	0.06	3	24.66	6	3.38	1	1.00	1

			
손상현황	• P1 코핑부 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P2 코핑부 재균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 보수미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 코핑부 망상균열(1.0m×1.0m)	손상현황	• P3 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 코핑부 조류배설물(1.0m×1.0m)	손상현황	• P3 코핑부 표면오염(0.5m×5.0m)
원 인	• 조류서식 등	원 인	• 외부 우수유입 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 표면처리

【사진 4.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P4 기둥부 백태(0.1m×0.5m)	손상현황	• P4 기둥부 파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 표면 습기흡착 등	원 인	• 공용 중 외부충격 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P5 코핑부 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P6 코핑부 표면오염(3.0m×3.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 외부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 4.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손, 체수흔적, 표면오염 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 재균열, 망상균열, 표면오염 및 조류배설물 퇴적 등이 신규로 조사되었고, 균열 손상은 일부 보수가 실시되었다.

【표 4.3.11】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	11.40	8	8.20	7	▼ 3.20	일부보수
	재균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.20	2	▲ 1.20	신규손상
	망상균열	m ²	2.00	2	9.50	3	▲ 7.50	신규손상
	백태	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.06	3	0.06	3	— —	변동없음
	표면오염	m ²	18.66	5	24.66	6	▲ 6.00	신규손상
	체수	m ²	3.38	1	3.38	1	— —	변동없음
	조류배설물 퇴적	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 백태의 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 파손의 경우 외부충격, 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 체수의 경우 기존 신축이음 하부 누수에 의한 손상으로 조사일 현재 신축이음 교체 등의 보수조치가 실시된 것으로 확인되어 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 조류배설물 퇴적은 조류의 서식으로 인해 발생한 손상으로, 강산성의 조류배설물은 2차 손상을 유발할 수 있으므로 청소가 필요한 것으로 판단된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 고래진1교(울산)의 기초는 교대 A1,2 직접기초, 교각 P1~8 직접 및 강관파일기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

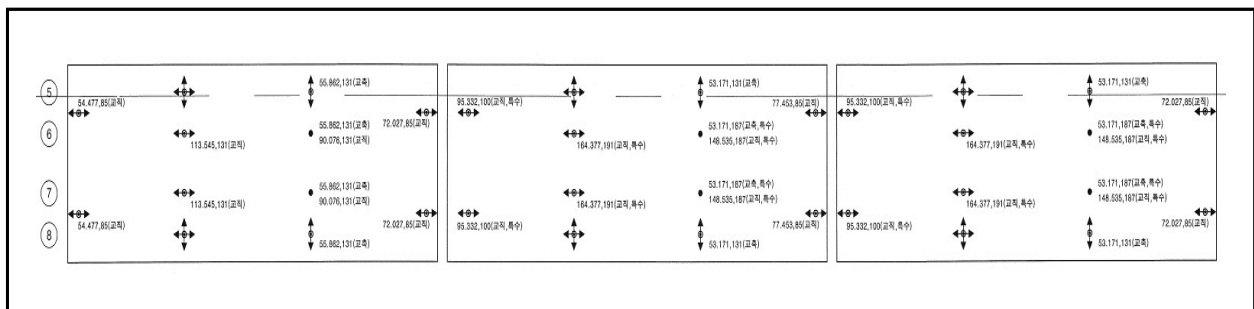
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2~3 기초 전경
	
교각 P4~5 기초 전경	교각 P6~8 기초 전경

【사진 4.3.12】 기초 전경

사. 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 총 36개가 설치되어 있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 ‘현장조사 및 외관조사 사진첩’에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 4.3.1】 교량받침 배치도



【사진 4.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, Plate 부식 및 도장박리, 몰탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 재료분리, 박락 및 철근노출 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.12】 교량반침 현장조사 결과

구분	Plate 부식 (개소/개소)		도장박리 (㎡/개소)		몰탈균열 (0.3mm미만) (m/개소)		반침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		재료분리 (㎡/개소)		박락 및 철근 노출(부식) (㎡/개소)	
A1	2.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	—	—	—	—	0.10	1	0.50	1	—	—	—	—
P2	3.00	3	0.04	1	1.20	4	—	—	0.08	1	0.01	1
P3	4.00	4	—	—	0.80	8	2.60	4	—	—	—	—
P4	—	—	—	—	0.30	3	2.90	6	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	5.00	5	3.30	7	—	—	0.05	5
P6	4.00	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	4.00	4	—	—	—	—	3.70	7	—	—	—	—
P8	2.00	2	—	—	0.40	4	1.30	4	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	0.10	1	—	—	—	—	—	—
합계	19.00	19	0.04	1	7.90	26	14.30	29	0.08	1	0.06	6

			
손상현황	• P1-SH2 무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P2-SH2 Plate부식
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 도장미흡부 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 도장보수

【사진 4.3.14】 교량반침 손상현황

			
손상현황	• P2-SH4 무수축물탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P2-SH4 재료분리(0.1m×0.8m)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 다짐불량, 시공미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3-SH2 Plate부식	손상현황	• P5-SH1 박락, 철근노출(0.1m×0.1m)
원 인	• 도장미흡부 습기흡착 등	원 인	• 피복두께 부족, 시공미흡 등
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P4-SH3 플레이트 부식 보수현황	손상현황	• P5-SH4 플레이트 부식 보수현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 4.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 Plate 부식, 도장박리, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축, 온도변화 등에 의한 물탈균열(0.3mm미만), 재료분리, 박락 및 철근노출이 추가로 조사되었으며, 플레이트 부식은 일부 보수가 실시되어 물량이 감소하였다.

【표 4.3.13】 교량받침 기 점검 결과 비교

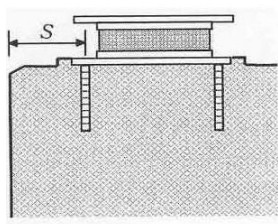
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	플레이트 부식	EA	24	24	19	19	▼ 5	일부보수
	도장박리	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	7.90	26	▲ 7.90	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	6.80	17	14.30	29	▲ 7.50	신규손상
	콘크리트 재료분리	m ²	—	—	0.08	1	▲ 0.08	신규손상
	박락 및 철근노출 (부식)	m ²	—	—	0.06	6	▲ 0.06	신규손상

4) 검토의견

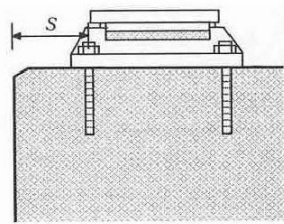
- 교량받침에 조사된 받침콘크리트 및 물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 공용기간 증가로 인한 도장미흡부 습기흡착, 신축이음 하부 누수로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 재도장 등 적절한 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 콘크리트 재료분리, 박락 및 철근노출 손상은 콘크리트 배합, 다짐, 피복두께 부족 등의 시공미흡과 철근부식(팽창압) 등의 복합적인 요인으로 발생한 손상으로 부재의 내구성 저하방지를 위한 적절한 보수가 필요한 것으로 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 4.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 4.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이 ($L=35.0\text{m}$) : $200+5 \times 35.0 = 375.0(\text{mm})$
- 거더 경간길이 ($L=50.0\text{m}$) : $200+5 \times 50.0 = 450.0(\text{mm})$

【표 4.3.14】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)				검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		350	600	600	—	—	O.K
P1	A1측	350	950	990	940	940	O.K
	A2측	450	800	800	780	810	O.K
P2	A1측	450	1,000	1,000	1,000	960	O.K
	A2측	450	800	810	810	810	O.K
P3	A1측	450	720	660	—	—	O.K
	A2측	450	660	640	—	—	O.K
P4	A1측	450	960	960	900	900	O.K
	A2측	450	730	710	720	730	O.K
P5	A1측	450	970	990	990	1,010	O.K
	A2측	450	780	790	780	780	O.K
P6	A1측	450	670	620	—	—	O.K
	A2측	450	660	620	—	—	O.K
P7	A1측	450	940	960	940	930	O.K
	A2측	450	830	820	810	830	O.K
P8	A1측	450	990	990	930	900	O.K
	A2측	450	730	710	720	730	O.K
A2		450	600	600	—	—	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 4.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 4.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	20.1	29.9	0.000012	80.00	19.3	28.7	
P1	20.1	29.9	0.000012	50.00	12.1	18.0	
P2	고정단						
P3(A1)	20.1	29.9	0.000012	50.00	12.1	18.0	
P3(A2)	20.1	29.9	0.000012	100.00	24.1	35.9	
P4	20.1	29.9	0.000012	50.00	12.1	18.0	
P5	고정단						
P6(A1)	20.1	29.9	0.000012	50.00	12.1	18.0	
P6(A2)	20.1	29.9	0.000012	100.00	24.1	35.9	
P7	20.1	29.9	0.000012	50.00	12.1	18.0	
P8	고정단						
A2	20.1	29.9	0.000012	50.00	12.1	18.0	

1) 조사당시 온도 : 10.1℃(조사일 : 2025년 04월 01일, 평균온도, 부산)
 2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)

【표 4.3.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과	
			수축	신장	최대수축	최대신장			
A1	SH1	+10	90	70	19.3	28.7	±80.0	O.K	
	SH2	+10	90	70			±80.0	O.K	
P1	SH4	0	80	80	12.1	18.0	±50.0	O.K	
	SH5	0	80	80			±50.0	O.K	
	SH6	0	80	80			±50.0	O.K	
	SH7	0	80	80			±50.0	O.K	
P2		고정단							
P3	A1	SH1	+10	90	70	12.1	18.0	±50.0	O.K
		SH2	+10	90	70			±50.0	O.K
	A2	SH1	+5	85	75	24.1	35.9	±80.0	O.K
		SH2	+5	85	75			±80.0	O.K
P4	SH1	+20	100	60	12.1	18.0	±50.0	O.K	
	SH2	+20	100	60			±50.0	O.K	
	SH3	+20	100	60			±50.0	O.K	
	SH4	+20	100	60			±50.0	O.K	
P5		고정단							
P6	A1	SH1	+10	90	70	12.1	18.0	±50.0	O.K
		SH2	+10	90	70			±50.0	O.K
	A2	SH1	+40	120	40	24.1	35.9	±80.0	O.K
		SH2	+40	120	40			±80.0	O.K
P7	SH1	0	80	80	12.1	18.0	±50.0	O.K	
	SH2	0	80	80			±50.0	O.K	
	SH3	0	80	80			±50.0	O.K	
	SH4	0	80	80			±50.0	O.K	
P8		고정단							
A2	SH1	0	80	80	12.1	18.0	±50.0	O.K	
	SH2	0	80	80			±50.0	O.K	
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

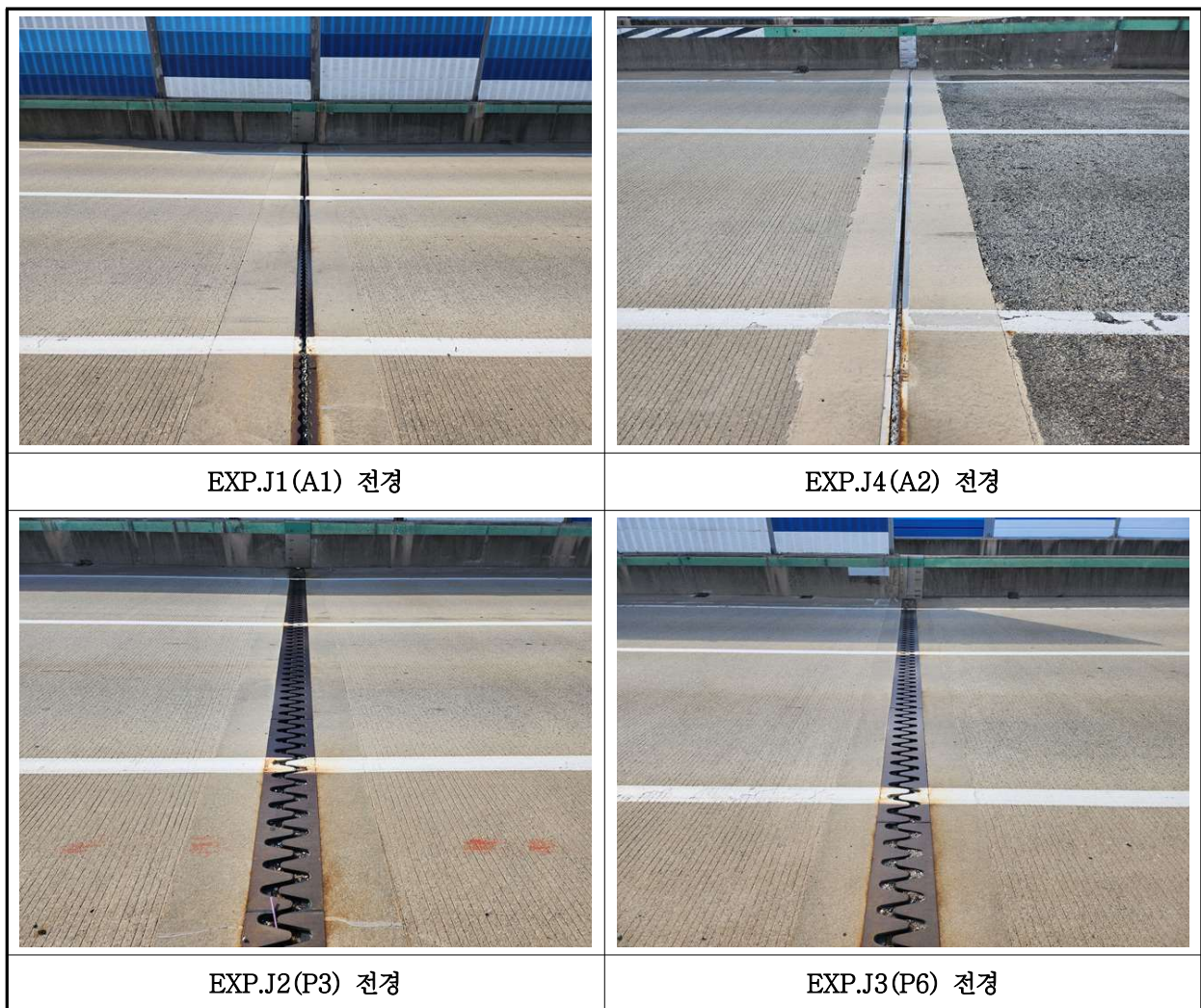
② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 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 A1, A2(No.80), Rail Joint, P3, P6(No.120) Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 대체로 양호한 외관상태로 확인되었으며, 일부 구간에서 후타재 균열, 유간 토사퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.17】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	9.50	3	2.50	1
P3 (EXP J2)	—	—	3.20	2
P6 (EXP J3)	—	—	2.30	2
A2 (EXP J4)	3.60	8	2.00	1
합계	13.10	11	10.00	6

			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 후타재 균열(0.3mm미만)
원 인	• 다짐불량, 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 다짐불량, 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P3 유간 토사퇴적(L=1.5m)	손상현황	• P6 유간 토사퇴적(L=2.0m)
원 인	• 비산먼지 퇴적, 장기공용 등	원 인	• 비산먼지 퇴적, 장기공용 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 4.3.18】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 유간 토사퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 손상의 진전 및 추가 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 4.3.18】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	13.10	11	13.10	11	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	10.00	6	10.00	6	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열의 경우 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 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.
- 조사된 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량의 반복통행으로 비산물 퇴적 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음장치의 기능성 확보 및 원활한 배수 기능을 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(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. 01. 기온 적용: 10.1℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-10.1℃ = 29.9℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(10.1℃) = 20.1℃ 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>선팽창계수 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	선팽창계수 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	선팽창계수 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 4.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 4.3.19】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창계수 (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	20.1	29.9	0.000012	80.00	19.3	28.7	—	19.3	28.7	
P3	20.1	29.9	0.000012	150.00	36.2	53.8	—	36.2	53.8	
P6	20.1	29.9	0.000012	150.00	36.2	53.8	—	36.2	53.8	
A2	20.1	29.9	0.000012	50.00	19.3	28.7	—	19.3	28.7	

1) 조사당시 온도 : 10.1℃(조사일 : 2025년 04월 01일, 평균온도, 부산)

2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(강박스거더, 보통지방)

3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)

【표 4.3.20】 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	19.3	28.7	50	80	30	50	OK	OK
	바닥판	19.3	28.7	50	—	—	21	—	OK
	거더	19.3	28.7	170	—	—	141	—	OK
P3	신축이음	36.2	53.8	80	150	70	80	OK	OK
	바닥판	36.2	53.8	110	—	—	56	—	OK
	거더	36.2	53.8	312	—	—	258	—	OK
P6	신축이음	36.2	53.8	75	150	75	75	OK	OK
	바닥판	36.2	53.8	130	—	—	76	—	OK
	거더	36.2	53.8	320	—	—	266	—	OK
A2	신축이음	19.3	28.7	33	80	47	33	OK	OK
	바닥판	19.3	28.7	80	—	—	51	—	OK
	거더	19.3	28.7	91	—	—	62	—	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 33.0~320mm 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 4.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 포장균열 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.21】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장균열 (m/개소)	
S1	31.50	9
S2	24.00	6
S3	31.50	9
S4	21.00	6
S5	17.50	5
S6	28.00	8
S7	14.00	4
S8	10.50	3
S9	14.00	4
합계	192.00	54

			
손상현황	• S1 포장균열(L=3.0m)	손상현황	• S9 포장균열(L=2.0m)
원 인	• 반복통행에 의한 윤하중, 동결방지재 살포 등	원 인	• 반복통행에 의한 윤하중, 동결방지재 살포 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 4.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 포장균열 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 포장균열 손상이 추가로 발생한 것으로 조사되었다.

【표 4.3.22】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장균열	m	185.00	52	192.00	54	▲ 7.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에서 조사된 포장균열의 경우 콘크리트 재료의 특성에 따른 초기 양생중 건조수축, 수화반응 등으로 발생하였으며, 공용 중 지속적인 차량의 통행과 진동으로 인해 손상이 진전된 것으로 판단된다. 점검일 현재 포장균열로 인한 바닥판의 2차 손상(누수, 백태)은 발생하지 않았으나, 관리주체의 유지관리 계획에 의거한 장기적인 재포장 계획이 필요한 것으로 판단된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 고래진1교(울산)의 배수시설은 종단구배 (-)1.615%, 횡단구배 (+)0.5285~6.000%로 물 흐름에 의거하여 바닥판하면 하부 배수관을 따라 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 탈락 및 누수, 지지대탈락, 배수구 막힘 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.23】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소/개소)		배수관 탈락 (개소/개소)		배수관 누수 (개소/개소)		배수관 지지대 탈락 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	1.00	1
S3	2.00	2	—	—	—	—	—	—
S4	1.00	1	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	—	—	—	—
S6	4.00	4	—	—	1.00	1	—	—
S7	—	—	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—	—	—
S9	9.00	9	1.00	1	—	—	—	—
합계	16.00	16	1.00	1	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• A2 배수관 탈락	손상현황	• S2 배수관 지지대 탈락
원 인	• 설치미흡, 고정 불량 등	원 인	• 시공미흡, 공용 중 노후화 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 4.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 배수관 누수 및 지지대 탈락, 배수구 막힘 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 배수관 탈락 손상이 신규로 조사되었다.

【표 4.3.24】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	16.00	16	16.00	16	— —	변동없음
	배수관 탈락	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수관 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 지지대 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 탈락, 누수, 지지대 탈락의 경우 시공미흡, 장기공용에 따른 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 지속적인 우수 유입시 표면오염, 침식, 배수관 낙하 등 2차 손상발생이 우려되어 배수관 정비가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 배수구 막힘 손상은 공용 중 비산물 퇴적, 우수 유입시 이물질이 포함되어 적치되어 발생한 손상으로 원활한 배수를 위하여 정비가 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 4.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 방음벽 파손 및 변형, 고정대 부식 등의 손상이 확인되었다.

【표 4.3.25】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		방음벽 파손 (㎡/개소)		방음벽 변형 (㎡/개소)		방음벽 지주 부식 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	2.20	1	—	—
S3	—	—	—	—	—	—	1.00	1
S4	0.50	1	0.06	2	—	—	—	—
S5	0.60	1	0.60	6	0.70	2	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—	—	—
S8	0.20	1	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	1.30	3	0.66	8	2.90	3	1.00	1

			
손상현황	• S2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S3 방음벽 지주부 부식
원 인	• 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 장기공용, 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S5 방음벽 파손(0.2m×0.4m)	손상현황	• S5 방음벽 변형(1.0m×0.2m)
원 인	• 공용 중 외부충격 등	원 인	• 공용 중 외부충격 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 4.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 방음벽 파손 및 변형, 방음벽 지주 부식 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 추가 및 신규 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 4.3.26】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.30	3	1.30	3	- -	변동없음
	방음벽 파손	m ²	0.66	8	0.66	8	- -	변동없음
	방음벽 변형	m ²	0.92	3	0.92	3	- -	변동없음
	방음벽 지주 부식	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 방음벽 지주 부식의 경우 공용기간 증가, 열화, 습기흡착 등에 의한 손상으로 손상의 진전시 지주 파손으로 이어져 견고한 고정기 힘들어 소음발생의 원인이 될 가능성이 있으므로 정비 등의 보수조치가 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 방음벽 파손 및 변형의 경우 외부충격에 의한 손상으로 방음벽으로서의 기능을 아직 보유하고 있는 것으로 확인되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 추후 추가적인 손상의 발생시 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 고래진1교(울산)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1~2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~8에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치된 것으로 확인되었다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 4.3.27】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1~A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• P6 난간 상태현황	손상현황	• P6 앵커볼트 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 4.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 손상이 없는 상태로 조사되었으며, 점검일 현재 용접상태, 앵커매립 깊이는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 4.3.28】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		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 4.3.29】 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 고래진1교(울산)은 시점부 인접구간으로 해운대터널이 위치하고 있으며, 하부는 아파트 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	배수관 지지대 탈락	정비	
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	배수시설 S2 배수관 지지대 탈락
신축이음 상태양호	
교면포장 상태양호	교량 집수구 상태양호

【사진 4.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

4.3.3 외관조사 총괄표

【표 4.3.30】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	
	균열부백태	m ²	2.63	8	
	망상균열	m ²	5.33	3	
	콘크리트 파손	m ²	0.12	1	
거더외부	도장박리	m ²	27.38	32	
	긁힘	m ²	0.06	3	
	부식	m ²	6.61	11	
	도장열화(백아화)	m ²	1,032.00	—	
	조류배설물 퇴적	m ²	0.50	1	
거더내부	도장박리	m ²	0.42	12	
	부식	m ²	1.25	1	
	피트	EA	1	1	
	조류배설물 퇴적	m ²	185.61	10	
가로보	도장박리	m ²	1.19	13	
	부식	m ²	1.18	9	
교대	망상균열	m ²	0.15	1	
	백태, 보수부 백태	m ²	0.31	2	
	파손	m ²	0.02	1	
	이격	m	20.00	2	
	판넬 파손	m ²	—	—	
교각	균열(0.3mm미만)	m	8.20	7	
	재균열(0.3mm미만)	m	1.20	2	
	망상균열	m ²	9.50	3	
	백태	m ²	0.05	1	
	파손	m ²	0.06	3	
	표면오염	m ²	24.66	6	
	체수	m ²	3.38	1	
	조류배설물 퇴적	m ²	1.00	1	

【표 4.3.30】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	플레이트 부식	EA	19	19	
	도장박리	m ²	0.04	1	
	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	7.90	26	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	14.30	29	
	콘크리트 재료분리	m ²	0.08	1	
	박락 및 철근노출 (부식)	m ²	0.06	6	
신축이음	후타재 균열	m	13.10	11	
	유간 토사퇴적	m	10.00	6	
교면포장	포장균열	m	192.00	54	
배수시설	배수구 막힘	EA	16.00	16	
	배수관 탈락	EA	1.00	1	
	배수관 누수	EA	1.00	1	
	배수관 지지대 탈락	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.30	3	
	방음벽 파손	m ²	0.66	8	
	방음벽 변형	m ²	0.92	3	
	방음벽 지주 부식	EA	1.00	1	

4.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 4.3.31】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	2.50	2	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	10.50	8	2.63	8	▼ 7.87	단위변환 (m→m ²)
	망상균열	m ²	5.33	3	5.33	3	— —	변동없음
	콘크리트 파손	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	벌집	EA	1	1	—	—	▼ 1	정비
거더 외부	도장박리	m ²	22.32	26	27.38	32	▲ 5.06	신규손상
	굽힘	m ²	0.06	3	0.06	3	— —	변동없음
	부식	m ²	12.49	12	6.61	11	▼ 5.88	일부보수
	도장열화(백아화)	m ²	1,032.00	—	1,032.00	—	— —	변동없음
	조류배설물 퇴적	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
거더 내부	도장박리	m ²	0.42	12	0.42	12	— —	변동없음
	부식	m ²	—	—	1.25	1	▲ 1.25	신규손상
	피트	EA	1	1	1	1	— —	변동없음
	조류배설물 퇴적	m ²	185.61	10	185.61	10	— —	변동없음
가로보	도장박리	m ²	0.59	12	1.19	13	▲ 0.60	신규손상
	부식	m ²	0.37	7	1.18	9	▲ 0.81	신규손상
교대	망상균열	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음
	백태, 보수부 백태	m ²	0.31	2	0.31	2	— —	변동없음
	파손	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
	이격	m	50.00	2	20.00	2	▼ 30.00	표기오류
	판넬 파손	m ²	0.16	1	—	—	▼ 0.16	보수실시
교각	균열(0.3mm미만)	m	11.40	8	8.20	7	▼ 3.20	일부보수
	재균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.20	2	▲ 1.20	신규손상
	망상균열	m ²	2.00	2	9.50	3	▲ 7.50	신규손상
	백태	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.06	3	0.06	3	— —	변동없음
	표면오염	m ²	18.66	5	24.66	6	▲ 6.00	신규손상
	체수	m ²	3.38	1	3.38	1	— —	변동없음
	조류배설물 퇴적	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

【표 4.3.31】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	플레이트 부식	EA	24	24	19	19	▼ 5	일부보수
	도장박리	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	7.90	26	▲ 7.90	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	6.80	17	14.30	29	▲ 7.50	신규손상
	콘크리트 재료분리	m ²	—	—	0.08	1	▲ 0.08	신규손상
	박락 및 철근노출 (부식)	m ²	—	—	0.06	6	▲ 0.06	신규손상
	받침콘크리트 박락	m ²	0.01	1	—	—	▼ 0.01	보수실시
신축 이음	후타재 균열	m	13.10	11	13.10	11	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	10.00	6	10.00	6	— —	변동없음
교면 포장	포장균열	m	185.00	52	192.00	54	▲ 7.00	신규손상
배수 시설	배수구 막힘	EA	16.00	16	16.00	16	— —	변동없음
	배수관 탈락	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수관 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 지지대 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.30	3	1.30	3	— —	변동없음
	방음벽 파손	m ²	0.66	8	0.66	8	— —	변동없음
	방음벽 변형	m ²	0.92	3	0.92	3	— —	변동없음
	방음벽 지주 부식	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4.4 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.

4.4.1 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 4.4.1】 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	9	9	9	9	
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

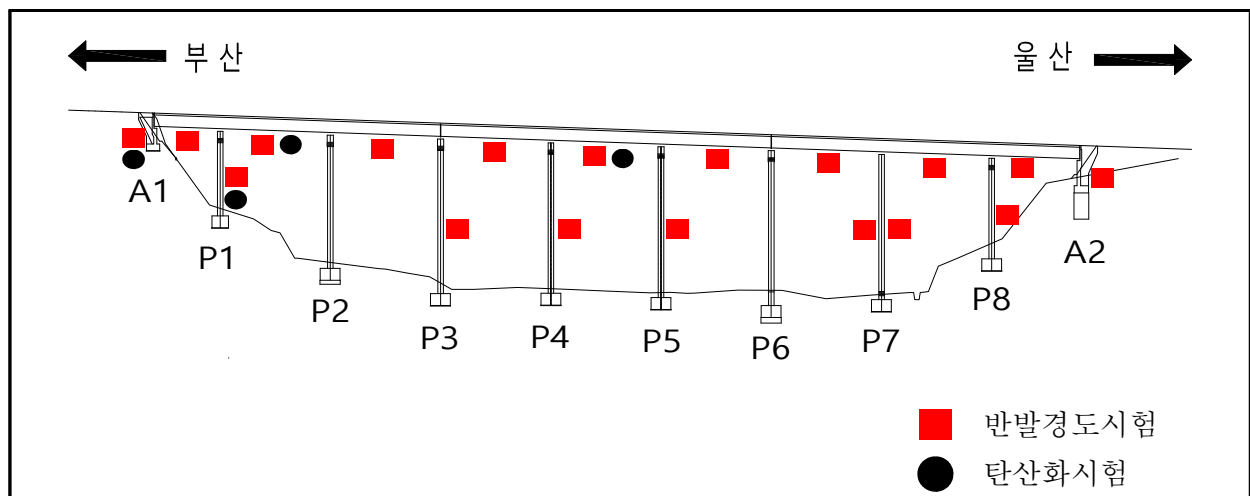
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 4.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 4.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

4.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 18개소)을 실시하였으며, 측정 결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.



【사진 4.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 4.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	48.2	27.2	27.9	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	49.5	28.3	28.5			건전부
	S3	바닥판	49.0	27.8	28.2			건전부
	S4	바닥판	49.3	28.1	28.4			건전부
	S5	바닥판	48.7	27.6	28.1			건전부
	S6	바닥판	49.1	28.0	28.3			건전부
	S7	바닥판	48.3	27.3	27.9			건전부
	S8	바닥판	49.0	27.8	28.2			건전부
	S9	바닥판	48.5	27.5	28.0			건전부
평균			—	27.7	28.2	—	—	
표준편차			—	0.37	0.21	—	—	
변동계수			—	0.013	0.008	—	—	
최대값			—	28.3	28.5	—	—	
최소값			—	27.2	27.9	—	—	

【표 4.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	44.3	24.1	26.1	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	45.2	24.8	26.5			건전부
평균			—	24.5	26.3	—	—	
표준편차			—	0.49	0.28	—	—	
변동계수			—	0.020	0.011	—	—	
최대값			—	24.8	26.5	—	—	
최소값			—	24.1	26.1	—	—	

【표 4.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	45.6	25.1	26.7	0.63	27.0	건전부
	P3	교각	44.8	24.5	26.4			건전부
	P4	교각	47.2	26.4	27.4			건전부
	P5	교각	46.1	25.5	27.0			건전부
	P7	교각	46.9	26.1	27.3			건전부
	P7	교각	44.9	24.5	26.4			비건전부
	P8	교각	46.7	26.0	27.2			건전부
평균			—	25.4	26.9	—	—	
표준편차			—	0.76	0.41	—	—	
변동계수			—	0.030	0.015	—	—	
최대값			—	26.4	27.4	—	—	
최소값			—	24.5	26.4	—	—	

【표 4.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정			설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)			비고
	일본건축학회								
바닥판	27.9	~	28.5	27.0	28.2	103.3	~	105.6	
교대	26.1	~	26.5	24.0	26.3	108.8	~	110.4	
교각	26.4	~	27.4	24.0	26.9	110.0	~	114.2	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.9~28.5MPa, 하부구조(교대) 26.1~26.5MPa, 하부구조(교각) 26.4~27.4MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 콘크리트 강도는 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 95.7%로 양호한 상태인 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 4.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.5 ~ 28.4	27.9 ~ 28.5	27.0
	교대	24.5 ~ 24.9	26.1 ~ 26.5	24.0
	교각	24.5 ~ 25.3	26.4 ~ 27.4	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 4.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 16 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	고래진1교(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 채령	14.4℃, 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 4.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 4.4.8】 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	4.5	41.0	36.5	17	1.09	100년 이상	a	
	S5 바닥판	6.0	43.0	37.0	17	1.46	100년 이상	a	
하부 구조	A1 교대	3.0	65.0	62.0	17	0.73	100년 이상	a	
	P1 교각	2.5	65.0	62.5	17	0.61	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5 ~ 6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.5 ~ 3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 4.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.5~6.0	36.5~37.0	
하부구조	2.5~3.0	62.0~62.5	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 고래진1교(울산)의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 4.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S1	
실측 피복두께(mm)	41.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.5
잔여깊이(mm)	36.5
탄산화 속도계수	1.09
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급
a
(36.5)

A (탄산화 속도 계수)
1.09141
(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
(37)

A (탄산화 속도 계수)
1.45521
(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

【표 4.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교대 A1	
실측 피복두께(mm)	65.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.0
잔여깊이(mm)	62.0
탄산화 속도계수	0.73
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(62)

A (탄산화 속도 계수)

0.72761
(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 P1	
실측 피복두께(mm)	65.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.5
잔여깊이(mm)	62.5
탄산화 속도계수	0.61
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(62.5)

A (탄산화 속도 계수)

0.60634
(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 4.4.11】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전진단			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	5.2~7.3	34.2~36.8	a	4.5~6.0	37.0	a	
하부구조	5.2~6.3	85.8~92.1	a	2.5~3.0	62.0~62.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 4.4.12】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 16일
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 4.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.9 ~ 28.5	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.1 ~ 26.5	24.0	
		교각	26.4 ~ 27.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		62.0~62.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 4.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.5	~	28.4	27.9	~	28.5	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	24.5	~	24.9	26.1	~	26.5	
		교각	24.5	~	25.3	26.4	~	27.4	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		34.2~36.8		a	36.5~37.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		85.8~92.1		a	62.0~62.5		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

4.5 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.

4.5.1 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) 고래진1교(울산) 상태평가 결과표

【표 4.5.1】 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	Steel box	b	b	a	b	a	a	b	b	b	q	a	a
S2	P1	Steel box	b	b	b	b	c	a	—	a	b	q	—	a
S3	P2	Steel box	a	b	b	b	c	a	b	b	b	q	—	—
S4	P3	Steel box	b	b	b	b	c	b	b	b	b	q	—	—
S5	P4	Steel box	a	b	b	b	a	b	—	a	b	q	a	—
S6	P5	Steel box	b	b	b	b	c	a	—	b	b	q	—	—
S7	P6	Steel box	a	b	a	b	a	a	b	b	a	q	—	—
S8	P7	Steel box	a	b	b	b	a	c	—	b	b	q	—	—
S9	P8	Steel box	b	b	b	b	c	a	—	b	b	q	—	—
	A2	Steel box							b	a	b	q		—
평균			0.156	0.200	0.178	0.200	0.267	0.156	0.200	0.170	0.190	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.028	0.040	0.009	0.014	0.008	0.003	0.018	0.015	0.038	—	0.004	0.003
													0.180	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.180) < 0.260$

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 상태 “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 4.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
고래진1교(울산)	0.180	B	430.00	2	860.00	1.000	0.180
합계(Σ)			430.00	2	860.00	1.000	0.180
1. 평가지수 =							0.180
2. 상태평가결과 =							B

4.5.2 상태평가 결과요약

【표 4.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
고래진1교(울산)	0.180	B	
검토의견	•고래진1교(울산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B” 로 평가됨		

4.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 4.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

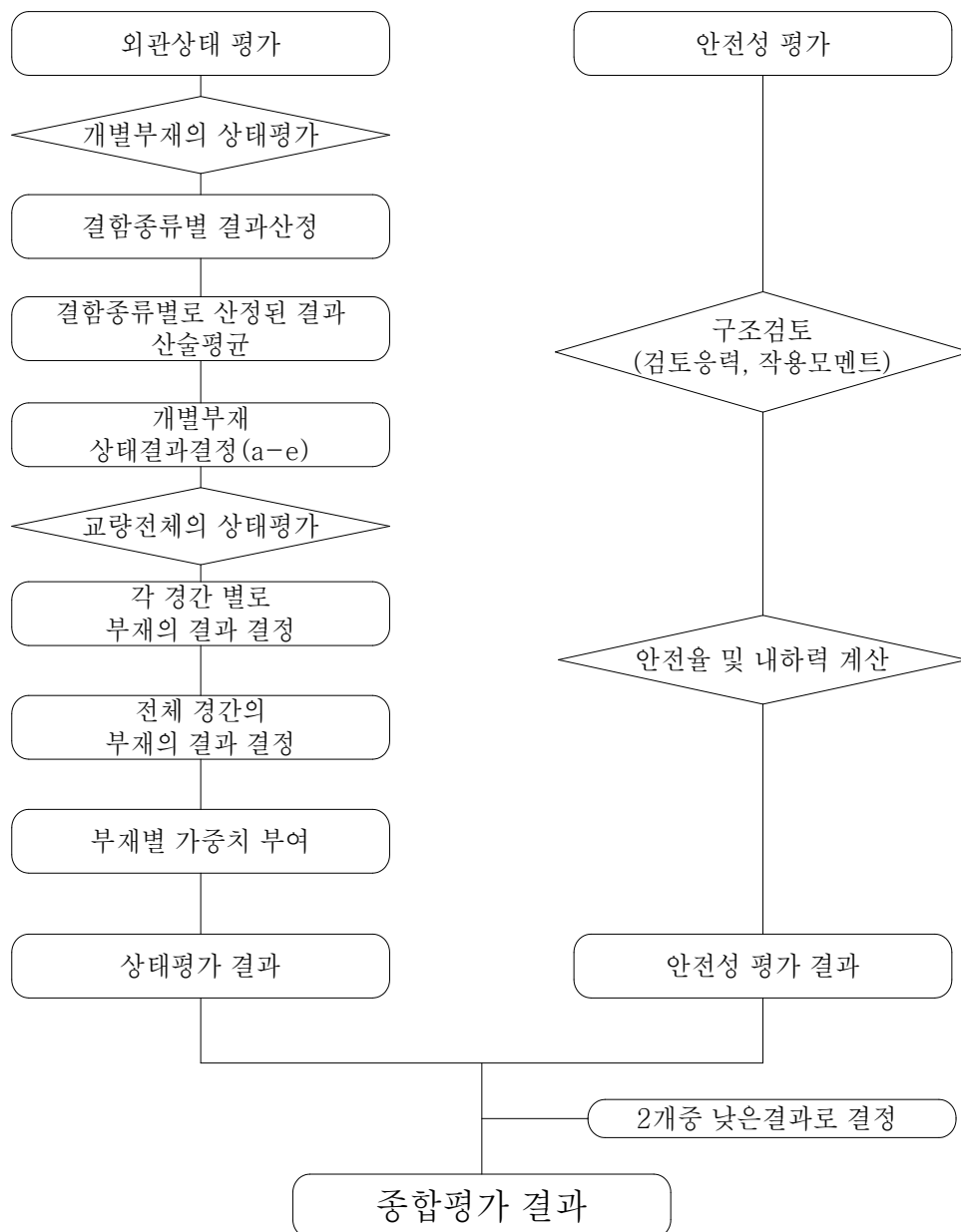
구 분	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.183	0.180
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 고래진1교(울산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2023년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.183에서 0.180으로 0.003 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 보수실시에 의하여 전체 환산결함도 점수가 감소된 것으로 판단된다.	

4.6 종합평가 및 안전등급 지정

4.6.1 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 4.6.1】 종합평가 결과 산정절차

4.6.2 종합평가 결과

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

【표 4.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
고래진1교(울산)	0.180	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

4.6.3 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 4.6.2】 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

4.7 보수·보강 및 유지관리방안

4.7.1 보수·보강 방안

【표 4.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	2.63	8	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	5.33	3	표면처리	3순위
	콘크리트 파손	m ²	0.12	1	단면보수	2순위
거터외부	도장박리	m ²	27.38	32	도장보수	2순위
	긁힘	m ²	0.06	3	도장보수	2순위
	부식	m ²	6.61	11	도장보수	2순위
	도장열화(백아화)	m ²	1,032.00	—	주의관찰	—
	조류배설물 퇴적	m ²	0.50	1	정비	3순위
거터내부	도장박리	m ²	0.42	12	도장보수	2순위
	부식	m ²	1.25	1	도장보수	2순위
	피트	EA	1	1	주의관찰	—
	조류배설물 퇴적	m ²	185.61	10	정비	3순위
가로보	도장박리	m ²	1.19	13	도장보수	2순위
	부식	m ²	1.18	9	도장보수	2순위
교대	망상균열	m ²	0.15	1	표면처리	3순위
	백태, 보수부 백태	m ²	0.31	2	표면처리	3순위
	파손	m ²	0.02	1	단면보수	2순위
	이격	m	20.00	2	주의관찰	—
교각	균열(0.3mm미만)	m	8.20	7	표면처리	3순위
	재균열(0.3mm미만)	m	1.20	2	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	9.50	3	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.05	1	표면처리	3순위
	파손	m ²	0.06	3	단면보수	2순위
	표면오염	m ²	24.66	6	표면처리	3순위
	체수	m ²	3.38	1	주의관찰	—
	조류배설물 퇴적	m ²	1.00	1	정비	3순위

【표 4.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교량받침	플레이트 부식	EA	19	19	도장보수	2순위
	도장박리	m ²	0.04	1	도장보수	2순위
	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	7.90	26	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	14.30	29	표면처리	3순위
	콘크리트 재료분리	m ²	0.08	1	단면보수	3순위
	박락 및 철근노출 (부식)	m ²	0.06	6	단면보수	2순위
신축이음	후타재 균열	m	13.10	11	주의관찰	—
	유간 토사퇴적	m	10.00	6	정비	3순위
교면포장	포장균열	m	192.00	54	주의관찰	—
배수시설	배수구 막힘	EA	16.00	16	정비	3순위
	배수관 탈락	EA	1.00	1	정비	3순위
	배수관 누수	EA	1.00	1	정비	3순위
	배수관 지지대 탈락	EA	1.00	1	정비	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.30	3	표면처리	3순위
	방음벽 파손	m ²	0.66	8	정비	3순위
	방음벽 변형	m ²	0.92	3	정비	3순위
	방음벽 지주 부식	EA	1.00	1	정비	3순위

4.7.2 개략공사비

【표 4.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.50	0.94	m ²	299	281	3순위
	균열부백태	표면처리	2.63	3.95	m ²	299	1,181	3순위
	망상균열	표면처리	5.33	8.00	m ²	299	2,392	3순위
	콘크리트 파손	단면보수	0.12	0.18	m ²	1,152	207	2순위
거더외부	도장박리	도장보수	27.38	41.07	m ²	1,132	46,491	2순위
	긁힘	도장보수	0.06	0.09	m ²	1,132	102	2순위
	부식	도장보수	6.61	9.92	m ²	1,132	11,229	2순위
	조류배설물 퇴적	정비	0.50	0.75	m ²	8	6	3순위
거더내부	도장박리	도장보수	0.42	0.63	m ²	1,132	713	2순위
	부식	도장보수	1.25	1.88	m ²	1,132	2,128	2순위
	조류배설물 퇴적	정비	185.61	278.42	m ²	8	2,227	3순위
가로보	도장박리	도장보수	1.19	1.79	m ²	1,132	2,026	2순위
	부식	도장보수	1.18	1.77	m ²	1,132	2,004	2순위
교대	망상균열	표면처리	0.15	0.22	m ²	250	55	3순위
	백태, 보수부 백태	표면처리	0.31	0.47	m ²	250	118	3순위
	파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	960	29	2순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	8.20	3.08	m ²	250	770	3순위
	재균열(0.3mm미만)	표면처리	1.20	0.45	m ²	250	113	3순위
	망상균열	표면처리	9.50	14.25	m ²	250	3,563	3순위
	백태	표면처리	0.05	0.08	m ²	250	20	3순위
	파손	단면보수	0.06	0.09	m ²	960	86	2순위
	표면오염	표면처리	24.66	36.99	m ²	250	9,248	3순위
	조류배설물 퇴적	정비	1.00	1.50	m ²	8	12	3순위

【표 4.7.2】개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	플레이트 부식	도장보수	19.00	28.50	EA	415	11,828	2순위
	도장박리	도장보수	0.04	0.06	m²	415	25	2순위
	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	7.90	2.96	m²	250	740	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	14.30	5.36	m²	250	1,340	3순위
	콘크리트 재료분리	단면보수	0.08	0.12	m²	960	115	3순위
	박락 및 철근노출 (부식)	단면보수	0.06	0.09	m²	1,142	103	2순위
신축이음	유간 토사퇴적	정비	10.00	15.00	m	8	120	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	16.00	24.00	EA	184	4,416	3순위
	배수관 탈락	정비	1.00	1.50	EA	577	866	3순위
	배수관 누수	정비	1.00	1.50	EA	184	276	3순위
	배수관 지지대 탈락	정비	1.00	1.50	EA	184	276	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.30	0.49	m²	250	123	3순위
	방음벽 파손	정비	0.66	0.99	m²	422	418	3순위
	방음벽 변형	정비	0.92	1.38	m²	422	582	3순위
	방음벽 지주 부식	정비	1.00	1.50	EA	422	633	3순위
개략 공사비 (천원)	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	-		76,971		29,891		
	재경비 (순공사비의 50%)	-		38,486		14,946		
	합계	-		115,457		44,837		
개략공사비 총계(천원)		160,293						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

4.7.3 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 4.7.3】 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 S2 백태 - 진전 여부확인	② 거더외부 S2 도장박리 - 진전 여부확인	③ 거더외부 S5 굽힘 - 진전 여부확인
← 부 산 울 산 → (A1) (P1) (P2) (P3) (P4) (P5) (P6) (P7) (P8) (A2)		
④ 거더내부 S6 조류배설물 퇴적 - 진전 여부확인	⑤ 교량받침 P5 박락 및 철근노출 - 진전 여부확인	⑥ 배수관 A2 배수관 탈락 - 진전 여부확인

4.8 종합결론

본 시설물은 부산광역시 해운대구 송정동에 위치한 교량으로 총 연장 430.0m, 폭 12.60m의 Steel Box Girder 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

4.8.1 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, 구조물의 구조적인 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 균열부 백태의 경우 바닥판하면에 발생한 균열부를 통해 우수유입 및 외기침투로 인해 발생하였으며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성을 확보하고 손상의 진전을 방지하는 차원의 표면보수 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손 손상의 경우 물끊기 홈을 시공하면서 부족한 철근피복으로 인해 발생한 것으로 판단되며, 우수유입에 의한 철근부식 등의 2차 손상은 확인되지 않았으나 철근부식 등 2차손상을 방지하고, 내구성 및 단면을 확보하기 위한 보수가 필요하다고 판단된다.

2) Steel Box Girder

- 거더 내·외부에서 발생한 표면부식, 도장박리의 경우 준공이후 장기공용에 의한 열화, 우수접촉, 외기노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 도장보수 등 적절한 보수가 필요한 것으로 사료된다.
- 거더외부에서 발생한 굽힘 손상은 공용 중 인위적인 충격에 의해 발생한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 도장보수 등 적절한 보수가 필요한 것으로 사료된다.
- 거더 내·외부에서 조사된 조류배설물 퇴적은 출입구의 개방과 조류의 서식으로 인해 발생한 손상으로, 강산성의 조류배설물은 강재의 부식을 유발시킬수 있으므로 청소와 출입문 관리를 병행한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

3) 가로보

- 가로보에서 발생한 표면부식, 도장박리의 경우 준공이후 장기공용에 의한 열화, 우수접촉, 외기 노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 도장보수 등 적절한 보수가 필요한 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대에서 망상균열, 백태, 보수부 백태의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 외부 우수유입, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 2차손상의 발생방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 공용 중 외력에 의해 발생한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성 및 위치상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하고 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 이격의 경우 시공초기 다짐미흡, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교대 성토부 법면에 발생하였다. 현재 이격부의 진전은 확인되어 않았으며, 시급한 보수보다는 주기적인 점검을 통해 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 백태의 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 파손의 경우 외부충격, 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 체수의 경우 기존 신축이음 하부 누수에 의한 손상으로 조사일 현재 신축이음 교체 등의 보수조치가 실시된 것으로 확인되어 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 조류배설물 퇴적은 조류의 서식으로 인해 발생한 손상으로, 강산성의 조류배설물은 2차 손상을 유발시킬수 있으므로 청소가 필요한 것으로 판단된다.

6) 기초

- 고래진1교(울산)의 기초는 교대 A1,2지점은 직접기초, 교각 P1~8지점은 직접 및 강관파일 기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 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 재도장 등 적절한 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 콘크리트 재료분리, 박락 및 철근노출 손상은 콘크리트 배합, 다짐, 피복두께 부족 등의 시공미흡과 철근부식(팽창압) 등의 복합적인 요인으로 발생한 손상으로 부재의 내구성 저하방지를 위한 적절한 보수가 필요한 것으로 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 균열의 경우 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 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.
- 조사된 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량의 반복통행으로 비산물 퇴적 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음장치의 기능성 확보 및 원활한 배수 기능을 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 10.1℃(04월 01일)로써 이때 측정유간은 33.0~320mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에서 조사된 포장균열의 경우 콘크리트 재료의 특성에 따른 초기 양생중 건조수축, 수화반응 등으로 발생하였으며, 공용 중 지속적인 차량의 통행과 진동으로 인해 손상이 진전된 것으로 판단된다. 점검일 현재 포장균열로 인한 바닥판의 2차 손상(누수, 백태)은 발생하지 않았으나, 관리주체의 유지관리 계획에 의거한 장기적인 재포장 계획이 필요한 것으로 판단된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 탈락, 누수, 지지대 탈락의 경우 시공미흡, 장기공용에 따른 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 지속적인 우수 유입시 표면오염, 침식, 배수관 낙하 등 2차 손상발생이 우려되어 배수관 정비가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 배수구 막힘 손상은 공용 중 비산물 퇴적, 우수 유입시 이물질이 포함되어 적치되어 발생한 손상으로 원활한 배수를 위하여 정비가 필요한 상태이다.

11) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 방음벽 지주 부식의 경우 공용기간 증가, 열화, 습기흡착 등에 의한 손상으로 손상의 진전시 지주 파손으로 이어져 견고한 고정기 힘들어 소음발생의 원인이 될 가능성이 있으므로 정비 등의 보수조치가 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 방음벽 파손 및 변형의 경우 외부충격에 의한 손상으로 방음벽으로서의 기능을 아직 보유하고 있는 것으로 확인되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 추후 추가적인 손상의 발생시 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

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) 27.9~28.5MPa, 하부구조(교대) 26.1~26.5MPa, 하부구조(교각) 26.4~27.4MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 콘크리트 강도는 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 95.7%로 양호한 상태인 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5 ~ 6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.5 ~ 3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 고래진1교(울산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.183에서 0.180으로 0.003 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 보수 실시에 의하여 전체 환산결함도 점수가 감소된 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 고래진1교(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 상태평가 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.

4.8.2 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.

4.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판하면 파손, 거더 내·외부 도장손상, 교량받침 박락 및 철근노출은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

4.8.4 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.