

34. 울산JCT4교

34.1 시설물 개요

34.2 자료수집 및 분석

34.3 현장조사

34.4 콘크리트 내구성조사

34.5 상태평가

34.6 종합평가 및 안전등급 지정

34.7 보수·보강 및 유지관리 방안

34.8 종합결론

34. 울산JCT4교

34.1 시설물의 개요

본 시설물은 울산광역시 울주군 범서읍 굴화리에 위치한 교량으로 총 연장 423.0m, 폭 9.0m로 시공되어 있다.

34.1.1 일반사항

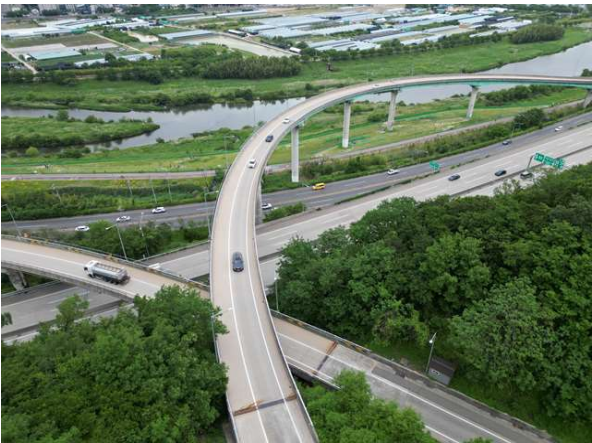
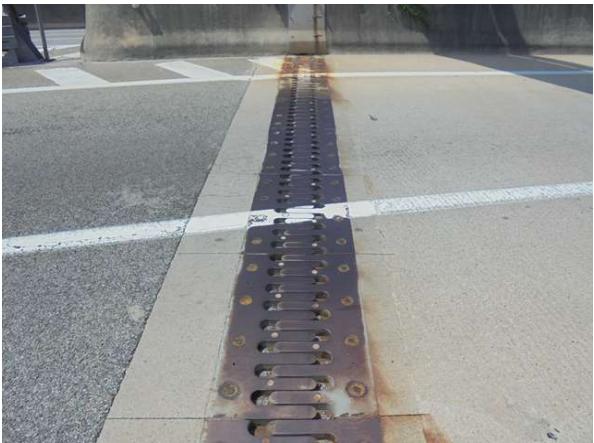
【표 34.1.1】 울산JCT4교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2008-0001004		관리번호		-	
시설물위치		울산광역시 울주군 범서읍 굴화리		준공년월일		2008년 12월 31일	
관리이정		47.0km		공사이정		-	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명		부산울산고속도로	
제원	연장	L = 423.0m (2@70.0+58.0+37.5+3@50.0+37.5)					
	폭	B = 9.0m (1차로)					
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)		기초 형식	교대	직접기초, 강관파일	
	하부	교대 : 역T형 교각 : 일주식			교각	직접기초, 강관파일	
교량받침		포트받침		신축이음		핑거조인트(A1, P3, A2)	
교차시설물		고속도로 16호선, 국도 24호선		통과높이		19.8m	
부착시설내용		점검시설					
시 공 자		삼성물산, 삼성중공업		관리주체		부산울산고속도로(주)	

34.1.2 위치도 및 전경사진

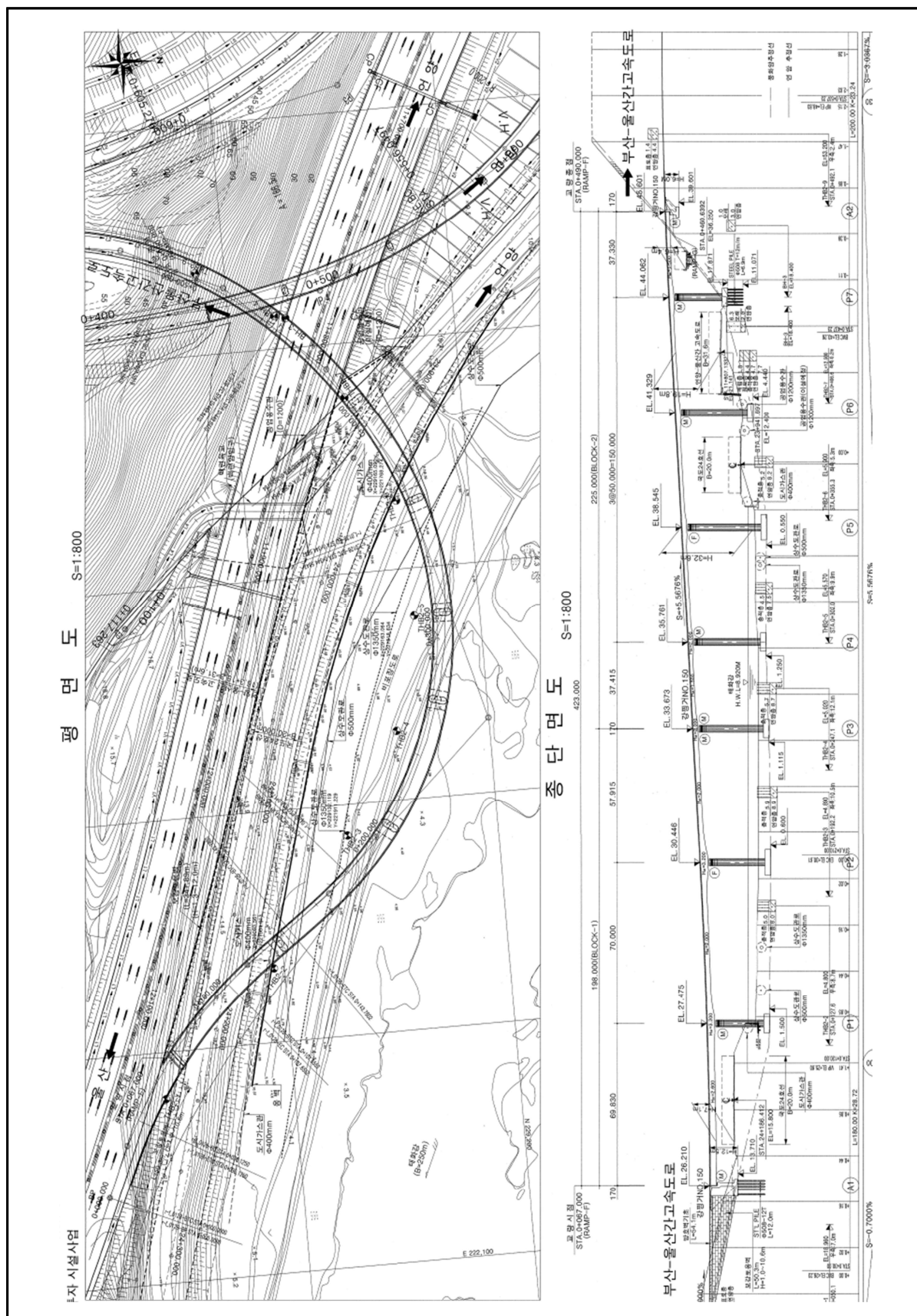


【그림 34.1.1】 위치도

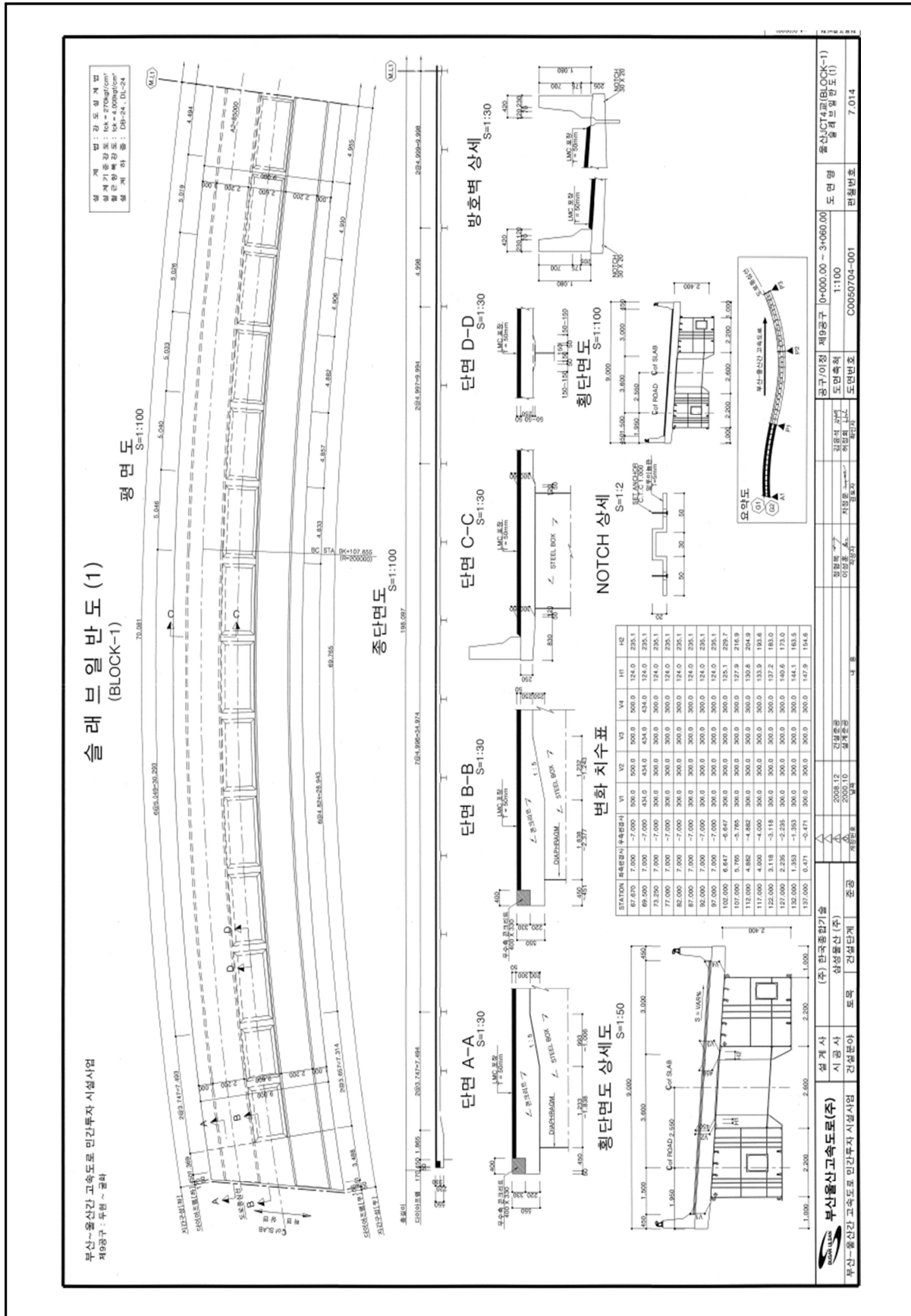
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【사진 34.1.1】 부재별 현황

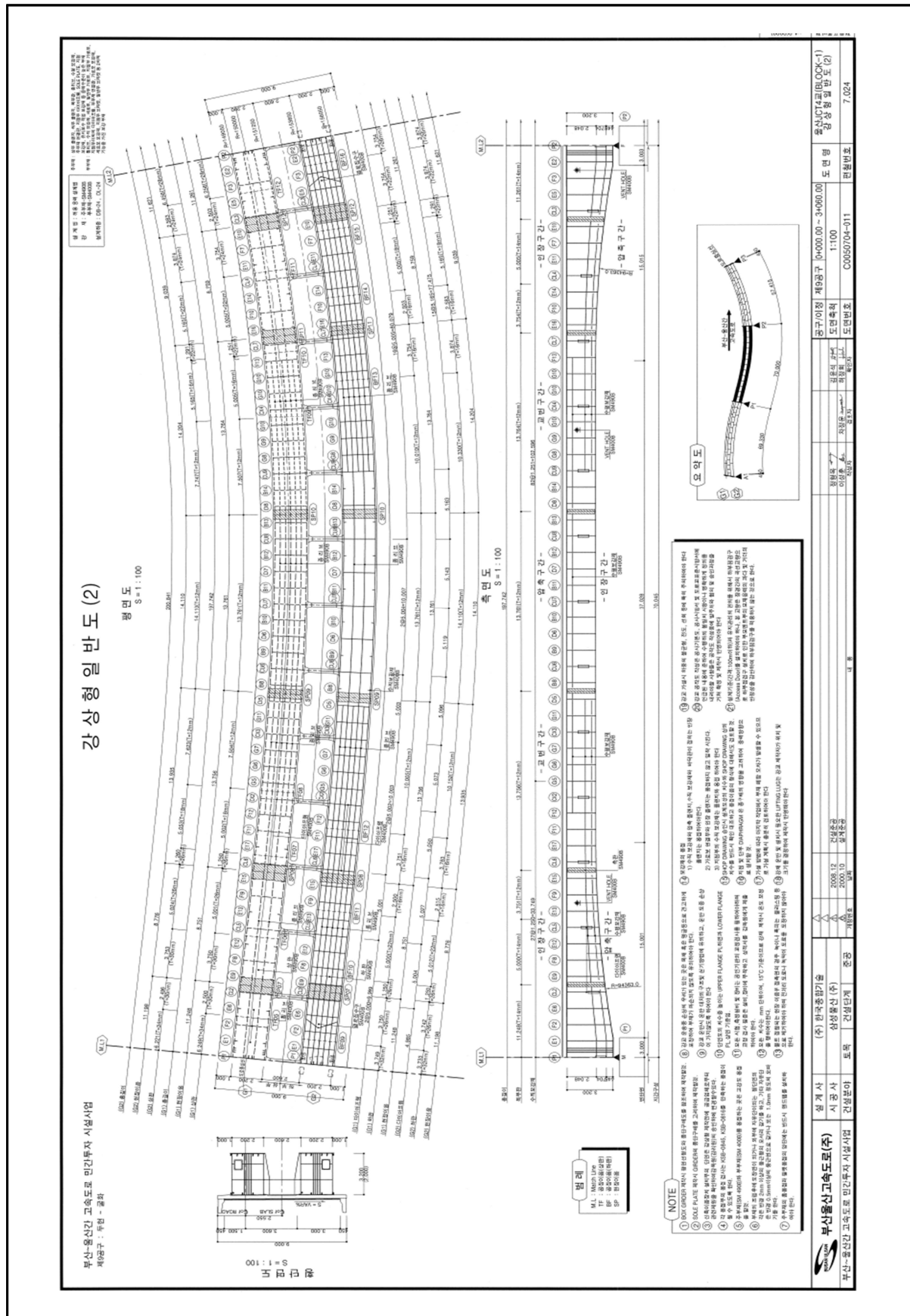
34.1.3 시설물 일반도



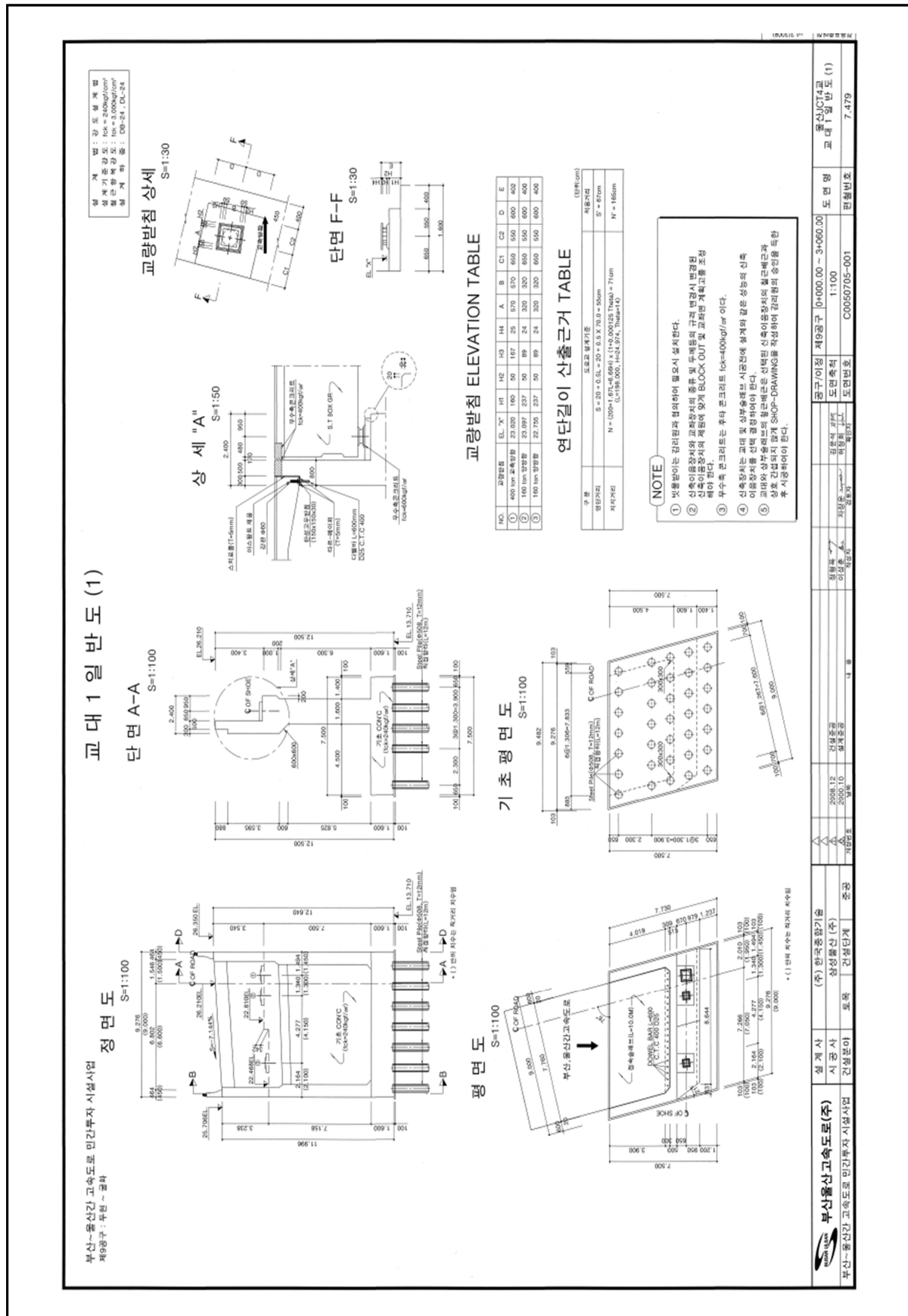
【그림 34.1.2】 종 · 평면도



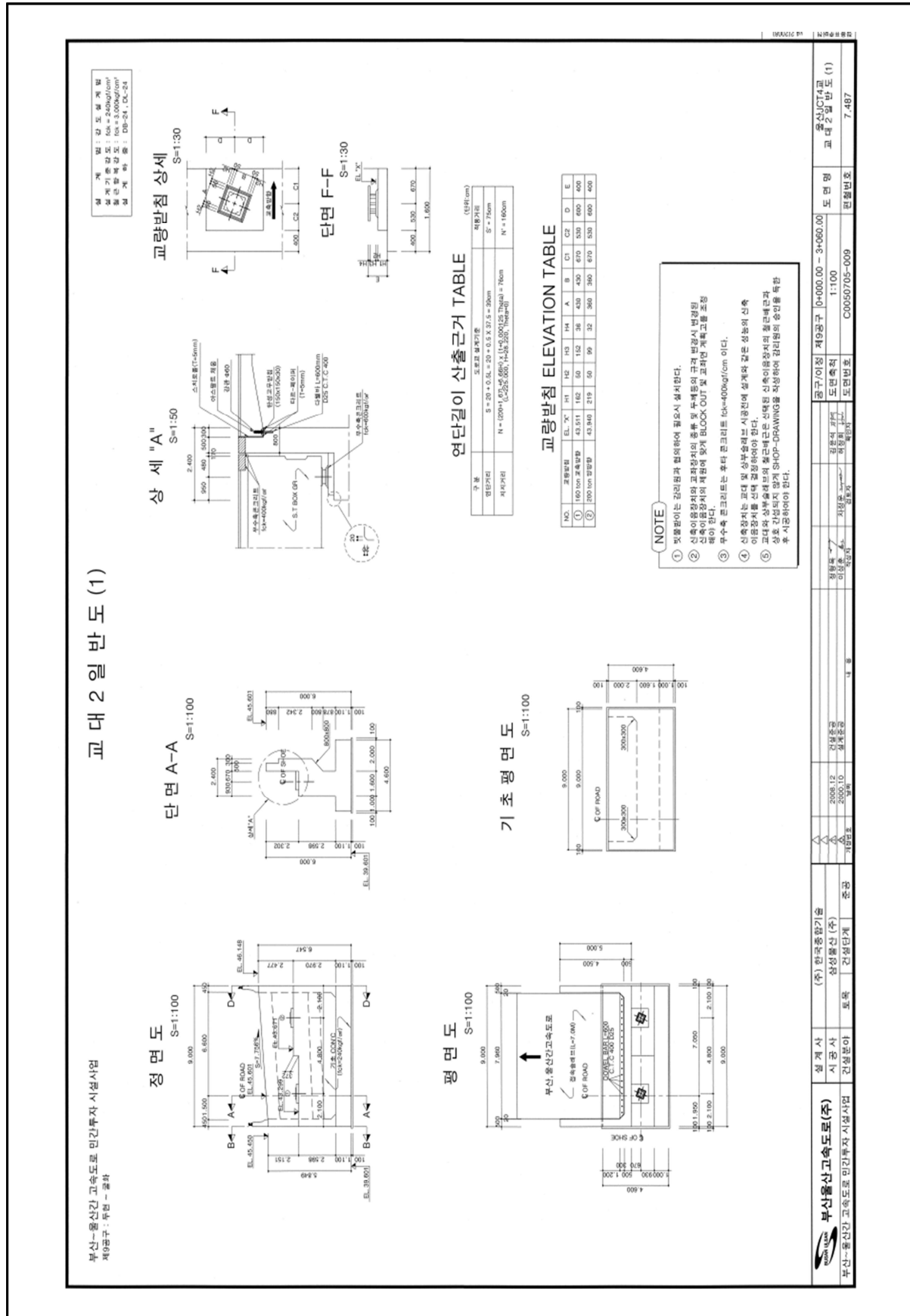
【그림 34.1.3】 슬래브 일반도



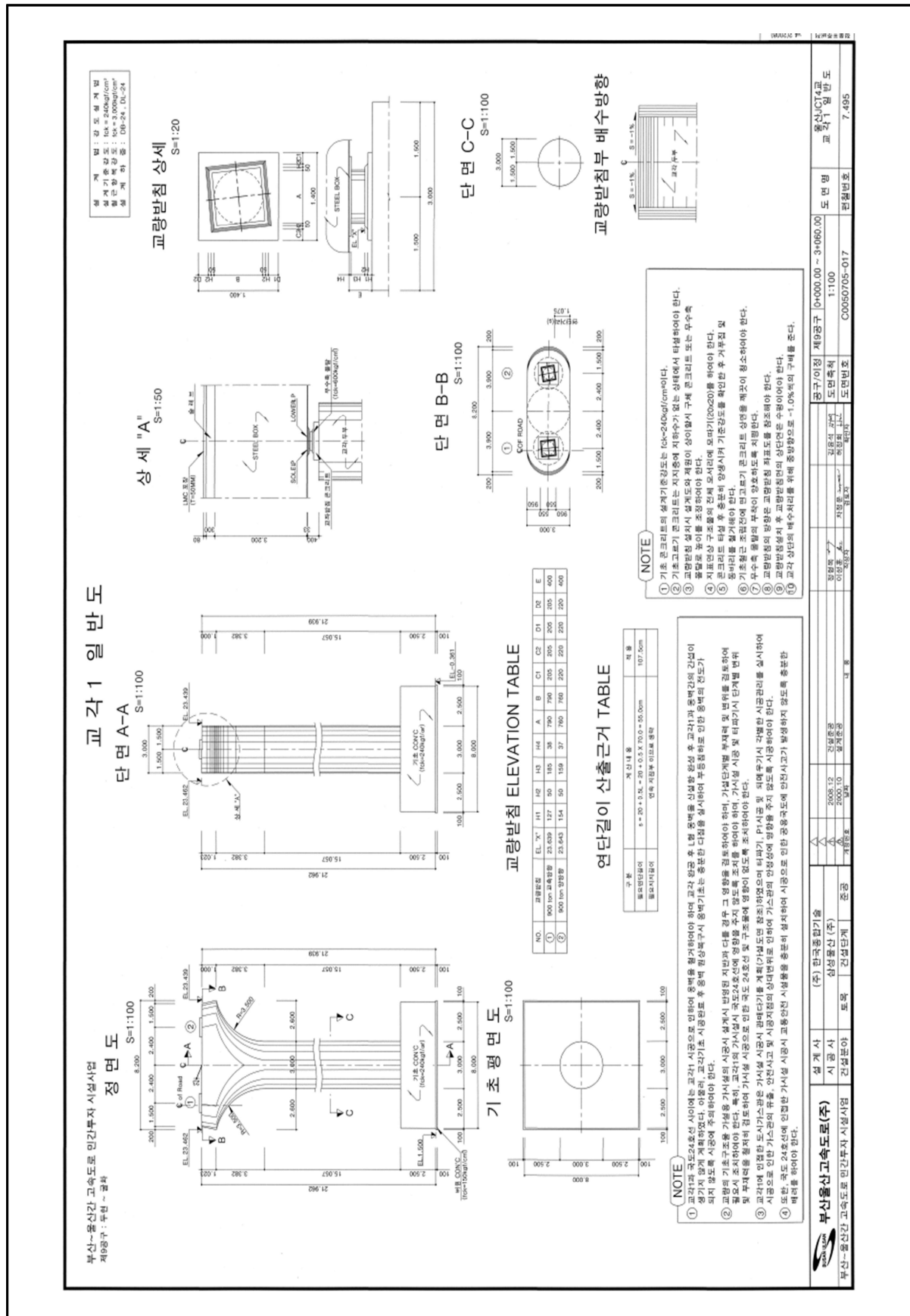
【그림 34.1.4】 거더 일반도



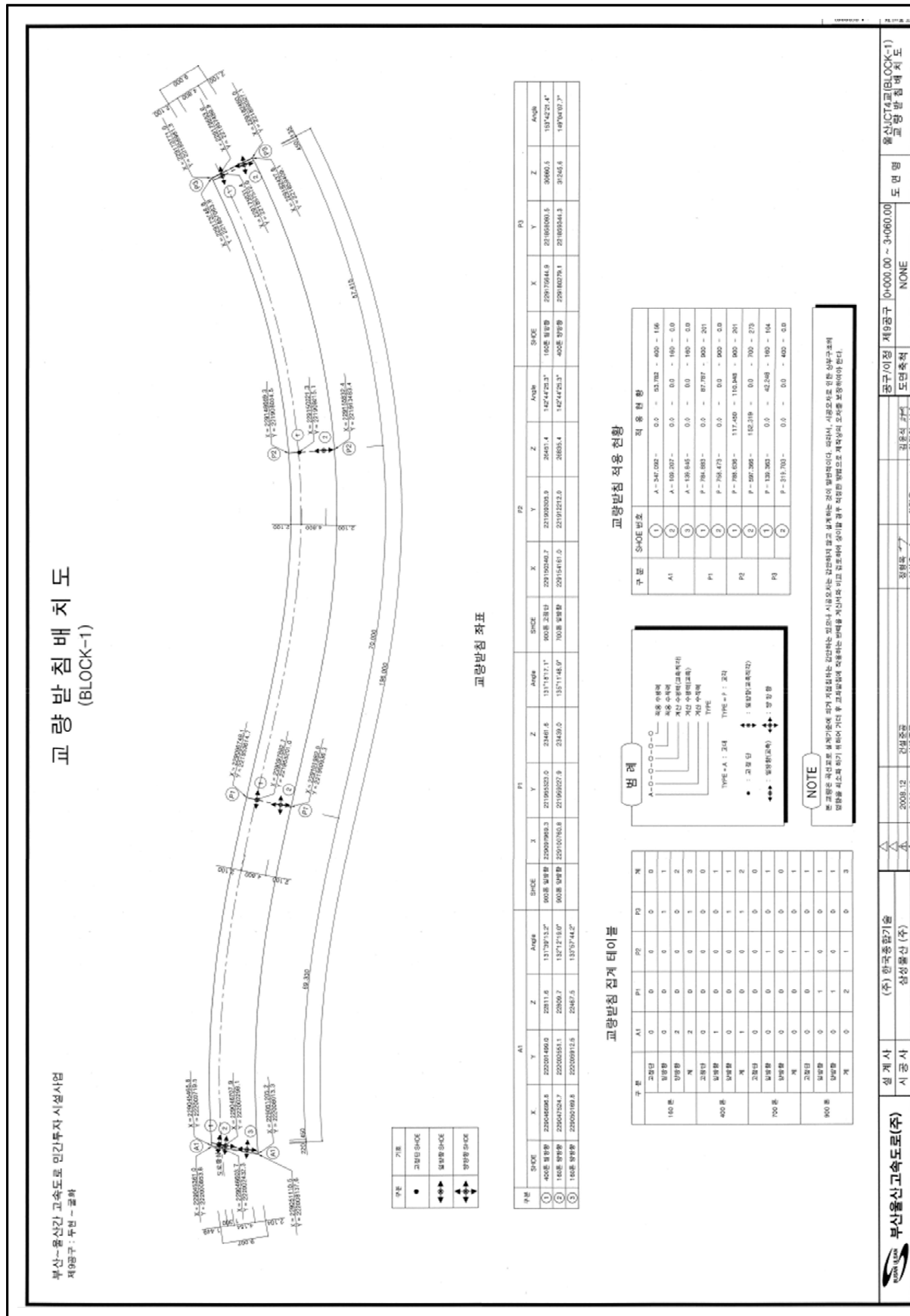
【그림 34.1.5】 교대 A1 일반도



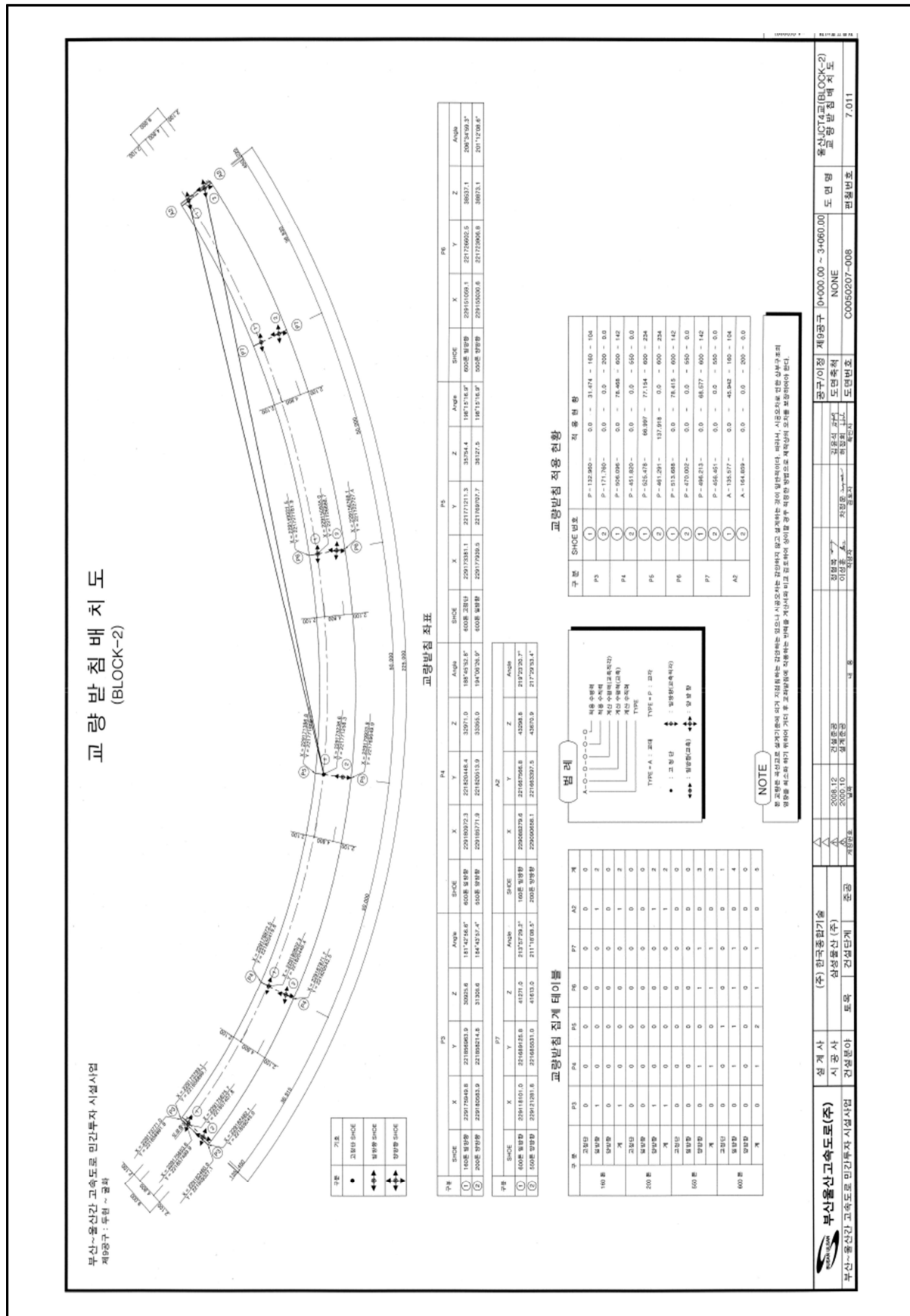
【그림 34.1.6】 교대 A2 일반도



【그림 34.1.7】 교각 P1 일반도



【그림 34.1.8】 교량받침 배치도



【그림 34.1.8】 교량받침 배치도(계속)

34.2 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.

34.2.1 자료수집 현황

【표 34.2.1】 자료수집 목록

보존대상 목록		보유현황	관리주체 보유현황
설계도서	◦공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	◎	◦부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 - 일반보고서(2008.12) - 토질조사보고서(2008.12) - 준공내역서(2008.12) - 준공도면(2008.12) ◦부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 구조 및 수리계산서(2008.12)
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 표준단면도, 일반도, 구조도 등		
시설물 관리대장	◦기본현황 및 상세제원 ◦점검 및 진단 이력 ◦보수·보강 및 유지관리 이력	◎	◦시설물통합정보관리시스템(FMS)
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ◦사고기록	△	◦부산울산간 고속도로 민간투자 시설사업 시공기록보고서(2008.12) - 시공관련 자료 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록
안전점검 및 정밀안전진단 자료		◎	◦시설물통합정보관리시스템(FMS)
보수·보강 관련자료		◎	

34.2.2 설계자료 검토

가. 구조계산서 및 내진설계 요약

구 분	내 용													
적용하중 및 사용재료	<table><tr><th rowspan="2">적용하중</th><th colspan="2">사용재료</th></tr><tr><th>상부</th><th>하부</th></tr><tr><td rowspan="2">◦ 고정하중 - LMC : 23.5kN/m³ - 철근콘크리트 : 25.0kN/m³ - 무근콘크리트 : 23.5kN/m³ ◦ 활하중 - DB24, DL24, 탱크하중, 트레일러하중 ◦ 기타 - 충격<15/(40+L)>, 원심하중, 차량횡하중, 재동하중 및 시동하중, 풍하중, 수압, 부력 및 양압력, 토압, 지진 등</td><td>◦ 콘크리트 - fck=27MPa ◦ 철근 - fy=400MPa ◦강대 주부재(SM490) - fpu=190MPa(인장) - fpy=110MPa(항복) ◦강재 부부재(SM400) - fpu=140MPa(인장) - fpy=80MPa(항복)</td><td>◦ 콘크리트 - fck=24MPa ◦ 철근 - fy=300MPa ◦ 뒷채움흙 - γs=2.0t/m³ - φs=35(degree)</td></tr></table>			적용하중	사용재료		상부	하부	◦ 고정하중 - LMC : 23.5kN/m³ - 철근콘크리트 : 25.0kN/m³ - 무근콘크리트 : 23.5kN/m³ ◦ 활하중 - DB24, DL24, 탱크하중, 트레일러하중 ◦ 기타 - 충격<15/(40+L)>, 원심하중, 차량횡하중, 재동하중 및 시동하중, 풍하중, 수압, 부력 및 양압력, 토압, 지진 등	◦ 콘크리트 - fck=27MPa ◦ 철근 - fy=400MPa ◦강대 주부재(SM490) - fpu=190MPa(인장) - fpy=110MPa(항복) ◦강재 부부재(SM400) - fpu=140MPa(인장) - fpy=80MPa(항복)	◦ 콘크리트 - fck=24MPa ◦ 철근 - fy=300MPa ◦ 뒷채움흙 - γs=2.0t/m³ - φs=35(degree)			
	적용하중	사용재료												
상부		하부												
◦ 고정하중 - LMC : 23.5kN/m³ - 철근콘크리트 : 25.0kN/m³ - 무근콘크리트 : 23.5kN/m³ ◦ 활하중 - DB24, DL24, 탱크하중, 트레일러하중 ◦ 기타 - 충격<15/(40+L)>, 원심하중, 차량횡하중, 재동하중 및 시동하중, 풍하중, 수압, 부력 및 양압력, 토압, 지진 등	◦ 콘크리트 - fck=27MPa ◦ 철근 - fy=400MPa ◦강대 주부재(SM490) - fpu=190MPa(인장) - fpy=110MPa(항복) ◦강재 부부재(SM400) - fpu=140MPa(인장) - fpy=80MPa(항복)	◦ 콘크리트 - fck=24MPa ◦ 철근 - fy=300MPa ◦ 뒷채움흙 - γs=2.0t/m³ - φs=35(degree)												
설계법 및 하중조합	<table><tr><th colspan="2">검토투개</th><th>설계법 및 하중조합</th></tr><tr><td rowspan="2">상부구조</td><td>바닥판</td><td>● 강도설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 풍하중, 원심하중</td></tr><tr><td>거더</td><td>● 허용응력설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중</td></tr><tr><td>하부구조</td><td>교 대 교 각</td><td>● 허용응력설계법 : 안정검토 시 ● 강도설계법 : 단면검토 시</td></tr></table>			검토투개		설계법 및 하중조합	상부구조	바닥판	● 강도설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 풍하중, 원심하중	거더	● 허용응력설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중	하부구조	교 대 교 각	● 허용응력설계법 : 안정검토 시 ● 강도설계법 : 단면검토 시
	검토투개		설계법 및 하중조합											
상부구조	바닥판	● 강도설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 풍하중, 원심하중												
	거더	● 허용응력설계법 - 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중												
하부구조	교 대 교 각	● 허용응력설계법 : 안정검토 시 ● 강도설계법 : 단면검토 시												
검토결과	※ 상부구조 구조계산 검토결과 단면력(응력)이 설계강도(허용력) 이내이며 안전율은 1.0 이상임. ※ 하부구조 구조계산 검토결과 교대 및 교각은 안정하며, 구조 안전성을 확보하고 있는 것으로 나타남.													

나. 토질 및 지반조사 자료검토

1) 지형 및 지질 상태

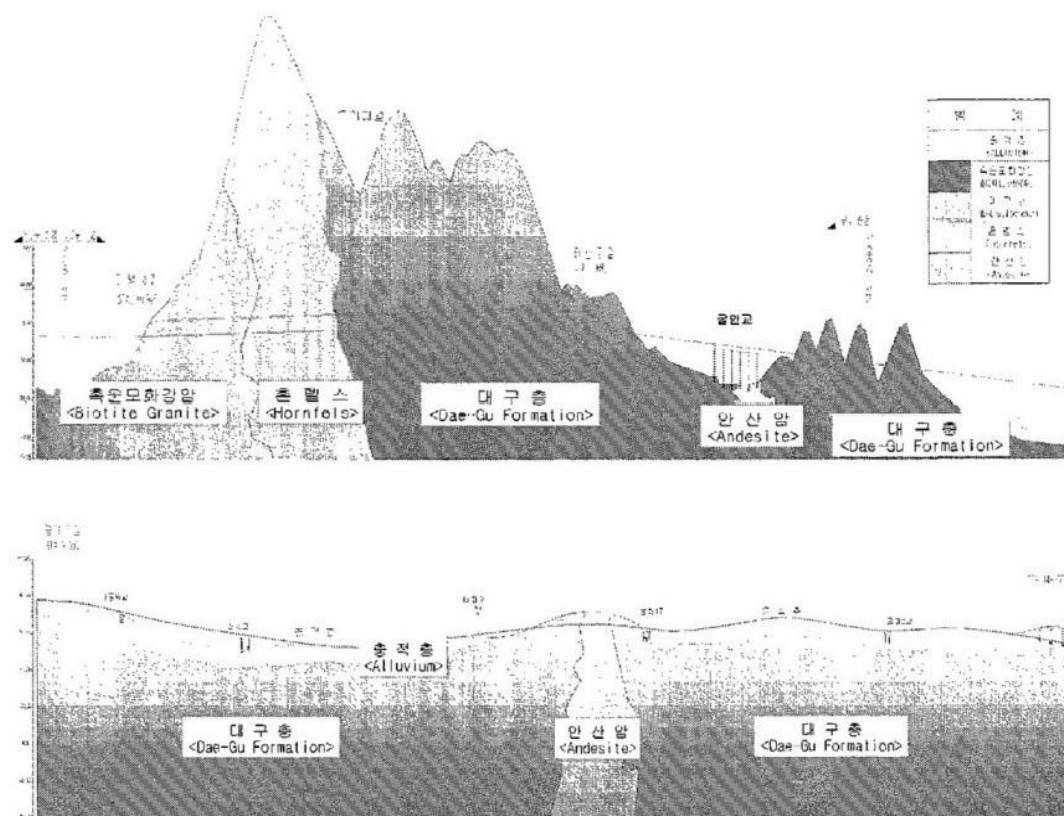
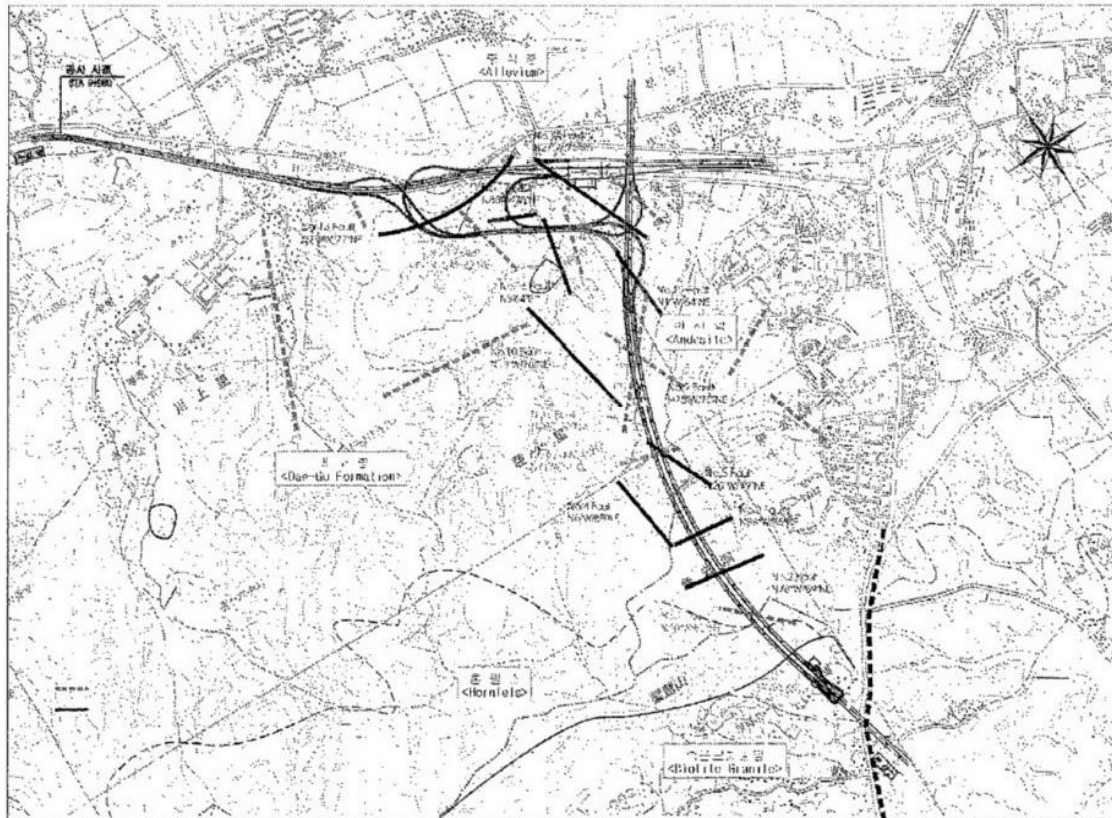
(1) 지형

■ 본 조사지역 주변의 지형은 북동-남서, 북서-남서 방향으로 평행하게 발달된 수개조의 단층선을 경계로 산계가 나란히 발달된 것이 특징이다. 산계는 단층과 단층사이에 발달하며 비교적 완만한 산세를 보여주고 있다. 조사지역의 지형은 N20E 방향의 동측의 동래단층과 서측의 양산단층 사이에서 나타나는 해발고도 평균 200m 정도의 준산악지형이며, 계곡들은 대부분 U자곡을 형성하고 있어 만장년기의 지형에 해당된다,

(2) 지질

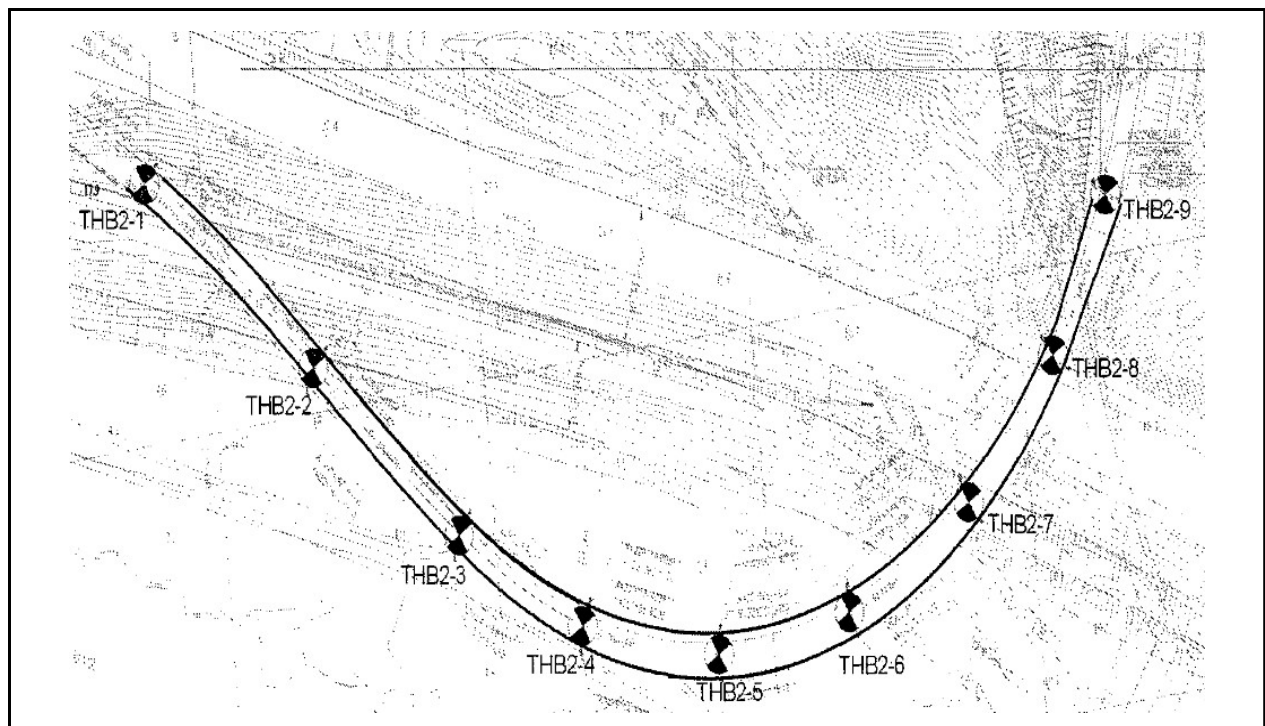
■ 대체로 낮은 산악지역인 본 지역은 서쪽은 문수산 (해발 599.8m), 북쪽의 삼호산 등을 주봉으로 이루고 있다. 북동-남서의 방향으로 정연하게 연장되는 산계를 이루고 있는 자세는 이 지역에 분포된 암석들의 암질과 지질구조에 지배받은 것이라 할 수 있다. 지역내 분포하는 암종과 지형 기록은 상관관계가 있으며, 풍화에 강한 혼펠스의 분포지는 높은 해발고도를 형성하며, 백악기 쇄설성 퇴적암류는 풍화에 의해 지형적으로 구릉지 내지 완만한 사면을 형성하고 있다.

제 4 기		신기하성층
~ 부 정 합 ~		
백악기	불국사관입암류	흑운모화강암
	유천층군	주산안산암질암
	~ 관입 및 분출 ~	
	하양층군	울산층(대구층)



2) 시추조사 결과(부산~울산간 고속도로 민간투자사업 지반조사보고서,2008.12)

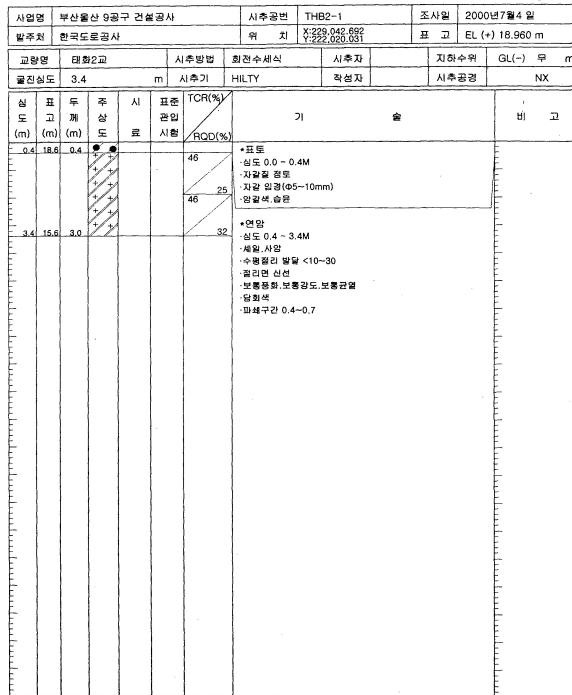
조사번호	조사위치	지반고(EL.m)	비고
THB2-1	OK+090.0	18.960	
THB2-2	OK+165.0	4.800	
THB2-3	OK+230.0	4.890	
THB2-4	OK+280.0	5.020	
THB2-5	OK+330.0	5.570	
THB2-6	OK+380.0	10.110	
THB2-7	OK+430.0	12.500	
THB2-8	OK+475.0	21.500	
THB2-9	OK+515.0	53.200	



THB2-1

교량부시추주상도

1매중 1

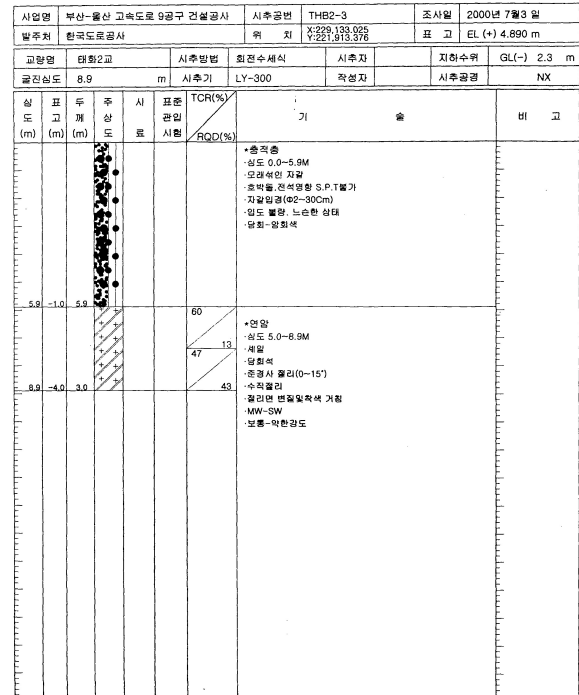


I-456

THB2-2

교량부시추주상도

1매중 1

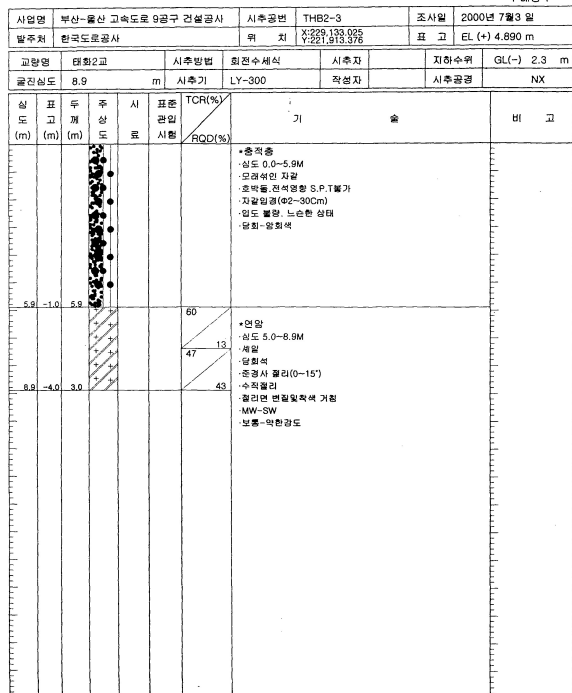


I-458

THB2-3

교량부시추주상도

1매중 1

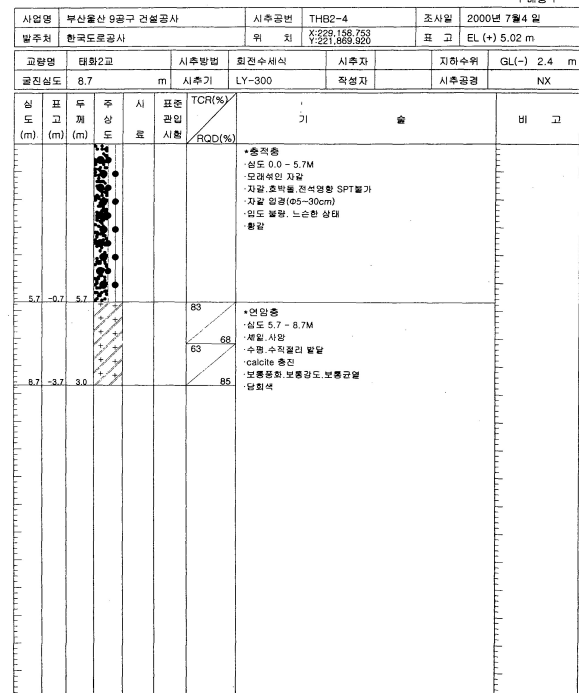


I-456

THB2-4

교량부시추주상도

1매중 1

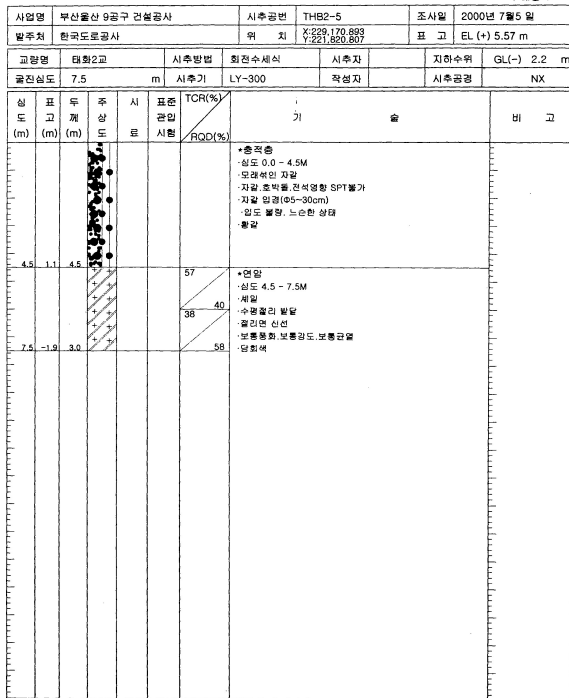


I-459

THB2-5

교량부시추주상도

1매중 1

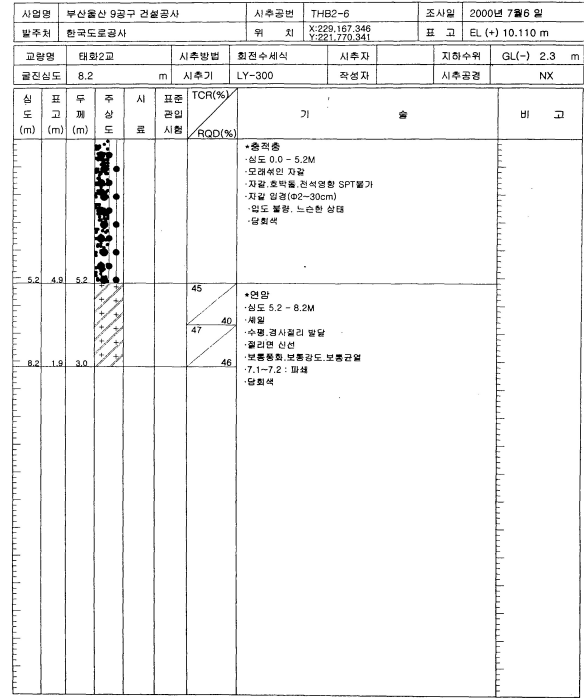


I-460

THB2-6

교량부시추주상도

1매중 1

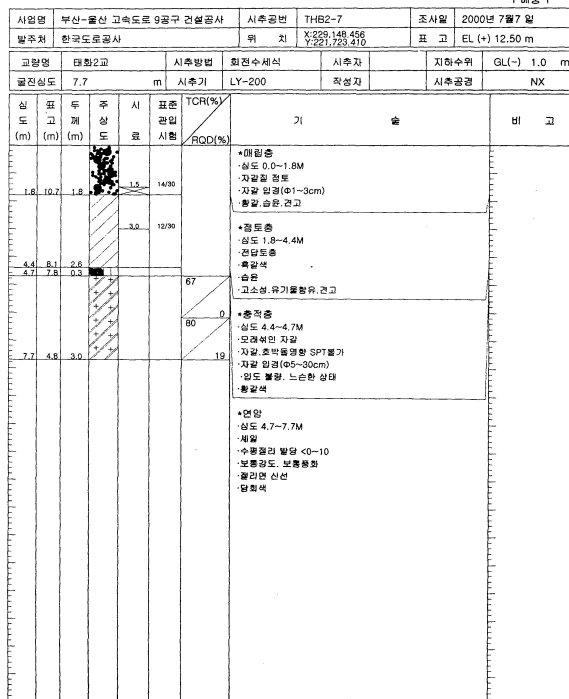


I-461

THB2-7

교량부시추주상도

1매중 1

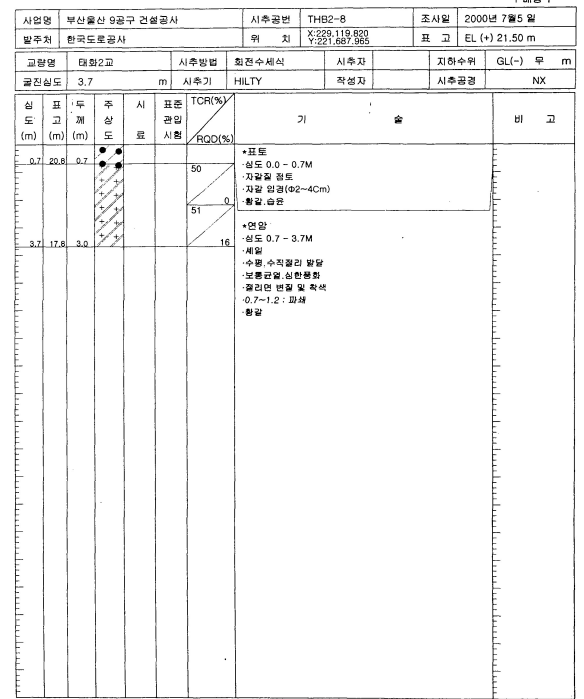


I-462

THB2-8

교량부시추주상도

1매중 1



I-463

시추공	표토층 (m)	전답층 (m)	매립층 (m)	점토층 (m)	충적층 (m)	연암층 (m)	굴진심도 (m)	지하수위 (m)
THB2-1	0.4	-	-	-	-	3.0	3.4	-
THB2-2	-	-	-	-	5.0	3.0	8.0	2.4
THB2-3	-	-	-	-	5.9	3.0	8.9	0
THB2-4	-	-	-	-	5.7	3.0	8.7	2.4
THB2-5	-	-	-	-	4.5	3.0	7.5	2.2
THB2-6	-	-	-	-	5.2	3.0	8.2	2.3
THB2-7	-	-	1.8	2.6	0.3	3.0	7.7	1.0
THB2-8	0.7	-	-	-	-	3.0	3.7	-
THB2-9	1.7	-	-	-	-	3.0	4.4	-

시추공	표고 (m)	심도 (m)	비고
THB2-1	18.960	3.4	· 0.0~0.4m 자갈을 함유한 자갈질 점토로 구성된 표토층 · 0.4~3.4m 세일로 구성된 연암층으로 심도 0.4~0.7m 파쇄구간
THB2-2	4.800	8.0	· 0.0~5.0m 입도가 불량하고 느슨한 상태의 모래섞인 자갈로된 충적층 · 5.0~8.0m 세일로 구성된 연암층으로 준수평절리가 발달, 절리면 변질
THB2-3	4.890	8.9	· 0.0~5.9m 입도가 불량하고 느슨한 상태의 모래섞인 자갈로된 충적층 · 5.9~8.9m 세일로 구성된 연암층으로 수직, 준수평절리가 발달, 절리면 변질
THB2-4	5.020	8.7	· 0.0~5.7m 모래섞인 자갈로된 충적층, 자갈과 호박돌의 영향 SPT불가 · 5.9~8.9m 세일과 사암으로 구성된 연암층, 절리면 Calcite충진
THB2-5	5.570	7.5	· 0.0~4.5m 모래섞인 자갈로된 충적층 · 4.5~7.5m 세일로 구성된 연암층으로 수평 절리가 발달, 절리면 신선
THB2-6	10.110	8.2	· 0.0~5.2m 모래섞인 자갈로된 충적층, 자갈과 호박돌의 영향 SPT불가 · 5.2~8.2m 세일로 구성된 연암층, 절리면 신선, 7.1~7.2m 파쇄대 존재
THB2-7	12.500	7.7	· 0.0~1.8m 자갈질 점토인 매립층, 1.8~4.4m 고소성, 유기물을 함유한 점토층 · 4.4~4.8m 모래섞인 자갈로 구성된 충적층, 4.8~7.7m 세일로 이루어진 연암
THB2-8	21.500	3.7	· 0.0~0.7m 자갈질 점토로 구성된 표토층 · 0.7~3.7m 세일로 구성된 연암층, 절리면 변질, 0.7~1.2m 파쇄대 존재
THB2-9	53.200	4.4	· 0.0~1.4m 자갈질 점토로 구성된 표토층 · 1.4~4.4m 세일로 구성된 연암층, 심하게 풍화되어있음, 심하게 파쇄된 상태

■ 시추조사결과 표토층과 자갈질 점토로 이루어져 있으며, 충적층은 모래섞인 자갈로 이루어져 있다. 점토층은 유기물을 함유한 고소성의 흙이다.

■ 연암층은 세일로 구성되어 있으며 수평, 수직 절리가 발달하였고 보통 또는 심하게 풍화된 상태이다. 몇몇 시추 지점에서는 부분적으로 파쇄대가 나타나고 있다.

■ 시추조사결과 시추공 THB2-1(심도0.4~0.7m), THB2-6(심도7.1~7.2m), THB2-8(심도0.7~1.2m)에서 파쇄대가 나타났다.

3) 실내시험 결과

(1) 토질시험

공변	심도	W _n (%)	G _s	연경도(%)				채분석(%)		통일 분류	비고
				LL	PL	PI	LI	No.4	No.200		
THB2-7	1.5	19.2	2.68	36.5	20.6	15.9	-0.09	98.1	60.7	CL	
	3.0	31.2	2.66	28.7	24.6	4.1	1.61	100.0	86.6	ML	

(2) 점재하시험

공변	깊이 (m)	하중 (kgf/cm ²)	지름 (cm)	IS (kgf/cm ²)	F	IS(60) (kgf/cm ²)	qu (kgf/cm ²)
THB2-1	3.3-3.4	72	4.90	54.3	0.99	53.8	1290.2
THB2-2	7.85-8.0	27	5.20	18.1	1.02	18.4	441.2
THB2-3	8.8-8.9	152	5.18	102.5	1.02	104.1	2498.9
THB2-4	8.6-8.7	135	5.21	90.0	1.02	91.7	2199.6
THB2-5	7.3-7.4	34	5.18	22.9	1.02	23.3	559.0
THB2-6	7.8-8.0	68	5.20	45.5	1.02	46.3	1111.3
THB2-7	6.4-6.5	25	5.23	16.5	1.02	16.9	404.9
THB2-8	2.2-2.3	45	5.40	27.9	1.04	28.9	693.6
THB2-9	4.1-4.2	101	5.43	62.0	1.04	64.3	1543.5

34.2.3 시설물 점검이력

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

【표 34.2.2】 울산JCT4교 점검이력사항

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 균열 등 · 배수시설 유도배수로 이물질 퇴적 등 · 난간 방호벽 균열부백태 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열 및 망상균열 본체 부식, 유간토사퇴적 등 · 교량받침 받침콘크리트 균열 및 망상균열 잡철 노출 등 · 바닥판 균열 및 망상균열, 균열부백태, 지점부 파손, 박락 보수부 철근 부식 흔적 등 · 거더 상태양호 · 2차부재 / 가로보 상태양호 · 교대 구체 이물질 퇴적, 흙벽 식생 등 · 교각 코팅부 균열, 가동부 식생 등 · 점검시설 점검통로 식생, 점검로 출입문 고정대 고정 불량 등
2	정기안전점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	· 교면포장: 균열 등 · 난간 및 연석: 균열, 보수부 재균열, 균열부백태, 망상균열, 백태, 박리, 웅벽, 단차 등 · 배수시설: 배수관 부식, 유도배수관 길이 부족, 배수구 막힘 등 · 신축이음: 후타콘크리트 균열, 본체 부식, 유간토사퇴적 등 · 바닥판: 균열, 균열부백태, 망상균열, 보수부 망상균열, 파손 등 · 거더: 상태 양호 · 2차부재: 상태 양호 · 교량받침: 플레이트 부식, 받침콘크리트 균열 및 망상균열, 받침몰탈 균열 등 · 교대: 균열, 표면오염, 이물질 퇴적 등 · 교각: 균열, 망상균열, 보수부 균열 및 망상균열, 표면열화, 보수재 박리, 채수, 식생 등
3	성능평가	2024.02.23 ~2024.08.21	(주)엠케이에스 이	B등급	-바닥판 균열(Cw=0.3mm미만), 균열부 백태, 망상균열, 파손 등 -거더 도장박리, 부식, 볼트·너트 탈락, 풀림, 벌집 -2차부재 상태양호 -교대/교각 균열(Cw=0.3mm미만), 균열(Cw=0.3mm이상), 망상균열, 표면열화 등 -교량받침 받침콘크리트 균열, 받침몰탈 파손 -신축이음 본체부식, 유간 토사퇴적, 후타재 균열 -교면포장 포장균열 -배수시설 배수관 부식, 배수관 형식불량, 배수구 막힘, 유도배수관 길이부족 -난간 및 연석 균열(Cw=0.3mm미만), 균열부 백태, 망상균열, 백태, 박리 등

【표 34.2.2】 울산JCT4교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
4	정기안전점검	2024.03.01 ~2023.06.30	한국도로공사	양호	교면포장 균열 등 배수시설 유도배수관 길이 부족 등 난간 및 연석 균열, 망상균열, 균열부백태 등 신축이음 후타콘크리트 균열, 유간토사퇴적, 본체 부식 등 교량받침 플레이트 및 볼트 부식, 받침몰탈 및 받침콘크리트 균열 등 바닥판 망상균열, 균열부백태 등 교대 균열, 이물질 퇴적, 표면오염 등 교각 균열, 망상균열, 박리, 표면오염 등 점검시설 출입시설 수직형사다리 고정대 브라켓 변형 이격
5	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.19	자체수행	양호	교면포장 ASP 균열, 시공이음부 균열 등 배수시설 배수관 이음부 누수 및 백태 등 난간중분대 균열, 보수부 재균열, 소분리대 보수부 박락, 접속부 균열 등 신축이음 유간토사퇴적, 후타콘크리트 균열 등 교량받침 받침몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 플레이트 도장 박리, 받침콘크리트 재료부족 등 바닥판 누수흔적, 백태현상, 보수부 재균열, 재료부족 등 교대 접합부 실런트 균열, 구체 균열, 보호블럭 소실, 구체 철근 노출 등
6	정밀안전진단	2023.02.21 ~2023.12.26	백양엔지니어링 (주)	B등급	· 바닥판 균열(Cw=0.3mm미만), 균열부 백태, 망상균열, 파손 등 · 거더 도장박리, 부식, 볼트·너트 탈락, 풀림, 벌집 · 2차부재 상태양호 · 교대/교각 균열(Cw=0.3mm미만), 균열(Cw=0.3mm이상), 망상균열, 표면열화 등 · 교량받침 받침콘크리트 균열, 받침몰탈 파손 · 신축이음 플레이트 부식, 앵커볼트 부식, 받침콘크리트 균열, 박리, 파손, 재료분리 등 · 교면포장 포장균열 · 배수시설 배수관 부식, 배수관 형식불량, 배수구 막힘, 유도배수관 길이부족 · 난간 및 연석 균열(Cw=0.3mm미만). 균열부 백태, 망상균열, 백태, 박리 등
7	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.06.14	자체수행	양호	· 교면포장 LMC 포장 균열 등 · 난간중분대 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태 등 · 배수시설 배수관 형식 불량, 유도배수관 길이 부족 등 · 신축이음 후타재 균열(cw=0.3mm미만), 유간토사퇴적, 본체 부식 등 · 바닥판 망상균열, 균열부백태 등 · 교량받침 플레이트 및 앵커볼트 부식, 받침몰탈 및 받침콘크리트 균열 등 · 하부구조 교대 균열(cw=0.3mm미만), 이물질 퇴적, 표면오염 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3mm미만, 이상) 망상균열, 박리, 표면오염 등 · 점검시설 수직형사다리 고정대 브라켓 변형 이격

【표 34.2.2】 울산JCT4교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
8	정밀안전점검	2022.04.07 ~2022.12.23	(주)엠케이에스 이	B등급	-교면포장 LMC 균열 -방호벽 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태 -배수시설 배수관 형식불량(하천형), 유도배수관 길이부족 -신축이음 본체 부식, 유간부 토사퇴적, 후타재 균열 등 -바닥판 망상균열, 균열부백태 -거더 상태양호 -가로보 상태양호 -교량받침 Plate 및 앵커볼트 부식, 몰탈 및 콘크리트 균열, 콘크리트 잡철근노출 -교각 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 망상균열, 박리, 표면오염, 이물질퇴적
9	정기안전점검	2022.05.18 ~2022.06.15	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고
10	정기안전점검	2021.12.15 ~2021.12.15	자체수행	양호	· 바닥판 : 망상균열, 균열부 백태 · 교량받침 : 앵커볼트 부식, 반침콘크리트 균열, 플레이트 부식, 실링재 이탈 · 하부구조 : 코핑부 전면 망상균열, 보수재 박리, 표면오염 · 신축이음 : 강재 부식, 유도배수관 고무재 파손, 유간 토사 퇴적 등... · 교면포장 : 포장균열 · 난간연석 : 균열 및 균열부 백태, 망상균열 · 배수시설 : 집수구 박힘, 유도배수관 길이 부족 · 점검시설 : 출입사다리 고정 불량
11	정기안전점검	2021.06.28 ~2021.06.28	자체수행	양호	· 바닥판 : 망상균열, 균열부 백태 · 교량받침 : 앵커볼트 부식, 반침콘크리트 균열, 플레이트 부식, 실링재 이탈 · 하부구조(교각) : 코핑부 전면 망상균열, 표면오염, 코핑부 보수재 박리, 코핑부 균열(cw=0.3mm미만) · 신축이음 : 강재부식, 유도배수관 고무재 파손, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트 탈락, 후타재 균열 · 교면포장 : 포장 균열 · 난간연석 : 균열부 백태, 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열 · 배수시설 : 집수구 막힘(14개소), 유도배수관 길이 부족 · 점검시설 : 출입사다리 고정 불량
12	정밀안전점검	2020.05.27 ~2020.12.31	(주)엠케이에스 이	B등급	-교면포장 포장균열 -방호벽 균열, 백태 -배수시설 집수구 막힘, 유도배수관 길이부족 -신축이음 본체 부식, 유도배수 고무재 파손, 후타재 균열 등 -바닥판 망상균열, 백태 -교량받침 앵커볼트 및 Plate부식 -교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염 등
13	정기안전점검	2020.06.30 ~2020.06.30	자체수행	양호	양호함
14	정기안전점검	2019.11.04 ~2019.11.04	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고

【표 34.2.2】 울산JCT4교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
15	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
16	정기안전점검	2019.05.30 ~2019.05.30	자체수행	양호	- 신축이음 강재 녹발생 - 교량받침 받침콘크리트 균열
17	정밀안전진단	2018.08.16 ~2018.12.31	(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
18	정기안전점검	2018.12.17 ~2018.12.17	자체수행	양호	양호함
19	정기안전점검	2018.05.09 ~2018.05.09	자체수행	양호	- 양호함
20	정기안전점검	2017.10.16 ~2017.10.16	자체수행	양호	- 양호함
21	정기안전점검	2017.04.17 ~2017.04.17	자체수행	양호	- 양호함
22	정밀안전점검	2016.11.16 ~2016.12.30	씨엘엠건설(주)	A등급	상부구조인 바닥판 하면은 균열(cw 0.3mm미만)이 확인되었으나 누수 및 백태는 없는 것으로 조사되었으며, 주형(Steel Box) 외부·내부 도장상태, 용접상태, 볼트체결상태등은 전체적으로 양호한 상태이다. 하부구조인 교각은 일부 균열(cw 0.3mm미만)이 조사되었으며, 교대 흙벽에 건조수축으로 인한 균열(cw 0.3mm미만)이 조사되었다. 대부분 주구조물에 발생되어있는 손상은 현재 하자담보 책임기간내에 있기 때문에 보수계획을 세워서 하자보수를 실시하는 것이 바람직할것으로 판단된다.

【표 34.2.2】 울산JCT4교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
23	정기안전점검	2016.11.01 ~2016.11.01	자체수행	양호	- 양호함
24	정밀안전점검	2016.05.19 ~2016.05.19	자체수행	B등급	- 교대,교각 균열등
25	정기안전점검	2015.12.04 ~2015.12.04	자체수행	양호	- 양호함
26	정기안전점검	2015.04.29 ~2015.04.29	자체수행	양호	- 양호
27	정기안전점검	2014.11.28 ~2014.11.28	자체수행	양호	양호
28	정기안전점검	2014.06.19 ~2014.06.19	자체수행	양호	양호
29	정밀안전점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등급	교대균열 및 대체적 양호
30	정기안전점검	2013.11.18 ~2013.11.18	자체수행	양호	양호
31	정기안전점검	2012.10.18 ~2012.10.18	자체수행	양호	양호
32	정기안전점검	2012.05.25 ~2012.05.25	자체수행	양호	양호
33	정기안전점검	2011.10.17 ~2011.10.17	자체수행	양호	양호
34	정기안전점검	2011.04.20 ~2011.04.22	자체수행	양호	이상없음
35	정기안전점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	점검로 난간덮개 파손
36	정밀안전점검	2010.03.10 ~2010.05.09	자체수행	A등급	양호함
37	정기안전점검	2009.08.04 ~2009.11.25	자체수행	양호	이상없음
38	정기안전점검	2009.03.06 ~2009.06.30	자체수행	양호	이상없음

34.2.4 전차 정밀안전진단 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	•주요손상으로는 균열(cw=0.3mm미만), 균열부 백태, 망상균열이 조사됨.	•조사된 바닥판 균열은 대부분 횡방향과 2방향의 형태를 띄고 있으며, 일부개소는 우수가 침투하여 백태현상을 유발시키고 있음. 상기 손상은 건조수축 등의 콘크리트 성질에 기인해 발생한 비구조적 손상과 보수미흡 등으로 판단됨. 따라서, 내구성 저하 방지를 위해 표면보수를 실시한다면 구조물의 안전성 및 사용성에는 지장이 없을 것으로 판단됨.
STB Girder	•도장박리, 부식이 조사됨.	•박리부위 도장은 상도층(마감층)만이 떨어져 나간 상태로서 강재에 미치는 영향은 적은 것으로 판단되나, 구조물의 장기적인 내구성 확보를 위해서는 재도장을 통한 유지관리가 요구됨. •부식손상은 시점부 스칼롭(Scallop) 및 현장이음부(Splice) 틈을 통해 유입된 우수가 배수되지 못하고 거더 내부에서 부식환경을 초래하여 공용중 발생된 손상으로 판단됨.
가로보	•상태양호함.	—
교대	•주요손상으로는 균열(cw=0.3mm미만)이 조사됨.	•손상규모, 형상, 위치 등을 고려해 볼 때 구조적 원인에 의해 발생된 손상이라기보다 건조수축, 수화열 등에 발생된 미세균열로 추정됨.
교각	•주요손상으로 기둥부 및 코핑부에서 수평 및 수직형상을 띤 균열 폭 0.1~0.3mm 수준의 균열 및 망상균열(4개소)이 국부적으로 조사됨.	•재료적 특성에 의한 비구조적 균열로 판단되므로 내구성 확보를 위한 표면보수가 필요함.
기초부	•교대 및 교각의 기초는 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사됨.	—

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침		•주요손상으로 플레이트 부식, 받침콘크리트 균열이 조사됨.	•플레이트 부식 및 앵커볼트 부식 우수유입 및 반복되는 습윤작용, 공용년수 증가에 따른 노후화 손상으로 손상이 부식 정도가 경미하여 부재의 제 기능에는 문제가 없을 것으로 보이나, 지속적인 열화발생시 기능성 저하가 우려됨에 따라 재도장을 통한 보수가 바람직할 것으로 판단됨. •받침콘크리트 균열은 수직방향의 미세균열로 확인되었으며, 건조소축 및 온도변화 등 국부적으로 발생한 비교적 경미한 손상이나, 내구성 저하 방지를 위한 표면처리가 필요할 것으로 판단됨.
신축이음		•신축이음장치 전 구간에서 본체부식과 일부구간에서 유간 토사퇴적이 조사됨.	•외기노출, 우수접촉, 경년열화, 동절기 염화칼슘 살포 등에 의해 발생한 것으로 발생규모는 경미한 것으로 확인됨. 해당손상은 지속적인 주의관찰을 실시한 후 반복되는 습윤환경에 의해 강재의 팽창 및 박리로 진전시 신축이음 교체 등을 고려해야 될 것으로 판단됨. •토사퇴적은 공용년수 증가에 따른 이물질 유입이 주원인으로 현재 신축이음장치에 기능을 상실한 상태는 아니나, 원활한 유지관리를 위해 청소를 실시하여 관리하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.
기 타 부 재	교 면 포 장	•주요손상으로 포장균열이 국부적으로 조사됨.	•균열의 경우, 차량의 주행에 미치는 영향 및 균열보수 시 보수효과가 작은 점, 동일위치로 바닥판 하면의 누수, 백태와 같은 2차 손상이 없는 점 등을 고려해 볼 때, 당장의 부분적 보수는 비효율적이라 판단된다. 따라서, 정기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시하고, 향후 마모, 균열, 소성변형 등의 손상 확대 및 진전 시 일괄 보수를 실시함이 효율적일 것으로 판단됨.
	배 수 시 설	•배수구 막힘이 S1경간에서 1개소 조사됨.	•배수구 막힘은 유송잡물 및 이물질퇴적에 의해 국부적으로 조사되었으며, 원활한 유지관리를위해 주기적인 청소가 필요함.
	난 간 및 연 석	•주요손상으로 균열(cw=0.3mm미만)이 조사됨.	•콘크리트 타설 후 재료적 특성 및 온도변화에 따른 수축·팽창 등에 의해 발생된 비구조적 손상으로 현재로서는 지속관찰이 요구되며, 향후 주입 및 표면보호제 도포 등의 보수방안을 고려하여 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

나. 내구성 조사 및 시험결과

1) 콘크리트 내구성조사

시 험 명	시험부위			시험결과		평가의견
비파괴강도(MPa)	상부구조(바닥판)		반발경도법	30.2~32.4		•설계기준강도대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨. •건전부대비 비건전부의 측정강도가 95%를 상회하여 콘크리트의 표면 품질저하는 경미한 것으로 판단됨.
			초음파전달속도법	29.6~30.8		
	하부구조	교대	반발경도법	26.3~28.1		
		교각		25.4~27.4		
		교대	초음파전달속도법	42.4~43.5		
		교각		42.7~45.7		
철근탐사(mm)	구 분			배근간격	피복두께	•전반적으로 단위길이당 철근수량을 만족하며 측정피복두께가 설계피복두께 및 배근간격은 일부구간 차이는 있으나, 전반적으로 양호한 것으로 분석됨.
	상부구조(바닥판)		주철근	109~138	40~45	
			배력철근	100~131	39~44	
	하부구조	교대	주철근	111~141	100~104	
			배력철근	118~162	99~109	
		교각	주철근	110~188	120~138	
			배력철근	264~320	119~154	
	탄산화잔여깊이(mm)	상부구조			34.1~34.9	
하부구조			92.5~111.6			
염화물함유량시험(kg/m³)	상부구조			0.405		•상태평가 기준 “b” 로서, 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨.
	하부구조			0.420~0.726		
종합평가	•비파괴강도 측정결과, 전 개소의 측정값이 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타났으며, 건전부 대비 비건전부의 측정압축강도가 95%를 상회하여 본 구조물의 콘크리트 품질은 양호한 것으로 판단됨. •탄산화 깊이 측정결과, 전개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근부식의 우려가 없는 상태로 판단됨. •염화물함유량 시험결과 상부구조 1개소, 하부구조 2개소에서 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨.					

2) 강재 내구성조사

시 험 명	시험부위		시험결과	평가의견
강재 초음파탐상	맞대기 용접부		합격(32개소)	• 내부결함이 없는 1급(합격).
도막두께 (μm)	STB Girder	거더 내부	191.0~205.0	• 거더 내·외부 모두 표준도막 두께를 상회하는 양호한 상 태인 것으로 측정됨.
		거더 외부	234.0~250.0	
종합 평가	• 강재에 대한 초음파탐상 시험결과, 합격(I 등급) 판정되어 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 나타났으며, 도막두께 측정값은 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과			종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F		기준	
울산JCT4교	0.194	B	상부 구조	1.0 이상	A	B
			하부 구조	1.0 이상	A	
종합평가	•울산JCT4교의 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 울산JCT4교는 “B” 로 평가됨					

라. 안전등급 지정

울산JCT4교에 대한 상태평가 및 안전성평가 결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로 안전등급 B등급으로 평가되었다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면		균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	9.40	3.53	m ²	65	229	2
		균열부 백태	표면보수	12.60	4.73	m ²	65	307	2
		망상균열	표면보수	62.00	93.00	m ²	65	6,045	2
		보수부 망상균열	표면보수	8.00	12.00	m ²	65	780	2
		파손	단면보수+탄산화방지제도포	0.04	0.06	m ²	305	18	2
STB 거더	내부	도장박리	재도장	0.28	0.42	m ²	80	34	2
		부식	재도장	0.04	0.06	m ²	80	5	2
		볼트, 너트 탈락	재체결	4	4	개소	10	40	3
		볼트, 너트 풀림	재체결	2	2	개소	10	20	3
		별집	제거	2	2	개소	100	200	3
하부 구조	교대	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	4.20	1.58	m ²	65	102	2
	교각	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	4.20	1.58	m ²	65	102	2
		균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	0.80	1.2	m	80	96	1
		보수부 재균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	1.30	0.49	m ²	65	32	2
		망상균열	표면보수	15.05	22.58	m ²	65	1,467	2
		보수부 망상균열	표면보수	1.30	1.95	m ²	65	127	2
		표면열화	표면보수	1.20	1.80	m ²	65	117	2
		보수재 박리	표면보수	4.14	6.21	m ²	65	404	2
		식생	식생제거	145.75	218.63	m ²	10	2,186	3
		교량받침	플레이트 부식	재도장	5	5	개소	80	400
앵커볼트 부식	재도장		1	1	개소	80	80	2	
받침콘크리트 균열	표면보수		1.60	0.60	m	65	39	2	
받침콘크리트 망상균열	표면보수		2.00	3.00	m ²	65	195	2	

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교량받침		받침콘크리트 박리	단면보수	0.12	0.18	m ²	240	43	2
		받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.20	0.30	m ²	240	72	2
		받침콘크리트 파손	단면보수	0.01	0.02	m ²	240	4	2
		받침물탈 균열	표면보수	0.70	0.30	m	65	20	2
신축이음장치		유간 토사퇴적	청소	14.00	21.0	m	18	378	3
기 타 부 재	배 수 시 설	배수관 형식불량	육교형 배수관 설치	7	7	개소	1000	7,000	2
		유도배수관 길이부족	배수관 길이연장	1	1	개소	500	500	2
		배수구 막힘	청소	1	1	개소	20	20	3
	난 간 및 연 석	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	62.80	23.55	m ²	65	1,531	2
		보수부 재균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	0.50	0.19	m ²	65	12	2
		균열부 백태	표면보수	38.20	14.33	m	65	931	2
		망상균열	표면보수	20.60	30.90	m ²	65	2,009	2
		백태	표면보수	0.03	0.05	m ²	65	3	2
		박리	단면보수	0.22	0.33	m ²	240	79	2
	점검시설		출입사다리 고정불량	개소	1	1	개소	500	500
순공사비 합계(천원)								26,126	
제경비(순공사비×50%)								13,063	
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위					144	
			2순위					34,029	
			3순위					5,016	
개략공사비 총계(≒)								39,190	

※ 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.

바. 종합결론

울산JCT4교는 울산광역시 울주군 범서읍에 위치한 부산울산선 상 (47.0km)의 고속도로 교량이며, 2008년 12월에 준공되었다. 시공사는 삼성물산이며, 설계하중은 DB-24 (DL-24)로 확인되었다.

본 교량의 연장은 423.0m(8경간)이며, 폭은 9.0m(유효폭: 8.1m, 편도1차로)이다. 구조형식으로 상부구조는 Steel Box Girder(S1~S8경간)로 시공되었으며, 하부구조는 역T형 교대와 일주식 교각으로 시공되었다. 또한 기초형식은 직접기초(교대, 교각) 및 강관말뚝기초(교대, 교각)로 시공되어 있다.

본 과업은 울산JCT4교의 준공 이후 2회차 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함하여 외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

1) 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

○ 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 하중의 증가 및 내하력 저하에 따른 구조적 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었으며, 금회 상세조사를 통해 조사된 손상은 재료적 특성, 환경요인에 의해 발생한 비구조적 손상이 대부분인 것으로 확인되었다.

○ 거더에 대한 외관조사 결과, 응력의 집중이나 과하중으로 인한 수직, 수평 보강재(Rib)의 변형, 파손 등의 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 다만, 관리 및 경년열화, 시공적 요인 등에 의한 도장박리, 부식, 환기구 볼트, 너트 탈락 등의 손상이 일부구간에 걸쳐 국부적으로 조사되었다.

○ 2차부재(가로보)에 대한 외관조사결과, 비틀림에 의한 좌굴이나 구조물에 안전성에 영향을 미칠만한 중요손상은 발생하지 않은 상태로 확인되었다.

○ 교대에 대한 외관조사결과, 균열(cw=0.3mm미만), 표면오염, 이물질 퇴적이 조사되었으며, 균열은 교대 A1에서 2개소 A1에서 1개소 총 3개소가 구체 전면에 국한되어 조사되었으며, 균열의 폭은 0.3mm미만으로 조사되었다.

○ 교각에 대한 외관조사결과, 기둥부 및 코핑부에서 수평 및 수직형상을 띤 균열 폭 0.1~0.3mm 수준의 균열 및 망상균열(4개소)이 국부적으로 조사되었으며, 보수부 재손상, 표면열화, 표면오염 등이 일부구간에 걸쳐 확인되었다.

○ 교량받침은 온도변화에 따른 여유량 확인결과, 전개소에서 가동여유량이 양호한 것으로 조사되었으며, 그 외 방호벽 균열 및 박리, 유도배수관 길이부족 등 일부 손상에 대해서 보수가 요구된다.

○ 콘크리트의 내구성조사결과 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화 등의 시험항목에 대해서 설계기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었으며, 철근 깊이에서 염화물함량 시험결과는 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태 및 부식 발생 가능성이 낮은 상태인 “b”로 평가되었다.

○ 상태평가결과, 구조물의 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 전반적으로 양호한 상태인 “B(0.194)”로 산정되었다.

2) 안전성평가 결과

○ 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.

3) 종합결론

○ 울산JCT4교는 2008년에 준공되어 15년 이상의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 금회진단결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 중대결함 등은 발생되지 않은 것으로 조사되었다.

주요 손상으로 상부구조 바닥판 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만), 균열부 백태 및 거더 도장박리, 부식이 조사되었고, 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만), 균열부 백태에 대해서는 표면보수가 필요하며, 도장박리 및 부식 손상에 대해서는 재도장이 필요한 것으로 판단된다.

하부구조는 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만), 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상), 단면손상(보수재 박리)이 조사되었고, 조사된 손상에 대해서는 표면보수, 주입보수 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, 신축이음 유간 토사퇴적은 청소가 요구된다.

공용중 유지보수를 실시하고 있으나, 국부적인 추가손상이 확인되고 있는 것으로 조사되었으며, 구조물의 내구성 확보를 위해서는 손상의 진전여부, 추가손상 발생여부 확인 등의 중점관리가 요구된다.

○ 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지 관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

34.2.5 시설물 보수 이력

【표 34.2.3】 울산JCT4교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	2024년~2025년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	교각	백양엔지니어링 (주)	태정산업개발(주)
	2024-05-13 ~ 2024-08-30		주입보수	68	이선우
2	구조물 정밀안전점검 결합사항 보수공사	-	바닥판, 교대, 교각, 교량받침, 점검시설	박준형	진양건설(주)
	2023-05-23 ~ 2023-07-17		박리, 잡철근 노출 단면보수, 균열 표면보수, 받침플레이트 부식, 앵커볼트 부식 재도장	1,620	이장형
3	구조물 정밀안전진단 및 점검 보수공사	보수	거더, 신축이음장치, 난간방호벽	이효찬	CS청산건설(주)
	2019-09-18 ~ 2019-12-31		셀링처리, 유도배수로 설치, 표면처리	2,407	이건수
4	-	-	방호벽, 바닥판, 교대, 교각 일부 보수	-	-
	2016-11		표면처리, 단면보수	-	-

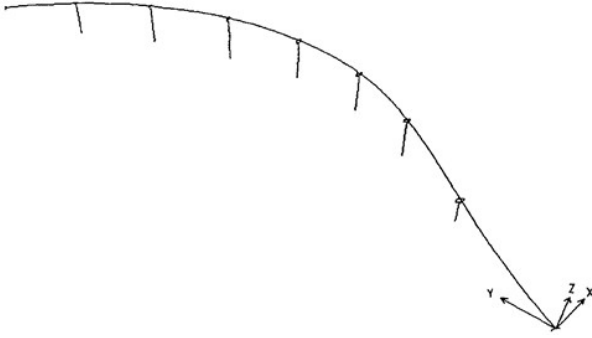
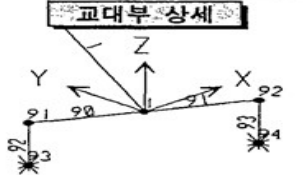
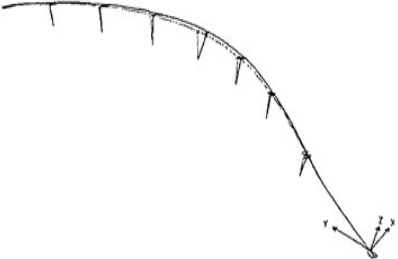
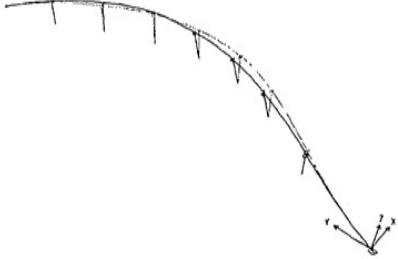
※ 시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※ 전자 정밀안전진단(2018년) 자료 참조

34.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

울산JCT4교에 대한 내진설계 자료검토 결과, 해당시설물은 내진설계가 적용되어 있는상태로 검토되었으며, 자료는 『부산~울산간 고속도로 건설공사 구조 계산서(Ⅱ)-제9공구』을 참고하여 작성하였다.

【표 34.2.4】 해석개요

구분	전체모델링	상세모델링
모델링		교대부 상세  교각부 상세 
모드형상	교축방향 이동모드 	교축직각방향 이동모드 
개요	·해석 프로그램 : SAP 2000 ·해석 모델링 : 입체 FRAME (SPACE) ·해석 방법 : 다중모드 스펙트럼해석 및 시간이력에 대한 해석을 통한 검증 ·모드수 설정 : 질량 기여도가 90%이상인 되도록 최대모드수를 25까지 설정 ·질량 정의 : 가상부재를 제외한 모든부재에 단위길이당 질량을 설정 ·경계 조건 : 고정, 교축방향가동, 교축직각방향가동 및 양방향가동 받침의 가동방향과 동일하게 연결부 경계조건을 가상부재로 설정 교각 기둥의 하단부는 고정점으로 설정	

【표 34.2.5】 연결부 지진력 및 변위

구분		교축방향		교축직각방향		비고
		수평력(tonf)	변위(mm)	수평력(tonf)	변위(mm)	
A1	S1	0.000	45	49.600	84	
	S2	0.000		0.000		
P1	S1	166.900	51	101.700	82	
	S2	212.900		0.000		
P2	S1	0.800	37	92.400	97	
	S2	0.700		0.000		
P3	S1	0.200	62	90.100	102	
	S2	0.200		0.000		
P4	S1	111.800	115	141.600	105	
	S2	166.700		0.000		
P5	S1	0.300	145	97.700	102	
	S2	0.300		0.000		
P6	S1	0.300	140	105.800	92	
	S2	0.300		0.000		
P7	S1	0.300	139	92.700	76	
	S2	0.300		0.000		
A2	S1	1.100	147	45.900	57	
	S2	1.100		0.000		

【표 34.2.6】 교각부 지진력 및 변위

구분	교축방향		교축직각방향		탄,소성 설계판단	비고
	전단력(tonf)	모멘트(tf.m)	전단력(tonf)	모멘트(tf.m)		
P1	380.025	7915.869	128.562	2620.796	탄성설계	
P2	76.276	1778.462	134.458	3500.029	소성설계	
P3	75.247	1879.896	115.275	3197.289	소성설계	
P4	169.247	4867.62	179.621	4935.565	소성설계	
P5	69.956	2036.495	140.703	4315.546	소성설계	
P6	69.542	1764.412	136.735	3748.472	소성설계	
P7	66.127	1335.333	110.2	2487.206	탄성설계	

【표 34.2.7】 최소받침 지지길이의 확보

구분		지진시 변위(mm)	계산 지지길이(mm)	적용 지지길이(mm)	비고
단부	A1	45	328	745	$N=(200+1.67L+6.66H)$ $(1+0.000125\Theta^2)$
	A2	147	506	600	

34.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

34.2.8 주변환경 및 하중변화

울산JCT4교 울산분기점 부근에 위치하여 부산울산고속도로 본선방향으로 진입하는 램프교이며, 교량의 하부(S1)는 동해고속도로(16호선) 본선이 횡단하고, 하부(S2~S5)는 지방하천 대화강을 횡단(고수부지 및 수변공원 위치) 하고 있는 것으로 확인되었다. FMS(시설물통합정보관리 시스템 fms.or.kr) 및 위탁관리기관인 한국도로공사 울산지사에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공 시 고려되었던 하중 이외의 추가하중 및 주변현황의 변화는 없는 것으로 확인되었다.

향후 본 교량에 부속시설 설치 등의 주변현황 변화시 그에 따른 구조검토를 실시하여 하중변화에 따른 교량의 안정성을 검토하고 확보해야 할 것이다.



【사진 34.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

34.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 34.2.9】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(발주처협의) ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 전차 성능평가 보고서 ◇ 전차 정밀안전점검 및 정밀안전진단 보고서 ◇ 사고기록 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 - 보수 및 점검이력	◇ 부재별 중점손상 - 바닥판 균열 - 거더외부 부식 - 교대 균열 - 교각 망상균열 - 교량받침 받침콘크리트 균열 - 신축이음 부식 ◇ 주입보수	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 보수부 상태 확인

34.3 현장조사

34.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S8	도보	2025.03.24.~2025.12.17.	
			
도보점검 작업전경		비파괴시험	
			
비파괴시험		비파괴시험	

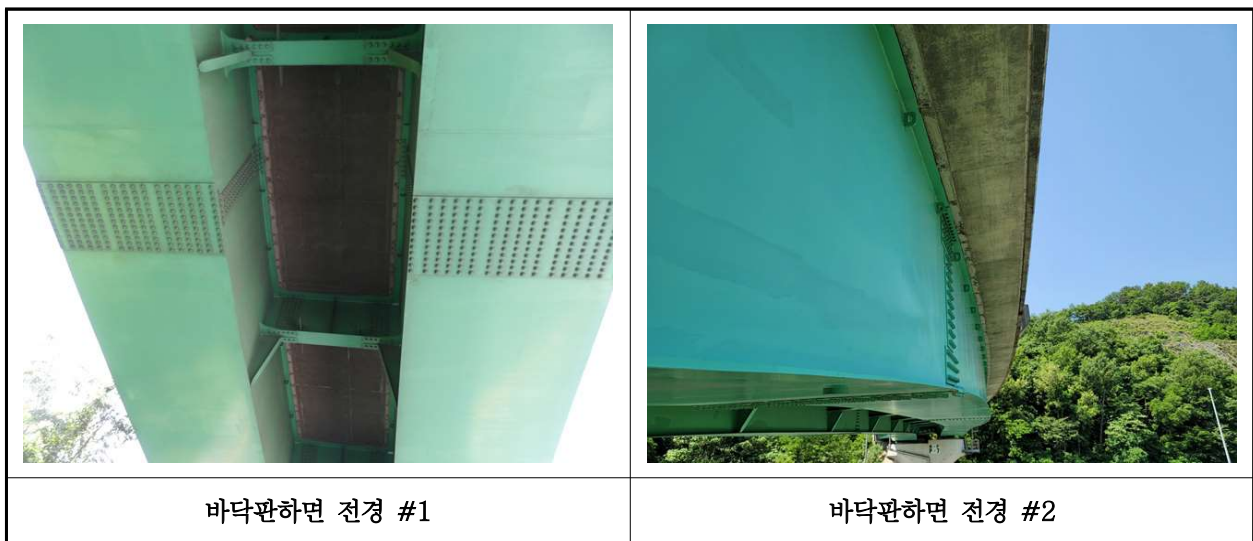
【사진 34.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

34.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 울산JCT4교는 Steel Box Girder 8경간으로 이루어져 있으며, 좌·우측으로 캔틸레버부에 우수유입 방지를 위해 전구간 물끊기홈이 시공되어 있고, 연장은 약 L=423.0m 폭 9.0m(편도 1차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



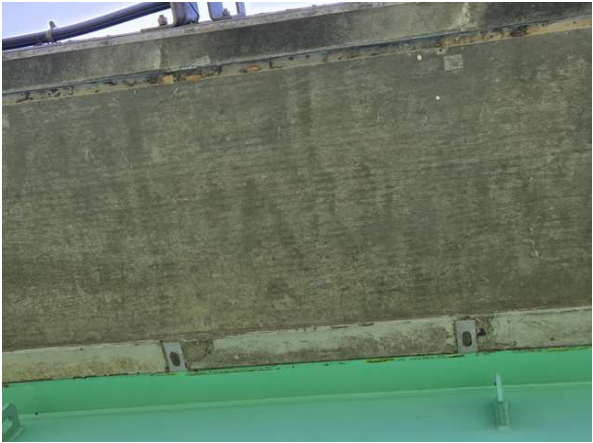
【사진 34.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 망상균열, 보수부 망상균열, 파손 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 34.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		보수부 망상균열 (m²/개소)		파손(m²/개소)	
S1	—	—	0.20	1	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	6.00	3	6.00	1	—	—	—	—
S3	—	—	2.00	2	10.00	2	—	—	—	—
S4	2.40	3	—	—	7.50	1	—	—	—	—
S5	3.20	4	4.40	4	—	—	8.00	1	—	—
S6	—	—	—	—	18.00	2	—	—	—	—
S7	0.80	1	—	—	4.00	1	—	—	—	—
S8	2.40	4	—	—	21.00	3	—	—	0.04	1
합계	8.80	12	12.60	10	66.50	10	8.00	1	0.04	1

			
손상현황	• S2 망상균열(2.0×3.0)	손상현황	• S3 균열부백태(L=1.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S5 보수부 망상균열(L=0.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 보수미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 균열부백태(L=2.0m)	손상현황	• S8 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 습기흡착 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 34.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태, 보수부 망상균열, 재료분리 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규 손상으로 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등으로 인하여 균열, 망상균열이 조사되어 물량이 변동되었다.

【표 34.3.2】 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	9.40	12	8.80	12	▼ 0.60	신규손상
	균열부백태	m	12.60	10	12.60	10	— —	변동없음
	망상균열	m ²	62.00	9	66.50	10	▲ 4.50	정밀조사
	보수부 망상균열	m ²	8.00	1	8.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.04	1	0.04	1		변동없음

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 보수부 망상균열, 균열부백태의 경우 시공초기 온도변화와 보수미흡, 손상부 우수유입 및 환경적 요인 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 발생한 손상들은 시설물의 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 시공시 외부충격 등 복합적인 영향에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 미치는 영향은 미미하지만, 내구성 저하 방지 및 유지관리 등을 위하여 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box Girder는 2열 8경간, 연장은 약 L=423.0m로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 34.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

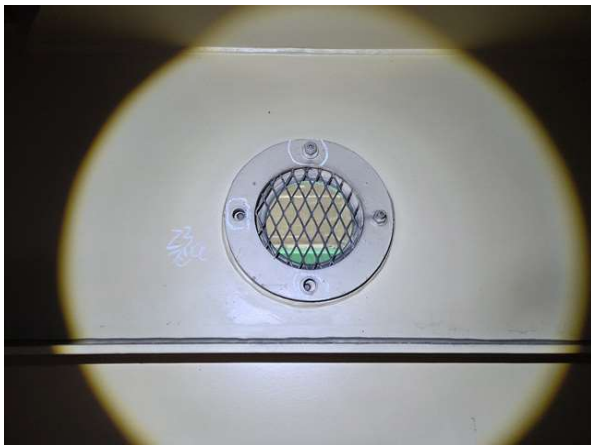
- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 부식, 볼트 너트탈락, 벌집 등의 손상이 조사되었다.

【표 34.3.3】 거더외부 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
합계	—	—

【표 34.3.4】 거더내부 외관조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		볼트 너트탈락 (개소/개소)		별집 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—	3.00	3	—	—
S2	—	—	—	—	1.00	1	2.00	2
S3	0.28	2	0.03	1	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	1.00	1	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	0.01	1	1.00	1	—	—
S8	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	0.28	2	0.04	2	6.00	6	2.00	2



손상현황	• 거더내부 S1-G1 볼트 너트탈락(2EA)
원 인	• 차량의 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 정비

손상현황	• 거더내부 S2-G1 별집(1EA)
원 인	• 주변환경 등
조치방안	• 정비



손상현황	• 거더내부 S3-G1 도장박리(0.2×0.6)
원 인	• 화재, 열화 등
조치방안	• 재도장

손상현황	• 거더내부 S3-G1 부식(0.1×0.3)
원 인	• 외부우수유입, 장기공용 등
조치방안	• 재도장

【사진 34.3.5】 거더 손상현황

			
손상현황	• 거더내부 S7-G1 부식(0.1×0.1)	손상현황	• 거더내부 S7-G1 볼트, 너트탈락(1EA)
원 인	• 외부우수유입, 장기공용 등	원 인	• 차량의 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 정비

【사진 34.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 도장박리, 부식, 볼트, 너트탈락, 벌집 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 발생하지 않았다.

【표 34.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
거더내부	도장박리	m ²	0.28	2	0.28	2	— —	변동없음
	부식	m ²	0.04	2	0.04	2	— —	변동없음
	볼트, 너트탈락	EA	6	6	6.00	6	— —	변동없음
	벌집	EA	2	2	2.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 거더외부는 손상이 없는 양호한 상태로 시설물의 내구성은 떨어지지 않았으나, 주기적인 점검을 통하여 손상의 발생 확인 및 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 거더내부에서 조사된 도장박리, 부식의 경우 화재에 의한 열화, 외부우수유입, 공용층 열화로 인한 손상으로 추정되며, 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되며, 내구성 저하 방지를 위하여 재도장 등 적절한 방안의 보수를 실시가 필요할 것으로 사료된다.

- 조사된 볼트 너트탈락, 벌집의 경우 차량통행시 발생하는 진동 및 장기적인 공용 등에 의한 손상으로 추정되며, 구조적인 영향은 없지만, 원활한 유지관리 및 점검자의 안전확보를 위하여 정비 등의 조치가 필요하다 사료된다.

다. 가로보 (2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 34.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 34.3.6】 가로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 가로보 S2 상태양호	손상현황	• 가로보 S8 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 34.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 전회 점검시에도 가로보에 손상이 발생하지 않은 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

【표 34.3.7】 가로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 가로보는 현재 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로, 현상태 유지를 위해 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 및 유지관리를 하는 것이 필요하다 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 A1 역T형 강관말뚝기초와 A2 역T형 직접기초로 시공되어있으며, A1 전면에는 동해고속도로(고속국도16호선)이 횡단하는 것으로 확인되었다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 34.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 34.3.8】 교대 외관조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		이물질 퇴적 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)	
A1	2.00	1	9.00	1	—	—
A2	1.00	1	—	—	0.75	1
합계	3.00	2	9.00	1	0.75	1

			
손상현황	• A1 균열 보수현황	손상현황	• A1 이물질 퇴적(6.0×1.5)
원 인	—	원 인	• 외부이물질유입 등
조치방안	—	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 표면오염(0.5×1.5)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 수분접촉, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 상태양호
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• —
조치방안	• 표면처리	조치방안	• —

【사진 34.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 이물질 퇴적, 표면오염 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 기 손상인 균열에 대해 일부구간 보수가 실시되었다.

【표 34.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.20	3	3.00	2	▼ 1.20	일부보수
	이물질 퇴적	m ²	9.00	1	9.00	1	- -	변동없음
	표면오염	m ²	0.75	1	0.75	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 이물질 퇴적의 경우 공용중 외부 토사, 이물질 등이 퇴적되어 생긴 손상으로 내구성에 영향을 주는 손상은 아니지만, 유지관리차원에서 정비 등을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염의 경우 신축이음 하부 우수유입, 강우시 외부우수 등에 지속적으로 노출 등으로 인한 손상으로 구조적인 손상은 아니며, 해당 위치에 조사일 현재 유도배수로가 설치되어 있다. 즉각적인 보수 실시보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰과 신축이음 보수 및 교체 공사와 연계하여 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

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

	
교각 P1 전경	교각 P2 전경
	
교각 P3 전경	교각 P4 전경
	
교각 P5 전경	교각 P6 전경
	—
교각 P7 전경	—

【사진 31.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열, 망상균열, 보수부 재균열, 보수부 망상균열, 보수재 박리, 식생, 체수, 표면열화, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 34.3.10】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		보수부 재균열 (0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m ² /개소)		보수부 망상균열 (m ² /개소)		보수재 박리 (m ² /개소)	
P1	1.10	2	—	—	2.00	1	—	—	1.20	1
P2	—	—	—	—	6.00	1	—	—	—	—
P3	—	—	—	—	7.05	2	—	—	1.50	1
P4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P5	2.50	4	1.30	1	—	—	—	—	1.44	1
P6	2.60	2	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	1.00	1	—	—	—	—	1.30	1	—	—
합계	7.20	9	1.30	1	15.05	4	1.30	1	4.14	3

【표 34.3.10】 교각 외관조사 결과(계속)

구분	식생 (m ² /개소)		체수 (m ² /개소)		표면열화 (m ² /개소)		표면오염 (m ² /개소)	
P1	21.00	1	—	—	1.20	1	—	—
P2	8.75	1	—	—	—	—	—	—
P3	12.00	1	0.28	1	—	—	10.00	1
P4	—	—	—	—	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	104.00	4	—	—	—	—	—	—
합계	145.75	—	0.28	1	1.20	1	10.00	1

			
손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1 식생(3.0×7.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 주변환경, 장기공용 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비
			
손상현황	• P1 표면열화(1.0×1.2)	손상현황	• P2 망상균열(3.0×2.0)
원 인	• 수분접촉, 장기공용 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 체수(0.2×1.4)	손상현황	• P5 보수재 박리(1.3×1.0)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등	원 인	• 수분접촉, 동결융해 반복 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수

【사진 34.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P6 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P7 보수부 망상균열(1.3×1.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P7 균열(0.3mm이상) 보수현황	손상현황	• P7 균열(0.3mm미만) 보수현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 34.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 망상균열, 보수부 망상균열, 균침, 식생 등의 손상이 확인되었다. 금회 점검에서 균열이 일부구간 보수가 되었으며, 신규손상으로 균열 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 34.3.11】 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 ²	4.20	4	7.20	9	▲ 1.00	일부보수 신규손상
	균열(0.3mm이상)	m ²	0.80	1	—	—	— —	보수실시
	보수부 재균열(0.3mm미만)	m ²	1.30	1	1.30	1	— —	변동없음
	망상균열	m ²	15.05	4	15.05	4	— —	변동없음
	보수부 망상균열	m ²	1.30	1	1.30	1	— —	변동없음
	보수재 박리	m ²	4.14	3	4.14	3	— —	변동없음
	식생	m ²	145.75	4	145.75	4	— —	변동없음
	체수	m ²	0.28	1	0.28	1	— —	변동없음
	표면열화	m ²	1.20	1	1.20	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열, 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 보수미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 표면처리 등의 적절한 방안의 보수를 실시하고 점검을 통한 유지관리로 재발생 여부를 확인하는 것이 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 보수재 박리의 경우 수분접촉, 공용중 열화, 동결융해의 반복 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 정도는 경미한 수준이며, 내구성 저하 방지를 위해 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 체수의 경우 신축이음으로 하부로 유입된 우수 등에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 주는 영향은 미미하여 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검으로 주의관찰 및 유지관리를 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 식생의 경우 교각이 위치한 자리에 덩굴식물 등이 식생을 하여 공용기간 경과로 인하여 교각을 타고 자라면서 생긴 손상으로 구조적인 영향은 없지만 원활한 유지관리를 위한 외관확보 및 내구성 방지를 위해 정비 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면열화, 표면오염의 경우 수분접촉, 공용중 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물의 내구성 저하 방지, 2차 손상 발생 예방 등을 위하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 울산JCT4교의 기초는 교대 A1 강관말뚝기초, A2 직접기초, 교각 P1~P6 직접기초, P7 강관말뚝기초로 시공되어있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

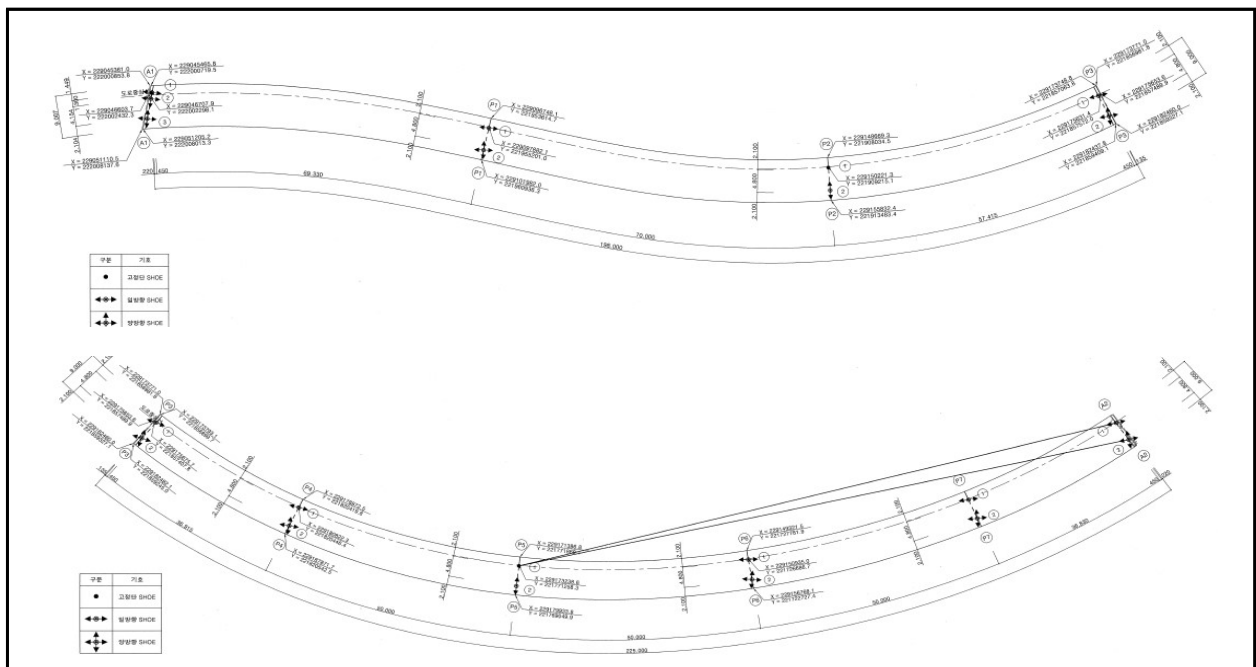
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P3 기초 전경
	
교각 P4 기초 전경	교각 P6 기초 전경

【사진 34.3.12】 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 교대 A1에 3개소 A2에 2개소, 교각 P1, P2, P4, P5, P6, P7에 각 2개소, P3에 4개소 총 21개소가 설치되어있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 ‘현장조사 및 외관조사 사진첩’에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 34.3.1】 교량받침 배치도



【사진 34.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm이상, 미만), 망상균열, 박리, 파손, 재료분리, Plate 부식 등의 손상이 조사되었다.

【표 34.3.12】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3mm이상) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 망상균열 (㎡/개소)		받침콘크리트 박리, 파손, 재료분리 (㎡/개소)		Plate 부식 (EA/개소)	
A1	-	-	0.40	2	0.20	1	-	-	-	-	-	-
P1	0.10	1	-	-	0.20	1	-	-	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	0.20	1	2.00	1	0.12	1	4.00	4
P4	-	-	-	-	0.20	1	-	-	0.01	1	-	-
P5	0.60	3	-	-	-	-	-	-	0.01	1	-	-
P6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	3	-	-
P7	-	-	-	-	1.20	4	-	-	-	-	-	-
A2	0.10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
합계	0.80	5	0.40	2	2.00	8	2.00	1	0.34	6	5.00	5

			
손상현황	• P3-SH1 무수축물탈 균열(0.3mm이상)	손상현황	• P3-SH2 받침콘크리트 망상균열(1.0×2.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 표면처리

【사진 34.3.14】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P3-SH1 받침콘크리트 박리(0.2×0.6)	손상현황	• P4-SH1 받침콘크리트 파손(0.1×0.1)
원 인	• 동결융해 반복, 다짐미흡 등	원 인	• 외부충격, 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P6-SH1 받침콘크리트 재료분리(0.2×0.4)	손상현황	• P7-SH2 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)
원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2-SH1 Plate 부식(1EA)	손상현황	• A1-SH1 앵커볼트 부식 보수현황
원 인	• 습기흡착, 장기공용 등	원 인	• -
조치방안	• 채도장	조치방안	• -

【사진 34.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박리, 재료분리, Plate 부식 등의 손상이 확인되었다. 금회 점검에서 앵커볼트 손상에 대하여 보수가 실시되었으며, 신규손상으로 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만, 이상), 파손 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 34.3.13】 교량받침 기 점검 결과 비교

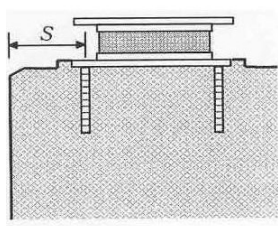
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.70	4	0.80	5	▲ 0.10	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.60	6	2.00	8	▲ 0.40	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm이상)	m	—	—	0.40	2	▲ 0.40	신규손상
	받침콘크리트 망상균열	m ²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 박리	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.20	3	0.20	3	— —	변동없음
	받침콘크리트 파손	m ²	0.01	1	0.02	2	▲ 0.01	신규손상
	Plate 부식	EA	5.00	5	5.00	5	— —	변동없음
	앵커볼트 부식	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수실시

4) 검토의견

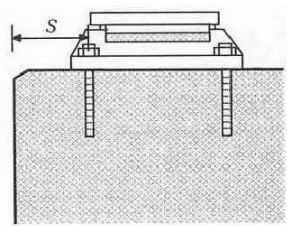
- 교량받침에 조사된 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만, 이상), 망상 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 저하 방지를 위한 표면처리, 주입보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 받침콘크리트 박리, 재료분리, 파손의 경우 외부충격, 다짐미흡, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인으로 추정되며, 발생한 손상은 현재 경미한 상태로 구조적인 영향을 주는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 저하방지 및 유지관리를 위하여 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 습기흡착, 장기공용, 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 및 사용성에는 문제가 없는 것으로 판단되나, 시설물의 내구성 저하방지 및 유지관리를 위하여 채도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

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.



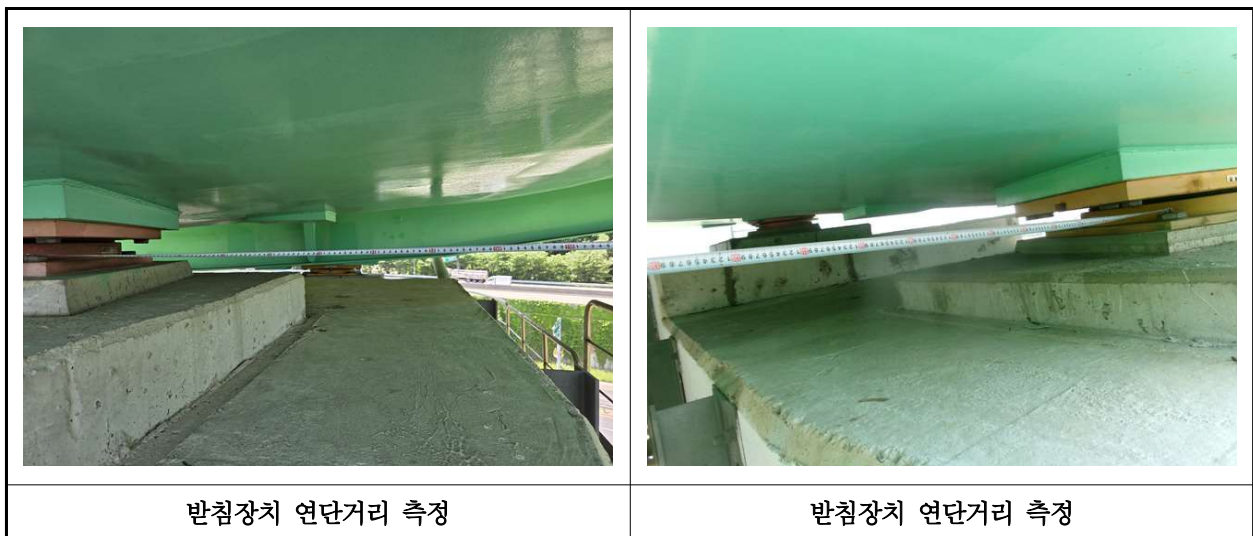
(a) 고무받침



(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 34.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 34.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이 (L=37.5m) : $200 + 5 \times 37.5 = 387.5(\text{mm})$
- 거더 경간길이 (L=50.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450.0(\text{mm})$
- 거더 경간길이 (L=58.0m) : $200 + 5 \times 58.0 = 490.0(\text{mm})$
- 거더 경간길이 (L=70.0m) : $200 + 5 \times 70.0 = 550.0(\text{mm})$

【표 34.3.14】연단거리 측정 결과

구 분	계산 연단 거리 (mm)	실측 연단거리(mm)												검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	Sh10	Sh11	Sh12	
A1	550	710	710	720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P1	A1 측	550	1120	1120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2 측	550	1130	1125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P2	A1 측	550	1140	1230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2 측	490	1060	1070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P3	A1 측	490	640	650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2 측	387.5	660	660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P4	A1 측	387.5	1150	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2 측	450	1140	1150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P5	A1 측	450	1230	1230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2 측	450	1130	1130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P6	A1 측	450	1300	1240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2 측	450	1100	1150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P7	A1 측	450	1300	1350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2 측	387.5	1100	1130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
A2	387.5	660	780	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	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 34.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방)에 따른 여유량 검토

【표 34.3.15】 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	34.1	15.9	0.000012	140.00	57.3	26.7	
P1	34.1	15.9	0.000012	70.00	28.6	13.4	
P2	고정단						
P3(A1)	34.1	15.9	0.000012	58.00	23.7	11.1	
P3(A2)	34.1	15.9	0.000012	87.50	35.8	16.7	
P4	34.1	15.9	0.000012	50.00	20.5	9.5	
P5	고정단						
P6	34.1	15.9	0.000012	50.00	20.5	9.5	
P7	34.1	15.9	0.000012	100.00	40.9	19.1	
A2	34.1	15.9	0.000012	137.50	56.3	26.2	
1) 조사당시 온도 : 24.1℃(조사일 : 2025년 05월 20일, 평균온도, 울산)							
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 34.3.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과	
			수축	신장	최대수축	최대신장				
A1	SH1	15	115	85	57.3	26.7	±100.0	O.K	O.K	
	SH2	20	120	80			±100.0	O.K	O.K	
	SH3	25	125	75			±100.0	O.K	O.K	
P1	SH1	-5	95	105	28.6	13.4	±100.0	O.K	O.K	
	SH2	-5	95	105			±100.0	O.K	O.K	
P2		고정단								
P3	A1	SH1	20	120	80	23.7	11.1	±100.0	O.K	O.K
		SH2	25	125	75			±100.0	O.K	O.K
	A2	SH1	2	102	98	35.8	16.7	±100.0	O.K	O.K
		SH2	2	102	98			±100.0	O.K	O.K
P4	SH1	0	100	100	20.5	9.5	±100.0	O.K	O.K	
	SH2	0	100	100			±100.0	O.K	O.K	
P5		고정단								
P6	SH1	0	100	100	20.5	9.5	±100.0	O.K	O.K	
	SH2	0	100	100			±100.0	O.K	O.K	
P7	SH1	20	120	80	40.9	19.1	±100.0	O.K	O.K	
	SH2	20	120	80			±100.0	O.K	O.K	
A2	SH1	30	130	70	56.3	26.2	±100.0	O.K	O.K	
	SH2	30	130	70			±100.0	O.K	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, P3(No.150) 모두 Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



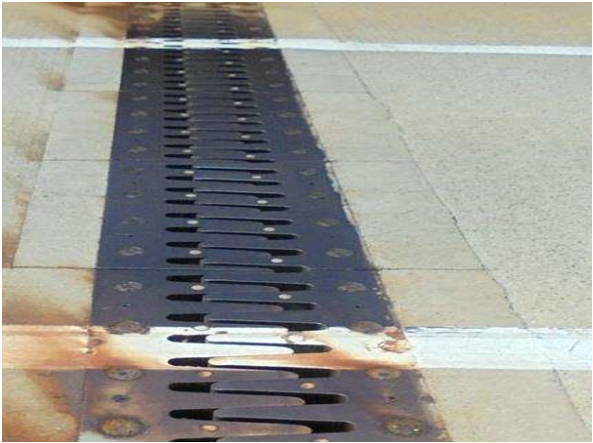
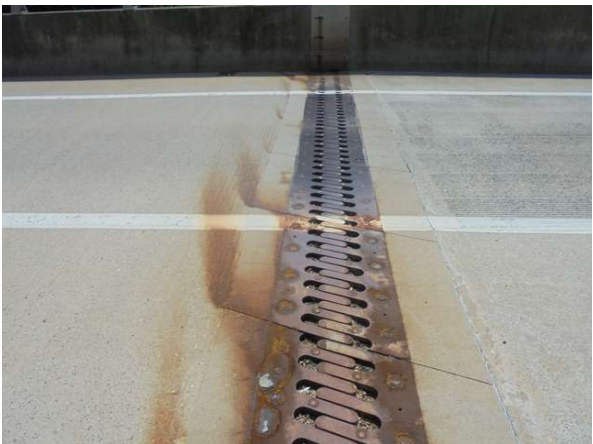
【사진 34.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열, 본체 부식, 유간 토사퇴적, 유간부족(수축) 등의 손상이 조사되었다.

【표 34.3.17】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		본체 부식 (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)		유간부족(수축) (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	0.40	1	4.00	2	—	—	—	—
P3 (EXP J2)	3.00	10	4.00	2	7.00	1	—	—
A2 (EXP J3)	—	—	3.00	1	7.00	1	1.00	1
합계	3.40	11	11.00	5	14.00	2	1.00	1

			
손상현황	• A1 본체 부식	손상현황	• A1 후타재 균열
원 인	• 장기공용, 도장열화 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P3 후타재 균열	손상현황	• A2 유간 토사퇴적
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 장기공용, 외부 이물질 유입 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A2 유간부족(수축)	손상현황	• A2 유간부족(수축)
원 인	• 시공오류 등	원 인	• 시공오류 등
조치방안	• 교체	조치방안	• 교체

【사진 34.3.18】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 본체 부식, 유간 토사퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회점검에서 신규손상으로 유간부족(수축)이 조사되었으며, 후타재 균열에 대해 손상물량 오기가 있어서 손상 물량이 증가하였다.

【표 34.3.18】 신축이음 기 점검 결과 비교

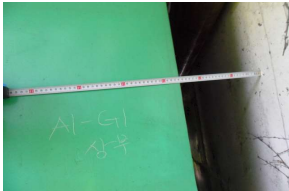
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	2.90	11	3.40	11	▲ 0.50	물량오기
	본체 부식	m	11.00	5	11.00	5	- -	변동없음
	유간 토사퇴적	m	14.00	2	14.00	2	- -	변동없음
	유간부족(수축)	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열의 경우 건조수축, 온도변화, 차량 윤하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검으로 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.
- 조사된 본체 부식의 경우, 장기공용, 도장재 열화, 외부우수 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 채도장 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적의 경우, 장기공용, 비산먼지 축적 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 기능성 확보를 위해 정비 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간부족(수축)의 경우 온도변화, 시공오류 등으로 인한 신축거동량이 평가결과 A2 신축이음장치에서 신장은 여유량이 확보되어 있으나 수축에 대한 여유량이 확보되어 있지 않아 발생한 손상으로, 상부구조 및 신축이음장치의 신축이동량에 대한 충분한 여유량을 확보하여 시설물의 안전성 및 부재의 기능성 확보를 위하여 신축이음장치 교체 등의 조치가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

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

구분	계산방법				비고																		
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 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. 05. 20. 기온 적용: 24.1°C (일평균) ΔT (신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 24.1^{\circ}\text{C} = 15.9^{\circ}\text{C}$ ΔT (수축시) : $-10.0^{\circ}\text{C} - (24.1^{\circ}\text{C}) = 34.1^{\circ}\text{C}$ ΔLt (최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위($^{\circ}\text{C}$) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)</th></tr><tr><td rowspan="3">강 교</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>RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>				교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)	강 교	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 ($/^{\circ}\text{C}$)																			
강 교	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}																			
구분	A1		P3	A2	비고																		
신축이음 장치																							
바닥판 하면																							
거더외부 상면																							
거더외부 하면																							

【사진 34.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 34.3.19】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅장 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	34.1	15.9	0.000012	140.00	57.3	26.7	11.56	68.8	26.7	
P3	34.1	15.9	0.000012	145.50	59.5	27.8	—	59.5	27.8	
A2	34.1	15.9	0.000012	137.50	56.3	26.2	11.56	67.8	26.2	

1) 조사당시 온도 : 24.1°C (조사일 : 2025년 05월 20일, 평균온도, 울산)
 2) 검토온도 : -10°C ~ 40°C (보통지방)
 3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 34.3.20】 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	68.8	26.7	65.0	150	16.2	38.3	OK	OK
	바닥판	68.8	26.7	150.0	—	—	123.3	—	OK
	거더	68.8	26.7	235.0	—	—	208.3	—	OK
P3	신축이음	59.5	27.8	70.0	150	20.5	42.2	OK	OK
	바닥판	59.5	27.8	185.0	—	—	157.2	—	OK
	거더	59.5	27.8	270.0	—	—	242.2	—	OK
A2	신축이음	67.8	26.2	85.0	150	-2.8	58.8	NG	OK
	바닥판	67.8	26.2	98.0	—	—	71.8	—	OK
	거더	67.8	26.2	195.0	—	—	168.8	—	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, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 24.1°C (05월 20일)로써 이때 측정유간은 65.0~270.0mm 범위로 나타나 전반적으로 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었으나, 일부구간 EXP.J3(A2)에서 최저 설계온도(-10°C)에서 -2.8로 수축 여유량을 확보하지 못하는 것으로 검토되었다.

7) 신축거동상태 검토 이력

구분	신축이음 평가 현황 및 교체현황					비고
	18년 정밀안전진단	20년 정밀안전점검	22년 정밀안전점검	23년 정밀안전진단	25년 정밀안전점검	
A1	OK	OK	OK	OK	OK	
	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	
P3	OK	OK	OK	OK	OK	
	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	
A2	OK	OK	OK	OK	NG (수축)	
	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	

∴ 교체이력은 다음회차 외관점검 기준이며, 교체 일시는 FMS 및 ‘자료수집 및 분석’ 파트, 전회 점검자료 등 참고.

- 신축이음장치 신축거동상태 이력 및 교체현황 검토 결과, 금회 정밀안전점검에서 신축이음장치 A2에 대한 검토 결과 수축여유량이 부족한 것으로 확인되었다. 이에 여유량 부족으로 인한 이용자의 사고를 방지하여 안전성을 확보하기 위한 신축이음장치 교체(최소 A2 No.200)를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다

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.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 34.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 34.3.21】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장균열 (m/개소)	
S1	64.00	19
S2	45.00	15
S3	33.00	11
S4	7.50	11
S5	21.00	7
S6	27.00	9
S7	27.00	9
S8	12.00	4
합계	256.50	85

			
손상현황	• S1 포장균열(L=3.0m)	손상현황	• S2 포장균열(L=3.0m)
원 인	• 건조수축, 윤하중 등	원 인	• 건조수축, 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S3 포장균열(L=3.0m)	손상현황	• S5 포장균열(L=3.0m)
원 인	• 건조수축, 윤하중 등	원 인	• 건조수축, 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S6 포장균열(L=3.0m)	손상현황	• S8 포장균열(L=3.0m)
원 인	• 건조수축, 윤하중 등	원 인	• 건조수축, 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 34.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 포장균열 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 34.3.22】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장균열	m	256.50	85	256.50	85	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 조사된 포장균열의 경우 건조수축, 중차량 반복통행에 의한 운하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아닌 손상으로 판단되어, 즉각적인 보수 실시보다는 주기적인 점검으로 주의관찰하여 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 채포장 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 울산JCT4교의 배수시설은 종단구배 (-)5.5676%, 횡단구배 (-)7.000%~(-)8.000%로 물 흐름에 의거하여 경간별 1~20개소씩 총 42개소가 교면포장의 좌·우측 에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



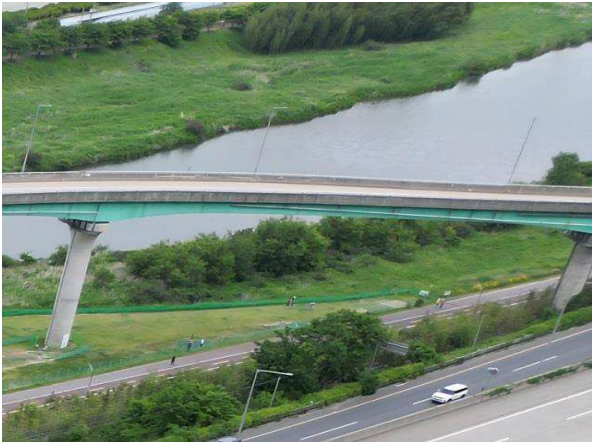
【사진 34.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 부식, 배수구 막힘 등이 조사되었다.

【표 34.3.23】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수관 부식 (개소/개소)		배수구 막힘 (개소/개소)	
S1	2.00	2	1.00	1
S2	-	-	-	-
S3	-	-	-	-
S4	-	-	-	-
S5	-	-	-	-
S6	-	-	-	-
S7	-	-	-	-
S8	-	-	-	-
합계	2.00	2	1.00	1

			
손상현황	• S1 배수구 막힘(1EA)	손상현황	• S1 배수관 부식(2EA)
원 인	• 공용기간 증가, 외부 이물질 퇴적 등	원 인	• 공용기간 증가, 습기흡착 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S2 배수관형식불량 보수현황	손상현황	• S3 유도배수관 길이부족 보수현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S5 배수관 상태양호	손상현황	• S7 배수구 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 34.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존 손상이었던 유도배수관 길이부족, 배수관 형식불량이 보수가 실시되어 물량이 감소하였으며, 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 34.3.24】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 부식	EA	2.00	2.00	2.00	2	— —	변동없음
	배수구 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 형식불량	EA	7.00	7	—	—	▼ 7.00	보수실시
	유도배수관 길이부족	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수실시

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 부식의 경우 공용기간 증가, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 배수기능에 문제가 없는 수준이지만 향후 원활한 배수기능 확보를 위해 정비 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 배수구 막힘의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등에 의한 손상으로 체수 및 동결기 결빙 등 차량의 주행성에 영향 미칠 수 있으므로, 원활한 배수기능 확보를 위해 주기적인 정비 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

카. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.00m로 시공되어 있으며, 방호벽 상단에 알루미늄 난간 H=0.27m, 투척방지망이 설치되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 34.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 보수부 재균열, 망상균열, 균열부백태, 백태, 박리, 웅벽 단차 등의 손상이 조사되었다.

【표 34.3.25】 방호벽 외관조사 결과

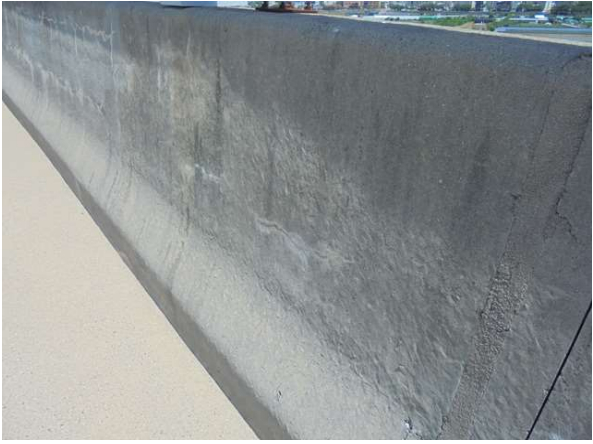
구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		보수부 재균열 (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		균열부백태 (m/개소)	
S1	4.70	5	—	—	—	—	3.20	4
S2	7.40	7	—	—	18.40	2	11.40	15
S3	32.30	20	—	—	—	—	7.40	7
S4	—	—	—	—	—	—	2.40	4
S5	3.00	2	0.50	1	—	—	4.00	5
S6	4.80	6	—	—	1.20	1	0.90	2
S7	5.60	3	—	—	1.00	1	7.70	10
S8	5.00	1	—	—	—	—	1.20	4
합계	62.80	44	0.50	1	20.60	4	38.20	51

【표 34.3.25】 방호벽 외관조사 결과(계속)

구분	백태 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		옹벽 단차 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—	1.00	1
S2	0.03	3	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	0.12	1	—	—
S6	—	—	0.10	1	—	—
S7	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—
합계	0.03	3	0.13	2	1.00	1

			
손상현황	• S1 옹벽 단차(H=60mm)	손상현황	• S1 균열(0.3mm미만)
원 인	• 접속도로 침하 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S2 망상균열(0.2×2.0)	손상현황	• S2 백태(0.1×0.1)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 우수유입, 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 34.3.25】 방호벽 손상현황

			
손상현황	• S3 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S4 균열부백태(L=0.8m)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 건조수축, 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S6 균열부백태(L=0.6m)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 건조수축, 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S7 망상균열(1.0×1.0)	손상현황	• S8 균열부백태(L=0.3m)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 건조수축, 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 34.3.25】 방호벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 보수부 재균열, 망상균열, 균열부백태, 백태, 박리, 용벽단차 등의 손상이 조사되었으며, 금회 조사에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 34.3.26】 방호벽 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	62.80	44	62.80	44	— —	변동없음
	보수부 재균열	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	망상균열	m ²	20.60	4	20.60	4	— —	변동없음
	균열부백태	m	38.20	51	38.20	51	— —	변동없음
	백태	m ²	0.03	3	0.03	3	— —	변동없음
	박리	m ²	0.22	2	0.13	2	— —	변동없음
	용벽단차	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만), 보수부 재균열, 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 주는 손상은 아니며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 균열부백태, 백태의 경우 건조수축, 외부우수의 침투, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 추정되며, 손상의 정도는 경미한 수준으로 내구성 저하방지 및 손상의 진전 방지 등을 위하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 박리의 경우 건조수축, 동결융해 반복 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 추정되며, 시설물의 내구성 저하 방지 및 유지관리 측면에서 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 용벽단차의 경우 접속도로 침하, 토사유실 등에 의해 발생된 손상으로 추정되며, 전차 정밀안전진단에서 측정된 침하량과 비교시 변동이 있는 것으로 확인되었다. 해당 손상은 주기적인 점검을 통하여 주의관찰 후 침하로 인한 손상 발생 시 적절한 방안의 조치가 필요할 것으로 사료된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 울산JCT4교의 점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A2에 철근콘크리트재질의 점검계단으로 시공되어 있고, A1, P1~7에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전면에 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

	
교대 A1 점검통로 전경	교대 A2 점검계단 전경
	
교각 P1 점검통로 전경	교각 P7 점검통로 전경

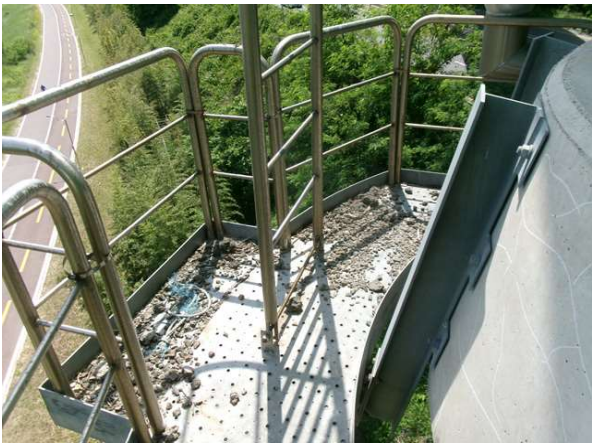
【사진 34.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 및 교각에 설치된 점검시설에 대한 현장조사 결과, 부재간의 체결상태 등 전반적으로 양호한 상태이지만, 일부구간 볼트풀림에 의한 고정불량, 이물질퇴적이 조사되었다.

【표 34.3.27】 교량 점검시설 외관조사 결과

구 분	출입시설		점검통로	
	고정불량 (개소/개소)		이물질퇴적 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	—	—	0.60	1
P2	—	—	—	—
P3	1.00	1	—	—
P4	—	—	—	—
P5	—	—	—	—
P6	—	—	—	—
P7	—	—	—	—
A2	—	—	—	—
합계	1.00	1	0.60	1

			
손상현황	• P1 점검통로 이물질퇴적(0.5m×1.2m)	손상현황	• A1 점검통로 상태양호
원 인	• 장기공용, 외부이물질유입 등	원 인	• —
조치방안	• 정비	조치방안	• —
			
손상현황	• P4 출입시설 상태양호	손상현황	• P6 볼트체결 상태양호
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 34.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 손상이었던 고정불량이 조사되었고 신규손상으로는 이물질퇴적이 조사되었다.

【표 34.3.28】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
출입시설	고정불량	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
점검통로	이물질퇴적	m ²	-	-	0.60	1	▲ 0.60	신규손상

4) 검토의견

- 점검시설에서 조사된 출입시설 고정불량은 장기공용, 차량의 반복통행으로 인한 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 점검자의 안전확보 및 원활한 유지관리를 위하여 정비 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단되며, 이물질퇴적의 경우 조류서식, 공사 후 잔여 콘크리트, 외부 이물질 등으로 인한 손상으로 추정되며, 퇴적된 이물질로 인하여 점검통로의 부식 등 손상 발생가능성이 있어 정비 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통해 점검자의 안전에 대한 위험요소를 파악하는 것이 필요하다 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.

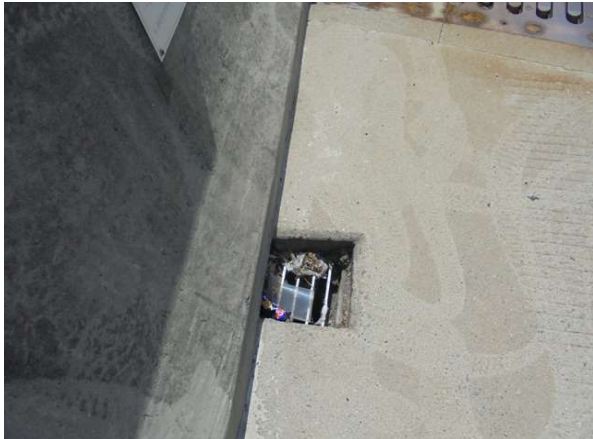
【표 34.3.29】 공중이용시설 10대 위험요소

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 울산JCT4교는 S1(동해고속도로 16호선), S2~5(태화강) 하천 및 도로를 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, 중대시민재해 유해·위험요인을 유발할 이상징후는 없는 양호한 상태로 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 고정대 상태양호	
	
신축이음 상태양호	
	
교면포장 상태양호	교량 집수구 상태양호

【사진 34.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

34.3.3 외관조사 총괄표

【표 34.3.29】손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	8.80	12	
	균열부백태	m	12.60	10	
	망상균열	m ²	66.50	10	
	보수부 망상균열	m ²	8.00	1	
	파손	m ²	0.04	1	
거더외부	상태양호	—	—	—	
거더내부	도장박리	m ²	0.28	2	
	부식	m ²	0.04	2	
	볼트, 너트탈락	EA	6.00	6	
	별집	EA	2.00	2	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.00	2	
	이물질 퇴적	m ²	9.00	1	
	표면오염	m ²	0.75	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	7.20	9	
	보수부 재균열(0.3mm미만)	m ²	1.30	1	
	망상균열	m ²	15.05	4	
	보수부 망상균열	m ²	1.30	1	
	보수재 박리	m ²	4.14	3	
	식생	m ²	145.75	4	
	체수	m ²	0.28	1	
	표면열화	m ²	1.20	1	
	표면오염	m ²	10.00	1	

【표 34.3.29】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.80	5	
	받침콘크리트 균열(0.3mm이상)	m	0.40	2	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	2.00	8	
	받침콘크리트 망상균열	m ²	2.00	1	
	받침콘크리트 박리	m ²	0.12	1	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.20	3	
	받침콘크리트 파손	m ²	0.02	2	
	Plate 부식	EA	5.00	5	
신축이음	후타재 균열	m	3.40	11	
	본체 부식	m	11.00	5	
	유간 토사퇴적	m	14.00	2	
	유간부족(수축)	EA	1.00	1	
교면포장	포장균열	m	256.50	85	
배수시설	배수관 부식	EA	2.00	2	
	배수구 막힘	EA	1.00	1	
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	62.80	44	
	보수부 재균열	m	0.50	1	
	망상균열	m ²	20.60	4	
	균열부백태	m	38.20	51	
	백태	m ²	0.03	3	
	박리	m ²	0.13	2	
	옹벽단차	EA	1.00	1	
출입시설	고정불량	EA	1.00	1	
점검통로	이물질퇴적	m ²	0.60	1	

34.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 34.3.30】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하 면	균열(0.3mm미만)	m	9.40	12	8.80	12	▼ 0.60	신규손상
	균열부백태	m	12.60	10	12.60	10	— —	변동없음
	망상균열	m ²	62.00	9	66.50	10	▲ 4.50	정밀조사
	보수부 망상균열	m ²	8.00	1	8.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.04	1	0.04	1		변동없음
거더외부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
거더내부	도장박리	m ²	0.28	2	0.28	2	— —	변동없음
	부식	m ²	0.04	2	0.04	2	— —	변동없음
	볼트, 너트탈락	EA	6	6	6.00	6	— —	변동없음
	별집	EA	2	2	2.00	2	— —	변동없음
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	4.20	3	3.00	2	▼ 1.20	일부보수
	이물질 퇴적	m ²	9.00	1	9.00	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	0.75	1	0.75	1	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	4.20	4	7.20	9	▲ 1.00	일부보수 신규손상
	균열(0.3mm이상)	m ²	0.80	1	—	—	— —	보수실시
	보수부 재균열(0.3mm미만)	m ²	1.30	1	1.30	1	— —	변동없음
	망상균열	m ²	15.05	4	15.05	4	— —	변동없음
	보수부 망상균열	m ²	1.30	1	1.30	1	— —	변동없음
	보수재 박리	m ²	4.14	3	4.14	3	— —	변동없음
	식생	m ²	145.75	4	145.75	4	— —	변동없음
	체수	m ²	0.28	1	0.28	1	— —	변동없음
	표면열화	m ²	1.20	1	1.20	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음

【표 34.3.30】 손상물량 비교표 (계속)

구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.70	4	0.80	5	▲ 0.10	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm이상)	m	—	—	0.40	2	▲ 0.40	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.60	6	2.00	8	▲ 0.40	신규손상
	받침콘크리트 망상균열	m²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 박리	m²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 재료분리	m²	0.20	3	0.20	3	— —	변동없음
	받침콘크리트 파손	m²	0.01	1	0.02	2	▲ 0.01	신규손상
	Plate 부식	EA	5.00	5	5.00	5	— —	변동없음
	앵커볼트 부식	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수실시
신축이음	후타재 균열	m	2.90	11	3.40	11	▲ 0.50	물량오기
	본체 부식	m	11.00	5	11.00	5	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	14.00	2	14.00	2	— —	변동없음
교면포장	포장균열	m	256.50	85	256.50	85	— —	변동없음
배수시설	배수관 부식	EA	2.00	2.00	2.00	2	— —	변동없음
	배수구 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 형식불량	EA	7.00	7	—	—	▼ 7.00	보수실시
	유도배수관 길이부족	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수실시
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	62.80	44	62.80	44	— —	변동없음
	보수부 재균열	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	망상균열	m²	20.60	4	20.60	4	— —	변동없음
	균열부백태	m	38.20	51	38.20	51	— —	변동없음
	백태	m²	0.03	3	0.03	3	— —	변동없음
	박리	m²	0.22	2	0.13	2	— —	변동없음
	옹벽단차	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
출입시설	고정불량	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
점검통로	이물질퇴적	m²	—	—	0.60	1	▲ 0.60	신규손상

34.4 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.

34.4.1 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 34.4.1】 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

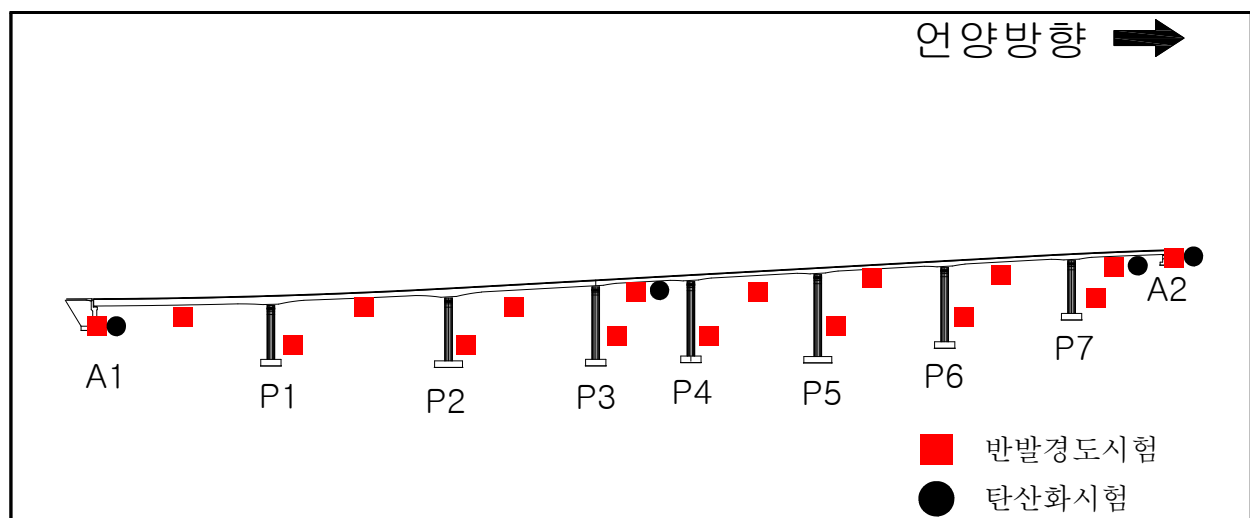
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 34.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 34.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

34.4.2 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 34.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 34.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	54.3	32.1	30.6	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	54.1	32.0	30.6			건전부
	S3	바닥판	53.3	31.3	30.2			건전부
	S4	바닥판	55.6	33.2	31.3			건전부
	S5	바닥판	53.9	31.8	30.5			건전부
	S6	바닥판	53.5	31.5	30.3			건전부
	S7	바닥판	53.3	31.3	30.2			건전부
	S8	바닥판	53.8	31.7	30.4			건전부
	S8	바닥판	52.0	30.2	29.6			비건전부
평균			—	31.7	30.4			
표준편차			—	0.80	0.45			
변동계수			—	0.025	0.015			
최대값			—	33.2	31.3			
최소값			—	30.2	29.6			

【표 34.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	50.5	29.0	28.9	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	50.1	28.7	28.8			건전부
평균			—	28.9	28.9	—	—	
표준편차			—	0.21	0.07	—	—	
변동계수			—	0.007	0.002	—	—	
최대값			—	29.0	28.9	—	—	
최소값			—	28.7	28.8	—	—	

【표 34.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	48.7	27.6	28.1	0.63	24.0	건전부
	P2	교각	49.4	28.2	28.4			건전부
	P3	교각	49.3	28.1	28.4			건전부
	P4	교각	48.8	27.7	28.2			건전부
	P5	교각	48.5	27.5	28.0			건전부
	P6	교각	48.3	27.3	27.9			건전부
	P7	교각	48.2	27.2	27.9			건전부
평균			—	27.7	28.1	—	—	
표준편차			—	0.38	0.21	—	—	
변동계수			—	0.014	0.008	—	—	
최대값			—	28.2	28.4	—	—	
최소값			—	27.2	27.9	—	—	

【표 34.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	29.6	~ 31.3	27.0	30.4	109.6 ~ 115.9	
교대	28.8	~ 28.9	24.0	28.9	120.0 ~ 120.4	
교각	27.9	~ 28.4	24.0	28.1	116.2 ~ 118.3	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.6~31.3MPa, 하부구조(교대) 28.8~28.9MPa, 하부구조(교각) 27.9~28.4MPa로 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 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.7%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 34.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	30.2 ~ 32.4	29.6 ~ 31.3	27.0
	교대	26.3 ~ 28.1	28.8 ~ 28.9	24.0
	교각	25.4 ~ 27.4	27.9 ~ 28.4	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

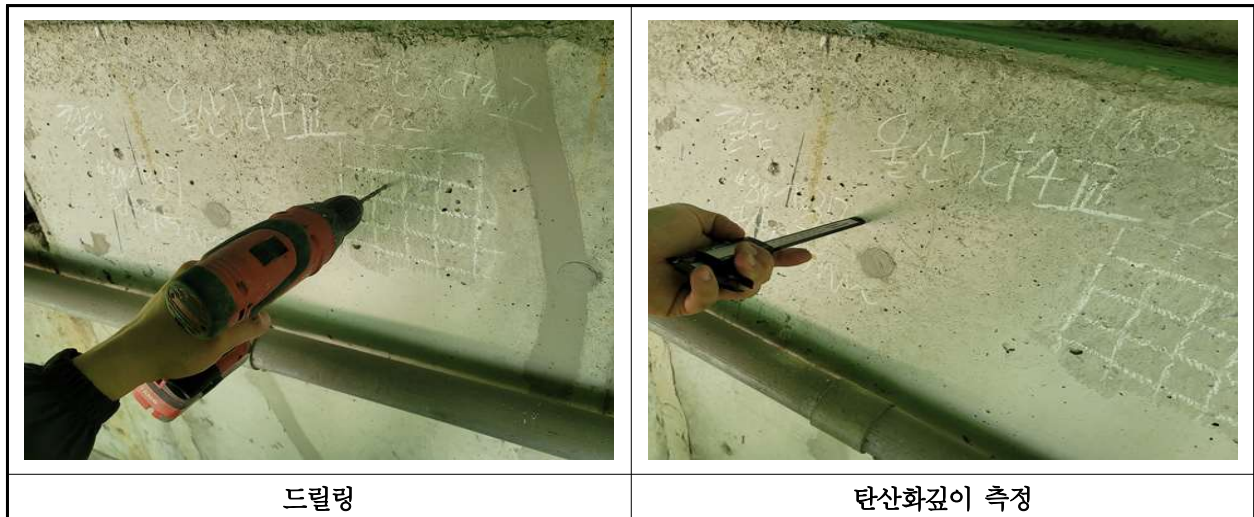
3) 반발경도 시험보고서

【표 34.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 05. 20 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	울산JCT4교
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	24.1℃, 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 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

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



【사진 34.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 34.4.8】 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	S4 바닥판	4.0	38.0	34.0	17	0.97	100년 이상	a	
	S8 바닥판	5.5	41.0	35.5	17	1.33	100년 이상	a	
하부 구조	A1 교대	5.0	99.0	94.0	17	1.21	100년 이상	a	
	A2 교대	5.5	99.0	94.5	17	1.33	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 34.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0~5.5	34.0~35.5	
하부구조	5.0~5.5	93.5~94.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 울산JCT4교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 34.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S4				
실측 피복두께(mm)	38.0			
탄산화 진행깊이(mm)	4.0			
잔여깊이(mm)	34.0			
탄산화 속도계수	0.97			
공용년수	17년			
잔존수명	100년 이상			
평가	a			

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준			
a (34)	0.97014 (mm/year0.5)	등급	a	b	c
		탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

상부구조 - 바닥판 S8				
실측 피복두께(mm)	41.0			
탄산화 진행깊이(mm)	5.5			
잔여깊이(mm)	35.5			
탄산화 속도계수	1.33			
공용년수	17년			
잔존수명	100년 이상			
평가	a			

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준			
a (35.5)	1.33395 (mm/year0.5)	등급	a	b	c
		탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

【표 34.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교대 A1	
실측 피복두께(mm)	99.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	94.0
탄산화 속도계수	1.21
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(94)

A (탄산화 속도 계수)

1.21268
(mm/year0.5)

등급 선정 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 - 교대 A2	
실측 피복두께(mm)	99.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.5
잔여깊이(mm)	93.5
탄산화 속도계수	1.33
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(93.5)

A (탄산화 속도 계수)

1.33395
(mm/year0.5)

등급 선정 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 34.4.11】 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	4.3~6.5	33.5~34.9	a	4.0~5.5	34.0~35.5	a	
하부구조	6.5~8.5	92.5~111.6	a	5.0~5.5	93.5~94.0	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 34.4.12】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 05월 20일
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 34.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.6 ~ 31.3	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	28.8 ~ 28.9	24.0	
		교각	27.9 ~ 28.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		34.0~35.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.5~94.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 34.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과						비 고
			2023년 정밀안전진단			2025년 정밀안전점검			
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	30.2	~	32.4	29.6	~	31.3	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	26.3	~	28.1	28.8	~	28.9	
		교각	25.4	~	27.4	27.9	~	28.4	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.5~34.9		a	34.0~35.5		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.5~111.6		a	93.5~94.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

34.5 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.

34.5.1 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) 상태평가 결과표

【표 34.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	S.T.B	b	a	a	b	b	b	c	b	b	q	-	a
S2	P1	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	c	b	q	-	-
S3	P2	S.T.B	b	b	a	b	a	b	-	a	b	q	-	-
S4	P3	S.T.B	b	a	a	b	a	b	c	b	b	q	a	-
S5	P4	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	b	a	q	-	-
S6	P5	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	b	b	q	-	-
S7	P6	S.T.B	b	b	a	b	a	b	-	b	b	q	-	-
S8	P7	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	b	b	0	a	-
	A2	S.T.B							d	b	b	0	-	a
평균			0.200	0.125	0.100	0.200	0.113	0.200	0.500	0.211	0.189	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.025	0.005	0.014	0.003	0.004	0.045	0.019	0.038	-	0.004	0.003
													0.196	
■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.196) < 0.260$													B	

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태인 “b” 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 불쾌감을 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

신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태인 “d”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 34.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
울산JCT4교	0.196	B	423.00	1	423.00	1.000	0.196
합계(Σ)			423.00	1	423.00	1.000	0.196
1. 평가지수 =							0.196
2. 상태평가결과 =							B

34.5.2 상태평가 결과요약

【표 34.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결합도점수	기준	
울산JCT4교	0.196	B	
검토의견	•울산JCT4교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B” 로 평가됨		

34.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 34.5.4】 전회 정밀안전진단과 상태평가 결과 비교·분석

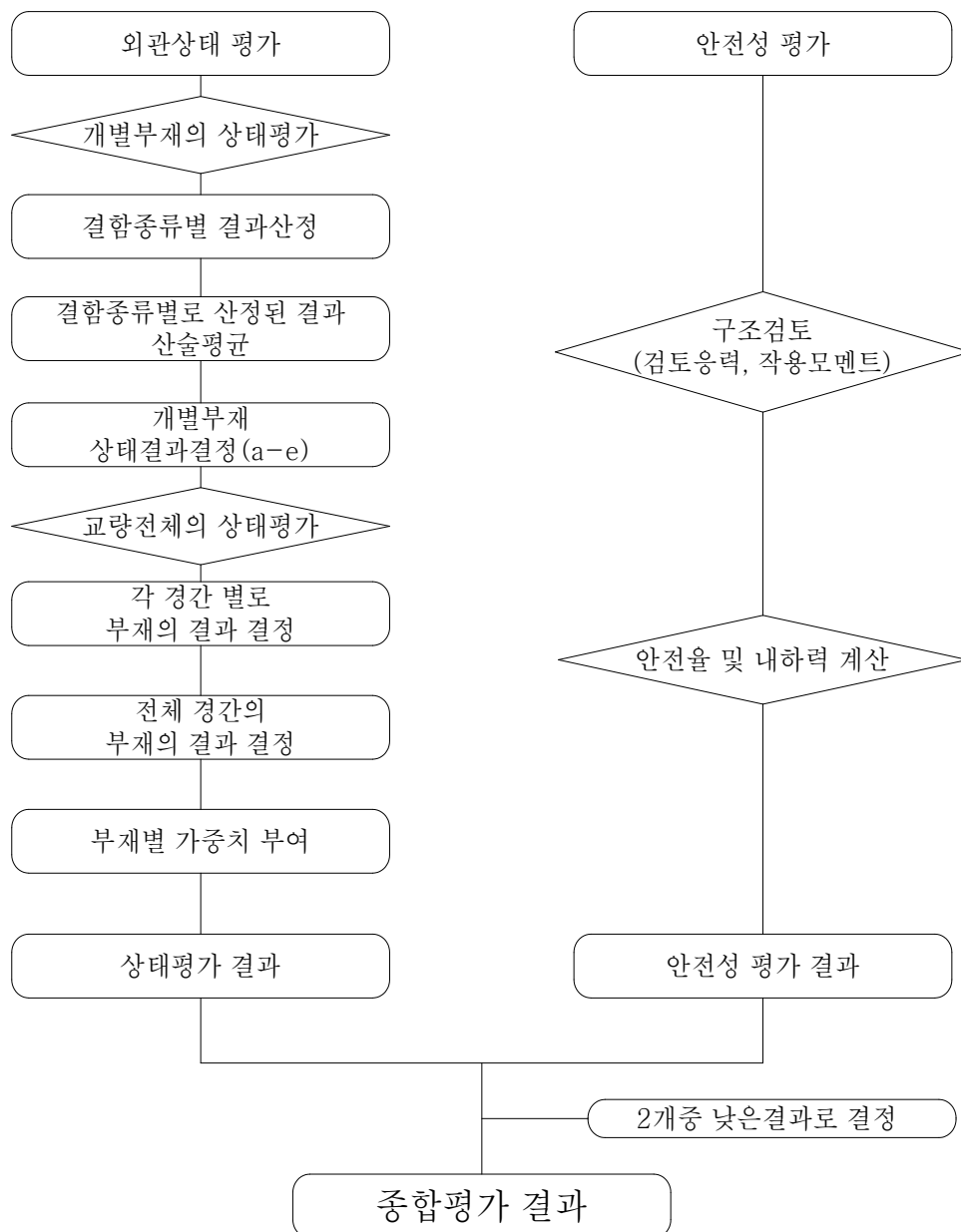
구 분	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검
환산결합도 점수	0.194	0.196
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 울산JCT4교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2023년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결합도 점수가 0.194에서 0.196으로 상향조정 되었으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결합도 변동의 주요 원인은 주요부재에 대한 신규손상의 발생 및 일부 손상에 대한 보수, 신축이음 유간부족 등 복합적인 요소에 따라 전체 환산결합도 점수가 상향조정된 것으로 판단된다.	

34.6 종합평가 및 안전등급 지정

34.6.1 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 34.6.1】 종합평가 결과 산정절차

34.6.2 종합평가 결과

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

【표 34.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
울산JCT4교	0.196	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

34.6.3 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 34.6.2】 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

34.7 보수·보강 및 유지관리방안

34.7.1 보수·보강 방안

【표 34.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	8.80	12	표면처리	3순위
	균열부백태	m	12.60	10	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	66.50	10	표면처리	3순위
	보수부 망상균열	m ²	8.00	1	표면처리	3순위
	파손	m ²	0.04	1	단면보수	2순위
거터외부	상태양호	—	—	—	—	—
거터내부	도장박리	m ²	0.28	2	재도장	2순위
	부식	m ²	0.04	2	재도장	2순위
	볼트, 너트탈락	EA	6.00	6	정비	3순위
	별집	EA	2.00	2	정비	2순위
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.00	2	표면처리	3순위
	이물질 퇴적	m ²	9.00	1	정비	3순위
	표면오염	m ²	0.75	1	표면처리	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	7.20	9	표면처리	3순위
	보수부 재균열(0.3mm미만)	m ²	1.30	1	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	15.05	4	표면처리	3순위
	보수부 망상균열	m ²	1.30	1	표면처리	3순위
	보수재 박리	m ²	4.14	3	단면보수	2순위
	식생	m ²	145.75	4	정비	3순위
	체수	m ²	0.28	1	주의관찰	—
	표면열화	m ²	1.20	1	표면처리	3순위
	표면오염	m ²	10.00	1	표면처리	3순위

【표 34.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.80	5	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm이상)	m	0.40	2	주입보수	2순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	2.00	8	표면처리	3순위
	받침콘크리트 망상균열	m ²	2.00	1	표면처리	3순위
	받침콘크리트 박리	m ²	0.12	1	단면보수	2순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.20	3	단면보수	3순위
	받침콘크리트 파손	m ²	0.02	2	단면보수	2순위
	Plate 부식	EA	5.00	5	재도장	2순위
신축이음	후타재 균열	m	3.40	11	주의관찰	—
	본체 부식	m	11.00	5	재도장	2순위
	유간 토사퇴적	m	14.00	2	정비	2순위
	유간부족(수축)	EA	1.00	1	교체	1순위
교면포장	포장균열	m	256.50	85	주의관찰	—
배수시설	배수관 부식	EA	2.00	2	정비	3순위
	배수구 막힘	EA	1.00	1	정비	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	62.80	44	표면처리	3순위
	보수부 재균열	m	0.50	1	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	20.60	4	표면처리	3순위
	균열부백태	m	38.20	51	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.03	3	표면처리	3순위
	박리	m ²	0.13	2	단면보수	2순위
	옹벽단차	EA	1.00	1	주의관찰	—
출입시설	고정불량	EA	1.00	1	정비	2순위
점검통로	이물질퇴적	m ²	0.60	1	정비	3순위

34.7.2 개략공사비

【표 34.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.20	3.30	m ²	299	987	3순위
	균열부백태	표면처리	3.15	4.72	m ²	299	1,411	3순위
	망상균열	표면처리	66.50	99.75	m ²	299	29,825	3순위
	보수부 망상균열	표면처리	8.00	12.00	m ²	299	3,588	3순위
	파손	단면보수	0.04	0.06	m ²	1,152	69	2순위
거더 내부	도장박리	재도장	0.28	0.42	m ²	1,132	475	2순위
	부식	재도장	0.04	0.06	m ²	1,132	68	2순위
	볼트, 너트탈락	정비	6.00	6.00	EA	8	48	3순위
	별집	정비	2.00	2.00	EA	8	16	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.75	1.13	m ²	250	283	3순위
	이물질 퇴적	정비	9.00	13.50	m ²	8	108	3순위
	표면오염	표면처리	0.75	1.13	m ²	250	283	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.80	2.70	m ²	250	675	3순위
	보수부 재균열(0.3mm미만)	표면처리	0.33	0.50	m ²	250	125	3순위
	망상균열	표면처리	15.05	22.58	m ²	250	5,645	3순위
	보수부 망상균열	표면처리	1.30	1.95	m ²	250	488	3순위
	보수재 박리	단면보수	4.14	6.21	m ²	960	5,962	2순위
	식생	정비	145.75	218.63	m ²	8	1,749	3순위
	표면열화	표면처리	1.20	1.80	m ²	250	450	3순위
	표면오염	표면처리	10.00	15.00	m ²	250	3,750	3순위

【표 34.7.2】 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.20	0.30	m²	250	75	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm이상)	주입보수	0.4	0.60	m	174	104	2순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.75	m²	250	188	3순위
	받침콘크리트 망상균열	표면처리	2.00	3.00	m²	250	750	3순위
	받침콘크리트 박리	단면보수	0.12	0.18	m²	960	173	2순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.20	0.30	m²	960	288	3순위
	받침콘크리트 파손	단면보수	0.02	0.03	m²	960	29	2순위
	Plate 부식	재도장	5.00	5.00	EA	415	2,075	2순위
신축이음	본체 부식	재도장	11.00	16.50	m	415	6,848	2순위
	유간 토사퇴적	정비	14.00	21.00	m	8	168	2순위
	유간부족(수축)	교체(No.200)	1.00	1.00	EA	9,431	9,431	1순위
배수시설	배수관 부식	정비	2.00	2.00	EA	577	1,154	3순위
	배수구 막힘	정비	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	15.70	23.55	m²	250	5,888	3순위
	보수부 재균열	표면처리	0.13	0.20	m²	250	50	3순위
	망상균열	표면처리	20.60	30.90	m²	250	7,725	3순위
	균열부백태	표면처리	9.55	14.33	m²	250	3,583	3순위
	백태	표면처리	0.03	0.05	m²	250	13	3순위
	박리	단면보수	0.13	0.20	m²	960	192	2순위
출입시설	고정불량	정비	1.00	1.00	EA	8	8	2순위
점검통로	이물질퇴적	정비	0.60	0.90	m³	8	7	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	9,431		16,187		69,320		
	재경비 (순공사비의 50%)	4,716		8,094		34,660		
	합계	14,147		24,281		103,980		
개략공사비 총계(천원)		142,408						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

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

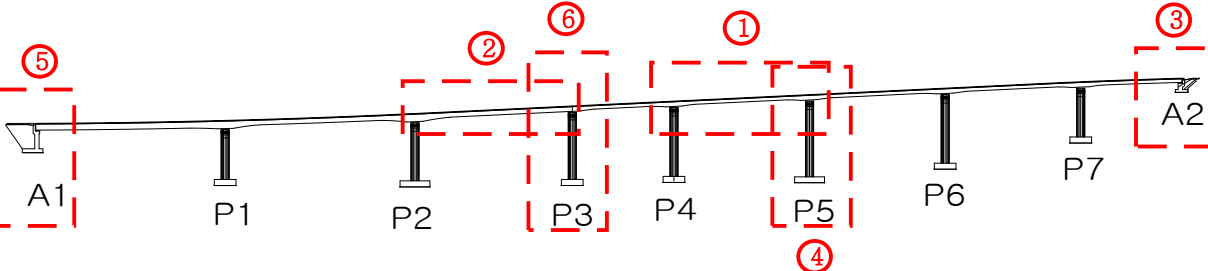
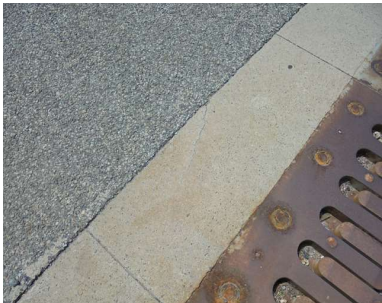
34.7.3 유지관리방안

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 34.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 바닥판하면 S5 균열 - 진전 여부확인	② 거더내부 S3 도장박리 - 진전 여부확인	③ 교대 A2 균열 - 진전 여부확인
연양방향 → 		
④ 교각 P5 균열 - 진전 여부확인	⑤ 교량받침 A1 받침콘크리트 균열 - 진전 여부확인	⑥ 신축이음 A2 후타재 균열 - 진전 여부확인
		

34.8 종합결론

본 시설물은 울산광역시 울주군 범서읍 천상리에 위치한 교량으로 총 연장 423.0m, 폭 9.0m의 STB거더 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

34.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 보수부 망상균열, 균열부백태의 경우 시공초기 온도변화와 보수미흡, 손상부 우수유입 및 환경적 요인 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 발생한 손상들은 시설물의 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 시공시 외부충격 등 복합적인 영향에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 미치는 영향은 미미하지만, 내구성 저하 방지 및 유지관리 등을 위하여 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

2) 거더

- 거더외부는 손상이 없는 양호한 상태로 시설물의 내구성은 떨어지지 않았으나, 주기적인 점검을 통하여 손상의 발생 확인 및 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 거더내부에서 조사된 도장박리, 부식의 경우 화재에 의한 열화, 외부우수유입, 공용중 열화로 인한 손상으로 추정되며, 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되며, 내구성 저하 방지를 위하여 채도장 등 적절한 방안의 보수를 실시가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 볼트 너트탈락, 벌집의 경우 차량통행시 발생하는 진동 및 장기적인 공용 등에 의한 손상으로 추정되며, 구조적인 영향은 없지만, 원활한 유지관리 및 점검자의 안전확보를 위하여 정비 등의 조치가 필요하다 사료된다.

3) 가로보

- 가로보 및 세로보는 현재 손상이 발생하지 않은 양호한 상태로, 주기적인 점검을 통해 손상의 발생 확인 및 유지관리를 하는 것이 필요하다 판단된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 이물질 퇴적의 경우 공용중 외부 토사, 이물질 등이 퇴적되어 생긴 손상으로 내구성에 영향을 주는 손상은 아니지만, 유지관리차원에서 정비 등을 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염의 경우 신축이음 하부 우수유입, 강우시 외부우수 등에 지속적으로 노출 등으로 인한 손상으로 구조적인 손상은 아니며, 해당 위치에 조사일 현재 유도배수로가 설치되어 있다. 즉각적인 보수 실시보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰과 신축이음 보수 및 교체 공사와 연계하여 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열, 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 보수미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 표면처리 등의 적절한 방안의 보수를 실시하고 점검을 통한 유지관리로 재발생 여부를 확인하는 것이 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 보수재 박리의 경우 수분접촉, 공용중 열화, 동결융해의 반복 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 정도는 경미한 수준이며, 내구성 저하 방지를 위해 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 체수의 경우 신축이음으로 하부로 유입된 우수 등에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 주는 영향은 미미하여 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검으로 주의관찰 및 유지관리를 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 식생의 경우 교각이 위치한 자리에 덩굴식물 등이 식생을 하여 공용기간 경과로 인하여 교각을 타고 자라면서 생긴 손상으로 구조적인 영향은 없지만 원활한 유지관리를 위한 외관확보 및 내구성 방지를 위해 정비 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면열화, 표면오염의 경우 수분접촉, 공용중 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물의 내구성 저하 방지, 2차 손상 발생 예방 등을 위하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

6) 기초

- 울산JCT4교의 기초는 교대 A1 직접기초, A2 강관말뚝기초, 교각 P1 강관말뚝기초, P2~4 직접기초로 시공되어있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm이상, 미만), 망상 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 저하 방지를 위한 표면처리, 주입보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 받침콘크리트 박리, 재료분리, 파손의 경우 외부충격, 다짐미흡, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인으로 추정되며, 발생한 손상은 현재 경미한 상태로 구조적인 영향을 주는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 저하방지 및 유지관리를 위하여 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 습기흡착, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 및 사용성에는 문제가 없는 것으로 판단되나, 시설물의 내구성 저하방지 및 유지관리를 위하여 채도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열의 경우 건조수축, 온도변화, 차량 윤회중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검으로 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.
- 조사된 본체 부식의 경우, 장기공용, 도장재 열화, 외부우수 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 채도장 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적의 경우, 장기공용, 비산먼지 축적 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 기능성 확보를 위해 정비 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간부족(수축)의 경우 온도변화, 시공오류 등으로 인한 신축거동량이 평가결과 A2 신축이음장치에서 신장은 여유량이 확보되어 있으나 수축에 대한 여유량이 확보되어 있지 않아 발생한 손상으로, 상부구조 및 신축이음장치의 신축이동량에 대한 충분한 여유량을 확보하여 시설물의 안전성 및 부재의 기능성 확보를 위하여 신축이음장치 교체 등의 조치가 필요하다.

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 24.1℃(05월 20일)로써 이때 측정유간은 65.0~270.0mm 범위로 나타나 전반적으로 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되었으나, 일부구간 EXP.J3(A2)에서 최저 설계온도(-10℃)에서 -2.8로 수축 여유량을 확보하지 못하는 것으로 검토되었다.
- 신축이음장치 신축거동상태 이력 및 교체현황 검토 결과, 금회 정밀안전점검에서 신축이음장치 A2에 대한 검토 결과 수축여유량이 부족한 것으로 확인되었다. 이에 여유량 부족으로 인한 이용자의 사고를 방지하여 안전성을 확보하기 위한 신축이음장치 교체(최소 A2 No.200)를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다

9) 교면포장

- 교면포장에 조사된 포장균열의 경우 건조수축, 중차량 반복통행에 의한 윤하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아닌 손상으로 판단되어, 즉각적인 보수 실시보다는 주기적인 점검으로 주의관찰하여 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 재포장 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 부식의 경우 공용기간 증가, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 배수기능에 문제가 없는 수준이지만 향후 원활한 배수기능 확보를 위해 정비 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 배수구 막힘의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등에 의한 손상으로 체수 및 동결기 결빙 등 차량의 주행성에 영향 미칠 수 있으므로, 원활한 배수기능 확보를 위해 주기적인 정비 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

11) 방호벽

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만), 보수부 재균열, 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 주는 손상은 아니며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 균열부백태, 백태의 경우 건조수축, 외부 우수침투, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 추정되며, 손상의 정도는 경미한 수준으로 내구성 저하방지 및 손상의 진전 방지 등을 위하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 조사된 박리의 경우 건조수축, 동결융해 반복 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 추정되며, 시설물의 내구성 저하 방지 및 유지관리 측면에서 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 웅벽단차의 경우 접속도로 침하, 토사유실 등에 의해 발생한 손상으로 추정되며, 전차 정밀안전진단에서 측정된 침하량과 비교시 변동이 있는 것으로 확인되었다. 해당 손상은 주기적인 점검을 통하여 주의관찰 후 침하로 인한 손상 발생 시 적절한 방안의 조치가 필요할 것으로 사료된다.

12) 교량 점검시설

- 점검시설에서 조사된 출입시설 고정불량은 장기공용, 차량의 반복통행으로 인한 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 점검자의 안전확보 및 원활한 유지관리를 위하여 정비 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단되며, 이물질퇴적의 경우 조류서식, 공사 후 잔여 콘크리트, 외부 이물질 등으로 인한 손상으로 추정되며, 퇴적된 이물질로 인하여 점검통로의 부식 등 손상 발생가능성이 있어 정비 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통해 점검자의 안전에 대한 위험요소를 파악하는 것이 필요하다 사료된다.

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.6~31.3MPa, 하부구조(교대) 28.8~28.9MPa, 하부구조(교각) 27.9~28.4MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.7%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 울산JCT4교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.194에서 0.196로 상향조정 되었으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 변동의 주요 원인은 주요부재에 대한 신규손상의 발생 및 일부 손상에 대한 보수, 신축이음 유간부족 등 복합적인 요소에 따라 전체 환산결함도 점수가 상향조정된 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 울산JCT4교에 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.

34.8.2 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 사료된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

34.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 상부구조 신축이음은 주기적인 점검을 실시하여 손상 발생 확인 및 유지관리가 필요하다.
- 하부구조 균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

34.8.4 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 사료된다.

