28. 용소교(울산)

28.1 시설물 개요
28.2 자료수집 및 분석
28.3 현장조사
28.4 콘크리트 내구성조사
28.5 상태평가
28.6 종합평가 및 안전등급 지정
28.7 보수·보강 및 유지관리 방안
28.8 종합결론

28. 용소교(울산)

28.1 시설물의 개요

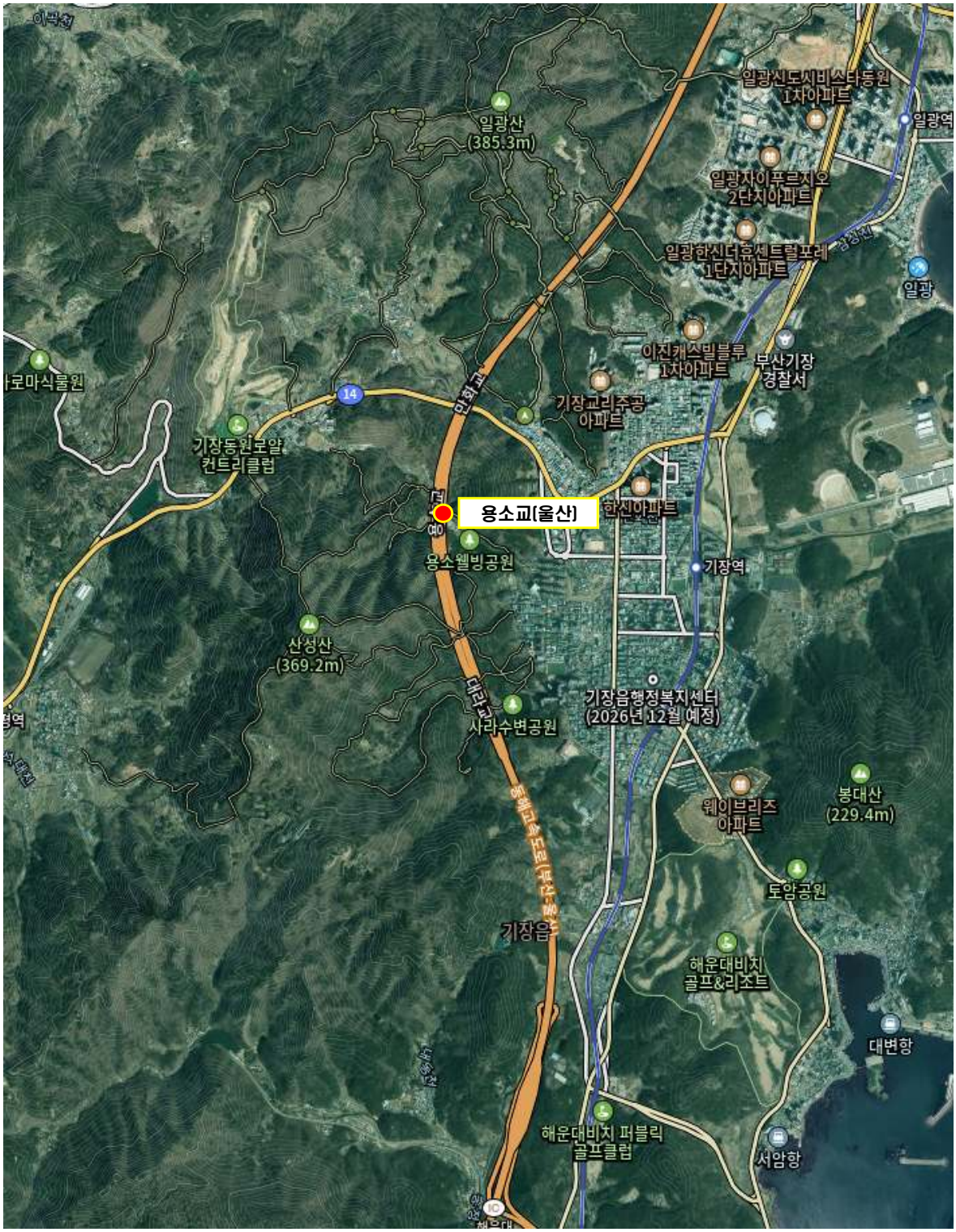
본 시설물은 부산광역시 기장군 기장읍 서부리 산 9-5에 위치한 교량으로 총 연장 350.0m, 폭 16.2m로 시공되어 있다.

28.1.1 일반사항

【표 28.1.1】 용소교(울산) 일반사항

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2008-0000976</td><td colspan="2">관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td>부산광역시 기장군 기장읍 서부리 산 9-5</td><td colspan="2">준공년월일</td><td colspan="2">2008년 12월 31일</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리이정</td><td>9.42km</td><td colspan="2">공사이정</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24/DL-24</td><td colspan="2">노 선 명</td><td colspan="2">부산울산고속도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="5">L = 350.0m, (2(3@35.0)+2(2@35.0))</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="5">B=16.2m(편도 3차선)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조형식</td><td>상부</td><td>PSCI</td><td rowspan="2">기초형식</td><td>교대</td><td colspan="2">강관Pile 기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대: 역T형, 교각: π형</td><td>교각</td><td colspan="2">직접기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>탄성받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td colspan="2">모노셀(A1,P3,P8,A2), 레일(P6)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>용소골, 읍내로 50번길</td><td colspan="2">통과높이</td><td colspan="2">14.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="5">점검시설</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 공 자</td><td>경남기업(주)</td><td colspan="2">관리주체</td><td colspan="2">부산울산고속도로(주)</td></tr>
</table>

28.1.2 위치도 및 전경사진



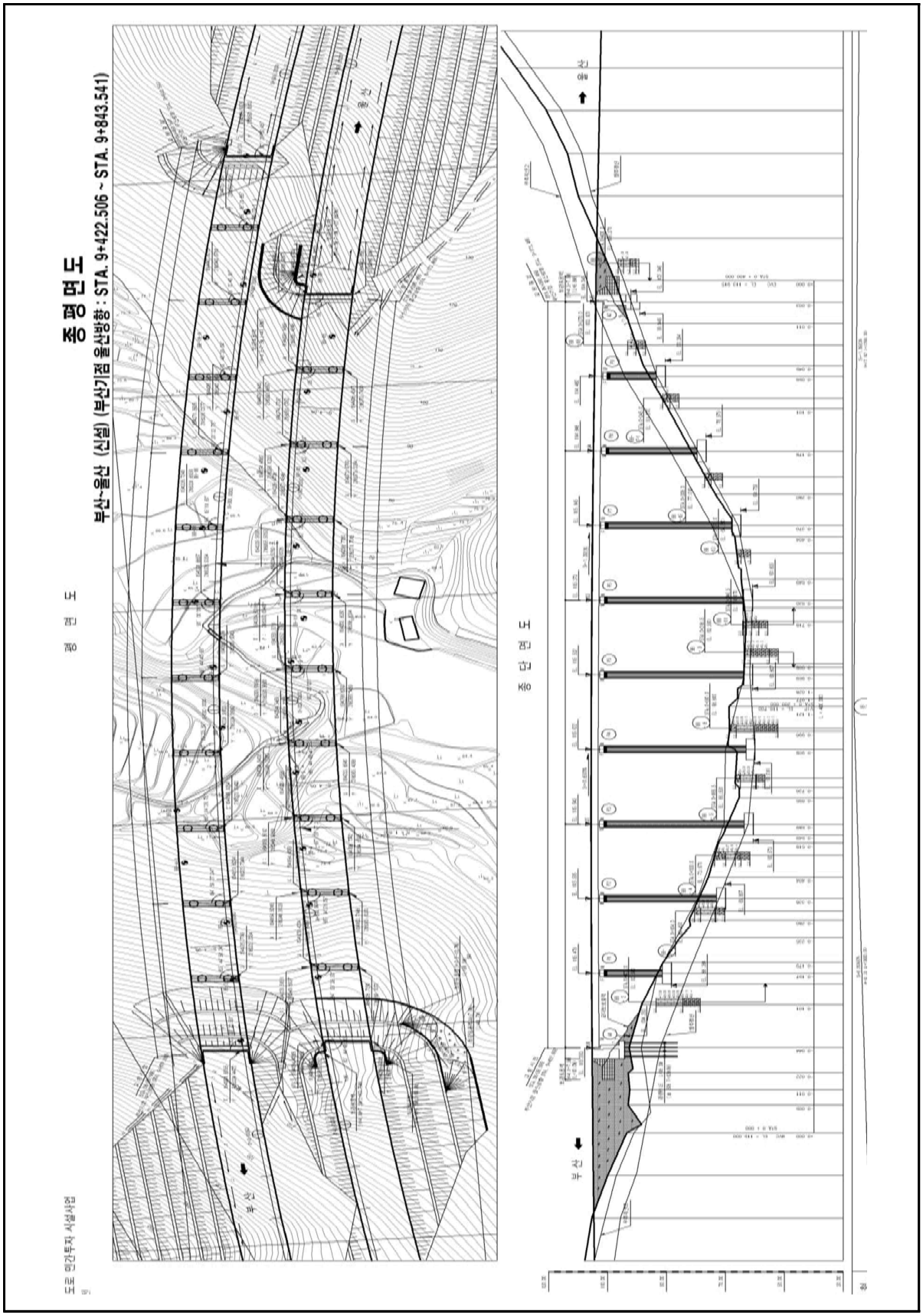
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S10	도보 및 굴절작업차	2025.03.24.~2025.12.17.	

【그림 28.1.1】 위치도

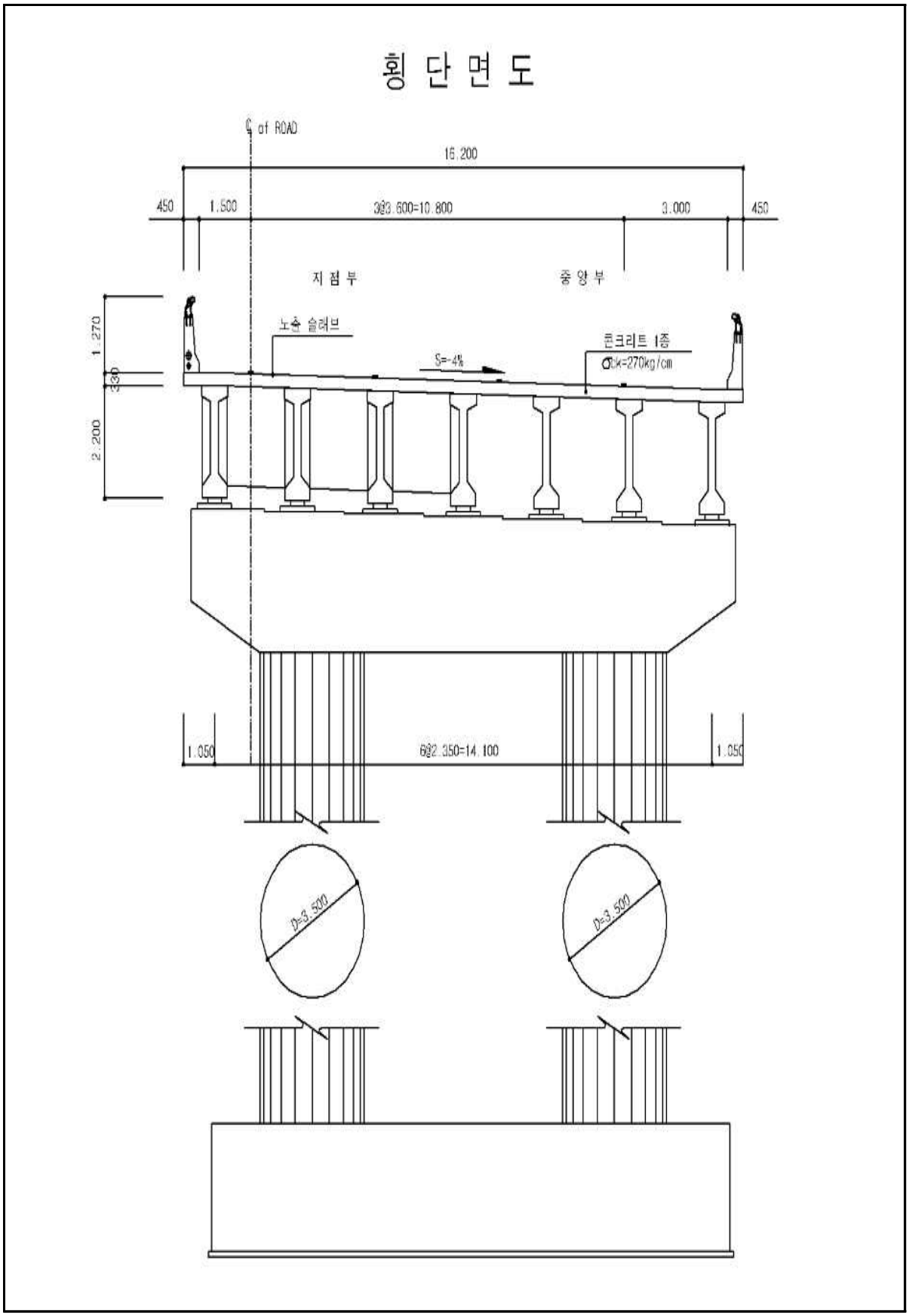
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

【사진 28.1.1】 부재별 현황

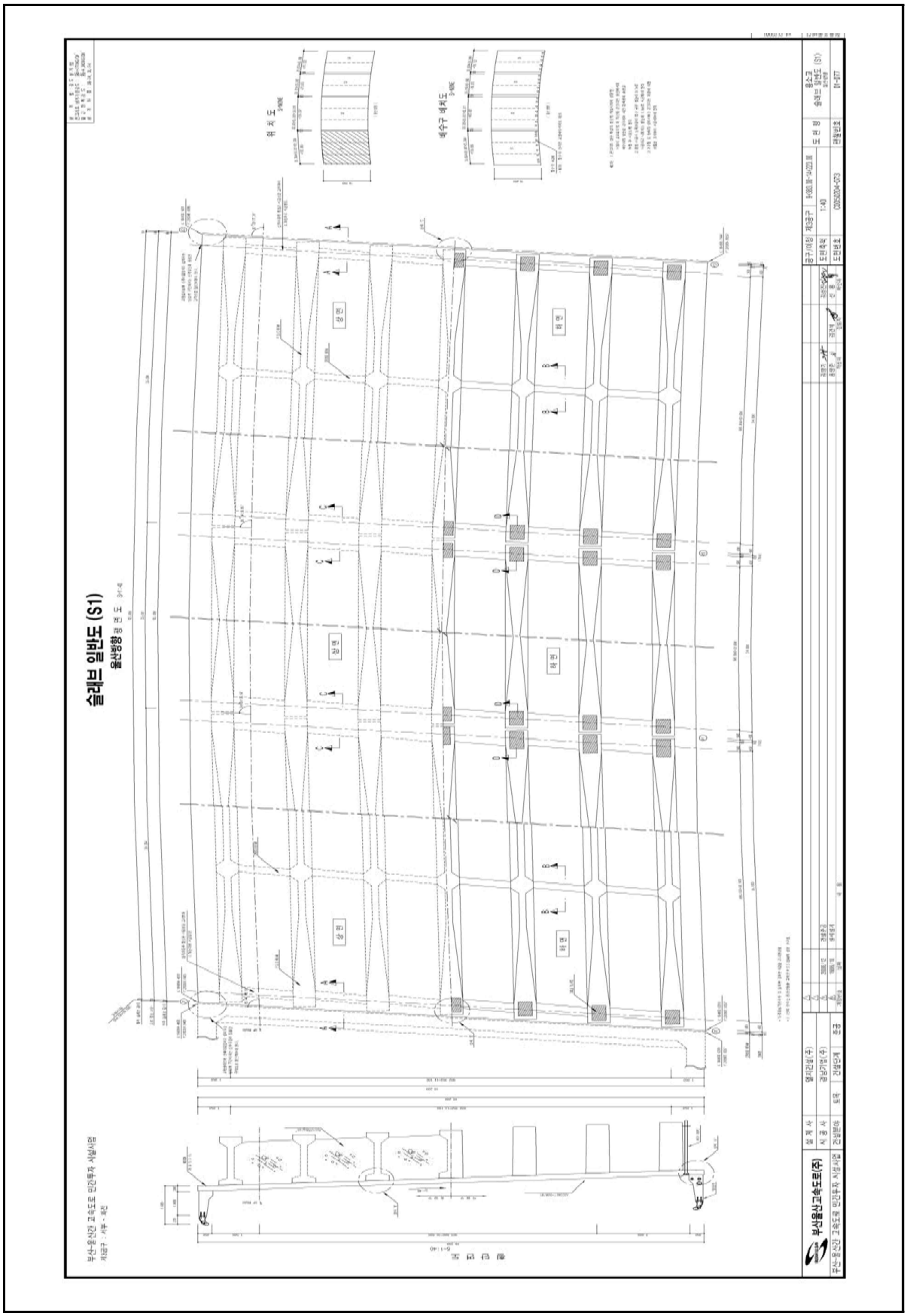
28.1.3 시설물 일반도



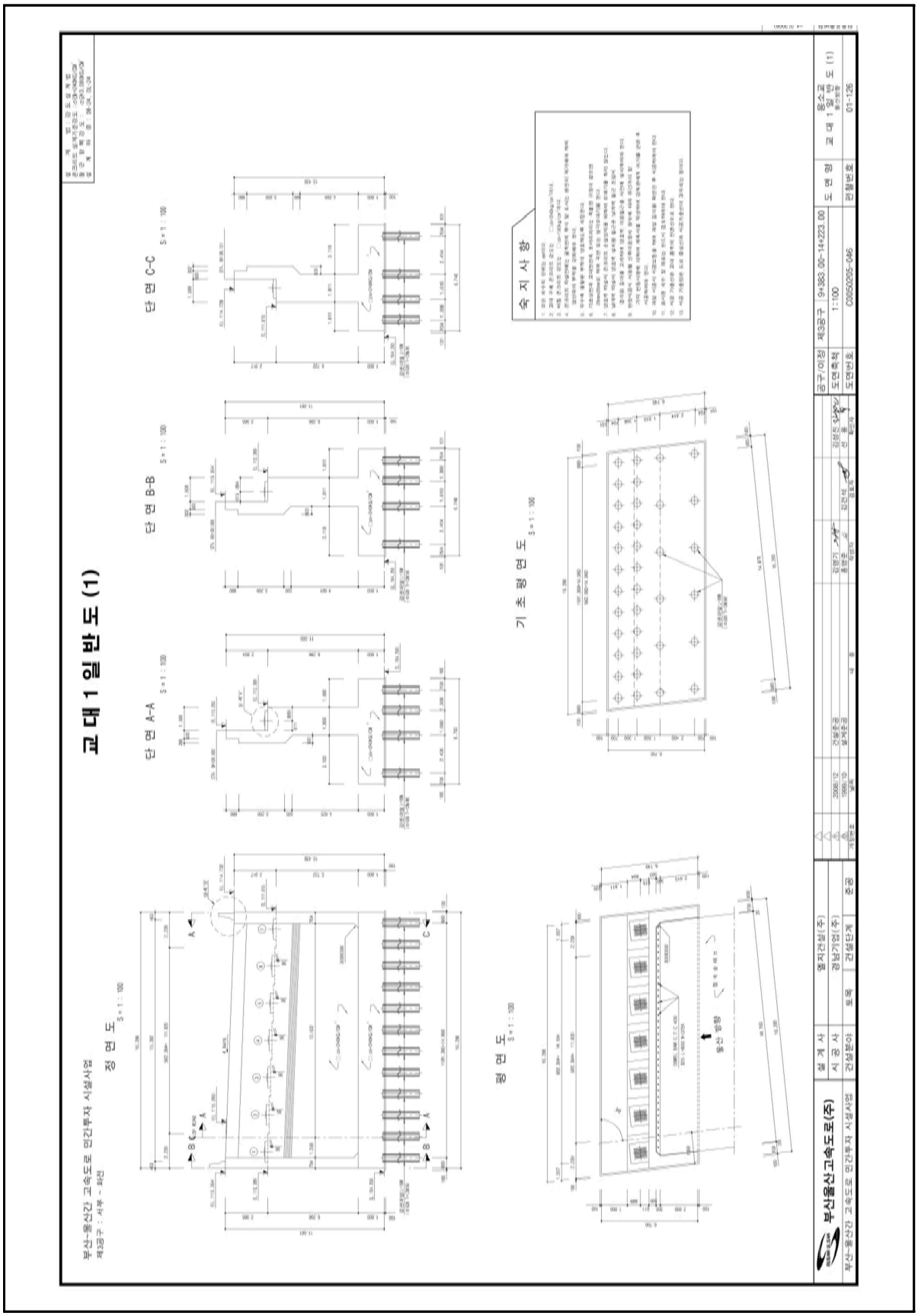
【그림 28.1.2】 평면 및 종평면도


횡 단 면 도
℄ of ROAD
16.200
450
1.500
3@3.600=10.800
3.000
450
지 점 부
중 앙 부
1.270
330
2.200
노출 슬래브
S=-4%
콘크리트 1종
σck=270kg/cm
1.050
6@2.350=14.100
1.050
D=3.500
D=3.500

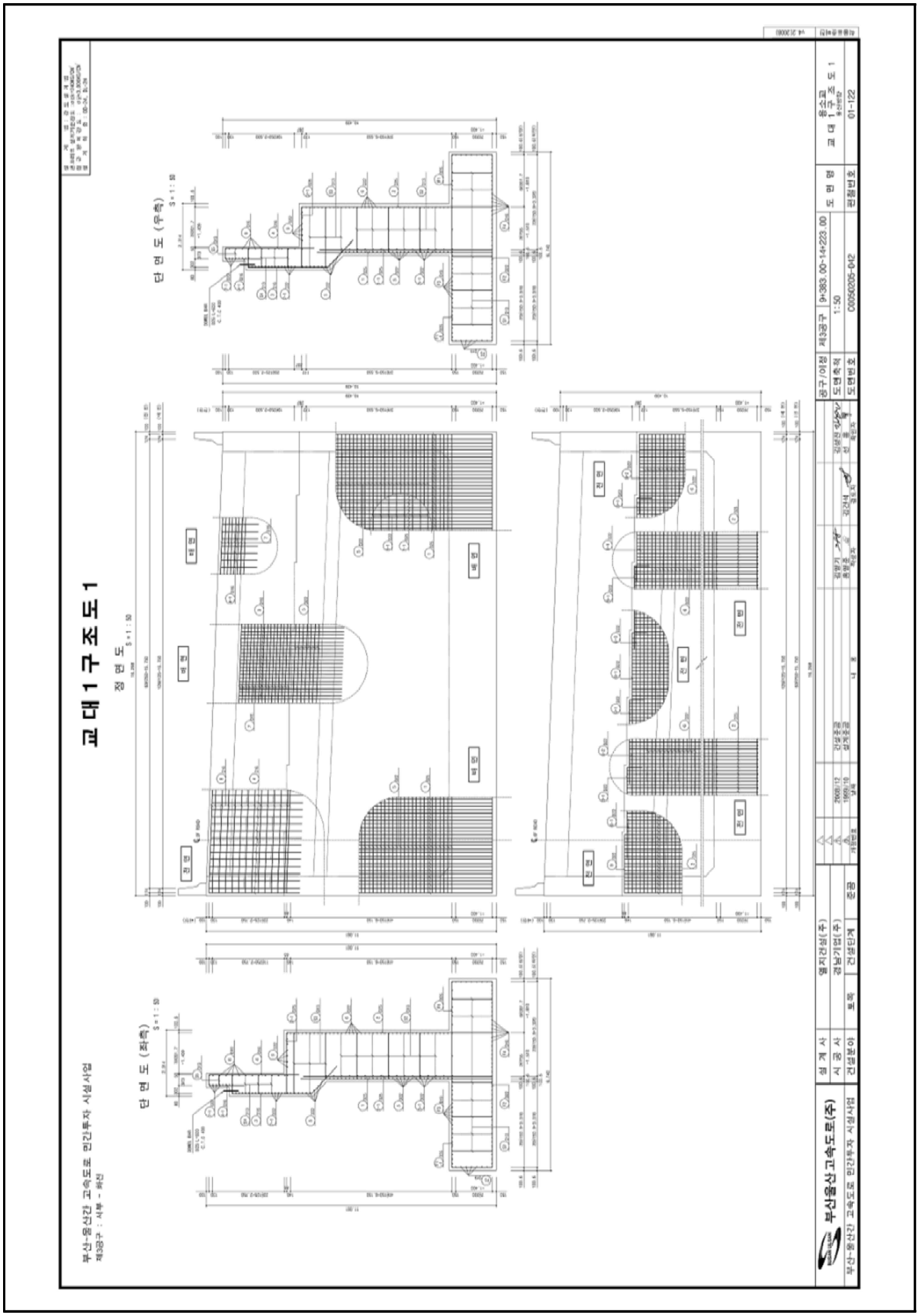
【그림 28.1.3】 횡단면도



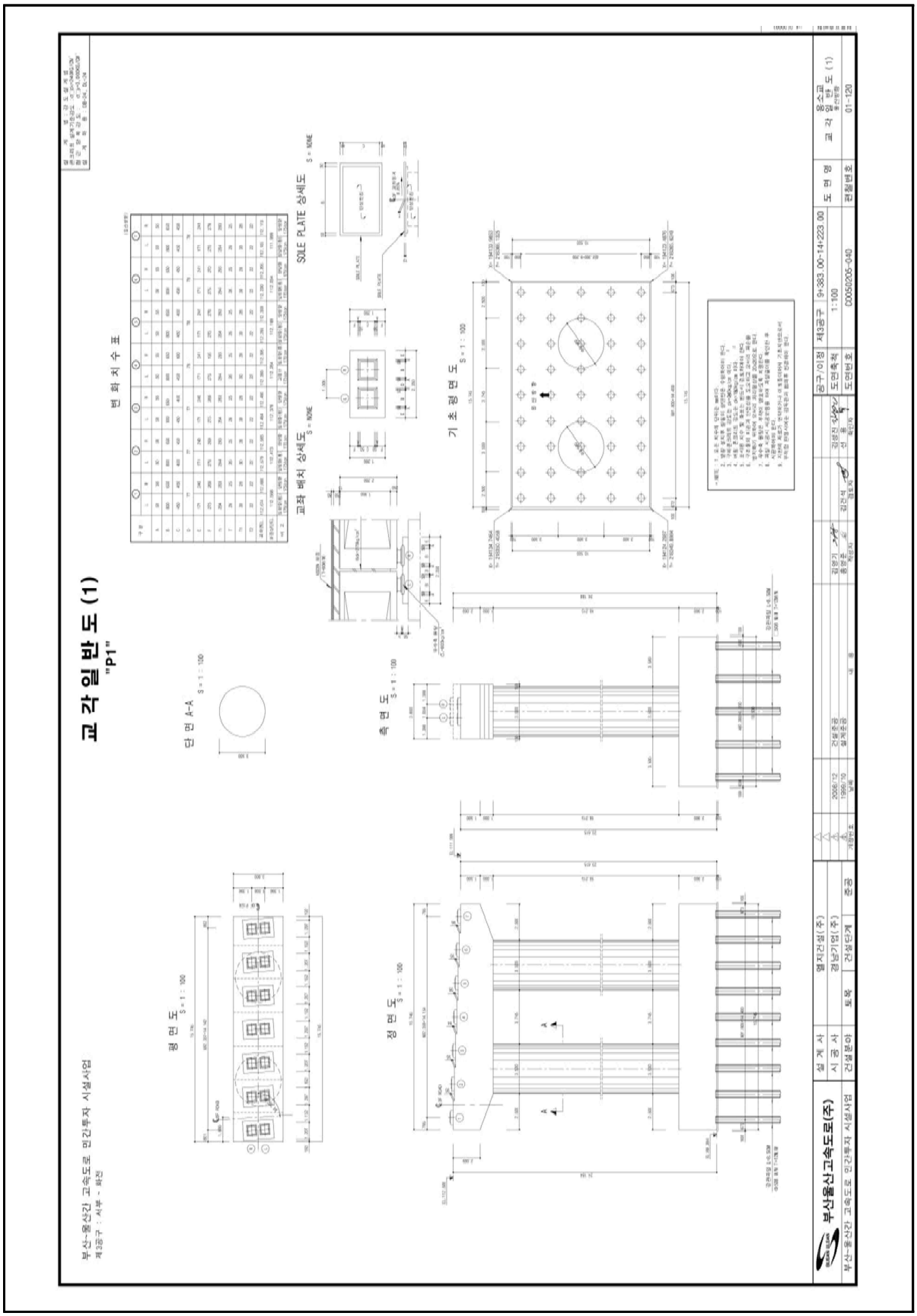
【그림 28.1.4】 슬래브 일반도



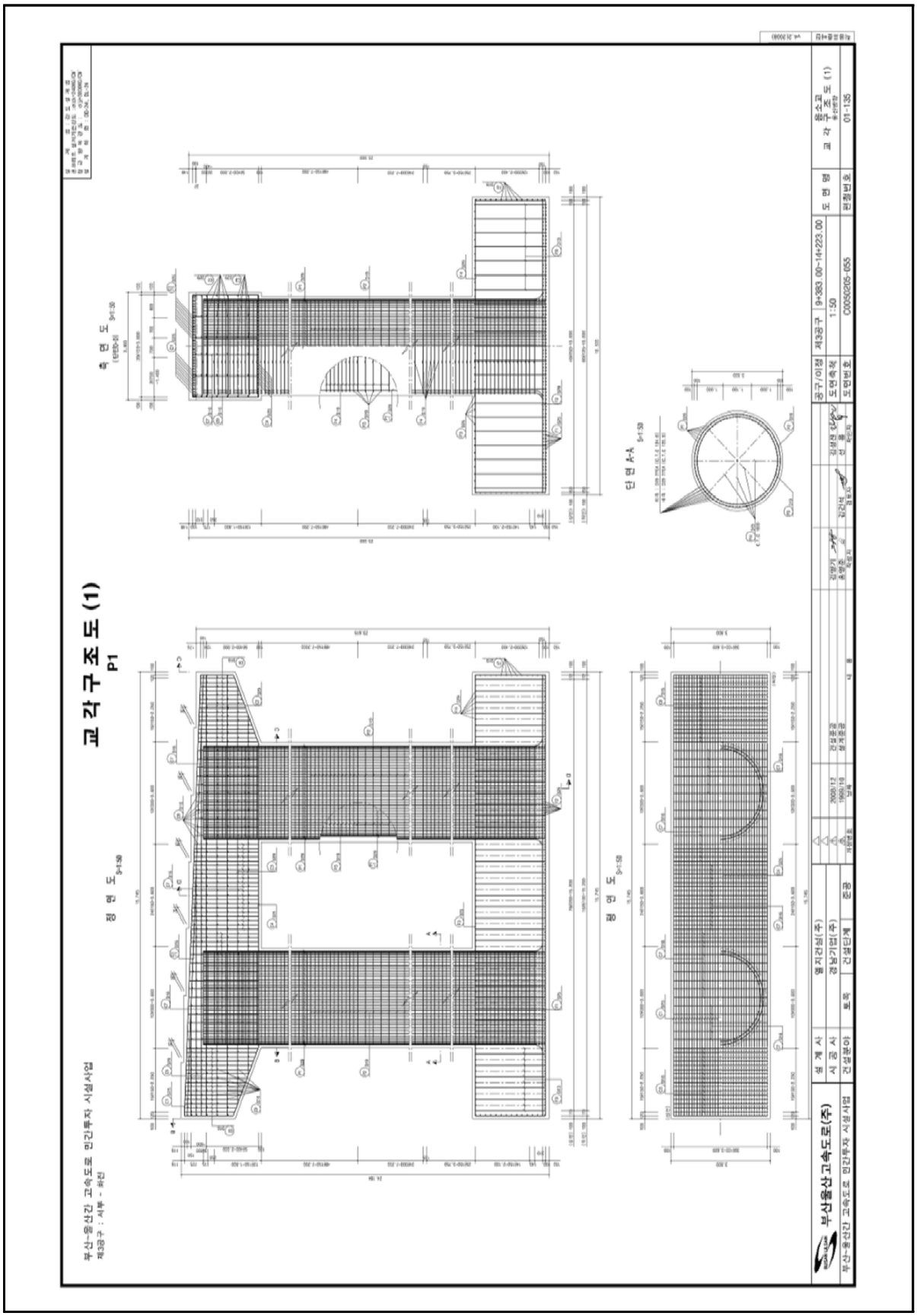
【그림 28.1.5】 교대 A1 일반도



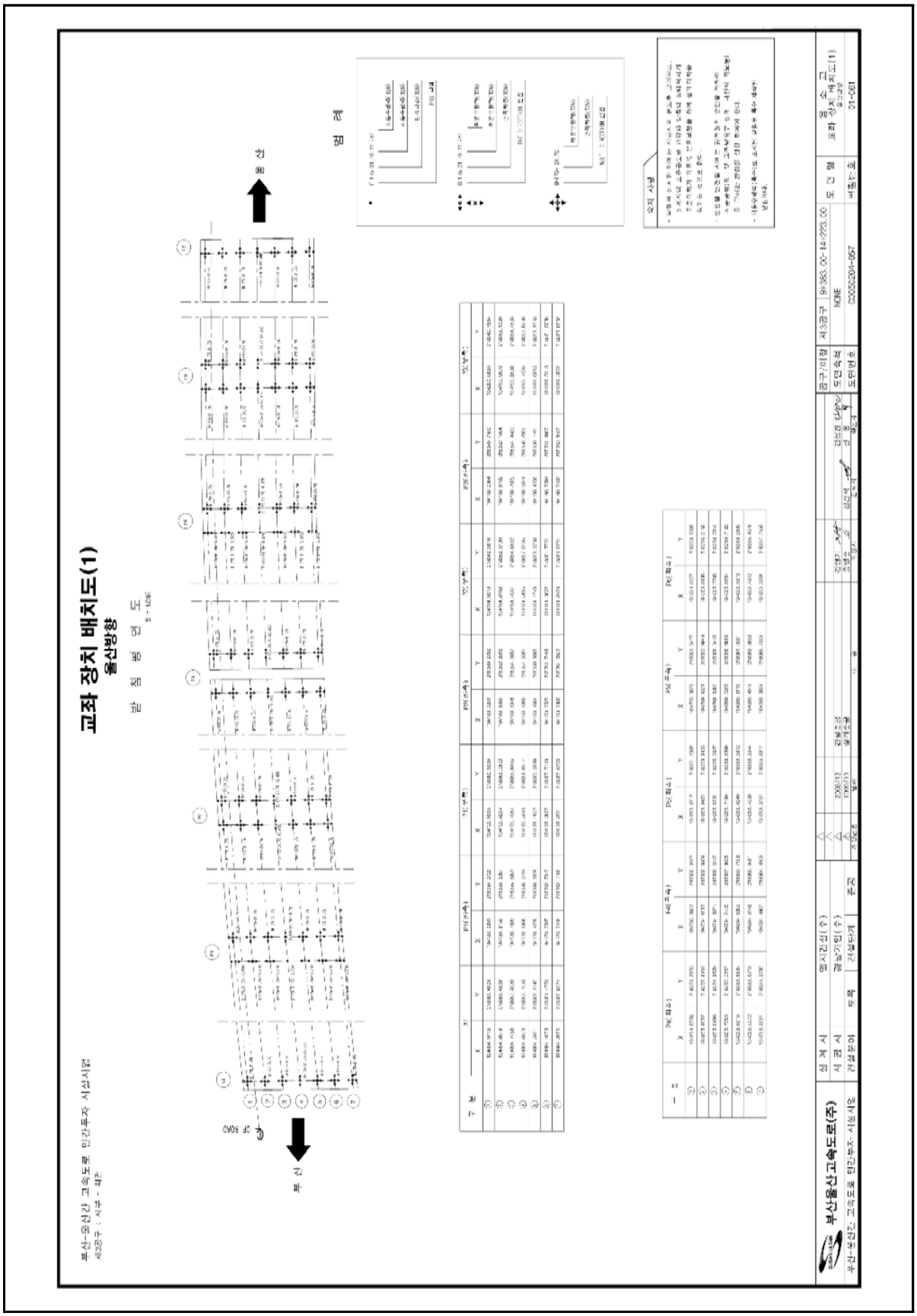
【그림 28.1.6】 교대 A1 구조도



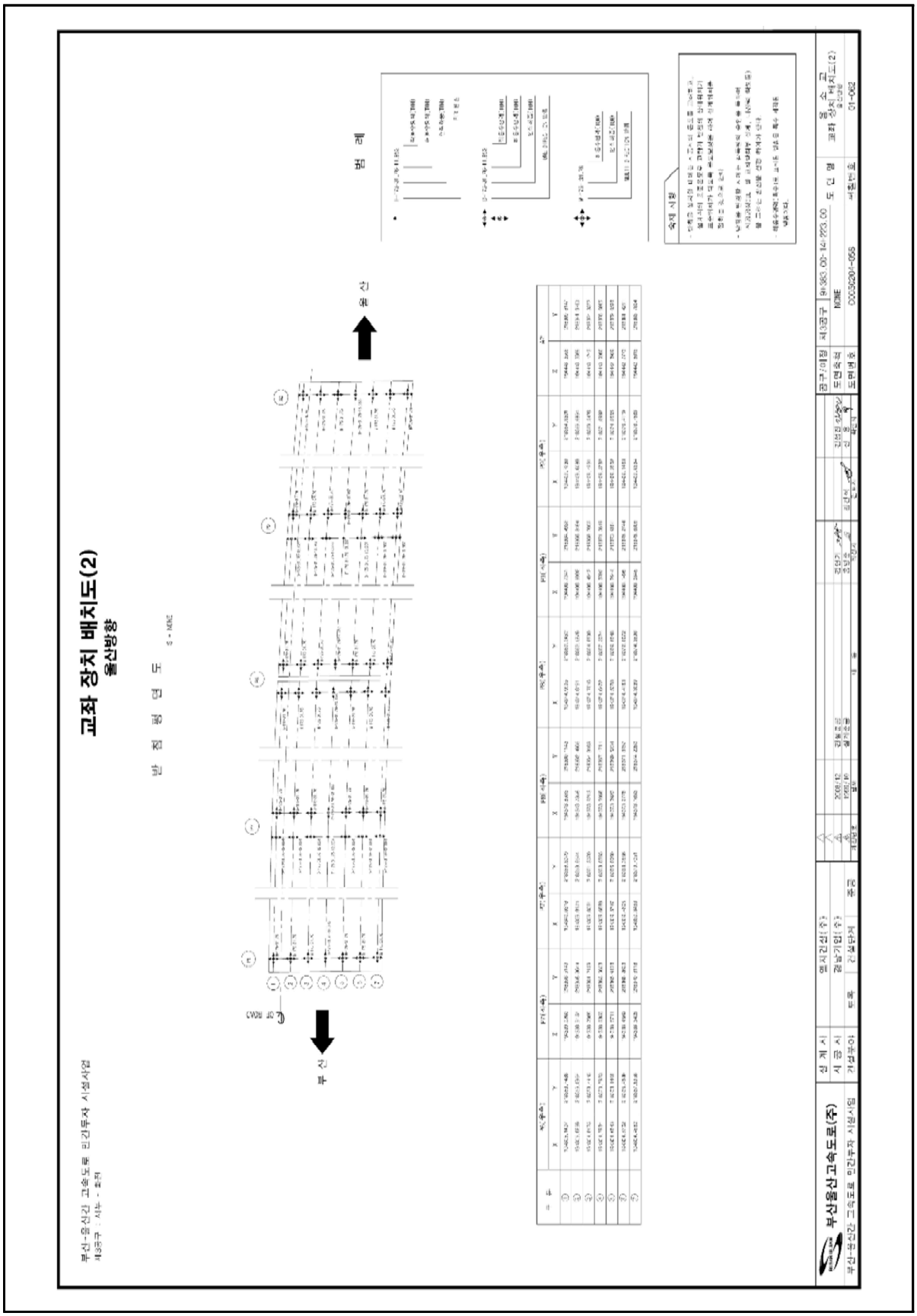
【그림 28.1.7】 교각 P1 일반도



【그림 28.1.8】 교각 P1 구조도



【그림 28.1.9】 교량받침 배치도(1)



【그림 28.1.10】 교량받침 배치도(2)

28.2 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.

28.2.1 자료수집 현황

【표 28.2.1】 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) ◦부산울산고속도로~동부산관광단지 연결도로 건설공사 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	◎	◦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) ◦2021년 정밀안전점검 ◦2023년 정밀안전점검
보수·보강 관련자료		◎	◦ 보수·보강 이력사항

28.2.2 설계자료 검토

가. 구조물 현황 및 특성

구 분	구조물 현황 및 제원
상부구조	◉ 교량형식 : PSC Girder ◉ 기하학적 형상 - 평면선형 : 곡선 R=1,600m - 편 경 사 : (-)4.00% - 종단기울기 : (-)1.3923~(+)0.8500% ◉ 상부구조 제원 - 경간구성 : L = 350.0m (2(3@35.0)+2(2@35.0)) - 폭원구성 : B = 16.2m 편도3차로 - 포 장 : LMC포장 ◉ PSCI구간 - 바 닥 판 : T=240㎜, 캔틸레버 길이 : 좌 1,070㎜/우 1,070㎜ - 거더제원(BxH) : 0.72m x 2.2m
하부구조	◉ 교대형식 : 역T형 ◉ 교각형식 : π형 - 라멘형 : 원형(D=3.5m) ◉ 기초형식 - 교대 : A1, A2 파일기초 - 교각 : 직접기초
기 타	◉ 교량받침 : 탄성받침 ◉ 신축이음 : MonoCell(A1,P3,P8,A2), Rail (P6) Joint ◉ 난간연석 : 콘크리트 방호벽 및 중분대(H=1.00m), 난간(H=0.27m) ◉ 배수시설 : 스테인레스 강관(하천형, 육교형 ∅150㎜) ◉ 점 검 로 : 교각 점검로 설치(P1 ~ P9)

나. 구조계산서(2008.12) 검토결과

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>설계기준</td><td>■ 도로교 표준시방서(1996, 건설교통부)
■ 콘크리트 표준 시방서(1996, 건설교통부)
■ 도로 설계 요령(1996, 한국도로공사)</td></tr>
<tr><td>설계방법</td><td>■ P.S.C BEAM 바닥판 : 강도 설계법(USD)
■ P.S.C BEAM GIRDER : 허용응력 설계법(WSD)
■ 하부구조 : 강도 설계법(USD)
■ 적용 설계법
– 강도 설계법(USD) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될때에 콘크리트 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 하중계수 (LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법
– 허용응력 설계법(WSD) : 철근콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법</td></tr>
<tr><td>하중조건</td><td>■ 강도 설계법
– 극한 하중을 적용
■ 허용응력 설계법
– 사용 하중을 적용
– 사하중, 크리프, 활하중, 지지점의 부등침하, 온도변화, 풍하중, 건조수축, 지진하중 등</td></tr>
<tr><td>사용재료</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">하중조건</th><th colspan="2">사용재료</th></tr>
<tr><th>상부구조</th><th>하부구조</th></tr>
<tr><td rowspan="2">■ 사하중
– 철근콘크리트 : 2.50 t/㎥
– A S C O N : 2.30 t/㎥

■ 활하중
– DB-24, DL-24</td><td>■ 콘크리트
– fck : 270kg/㎠ (바닥판)
– fck : 400kg/㎠ (주 형)

■ 철 근
– fy : 4,000kg/㎠</td><td>■ 콘크리트
– fck : 240kg/㎠

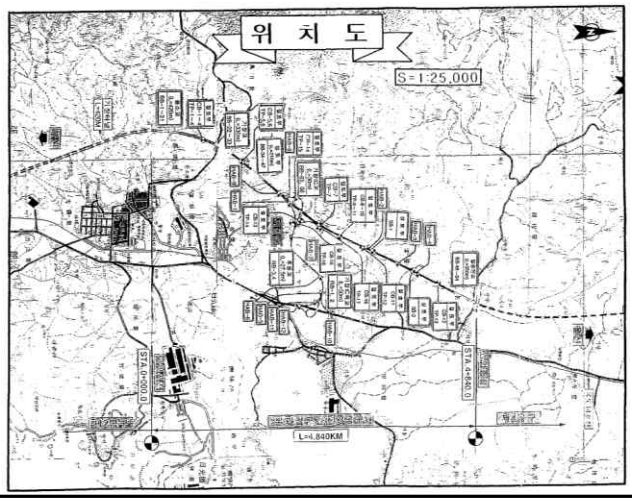
■ 철 근
– fy : 3,000kg/㎠</td></tr>
<tr><td colspan="2">■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/㎠
■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/㎠</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

다. 토질 및 지반조사 자료검토

본 교량의 설계 당시 27개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지표로부터 충적층, 풍화암층, 연암층, 경암층 순으로 구성되어 있는 것으로 조사되었으며, 토질조사보고서(부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 지반조사보고서(제3공구 서부~화전), 2005.03)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 시추조사(2005.03) 위치

구 간	공 번	위치(STA.)	이동거리	지반고(m)	비 고
용소교	BB-1	0K+043	중앙	105.04	부산방향
	BB-2	0K+070	중앙	93.51	울산방향
	BB-2-1	0K+073	중앙	96.41	부산방향
	BB-3	0K+100	중앙	87.84	부산방향
	BB-3-1	0K+104	중앙	80.45	울산방향
	BB-4	0K+130	중앙	73.67	울산방향
	BB-4-1	0K+122	좌 13.0m	76.93	부산방향
	BB-5	0K+166.5	중앙	66.55	울산방향
	BB-6	0K+153.5	우 14.0m	73.53	울산방향
	BB-7	0K+190	우 3.5m	74.57	부산방향
	BB-8	0K+190	우 3.0m	68.81	울산방향
	BB-9	0K+218.5	중앙	63.59	울산방향
	BB-10	0K+218.5	중앙	68.78	부산방향
	BB-11	0K+246.5	우 4.5m	64.17	울산방향
	BB-12	0K+250	좌 6.0m	65.12	부산방향
	BB-13	0K+272	우 2.5m	65.95	울산방향
	BB-14	0K+283	좌 3.5m	66.64	부산방향
	BB-15	0K+308	우 4.0m	77.01	울산방향
	BB-16	0K+310	좌 7.0m	67.46	부산방향
	BB-17	0K+340	우 2.5m	75.89	울산방향
	BB-17-1	0K+343	중앙	91.27	울산방향
	BB-18	0K+370	우 4.0m	103.12	울산방향
	BB-18-1	0K+374	좌 10.m	82.14	부산방향
	BB-19	0K+400	중앙	94.60	부산방향
	BB-20	0K+397	중앙	106.37	울산방향
	BB-20-1	0K+432	좌 3.0m	103.57	부산방향
	BB-21	0K+460	좌 8.0m	109.29	부산방향



2) 시추조사(2005.03) 결과

공번	충 적 층							풍화암	연암	경암	계	비고
	실트질 점토	모래질 실트	실트질 모래	모래질 자갈	모래질 점토	점토질 모래	점토질 자갈					
BB-1	-	-	4.5	-	-	-	-	-	3.5	-	8.0	
BB-2	-	-	9.0	-	-	-	-	6.0	-	-	15.0	
BB-2-1	-	-	4.8	-	-	-	-	-	3.2	-	8.0	
BB-3	-	-	2.6	-	-	-	4.2	0.5	3.0	-	10.3	
BB-3-1	-	-	4.9	-	-	-	2.0	0.3	3.0	-	10.2	
BB-4	-	-	3.2	-	-	-	3.8	2.0	3.0	-	12.0	
BB-4-1	-	-	2.2	4.6	-	-	-	0.2	2.0	1.0	10.0	
BB-5	-	-	5.2	-	-	-	1.6	0.2	3.0	-	10.0	
BB-6	-	-	2.8	3.5	0.5	-	-	3.2	3.0	-	13.0	
BB-7	-	-	6.4	6.8	-	-	-	3.8	1.5	1.0	19.5	
BB-8	-	-	6.3	2.5	-	-	-	7.8	-	-	16.6	
BB-9	-	-	-	2.0	-	-	-	6.5	3.0	-	11.5	
BB-10	-	-	5.5	-	-	-	-	4.0	0.5	1.0	11.0	
BB-11	-	-	2.0	1.0	-	-	-	2.5	3.0	-	8.5	
BB-12	-	-	0.3	2.2	-	-	-	-	3.0	-	5.5	
BB-13	-	-	-	1.3	-	-	-	-	3.2	-	4.5	
BB-14	-	-	2.0	3.0	-	-	-	3.5	0.5	1.0	10.0	
BB-15	-	-	-	-	-	-	2.2	-	3.8	-	6.0	
BB-16	-	-	5.7	1.3	-	-	-	1.8	2.5	1.0	12.3	
BB-17	-	-	-	1.0	-	-	-	-	3.0	-	4.0	
BB-17-1	-	-	-	2.5	-	-	-	-	3.0	-	5.5	
BB-18	-	-	-	2.8	-	-	-	-	3.2	-	6.0	
BB-18-1	-	-	3.7	2.9	-	-	-	0.3	3.0	-	9.9	
BB-19	-	-	4.5	3.3	-	-	-	-	3.2	-	11.0	
BB-20	-	-	2.2	1.8	-	-	-	-	2.0	1.0	7.0	
BB-20-1	-	-	5.5	-	-	-	-	2.5	3.0	-	11.0	
BB-21	-	-	1.5	5.5	-	-	-	2.0	3.0	-	12.0	

3) 시추조사(2005.03) 결과 요약

구 분	지 층 특 성
충적층	· 본 층은 GL-0.0~GL-13.2m까지 분포하고 있으며, 주로 실트질 모래 및 모래질 자갈층으로 구성되어 있고 황갈색을 띠고 있고 있으며, 습윤상태로 매우 조밀한 상태를 보이고 있다. N치는 3/30~50/1(1회/㎝)로 나타났다.
풍화암층 (Weathered Rock)	· 본 층은 기반암인 안산암이 풍화되어 형성된 층으로 모암의 조직과 형태는 보존하고 있으나, 역학적 성질 및 화학적 조성이 상실되거나 변질된 상태로 충적층 하부에서 0.2~0.7m의 두께로 분포하며 시추시 시료는 원위치에서는 굳고 단단하나, 타격에 의해 암편 및 실트섞인 모래로 분해되며 매우 조밀하고 황갈색을 띠고 있다. N치는 50/10~50/1(1회/㎝)로 나타났다.
연암층 (Soft Rock)	· 본 층은 기반암인 안산암이 부분적인 풍화를 받아 형성된 층으로서, 연경이 교호되며 균열 및 절 리가 발달되어 있고, 부분적으로 풍화가 협재되어 있다. 암회색이나 담회색을 띠며 풍화암층하 0.5~3..8m 두께로 분포하고 있고 조각상의 코아가 채취되었다. T.C.R은 21~100%까지 분포하며 R.Q.D는 0~40%까지 분포하는 것으로 나타났다.

4) 공내지하수위(2005.03) 측정결과 요약

공번	지반고(m)	지하수위 (G.L-m)	비고
BB-1	105.04	심도이하	
BB-2	93.51	5.3	
BB-2-1	96.41	6.3	
BB-3	87.84	5.2	
BB-3-1	80.45	3.2	
BB-4	73.67	6.0	
BB-4-1	76.93	3.0	
BB-5	66.55	3.2	
BB-6	73.53	3.5	
BB-7	74.57	3.0	
BB-8	68.81	3.4	
BB-9	63.59	3.1	
BB-10	68.78	4.0	
BB-11	64.17	2.8	
BB-12	65.12	2.8	
BB-13	65.95	3.1	
BB-14	66.64	3.7	
BB-15	77.01	2.7	
BB-16	67.46	3.8	
BB-17	75.89	심도이하	
BB-17-1	91.27	4.0	
BB-18	103.12	심도이하	
BB-18-1	82.14	3.2	
BB-19	94.60	8.1	
BB-20	106.37	5.6	
BB-20-1	103.57	9.0	
BB-21	109.29	심도이하	

28.2.3 시설물 점검이력

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

【표 28.2.2】 용소교(울산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
1	정기안전점검	2025-03-03~ 2025-06-30	한국도로공사	양호	· 교면포장균열,뒤채움부균열및파손등 · 배수시설배수구막힘,배수관고정대탈락등 · 신축이음후타콘크리트균열및망상균열,고무재파손,하부누수등 · 교량받침플레이트부식,탄성받침고무패드들뜸,스토퍼협착,유간토사퇴적등 · 바닥판지점부협착박리등 · 거더지점부균열등 · 2차부재/가로보재료부족등 · 교대흉벽열화및백태,균열부백태,협착파손,구체철근노출등 · 교각코핑부체수흔적및철근노출등
2	정기안전점검	2024-09-01~ 2024-12-30	한국도로공사	양호	거더:균열,망상균열,파손,배부름 바닥판:균열,균열부백태,파손 교량받침:플레이트부식,탄성패드들듬,균열,받침콘크리트박락및파손 교대:균열,망상균열,보수부균열,균열부백태,보수부들뜸,철근노출 교각:균열,망상균열,긁힘,체수흔적,표면오염명판탈락 신축이음:후타콘크리트균열및망상균열,고무재파손,하부누수, 본체 부식 교면포장:균열,망상균열,패임파손 배수시설:집수구막힘,배수관고정대탈락,배수관길이부족,배수관부식 난간및연석:균열,균열부백태,재료분리,파손 2차부재:가로보균열,백태,철근노출,들뜸,재료분리,배부름 점검시설:상태양호
3	정기안전점검	2024-03-01~ 2024-06-30	한국도로공사	양호	교면포장균열,파손등 배수시설배수관길이부족등 난간중분대균열,균열부백태등 신축이음고무재열화및균열,하부누수,유간토사퇴적등 교량받침받침몰탈균열,받침플레이트부식등 바닥판균열,균열부백태등 거더지점부파손,인양홀주변콘크리트파손등 2차부재가로보균열및들뜸등 교대균열부백태,표면오염등 교각균열,파손,표면오염등

【표 28.2.2】 용소교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
4	정기안전점검	2024-03-01~ 2024-06-28	자체수행	양호	교면포장접속부포장파손등 배수시설배수관고정대탈락등 난간중분대균열등 신축이음고무재균열,후타콘크리트접속부균열,유간토사퇴적등 교량받침플레이트부식등
5	정밀안전점검	2023-02-20~ 2023-12-22	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장LMC균열,망상균열,패임(골재탈리),접속부파손 -방호벽균열(0.3㎜미만,0.3㎜이상),균열부백태,재료분리,파손 -배수시설집수구막힘,배수관길이부족및부식,고정대탈락 -신축이음후타재균열,본체부식,고무재파손,하부누수,유간토사퇴적,차수판연결불량등 -바닥판균열(0.3㎜미만),균열부백태,지점(A1)파손(협착) -거더균열(0.3㎜미만),망상균열,파손,배부름 -가로보균열(0.3㎜미만),백태,철근노출,들뜸,재료분리,배부름 -교량받침Plate부식,도장박리,균열(0.3㎜미만),박락,철근노출,탄성패드들뜸,스토퍼밀착 -교대/교각균열(0.3㎜미만),보수부재균열,망상균열,균열부백태,보수부들뜸,철근노출,긁힘,표면오염,체수흔적
6	정기안전점검	2023-03-06~ 2023-06-05	자체수행	양호	· 교면포장 LMC포장 균열, 망상균열 등 · 난간중분대 균열(cw=0.3㎜ 미만, 미상), 균열부백태, 재료분리 등 · 배수시설 집수구 막힘, 배수관 길이 부족, 배수관 고정대 탈락 등 · 신축이음 고무재 누후화 및 누수, 후타재 균열 등 · 바닥판 균열(cw=0.3㎜미만) 등 · 거더 균열, 망상균열, 백태 등 · 2차부재 가로보 균열, 백태, 들뜸 등 · 교량받침 플레이트 부식, 스토퍼 밀착, 받침몰탈 균열 등 · 하부구조 교대 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 재균열 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3㎜미만), 긁힘, 체수흔적, 표면오염, 명판탈락 등
7	정기안전점검	2022-07-14~ 2022-08-12	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함 등 세부결과 보고서 참고
8	정기안전점검	2022-05-16~ 2022-06-15	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고

【표 28.2.2】 용소교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
9	정밀안전점검	2021-03-03~ 2021-12-22	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장LMC포장균열,망상균열 -방호벽균열(0.3mm미만,0.3mm이상),균열부백태,재료분리 -배수시설집수구막힘,배수관길이부족,고정대탈락 -신축이음고무재파손및누수,후타재균열등 -바닥판균열(0.3mm미만) -거더균열(0.3mm미만),망상균열,파손등 -가로보균열(0.3mm미만),백태,들뜸 -교량받침Plate부식,스토퍼밀찰,받침몰탈균열등 -하부구조균열(0.3mm미만),망상균열,표면오염등
10	정기안전점검	2021-06-28~ 2021-06-28	자체수행	양호	· 거더:인양홀주변콘크리트파손 · 2차부재:가로보재료분리,철근노출,백태,파손,거푸집미제거 · 교량받침:받침플레이트부식,받침몰탈균열(cw=0.3㎜미만) · 하부구조(교대):균열(cw=0.3㎜미만),망상균열,파손,균열부백태,백태,철근노출,표면오염 · 하부구조(교각):균열(cw=0.3㎜미만,이상),파손,망상균열,표면오염,균열부백태 · 신축이음:후타재균열,후타재망상균열,차수판볼트탈락및연결불량,유간토사퇴적 · 교면포장:콘크리트균열(cw=0.3㎜미만),콘크리트동공및망상균열 · 난간연석:균열(cw=0.3㎜미만),재료분리,파손및긁힘,난간볼트이완 · 배수시설:집수구막힘,배수관길이부족
11	정기안전점검	2020-07-15~ 2020-07-15	자체수행	양호	이상없음
12	정기안전점검	2020-06-30~ 2020-06-30	자체수행	양호	양호함
13	정밀안전점검	2019-03-19~ 2019-12-22	한국시설기술단(주)	B등급	-바닥판:균열(폭0.3㎜미만),파손 -PSCI거더:균열(폭0.3㎜미만),망상균열,파손,배부름 -콘크리트가로보:균열(폭0.3㎜미만),백태,파손,파손및철근노출,들뜸등 -교 대 : 균열(폭 0.3㎜미만, 이상), 균열부백태, 백태, 파손, 철근노출, 표면오염 -교 각 : 균열(폭 0.3㎜미만), 파손, 긁힘, 철근노출, 표면오염, 체수, 교각명판 탈락 -교량받침:플레이트부식,스토퍼밀착,받침몰탈,콘크리트균열(폭0.3㎜미만),박락,재료분리등 -신축이음:고무재파손,유간토사퇴적,후타재균열,망상균열,이격,차수판연결불량등 -교면포장:콘크리트균열,망상균열,패임,공동,파손 -배수시설:집수구막힘,배수관길이부족 -방호벽:균열(폭0.3㎜미만,이상),균열부백태,재료분리,파손 -점검시설:앵커볼트절단흔적,연단거리부족,앵커볼트매입길이부족

【표 28.2.2】 용소교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검 · 진단내용
14	2종성능평가	2019-03-19~ 2019-12-22	한국시설기술단(주)	B등급	-바닥판의균열,파손,거더의균열,망상균열,파손,배부름,가로보의균열,백태,파손및철근노출,교대및교각의균열,파손,균열부백태,긁힘,철근노출,교량받침의플레이트부식,스토퍼밀착,받침몰탈콘크리트균열,신축이음의고무재파손,유간토사퇴적,후타재균열,망상균열,이격,교면포장의콘크리트균열,망상균열,배수시설의배수관길이부족,방호벽의균열,파손,점검시설의앵커볼트절단흔적등이조사됨. -내구성시험결과,내구성저하요인은조사되지않았으며,구조해석검토결과,안전성을확보하고있음. -안전성능평가결과(B),내구성능평가결과(B),사용성능평가결과(B) -종합평가결과 "일부부재에경미한결함이나내구성저하가능성이조사되었으며,외부환경조건등을고려하여진행여부를지속관찰하고보수여부를결정하여야하는성능수준" 인 "B등급" 으로평가됨.
15	정기안전점검	2019-04-05~ 2019-04-05	자체수행	양호	신축이음갓길유간토사퇴적 교량받침녹발생/하부배수로및집수정토사퇴적
16	정기안전점검	2018-07-17~ 2018-07-17	자체수행	양호	- 양호함
17	정기안전점검	2018-03-27~ 2018-03-27	자체수행	양호	- 양호함
18	정밀안전점검	2017-10-16~ 2017-12-22	자체수행	B등급	· 바닥판박락 · 거더인양홀주변파손,배부름및가로보백태,박락,재료분리 · 하부구조균열및백태,철근노출,표면오염 · 교량받침Plate부식,몰탈균열 · 신축이음후타재균열,유간토사퇴적,고무재파손,차수판연결불량 · 교면포장LMC포장균열및망상균열,포장파손 · 방호벽균열,파손,재료분리 · 배수시설집수구막힘,배수관길이부족
19	정기안전점검	2017-09-14~ 2017-09-14	자체수행	양호	- 양호함
20	정기안전점검	2017-06-30~ 2017-06-30	자체수행	양호	- 양호함
21	정기안전점검	2016-07-20~ 2016-07-20	자체수행	양호	- 양호함

【표 28.2.2】 용소교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검 · 진단내용
22	정기안전점검	2016-04-13~ 2016-04-13	자체수행	양호	- 양호함
23	정밀안전점검	2015-05-27~ 2015-12-22	(재)한국재난 연구원	B등급	바닥판하면:상태양호/거더:인양홀주변파손/가로보: 백태, 파손, 재료분리, 재료분리 및 철근노출, 거푸집미제거/교대 및 교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 망상균열, 균열부백태 등/신축이음 : 후타재균열, 후타재망상균열, 유간토사퇴적, 고무재파손, 차수판연결불량 등/방호벽 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 파손, 긁힘, 재료분리 등/배수시설 : 집수구막힘, 배수관길이부족/교량받침 : 받침몰탈균열, Plate 부식
24	정기안전점검	2015-03-30~ 2015-03-30	자체수행	양호	- 양호
25	정기안전점검	2014-11-24~ 2014-11-24	자체수행	양호	양호
26	정기안전점검	2014-04-21~ 2014-04-21	자체수행	양호	양호
27	정밀안전점검	2013-10-01~ 2013-12-03	자체수행	A등급	벽체균열
28	정기안전점검	2013-05-09~ 2013-05-09	자체수행	양호	양호
29	정기안전점검	2012-08-01~ 2012-08-02	자체수행	양호	양호
30	정기안전점검	2012-04-18~ 2012-04-18	자체수행	양호	양호
31	정기안전점검	2011-10-04~ 2011-10-07	자체수행	양호	양호
32	정기안전점검	2011-04-20~ 2011-04-21	자체수행	양호	이상없음
33	정기안전점검	2010-07-07~ 2010-12-08	자체수행	양호	벽체 균열 주사기미제거,조인트 고무판 찢어짐
34	정밀안전점검	2010-03-10~ 2010-05-09	자체수행	A등급	신축이음 고무재 일부 손상
35	정기안전점검	2009-08-04~ 2009-11-25	자체수행	양호	이상없음
36	정기안전점검	2009-03-06~ 2009-06-30	자체수행	양호	이상없음
37	정밀안전점검	2008-08-14~ 2008-12-31	(주)다린이앤씨	A등급	문제점이 없는 최상의 상태

28.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
교면포장	◦교면포장에 대한 외관조사 결과, 본선 포장부는 LMC 균열 및 패임이 발생하였으며, 접속부(A1, A2)에서 콘크리트 파손이 조사되었다.	
방호벽	◦방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만, 0.3㎜이상), 균열부백태, 재료분리, 파손이 발생한 것으로 조사되었다.	
배수시설	◦배수시설에 대한 외관조사결과, 상부 집수구 막힘, 배수관 길이부족 및 부식, 고정대 탈락이 발생한 것으로 조사되었다.	
신축이음	◦신축이음에 대한 외관조사 결과, 본체 고무재 파손이 발생하여 하부 누수가 조사되었으며, 후타재 균열(0.3㎜미만) 및 망상균열, 유간토사퇴적, 본체 부식, 차수판 연결불량 및 볼트탈락이 발생한 것으로 조사되었다. ◦신축이음 유간검토 신축이음 유간을 각 지점에서 측정한 결과 온도변화에 따른 가동량은 이론치와 유사한 것으로 조사되어 원활한 신축거동을 하고 있는 것으로 평가되고, 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었으나, 지점(A1)의 바닥판은 점검일 현재 신장 여유량이 부족하여 협착이 발생한 것으로 조사되었다. 교대(A1)의 흉벽과 바닥판 캔틸레버(우)가 협착되어 바닥판 하면이 경미하게 파손되고, 교대(A1) 외측 보수부 박락이 발생한 상태로서 구조물의 원활한 신축거동을 할수 있도록 지점(A1)은 신장여유량 확보가 필요할 것으로 판단된다.	
바닥판	◦바닥판에 대한 외관조사결과, 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 지점(A1) 협착으로 파손이 발생한 것으로 조사되었다.	
거더	◦거더에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손 및 배부름이 발생한 것으로 조사되었다.	
가로보	◦가로보에 대한 외관조사 결과, 균열, 백태, 철근노출, 들뜸, 재료분리 등이 조사되었다.	
교량받침	◦교량받침에 대한 외관조사결과, Plate 부식 및 도장박리, 몰탈 및 콘크리트 균열(0.3㎜미만), 콘크리트 박락 및 파손, 철근노출, 탄성패드 들뜸, 스토퍼 변형 및 밀착이 발생한 것으로 조사되었다. ◦연단거리 평가 본 교량의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치(375.0㎜)를 상회하는 것으로 조사되어 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다. ◦이동량 평가 본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 -5℃~+35℃ 설계하였으며 설계 시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 측정·검토되었다.	
교대	◦교대에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 재균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 보수부 들뜸, 철근노출이 발생한 것으로 조사되었다.	
교각	◦교각에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 긁힘, 표면오염, 체수흔적, 명판 파손이 발생한 것으로 조사되었다.	
기초	◦용소교(울산)의 설계도서 검토결과, 기초형식은 교대(A1, A2)는 파일기초, 교각(P1~P9)는 직접기초로 시공된 것으로 검토되었으며, 점검일 현재 기초는 노출 없이 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.	

구분	정밀안전진단 결과	비고
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설(교량 점검시설) 교량 점검시설에 대한 외관조사 결과, 앵커볼트의 절단흔적, 앵커볼트 주변 콘크리트 파손 및 균열은 조사되지 않은 건전한 상태이며, 점검시설에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)을 시행한 것으로 확인되었다.	
	◦교면포장은 LMC 포장으로 S1~S10 경간에 시공되어 있으며, 본선 포장균열 및 패임, 접속부 파손이 조사되었으며, 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아닌 것으로 검토되었다. 금회 조사된 손상은 경미한 상태이고 중대한 결함은 발생하지 않은 것으로 검토되었다.	
	◦신축이음은 MonoCell Joint(A1, P3, P8, A2) 및 Rail Joint(P6)가 설치되어 있으며, 후타재 균열, 유간토사퇴적, 하부누수, 본체 고무재 열화 및 파손 등이 조사되었다. 또한 신축이음 유간을 각 지점에서 측정한 결과 가동량은 이론치와 유사한 것으로 조사되어 원활한 신축거동을 하고 있는 것으로 검토되었으며, 금회 점검시 중대한 결함은 발생하지 않은 것으로 검토되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴강도 (MPa)	상부구조		27.9 ~ 28.8	·설계강도 이상을 확보 - 바닥판: 27.0MPa - 교대, 교각: 24.0MPa
	하부구조		26.1 ~ 27.1	
탄산화시험 (㎜)	상부 구조	탄산화깊이	1.7 ~ 8.3	·탄산화 등급은 상부구조 “a” 등급 ·탄산화 등급은 하부구조 “a” 등급
		잔여깊이	33.3 ~ 55.7	
	하부 구조	탄산화깊이	5.8 ~ 7.1	
		잔여깊이	75.9 ~ 91.9	
종합평가	·비파괴강도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정·검토됨. 건전부와 비건전부 비교결과 비건전부의 강도저하는 있으나 설계기준강도 100%이상으로 강도부족에 의한 내구성저하는 없는 것으로 분석됨. ·탄산화시험결과, 상부구조 및 하부구조는 탄산화 잔여깊이는 30㎜이상으로 상태평가 기준 “a” 등급으로 조사되어 탄산화에 대한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 판단됨.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
용소교(울산)	0.257	B	-	-	B
종합평가	•본 용소교(울산)의 상태평가 결과 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한" 「B등급」의 상태로 평가되었다.				

라. 안전등급 지정

안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태"로 지정되었다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

점검부위	결함 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
방호벽	균열(0.3㎜미만)	45.00	11.25	m/㎡	표면처리	65	731	3	
	균열(0.3㎜이상)	1.00	1.00	m	주입보수	80	80	1	
	균열부백태	2.70	1.00	m/㎡	표면처리	65	65	3	
	재료분리	1.50	2.25	㎡	단면보수	240	540	2	
배수시설	집수구 막힘	7	7	EA	청소	20	140	2	
	배수관 고정대 탈락	2	2	EA	고정대 재설치	500	1,000	3	
	배수관 길이부족	1	1	EA	배수관 연장	100	100	3	
신축이음	고무재 파손	36.50	32.40	m	신축이음교체(No.55)	1,200	38,880	2	A1,A2
	하부누수	26.00	16.20	m	신축이음교체(No.100)	2,000	32,400	2	P8
	본체부식	4.00	16.20	m	신축이음교체(No.120)	2,000	32,400	2	P2
	유간토사퇴적	7.00	7.00	m	청소	20	140	2	
	차수판 연결불량	2	2	EA	차수판 재설치	1,000	2,000	3	
	차수판 볼트탈락	2	2	EA	볼트 재체결	50	100	3	
바닥판	균열(0.3㎜미만)	6.10	1.53	m/㎡	표면처리	65	99	3	
	균열부백태	1.50	1.00	m/㎡	표면처리	65	65	3	
	지점(A1) 파손(협착)	0.08	1	㎡/식	유간확보	5,000	5,000	1	S1
거더	균열(0.3㎜미만)	0.50	1.00	m/㎡	표면처리	65	65	3	
	망상균열	0.25	1.00	㎡	표면처리	65	65	3	
	파손	1.30	1.95	㎡	단면보수	240	468	2	
가로보	균열(0.3㎜미만)	1.50	1.00	m/㎡	표면처리	65	65	3	
	백태	0.03	1.00	㎡	표면처리	65	65	3	
	철근노출	0.09	1.00	㎡	방청+단면보수	270	270	1	
	들뜸	2.80	4.20	㎡	단면보수	240	1,008	2	
	재료분리	1.65	2.48	㎡	단면보수	240	595	2	
교량받침	Plate 부식	29	29	EA	재도장	80	2,320	3	
	도장박리	0.01	1	㎡/EA	재도장	80	80	3	
	콘크리트 파손, 박락	0.02	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
	콘크리트 철근노출	0.19	1.00	㎡	방청+단면보수	270	270	1	
교대	균열(0.3㎜미만)	2.60	1.00	m/㎡	표면처리	65	65	3	
	망상균열	1.50	2.25	㎡	표면처리	65	146	3	
	보수부재균열	3.00	1.00	m/㎡	표면처리	65	65	3	
	균열부백태	9.30	2.33	m/㎡	표면처리	65	151	3	
	보수부 들뜸	0.25	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
	철근노출	0.03	1.00	㎡	방청+단면보수	270	270	2	
교각	균열(0.3㎜미만)	45.70	11.43	m/㎡	표면처리	65	743	3	
	망상균열	1.00	1.50	㎡	표면처리	65	98	3	
	긁힘	4.56	6.84	㎡	단면보수	240	1,642	2	
	명판탈락	4	4	EA	재설치	200	800	3	
순 공 사 비							123,471		
제경비(순공사비×0.5)							61,736		
총 공 사 비							185,207		

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

바. 종합결론

1) 용소교(울산)는 준공 후 15년이 경과된 PSC Bema 교량으로 금회 정밀안전점검결과 상부구조(바닥판, 거더)는 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 망상균열, 파손, 배부름이 발생하고 하부구조(교대, 교각)에서 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 망상균열, 보수부 들뜸, 긁힘, 철근노출, 체수흔적 및 표면오염 등이 조사되었다. 교량받침은 Plate 부식 및 도장박리, 몰탈 및 콘크리트 균열(0.3㎜미만), 콘크리트 박락 및 철근노출, 스토퍼 변형 및 밀착이 발생하였으며, 기타부재에서 집수구 막힘, 배수관 길이부족 및 부식, 고정대 파손, 교면포장 균열 및 망상균열, 패임(골재탈리), 접속부 파손, 방호벽 균열(0.3㎜미만, 0.3㎜이상), 균열부백태, 재료분리, 파손 등의 손상이 조사되어 손상부에 대한 적절한 보수가 요구된다.

또한, 신축이음(A1, P3, P8, A2)는 공용기간 증가에 의한 노후화로 본체 고무재 열화 및 파손이 조사되었으며, 손상부로 표면수가 유입되어 하부누수가 발생하고 2차 손상으로 콘크리트 부재의 표면오염, 교량받침 Plate 부식 등의 손상을 유발하고 있어 신축이음 교체가 요구된다.

지점(A1) 바닥판은 점검일 현재 신장 여유량의 부족으로 교대(A1) 흉벽과 바닥판 캔틸레버(우)가 협착되어 파손 및 흉벽 우측 보수부 들뜸이 발생하였으며, 구조물의 원활한 신축거동을 할 수 있도록 지점(A1) 신장여유량 확보 후 손상부에 대한 보수가 요구된다.

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

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

4) 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부
- 금회 정밀안전점검 실시결과 시설물의 사용제한 필요 없는 것으로 판단된다.

5) 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 지점(A1) 바닥판 신장여유량 부족, 주변 손상발생 유무
- 교면포장 균열 및 패임(골재탈리) 등의 손상의 심화 유무
- 신축이음의 고무재 열화 및 파손으로 하부누수 및 2차손상 발생 유무

6) 기타 필요한 사항
- 없음

28.2.5 시설물 보수 이력

【표 28.2.3】 용소교(울산) 보수이력사항

번호	공사명 공사기간	공사 구분	보수·보강공사 부위 공사내역	설계자 공사비(천원)	시공자 책임기술자
1	2024년~2025년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	가로보 등	(주)엠케이에스이	태정산업개발(주)
	2024-05-13 ~ 2024-08-30		단면보수 등	11,991	이선우
2	2022년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	교대	(주)엠케이에스이	진양건설(주)
	2022-01-03 ~ 2022-12-31		단면보수(5m)	4,000	이재명
3	2019년 구조물 정밀안전진단 및 점검 결함사항 보수공사	보수	가로보 등	지엘부	지엘부
	2020-08-28 ~ 2020-12-28		표면보수 등	17,008	조재성
4	2018년 부산포항선 교량 보수공사	보수	방호벽 보수작업(S3,S10)	김병우	(주)예일개발
	2018-11-01 ~ 2018-12-26		방호벽 보수작업(S3,S10) - 균열 0.3MM 이상 / 균열보수(에폭시 주입) 1.30M	320	전상우

28.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

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

【표 28.2.4】 내진설계 여부

적용유무	내진설계	비고
내진설계 적용	- 시설물관리대장(FMS)에 내진설계 적용으로 표기됨	

시설물번호	관리번호	시설물명	노선 구분	노선 세부노선	시설물분류 시설물종류	시설물분류 시설물종별	시설물분류 시설물구분	시설물분류 SOC성능평가대상
BR2008-0000976		용소교(울산)	고속국도	고속국도65호선	1종시설물에 해당하지 않는 연장 100미터이상의 교량	2종	교량	유

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분 공공 중앙부처	관리주체구분 공공 지자체	관리주체구분 공공 (국가/지방)공기업	관리주체구분 민간	소유자	소유자구분 공공 중앙부처	소유자구분 공공 지자체	소유자구분 공공 (국가/지방)공기업	소유자구분 민간
부산광역시	기장군	기장읍 서부리 산 9-5		부산울산고속도로(주)				V	국토해양부				

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2008년 12월 31일	2015년 12월 31일	유	유	유		용소교(울산)-상부.JPG 용소교(울산)-측면.JPG

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
1997-12-27 ~ 1999-10-11	LG건설	2001-11-29 ~ 2008-12-31	경남기업(주)	7,487

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오			부산울산고속도로(주)	부산울산고속도로 민간투자시설 사업	한국도로공사

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2008년 12월 18일	부산울산고속도로(주) (인)	2019년 11월 26일	박준형

비고	

설계 조건	◉ 해석방법 - 다중모드 스펙트럼 해석 ◉ 내진설계 상수 - 내진등급 : 내진 1등급 - 가속도계수 : 0.154 · 지진구역계수 0.11 · 위험도계수 1.4(1,000년 재현주기) - 지반종류 : Ⅱ지역 (S=1.2) ◉ 탄성받침 적용	부산~울산간 고속도로 건설공사 구조및수리계산서(Ⅰ) 제3공구 : 서부~화전 1999.10 한국도로공사

28.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

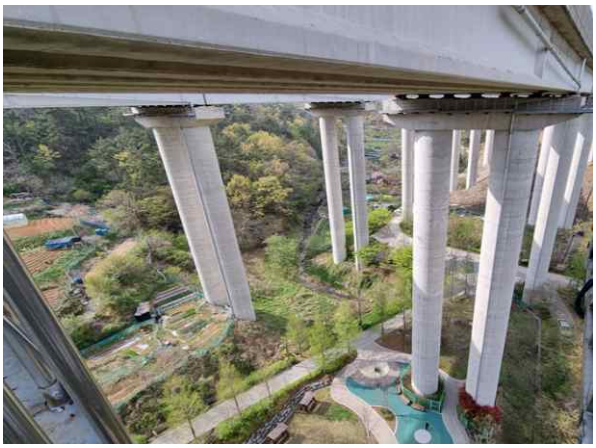
FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

28.2.8 주변환경 및 하중변화

용소교(울산)는 부산광역시 기장군 기장읍 서부리에 위치하며 용소골과 읍내로50번길을 횡단하는 고속국도 65호선상의 교량으로 하부에 용소웰빙공원 및 용소골저수지가 인접하고 시점부 기장1터널, 종점부 기장2터널이 위치하고 있다.

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

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

	
하부 교차 시설 전경	상부 전경

【사진 28.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

28.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 28.2.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

28.3 현장조사

28.3.1 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~S10	도보 및 굴절작업차	2025.03.24.~2025.12.17.	

도보점검 작업전경

굴절작업차 작업전경

비파괴시험

비파괴시험

【사진 28.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

28.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 용소교(울산)은 PSCI Girder 10경간으로 이루어져 있으며, 캔틸레버부를 제외한 바닥판하면은 콘크리트 데크플레이트로 마감되어 있고, 연장은 약 L=350.0m 폭 16.2m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

바닥판하면 전경	바닥판하면 전경

【사진 28.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 백태, 파손이 조사되었다.

【표 28.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	–	–	–	–	–	–	0.16	1
S2	–	–	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	0.06	2	–	–
S5	–	–	–	–	–	–	–	–
S6	3.30	3	–	–	–	–	–	–
S7	2.00	2	0.38	1	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	–	–	–	–
S9	–	–	–	–	–	–	–	–
S10	0.80	1	–	–	–	–	–	–
합계	6.10	6	0.38	1	0.06	2	0.16	1

손상현황	• S1 파손(0.2m×0.8m)	손상현황	• S4 백태(0.1m×0.2m)
원 인	• 신축 거동, 여유량 부족	원 인	• 외기노출, 수분침투
조치방안	• 신장여유량 확보후 보수	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S4 백태(0.2m×0.2m)	손상현황	• S6 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 외기노출, 수분침투	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S7 균열부백태(1.5m×0.25m)	손상현황	• S10 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 균열부 수분침투	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 발생한 균열(0.3㎜미만), 균열부백태이 확인되었으며, 금회 점검 시 캔틸레버부 백태가 신규로 추가 조사되었고, 파손이 진전 조사되었다.

【표 28.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	6.10	6	6.10	6	- -	변동없음
	균열부백태	㎡	0.38	1	0.38	1	- -	변동없음
	백태	㎡	-	-	0.06	2	▲ 0.06	신규손상
	파손	㎡	0.08	1	0.16	1	▲ 0.08	손상진전

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 백태는 캔틸레버부와 프리캐스트 콘크리트 데크플레이트에서 조사되었으며, 조사된 손상의 경우 시공시 건조수축, 온도변화 등의 재료적 특성, 균열부 수분침투 등에 의해 발생한 것으로 판단된다. 기 점검이후 일부 손상이 신규로 조사되었으나, 이는 금회 장비를 이용한 근접조사에 의한 것으로 기존 손상의 진전은 없는 상태이며, 교면포장과 연계된 누수, 열화 등은 관찰되지 않는 국부적인 손상으로 판단되므로 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 백태는 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.
- 파손의 경우 A1 지점부의 신장여유량 부족으로 인해 교대와의 협착이 발생한 것으로 판단되며, 기 점검이후 손상이 소폭 진전되어 방치시 손상이 진전될 우려가 있으므로 구조물의 원활한 거동을 위하여 신장여유량 확보(바닥판 절단, 교대 흉벽 파취 등) 후 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

나. PSCI Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSCI Girder는 폭 0.72m, 높이 2.2m, 7열 10경간, 연장은 약 L=350.0m 폭 16.2m(편도 3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

거더 전경	거더 전경

【사진 28.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 배부름이 조사되었다.

【표 28.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		배부름 (㎡/개소)	
S1	–	–	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	0.04	1	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	0.16	1
S4	–	–	–	–	0.06	1	–	–
S5	–	–	–	–	0.04	3	–	–
S6	–	–	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–	–	–
S8	1.20	2	–	–	–	–	–	–
S9	–	–	0.25	1	–	–	–	–
S10	–	–	–	–	–	–	–	–
합계	1.20	2	0.25	1	0.14	5	0.16	1

<table>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S2-G1 파손(0.2m×0.1m)</td><td>손상현황</td><td>• S3-G7 배부름(0.2m×0.8m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 거더 거치시 시공미흡</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡, 품질관리미흡 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S5-G5 파손(0.1m×0.2m)</td><td>손상현황</td><td>• S8-G7 균열(0.1㎜/0.5m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡, 외부충격</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S9-G7 망상균열(0.5m×0.5m)</td><td>손상현황</td><td>• 거더 S5-G2 파손 보수실시</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화 등</td><td>원 인</td><td>• -</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• -</td></tr>
</table>

【사진 28.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 발생한 파손에 대하여 전반적인 보수가 실시되었으며, 미 보수된 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 배부름이 확인되었고, 균열(0.3㎜미만)이 1개소 추가 조사되었다.

【표 28.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	균열(0.3㎜미만)	m	0.50	1	1.20	2	▲ 0.70	신규손상
	망상균열	㎡	0.25	1	0.25	1	- -	변동없음
	파손	㎡	1.30	50	0.14	5	▼ 1.16	일부보수
	배부름	㎡	0.16	1	0.16	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 거더에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거더 단부에서 발생한 손상으로 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 조사된 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되나 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 파손의 경우 전반적으로 보수가 실시되었으며, 미 보수된 손상은 거더 거치시 시공미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다. 금회 조사시 확인된 거더 파손에 대한 보수부의 상태는 양호한 것으로 판단된다.
- S3-G7에서 조사된 배부름의 경우 거더 제작시 품질관리 미흡, 시공미흡 등에 의한 것으로 판단되며, 손상의 진전이 확인되지 않고, 거더의 구조적 결함이 발생하지 않은 상태이므로 진전 여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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

가로보 전경	가로보 전경

【사진 28.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 백태, 층분리, 재료분리, 배부름 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 28.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		층분리 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		배부름 (㎡/개소)	
S1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S2	1.50	2	0.03	1	0.16	1	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	0.59	3	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–	0.15	1	1.00	1
S7	–	–	–	–	1.00	3	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	0.40	2	–	–	–	–
S9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
합계	1.50	2	0.03	1	2.15	9	0.15	1	1.00	1

손상현황	• 가로보 S2 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• 가로보 S2 백태(0.1m×0.3m)
원 인	• 시공초기 온도변화 및 건조수축 등	원 인	• 열화부 수분침투
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• 가로보 S2 층분리(0.4m×0.4m)	손상현황	• 가로보 S6 배부름(1.0m×1.0m)
원 인	• 응력집중, 품질관리미흡	원 인	• 시공미흡, 품질관리미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• 가로보 S8 층분리(0.1m×0.3m)	손상현황	• 가로보 S2 박락 및 철근노출 보수실시
원 인	• 응력집중, 품질관리미흡	원 인	• -
조치방안	• 단면보수	조치방안	• -

【사진 28.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 발생한 박락 및 철근노출, 층분리, 재료분리에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열(0.3㎜미만), 백태, 배부름 등의 손상은 진전이 없는 상태로 조사되었다.

【표 28.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	균열(0.3㎜미만)	m	1.50	2	1.50	2	- -	변동없음
	백태	㎡	0.03	1	0.03	1	- -	변동없음
	박락 및 철근노출	㎡	0.09	1	-	-	▼ 0.09	보수실시
	층분리	㎡	2.80	20	2.15	9	▼ 0.65	일부보수
	재료분리	㎡	1.65	2	0.15	1	▼ 1.50	일부보수
	배부름	㎡	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 가로보에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 백태는 외기노출, 수분접촉 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.
- 층분리, 재료분리는 가로보 하단 우각부에 응력집중, 시공초기 품질관리미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 배부름의 경우 거더 제작시 품질관리 미흡, 시공미흡 등에 의한 것으로 판단되며, 손상의 진전이 확인되지 않고, 구조적 결함이 발생하지 않은 상태이므로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대(A1, A2)는 역T형, 기초는 강관Pile 기초로 시공되어있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)	교대 전경(A2)

【사진 28.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 보수부재균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 백태, 보수부 들뜸 등의 손상이 조사되었다.

【표 28.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		보수부재균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		보수부 들뜸 (㎡/개소)	
A1	0.50	1	1.50	2	–	–	–	–	–	–	0.25	1
A2	3.60	3	–	–	3.00	1	3.08	10	1.06	2	–	–
합계	4.10	4	1.50	2	3.00	1	3.08	10	1.06	2	0.25	1

손상현황	• 교대 A1 구체 망상균열(0.3㎜미만)	손상현황	• 교대 A1 보수부 들뜸(0.1m×2.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 신축거동, 여유량 부족
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 신장여유량 확보 후 보수
손상현황	• 교대 A2 구체 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• 교대 A2 흉벽 백태(0.1m×0.6m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 수분접촉, 신축이음부 누수
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• 교대 A2 흉벽 균열부백태(2.5m×0.25m)	손상현황	• 교대 A2 구체 철근노출 보수실시
원 인	• 균열부 수분접촉, 신축이음부 누수	원 인	• –
조치방안	• 표면처리	조치방안	• –

【사진 28.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 발생한 철근노출에 대한 보수가 실시되었으며, 미 보수된 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 재균열, 균열부백태, 백태, 보수부 들뜸이 확인되었으며, 금회 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 백태가 추가 조사되었다.

【표 28.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3㎜미만)	m	2.60	3	4.10	4	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	㎡	1.50	2	1.50	2	- -	변동없음
	보수부 재균열(0.3㎜미만)	m	3.00	1	3.00	1	- -	변동없음
	균열부백태	㎡	2.58	8	3.08	10	▲ 0.50	신규손상
	백태	㎡	-	-	1.06	2	▲ 1.06	신규손상
	보수부 들뜸	㎡	0.25	1	0.25	1	- -	변동없음
	철근노출	㎡	0.03	1	-	-	▼ 0.03	보수실시

4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 재균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화, 보수미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 균열부백태, 백태는 신축이음부 표면수 유입시 수분접촉, 외기노출 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 신축이음 정비 후 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.
- 보수부 들뜸은 A1 지점 신장여유량 부족으로 교대와 바닥판이 협착되어 발생한 것으로 판단되며, 신장여유량 확보 후 단면보수를 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 π형 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초(P1~P9)로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

교각 전경	교각 전경

【사진 28.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 긁힘, 철근노출, 체수흔적, 표면오염, 명판탈락이 조사되었다.

【표 28.3.9】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		긁힘 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		체수흔적 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)		명판탈락 (개소/개소)	
P1	5.70	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P2	4.60	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P3	5.00	10	–	–	–	–	–	–	–	–	12.40	5	–	–
P4	10.90	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P5	3.00	5	–	–	0.05	1	–	–	–	–	–	–	1.00	1
P6	4.60	7	–	–	–	–	0.02	2	–	–	–	–	1.00	1
P7	4.00	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	1
P8	4.50	3	1.00	1	0.01	1	–	–	6.00	6	10.80	7	–	–
P9	4.90	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	1
합계	47.20	58	1.00	1	0.06	2	0.02	2	6.00	6	23.20	12	4.00	4

손상현황	• P1 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P3 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• P3 표면오염(1.5m×1.0m)	손상현황	• P6 철근노출(0.1m×0.1m)
원 인	• 신축이음부 지표수 유입 등	원 인	• 피복부족, 시공미흡 등
조치방안	• 주의관찰(신축이음 교체후 보수)	조치방안	• 단면보수(방청)
손상현황	• P8 체수흔적(0.5m×2.0m×6EA)	손상현황	• P9 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 신축이음부 지표수 유입 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 발생한 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 긁힘, 체수흔적, 표면오염, 명판탈락이 확인되었으며, 금회 균열(0.3㎜미만), 철근노출이 신규로 추가 조사되었고, 긁힘에 대한 정밀조사 결과 물량이 감소하였다.

【표 28.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3㎜미만)	m	45.70	55	47.20	58	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	㎡	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	긁힘	㎡	4.56	4	0.06	2	▼ 4.50	정밀점검
	철근노출	㎡	-	-	0.02	2	▲ 0.02	신규손상
	체수흔적	㎡	6.00	6	6.00	6	- -	변동없음
	표면오염	㎡	23.20	12	23.20	12	- -	변동없음
	명판탈락	EA	4.00	4	4.00	4	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교각에 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 긁힘은 공용중 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미하나 내구성 확보 차원에서 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 철근노출은 시공미흡(피복부족, 다짐불량 등)에 의한 손상으로 판단되며, 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차손상이 발생할 우려가 있으므로 단면보수(방청)를 실시하는 것이 필요하다.
- 표면오염, 체수흔적은 신축이음 하부 교각에서 발생한 손상으로 신축이음 본체 고무재 열화 및 손상부 지표수 유입에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 방치시 손상의 진전 및 2차 손상(교각 열화, 교량받침 부식 등)이 발생할 우려가 있으므로 신축이음 교체 이후 손상에 대한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 명판탈락은 공용중 외력에 의해 파손된 것으로 판단되며, 시설물 유지관리시 위치를 파악할 수 있도록 명판 재설치가 요구된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 용소교(울산)의 기초는 강관Pile기초(A1,A2), 직접기초(P1~P9)로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

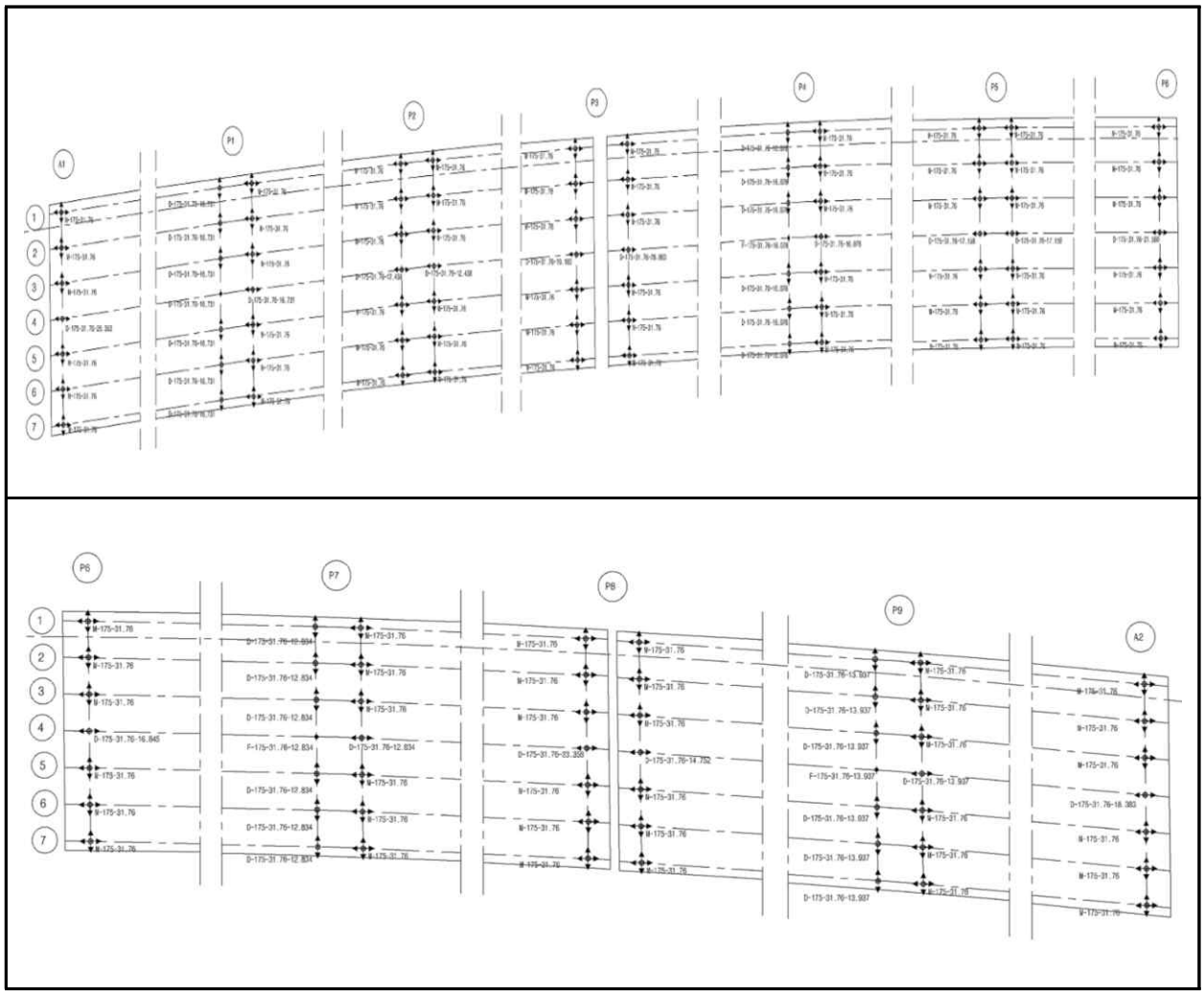
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
교각 P6 기초 전경	교각 P4 기초 전경

【사진 28.3.12】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상•하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 탄성받침으로 교대 A1, A2에 각 7개소, 교각 P1~P9에 각 14개소로 총 140개소가 설치되어있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 '현장조사 및 외관조사 사진첩'에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 28.3.1】 교량받침 배치도

교량받침(양방향)	교량받침(일방향)	교량받침(고정단)

【사진 28.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 플레이트 부식, 도장박리, 탄성패드 들뜸, 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만), 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 스토퍼 변형, 스토퍼 밀착이 조사되었다.

【표 28.3.11】 교량받침 현장조사 결과

구분	플레이트 부식 (개소/개소)		도장박리 (㎡/개소)		탄성패드 들뜸 (개소/개소)		무수축몰탈균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		스토퍼 변형 (개소/개소)		스토퍼 밀착 (개소/개소)	
A1	3.00	3	0.01	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	1
P1	–	–	–	–	–	–	0.90	9	–	–	1.00	1	6.00	6
P2	–	–	–	–	–	–	1.60	8	–	–	–	–	–	–
P3	14.00	14	–	–	–	–	1.20	6	–	–	–	–	2.00	2
P4	–	–	–	–	–	–	1.00	5	0.60	3	–	–	–	–
P5	–	–	–	–	1.00	1	1.80	9	–	–	–	–	1.00	1
P6	–	–	–	–	–	–	1.20	6	–	–	–	–	2.00	2
P7	–	–	–	–	–	–	1.40	7	–	–	–	–	6.00	6
P8	8.00	8	–	–	–	–	1.80	9	–	–	–	–	–	–
P9	–	–	–	–	–	–	1.00	5	–	–	–	–	6.00	6
A2	4.00	4	–	–	–	–	0.40	2	–	–	–	–	–	–
합계	29.00	29	0.01	1	1.00	1	12.30	66	0.60	3	1.00	1	24.00	24

손상현황	• A1-SH2 도장박리(0.1m×0.1m)	손상현황	• A1-SH4 스토퍼 밀착(1EA)
원 인	• 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등	원 인	• 시공미흡, 시공오차
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• A1-SH7 플레이트 부식(1EA)	손상현황	• A2-SH4 플레이트 부식(4EA)
원 인	• 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등	원 인	• 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
손상현황	• A2-SH7 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P1-SH7(A1) 스토퍼 변형
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 시공미흡, 시공오차,
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 28.3.14】 교량받침 손상현황

손상현황	• P3-SH7(A1) 플레이트 부식(14EA)	손상현황	• P4-SH7(A2) 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리
손상현황	• P5-SH5(A1) 탄성패드 들뜸(1EA)	손상현황	• P5-SH7(A1) 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 시공미흡, 신축거동	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
손상현황	• 교량받침 P8-SH6(A1) 받침콘크리트 박락 및 철근노출 보수실시	손상현황	• 교량받침 P7-SH4(A1) 받침콘크리트 파손 보수실시
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 28.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 발생한 플레이트 부식, 도장박리, 탄성패드 들뜸, 무수축몰탈 균열, 스토퍼 변형 및 밀착 등에 대하여 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으며, 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열이 신규로 추가 조사되었고, 콘크리트 박락, 파손, 철근노출에 대한 보수가 실시되었다.

【표 28.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

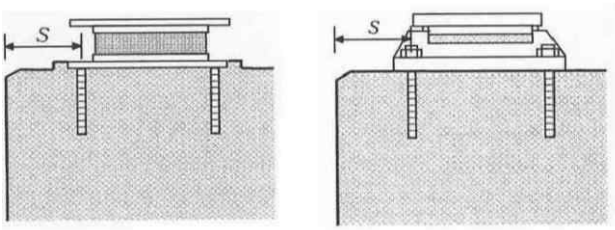
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	플레이트 부식	EA	29.00	29	29.00	29	- -	변동없음
	도장박리	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	탄성패드 들뜸	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	12.00	64	12.30	66	▲ 0.30	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	-	-	0.60	3	▲ 0.60	신규손상
	콘크리트 박락, 파손	㎡	0.02	2	-	-	▼ 0.02	보수실시
	콘크리트 철근노출	㎡	0.19	16	-	-	▼ 0.19	보수실시
	스토퍼 변형	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	스토퍼 밀착	EA	24.00	24	24.00	24	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교량받침에 조사된 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수접촉, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 플레이트 부식, 도장박리의 경우 우수유입, 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 교량받침 P5-SH5(A1)에서 조사된 탄성패드 들뜸은 전단변형에 따라 발생하는 단부 말림(롤오버)로서 상·하부 플레이트와 탄성패드가 분리된 받침에서 흔히 관찰되는 현상이며, 손상의 정도가 미세한 상태로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 스토퍼 밀착, 변형은 시공시 시공오차로 인해 교량받침 일부가 건전한 거동을 하지 않아 발생한 것으로 판단되며, 교량받침의 가동량은 허용가동량 범위 내에서 거동을 하고 있으므로 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

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(2009, 국토교통부)'에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 28.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정	받침장치 연단거리 측정

【사진 28.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : 200+5×35.0 = 375.0(㎜)

【표 28.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		375.0	590	590	590	590	590	580	590	O.K
P1	A1측	375.0	1,100	1,100	1,100	1,110	1,090	1,090	1,100	O.K
	A2측	375.0	1,170	1,170	1,160	1,170	1,170	1,170	1,170	O.K
P2	A1측	375.0	1,040	1,040	1,050	1,050	1,050	1,040	1,040	O.K
	A2측	375.0	1,030	1,030	1,040	1,040	1,040	1,030	1,030	O.K
P3	A1측	375.0	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,040	O.K
	A2측	375.0	1,030	1,030	1,040	1,050	1,050	1,040	1,040	O.K
P4	A1측	375.0	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	O.K
	A2측	375.0	1,150	1,150	1,150	1,150	1,170	1,170	1,160	O.K
P5	A1측	375.0	1,100	1,100	1,100	1,100	1,090	1,090	1,100	O.K
	A2측	375.0	1,050	1,040	1,050	1,050	1,040	1,050	1,040	O.K
P6	A1측	375.0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	O.K
	A2측	375.0	1,000	1,010	1,010	1,010	1,000	1,000	1,000	O.K
P7	A1측	375.0	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,150	1,150	O.K
	A2측	375.0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,010	1,010	1,000	O.K
P8	A1측	375.0	1,040	1,040	1,040	1,050	1,040	1,050	1,040	O.K
	A2측	375.0	1,000	1,010	1,010	1,010	1,010	1,000	1,000	O.K
P9	A1측	375.0	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	O.K
	A2측	375.0	1,100	1,100	1,100	1,090	1,100	1,100	1,090	O.K
A2		375.0	560	560	550	550	560	550	560	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.

교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 28.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 28.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
P1		고정단						
P2	A1	27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
	A2	27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
P3	A1	27.2	12.8	0.00001	70.0	19.0	9.0	
	A2	27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
P4		고정단						
P5	A1	27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
	A2	27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
P6	A1	27.2	12.8	0.00001	70.0	19.0	9.0	
	A2	27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
P7		고정단						
P8	A1	27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
	A2	27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	
P9		고정단						
A2		27.2	12.8	0.00001	35.0	9.5	4.5	

1) 조사당시 온도 : 22.2℃(조사일 : 2025년 05월 21일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 28.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
A1		SH1	23	124.5	78.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	23	124.5	78.5			±101.5	O.K
		SH3	23	124.5	78.5			±101.5	O.K
		SH4	23	124.5	78.5			±101.5	O.K
		SH5	23	124.5	78.5			±101.5	O.K
		SH6	23	124.5	78.5			±101.5	O.K
		SH7	23	124.5	78.5			±101.5	O.K
P1		고정단							
P2	A1	SH1	0	101.5	101.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH3	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH4	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH5	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH6	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH7	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
	A2	SH1	5	106.5	96.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH3	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH4	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH5	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH6	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH7	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
P3	A1	SH1	7	108.5	94.5	19.0	9.0	±101.5	O.K
		SH2	7	108.5	94.5			±101.5	O.K
		SH3	7	108.5	94.5			±101.5	O.K
		SH4	7	108.5	94.5			±101.5	O.K
		SH5	7	108.5	94.5			±101.5	O.K
		SH6	7	108.5	94.5			±101.5	O.K
		SH7	7	108.5	94.5			±101.5	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 28.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P3	A2	SH1	5	106.5	96.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH3	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH4	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH5	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH6	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
		SH7	5	106.5	96.5			±101.5	O.K
P4		고정단							
P5	A1	SH1	0	101.5	101.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH3	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH4	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH5	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH6	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH7	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
	A2	SH1	0	101.5	101.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH3	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH4	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH5	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH6	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH7	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
P6	A1	SH1	−4	97.5	105.5	19.0	9.0	±101.5	O.K
		SH2	−4	97.5	105.5			±101.5	O.K
		SH3	−4	97.5	105.5			±101.5	O.K
		SH4	−4	97.5	105.5			±101.5	O.K
		SH5	−4	97.5	105.5			±101.5	O.K
		SH6	−4	97.5	105.5			±101.5	O.K
		SH7	−4	97.5	105.5			±101.5	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 28.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P6	A2	SH1	−2	99.5	103.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	−2	99.5	103.5			±101.5	O.K
		SH3	−2	99.5	103.5			±101.5	O.K
		SH4	−2	99.5	103.5			±101.5	O.K
		SH5	−2	99.5	103.5			±101.5	O.K
		SH6	−2	99.5	103.5			±101.5	O.K
		SH7	−2	99.5	103.5			±101.5	O.K
P7		고정단							
P8	A1	SH1	−5	96.5	106.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	−5	96.5	106.5			±101.5	O.K
		SH3	−5	96.5	106.5			±101.5	O.K
		SH4	−5	96.5	106.5			±101.5	O.K
		SH5	−5	96.5	106.5			±101.5	O.K
		SH6	−5	96.5	106.5			±101.5	O.K
		SH7	−5	96.5	106.5			±101.5	O.K
	A2	SH1	−3	98.5	104.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	−3	98.5	104.5			±101.5	O.K
		SH3	−3	98.5	104.5			±101.5	O.K
		SH4	−3	98.5	104.5			±101.5	O.K
		SH5	−3	98.5	104.5			±101.5	O.K
		SH6	−3	98.5	104.5			±101.5	O.K
		SH7	−3	98.5	104.5			±101.5	O.K
P9		고정단							
A2		SH1	0	101.5	101.5	9.5	4.5	±101.5	O.K
		SH2	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH3	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH4	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH5	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH6	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
		SH7	0	101.5	101.5			±101.5	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, A2(No.50) MonoCell Joint, P3, P8(No.100) New MonoCell Joint, P6(No.160) Rail Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

EXP.J1(A1) 전경	EXP.J2(P3) 전경	EXP.J3(P6) 전경
EXP.J4(P8) 전경	EXP.J5(A2) 전경	EXP.J5(A2) 전경(하부)

【사진 28.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열, 망상균열, 파손, 본체 고무재 파손, 하부 누수 등의 손상이 조사되었다.

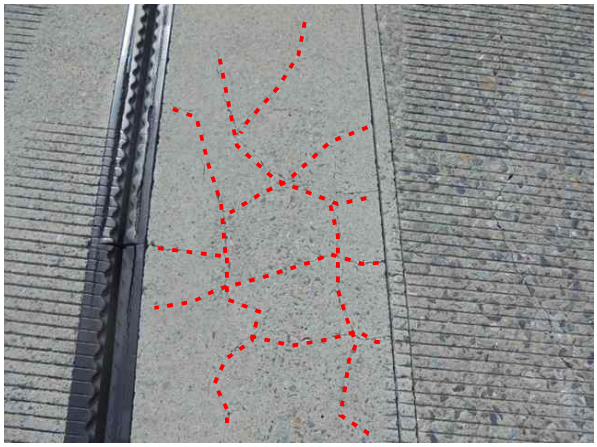
【표 28.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		고무재 파손 (m/개소)		하부 누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	1.60	3	2.80	1	0.24	1	3.50	1	–	–
P3 (EXP J2)	–	–	–	–	–	–	13.00	1	13.00	1
P6 (EXP J3)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P8 (EXP J4)	–	–	–	–	–	–	13.00	1	13.00	1
A2 (EXP J5)	–	–	1.60	3	–	–	7.00	1	–	–
합계	1.60	3	4.40	4	0.24	1	36.50	4	26.00	2

구분	본체부식 (m/개소)		유간토사퇴적 (m/개소)		차수판 실링재 탈락 (m/개소)		차수판 볼트탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	–	–	–	–	–	–	–	–
P3 (EXP J2)	–	–	2.00	2	–	–	1.00	1
P6 (EXP J3)	4.00	2	3.00	2	0.60	1	–	–
P8 (EXP J4)	–	–	2.00	1	0.60	1	1.00	1
A2 (EXP J5)	–	–	–	–	–	–	–	–
합계	4.00	2	7.00	5	1.20	2	2.00	2

손상현황	• A1 고무재 파손(L=3.5m)	손상현황	• A1 후타재 망상균열(0.3㎜미만, 0.4m×7.0m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 주의관찰

【사진 28.3.18】 신축이음 손상현황

손상현황	• A1 후타재 파손(0.3m×0.8m)	손상현황	• A2 고무재 파손(L=7.0m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 신축이음 교체
			
손상현황	• A2 후타재 망상균열(0.3㎜미만, 0.5m×1.0m)	손상현황	• P3 고무재 파손(L=7.0m)
원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등	원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 신축이음 교체
손상현황	• P3 유간 토사퇴적(L=1.0m)	손상현황	• P3 차수판 볼트탈락(1EA)
원 인	• 비산먼지 등	원 인	• 시공미흡, 신축거동
조치방안	• 정비(청소)	조치방안	• 정비

【사진 28.3.18】 신축이음 손상현황(계속)

손상현황	• P3 하부 누수(L=13.0m)	손상현황	• P6 본체 부식(L=2.0m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 외기노출, 우수유입, 장기공용 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• P8 고무재 파손(L=13.0m)	손상현황	• P8 유간 토사퇴적(L=2.0m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 비산먼지 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 정비(청소)
손상현황	• P8 차수판 볼트탈락(1EA)	손상현황	• P8 차수판 실링재 탈락(L=0.6m)
원 인	• 시공미흡, 신축거동	원 인	• 신축거동, 장기공용
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 28.3.18】 신축이음 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 후타재 균열, 망상균열(0.3㎜미만), 파손이 신규로 추가 조사되었으며, 후타재 균열, 하부 누수에 대하여 일부 보수가 실시되었으며, 기 발생한 손상이 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 28.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	1.40	4	1.60	3	▲ 0.20	보수실시 신규손상
	후타재 망상균열	㎡	3.40	2	4.40	4	▲ 1.00	신규손상
	후타재 파손	㎡	-	-	0.24	1	▲ 0.24	신규손상
	고무재 파손	m	36.50	4	36.50	4	- -	변동없음
	하부누수	m	52.00	4	26.00	2	▼ 26.00	일부보수
	본체부식	m	4.00	2	4.00	2	- -	변동없음
	유간토사퇴적	m	7.00	5	7.00	5	- -	변동없음
	차수판 실링재 탈락	m	1.20	2	1.20	2	- -	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 망상균열의 경우 시공초기 건조수축, 주행차량의 반복적인 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미한 바 주의관찰을 실시하고 신축이음 재설치 등과 같은 보수시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 후타재 파손의 경우, 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격, 장기공용 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 고무재 파손, 하부 누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상이 발생되었으므로 누수에 의한 추가 손상 방지를 위해 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 본체 부식은 외기노출, 강우시 갓길측 체수, 동절기 제설제 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 본체에 발생한 유간 토사퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지 등의 환경적 요인에 의한 손상으로 원활한 신축거동을 위해 주기적인 정비(청소)를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판 실링재 탈락, 볼트 탈락의 경우 시공미흡, 온도변화에 의한 신축거동, 장기공용 등에 의한 손상으로 표면수 유입에 의해 하부 콘크리트 부재에 손상을 야기하고 있으므로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ ⊿lt = ⊿T · α · L
여기서, ⊿lt : 온도변화에 의한 이동량
⊿T : 온도변화 범위(기상청 자료참조)
α(강재): 1.2×10−5, α(콘크리트): 1.0×10−5
L : 신축보의 길이(㎜)</td><td rowspan="2">

 </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정
조사일 : 2025. 04. 16. 기온 적용: 14.4℃(일평균)
△T(신장시) : 35.0℃−14.4℃ = 20.6℃
△T(수축시) : −5.0℃−(14.4℃) = 19.4℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</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></td></tr>
</table>

【사진 28.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 28.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	계산 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	19.4	20.6	0.00001	35.0	6.8	7.2	−	6.8	7.2	
P3	19.4	20.6	0.00001	105.0	20.4	21.6	−	20.4	21.6	
P6	19.4	20.6	0.00001	105.0	20.4	21.6	−	20.4	21.6	
P8	19.4	20.6	0.00001	70.0	13.6	14.4	−	13.6	14.4	
A2	19.4	20.6	0.00001	35.0	6.8	7.2	−	6.8	7.2	

1) 조사당시 온도 : 14.4℃(조사일 : 2025년 04월 16일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 28.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간 (㎜) ③	허용량 (㎜) ④	신축 여유량(㎜)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	6.8	7.2	8.0	50.0	35.2	0.8	OK	OK
	바닥판	6.8	7.2	0	-	-	-7.2	-	N.G
	거더	6.8	7.2	181.0	-	-	173.8	-	OK
P3	신축이음	20.4	21.6	42.0	100.0	37.6	20.4	OK	OK
	바닥판	20.4	21.6	145.0	-	-	123.4	-	OK
	거더	20.4	21.6	280.0	-	-	258.4	-	OK
P6	신축이음	20.4	21.6	64.0	160.0	75.6	42.4	OK	OK
	바닥판	20.4	21.6	138.0	-	-	116.4	-	OK
	거더	20.4	21.6	251.0	-	-	229.4	-	OK
P8	신축이음	13.6	14.4	55.0	100.0	31.4	40.6	OK	OK
	바닥판	13.6	14.4	100.0	-	-	85.6	-	OK
	거더	13.6	14.4	270.0	-	-	255.6	-	OK
A2	신축이음	6.8	7.2	35.0	50.0	8.2	27.8	OK	OK
	바닥판	6.8	7.2	50.0	-	-	42.8	-	OK
	거더	6.8	7.2	224.0	-	-	216.8	-	OK
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 14.4℃(04월 16일)로써 이때 측정유간은 0~280.0㎜ 범위로 조사되었다. 신축여유량은 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었으나, 바닥판(A1) 신장여유량이 부족하여 협착이 발생한 것으로 확인되었다. 바닥판(A1) 하면과 교대(A1) 흉벽이 협착되어 바닥판 하면에서 경미한 파손이 발생하였으며, 교대(A1) 흉벽 외측 보수부 들뜸이 발생한 상태로 확인되어 손상의 진전 및 2차손상 방지를 위한 신장여유량의 확보가 필요할 것으로 판단된다.

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 포장(T=80㎜)으로 되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

교면포장 전경#1

교면포장 전경#2

【사진 28.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 포장 균열, 망상균열, 파손, 패임 등이 조사되었다.

【표 28.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장 균열 (m/개소)		포장 망상균열 (㎡/개소)		포장 파손, 패임 (㎡/개소)		접속부 균열 (m/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	–	–	23.50	2	–	–	–	–	1.25	1
S2	13.50	6	122.50	1	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	175.00	1	0.01	1	–	–	–	–
S4	–	–	175.00	1	–	–	–	–	–	–
S5	14.00	2	177.00	2	–	–	–	–	–	–
S6	4.00	2	175.00	1	–	–	–	–	–	–
S7	9.00	3	175.00	1	0.03	3	–	–	–	–
S8	–	–	175.00	1	–	–	–	–	–	–
S9	–	–	175.00	1	–	–	–	–	–	–
S10	–	–	175.00	1	0.02	1	5.00	1	0.55	2
합계	40.50	13	1,548.00	12	0.06	5	5.00	1	1.80	3

손상현황	• S1 접속부 포장 파손(2.5m×0.5m)	손상현황	• S1 포장 망상균열(3.5m×5.0m)
원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등	원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• S3 포장 패임(0.1m×0.1m)	손상현황	• S5 포장 균열(L=7.0m)
원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등	원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• S7 포장 패임(0.1m×0.1m×2EA)	손상현황	• S10 접속부 포장 파손(0.1m×0.5m)
원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등	원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 28.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 포장 균열, 망상균열, 패임, 파손, 접속부 균열, 파손이 확인되었으며, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 28.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	40.50	13	40.50	13	- -	변동없음
	포장 망상균열	㎡	1,548.00	12	1,548.00	12	- -	변동없음
	포장 패임, 파손	㎡	0.06	5	0.06	5	- -	변동없음
	접속부 균열	m	5.00	1	5.00	1	- -	변동없음
	접속부 파손	㎡	1.80	3	1.80	3	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 포장 균열, 망상균열, 접속부 균열은 건조수축, 온도변화, 급격한 수화반응, 반복적인 주행차량의 윤하중 및 충격하중, 진동 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 바닥판하면과 연계된 손상 없이 포장부 표면에 국한된 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다. 향후 공용기간 경과시 손상의 진전 및 추가 손상 발생으로 주행성 저하가 발생할 우려가 있으므로 재포장과 같은 장기적인 대책수립이 필요할 것으로 판단된다.
- 포장 파손, 패임은 시공미흡, 품질관리미흡, 주행차량에 의한 마모 등에 의한 손상으로 판단되며, 주행성에 미치는 영향이 미미하여 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 접속부 파손의 경우 성토부 다짐불량, 반복적인 중차량 통행 등에 의한 것으로 판단되며, 기 점검이후 손상의 진전 및 추가 손상이 발생되지 않은바 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 용소교(울산)의 배수시설은 종단구배는 (−)1.3923~(+)0.8569%, 횡단구배는 (−)4.00%로 물흐름에 의거하여 배수시설이 시공되어 있으며, 각각의 경간 상부에 설치된 집수구를 통하여 알루미늄 배수관을 따라 하부로 배수되도록 설치되어있다. 알루미늄 배수관은 바람 등에 의해 이동, 탈락되는 것을 방지하기 위하여 상·하부구조에 고정하여 설치되어 있고 배수관은 교대 하면에 위치한 배수로까지 연장하여 배수관을 통한 우수유출로 인한 사면의 침식 및 세굴을 방지하였다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

배수시설 현황	배수시설 현황

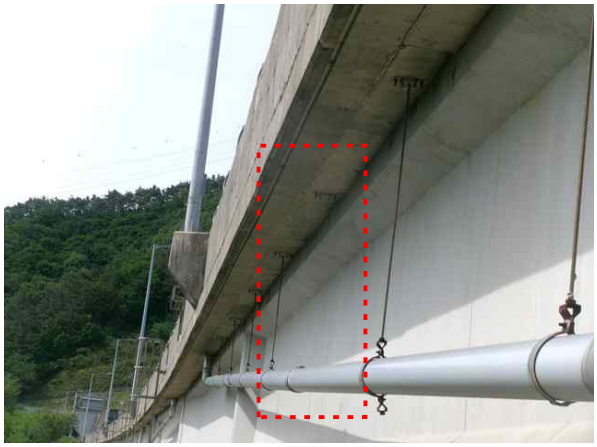
【사진 28.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 고정대 탈락, 배수관 길이부족, 배수관 부식이 조사되었다.

【표 28.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 고정대 탈락 (개소/개소)		배수관 길이부족 (개소/개소)		배수관 부식 (개소/개소)	
S1	−	−	−	−	1.00	1
S2	−	−	−	−	1.00	1
S3	−	−	−	−	−	−
S4	−	−	−	−	−	−
S5	1.00	1	−	−	−	−
S6	1.00	1	−	−	−	−
S7	−	−	−	−	−	−
S8	−	−	1.00	1	−	−
S9	−	−	−	−	−	−
S10	−	−	−	−	−	−
합계	2.00	2	1.00	1	2.00	2

손상현황	• S1 배수관 부식(1EA)	손상현황	• S2 배수관 부식(1EA)
원 인	• 공용기간 증가, 노후화 등	원 인	• 공용기간 증가, 노후화 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S5 배수관 고정대 탈락(1EA)	손상현황	• S5 배수관 고정대 탈락(1EA)
원 인	• 공용기간 증가, 노후화 등	원 인	• 공용기간 증가, 노후화 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
손상현황	• P8 배수관 길이부족(1EA)	손상현황	• S10 배수구 막힘 보수(정비)실시
원 인	• 시공미흡	원 인	• –
조치방안	• 정비	조치방안	• –

【사진 28.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 집수구 막힘에 대한 보수(정비)가 실시되었으며, 기 발생한 배수관 고정대 탈락, 배수관 길이부족, 배수관 부식은 손상의 진전이 없는 것으로 조사되었다.

【표 28.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	집수구 막힘	EA	7.00	7	-	-	▼ 7.00	보수실시
	배수관 고정대 탈락	EA	2.00	1	2.00	2	- -	변동없음
	배수관 길이부족	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	배수관 부식	EA	2.00	1	2.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 고정대 탈락은 공용기간 증가에 따른 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 배수관 낙하 등의 안전사고 방지를 위해 고정대 재설치를 통한 유지관리가 요구된다.
- 배수관 길이부족은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 지속적인 낙수에 의해 교각 기둥부 콘크리트 부재의 열화, 박리 등을 유발할 우려가 있으므로 길이연장을 통한 정비가 요구된다.
- 배수관 부식은 공용기간 증가에 따른 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

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=0.27m가 설치되어 있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

방호벽 전경

중분대 전경

【사진 28.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만, 이상), 균열부백태가 조사되었다.

【표 28.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열(0.3㎜이상) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	21.40	19	–	–	–	–
S2	5.60	15	–	–	0.18	1
S3	5.80	16	1.00	1	–	–
S4	3.40	11	–	–	–	–
S5	2.80	4	–	–	–	–
S6	1.90	4	–	–	–	–
S7	1.00	2	–	–	–	–
S8	0.40	2	–	–	0.15	2
S9	1.80	4	–	–	0.15	1
S10	1.40	3	–	–	0.15	3
합계	45.50	80	1.00	1	0.63	7

손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S3 방호벽 균열부백태(0.7m×0.25m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 우수유입, 수분침투 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S6 중분대 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S9 방호벽 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S9 중분대 균열부백태(0.6m×0.25m)	손상현황	• S3 방호벽 재료분리 보수실시
원 인	• 우수유입, 수분침투 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 28.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만, 이상), 균열부백태가 확인되었으며, 금회 점검시 균열(0.3㎜미만)이 신규로 추가 조사되었고, 재료분리, 파손에 대한 보수가 실시되었다.

【표 28.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	45.00	79	45.50	80	▲ 0.50	신규손상
	균열(0.3㎜이상)	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	균열부백태	㎡	0.63	7	0.63	7	- -	변동없음
	재료분리	㎡	1.50	1	-	-	▼ 1.50	보수실시
	파손	㎡	1.00	1	-	-	▼ 1.00	보수실시

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(0.3㎜미만, 이상)은 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 균열부백태의 경우 외기노출로 강우시 균열부 수분접촉 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리가 요구된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 용소교(울산)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1~2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~P9에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전 · 배 · 좌 · 우 4면에 설치되어 있다. 2023년 점검시 점검통로에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)을 시행한 것으로 확인되었다.

교대 점검계단 전경	교각 점검통로 전경

【사진 28.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 28.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	–	–
P2	–	–
P3	–	–
P4	–	–
P5	–	–
P6	–	–
P7	–	–
P8	–	–
P9	–	–
합계	–	–

손상현황	• P9 점검통로 상태양호	손상현황	• P4 점검통로 브라켓 및 앵커 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 28.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 추가 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 28.3.27】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 점검시설에서 앵커볼트의 절단흔적, 앵커볼트 주변 콘크리트 파손 및 균열은 조사되지 않은 건전한 상태이며, 점검시설에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)부 고정상태는 양호한 것으로 조사되었다.

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.

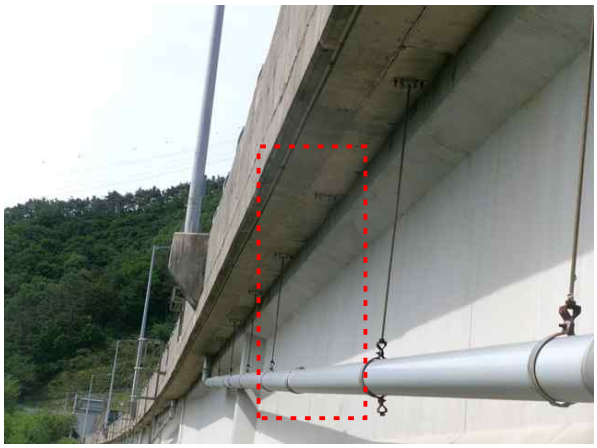
【표 28.3.28】 공중이용시설 10대 위험요소

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

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 용소교(울산)은 하부에 용소웰빙공원 및 용소골저수지가 인접하고 시점부 기장1터널, 종점부 기장2터널이 위치하고 있다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 전반적으로 양호한 상태이나 배수관 고정대 탈락이 조사되어 재설치를 통한 유지관리가 요구된다.
- 조사된 손상에 대한 보수를 실시하고, 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 고정대 탈락	재설치	
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	-	



S5 배수관 고정대 탈락(1EA)

신축이음 상태양호

교면포장 상태양호	집수구 상태양호

【사진 28.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

28.3.3 외관조사 총괄표

【표 28.3.29】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	6.10	6	
	균열부백태	㎡	0.38	1	
	백태	㎡	0.06	2	
	파손	㎡	0.16	1	
거더	균열(0.3㎜미만)	m	1.20	2	
	망상균열	㎡	0.25	1	
	파손	㎡	0.14	5	
	배부름	㎡	0.16	1	
가로보	균열(0.3㎜미만)	m	1.50	2	
	백태	㎡	0.03	1	
	층분리	㎡	2.15	9	
	재료분리	㎡	0.15	1	
	배부름	㎡	1.00	1	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	4.10	4	
	망상균열	㎡	1.50	2	
	보수부 재균열	m	3.00	1	
	균열부백태	㎡	3.08	10	
	백태	㎡	1.06	2	
	보수부 들뜸	㎡	0.25	1	
교각	균열(0.3㎜미만)	m	47.20	58	
	망상균열	㎡	1.00	1	
	긁힘	㎡	0.06	2	
	철근노출	㎡	0.02	2	
	체수흔적	㎡	6.00	6	
	표면오염	㎡	23.20	12	
	명판탈락	EA	4.00	4	
기초	노출 없이 매립	-	-	-	

【표 28.3.29】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	플레이트 부식	EA	29.00	29	
	도장박리	㎡	0.01	1	
	탄성패드 들뜸	EA	1.00	1	
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	12.30	66	
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	0.60	3	
	스토퍼 변형	EA	1.00	1	
	스토퍼 밀착	EA	24.00	24	
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	1.60	3	
	후타재 망상균열	㎡	4.40	4	
	후타재 파손	㎡	0.24	1	
	고무재 파손	m	36.50	4	
	하부누수	m	26.00	2	
	본체부식	m	4.00	2	
	유간토사퇴적	m	7.00	5	
	차수판 실링재 탈락	m	1.20	2	
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	
교면포장	포장 균열	m	40.50	13	
	포장 망상균열	㎡	1,548.00	12	
	포장 패임, 파손	㎡	0.06	5	
	접속부 균열	m	5.00	1	
	접속부 파손	㎡	1.80	3	
배수시설	배수관 고정대 탈락	EA	2.00	2	
	배수관 길이부족	EA	1.00	1	
	배수관 부식	EA	2.00	2	
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	45.50	80	
	균열(0.3㎜이상)	m	1.00	1	
	균열부백태	㎡	0.63	7	
점검시설	상태양호	-	-	-	

28.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 28.3.30】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	6.10	6	6.10	6	– –	변동없음
	균열부백태	㎡	0.38	1	0.38	1	– –	변동없음
	백태	㎡	–	–	0.06	2	▲ 0.06	신규손상
	파손	㎡	0.08	1	0.16	1	▲ 0.08	손상진전
거더	균열(0.3㎜미만)	m	0.50	1	1.20	2	▲ 0.70	신규손상
	망상균열	㎡	0.25	1	0.25	1	– –	변동없음
	파손	㎡	1.30	50	0.14	5	▼ 1.16	일부보수
	배부름	㎡	0.16	1	0.16	1	– –	변동없음
가로보	균열(0.3㎜미만)	m	1.50	2	1.50	2	– –	변동없음
	백태	㎡	0.03	1	0.03	1	– –	변동없음
	박락 및 철근노출	㎡	0.09	1	–	–	▼ 0.09	보수실시
	층분리	㎡	2.80	20	2.15	5	▼ 0.65	일부보수
	재료분리	㎡	1.65	2	0.15	1	▼ 1.50	일부보수
	배부름	㎡	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
교대	균열(0.3㎜미만)	m	2.60	3	4.10	4	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	㎡	1.50	2	1.50	2	– –	변동없음
	보수부 재균열	m	3.00	1	3.00	1	– –	변동없음
	균열부백태	㎡	2.58	8	3.08	10	▲ 0.50	신규손상
	백태	㎡	–	–	1.06	2	▲ 1.06	신규손상
	보수부 들뜸	㎡	0.25	1	0.25	1	– –	변동없음
	철근노출	㎡	0.03	1	–	–	▼ 0.03	보수실시
교각	균열(0.3㎜미만)	m	45.70	55	47.20	58	▲ 1.50	신규손상
	망상균열	㎡	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	긁힘	㎡	4.56	4	0.06	2	▼ 4.50	정밀점검
	철근노출	㎡	–	–	0.02	2	▲ 0.02	신규손상
	체수흔적	㎡	6.00	6	6.00	6	– –	변동없음
	표면오염	㎡	23.20	12	23.20	12	– –	변동없음
	명판탈락	EA	4.00	4	4.00	4	– –	변동없음
기초	노출 없이 매립	–	–	–	–	–	– –	

【표 28.3.30】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	플레이트 부식	EA	29.00	29	29.00	29	- -	변동없음
	도장박리	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	탄성패드 들뜸	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	12.00	64	12.30	66	▲ 0.30	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	-	-	0.60	3	▲ 0.60	신규손상
	콘크리트 박락, 파손	㎡	0.02	2	-	-	▼ 0.02	보수실시
	콘크리트 철근노출	㎡	0.19	16	-	-	▼ 0.19	보수실시
	스토퍼 변형	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	스토퍼 밀착	EA	24.00	24	24.00	24	- -	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	1.40	4	1.60	3	▲ 0.20	보수실시 신규손상
	후타재 망상균열	㎡	3.40	2	4.40	4	▲ 1.00	신규손상
	후타재 파손	㎡	-	-	0.24	1	▲ 0.24	신규손상
	고무재 파손	m	36.50	4	36.50	4	- -	변동없음
	하부누수	m	52.00	4	26.00	2	▼ 26.00	일부보수
	본체부식	m	4.00	2	4.00	2	- -	변동없음
	유간토사퇴적	m	7.00	5	7.00	5	- -	변동없음
	차수판 실링재 탈락	m	1.20	2	1.20	2	- -	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
교면포장	포장 균열	m	40.50	13	40.50	13	- -	변동없음
	포장 망상균열	㎡	1,548.00	12	1,548.00	12	- -	변동없음
	포장 패임, 파손	㎡	0.06	5	0.06	5	- -	변동없음
	접속부 균열	m	5.00	1	5.00	1	- -	변동없음
	접속부 파손	㎡	1.80	3	1.80	3	- -	변동없음
배수시설	집수구 막힘	EA	7.00	7	-	-	▼ 7.00	보수실시
	배수관 고정대 탈락	EA	2.00	1	2.00	2	- -	변동없음
	배수관 길이부족	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	배수관 부식	EA	2.00	1	2.00	2	- -	변동없음
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	45.00	79	45.50	80	▲ 0.50	신규손상
	균열(0.3㎜이상)	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	균열부백태	㎡	0.63	7	0.63	7	- -	변동없음
	재료분리	㎡	1.50	1	-	-	▼ 1.50	보수실시
	파손	㎡	1.00	1	-	-	▼ 1.00	보수실시
점검시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	

28.4 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.

28.4.1 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 28.4.1】 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	8	8	8	8	
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

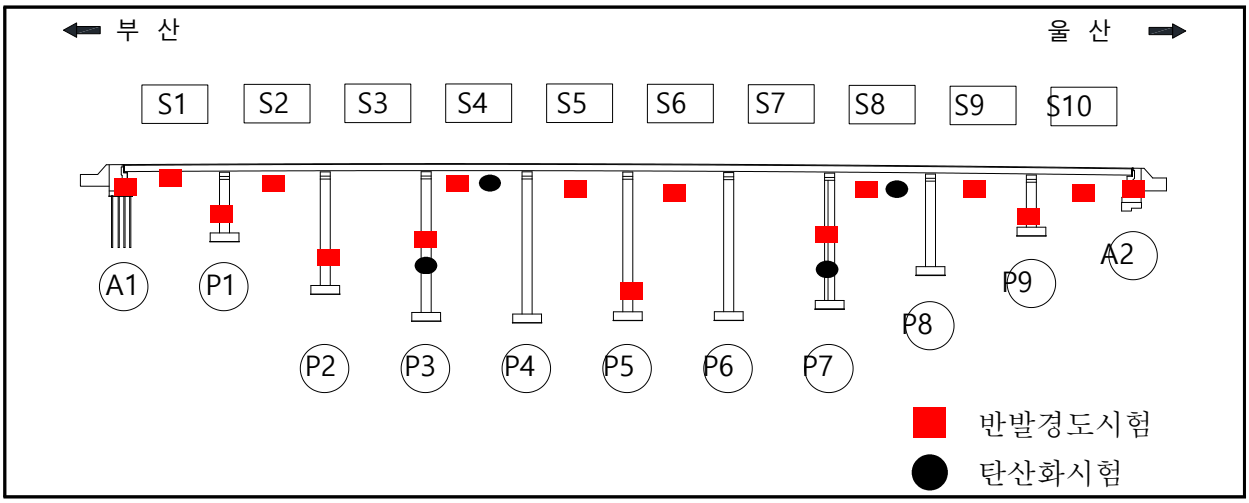
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황

【사진 28.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 28.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

28.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 16개소)를 실시하였으며, 측정결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.

반발경도 시험	반발경도 시험

【사진 28.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 28.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	52.2	30.4	29.7	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	51.8	30.1	29.5			건전부
	S4	바닥판	51.8	30.1	29.5			건전부
	S5	바닥판	51.5	29.9	29.4			건전부
	S6	바닥판	51.7	30.0	29.5			건전부
	S8	바닥판	51.7	30.0	29.5			건전부
	S9	바닥판	51.8	30.1	29.5			건전부
	S10	바닥판	52.4	30.6	29.8			건전부
평균			-	30.2	29.6			
표준편차			-	0.23	0.13			
변동계수			-	0.008	0.004			
최대값			-	30.6	29.8			
최소값			-	29.9	29.4			

【표 28.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	44.8	24.5	26.3	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	45.3	24.9	26.6			건전부
평균			-	24.7	26.5	-	-	
표준편차			-	0.28	0.21	-	-	
변동계수			-	0.011	0.008	-	-	
최대값			-	24.9	26.6	-	-	
최소값			-	24.5	26.3	-	-	

【표 28.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	46.4	25.7	27.1	0.63	24.0	건전부
	P2	교각	47.1	26.3	27.4			건전부
	P3	교각	46.4	25.8	27.1			비건전부
	P5	교각	46.4	25.8	27.1			건전부
	P7	교각	46.5	25.8	27.1			건전부
	P9	교각	46.9	26.2	27.3			건전부
평균			-	25.9	27.2	-	-	
표준편차			-	0.23	0.12	-	-	
변동계수			-	0.009	0.004	-	-	
최대값			-	26.3	27.4	-	-	
최소값			-	25.7	27.1	-	-	

【표 28.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회				
바닥판	29.4 ~ 29.8	27.0	29.6	108.9 ~ 110.4	
교대	26.3 ~ 26.6	24.0	26.5	109.6 ~ 110.8	
교각	27.1 ~ 27.4	24.0	27.2	112.9 ~ 114.2	

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.4~29.8㎫, 하부구조(교대) 26.3~26.6㎫, 하부구조(교각) 27.1~27.4㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.5%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 28.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.9 ~ 28.8	29.4 ~ 29.8	27.0
	교대	26.2 ~ 26.3	26.3 ~ 26.6	24.0
	교각	26.1 ~ 27.1	27.1 ~ 27.4	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 28.4.7】 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	용소교(울산)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 교대 및 교각 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 :균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	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 ±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.

드릴링

탄산화깊이 측정

【사진 28.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 28.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S4 바닥판	3.5	68.0	64.5	17	0.85	100년 이상	a	
	S8 바닥판	6.5	72.0	65.5	17	1.58	100년 이상	a	
하부 구조	P3 교대	6.0	117.0	111.0	17	1.46	100년 이상	a	
	P7 교각	5.5	115.0	109.5	17	1.33	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.5~6.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 28.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	3.5~6.5	64.5~65.5	
하부구조	5.5~6.0	109.5~111.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

【표 28.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S4	
실측 피복두께(㎜)	68.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.5
잔여깊이(㎜)	64.5
탄산화 속도계수	0.85
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

상부구조 - 바닥판 S8	
실측 피복두께(㎜)	72.0
탄산화 진행깊이(㎜)	6.5
잔여깊이(㎜)	65.5
탄산화 속도계수	1.58
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 28.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P3	
실측 피복두께(㎜)	117.0
탄산화 진행깊이(㎜)	6.0
잔여깊이(㎜)	111.0
탄산화 속도계수	1.46
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

하부구조 - 교각 P7	
실측 피복두께(㎜)	115.0
탄산화 진행깊이(㎜)	5.5
잔여깊이(㎜)	109.5
탄산화 속도계수	1.33
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

3) 기 점검결과와의 비교

【표 28.4.11】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	1.7~8.3	33.3~55.7	a	3.5~6.5	64.5~65.5	a	
하부구조	5.8~7.1	75.9~91.9	a	5.5~6.0	109.5~111.0	a	
검토의견	▪기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30㎜ 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 28.4.12】 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 28.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.4 ~ 29.8	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.3 ~ 26.6	24.0	
		교각	27.1 ~ 27.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		64.5~65.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		109.5~111.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 28.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.9 ~ 28.8		29.4 ~ 29.8		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	26.2 ~ 26.3		26.3 ~ 26.6		
		교각	26.1 ~ 27.1		27.1 ~ 27.4		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		33.3~55.7	a	64.5~65.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		75.9~91.9	a	109.5~111.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

28.5 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.

28.5.1 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.

1) 용소교(울산) 상태평가 결과표

【표 28.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1	A1	P.S.C.I	b	a	a	b	c	b	d	b	b	q	–	–
S2	P1	P.S.C.I	a	b	b	c	c	b	–	b	b	q	–	–
S3	P2	P.S.C.I	a	a	b	d	a	c	–	b	b	q	–	–
S4	P3	P.S.C.I	b	b	a	d	a	b	c	b	b	q	a	a
S5	P4	P.S.C.I	b	b	a	d	b	b	–	b	b	q	–	–
S6	P5	P.S.C.I	b	a	b	d	b	b	–	c	b	q	–	–
S7	P6	P.S.C.I	b	a	b	d	a	b	c	b	c	q	–	–
S8	P7	P.S.C.I	a	b	b	d	c	b	–	b	b	q	a	a
S9	P8	P.S.C.I	a	b	a	d	a	b	c	b	c	q	–	–
S10	P9	P.S.C.I	b	a	a	d	a	b	–	b	b	q	–	–
	A2	P.S.C.I							c	b	c	q		–
평균			0.160	0.150	0.150	0.620	0.210	0.220	0.460	0.218	0.255	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.029	0.030	0.008	0.043	0.006	0.004	0.041	0.020	0.051	–	0.004	0.003
													0.239	
													B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.239) < 0.260

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 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 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

※ 도로포장의 상태평가 등급은 ‘d’ 등급이나 손상의 대부분이 미세균열에 따른 망상균열로 판단되어 책임기술자 판단하에 보수가 필요한 상태보다는 지속적인 관찰이 필요한 상태 ‘b’로 판단함

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 상태 “c”로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	ㅇ신축이음부에 손상이 없는 상태
b	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ㅇ신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ신축이음부 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	ㅇ환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ㅇ기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	ㅇ결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 28.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
용소교(울산)	0.239	B	350.00	3	1,050.00	1.000	0.239
합계(Σ)			350.00	3	1,050.00	1.000	0.239
1. 평가지수 =							0.239
2. 상태평가결과 =							B

28.5.2 상태평가 결과요약

【표 28.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
용소교(울산)	0.239	B	
검토의견	•용소교(울산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 "B"로 평가됨		

28.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 28.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

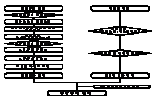
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.257	0.239
상태평가결과	B	B
총 평	• 금회 정밀안전점검 결과, 용소교(울산)의 상태평가 결과는 "B"로 산정되었다. • 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.257에서 0.239로 0.018 감소하였으며, 상태평가 등급은 "B"로 동일하게 평가되었다. • 환산결함도 점수 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대하여 일부 보수가 실시되어 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.	

28.6 종합평가 및 안전등급 지정

28.6.1 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 28.6.1】 종합평가 결과 산정절차

28.6.2 종합평가 결과

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

【표 28.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
용소교(울산)	0.239	B	-	-	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

28.6.3 안전등급 지정

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

【표 28.6.2】 안전등급 지정

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

28.7 보수·보강 및 유지관리방안

28.7.1 보수·보강 방안

【표 28.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	6.10	6	표면처리	3순위
	균열부백태	㎡	0.38	1	표면처리	3순위
	백태	㎡	0.06	2	표면처리	3순위
	파손	㎡	0.16	1	단면보수	2순위
거더	균열(0.3㎜미만)	m	1.20	2	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	0.25	1	표면처리	3순위
	파손	㎡	0.14	5	단면보수	2순위
	배부름	㎡	0.16	1	주의관찰	-
가로보	균열(0.3㎜미만)	m	1.50	2	표면처리	3순위
	백태	㎡	0.03	1	표면처리	3순위
	층분리	㎡	2.15	5	단면보수	3순위
	재료분리	㎡	0.15	1	단면보수	3순위
	배부름	㎡	1.00	1	주의관찰	-
교대	균열(0.3㎜미만)	m	4.10	4	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	1.50	2	표면처리	3순위
	보수부 재균열(0.3㎜미만)	m	3.00	1	표면처리	3순위
	균열부백태	㎡	3.08	10	표면처리	3순위
	백태	㎡	1.06	2	표면처리	3순위
	보수부 들뜸	㎡	0.25	1	단면보수	2순위
교각	균열(0.3㎜미만)	m	47.20	58	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	1.00	1	표면처리	3순위
	긁힘	㎡	0.06	2	단면보수	2순위
	철근노출	㎡	0.02	2	단면보수(방청)	1순위
	체수흔적	㎡	6.00	6	주의관찰	-
	표면오염	㎡	23.20	12	주의관찰	-
	명판탈락	EA	4.00	4	재설치	3순위

【표 28.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교량받침	플레이트 부식	EA	29.00	29	재도장	2순위
	도장박리	㎡	0.01	1	재도장	2순위
	탄성패드 들뜸	EA	1.00	1	주의관찰	-
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	12.30	66	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	0.60	3	표면처리	3순위
	스토퍼 변형	EA	1.00	1	주의관찰	-
	스토퍼 밀착	EA	24.00	24	주의관찰	-
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	1.60	3	주의관찰	-
	후타재 망상균열	㎡	4.40	4	주의관찰	-
	후타재 파손	㎡	0.24	1	단면보수	2순위
	고무재 파손	m	36.50	4	신축이음 교체	2순위
	하부누수	m	26.00	2	신축이음 교체	2순위
	본체부식	m	4.00	2	주의관찰	-
	유간토사퇴적	m	7.00	5	정비	3순위
	차수판 실링재 탈락	m	1.20	2	정비	3순위
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	정비	3순위
교면포장	포장 균열	m	40.50	13	주의관찰	-
	포장 망상균열	㎡	1,548.00	12	주의관찰	-
	포장 패임, 파손	㎡	0.06	5	주의관찰	-
	접속부 균열	m	5.00	1	주의관찰	-
	접속부 파손	㎡	1.80	3	주의관찰	-
배수시설	배수관 고정대 탈락	EA	2.00	2	재설치	3순위
	배수관 길이부족	EA	1.00	1	정비	3순위
	배수관 부식	EA	2.00	2	주의관찰	-
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	45.50	80	표면처리	3순위
	균열(0.3㎜이상)	m	1.00	1	주입보수	3순위
	균열부백태	㎡	0.63	7	표면처리	3순위

28.7.2 개략공사비

【표 28.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	6.10	2.29	㎡	299	685	3순위
	균열부백태	표면처리	0.38	0.57	㎡	299	170	3순위
	백태	표면처리	0.06	0.09	㎡	299	27	3순위
	파손	단면보수	0.16	0.24	㎡	1,152	276	2순위
거더	균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.20	0.45	㎡	299	135	3순위
	망상균열	표면처리	0.25	0.38	㎡	299	114	3순위
	파손	단면보수	0.14	0.21	㎡	1,152	242	2순위
가로보	균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.50	0.56	㎡	187	105	3순위
	백태	표면처리	0.03	0.05	㎡	187	9	3순위
	층분리	단면보수	2.15	3.23	㎡	1,152	3,721	3순위
	재료분리	단면보수	0.15	0.23	㎡	1,152	265	3순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	4.10	1.54	㎡	250	385	3순위
	망상균열	표면처리	1.50	2.25	㎡	250	563	3순위
	보수부 재균열(0.3㎜미만)	표면처리	3.00	1.13	㎡	250	283	3순위
	균열부백태	표면처리	3.08	4.62	㎡	250	1,155	3순위
	백태	표면처리	1.06	1.59	㎡	250	398	3순위
	보수부 들뜸	단면보수	0.25	0.38	㎡	960	365	2순위
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	47.20	17.70	㎡	250	4,425	3순위
	망상균열	표면처리	1.00	1.50	㎡	250	375	3순위
	긁힘	단면보수	0.06	0.09	㎡	960	86	2순위
	철근노출	단면보수(방청)	0.02	0.03	㎡	1,114	33	1순위
	명판탈락	재설치	4.00	4.00	EA	200	800	3순위
교량받침	플레이트 부식	재도장	29.00	29.00	EA	415	12,035	2순위
	도장박리	재도장	0.01	1.00	EA	415	415	2순위
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	12.30	4.61	㎡	250	1,153	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.60	0.23	㎡	250	58	3순위
신축이음	후타재 파손	단면보수	0.24	0.36	㎡	960	346	2순위
	고무재 파손	신축이음교체 (No.50)(A1,A2)	36.50	32.40	m	1,200	38,880	2순위
	하부누수	신축이음교체 (No.100)(P3,P8)	26.00	32.40	m	2,000	64,800	2순위
	유간토사퇴적	정비	7.00	10.50	m	8	84	3순위
	차수판 실링재 탈락	정비	1.20	1.80	m	8	14	3순위
	차수판 볼트탈락	정비	2.00	2.00	EA	8	16	3순위
배수시설	배수관 고정대 탈락	재설치	2.00	2.00	EA	500	1,000	3순위
	배수관 길이부족	정비	1.00	1.00	EA	577	577	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	45.50	17.06	㎡	250	4,265	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.00	1.50	m	187	281	3순위
	균열부백태	표면처리	0.63	0.95	㎡	250	238	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	33		117,445			21,301	
	재경비 (순공사비의 50%)	17		58,723			10,651	
	합계	50		176,168			31,952	
개략공사비 총계(천원)		208,170						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.
주3) 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

28.7.3 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 28.7.3】 중점유지관리 항목

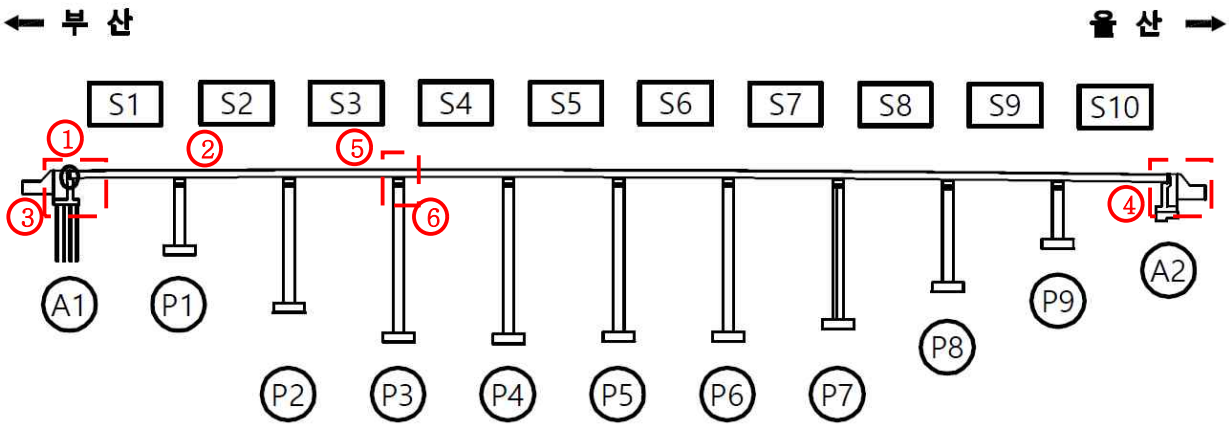
부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 신규 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전여부 확인
방호벽	• 방호벽 신규 손상여부 점검 • 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	• 배수구 추가적인 막힘 여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
바닥판	• 바닥판하면 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	• 교량받침 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 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 파손 – 진전 여부확인

② 가로보 층분리 – 진전 여부확인

③ 교대 보수부 들뜸 – 진전 여부확인



④ 교량받침 플레이트 부식 – 진전 여부확인

⑤ 신축이음 고무재 파손 – 진전 여부확인

⑥ 신축이음 하부 누수 – 진전 여부확인

28.8 종합결론

본 시설물은 부산광역시 기장군 기장읍 서부리 산 9-5에 위치한 교량으로 총 연장 350.0m, 폭 16.2m의 PSCI 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

28.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 백태는 캔틸레버부와 프리캐스트 콘크리트 데크플레이트에서 조사되었으며, 조사된 손상의 경우 시공시 건조수축, 온도변화 등의 재료적 특성, 균열부 수분침투 등에 의해 발생한 것으로 판단된다. 기 점검이후 일부 손상이 신규로 조사되었으나, 이는 금회 장비를 이용한 근접조사에 의한 것으로 기존 손상의 진전은 없는 상태이며, 교면포장과 연계된 누수, 열화 등은 관찰되지 않는 국부적인 손상으로 판단되므로 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 백태는 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.
- 파손의 경우 A1 지점부의 신장여유량 부족으로 인해 교대와의 협착이 발생한 것으로 판단되며, 기 점검이후 손상이 소폭 진전되어 방치시 손상이 진전될 우려가 있으므로 구조물의 원활한 거동을 위하여 신장여유량 확보(바닥판 절단, 교대 흉벽 파취 등) 후 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

2) PSCI Girder

- 거더에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거더 단부에서 발생한 손상으로 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 조사된 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되나 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 파손의 경우 전반적으로 보수가 실시되었으며, 미 보수된 손상은 거더 거치시 시공미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다. 금회 조사시 확인된 거더 파손에 대한 보수부의 상태는 양호한 것으로 판단된다.
- S3-G7에서 조사된 배부름의 경우 거더 제작시 품질관리 미흡, 시공미흡 등에 의한 것으로 판단되며, 손상의 진전이 확인되지 않고, 거더의 구조적 결함이 발생하지 않은 상태이므로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

3) 가로보

- 가로보에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 백태는 외기노출, 수분접촉 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.
- 층분리, 재료분리는 가로보 하단 우각부에 응력집중, 시공초기 품질관리미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 배부름의 경우 거더 제작시 품질관리 미흡, 시공미흡 등에 의한 것으로 판단되며, 손상의 진전이 확인되지 않고, 구조적 결함이 발생하지 않은 상태이므로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

4) 교대

- 교대에 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 재균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화, 보수미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 균열부백태, 백태는 신축이음부 표면수 유입시 수분접촉, 외기노출 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 신축이음 정비 후 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.
- 보수부 들뜸은 A1 지점 신장여유량 부족으로 교대와 바닥판이 협착되어 발생한 것으로 판단되며, 신장여유량 확보 후 단면보수를 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 긁힘은 공용중 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미하나 내구성 확보 차원에서 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 철근노출은 시공미흡(피복부족, 다짐불량 등)에 의한 손상으로 판단되며, 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차손상이 발생할 우려가 있으므로 단면보수(방청)를 실시하는 것이 필요하다.
- 표면오염, 체수흔적은 신축이음 하부 교각에서 발생한 손상으로 신축이음 본체 고무재 열화 및 손상부 지표수 유입에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 방치시 손상의 진전 및 2차손상(교각 열화, 교량받침 부식 등)이 발생할 우려가 있으므로 신축이음 교체 이후 손상에 대

한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

- 명판탈락은 공용중 외력에 의해 파손된 것으로 판단되며, 시설물 유지관리시 위치를 파악할 수 있도록 명판 재설치가 요구된다.

6) 기초

- 용소교(울산)의 기초는 강관Pile기초(A1,A2), 직접기초(P1~P9)로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수접촉, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 플레이트 부식, 도장박리의 경우 우수유입, 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 교량받침 P5-SH5(A1)에서 조사된 탄성패드 들뜸은 전단변형에 따라 발생하는 단부 말림(롤오버)로서 상·하부 플레이트와 탄성패드가 분리된 받침에서 흔히 관찰되는 현상이며, 손상의 정도가 미세한 상태로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 스토퍼 밀착, 변형은 시공시 시공오차로 인해 교량받침 일부가 건전한 거동을 하지 않아 발생한 것으로 판단되며, 교량받침의 가동량은 허용가동량 범위 내에서 거동을 하고 있으므로 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 망상균열의 경우 시공초기 건조수축, 주행차량의 반복적인 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미한 바 주의관찰을 실시하고 신축이음 재설치 등과 같은 보수시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 후타재 파손의 경우, 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격, 장기공용 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 고무재 파손, 하부 누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상이 발생되었으므로 누수에 의한 추가 손상 방지를 위해 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 본체 부식은 외기노출, 강우시 갓길측 체수, 동절기 제설제 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 본체에 발생한 유간 토사퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지 등의 환경적 요인에 의한 손상으로 원활한 신축거동을 위해 주기적인 정비(청소)를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판 실링재 탈락, 볼트 탈락의 경우 시공미흡, 온도변화에 의한 신축거동, 장기공용 등에 의한 손상으로 표면수 유입에 의해 하부 콘크리트 부재에 손상을 야기하고 있으므로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 14.4℃(04월 16일)로써 이때 측정유간은 0~280.0㎜ 범위로 조사되었다. 신축여유량은 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었으나, 바닥판(A1) 신장여유량이 부족하여 협착이 발생한 것으로 확인되었다. 바닥판(A1) 하면과 교대(A1) 흉벽이 협착되어 바닥판 하면에서 경미한 파손이 발생하였으며, 교대(A1) 흉벽 외측 보수부 들뜸이 발생한 상태로 확인되어 손상의 진전 및 2차손상 방지를 위한 신장여유량의 확보가 필요할 것으로 판단된다.

9) 교면포장

- 교면포장에 발생한 포장 균열, 망상균열, 접속부 균열은 건조수축, 온도변화, 급격한 수화반응, 반복적인 주행차량의 윤하중 및 충격하중, 진동 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 바닥판하면과 연계된 손상 없이 포장부 표면에 국한된 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다. 향후 공용기간 경과시 손상의 진전 및 추가 손상 발생으로 주행성 저하가 발생할 우려가 있으므로 재포장과 같은 장기적인 대책수립이 필요할 것으로 판단된다.
- 포장 파손, 패임은 시공미흡, 품질관리미흡, 주행차량에 의한 마모 등에 의한 손상으로 판단되며, 주행성에 미치는 영향이 미미하여 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 접속부 파손의 경우 성토부 다짐불량, 반복적인 중차량 통행 등에 의한 것으로 판단되며, 기점검이후 손상의 진전 및 추가 손상이 발생되지 않은바 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 고정대 탈락은 공용기간 증가에 따른 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 배수관 낙하 등의 안전사고 방지를 위해 고정대 재설치를 통한 유지관리가 요구된다.
- 배수관 길이부족은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 지속적인 낙수에 의해 교각 기둥부 콘크리트 부재의 열화, 박리 등을 유발할 우려가 있으므로 길이연장을 통한 정비가 요구된다.
- 배수관 부식은 공용기간 증가에 따른 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

11) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽에 발생한 균열(0.3㎜미만, 이상)은 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 균열부백태의 경우 외기노출로 강우시 균열부 수분접촉 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리가 요구된다.

12) 교량 점검시설

- 점검시설에서 앵커볼트의 절단흔적, 앵커볼트 주변 콘크리트 파손 및 균열은 조사되지 않은 건전한 상태이며, 점검시설에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)부 고정상태는 양호한 것으로 조사되었다.

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.4~29.8㎫, 하부구조(교대) 26.3~26.6㎫, 하부구조(교각) 27.1~27.4㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.5%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 3.5~6.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 용소교(울산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.257에서 0.239로 0.018 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대하여 일부 보수가 실시되어 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 용소교(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.

28.8.2 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.

28.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 주부재의 균열, 백태, 층분리, 들뜸 등은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 고무재 파손, 하부 누수 등의 손상은 신축이음 재설치를 통한 유지관리가 요구된다.

28.8.4 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.