18. 두현교(울산)

18.1 시설물 개요
18.2 자료수집 및 분석
18.3 현장조사
18.4 콘크리트 내구성조사
18.5 상태평가
18.6 종합평가 및 안전등급 지정
18.7 보수·보강 및 유지관리 방안
18.8 종합결론

18. 두현교(울산)

18.1 시설물의 개요

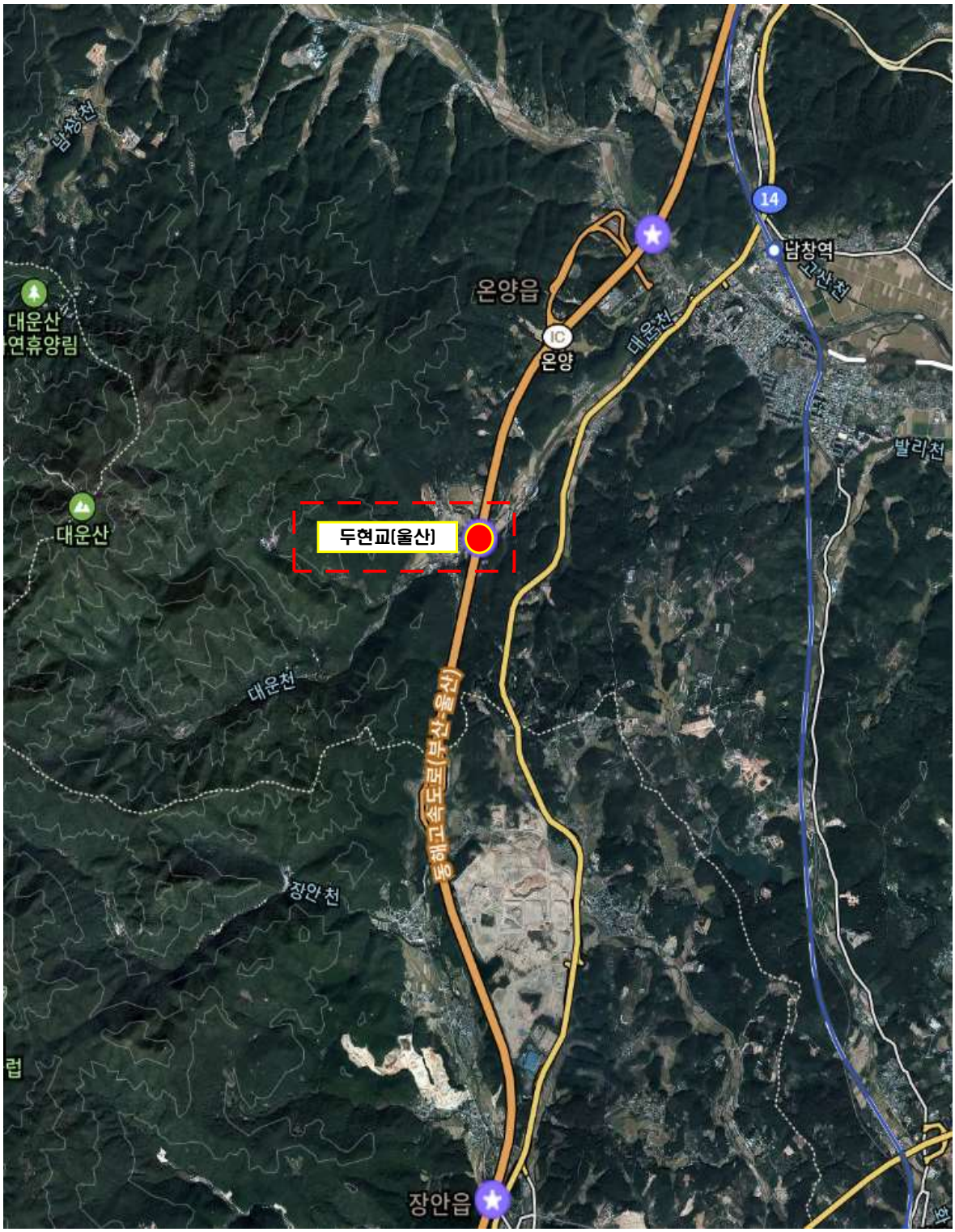
본 시설물은 울산광역시 울주군 청량읍 율리 산 163-4에 위치한 교량으로 총 연장 280.0m, 폭 15.75m로 시공되어 있다.

18.1.1 일반사항

【표 18.1.1】 두현교(울산) 일반사항

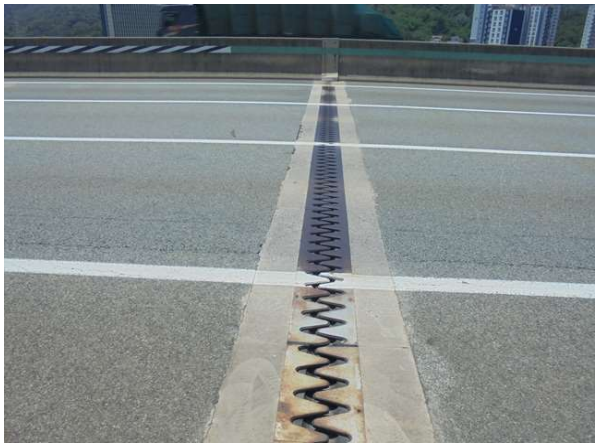
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물번호</td><td>Sh2008-0001000</td><td>관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td>울산광역시 울주군 청량읍 율리 산 163-4</td><td>준공년월일</td><td colspan="2">2008년 12월 31일</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리이정</td><td>부산울산선(43.49km)</td><td>공사이정</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24/DL-24</td><td>노 선 명</td><td colspan="2">부산울산고속도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 280.0m, (3@35.0+2@35.0+3@35.0)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 15.75m (3차로)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조 형식</td><td>상부</td><td>PSC Beam</td><td rowspan="2">기초 형식</td><td>교 대</td><td>Mass Concrete(A1), 강관파일 기초(A2)</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형, 교각 : π형</td><td>교 각</td><td>직접기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>탄성받침</td><td>신축이음</td><td colspan="2">모노셀(A1,P3,A2), 강핑거(P5)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>마을진입로(웅촌로), 두현저수지</td><td>통과높이</td><td colspan="2">20.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">점검통로 등</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 공 자</td><td>대림산업주식회사</td><td>관리주체</td><td colspan="2">부산울산고속도로(주)</td></tr>
</table>

18.1.2 위치도 및 전경사진



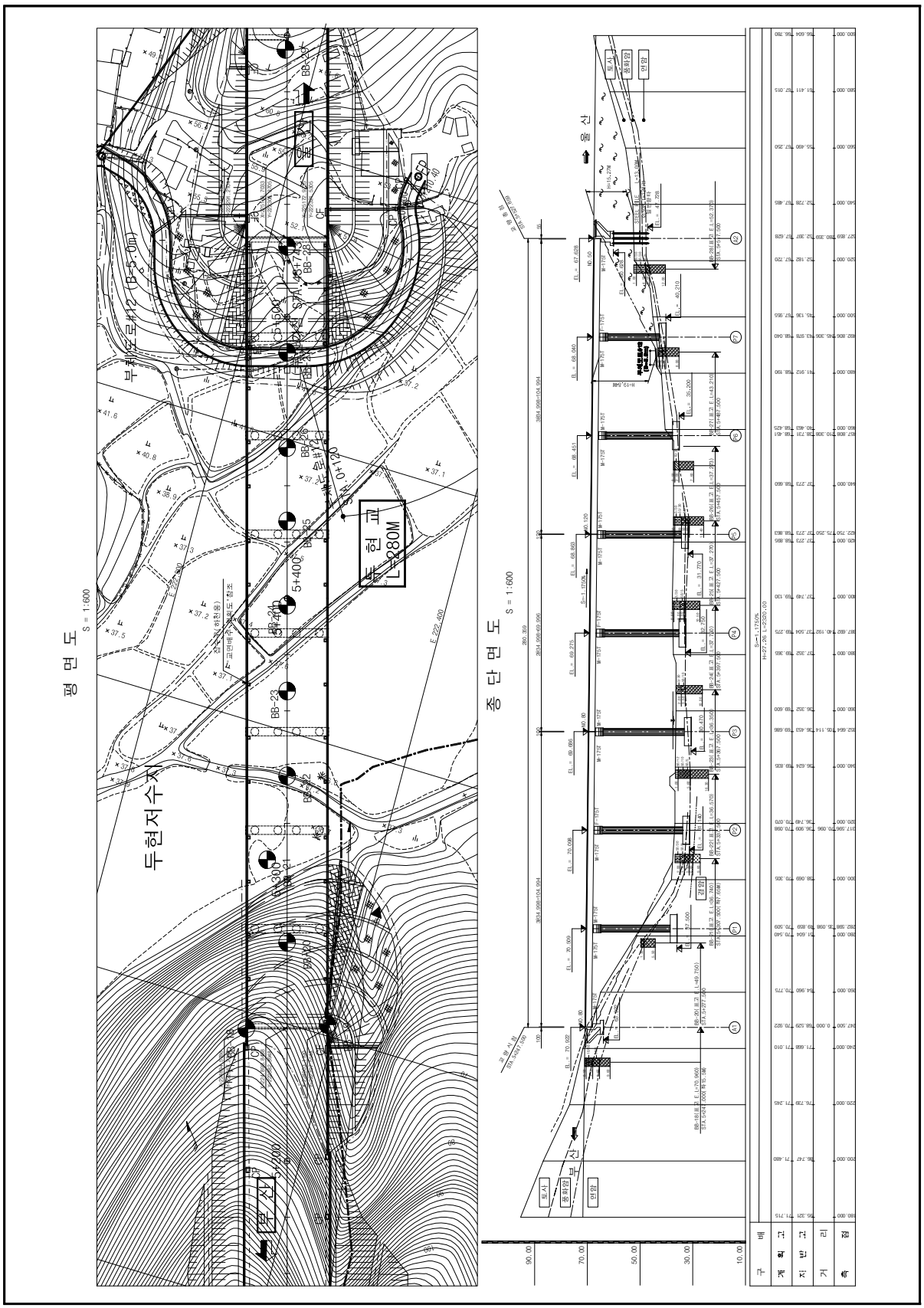
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S8	도보 및 굴절작업차	2025.03.24.~2025.12.17.	

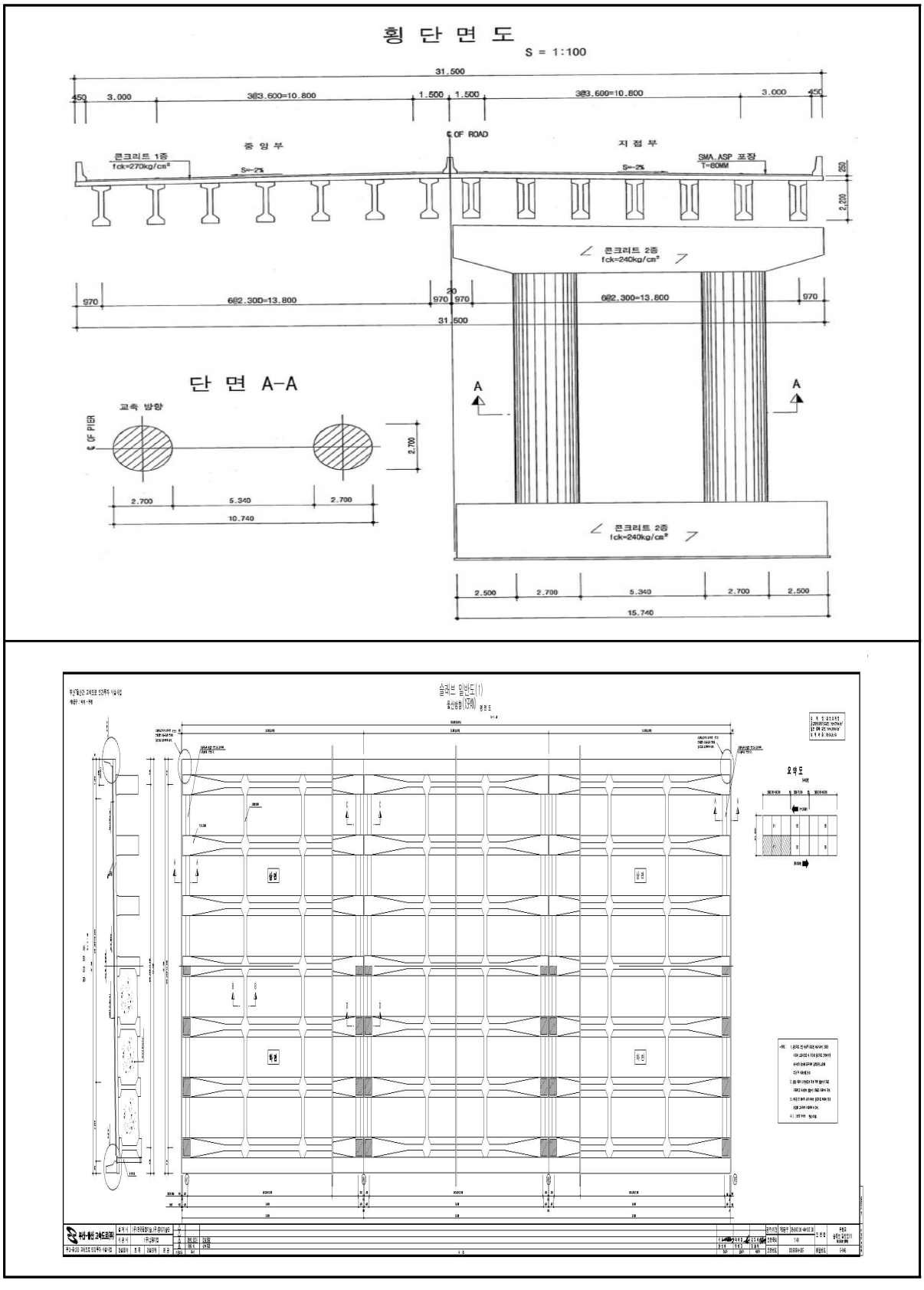
【그림 18.1.1】 위치도

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

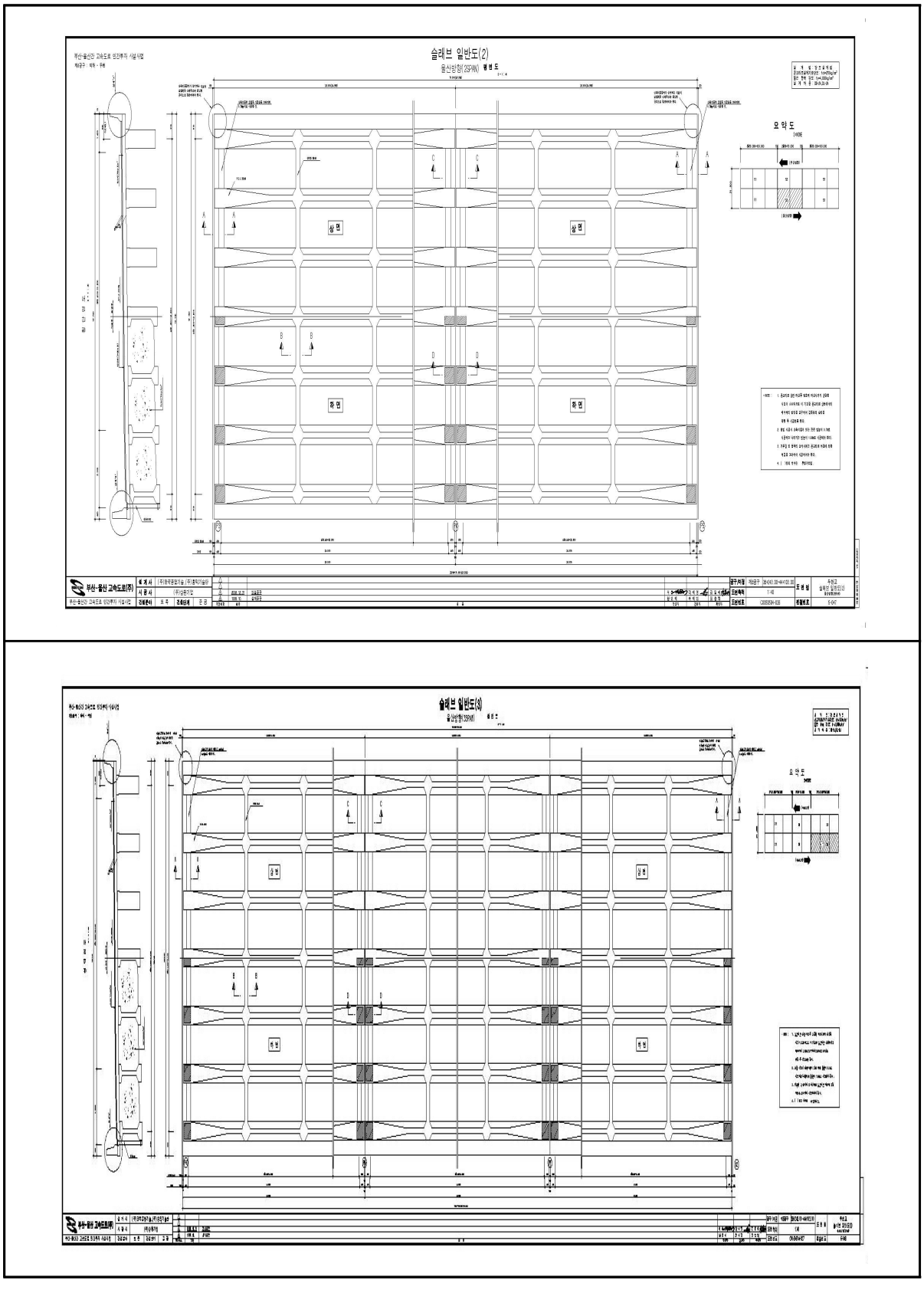
【사진 18.1.1】 부재별 현황

18.1.3 시설물 일반도

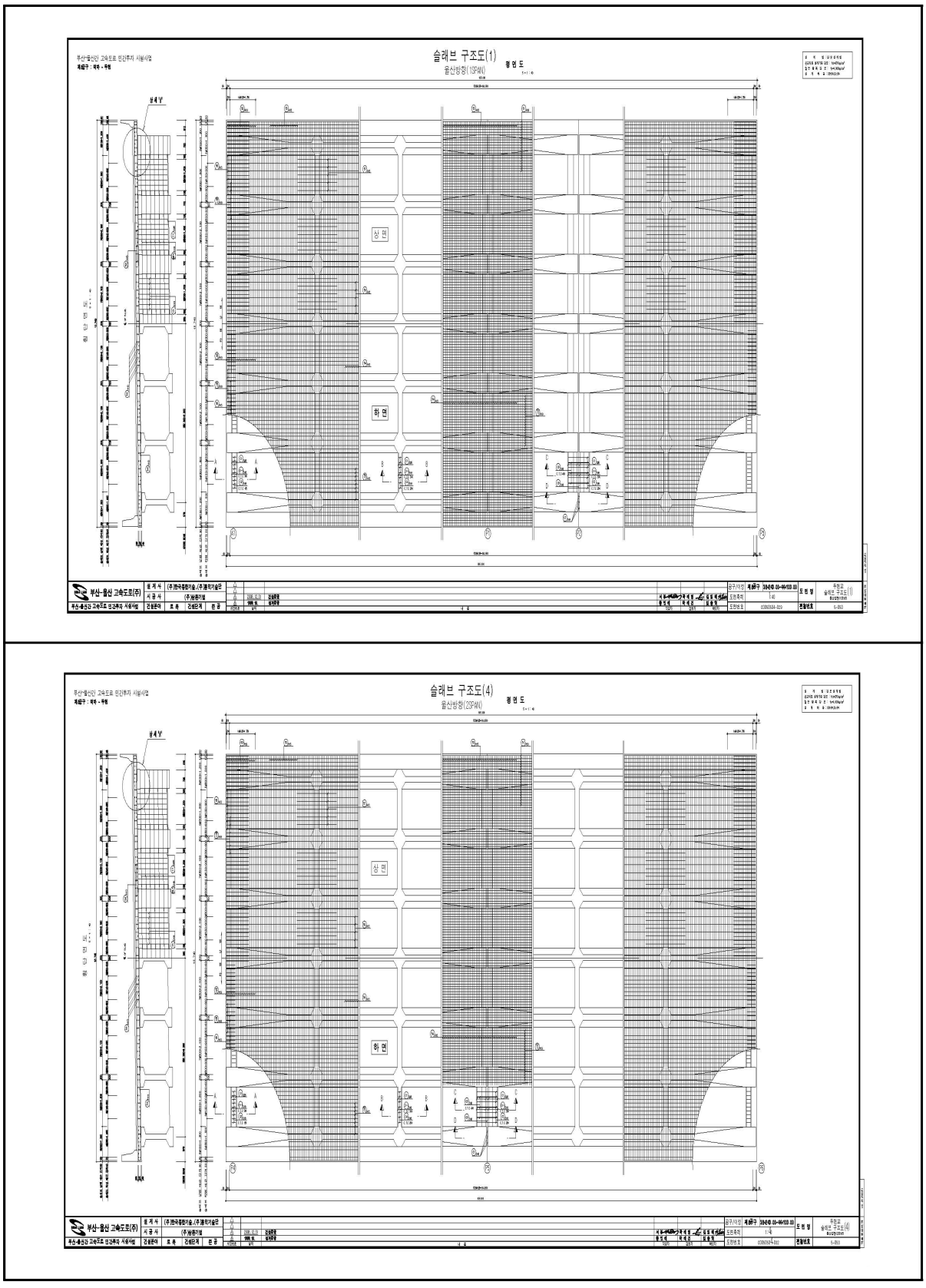

평 면 도
S = 1:600
종 단 면 도
S = 1:600
두현저수지
두현교
L=280M
부산
울산
부채도로#12 (B=5.0m)
5+400
5+120
5+200
BB-21
BB-22
BB-23
BB-24
BB-25
BB-26
BB-27
BB-28
BB-29
BB-30
BB-31
BB-32
BB-33
BB-34
BB-35
BB-36
BB-37
BB-38
BB-39
BB-40
BB-41
BB-42
BB-43
BB-44
BB-45
BB-46
BB-47
BB-48
BB-49
BB-50
BB-51
BB-52
BB-53
BB-54
BB-55
BB-56
BB-57
BB-58
BB-59
BB-60



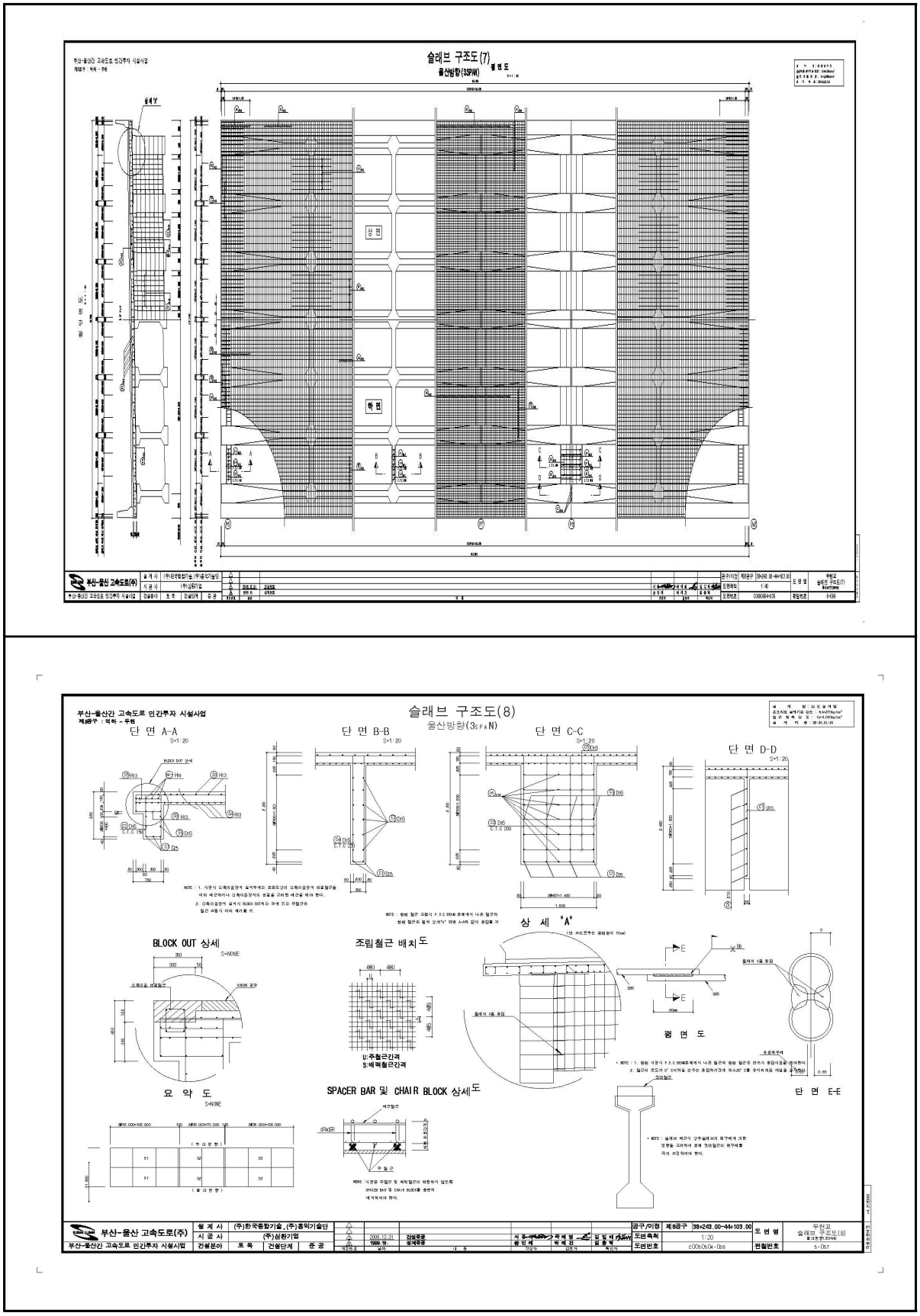
【그림 18.1.3】 횡단면도, 슬래브 일반도



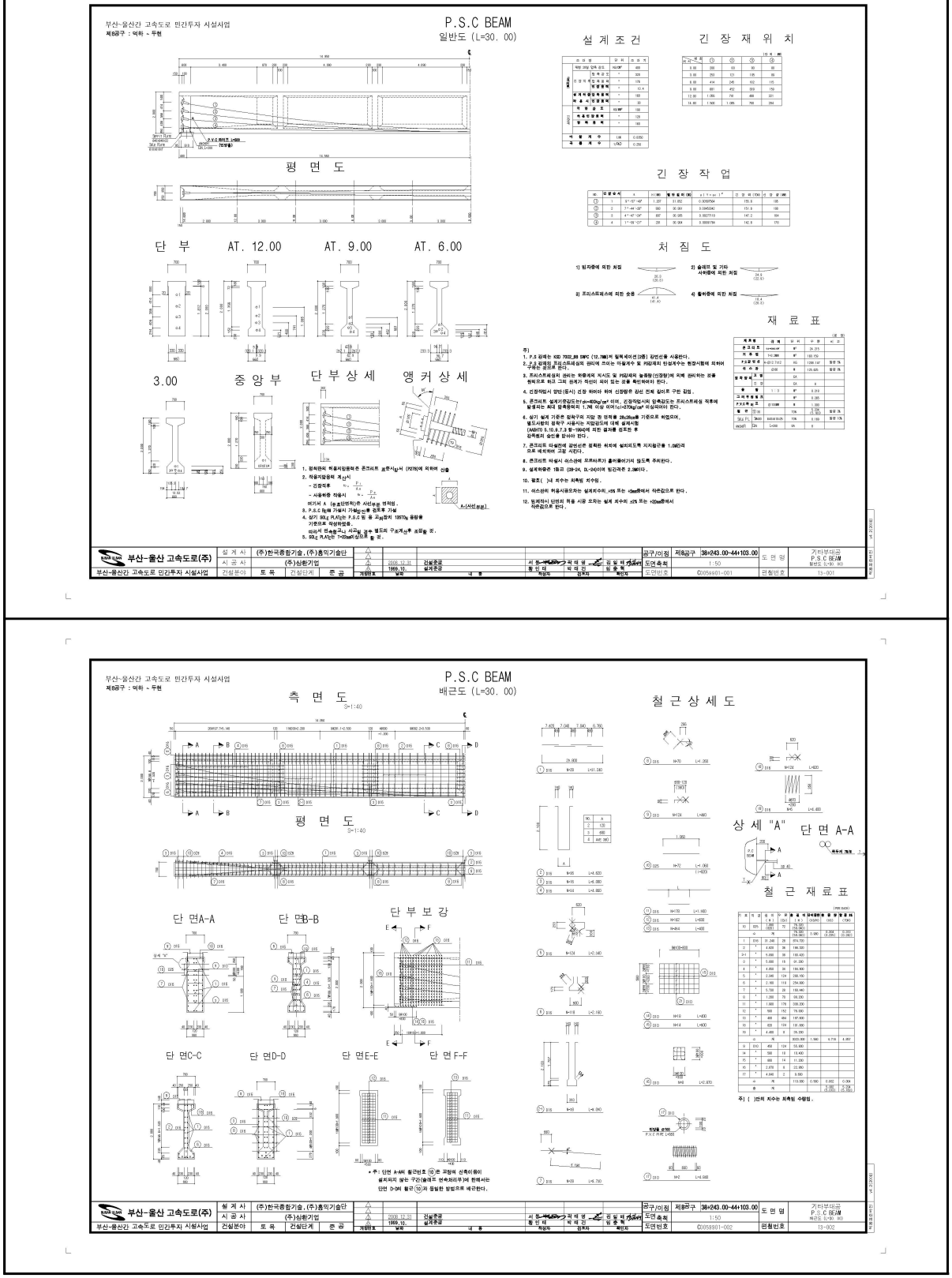
【그림 18.1.4】 슬래브 일반도



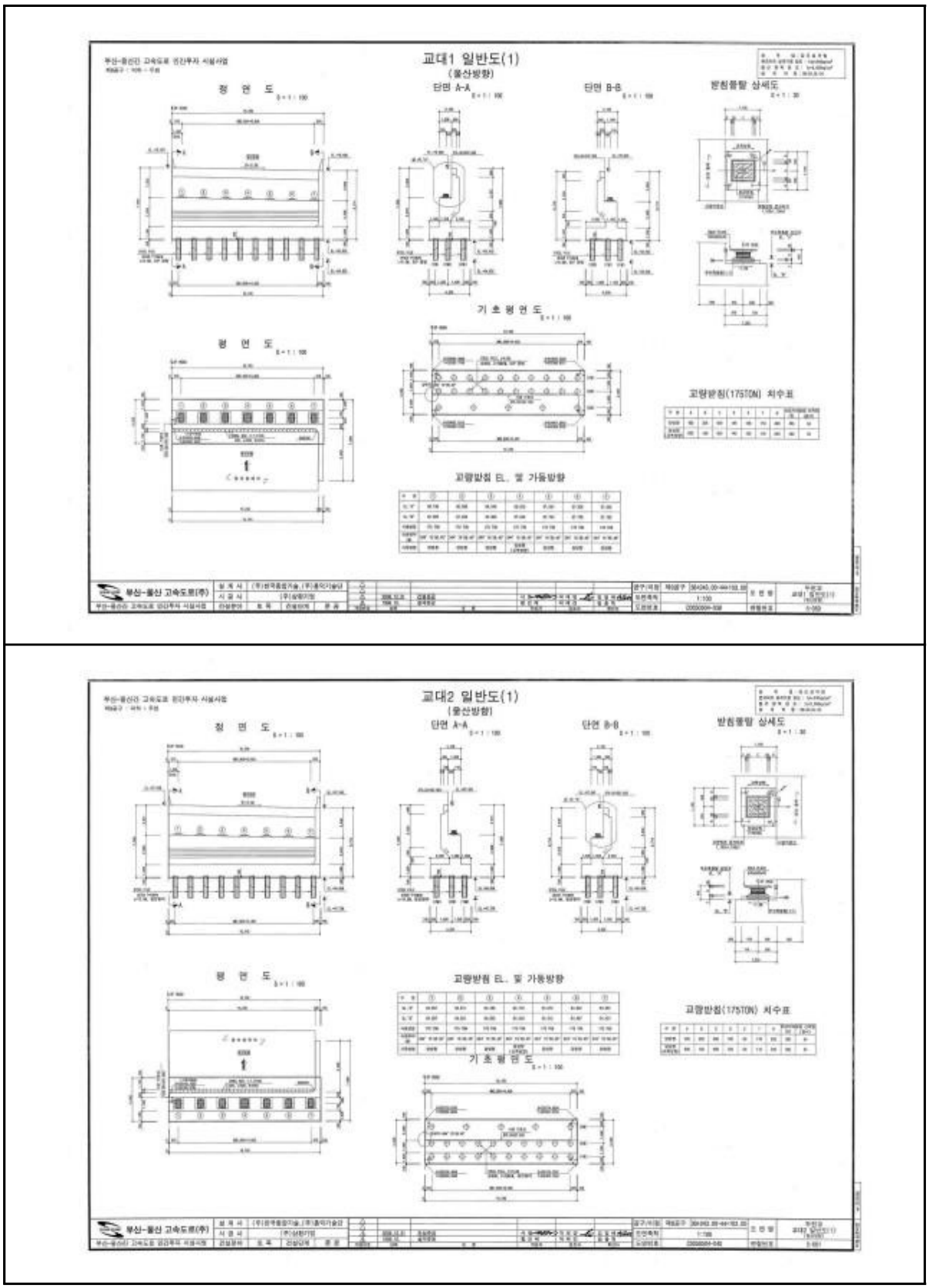
【그림 18.1.5】 슬래브 배근도



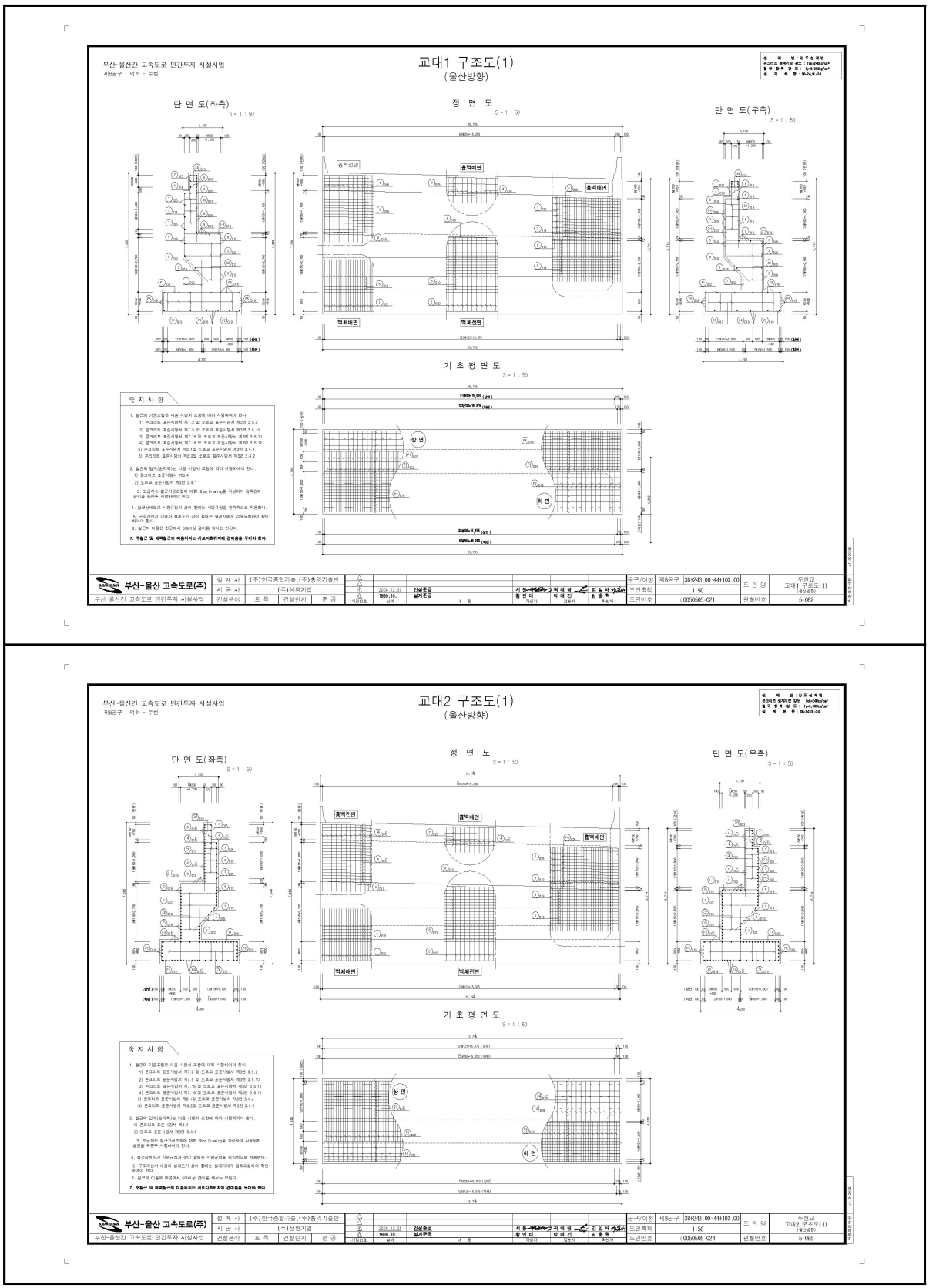
【그림 18.1.5】 슬래브 배근도(계속)



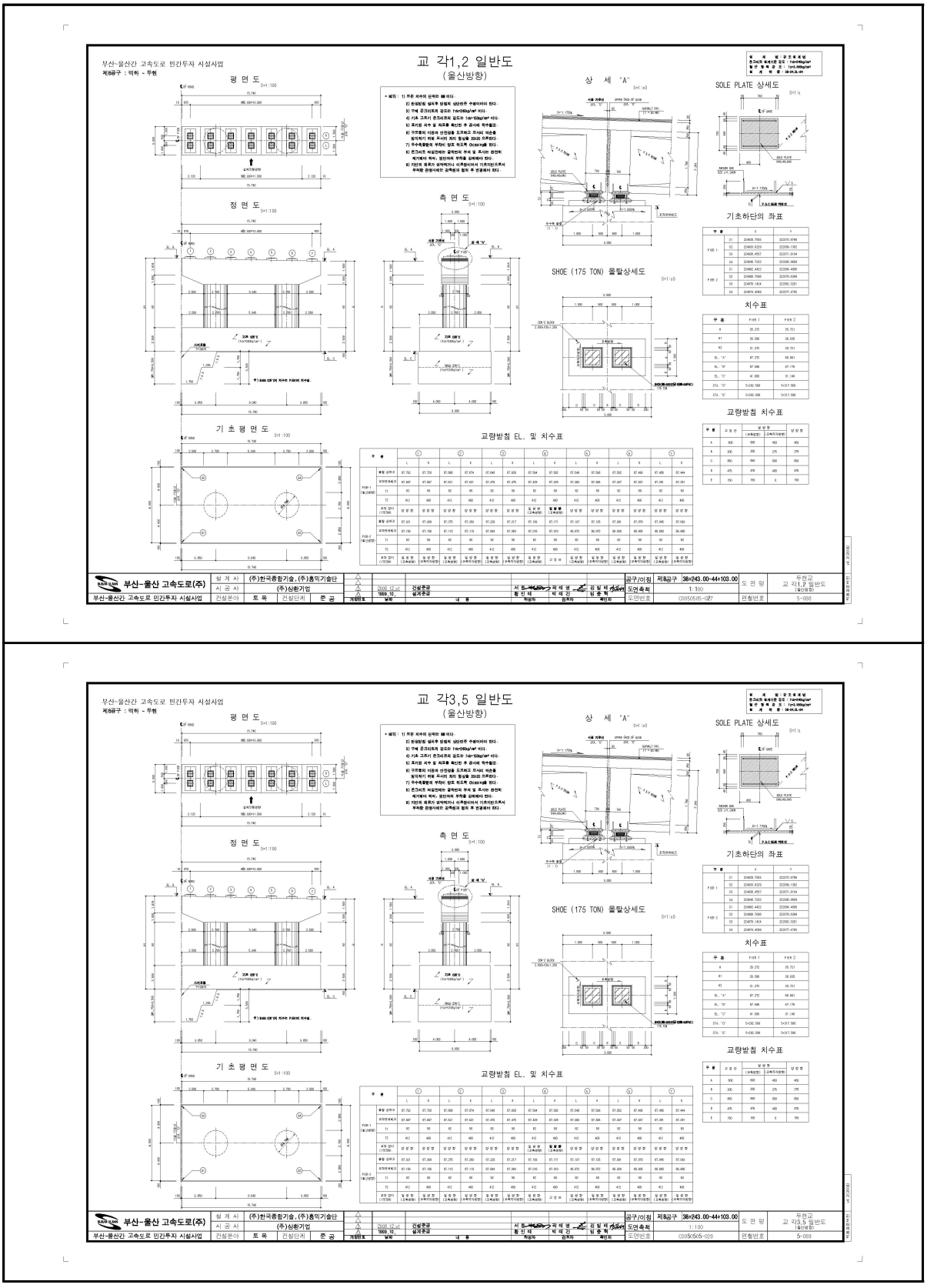
【그림 18.1.6】 거더 일반도, 배근도



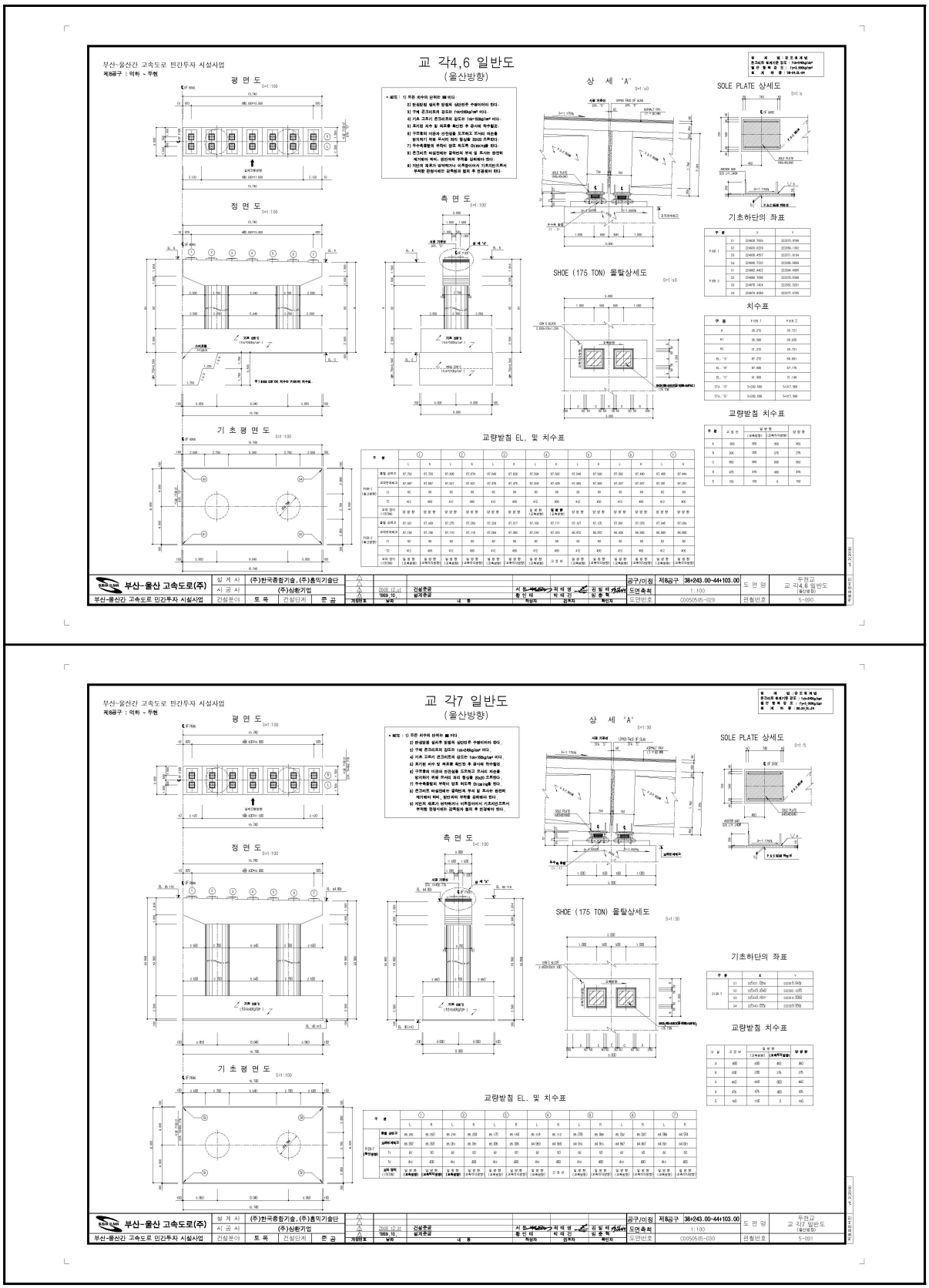
【그림 18.1.7】 교대 일반도



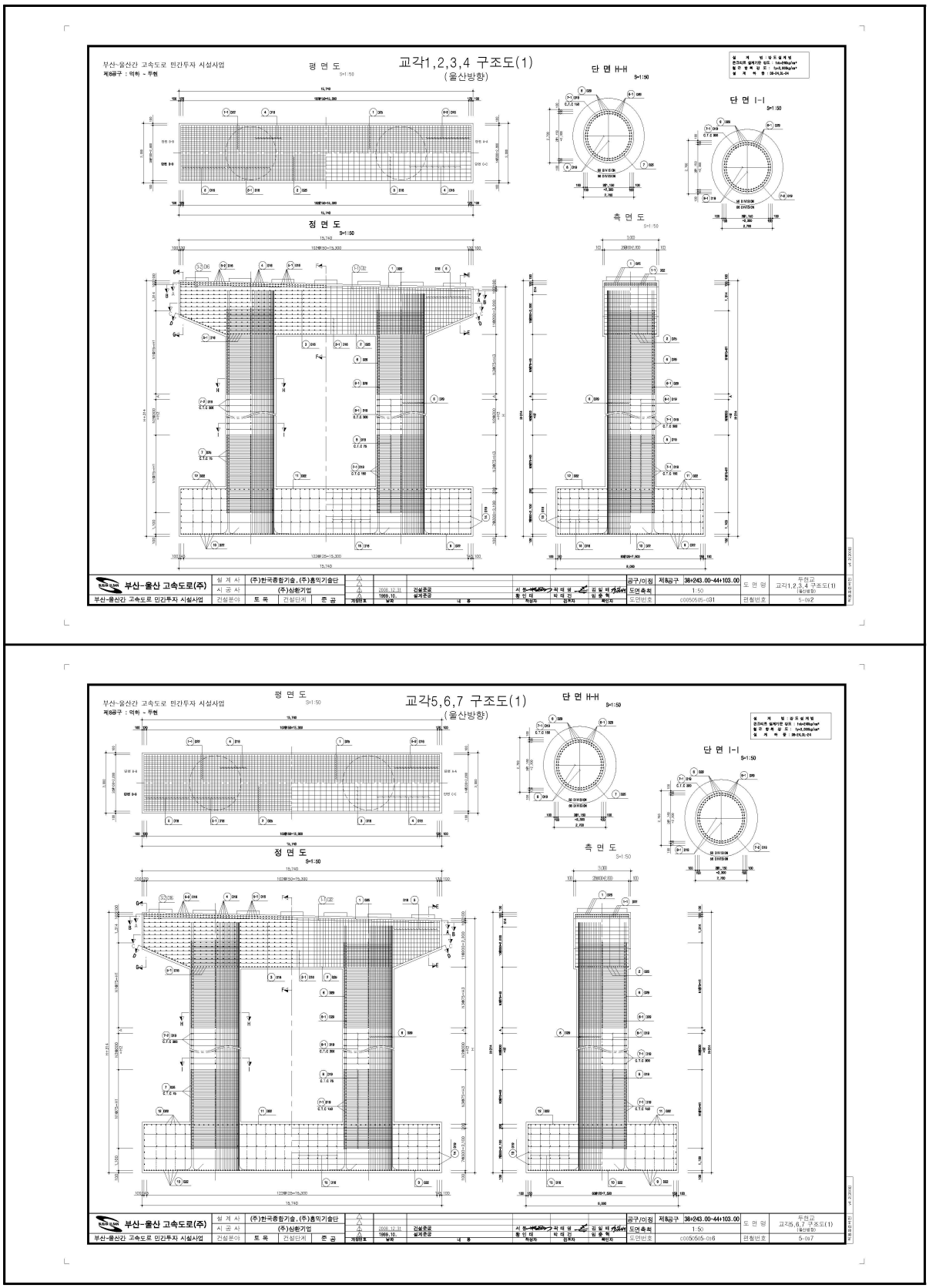
【그림 18.1.8】 교대 배근도



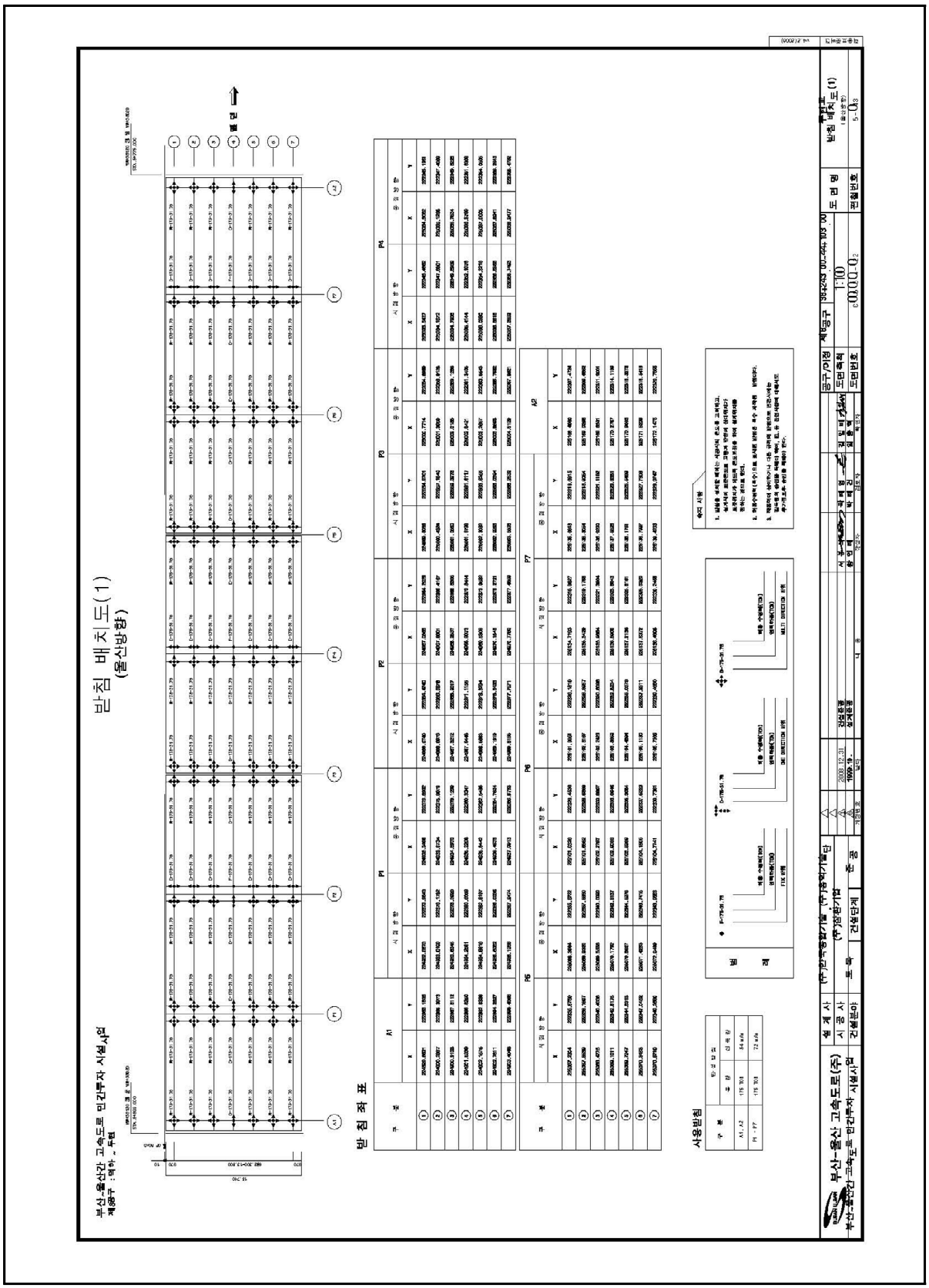
【그림 18.1.9】교각 일반도



【그림 18.1.9】 교각 일반도(계속)



【그림 18.1.10】 교각 배근도



【그림 18.1.11】교량받침 배치도 및 좌표도

18.2 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.

18.2.1 자료수집 현황

【표 18.2.1】 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 등) ◦2021년 정밀안전점검 ◦2023년 정밀안전점검
보수·보강 관련자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) 보수·보강 ◦전차보고서

18.2.2 설계자료 검토

가. 구조계산서 및 내진설계

<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/㎥

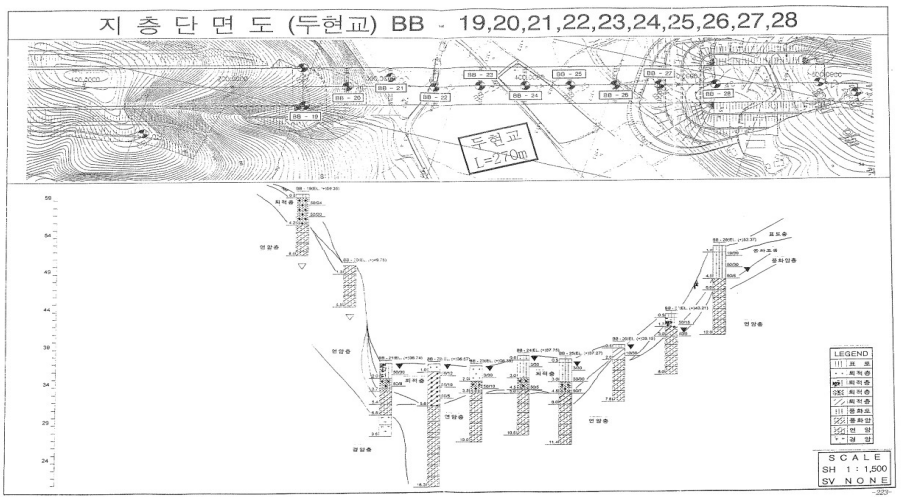
■ 활하중
– DB-24, DL-24</td><td>■ 콘크리트
– fck : 270kg/㎠ (바닥판)
– fck : 400kg/㎠ (주형)
■ 철 근
– fy : 4,000kg/㎠</td><td>■ 콘크리트
– fck : 240kg/㎠

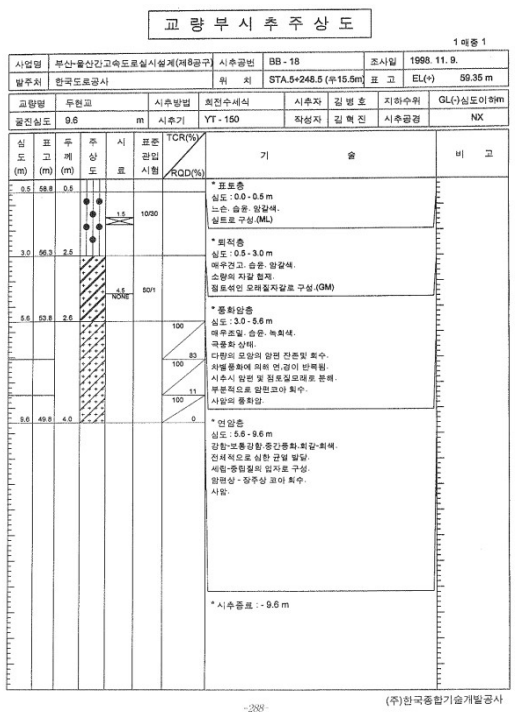
■ 철 근
– fy : 3,000kg/㎠</td></tr>
<tr><td colspan="2">■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/㎠
■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/㎠</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

나. 지반 및 지질 조사보고서

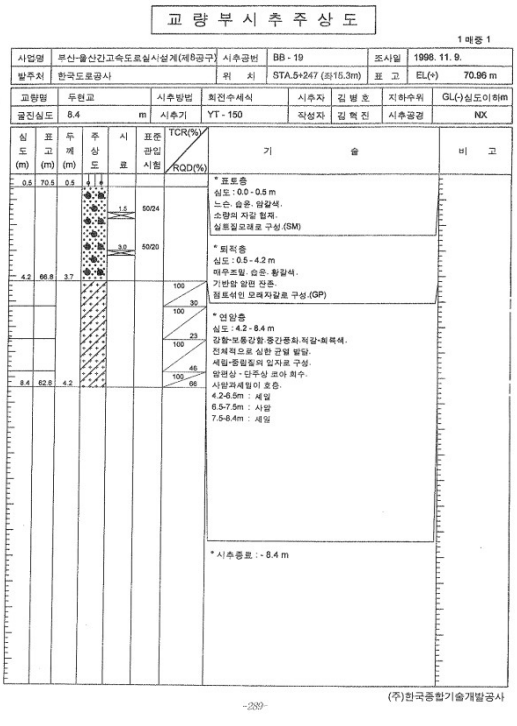
본 교량의 설계 당시 11개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지표로부터 표토, 퇴적토, 풍화잔류토, 풍화암, 연암, 경암층 순으로 구성되어 있는 것으로 조사되었으며, 지반조사보고서(부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 지반조사보고서(제8공구 덕하~두현), 2008.12)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

구 분	지 층 특 성
표토층 (매립층, 전답토층)	· 시추조사 BB-20을 제외한 지역에서 지표면 상부에서 확인 · 0.5~2.0m 정도의 층후로 분포 · 통일 분류법에 의한 토성은 ML, SM, SP, SP-SM으로 분류
퇴적층	· 시추조사 BB-5~BB-12에서 GL.(-)0.0~2.0m 정도의 심도에서 확인 · 0.5~3.6m 정도의 층후로 분포 · 통일 분류법에 의한 토성은 SW, GP, GP-GM, GW-GM으로 분류 · 상태 밀도는 11~50회 정도로서 중간 정도 조밀~매우 조밀한 상태
풍화잔류토층	· 시추조사 BB-7 지역에서 GL.(-)2.5m 정도의 심도에서 확인 · 1.5m 정도의 층후로 분포 · 통일 분류법에 의한 토성은 SM으로 분류 · 상대 밀도는 50회 정도로서 매우 조밀한 상태
풍화암	· 시추조사 BB-6, 7, 11~13에서 GL.(-)1.0~4.9m 정도의 심도에서 확인 · 1.0~2.1m 정도의 층후로 분포 · 기반암은 사암/셰일로서 심한~완전 풍화 상태 · 코아 회수율(TCR) = 0%, RQD = 0%
연암	· 조사 지역 전반에 걸쳐 GL.(-)7.0m 정도의 심도에서 확인 · 기반암은 사암/셰일로서 심한~약간 풍화 상태 · 코아 회수율(TCR) = 30~100%, RQD = 0~50%
경암	· 시추조사 BB-2, 3 지역에서 GL.(-)1.5~3.4m 정도의 심도에서 확인 · 기반암은 사암/셰일로서 약간 풍화 상태 · 코아 회수율(TCR) = 86~100%, RQD = 46~65%

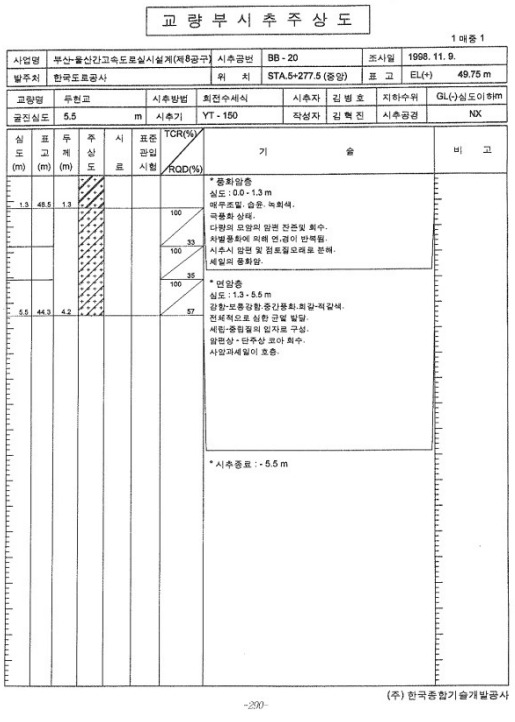




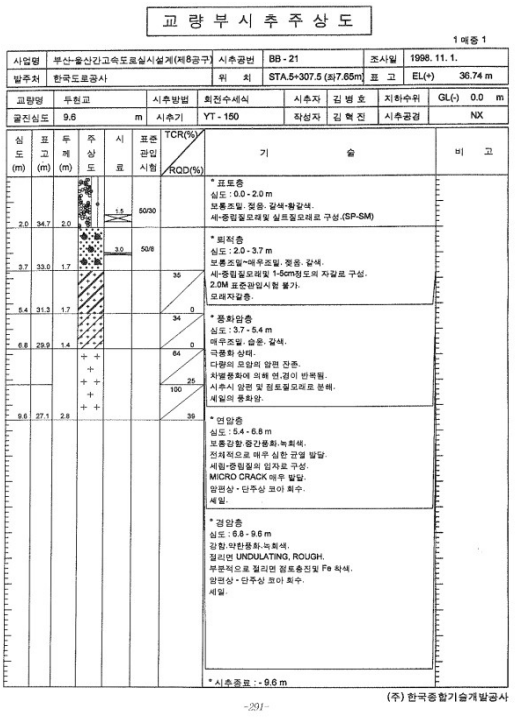
BB - 18



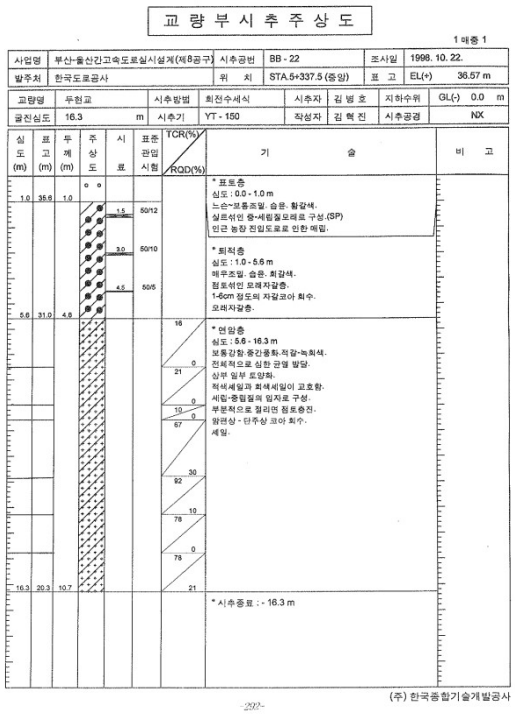
BB - 19



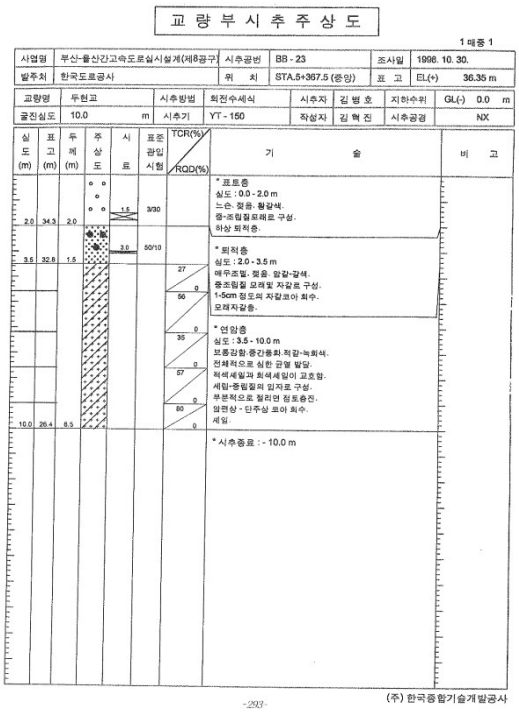
BB - 20



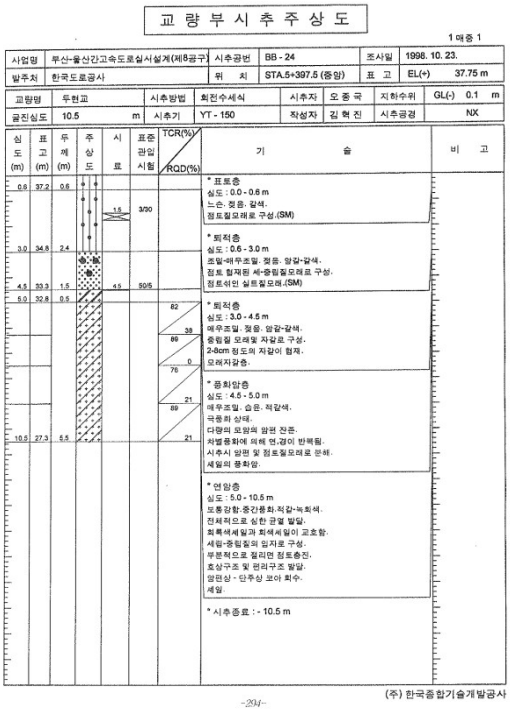
BB - 21



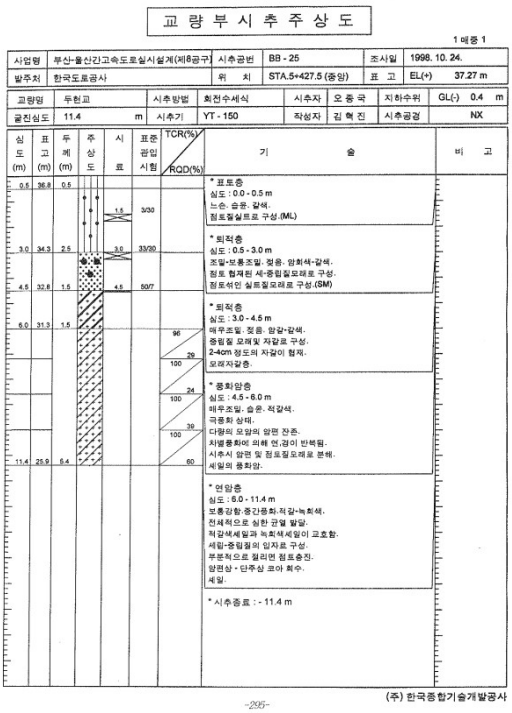
BB - 22



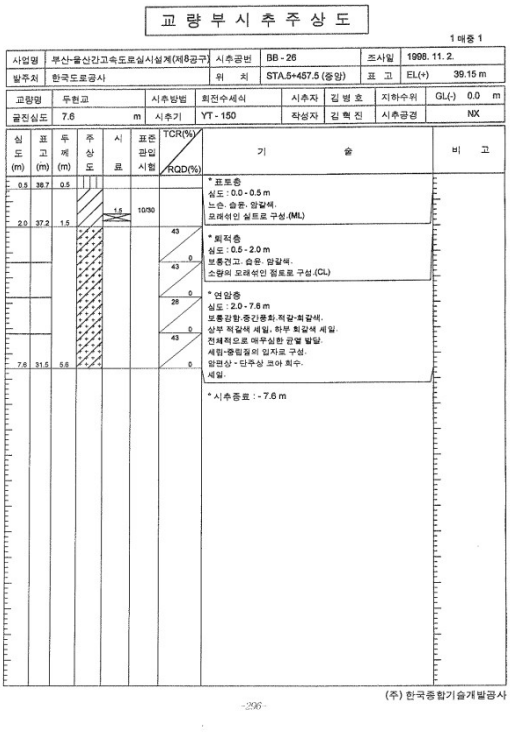
BB - 23



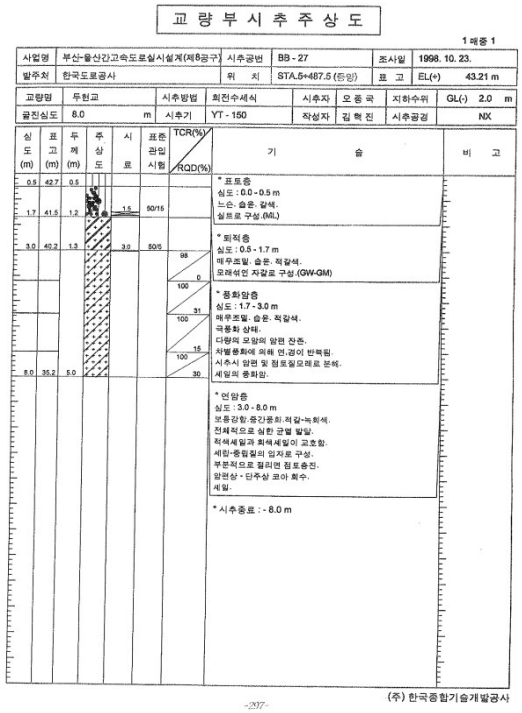
BB - 24



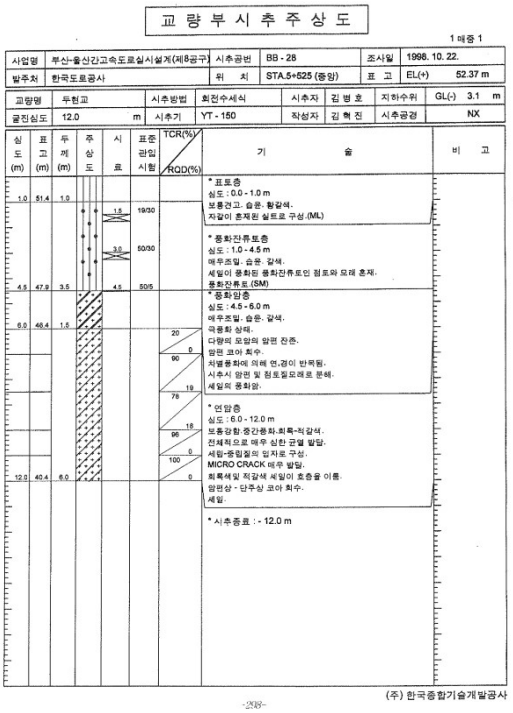
BB - 25



BB - 26



BB - 27



BB - 28

-

18.2.3 시설물 점검이력

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

【표 18.2.2】 두현교(울산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 ASP 균열, ASP 패임, ASP 긁힘 등 · 배수시설 배수관 연결부 막힘 및 부식, 배수구 이물질 퇴적, 유공관 파손 등 · 난간 방호벽 균열 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열 및 파손, 본체 부식, 유간토사퇴적 등 · 교량받침 탄성받침 고무패드 들뜸, 플레이트 부식, 받침몰탈 균열 등 · 바닥판 상태양호 · 거더 하면 박락 등 · 2차부재 / 가로보 균열 등 · 교대 구체 균열 등 · 교각 기둥부 균열 및 망상균열, 표면오염 등 · 점검시설 점검통로 난간대 파손
2	정기안전점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	· 거더:균열,재료분리,박락,표면오염 · 바닥판:균열,망상균열,파손,들뜸,박락,표면오염 · 교량받침:플레이트부식,균열,망상균열,재료분리,탄성패드밀림및들뜸 · 교대:균열,망상균열,체수흔적,표면오염,실링재파손 · 교각:균열,망상균열,긁힘,파손,단면불량,체수흔적,표면오염,명판탈락 · 신축이음:후타콘크리트균열,고무재파손,하부누수,유간토사퇴적 · 교면포장:아스콘균열및파손,시공이음부균열 · 배수시설:집수구막힘,배수관부식,배수로균열및파손 · 난간및연석:균열,균열부백태 · 2차부재/가로보:균열,재료분리 · 점검시설:점검통로난간대파손

【표 18.2.2】 두현교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
3	2종성능평가	2024.03.11 ~2024.12.23	(주)명성엔지니어링	B등급	· 안전성능평가결과,성능평가점수0.210,등급b로평가 · 내구성능평가결과,성능평가점수0.199,등급b로평가 · 사용성능평가결과,성능평가점수0.511,등급d로평가 · 종합성능평가결과,성능평가점수0.247,등급B로평가
4	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장ASP포장균열,패임,시공이음부균열등 · 배수시설집수구막힘,배수관볼트체결불량,배수로균열및파손등 · 난간및연석균열,균열부백태등 · 신축이음후타콘크리트균열및파손,고무재파손,하부누수,유간토사퇴적등 · 교량받침플레이트부식,콘크리트균열,재료분리,탄성패드밀림등 · 바닥판균열,망상균열,백태,표면오염등 · 거더균열등 · 2차부재가로보균열,들뜸,박락,거푸집미제거등 · 교대균열,망상균열,체수흔적,법면보호블럭이격등 · 교각균열,망상균열,긁힘,파손,단면불량등
5	정밀안전점검	2023.02.20 ~2023.12.22	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장아스콘균열및파손,시공이음균열 -방호벽균열(0.3㎜미만),균열부백태 -배수시설집수구막힘,배수관부식,볼트체결불량,배수로균열및파손 -신축이음후타재균열(0.3㎜미만),유간토사퇴적,고무재파손,하부누수,차수판볼트탈락 -바닥판균열(0.3㎜미만),망상균열,파손,들뜸,박락,표면오염 -거더균열(0.3㎜미만),재료분리,박락,표면오염 가로보균열(0.3㎜미만),재료분리 -교량받침Plate부식,균열(0.3㎜미만),망상균열,재료분리,탄성패드밀림,들뜸,스토퍼밀착 -교대/교각균열(0.3㎜미만),망상균열,파손,단면불량,체수흔적,표면오염

【표 18.2.2】 두현교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
6	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.06.14	자체수행	양호	· 교면포장 ASP 포장 균열, 패임, 시공이음부 균열 등 · 난간중분대 균열(cw=0.3㎜미만), 균열부백태 등 · 배수시설 집수구 막힘, 배수관 볼트 체결 불량, 배수로 균열 및 파손 등 · 신축이음 후타재 균열 및 파손, 고무재 파손, 단차, 하부누수, 유간토사퇴적 등 · 바닥판 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열, 백태, 표면오염 등 · 거더 균열(cw=0.3㎜미만) 등 · 2차부재 가로보 균열(cw=0.3㎜미만), 들뜸, 박락, 거푸집 미제거 등 · 교량받침 플레이트 부식, 콘크리트 균열(cw=0.3㎜미만), 재료분리, 탄성패드 밀림 등 · 하부구조 교대 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열, 체수흔적, 법면보호블럭 이격 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열, 긁힘, 파손, 단면불량 등 · 점검시설 점검통로 앵커볼트 연단거리 및 노출길이 부족, 난간대 파손 등
7	정기안전점검	2022.09.05 ~2022.09.30	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고
8	정기안전점검	2022.05.16 ~2022.06.15	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고
9	정밀안전점검	2021.03.03 ~2021.12.22	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장아스콘균열및패임 -방호벽균열(0.3㎜미만),균열부백태 -배수시설집수구막힘,배수관볼트체결불량,배수로균열및파손 -신축이음후타재균열(0.3㎜미만)및파손,고무재파손,하부누수,유간토사퇴적 -바닥판균열(0.3㎜미만),망상균열,백태,표면오염 -거더균열(0.3㎜미만),파손,표면오염 -교량받침Plate부식,콘크리트균열(0.3㎜미만)및재료분리,탄성패드밀림및들뜸 -교대/교각균열(0.3㎜미만),망상균열,긁힘,파손,단면불량,체수흔적,표면오염

【표 18.2.2】 두현교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
10	정기안전점검	2021.06.28 ~2021.06.28	자체수행	양호	· 거더:망상균열,표면오염,박락,균열(cw=0.3㎜미만),파손 · 2차부재:균열(cw=0.3㎜미만),박락 · 바닥판:균열(cw=0.3㎜미만),망상균열,백태,파손,철근노출,표면오염 · 교량받침:받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만),받침몰탈균열(cw=0.3㎜미만),파손,재료분리,받침플레이트부식 · 하부구조(교대):균열(cw=0.3㎜미만),망상균열,파손,긁힘,표면오염,실링재파손,교대보호블럭이격 · 하부구조(교각):균열(cw=0.3㎜미만),망상균열,파손,긁힘,표면오염,실링재파손 · 신축이음:후타재균열(cw=0.3㎜미만),후타재균열(cw=0.3㎜이상),하부누수,차수판탈락,차수판볼트체결불량 · 교면포장:ASP균열,식생,ASP패임 · 난간연석:균열(cw=0.3㎜미만),균열(cw=0.3㎜이상),균열부백태 · 배수시설:배수관볼트체결불량,배수로파손
11	정기안전점검	2020.08.27 ~2020.08.27	자체수행	양호	· 받침콘크리트및몰탈균열 · 신축이음유간토사퇴적 · 교면포장시공이음균열
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),망상균열,백태,박락,파손,파손및철근노출,표면오염 -PSCI거더:균열(폭0.3㎜미만),박락,파손,표면오염 -콘크리트가로보:균열(폭0.3㎜미만),파손 -교 대 : 균열(폭 0.3㎜미만), 망상균열, 표면오염, 실링재 파손, 법면보호블럭 이격, 이완 -교 각 : 균열(폭 0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 박리, 박락, 파손, 긁힘 등 -교량받침:고무재밀림,들뜸,플레이트부식,스토퍼밀착,받침몰탈콘크리트균열(폭0.3㎜미만,이상)등 -신축이음:누수,고무재파손,유간토사퇴적,후타재균열,단차,차수판볼트탈락 -교면포장:시공이음균열 -배수시설:배수로균열,배수로파손,배수관볼트체결불량,집수구막힘 -방호벽및중앙분리대:균열(폭0.3㎜미만),균열부백태 -점검시설:연단거리부족,앵커볼트매입길이부족,앵커볼트절단흔적

【표 18.2.2】 두현교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
14	2종성능평가	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술단 (주)	B등급	-바닥판의균열,망상균열,백태,박락,파손및철근노출, 거더의균열,박락,파손,가로보의균열,파손,교대및교각 의균열,망상균열,박리,박락,파손,교량받침의고무재밀 림,들뜸,플레이트부식,스토퍼밀착,신축이음의누수,고 무재파손,유간토사퇴적,후타재균열,교면포장의시공이 음균열,배수시설의배수로균열,파손,방호벽의균열,균 열부백태,점검시설의연단거리부족등이조사됨. -내구성시험결과,내구성저하요인은조사되지않았으 며,구조해석검토결과,안전성을확보하고있음. -안전성능평가결과(B),내구성능평가결과(B),사용성 능평가결과(B) -종합평가결과 “일부부재에경미한결함이나내구성저 하가능성이조사되었으며,외부환경조건등을고려하여 진행여부를지속관찰하고보수여부를결정하여야하는 성능수준” 인 “B등급” 으로평가됨.
15	정기안전점검	2019.05.23 ~2019.05.23	자체수행	양호	· 양호함
16	정기안전점검	2018.12.17 ~2018.12.17	자체수행	양호	· 양호함
17	정기안전점검	2018.11.26 ~2018.11.26	자체수행	양호	· 양호함
18	정기안전점검	2018.05.08 ~2018.05.08	자체수행	양호	· 양호함
19	정밀안전점검	2017.10.16 ~2017.12.22	자체수행	B등급	· 바닥판균열,망상균열,백태,파손,철근노출,표면오염 · 거더파손,균열,박락,표면오염,백태 · 하부구조균열및망상균열,파손,법면보호블럭이완 · 교량받침Plate부식,받침콘크리트균열,재료분리 · 신축이음후타재균열,유간토사퇴적,고무재파손및하 부누수 · 교면포장상태양호 · 방호벽균열 · 배수시설볼트체결불량,집수구막힘
20	정기안전점검	2017.10.17 ~2017.10.17	자체수행	양호	- 양호함
21	정기안전점검	2017.06.26 ~2017.06.26	자체수행	양호	- 양호함

【표 18.2.2】 두현교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
22	정기안전점검	2016.10.10 ~2016.10.10	자체수행	양호	- 양호함
23	정기안전점검	2016.06.13 ~2016.06.13	자체수행	양호	- 양호함
24	정밀안전점검	2015.05.27 ~2015.12.22	(재)한국재난연구원	B등급	·바닥판하면:균열(cw=0.3mm미만),망상균열,백태, 표면오염,파손,파손및철근노출/거더:균열(cw=0.3mm미만),파손(인양홀),백태,박락,표면오염 ·가로보:균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 박락, 파손 ·교대 및 교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 망상균열, 파손, 재료분리 등 ·신축이음 : 후타재균열, 유간토사퇴적, 고무재파손, 신축이음장치누수, 차수판 볼트체결불량 등 ·방호벽 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 긁힘, 균열부백태 ·배수시설 : 배수관볼트 체결불량, 배수로파손 등 ·교량받침 : 받침몰탈균열, 받침대 균열, 박락, 재료분리, 철근노출
25	정기안전점검	2015.03.23 ~2015.03.23	자체수행	양호	·양호
26	정기안전점검	2014.11.13 ~2014.11.13	자체수행	양호	·양호
27	정기안전점검	2014.05.15 ~2014.05.15	자체수행	양호	·양호
28	정밀안전점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등급	·벽체균열
29	정기안전점검	2013.06.14 ~2013.06.14	자체수행	양호	·양호
30	정기안전점검	2012.10.16 ~2012.10.16	자체수행	양호	·양호
31	정기안전점검	2012.02.07 ~2012.02.07	자체수행	양호	·양호
32	정기안전점검	2011.09.20 ~2011.09.20	자체수행	양호	·교면포장 부분 불량
33	정기안전점검	2011.04.20 ~2011.04.20	자체수행	양호	·양호함
34	정기안전점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	·난간일부 균열누수,신축이음후타보수자국
35	정밀안전점검	2010.03.10 ~2010.05.09	자체수행	A등급	·양호함
36	정기안전점검	2009.08.04 ~2009.11.25		양호	·이상없음
37	정기안전점검	2009.03.06 ~2009.06.30		양호	·이상없음

18.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
교면포장	◦교면포장에 대한 외관조사 결과, 아스콘 균열 및 파손, 시공이음 균열이 발생한 것으로 조사되었다.	
방호벽	◦방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 균열부백태가 발생한 것으로 조사되었다.	
배수시설	◦배수시설에 대한 외관조사결과, 집수구 막힘, 배수관 부식 및 볼트체결불량, 배수로 균열 및 파손이 발생한 것으로 조사되었다.	
신축이음	◦신축이음에 대한 외관조사 결과, 후타재 균열(0.3㎜미만), 고무재 파손 및 하부누수, 유간부 토사퇴적, 단차, 차수판 변형 및 볼트탈락, 이격 및 단차 등의 손상이 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 검토되었다.	
바닥판	◦바닥판에 대한 외관조사결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 들뜸, 박락, 표면오염이 발생한 것으로 조사되었다.	
거더	◦거더에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 박락, 재료분리, 표면오염이 발생한 것으로 조사되었다.	
가로보	◦가로보에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 재료분리가 발생한 것으로 조사되었다.	
교량받침	◦교량받침에 대한 외관조사결과, Plate 부식, 몰탈 및 콘크리트 균열(0.3㎜미만) 및 망상균열, 콘크리트 재료분리, 스토퍼 밀착, 탄성패드 밀림 및 들뜸이 발생한 것으로 조사되었다.◦연단거리 검토 본 교량의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치(375.0㎜)를 상회하는 것으로 조사되어 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다. ◦이동 여유량 검토 본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 -5℃~+35℃ 설계하였으며 설계 시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 측정·검토되었다. 단, 교량받침(A2 Sh1)의 탄성패드 밀림(슬라이딩)이 조사된 받침은 건전한 거동을 하지 않은 것으로 판단하여 온도변화에 의한 여유량 검토에서 제외하고 평가하였다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
교대	◦교대에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 체수흔적 및 표면오염, 실링재 파손이 발생한 것으로 조사되었다.	
교각	◦교각에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 긁힘, 파손, 단면불량, 체수흔적, 표면오염, 명판 탈락이 발생한 것으로 조사되었다.	
기초	◦두현교(울산)의 설계도서 검토결과, 기초형식은 강관파일기초(A1, A2), 직접기초(P1~P7)로 시공된 것으로 검토되었으며, 점검일 현재 기초는 노출 없이 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.	
교량 점검시설	◦교량 점검시설에 대한 외관조사 결과, 점검통로 난간대 파손이 발생하였으나, 전구간에 대한 브라켓 및 앵커볼트 보강을 실시한 것으로 조사되었다.	
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설 (교량 점검시설)	
	◦도로포장 (교면포장, 보도부)	
	◦도로부 신축이음부 (신축이음)	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판	27.9 ~ 28.9	27.0	■설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	26.1 ~ 27.1	24.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조	탄산화깊이	3.3 ~ 4.2	a등급	■탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■탄산화에 의한 내구성저하 없음
		잔여깊이	30.7 ~ 34.8	a등급	
	하부구조	탄산화깊이	5.1 ~ 8.5	a등급	
		잔여깊이	56.9 ~ 92.5	a등급	
종합 평가	■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	
두현교(울산)	0.212	B	-	-	B
종합평가	•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 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한” 로 지정되었다.				

라. 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.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

점검부위	결함 및 손상내용	손상 물량	보수 물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면포장	아스콘 파손	0.25	1.00	㎡	소파보수	120	120	2	
방호벽	균열(0.3㎜미만)	133.60	33.40	m/㎡	표면처리	65	2,171	3	
	균열부 백태	2.40	1.00	m/㎡	표면처리	65	65	3	
배수시설	집수구 막힘	17	17	EA	청소	20	340	2	
	배수관 볼트체결 불량	2	2	EA	볼트 재체결	50	100	3	
	배수로 파손	2.00	3.00	㎡	단면보수	240	720	3	
신축이음	고무재 파손	20.00	31.50	m	신축이음교체(No.80)	1,400	44,100	1	A1,P3
	하부누수	36.00	15.75	m	신축이음교체(No.120)	2,000	31,500	1	P5
	유간토사퇴적	9.00	9.00	m	청소	20	180	2	
	차수판 볼트 탈락	6	6	EA	볼트 재체결	50	300	3	
바닥판	균열(0.3㎜미만)	22.10	5.53	m/㎡	표면처리	65	359	3	
	망상균열	40.75	61.13	㎡	표면처리	65	3,973	3	
	파손	0.04	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
	들뜸, 박락	0.60	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
	표면오염	0.30	1.00	㎡	표면처리	65	65	3	
거더	균열(0.3㎜미만)	32.40	8.10	m/㎡	표면처리	65	527	3	
	재료분리	0.03	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
	박락	0.04	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
	표면오염	4.00	6.00	㎡	표면처리	65	390	3	
가로보	균열(0.3㎜미만)	33.70	8.43	m/㎡	표면처리	65	548	3	
	재료분리	0.25	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
교량받침	Plate 부식	36	36	EA	재도장	80	2,880	3	
	재료분리	0.02	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
교대	균열(0.3㎜미만)	11.50	2.88	m/㎡	표면처리	65	187	3	
	망상균열	26.69	40.04	㎡	표면처리	65	2,603	3	
	실링재파손	6.00	6.00	m	실링처리	20	120	3	
교각	균열(0.3㎜미만)	124.70	31.18	m/㎡	표면처리	65	2,027	3	
	망상균열	232.98	349.47	㎡	표면처리	65	22,716	3	
	파손, 긁힘	0.07	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
	단면불량	1.20	1.80	㎡	단면보수	240	432	2	
	명판 탈락	1	1	EA	재설치	200	200	3	
점검시설	점검통로 난간대 파손	6	6	EA	난간 재설치	300	1,800	3	
순 공 사 비							120,103		
제경비(순공사비×0.5)							60,052		
총 공 사 비							**180,155**		

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

바. 종합결론

1) 두현교(울산)는 준공 후 15년이 경과된 PSC Bema 교량으로 금회 정밀안전점검결과 상부구조(바닥판, 거더)는 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 박락, 파손, 재료분리, 표면오염이 발생하고 하부구조(교대, 교각)에서 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 단면불량, 표면오염 및 체수흔적이 조사되었다. 교량받침은 Plate 부식, 몰탈 및 콘크리트 균열(0.3㎜미만), 재료분리, 탄성패드 밀림 및 들뜸, 스토퍼 밀착이 발생하였으며, 기타부재에서 집수구 막힘, 배수관 볼트체결불량, 교면포장 아스콘 균열 및 파손, 방호벽 균열(0.3㎜미만), 균열 부백태 등의 손상이 조사되어 손상부에 대한 적절한 보수가 요구된다.

또한, 신축이음(A1, P3, P5)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.

교량받침에서 탄성패드 밀림(A2 Sh1) 및 들뜸(P5~P7, A2)이 발생하여, 탄성패드 이탈 및 추가적인 변위 발생 유무에 대한 주의관찰이 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
- 집수구 막힘으로 인한 체수 발생 및 주행성 저하 유무
- 신축이음(A1, P3, P5) 하부누수로 인한 주변 부재 손상 발생 유무
- 교량받침(P5~P7, A2))의 탄성패드 이탈 유무 및 신축거동 상태 확인

6) 기타 필요한 사항
- 없음

18.2.5 시설물 보수 이력

【표 18.2.3】 두현교(울산) 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수·보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	2022년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	P5	-	진양건설(주)
	2022-01-03 ~ 2022-11-30		신축이음장치 후타 보수	6,000	이재명
2	2022년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	교량받침	(주)엠케이에스이	진양건설(주)
	2022-01-03 ~ 2022-12-31		스토퍼설치(4EA)	5,000	이재명
3	2019 구조물 정밀안전진단 및 점검 결함사항 보수공사		바닥판 외	한국종합기술개발공사(주)	지엘부
	2020-08-28 ~ 2020-12-28		표면보수 등	7,713	조재성
4	2018년 부산포항선 교량 보수공사	보수	교량받침 PLATE 부식 - 슈 바탕처리 및 슈도장개소 0.98M2 *59EA	김병우	(주)예일개발
	2018-11-01 ~ 2018-12-26		교량받침 PLATE 부식 - 슈 바탕처리 및 슈도장개소 0.98M2 *59EA =57.82M2	3,111	전상우

FMS상 보수이력 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

18.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

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

<table>
<tr><th>적용유무</th><th>내진설계</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>내진설계 적용</td><td>- 시설물관리대장(FMS)에 내진설계 적용으로 표기됨</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">
<table>
<tr><th rowspan="2">시설물번호</th><th rowspan="2">관리번호</th><th rowspan="2">시설물명</th><th colspan="2">노선</th><th colspan="4">시설물분류</th></tr>
<tr><th>구분</th><th>세부노선</th><th>시설물종류</th><th>시설물종별</th><th>시설물구분</th><th>SOC성능평가대상</th></tr>
<tr><td>BR2008-0001000</td><td></td><td>두현교(울산)</td><td>고속국도</td><td>고속국도65호선</td><td>1종시설물에 해당하지 않는 연장 100미터이상의 교량</td><td>2종</td><td>교량</td><td>유</td></tr>
<tr><td colspan="3">주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)</td><td colspan="2">관리주체</td><td colspan="3">관리주체구분</td><td colspan="2">소유자</td><td colspan="3">소유자구분</td></tr>
<tr><td colspan="3">울산광역시 울주군 청량읍 율리 산 163-4</td><td colspan="2">부산울산고속도로(주)</td><td>공공</td><td>공공</td><td>민간</td><td colspan="2">국토해양부</td><td>공공</td><td>공공</td><td>민간</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td>중앙부처</td><td>지자체</td><td>(국가/지방)공기업</td><td colspan="2"></td><td>중앙부처</td><td>지자체</td><td>(국가/지방)공기업</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td>V</td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">사업계획 승인일</td><td>준공 (사용승인)일</td><td>하자담보책임 만료일</td><td>2. 상세제원</td><td>3. 안정점검 및 정밀안전진단 이력</td><td>4. 보수·보강 이력</td><td colspan="2">환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)</td><td colspan="3">5. 첨부자료 목록</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2008년 12월 31일</td><td>2018년 12월 31일</td><td>유</td><td>유</td><td>유</td><td colspan="2"></td><td colspan="3">두현교(울산)전경.JPG
두현교(측면)울산1.JPG</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계기간</td><td colspan="2">설계자</td><td colspan="2">공사기간</td><td colspan="2">시공자</td><td colspan="3">총공사비(백만원)</td></tr>
<tr><td colspan="2">1997-12-01 ~ 2008-12-31</td><td colspan="2">한국종합기술개발공사(주)</td><td colspan="2">2001-11-29 ~ 2008-12-31</td><td colspan="2">삼환기업(주)</td><td colspan="3">3,630.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">내진정보</td><td>내진설계 대상 유무</td><td colspan="2">내진설계 적용 유무</td><td colspan="2">적용내진설계기준</td><td colspan="2">내진성능평가 실시 유무</td><td colspan="3">내진보강 유무</td></tr>
<tr><td>불명</td><td colspan="2">적용</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">불명</td><td colspan="3">불명</td></tr>
<tr><td>영21조대상</td><td>감리기간</td><td colspan="2">감리자(책임감리원)</td><td colspan="2">사업주체(발주자)</td><td colspan="2">공사명</td><td colspan="3">공사감독·공사관리관</td></tr>
<tr><td>아니오</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">부산울산고속도로(주)</td><td colspan="2">부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업</td><td colspan="3">한국도로공사</td></tr>
<tr><td colspan="10">기타 기본현황</td></tr>
<tr><td colspan="2">작성일</td><td colspan="3">작성자</td><td colspan="3">최종 수정일</td><td colspan="3">최종 수정자</td></tr>
<tr><td colspan="2">2008년 12월 18일</td><td colspan="3">부산울산고속도로(주) (인)</td><td colspan="3">2019년 11월 26일</td><td colspan="3">박준형</td></tr>
<tr><td>비고</td><td colspan="9"></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>설계 조건</td><td>■ 해석방법
- 복합모드 스펙트럼 해석

■ 내진설계 상수
내진등급 : 내진 1등급
가속도계수 : 0.154
·지진구역계수 0.11
·위험도계수 1.4(1,000년 재현주기)
지반종류 : Ⅰ지역 (S=1.0)

■ 탄성받침 적용</td><td></td></tr>
</table>

18.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

18.2.8 주변환경 및 하중변화

두현교는 울산광역시 울주군 청량읍 율리에 위치하고 마을진입로(웅촌로 S2, S7) 및 두현저수지(S3)을 횡단하는 교량이며, 하부에는 생활체육시설이 S4~S5 경간에 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 부산울산고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중 이외의 추가하중은 없는 상태이며, 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.

S2 하부 교차 시설 전경

상부 전경

S4 하부 교차 시설 전경

S7 하부 교차 시설 전경

【사진 18.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

18.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 18.2.4】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇준공도서 – 지반조사보고서 – 각종계산서 – 공사시방서 – 준공내역서 – 준공도면 – 실시설계보고서 – 기타 특이사항 보고서 – 사고기록 등	◇구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교・검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(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 안전점검 보고서 ◇사고기록	◇부재별 중점손상 – 바닥판 들뜸, 박락 – 거더 박락 – 가로보 재료분리 – 교대 표면오염 – 교각 단면불량 – 교면포장 파손 – 방호벽 및 중분대 균열부백태 – 교량받침 탄성패드 밀림, 들뜸 – 신축이음 고무재 파손 및 하부누수 – 배수시설 배수관 부식	◇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	◇FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇보수부 상태 확인

18.3 현장조사

18.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S8	도보 및 굴절작업차, 드론	2025.03.24.~2025.12.17.	

연단거리 작업전경

비파괴시험

굴절작업차 작업전경

점검통로 도보 작업전경

【사진 18.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

18.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 두현교(울산)은 PSC Beam Girder 8경간으로 이루어져 있으며, 연장은 약 L=280.0m 폭 15.75m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

바닥판하면 전경

바닥판하면 캔틸레버 전경

【사진 18.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 들뜸, 박락, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 18.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		들뜸, 박락 (㎡/개소)		표면오염 (m/개소)	
S1	-	-	3.00	1	-	-	-	-	0.18	1
S2	-	-	0.75	1	-	-	-	-	0.12	2
S3	2.50	2	11.00	5	-	-	-	-	-	-
S4	0.80	1	9.50	6	-	-	-	-	-	-
S5	10.50	6	15.00	7	0.15	1	-	-	-	-
S6	3.30	3	51.75	6	-	-	-	-	-	-
S7	-	-	120.00	8	0.04	1	0.60	2	-	-
S8	2.70	2	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	**19.80**	**14**	**211.00**	**34**	**0.19**	**2**	**0.60**	**2**	**0.30**	**3**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S1 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• S2 표면오염(0.2m×0.3m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 이전 유도배수관 미설치 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S3 망상균열(4.0m×1.5m)</td><td>손상현황</td><td>• S3 망상균열(1.0m×2.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S5 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• S5 파손(0.1m×1.5m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 다짐미흡, 부착력 저하 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr>
</table>

【사진 18.3.3】 바닥판하면 손상현황

손상현황	• S6 망상균열(1.5m×1.5m)	손상현황	• S6 미세 망상균열(1.0m×15.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S7 들뜸, 박락(0.2m×1.5m)	손상현황	• S7 파손(0.2m×0.2m)
원 인	• 다짐미흡, 부착력 저하 등	원 인	• 시공초기 배수관 지지대 설치미흡 등
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 단면보수
손상현황	• S8 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S8 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 18.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 들뜸, 박락, 표면오염 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화, 시공미흡, 외부충격으로 인한 균열 및 망상균열, 파손 등의 손상이 추가로 조사되었으며, 균열(0.3㎜미만)이 정밀조사로 인하여 손상물량이 소폭 감소하였다.

【표 18.3.2】 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	22.10	16	19.80	14	▼ 2.30	정밀조사 신규손상
	망상균열	㎡	40.75	21	211.00	34	▲ 170.25	신규손상
	파손	㎡	0.04	1	0.19	2	▲ 0.15	신규손상
	들뜸, 박락	㎡	0.60	2	0.60	2	- -	변동없음
	표면오염	m	0.30	3	0.30	3	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 조사된 파손의 경우 바닥판하면 S5(P5측) 단부에 발생하였으며, 시공초기 다짐 미흡부가 공용기간이 증가함에 따라 차량통행에 의한 진동으로 부착력이 저하되어 발생한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성을 확보하고 손상의 진전을 방지하는 차원의 단면보수 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

■ 조사된 들뜸, 박락의 경우 바닥판하면 S7(중분대) 캔틸레버 단부에 발생하였으며, 시공초기 다짐 미흡부가 공용기간이 증가함에 따라 차량통행에 의한 진동으로 부착력이 저하되어 발생한 손상으로 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 위치를 고려하여 우천시 손상부 우수유입으로 인한 철근부식 등의 2차 손상 및 손상의 진전을 방지하고 내구성을 확보하는 차원의 단면보수(방청) 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

■ 조사된 표면오염의 경우 이전 유도배수관 길이부족 등의 손상으로 인한 것으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 현재는 유도배수관 연장설치가 완료되어 손상의 진전은 없는 것으로 판단되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

나. PSC Beam Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSC Beam Girder는 7열 8경간, 연장은 약 L=280.0m 폭 15.75m(편도 3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

거더 전경

거더 전경

【사진 18.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 재료분리, 박락, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 18.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		재료분리 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)	
S1	-	-	0.03	1	0.04	1	-	-
S2	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	13.50	19	-	-	-	-	-	-
S4	3.80	10	-	-	-	-	-	-
S5	16.00	16	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	-	-	-	-
S8	-	-	-	-	-	-	4.00	2
합계	**33.30**	**45**	**0.03**	**1**	**0.04**	**1**	**4.00**	**2**

손상현황	• S1-G5 재료분리(0.1m×0.3m)	손상현황	• S3-G4 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 다짐미흡 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S4-G4 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S5-G1 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S7-G7 표면오염(1.0m×1.0m)	손상현황	• S8-G2 파손(0.2m×0.2m)
원 인	• 배수관 누수, 열화 등	원 인	• 다짐미흡, 시공초기 거더안착 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수

【사진 18.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 재료분리, 박락, 표면오염 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등으로 인한 균열(0.3㎜미만) 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 18.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전4점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	균열(0.3㎜미만)	m	32.40	42	33.30	45	▲ 0.90	신규손상
	재료분리	㎡	0.03	1	0.03	1	- -	변동없음
	박락	㎡	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	4.00	2	4.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 거더에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 조사된 재료분리, 박락의 경우 거더 측면 끝단과 거더의 인양홀 부위에 발생하였으며, 다짐미흡 및 시공초기 거더를 안착시키면서 발생한 손상으로 유추되며, 구조적인 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 확보차원의 단면보수 등 적절한 보수가 필요하다.

■ 조사된 표면오염의 경우 이전 유도배수관 길이부족 등의 손상으로 인한 것으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 현재는 유도배수관 연장설치가 완료되어 손상의 진전은 없는 것으로 판단되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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

가로보 전경	가로보 전경

【사진 18.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 18.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S1	1.20	6	-	-
S2	11.00	9	-	-
S3	11.50	9	-	-
S4	7.50	5	-	-
S5	2.30	2	-	-
S6	-	-	-	-
S7	-	-	0.25	1
S8	1.70	3	-	-
합계	**35.20**	**34**	**0.25**	**1**

손상현황	• S3 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S3 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S4 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S7 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S8 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S8 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 18.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 재료분리 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 거푸집 조기탈거, 건조수축 등으로 인한 균열(0.3㎜미만) 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 18.3.6】 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	33.70	33	35.20	34	▲ 1.50	신규손상
	재료분리	㎡	0.25	1	0.25	1	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 가로보에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

■ 조사된 재료분리의 경우 다짐미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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

교대 전경(A1)

교대 전경(A2)

【사진 18.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 체수흔적, 표면오염, 실링재 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 18.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		체수흔적 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)		실링재 파손 (m/개소)	
A1	6.00	3	5.44	2	1.00	1	3.72	7	-	-
A2	5.50	4	10.25	4	-	-	5.00	1	6.00	1
합계	**11.50**	**7**	**15.69**	**6**	**1.00**	**1**	**8.72**	**8**	**6.00**	**1**

손상현황	• A1 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• A1 표면오염(0.3m×2.4m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외부 우수유입, 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• A1 날개벽 망상균열	손상현황	• A2 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• A2 망상균열(1.5m×2.0m)	손상현황	• A2 실링재 파손(L=6.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 실링처리

【사진 18.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 체수흔적, 표면오염, 실링재 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.
- 일부 망상균열, 표면오염 손상에 대하여 전회 손상물량이 오기입되어 있는 것으로 확인되어 금회 점검에서 손상물량이 소폭 감소하였다.

【표 18.3.8】 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	11.50	7	11.50	7	- -	변동없음
	망상균열	㎡	26.69	6	15.69	6	▼ 11.00	물량오기
	체수흔적	㎡	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	15.20	8	8.72	8	▼ 6.48	물량오기
	실링재 파손	㎡	6.00	1	6.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교대에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화, 손상부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전방지 및 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 실링재 파손의 경우 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 실링처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염, 체수흔적의 경우 신축이음 하부 누수로 인한 손상으로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 추후 신축이음 하부 누수 보수와 연계하여, 표면처리 및 정비 등 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

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 직접기초로 시공되었다.

■ 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

교각 전경

교각 전경

【사진 18.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

■ 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 균열(0.3㎜이상), 망상균열, 파손, 표면불량, 체수흔적, 표면오염, 명판탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 18.3.9】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열(0.3㎜이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
P1	10.20	13	-	-	34.00	3	-	-
P2	11.50	12	-	-	-	-	-	-
P3	7.40	8	-	-	7.75	3	0.01	1
P4	51.80	41	-	-	46.44	5	-	-
P5	21.40	18	1.80	1	45.56	5	-	-
P6	16.60	13	-	-	48.78	4	-	-
P7	12.00	12	-	-	39.10	7	0.06	1
합계	**130.90**	**117**	**1.80**	**1**	**221.63**	**27**	**0.07**	**2**

【표 18.3.9】 교각 현장조사 결과(계속)

구분	표면불량 (㎡/개소)		체수흔적 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)		명판탈락 (개소/개소)	
P1	-	-	-	-	1.05	2	-	-
P2	-	-	-	-	8.80	3	1.00	1
P3	-	-	0.75	1	13.60	2	-	-
P4	1.20	1	-	-	3.50	2	-	-
P5	-	-	1.35	2	39.50	4	-	-
P6	-	-	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	1.20	1	2.10	3	66.45	13	1.00	1

손상현황	• P1 코핑부 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P1 코핑부 망상균열(6.0m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P2 코핑부 표면오염(4.0m×1.2m)
원 인	• 외부 우수유입, 열화 등
조치방안	• 단면보수

손상현황	• P3 코핑부 표면오염(6.0m×2.0m)
원 인	• 신축이음 하부 누수 등
조치방안	• 단면보수

【사진 18.3.11】 교각 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P4 코핑부 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P4 코핑부 표면불량(1.0m×1.2m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 다짐불량 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P5 코핑부 표면오염(4.0m×2.5m)</td><td>손상현황</td><td>• P5 코핑부 표면오염(2.0m×1.5m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 신축이음 하부 누수, 외부 우수유입 등</td><td>원 인</td><td>• 신축이음 하부 누수, 외부 우수유입 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P6 코핑부 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P6 코핑부 망상균열(1.2m×1.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 18.3.11】 교각 손상현황(계속)

손상현황	• P7 코핑부 망상균열(1.0m×2.5m)	손상현황	• P7 코핑부 파손(0.2m×0.3m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 다짐미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 18.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 표면불량, 체수흔적, 표면오염, 명판탈락 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 균열(0.3㎜미만, 이상) 등의 손상이 추가로 조사되었으며, 망상균열에 대한 손상의 기존 물량오기 및 누락으로 인한 손상물량의 변동이 확인되었다.

【표 18.3.10】 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	124.70	108	130.90	117	▲ 6.20	신규손상
	균열(0.3㎜이상)	m	-	-	1.80	1	▲ 1.80	신규손상
	망상균열	㎡	232.98	24	221.63	27	▼ 11.35	물량오기
	파손	㎡	0.07	2	0.07	2	- -	변동없음
	표면불량	㎡	1.20	1	1.20	1	- -	변동없음
	체수흔적	㎡	2.10	3	2.10	3	- -	변동없음
	표면오염	㎡	66.45	13	66.45	13	- -	변동없음
	명판탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가에 따른 외기 노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 교각에서 조사된 균열(0.3㎜이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가에 따른 외기 노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 주입보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손, 표면불량의 경우 외부충격, 시공초기 다짐미흡 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염의 경우 신축이음 하부누수, 시공초기 습기흡착부 외기노출등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 체수흔적의 경우 신축이음 하부 누수에 의한 손상으로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 추후 신축이음 하부 누수와 연계하여 정비 등의 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료되며, 명판탈락은 시공미흡에 의한 손상으로 별도의 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

■ 두현교(울산)의 기초는 교대 A1 Mass Concrete, A2 강관파일기초, 교각 P1~7 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

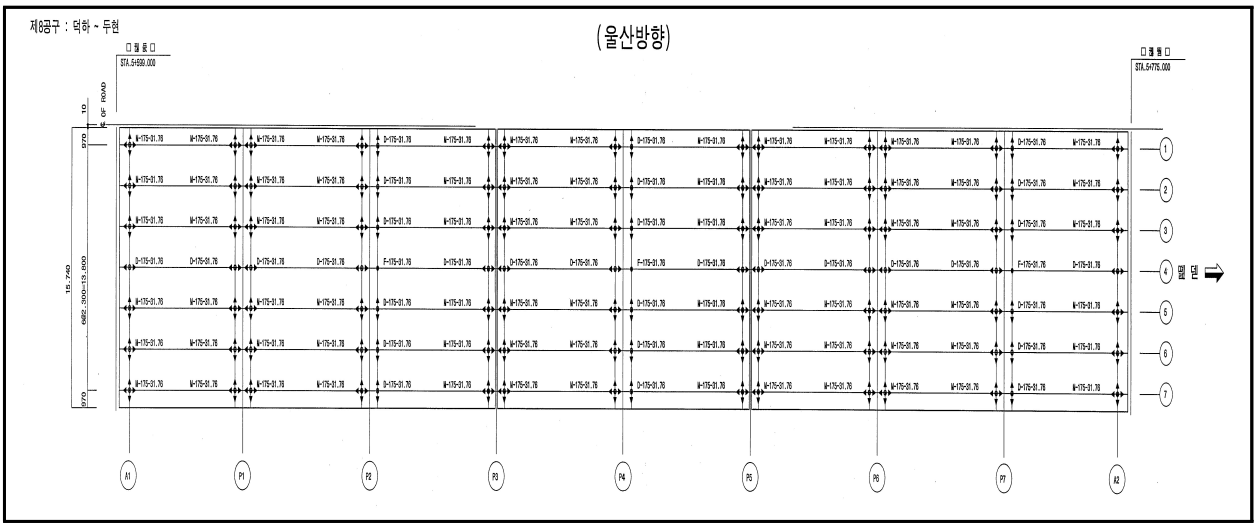
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
교각 P1 기초 전경	교각 P3~4 기초 전경
교각 P5~6 기초 전경	교각 P7 기초 전경

【사진 18.3.12】 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 포트받침으로 교대 A1, A2에 각 7개소, 교각 P1~7에 각 14개소 총 112개소가 설치되어있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 '현장조사 및 외관조사 사진첩' 에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 18.3.1】 교량받침 배치도

교량받침(양방향)

교량받침(일방향)

교량받침(고정단)

【사진 18.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

■ 교량받침에 대한 현장조사 결과, 탄성패드 들뜸, 탄성패드 밀림, Plate 부식, 몰탈균열(0.3㎜미만) 및 망상균열, 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 받침콘크리트 재료분리, 층분리, 스토퍼 밀착 등의 손상이 조사되었다.

【표 18.3.11】 교량받침 현장조사 결과

구분	탄성패드 들뜸 (개소/개소)		탄성패드 밀림 (개소/개소)		몰탈 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		몰탈 망상균열 (㎡/개소)		스토퍼 밀착 (개소/개소)	
A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
P2	-	-	-	-	0.40	2	-	-	3.00	3
P3	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
P4	-	-	-	-	2.40	8	0.12	1	2.00	2
P5	1.00	1	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	2.00	2	-	-	-	-	-	-	-	-
P7	1.00	1	-	-	-	-	-	-	3.00	3
A2	4.00	4	1.00	1	0.10	1	-	-	1.00	1
합계	**8.00**	**8**	**1.00**	**1**	**2.90**	**11**	**0.12**	**1**	**11.00**	**11**

【표 18.3.11】 교량받침 현장조사 결과(계속)

구분	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		받침콘크리트 층분리 (개소/개소)		Plate 부식 (개소/개소)	
A1	0.10	1	-	-	-	-	7.00	7
P1	-	-	-	-	-	-	2.00	2
P2	-	-	-	-	-	-	1.00	1
P3	-	-	-	-	-	-	2.00	2
P4	0.10	1	-	-	-	-	1.00	1
P5	0.40	2	0.02	1	0.18	1	4.00	4
P6	0.50	1	-	-	-	-	14.00	14
P7	-	-	-	-	-	-	5.00	5
A2	0.20	1	-	-	-	-	1.00	1
합계	**1.30**	**6**	**0.20**	**1**	**0.18**	**1**	**37.00**	**37**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A1-SH2 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• A1-SH2 Plate 부식</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 신축이음 하부 누수 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 재도장</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2-SH3 탄성패드 밀림</td><td>손상현황</td><td>• A2-SH4 스토퍼 밀착</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공오차 및 마찰력 감소 등</td><td>원 인</td><td>• 시공오차 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P2-SH7(A1) 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P2-SH7(A2) Plate 부식</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 도장미흡부 습기흡착 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 재도장</td></tr>
</table>

【사진 18.3.14】 교량받침 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P4-SH4(A1) 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P4-SH7(A1) 몰탈 망상균열(0.2m×0.6m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P5-SH1(A1) 받침콘크리트 층분리(0.3m×0.6m)</td><td>손상현황</td><td>• P5-SH2(A2) 탄성패드 들뜸</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 다짐미흡 등</td><td>원 인</td><td>• 시공오차 및 마찰력 감소 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P5-SH4(A2) 받침콘크리트 재료분리(0.1m×0.2m)</td><td>손상현황</td><td>• P6-SH2(A1) 탄성패드 들뜸</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 다짐미흡 등</td><td>원 인</td><td>• 시공오차 및 마찰력 감소 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
</table>

【사진 18.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

손상현황	• P6-SH3(A1) Plate 부식	손상현황	• P6-SH6(A2) 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 도장미흡부 습기흡착 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리
손상현황	• P6-SH3(A1) 탄성패드 들뜸	손상현황	• P7-SH2(A1) 스토퍼 밀착
원 인	• 시공오차 및 마찰력 감소 등	원 인	• 시공오차 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• P7-SH2(A1) Plate 부식	손상현황	• P7-SH5(A1) 탄성패드 들뜸
원 인	• 도장미흡부 습기흡착 등	원 인	• 시공오차 및 마찰력 감소 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰

【사진 18.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 탄성패드 들뜸, 탄성패드 밀림, Plate 부식, 몰탈균열(0.3㎜미만) 및 망상균열, 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 받침콘크리트 재료분리, 스토퍼 밀착 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 시공초기 다짐미흡, 시공미흡, 신축이음 하부 누수, 외부 우수유입 및 습기흡착 등에 의한 몰탈균열(0.3㎜미만), 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 층분리, Plate부식 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 18.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	탄성패드 들뜸	EA	8.00	8	8.00	8	- -	변동없음
	탄성패드 밀림	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	몰탈균열(0.3㎜미만)	m	2.00	8	2.90	11	▲ 0.90	신규손상
	몰탈 망상균열	㎡	0.12	1	0.12	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	0.80	5	1.30	6	▲ 0.50	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.02	1	0.02	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 층분리	㎡	-	-	0.18	1	▲ 0.18	신규손상
	Plate 부식	EA	36.00	36	37.00	37	▲ 1.00	신규손상
	스토퍼 밀착	EA	11.00	11	11.00	11	- -	변동없음

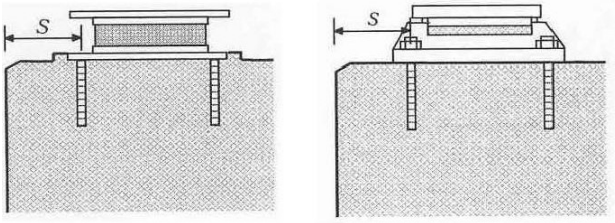
4) 검토의견

- 교량받침에 조사된 받침콘크리트 및 몰탈 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침콘크리트 재료분리, 층분리의 경우 시공초기 다짐미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 공용기간 증가로 인한 도장미흡부 습기흡착, 신축이음 하부 누수로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 재도장 등 적절한 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 탄성패드 밀림, 탄성패드 들뜸, 스토퍼 밀착의 경우 시공초기 거더 거치 및 바닥판 타설시 탄성패드 유동, 플레이트-탄성패드 마찰력부족 및 감소, 시공오차 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 금회 점검 시기에 상기 발생한 손상에 의한 교량받침의 기능성을 저해할만한 영향은 없는 것으로 확인되었으나 추후 손상의 진전(탄성패드 이탈)을 방지하기 위한 스토퍼 설치 등 탄성패드의 밀림 방지책 형식의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료되며, 스토퍼 간섭의 경우 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

5) 연단거리 검토

■ 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.

■ 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2010, 국토교통부)'에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 18.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 18.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 18.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		375.0	455	455	460	470	450	455	455	O.K
P1	A1측	375.0	760	750	750	740	750	750	740	O.K
	A2측	375.0	720	720	720	730	720	720	730	O.K
P2	A1측	375.0	715	720	710	710	720	720	720	O.K
	A2측	375.0	750	750	750	750	750	760	770	O.K
P3	A1측	375.0	690	680	690	680	675	670	670	O.K
	A2측	375.0	700	680	700	700	700	700	705	O.K
P4	A1측	375.0	730	730	730	720	720	700	720	O.K
	A2측	375.0	760	750	755	740	750	730	780	O.K
P5	A1측	375.0	670	680	670	650	680	690	670	O.K
	A2측	375.0	675	675	675	680	680	670	690	O.K
P6	A1측	375.0	710	720	720	710	710	710	700	O.K
	A2측	375.0	750	745	750	750	750	750	750	O.K
P7	A1측	375.0	730	720	720	720	730	720	710	O.K
	A2측	375.0	760	750	750	740	750	740	740	O.K
A2		375.0	535	535	535	550	535	525	510	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.

금회 점검에서 교량받침(A2)의 탄성패드 밀림(슬라이딩)이 조사된 받침은 건전한 거동을 하지 않은 것으로 판단하여 온도변화에 의한 여유량 검토에서 제외하고 평가하였다.

교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 18.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 18.3.14】 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		−29.1	10.9	0.00001	70.00	20.4	7.6	
P1	A1	−29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	
	A2	−29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	
P2		고정단						
P3	A1	−29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	
	A2	−29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	
P4		고정단						
P5	A1	−29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	
	A2	−29.1	10.9	0.00001	70.00	20.4	7.6	
P6	A1	−29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	
	A2	−29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	
P7		고정단						
A2		−29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	
1) 조사당시 온도 : 24.1℃(조사일 : 2025년 05월 20일, 평균온도, 울산) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)								

【표 18.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
A1		SH1	−5	49	59	20.4	7.6	±54	O.K
		SH2	−5	49	59			±54	O.K
		SH3	−5	49	59			±54	패드 밀림
		SH4	−5	49	59			±54	패드 밀림
		SH5	−5	49	59			±54	O.K
		SH6	−5	49	59			±54	O.K
		SH7	−5	49	59			±54	패드 밀림
P1	A1	SH1	0	72	72	10.2	3.8	±72	O.K
		SH2	0	72	72			±72	O.K
		SH3	0	72	72			±72	O.K
		SH4	0	72	72			±72	O.K
		SH5	0	72	72			±72	O.K
		SH6	0	72	72			±72	O.K
		SH7	0	72	72			±72	O.K
	A2	SH1	0	72	72	10.2	3.8	±72	O.K
		SH2	0	72	72			±72	O.K
		SH3	0	72	72			±72	O.K
		SH4	0	72	72			±72	O.K
		SH5	0	72	72			±72	O.K
		SH6	0	72	72			±72	O.K
		SH7	0	72	72			±72	O.K
P2		고정단							
P3	A1	SH1	−3	69	75	10.2	3.8	±72	O.K
		SH2	−3	69	75			±72	O.K
		SH3	−3	69	75			±72	O.K
		SH4	−3	69	75			±72	O.K
		SH5	−3	69	75			±72	O.K
		SH6	−3	69	75			±72	O.K
		SH7	−3	69	75			±72	O.K
	A2	SH1	−10	62	82	10.2	3.8	±72	O.K
		SH2	−10	62	82			±72	O.K
		SH3	−10	62	82			±72	O.K
		SH4	−10	62	82			±72	O.K
		SH5	−10	62	82			±72	O.K
		SH6	−10	62	82			±72	O.K
		SH7	−10	62	82			±72	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 18.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P4		고정단							
P5	A1	SH1	15	87	57	10.2	3.8	±72	O.K
		SH2	15	87	57			±72	O.K
		SH3	15	87	57			±72	O.K
		SH4	15	87	57			±72	O.K
		SH5	15	87	57			±72	O.K
		SH6	15	87	57			±72	O.K
		SH7	15	87	57			±72	O.K
	A2	SH1	20	92	52	20.4	7.6	±72	O.K
		SH2	20	92	52			±72	O.K
		SH3	20	92	52			±72	O.K
		SH4	20	92	52			±72	O.K
		SH5	20	92	52			±72	O.K
		SH6	20	92	52			±72	O.K
		SH7	20	92	52			±72	O.K
P6	A1	SH1	10	82	62	10.2	3.8	±72	O.K
		SH2	10	82	62			±72	O.K
		SH3	10	82	62			±72	O.K
		SH4	10	82	62			±72	O.K
		SH5	10	82	62			±72	O.K
		SH6	10	82	62			±72	O.K
		SH7	10	82	62			±72	O.K
	A2	SH1	0	72	72	10.2	3.8	±72	O.K
		SH2	0	72	72			±72	O.K
		SH3	0	72	72			±72	O.K
		SH4	0	72	72			±72	O.K
		SH5	0	72	72			±72	O.K
		SH6	0	72	72			±72	O.K
		SH7	0	72	72			±72	O.K
P7		고정단							
A2		SH1	-	-	-	10.2	3.8	±54	패드 밀림
		SH2	10	64	44			±54	O.K
		SH3	10	64	44			±54	O.K
		SH4	10	64	44			±54	O.K
		SH5	10	64	44			±54	O.K
		SH6	10	64	44			±54	O.K
		SH7	10	64	44			±54	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

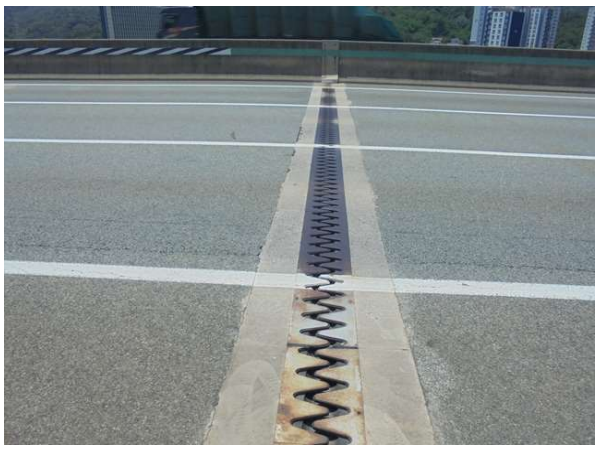
1) 부재의 개요

- 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(No.80), P3(No.80), A2(No.50) Monocell Joint, P5(No.120) Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

EXP.J1(A1) 전경

EXP.J4(A2) 전경

EXP.J2(P3) 전경



EXP.J3(P5) 전경

【사진 18.3.17】 신축이음장치 전경

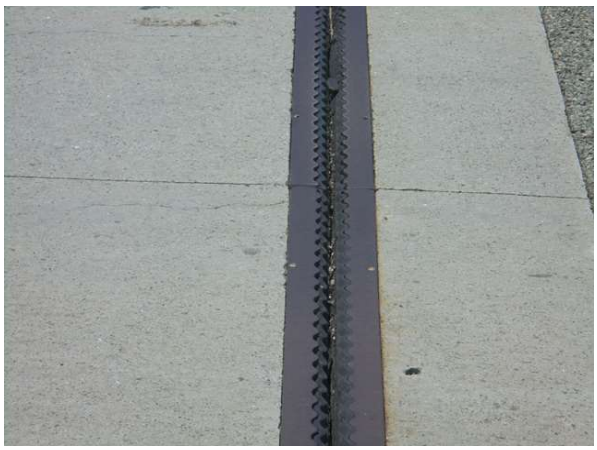
2) 현장조사 결과

■ 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열, 파손, 고무재 파손, 이격(단차), 유간 토사퇴적, 하부 누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 18.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		고무재 파손 (m/개소)		하부 누수 (m/개소)		이격(단차) (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	9.00	16	–	–	12.00	1	12.00	1	–	–	1.50	1
P3 (EXP J2)	–	–	–	–	5.00	1	12.00	1	–	–	5.00	2
P5 (EXP J3)	3.90	13	0.09	3	3.00	1	6.00	1	–	–	–	–
A2 (EXP J4)	3.00	8	–	–	–	–	–	–	15.00	1	2.50	1
합계	15.90	37	0.09	3	20.00	3	30.00	3	15.00	1	9.00	4

손상현황	• A1 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰



손상현황	• A1 고무재 파손(L=12.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 유도배수관 설치

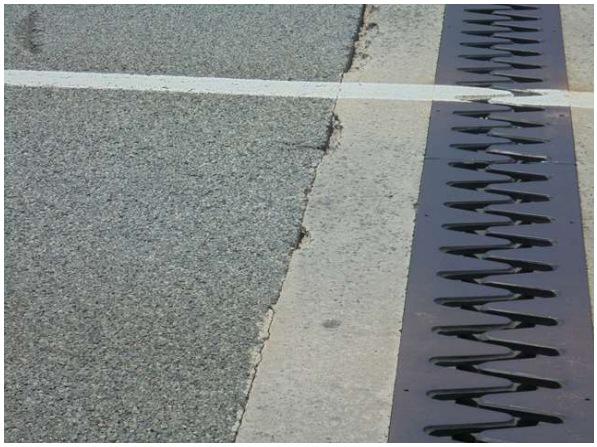
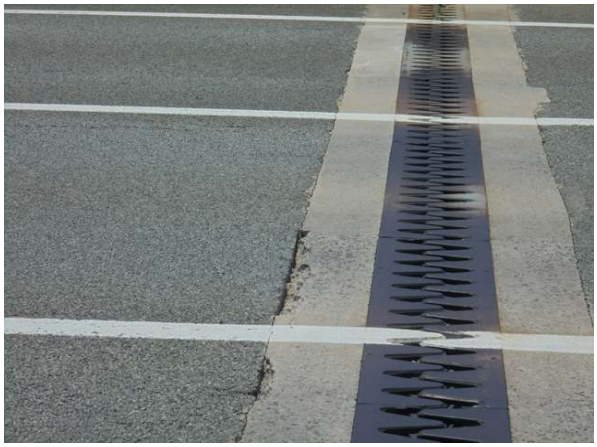
손상현황	• A2 유간 토사퇴적(L=2.5m)
원 인	• 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등
조치방안	• 정비

손상현황	• A2 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰

【사진 18.3.18】 신축이음 손상현황

손상현황	• P3 고무재 파손(L=5.0m)	손상현황	• P3 고무재 파손(L=5.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 유도배수관 설치	조치방안	• 유도배수관 설치
손상현황	• P3 신축이음 하부 누수(L=15.0m)	손상현황	• P3 신축이음 하부 누수(L=15.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 유도배수관 설치	조치방안	• 유도배수관 설치
손상현황	• P5 차수판 볼트탈락 -보수-	손상현황	• P5 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• -	원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰

【사진 18.3.18】 신축이음 손상현황(계속)

			
손상현황	• P5 후타재 파손(0.1m×0.2m)	손상현황	• P5 후타재 파손(0.1m×0.5m)
원 인	• 다짐미흡, 반복통행 하중 등	원 인	• 다짐미흡, 반복통행 하중 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 18.3.18】 신축이음 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 고무재 파손, 이격(단차), 유간 토사퇴적, 하부 누수 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 공용기간 증가, 중차량 반복 통행하중 등에 의한 후타재 파손 등의 손상이 조사되었다.

또한, 차수판 볼트탈락에 대한 보수가 실시되었으며, 하부 누수 손상에 대하여 손상물량에 오기기 확인되어 일부 손상물량이 감소하였다.

【표 18.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	15.90	37	15.90	37	- -	변동없음
	후타재 파손	㎡	-	-	0.09	3	▲ 0.09	신규손상
	고무재 파손	m	20.00	3	20.00	3	- -	변동없음
	하부 누수	m	36.00	3	30.00	3	▼ 6.00	물량오기
	이격(단차)	m	15.00	1	15.00	1	- -	변동없음
	유간 토사퇴적	m	9.00	4	9.00	4	- -	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	6.00	6	-	-	▼ 1.50	보수실시

4) 검토의견

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열의 경우 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 차량의 주행성에 영향을 미치는 상태는 아니므로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한 후 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 후타재 파손의 경우 공용기간 증가, 중차량 반복통행 하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음 자체에는 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전을 방지하고 운전자의 안전성과 내구성을 확보하기 위한 단면보수 등의 조치가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 하부 누수, 고무재 파손의 경우 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음 자체에는 영향을 미치는 손상은 아니나 발생한 손상으로 인하여 지속적인 우수 및 이물질 유입시 신축이음 하부의 바닥판하면, 교각, 교량받침 등의 타부재의 내구성저하 및 신규손상의 발생에 영향을 미칠 것으로 사료되어 유도배수관설치 등의 적절한 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음장치의 기능성 확보 및 원활한 배수 기능을 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 이격(단차)의 경우 포장부와 후타재간의 단차로 포장시 다짐불량, 중차량 반복통행으로 인한 밀림 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 점검당시 차량의 주행성에 미치는 영향은 미미한 편으로 확인되었다. 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 부분 재포장 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

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. 23. 기온 적용: 12.5℃(일평균)
△T(신장시) : 35.0℃−24.1℃ = 10.9℃
△T(수축시) : −5.0℃−(24.1℃) = 29.1℃
△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 18.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 18.3.18】 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	29.1	10.9	0.00001	70.00	20.4	7.6	−	20.4	7.6	
P3	29.1	10.9	0.00001	70.00	20.4	7.6	−	20.4	7.6	
P5	29.1	10.9	0.00001	105.00	30.6	11.4	−	30.6	11.4	
A2	29.1	10.9	0.00001	35.00	10.2	3.8	−	10.2	3.8	

1) 조사당시 온도 : 24.1℃(조사일 : 2025년 05월 20일, 평균온도, 울산)
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(PSCI거더, 보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)

【표 18.3.19】 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	20.4	7.6	20.0	80	39.6	12.4	OK	OK
	바닥판	20.4	7.6	90.0	-	-	82.4	-	OK
	거더	20.4	7.6	125.0	-	-	117.4	-	OK
P3	신축이음	20.4	7.6	45.0	80	14.6	37.4	OK	OK
	바닥판	20.4	7.6	107.0	-	-	99.4	-	OK
	거더	20.4	7.6	264.0	-	-	256.4	-	OK
P5	신축이음	30.6	11.4	80.0	120	9.4	68.6	OK	OK
	바닥판	30.6	11.4	180.0	-	-	168.6	-	OK
	거더	30.6	11.4	275.0	-	-	263.6	-	OK
A2	신축이음	10.2	3.8	35.0	50	4.8	31.2	OK	OK
	바닥판	10.2	3.8	25.0	-	-	21.2	-	OK
	거더	10.2	3.8	35.0	-	-	31.2	-	OK
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 24.1℃(05월 20일)로써 이때 측정유간은 20.0~275㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

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

교면포장 전경#1

교면포장 전경#2

【사진 18.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 포장 균열, 파손, 시공이음 균열 등의 손상이 조사되었다.

【표 18.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장 균열 (m/개소)		포장 파손 (㎡/개소)		시공이음 균열 (m/개소)	
S1	5.00	1	-	-	35.00	1
S2	-	-	0.10	10	70.00	2
S3	8.00	2	-	-	35.00	1
S4	29.00	2	-	-	35.00	1
S5	34.00	2	0.17	7	35.00	1
S6	-	-	-	-	35.00	1
S7	-	-	-	-	35.00	1
S8	-	-	-	-	35.00	1
합계	**76.00**	**7**	**0.27**	**7**	**315.00**	**9**

<table>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S1 시공이음 균열(L=35.0m)</td><td>손상현황</td><td>• S1 포장 균열(L=5.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡 등</td><td>원 인</td><td>• 공용기간 증가, 열화 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S2 포장 파손(0.1m×0.1m)</td><td>손상현황</td><td>• S5 포장 균열(L=30.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 외부충격 등</td><td>원 인</td><td>• 공용기간 증가, 열화 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 포장 파손(0.1m×0.1m)</td><td>손상현황</td><td>• S8 시공이음 균열(L=35.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 외부충격 등</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
</table>

【사진 18.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 포장 균열, 파손, 시공이음 균열 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았으나 포장 파손, 균열에 대한 손상물량 오기 및 누락이 확인되어 기존 손상물량 이 소폭 증가하였다.

【표 18.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	46.00	5	76.00	7	▲ 30.00	물량누락
	포장 파손	㎡	0.25	17	0.27	17	▲ 0.02	물량오기
	시공이음 균열	m	315.00	9	315.00	9	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 교면포장에서 조사된 포장 균열, 시공이음 균열의 경우 공용기간 증가, 마모, 열화, 중차량 반복통행 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니며, 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 부분재포장 등의 적절한 보수조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 조사된 포장 파손의 경우 공용중 외부충격, 중차량 반복통행 등에 의한 손상으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전방지를 위한 단면보수 등의 적절한 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 두현교(울산)의 배수시설은 종단구배 (-)1.175%, 횡단구배 (-)2.000%로 물흐름에 의거하여 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

배수구 현황

배수관 현황

【사진 18.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 부식, 볼트체결 불량, 배수로 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 18.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 부식 (개소/개소)		배수관 볼트 체결 불량 (개소/개소)		배수로 균열 (m/개소)		배수로 파손 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-	-	-
S4	-	-	2.00	2	-	-	-	-
S5	-	-	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	1.00	1	-	-	-	-	-	-
S8	-	-	-	-	2.50	5	2.00	2
합계	**1.00**	**1**	**2.00**	**2**	**2.50**	**5**	**2.00**	**2**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 배수로 균열(L=5.0m)</td><td>손상현황</td><td>• A2 배수로 균열(L=5.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 배수로 하부 토사유실 등</td><td>원 인</td><td>• 배수로 하부 토사유실 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 배수로 파손(1.0m×1.0m)</td><td>손상현황</td><td>• S4 배수구 막힘 -보수-</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 배수로 하부 토사유실 등</td><td>원 인</td><td>• -</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• -</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S6 배수구 막힘 -보수-</td><td>손상현황</td><td>• S7 배수관 부식</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• -</td><td>원 인</td><td>• 공용기간 증가, 열화 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• -</td><td>조치방안</td><td>• 정비</td></tr>
</table>

【사진 18.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 배수관 부식, 볼트체결 불량, 배수로 균열, 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았으며, 기존손상인 집수구 막힘에 대하여 보수가 실시되었다.

【표 18.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	집수구 막힘	EA	17.00	17	-	-	▼ 17.00	보수실시
	배수관 부식	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	배수관 볼트 체결 불량	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	배수로 균열	m	2.50	5	2.50	5	- -	변동없음
	배수로 파손	㎡	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 배수시설에서 조사된 배수관 부식, 볼트체결 불량의 경우 공용기간 증가, 습기흡착, 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수 기능을 확보하기 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 조사된 배수로 균열, 파손의 경우 교대 법면측에 발생하였으며, 배수로 하부 우수유입으로 인한 토사유실, 다짐미흡에 의해 발생한 손상으로 유추되는바 추가적인 유실방지 및 손상의 진전을 방지하고 원활한 배수 기능을 위하여 단면보수 등 적절한 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

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

방호벽 전경

중앙분리대 전경

【사진 18.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 균열부백태 등의 손상이 확인되었다.

【표 18.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	18.00	9	-	-
S2	15.50	6	-	-
S3	28.00	7	-	-
S4	11.70	5	-	-
S5	7.20	5	-	-
S6	32.20	9	0.25	1
S7	13.00	5	0.13	1
S8	7.00	3	0.23	3
합계	**132.60**	**49**	**0.60**	**5**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S1 균열(0.3㎜미만)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • S2 균열(0.3㎜미만)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S5 균열(0.3㎜미만)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • S7 균열부백태(0.25m×0.5m)
원 인 • 손상부 우수유입, 습기흡착 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S8 균열(0.3㎜미만)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • S8 중분대 균열부백태(0.25m×0.3m)
원 인 • 손상부 우수유입, 습기흡착 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 18.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 균열부백태 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았으나 전회 손상물량 오기로 인하여 균열(0.3㎜미만)의 손상물량이 소폭 감소하였으며, 균열부백태 손상의 손상물량 단위변경으로 손상물량이 일부 변경되었다.

【표 18.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	m	133.60	49	132.60	49	▼ 1.00	물량오기
	균열부백태	㎡	2.40	5	0.60	5	▼ 1.80	단위변경

4) 검토의견

■ 방호벽에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 균열부백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 온도변화, 손상부 우수유입, 외기노출 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

■ 두현교(울산)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1~2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~7에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 각 브라켓 당 Φ19 Set앵커 6개씩이 설치된 것으로 설계·시공된 것으로 확인 되었다.

교각 점검난간 전경

교각 점검통로 전경

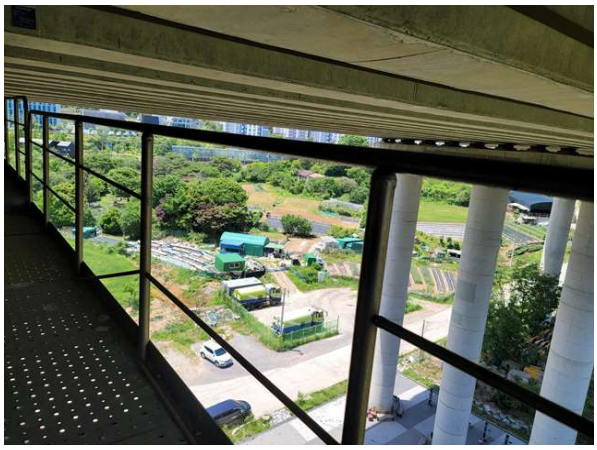
【사진 18.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 난간대 파손의 손상이 조사되었으며, 용접상태, 앵커매립 깊이는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 18.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	난간대 파손 (m/개소)	
A1	-	-
P1	-	-
P2	-	-
P3	3.00	3
P4	2.00	2
P5	-	-
P6	1.00	1
P7	-	-
A2	-	-
합계	**5.00**	**5**

			
손상현황	• P3 난간대 파손	손상현황	• P4 난간대 파손
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
손상현황	• P6 난간대 파손	손상현황	• P2 점검로 상태양호
원 인	• 외부충격 등	원 인	• –
조치방안	• 정비	조치방안	• –
손상현황	• P2 앵커볼트 체결 현황	손상현황	• P3 앵커볼트 체결 현황
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 18.3.27】 교량 점검시설 손상현황

손상현황	• P5 점검로 상태양호	손상현황	• P6 앵커볼트 체결 현황
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 18.3.27】 교량 점검시설 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 난간대 파손이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 18.3.27】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
교량 점검시설	난간대 파손	EA	6.00	6	6.00	6	–	–	변동없음

4) 검토의견

■ 교량 점검시설에서 조사된 난간대 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 점검자 및 작업자의 안전을 확보하기 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다고 판단된다.

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 18.3.28】 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 두현교(울산)은 마을진입로(웅촌로 S2, S7) 및 두현저수지(S3)을 횡단하는 교량이며, 하부에는 생활체육시설이 S4~S5 경간에 설치되어 있는 교량이다.

■ 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.

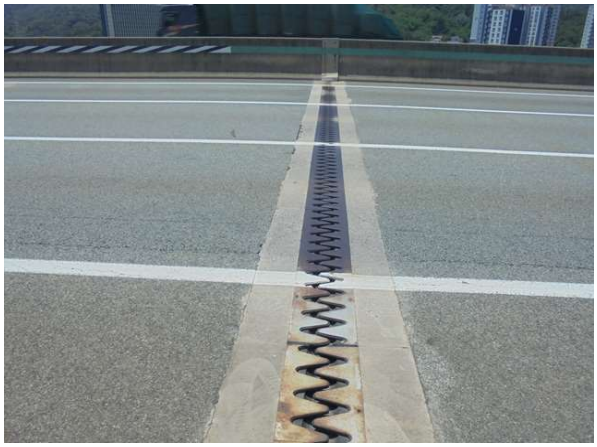
■ 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 볼트체결 불량(S4)이 조사되었으나, 볼트체결 불량의 경우 점검일 현재 배수관의 고정력에는 크게 영향을 주지 않는 상태나 하부에 생활체육시설과 마을진입로가 설치되어 있는 상태로 안전을 위한 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

■ 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	□유, ■무	이상없음	-	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	□유, ■무	이상없음	-	
3	배수관 낙하사고	■유, □무	배수관 볼트체결 불량(경미)	정비	
4	고드름 낙하사고	□유, ■무	이상없음	-	
5	신축이음장치 솟음(Blow-up)	□유, ■무	이상없음	-	
6	교면포장 부분 보수부 파손	□유, ■무	이상없음	-	
7	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	□유, ■무	이상없음	-	

배수시설 고정 상태양호

배수시성 S4 볼트체결 불량(경미)



신축이음 상태양호

교면포장 상태양호

집수구 상태양호

【사진 18.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

18.3.3 외관조사 총괄표

【표 18.3.29】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	19.80	14	
	망상균열	㎡	211.00	34	
	파손	㎡	0.19	2	
	들뜸, 박락	㎡	0.60	2	
	표면오염	m	0.30	3	
거더	균열(0.3㎜미만)	m	33.30	45	
	재료분리	㎡	0.03	1	
	박락	㎡	0.04	1	
	표면오염	㎡	4.00	2	
가로보	균열(0.3㎜미만)	m	35.20	34	
	재료분리	㎡	0.25	1	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	11.50	7	
	망상균열	㎡	15.69	6	
	체수흔적	㎡	1.00	1	
	표면오염	㎡	8.72	8	
	실링재 파손	㎡	6.00	1	
교각	균열(0.3㎜미만)	m	130.90	117	
	균열(0.3㎜이상)	m	1.80	1	
	망상균열	㎡	221.63	27	
	파손	㎡	0.07	2	
	표면불량	㎡	1.20	1	
	체수흔적	㎡	2.10	3	
	표면오염	㎡	66.45	13	
	명판탈락	EA	1.00	1	

【표 18.3.29】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	탄성패드 들뜸	EA	8.00	8	
	탄성패드 밀림	EA	1.00	1	
	몰탈균열(0.3㎜미만)	m	2.90	11	
	몰탈 망상균열	㎡	0.12	1	
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	1.30	6	
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.02	1	
	받침콘크리트 층분리	㎡	0.18	1	
	Plate 부식	EA	37.00	37	
	스토퍼 밀착	EA	11.00	11	
신축이음	후타재 균열	m	15.90	37	
	후타재 파손	㎡	0.09	3	
	고무재 파손	m	20.00	3	
	하부 누수	m	30.00	3	
	이격(단차)	m	15.00	1	
	유간 토사퇴적	m	9.00	4	
교면포장	포장 균열	m	76.00	7	
	포장 파손	㎡	0.27	17	
	시공이음 균열	m	315.00	9	
배수시설	배수관 부식	EA	1.00	1	
	배수관 볼트 체결 불량	EA	2.00	2	
	배수로 균열	m	2.50	5	
	배수로 파손	㎡	2.00	2	
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	m	132.60	49	
	균열부백태	㎡	0.60	5	
교량 점검시설	난간대 파손	EA	6.00	6	

18.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 18.3.30】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	22.10	16	19.80	14	▼ 2.30	정밀조사 신규손상
	망상균열	㎡	40.75	21	211.00	34	▲ 170.25	신규손상
	파손	㎡	0.04	1	0.19	2	▲ 0.15	신규손상
	들뜸, 박락	㎡	0.60	2	0.60	2	- -	변동없음
	표면오염	m	0.30	3	0.30	3	- -	변동없음
거더	균열(0.3㎜미만)	m	32.40	42	33.30	45	▲ 0.90	신규손상
	재료분리	㎡	0.03	1	0.03	1	- -	변동없음
	박락	㎡	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	4.00	2	4.00	2	- -	변동없음
가로보	균열(0.3㎜미만)	m	33.70	33	35.20	34	▲ 1.50	신규손상
	재료분리	㎡	0.25	1	0.25	1	- -	변동없음
교대	균열(0.3㎜미만)	m	11.50	7	11.50	7	- -	변동없음
	망상균열	㎡	26.69	6	15.69	6	▼ 11.00	물량오기
	체수흔적	㎡	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	15.20	8	8.72	8	▼ 6.48	물량오기
	실링재 파손	㎡	6.00	1	6.00	1	- -	변동없음
교각	균열(0.3㎜미만)	m	124.70	108	130.90	117	▲ 6.20	신규손상
	균열(0.3㎜이상)	m	-	-	1.80	1	▲ 1.80	신규손상
	망상균열	㎡	232.98	24	221.63	27	▼ 11.35	물량오기
	파손	㎡	0.07	2	0.07	2	- -	변동없음
	표면불량	㎡	1.20	1	1.20	1	- -	변동없음
	체수흔적	㎡	2.10	3	2.10	3	- -	변동없음
	표면오염	㎡	66.45	13	66.45	13	- -	변동없음
	명판탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
교량받침	탄성패드 들뜸	EA	8.00	8	8.00	8	- -	변동없음
	탄성패드 밀림	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	몰탈균열(0.3㎜미만)	m	2.00	8	2.90	11	▲ 0.90	신규손상
	몰탈 망상균열	㎡	0.12	1	0.12	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	0.80	5	1.30	6	▲ 0.50	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.02	1	0.02	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 층분리	㎡	-	-	0.18	1	▲ 0.18	신규손상
	Plate 부식	EA	36.00	36	37.00	37	▲ 1.00	신규손상
	스토퍼 밀착	EA	11.00	11	11.00	11	- -	변동없음

【표 18.3.30】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	탄성패드 들뜸	EA	8.00	8	8.00	8	- -	변동없음
	탄성패드 밀림	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	몰탈균열(0.3㎜미만)	m	2.00	8	2.90	11	▲ 0.90	신규손상
	몰탈 망상균열	㎡	0.12	1	0.12	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	0.80	5	1.30	6	▲ 0.50	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.02	1	0.02	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 층분리	㎡	-	-	0.18	1	▲ 0.18	신규손상
	Plate 부식	EA	36.00	36	37.00	37	▲ 1.00	신규손상
	스토퍼 밀착	EA	11.00	11	11.00	11	- -	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	15.90	37	15.90	37	- -	변동없음
	후타재 파손	㎡	-	-	0.09	3	▲ 0.09	신규손상
	고무재 파손	m	20.00	3	20.00	3	- -	변동없음
	하부 누수	m	36.00	3	30.00	3	▼ 6.00	물량오기
	이격(단차)	m	15.00	1	15.00	1	- -	변동없음
	유간 토사퇴적	m	9.00	4	9.00	4	- -	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	6.00	6	-	-	▼ 1.50	보수실시
교면포장	포장 균열	m	46.00	5	76.00	7	▲ 30.00	물량누락
	포장 파손	㎡	0.25	17	0.27	17	▲ 0.02	물량오기
	시공이음 균열	m	315.00	9	315.00	9	- -	변동없음
배수시설	집수구 막힘	EA	17.00	17	-	-	▼ 17.00	보수실시
	배수관 부식	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	배수관 볼트 체결 불량	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	배수로 균열	m	2.50	5	2.50	5	- -	변동없음
	배수로 파손	㎡	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	m	133.60	49	132.60	49	▼ 1.00	물량오기
	균열부백태	㎡	2.40	5	0.60	5	▼ 1.80	단위변경
교량점검시설	난간대 파손	EA	6.00	6	6.00	6	- -	변동없음

18.4 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.

18.4.1 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 18.4.1】 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	6	6	6	6	
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.

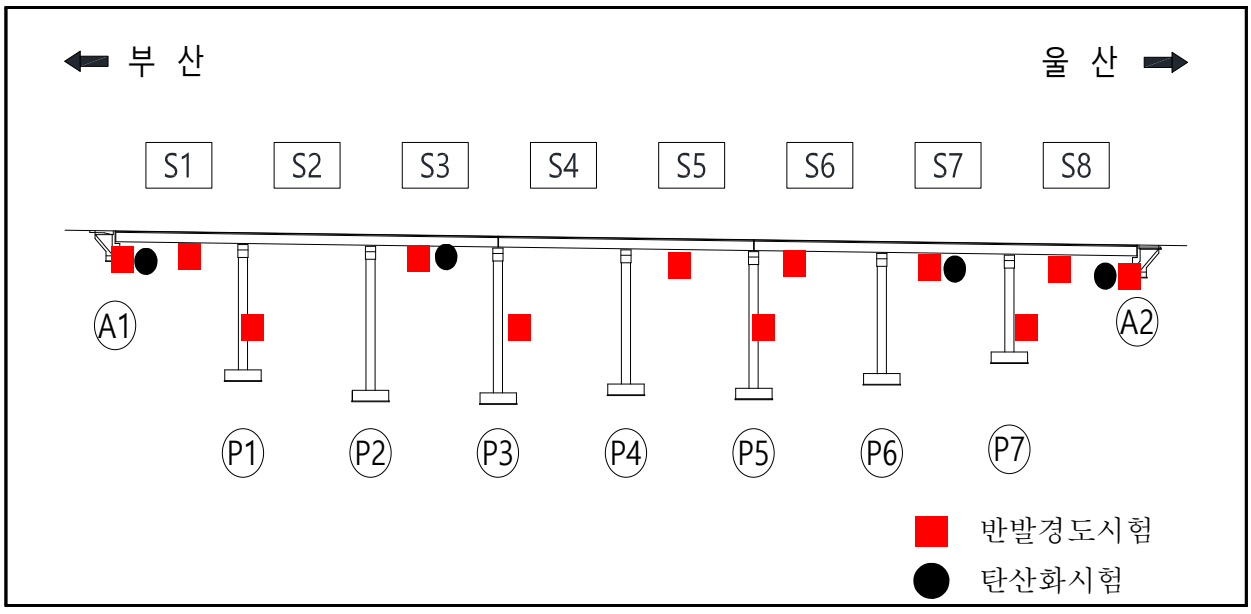
다. 조사 사진

반발경도 시험 현황

탄산화깊이 측정 현황

【사진 18.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 18.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

18.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 12개소)를 실시하였으며, 측정결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.

반발경도 시험

반발경도 시험

【사진 18.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 18.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도(MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
상부구조	S1	바닥판	52.1	30.4	29.7	0.63	27.0	건전부
	S3	바닥판	52.3	30.5	29.7			건전부
	S5	바닥판	52.5	30.6	29.8			건전부
	S6	바닥판	52.5	30.6	29.8			건전부
	S7	바닥판	52.1	30.4	29.7			건전부
	S8	바닥판	52.1	30.4	29.7			건전부
평균			-	30.5	29.7			
표준편차			-	0.10	0.05			
변동계수			-	0.003	0.002			
최대값			-	30.6	29.8			
최소값			-	30.4	29.7			

【표 18.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(㎫)			재령계수	설계기준강도(㎫)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
하부구조	A1	교대	44.3	24.1	**26.1**	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	44.7	24.4	**26.3**			건전부
평균			-	24.3	**26.2**	-	-	
표준편차			-	0.21	**0.14**	-	-	
변동계수			-	0.009	**0.005**	-	-	
최대값			-	24.4	**26.3**	-	-	
최소값			-	24.1	**26.1**	-	-	

【표 18.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(㎫)			재령계수	설계기준강도(㎫)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
하부구조	P1	교각	44.7	24.4	**26.3**	0.63	24.0	건전부
	P3	교각	44.4	24.1	**26.2**			비건전부
	P5	교각	44.9	24.5	**26.4**			건전부
	P7	교각	45.3	24.9	**26.6**			건전부
평균			-	24.5	**26.4**	-	-	
표준편차			-	0.33	**0.17**	-	-	
변동계수			-	0.013	**0.006**	-	-	
최대값			-	24.9	**26.6**	-	-	
최소값			-	24.1	**26.2**	-	-	

【표 18.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(㎫) 추정	설계기준강도(㎫)	평균 추정강도(㎫)	강도비교(%)	비고
	일본건축학회				
바닥판	29.7 ~ 29.8	27.0	29.7	110.0 ~ 110.4	
교대	26.1 ~ 26.3	24.0	26.2	108.8 ~ 109.6	
교각	26.2 ~ 26.6	24.0	26.4	109.2 ~ 110.8	

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.7~29.8㎫, 하부구조(교대) 26.1~26.3㎫, 하부구조(교각) 26.2~26.6㎫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 98.0%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 18.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.9 ~ 28.9	29.7 ~ 29.8	27.0
	교대	26.5 ~ 26.7	26.1 ~ 26.3	24.0
	교각	26.1 ~ 27.1	26.2 ~ 26.6	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 18.4.7】 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	두현교(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	21.6℃, 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 18.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 18.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S3 바닥판	3.5	60.0	56.5	17	0.85	100년 이상	a	
	S7 바닥판	4.0	65.0	61.0	17	0.97	100년 이상	a	
하부 구조	A1 교대	5.0	74.0	69.0	17	1.21	100년 이상	a	
	A2 교대	8.0	89.0	81.0	17	1.94	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.5~4.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~8.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 18.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	3.5~4.0	56.5~61.0	
하부구조	5.0~8.0	69.0~81.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

【표 18.4.10】탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S3	
실측 피복두께(㎜)	60.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.5
잔여깊이(㎜)	56.5
탄산화 속도계수	0.85
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

상부구조 - 바닥판 S7	
실측 피복두께(㎜)	65.0
탄산화 진행깊이(㎜)	4.0
잔여깊이(㎜)	61.0
탄산화 속도계수	0.97
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 18.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교대 A1	
실측 피복두께(㎜)	74.0
탄산화 진행깊이(㎜)	5.0
잔여깊이(㎜)	69.0
탄산화 속도계수	1.21
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

하부구조 - 교대 A2	
실측 피복두께(㎜)	89.0
탄산화 진행깊이(㎜)	8.0
잔여깊이(㎜)	81.0
탄산화 속도계수	1.94
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

3) 기 점검결과와의 비교

【표 18.4.11】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	3.3~4.2	30.7~34.8	a	3.5~4.0	56.5~61.0	a	
하부구조	5.1~8.5	56.9~92.5	a	5.0~8.0	74.0~89.0	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 18.4.12】 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 18.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.7 ~ 29.8	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.1 ~ 26.3	24.0	
		교각	26.2 ~ 26.6	24.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		56.5~61.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		74.0~89.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 18.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.9 ~ 28.9		29.7 ~ 29.8		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	26.5 ~ 26.7		26.1 ~ 26.3		
		교각	26.1 ~ 27.1		26.2 ~ 26.6		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		30.7~34.8	a	56.5~61.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		56.9~92.5	a	74.0~89.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

18.5 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.

18.5.1 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) 두현교(울산) 상태평가 결과표

【표 18.5.1】 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	하부
S1	A1	PSC Beam	b	b	b	b	a	b	c	b	c	q	a	-
S2	P1	PSC Beam	b	a	b	b	a	b	-	b	b	q	-	-
S3	P2	PSC Beam	b	b	b	b	a	b	-	b	b	q	-	a
S4	P3	PSC Beam	b	b	b	b	c	b	c	b	b	q	-	-
S5	P4	PSC Beam	b	b	b	b	a	b	-	b	b	q	-	-
S6	P5	PSC Beam	b	a	a	c	a	b	c	c	c	q	-	-
S7	P6	PSC Beam	b	a	b	c	c	b	-	c	b	q	-	-
S8	P7	PSC Beam	b	b	b	c	c	b	-	c	b	q	-	a
	A2	PSC Beam							b	c	c	q	a	-
평균			0.200	0.163	0.188	0.275	0.213	0.200	0.350	0.289	0.267	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.033	0.009	0.019	0.006	0.004	0.032	0.026	0.053	-	0.004	0.003

∴ 교각 P5의 표면손상의 경우 세부지침상 손상면적률 2%이상~10%미만으로 'c' 등급으로 평가되어야하나 손상의 범위는 넓으나 정도는 경미하여 책임기술자 판단하에 'b' 등급으로 상향조정하였다.

0.225
B

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.225) < 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

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	○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 18.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
두현교(울산)	0.225	B	280.00	3	840.00	1.000	0.225
합계(Σ)			280.00	3	840.00	1.000	0.225
1. 평가지수 =							0.225
2. 상태평가결과 =							B

18.5.2 상태평가 결과요약

【표 18.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
두현교(울산)	0.225	B	
검토의견	•두현교(울산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨		

18.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 18.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

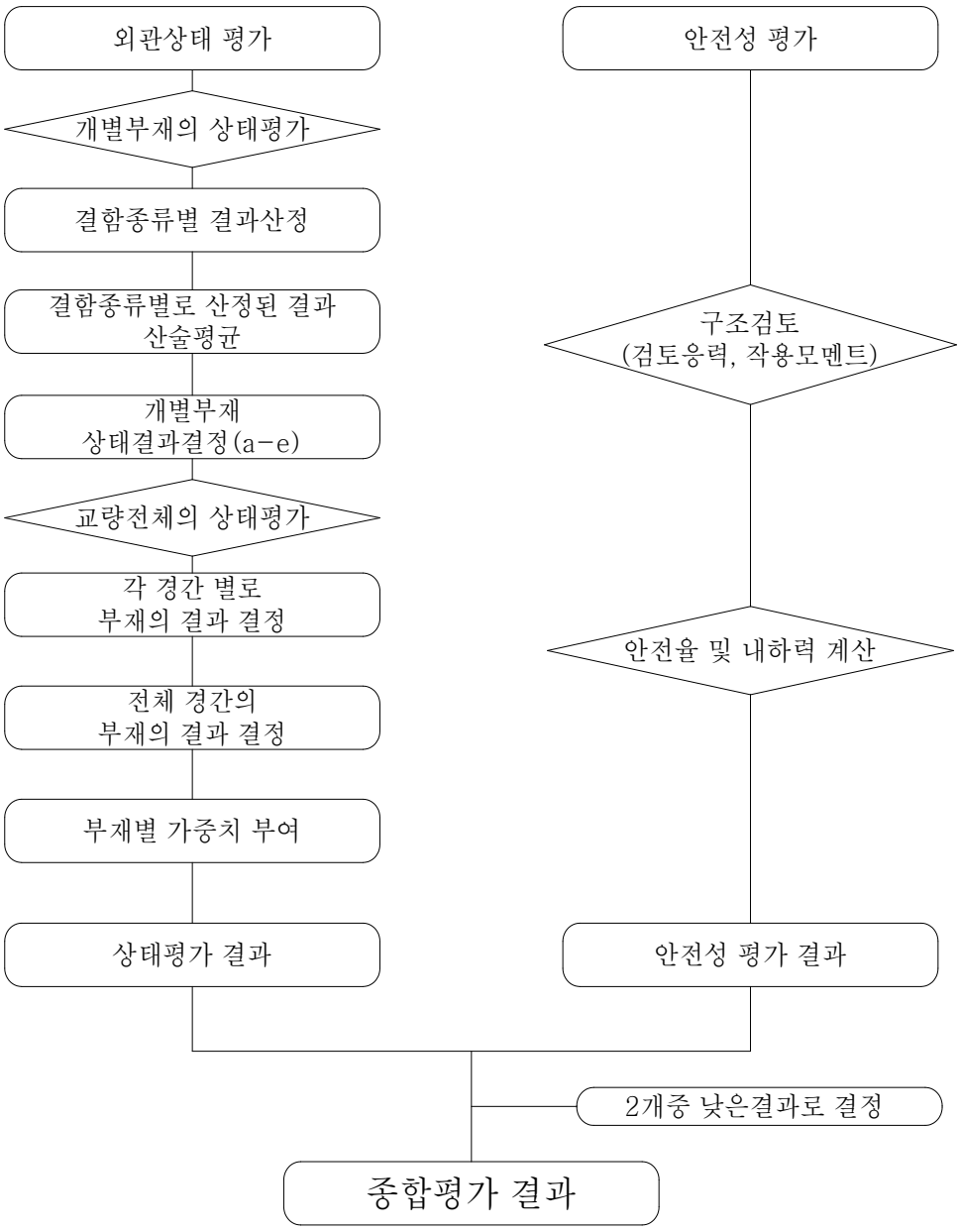
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.212	0.225
상태평가결과	B	B
총 평	• 금회 정밀안전점검 결과, 두현교(울산)의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다. • 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.212에서 0.225로 0.013 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다. • 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 신규손상의 발생 및 기존손상 보수에 의하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

18.6 종합평가 및 안전등급 지정

18.6.1 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 18.6.1】 종합평가 결과 산정절차

18.6.2 종합평가 결과

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

【표 18.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
두현교(울산)	0.225	B	-	-	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

18.6.3 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 18.6.2】 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

18.7 보수·보강 및 유지관리방안

18.7.1 보수·보강 방안

【표 18.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	19.80	14	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	211.00	34	표면처리	3순위
	파손	㎡	0.19	2	단면보수	2순위
	들뜸, 박락	㎡	0.60	2	단면보수	2순위
	표면오염	m	0.30	3	주의관찰	-
거더	균열(0.3㎜미만)	m	33.30	45	표면처리	3순위
	재료분리	㎡	0.03	1	단면보수	3순위
	박락	㎡	0.04	1	단면보수	2순위
	표면오염	㎡	4.00	2	주의관찰	-
가로보	균열(0.3㎜미만)	m	35.20	34	표면처리	3순위
	재료분리	㎡	0.25	1	단면보수	3순위
교대	균열(0.3㎜미만)	m	11.50	7	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	15.69	6	표면처리	3순위
	체수흔적	㎡	1.00	1	주의관찰	-
	표면오염	㎡	8.72	8	주의관찰	-
	실링재 파손	㎡	6.00	1	실링처리	3순위
교각	균열(0.3㎜미만)	m	130.90	117	표면처리	3순위
	균열(0.3㎜이상)	m	1.80	1	주입보수	2순위
	망상균열	㎡	221.63	27	표면처리	3순위
	파손	㎡	0.07	2	단면보수	2순위
	표면불량	㎡	1.20	1	단면보수	2순위
	체수흔적	㎡	2.10	3	주의관찰	-
	표면오염	㎡	66.45	13	단면보수	2순위
	명판탈락	EA	1.00	1	주의관찰	-

【표 18.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교량받침	탄성패드 들뜸	EA	8.00	8	주의관찰	-
	탄성패드 밀림	EA	1.00	1	주의관찰	-
	몰탈균열(0.3㎜미만)	m	2.90	11	표면처리	3순위
	몰탈 망상균열	㎡	0.12	1	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	1.30	6	표면처리	3순위
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.02	1	단면보수	3순위
	받침콘크리트 층분리	㎡	0.18	1	단면보수	2순위
	Plate 부식	EA	37.00	37	재도장	2순위
	스토퍼 밀착	EA	11.00	11	주의관찰	-
신축이음	후타재 균열	m	15.90	37	주의관찰	-
	후타재 파손	m	0.09	3	단면보수	2순위
	고무재 파손	m	20.00	3	유도배수관설치	2순위
	하부 누수	m	30.00	3	유도배수관설치	2순위
	이격(단차)	m	15.00	1	주의관찰	-
	유간 토사퇴적	EA	9.00	4	정비	2순위
교면포장	포장 균열	m	76.00	7	주의관찰	-
	포장 파손	㎡	0.27	17	단면보수	2순위
	시공이음 균열	m	315.00	9	주의관찰	-
배수시설	배수관 부식	EA	1.00	1	정비	2순위
	배수관 볼트 체결 불량	EA	2.00	2	정비	2순위
	배수로 균열	m	2.50	5	단면보수	2순위
	배수로 파손	㎡	2.00	2	단면보수	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	m	132.60	49	표면처리	3순위
	균열부백태	㎡	0.60	5	표면처리	3순위
교량 점검시설	난간대 파손	EA	6.00	6	정비	2순위

18.7.2 개략공사비

【표 18.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	19.80	7.43	㎡	299	2,220	3순위
	망상균열	표면처리	211.00	316.50	㎡	299	94,634	3순위
	파손	단면보수	0.19	0.29	㎡	1,152	328	2순위
	들뜸, 박락	단면보수	0.60	0.90	㎡	1,152	1,037	2순위
거더	균열(0.3㎜미만)	표면처리	33.30	12.49	㎡	299	3,734	3순위
	재료분리	단면보수	0.03	0.05	㎡	1,152	52	3순위
	박락	단면보수	0.04	0.06	㎡	1,152	69	2순위
가로보	균열(0.3㎜미만)	표면처리	35.20	13.20	㎡	187	2,468	3순위
	재료분리	단면보수	0.25	0.38	㎡	1,152	432	3순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	11.50	4.31	㎡	250	1,078	3순위
	망상균열	표면처리	15.69	23.54	㎡	250	5,884	3순위
	실링재 파손	실링처리	6.00	9.00	㎡	1	9	3순위
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	130.90	49.09	㎡	250	12,272	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.80	2.70	m	182	491	2순위
	망상균열	표면처리	221.63	332.45	㎡	250	83,111	3순위
	파손	단면보수	0.07	0.11	㎡	960	101	2순위
	표면불량	단면보수	1.20	1.80	㎡	960	1,728	2순위
	표면오염	단면보수	66.45	99.68	㎡	960	95,688	2순위
교량받침	몰탈균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.90	1.09	㎡	250	272	3순위
	몰탈 망상균열	표면처리	0.12	0.18	㎡	250	45	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.30	0.49	㎡	250	122	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.02	0.03	㎡	960	29	3순위
	받침콘크리트 층분리	단면보수	0.18	0.27	㎡	960	259	2순위
	Plate 부식	재도장	37.00	37.00	EA	415	15,355	2순위

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

【표 18.7.2】 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
신축이음	후타재 파손	단면보수	0.09	0.14	m	960	130	2순위
	고무재 파손	유도배수관설치	20.00	30.00	m	1,286	38,580	2순위
	하부 누수	유도배수관설치	30.00	45.00	m	1,286	57,870	2순위
	유간 토사퇴적	정비	9.00	9.00	EA	8	72	2순위
교면포장	포장 파손	단면보수	0.27	0.41	㎡	166	67	2순위
배수시설	배수관 부식	정비	1.00	1.00	EA	184	184	2순위
	배수관 볼트 체결 불량	정비	2.00	2.00	EA	184	368	2순위
	배수로 균열	단면보수	2.50	3.75	m	960	3,600	2순위
	배수로 파손	단면보수	2.00	3.00	㎡	960	2,880	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	132.60	49.73	㎡	250	12,431	3순위
	균열부백태	표면처리	0.60	0.90	㎡	250	225	3순위
교량 점검시설	난간대 파손	정비	6.00	6.00	EA	422	2,532	2순위

	구분	1순위	2순위	3순위
개략 공사비 (천원)	순공사비	-	221,339	219,017
	재경비 (순공사비의 50%)	-	110,670	109,509
	합계	-	332,009	328,526
개략공사비 총계(천원)		660,535		

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

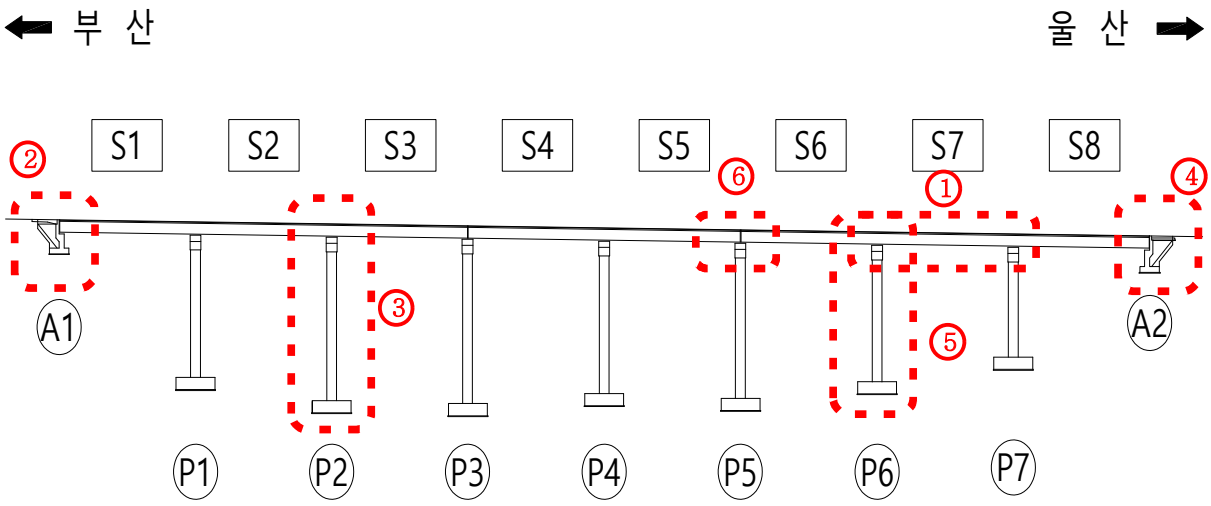
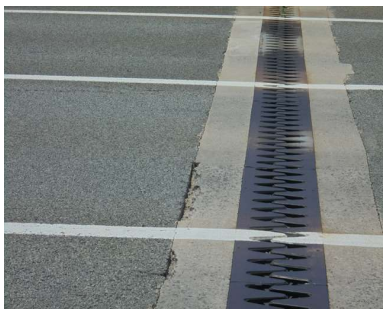
18.7.3 유지관리방안

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 18.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

<table>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>① 바닥판하면 S7 들뜸, 박락 – 진전 여부확인</td><td>② 교대 A1 표면오염 – 진전 여부확인</td><td>③ 교각 P2 표면오염 – 진전 여부확인</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>④ 교량받침 A2 탄성패드 밀림 – 진전 여부확인</td><td>⑤ 교량받침 A2 탄성패드 밀림 – 진전 여부확인</td><td>⑥ 신축이음 P5 후타재 파손 – 진전 여부확인</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td>  </td></tr>
</table>

18.8 종합결론

본 시설물은 울산광역시 울주군 청량읍 율리 산 163-4에 위치한 교량으로 총 연장 280.0m, 폭 15.75m의 PSC Beam Girder 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

18.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 바닥판하면 S5(P5측) 단부에 발생하였으며, 시공초기 다짐 미흡부가 공용기간이 증가함에 따라 차량통행에 의한 진동으로 부착력이 저하되어 발생한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성을 확보하고 손상의 진전을 방지하는 차원의 단면보수 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 들뜸, 박락의 경우 바닥판하면 S7(중분대) 캔틸레버 단부에 발생하였으며, 시공초기 다짐 미흡부가 공용기간이 증가함에 따라 차량통행에 의한 진동으로 부착력이 저하되어 발생한 손상으로 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 위치를 고려하여 우천시 손상부 우수유입으로 인한 철근부식 등의 2차 손상 및 손상의 진전을 방지하고 내구성을 확보하는 차원의 단면보수(방청) 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염의 경우 이전 유도배수관 길이부족 등의 손상으로 인한 것으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 현재는 유도배수관 연장설치가 완료되어 손상의 진전은 없는 것으로 판단되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

2) PSC Beam Girder

- 거더에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 조사된 재료분리, 박락의 경우 거더 측면 끝단과 거더의 인양홀 부위에 발생하였으며, 다짐미흡 및 시공초기 거더를 안착시키면서 발생한 손상으로 유추되며, 구조적인 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 확보차원의 단면보수 등 적절한 보수가 필요하다.
- 조사된 표면오염의 경우 이전 유도배수관 길이부족 등의 손상으로 인한 것으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 현재는 유도배수관 연장설치가 완료되어 손상의 진전은 없는 것으로 판단되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3) 가로보

- 가로보에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 재료분리의 경우 다짐미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화, 손상부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전방지 및 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 실링재 파손의 경우 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 실링처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염, 체수흔적의 경우 신축이음 하부 누수로 인한 손상으로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 추후 신축이음 하부 누수 보수와 연계하여, 표면처리 및 정비 등 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가에 따른 외기 노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 교각에서 조사된 균열(0.3㎜이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 공용기간

증가에 따른 외기 노출 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 주입보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 조사된 파손, 표면불량의 경우 외부충격, 시공초기 다짐미흡 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염의 경우 신축이음 하부누수, 시공초기 습기흡착부 외기노출등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 체수흔적의 경우 신축이음 하부 누수에 의한 손상으로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 추후 신축이음 하부 누수와 연계하여 정비 등의 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료되며, 명판탈락은 시공미흡에 의한 손상으로 별도의 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.

6) 기초

- 두현교(울산)의 기초는 교대 A1 Mass Concrete, A2 강관파일기초, 교각 P1~7 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 받침콘크리트 및 몰탈 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침콘크리트 재료분리, 층분리의 경우 시공초기 다짐미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 공용기간 증가로 인한 도장미흡부 습기흡착, 신축이음 하부 누수로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 재도장 등 적절한 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 탄성패드 밀림, 탄성패드 들뜸, 스토퍼 밀착의 경우 시공초기 거더 거치 및 바닥판 타설시 탄성패드 유동, 플레이트-탄성패드 마찰력부족 및 감소, 시공오차 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 금회 점검 시기에 상기 발생한 손상에 의한 교량받침의 기능성을 저해할만

한 영향은 없는 것으로 확인되었으나 추후 손상의 진전(탄성패드 이탈)을 방지하기 위한 스토퍼 설치 등 탄성패드의 밀림 방지책 형식의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료되며, 스토퍼 간섭의 경우 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열의 경우 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 차량의 주행성에 영향을 미치는 상태는 아니므로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한 후 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 후타재 파손의 경우 공용기간 증가, 중차량 반복통행 하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음 자체에는 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전을 방지하고 운전자의 안전성과 내구성을 확보하기 위한 단면보수 등의 조치가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 하부 누수, 고무재 파손의 경우 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음 자체에는 영향을 미치는 손상은 아니나 발생한 손상으로 인하여 지속적인 우수 및 이물질 유입시 신축이음 하부의 바닥판하면, 교각, 교량받침 등의 타부재의 내구성저하 및 신규손상의 발생에 영향을 미칠 것으로 사료되어 유도배수관설치 등의 적절한 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음장치의 기능성 확보 및 원활한 배수 기능을 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 이격(단차)의 경우 포장부와 후타재간의 단차로 포장시 다짐불량, 중차량 반복통행으로 인한 밀림 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 점검당시 차량의 주행성에 미치는 영향은 미미한 편으로 확인되었다. 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 부분 재포장 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 24.1℃(05월 20일)로써 이때 측정유간은 20.0~

275㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에서 조사된 포장 균열, 시공이음 균열의 경우 공용기간 증가, 마모, 열화, 중차량 반복통행 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니며, 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 부분재포장 등의 적절한 보수조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 포장 파손의 경우 공용중 외부충격, 중차량 반복통행 등에 의한 손상으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전방지를 위한 단면보수 등의 적절한 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 부식, 볼트체결 불량의 경우 공용기간 증가, 습기흡착, 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수 기능을 확보하기 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 배수로 균열, 파손의 경우 교대 법면측에 발생하였으며, 배수로 하부 우수유입으로 인한 토사유실, 다짐미흡에 의해 발생한 손상으로 유추되는바 추가적인 유실방지 및 손상의 진전을 방지하고 원활한 배수 기능을 위하여 단면보수 등 적절한 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.

11) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 균열부백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 온도변화, 손상부 우수유입, 외기노출 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

12) 교량 점검시설

- 교량 점검시설에서 조사된 난간대 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 점검자 및 작업자의 안전을 확보하기 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다고 판단된다.

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) 29.7~29.8㎫, 하부구조(교대) 26.1~26.3㎫, 하부구조(교각) 26.2~26.6㎫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 98.0%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 3.5~4.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~8.0㎜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, 두현교(울산)의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.

■ 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.212에서 0.225로 0.013 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.

■ 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 신규 손상의 발생 및 기존손상 보수에 의하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

다. 결론

■ 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 두현교(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 유지관리

를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

18.8.2 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.

18.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판하면 들뜸, 박락, 교대 및 교각 표면오염, 교량받침 탄성패드 들뜸, 밀림, 신축이음 후타재 파손, 하부 누수는 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

18.8.4 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.