

41. 장안천교(울산)

41.1 시설물 개요

41.2 자료수집 및 분석

41.3 현장조사

41.4 콘크리트 내구성조사

41.5 상태평가

41.6 종합평가 및 안전등급 지정

41.7 보수·보강 및 유지관리 방안

41.8 종합결론

41. 장안천교(울산)

41.1 시설물의 개요

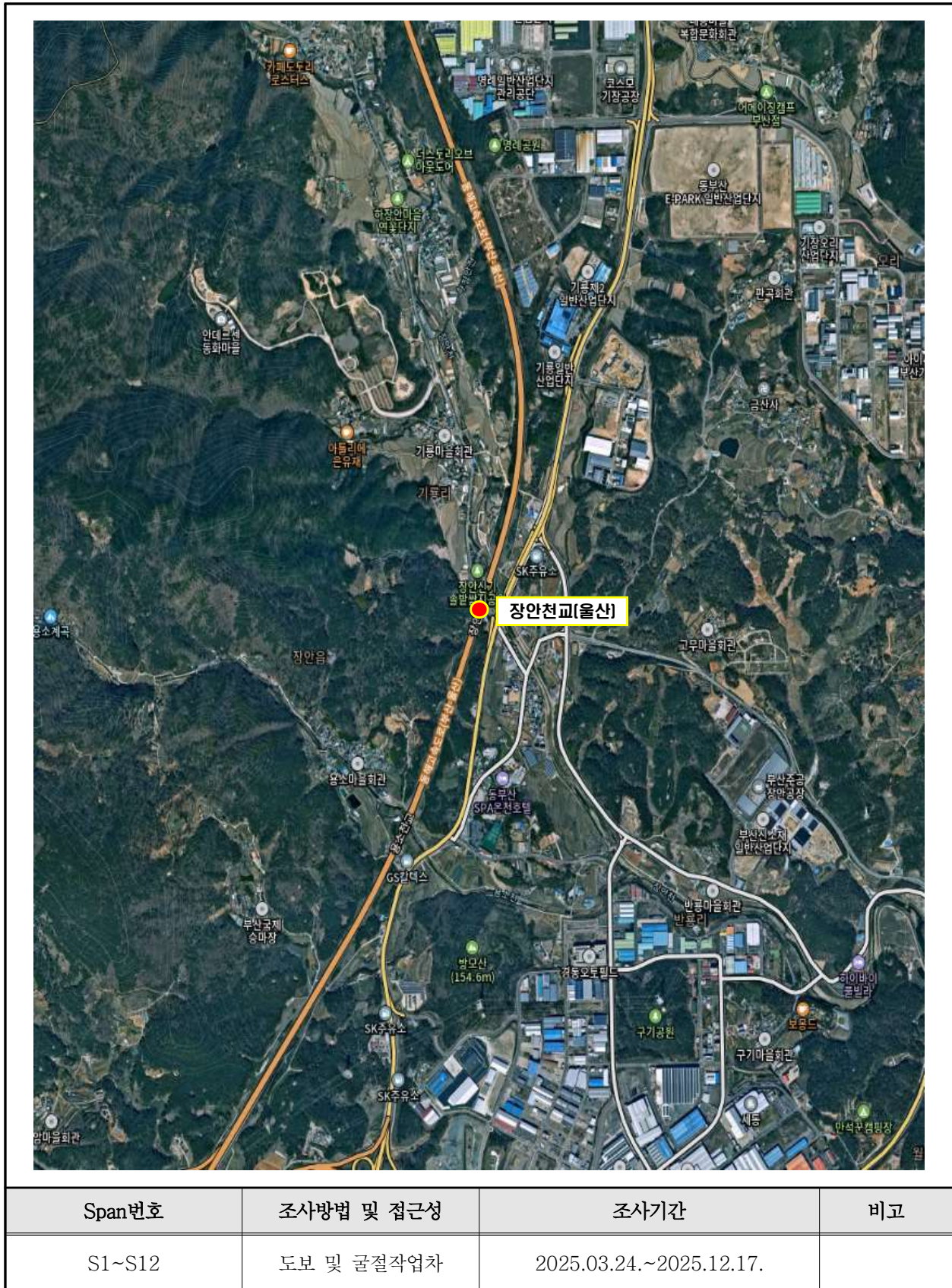
본 시설물은 부산광역시 기장군 장안읍 기룡리 502에 위치한 교량으로 총 연장 360.0m, 폭 15.7m로 시공되어 있다.

41.1.1 일반사항

【표 41.1.1】 장안천교(울산) 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2008-0000993		관리번호		-	
시설물위치		부산광역시 기장군 장안읍 기룡리 502		준공년월일		2008년 12월 31일	
관리이정		22.00km		공사이정		-	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명		부산울산고속도로	
제원	연장	L = 360.0m, (12@30.0)					
	폭	B=15.7m(편도 3차선)					
구조 형식	상부	PSC Beam		기초 형식	교대	강관Pile 기초	
	하부	교대: 역T형, 교각: π 형			교각	직접기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		뉴모노셀	
교차시설물		장안천, 장안로		통과높이		-	
부착시설내용		투척방지망, 점검통로					
시 공 자		대림산업주식회사		관리주체		부산울산고속도로(주)	

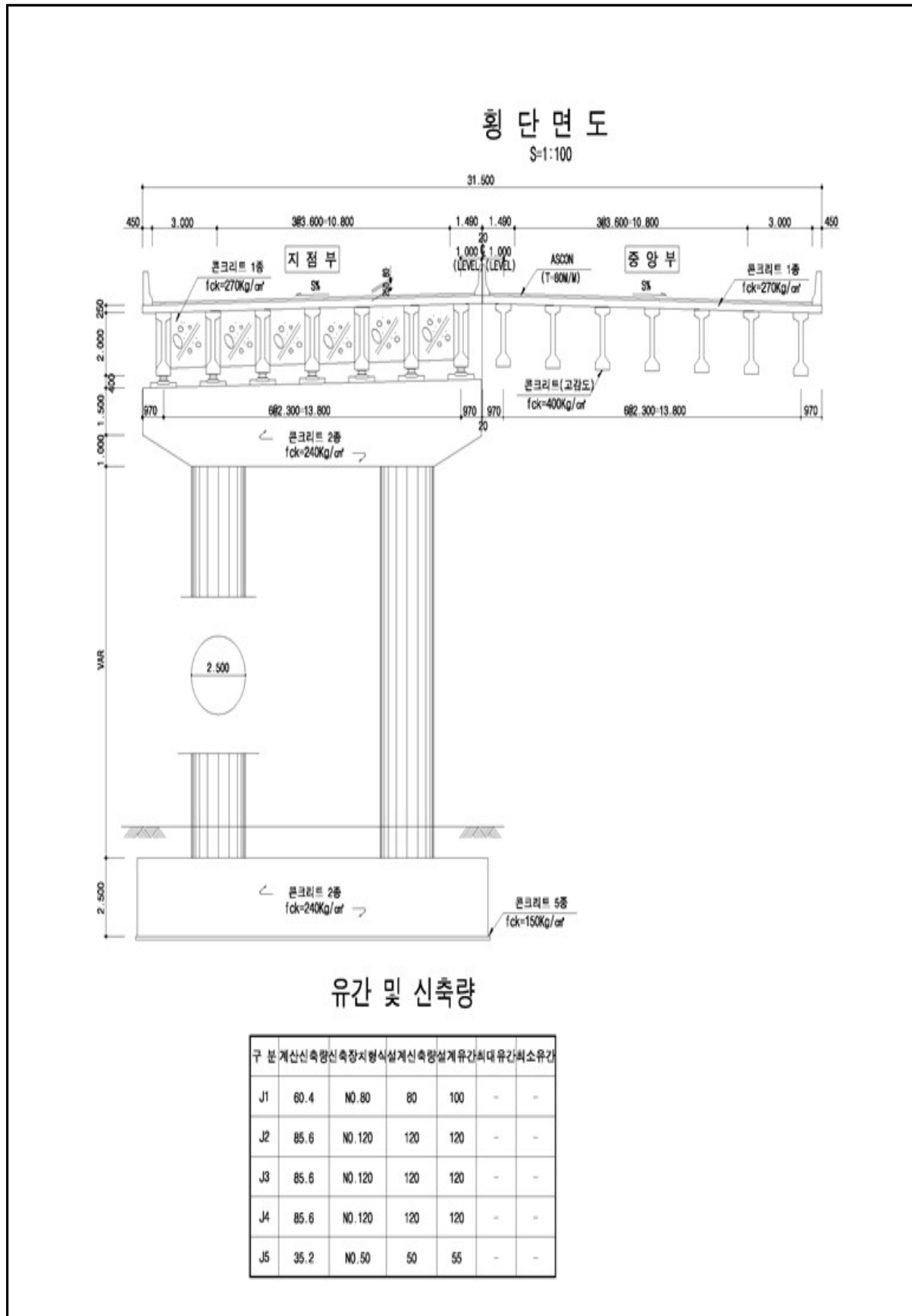
41.1.2 위치도 및 전경사진



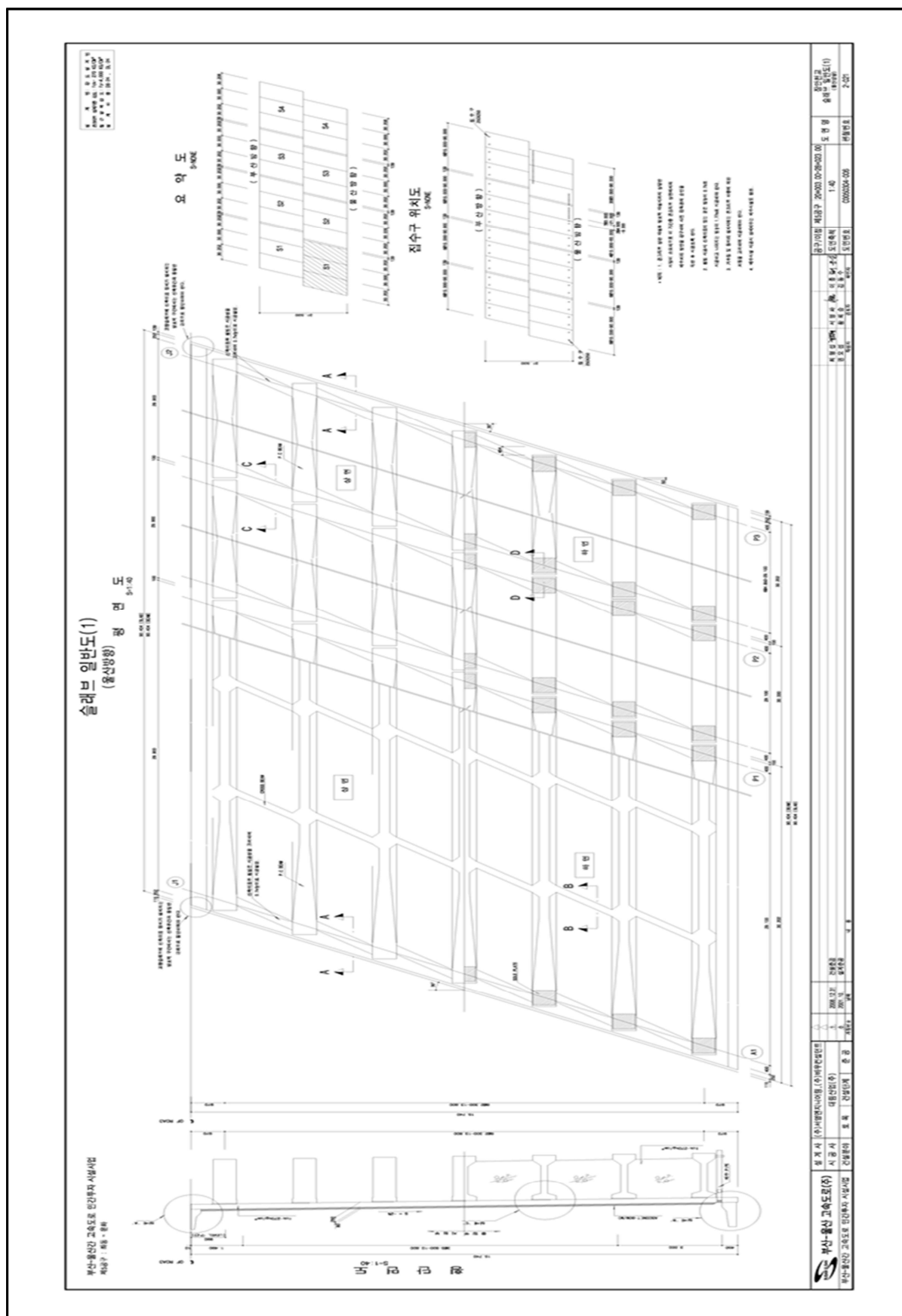
【그림 41.1.1】 위치도

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

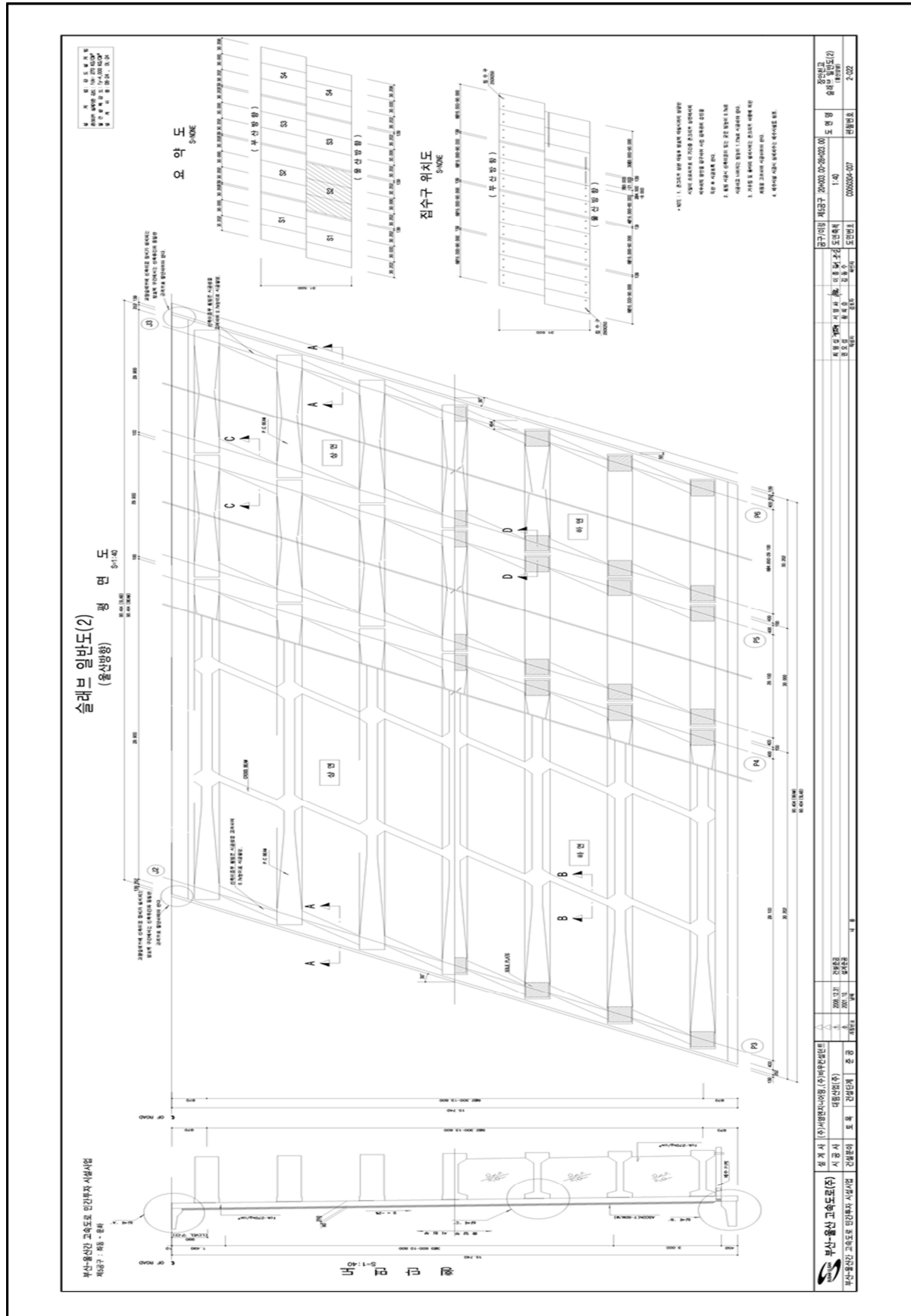
【사진 41.1.1】 부재별 현황



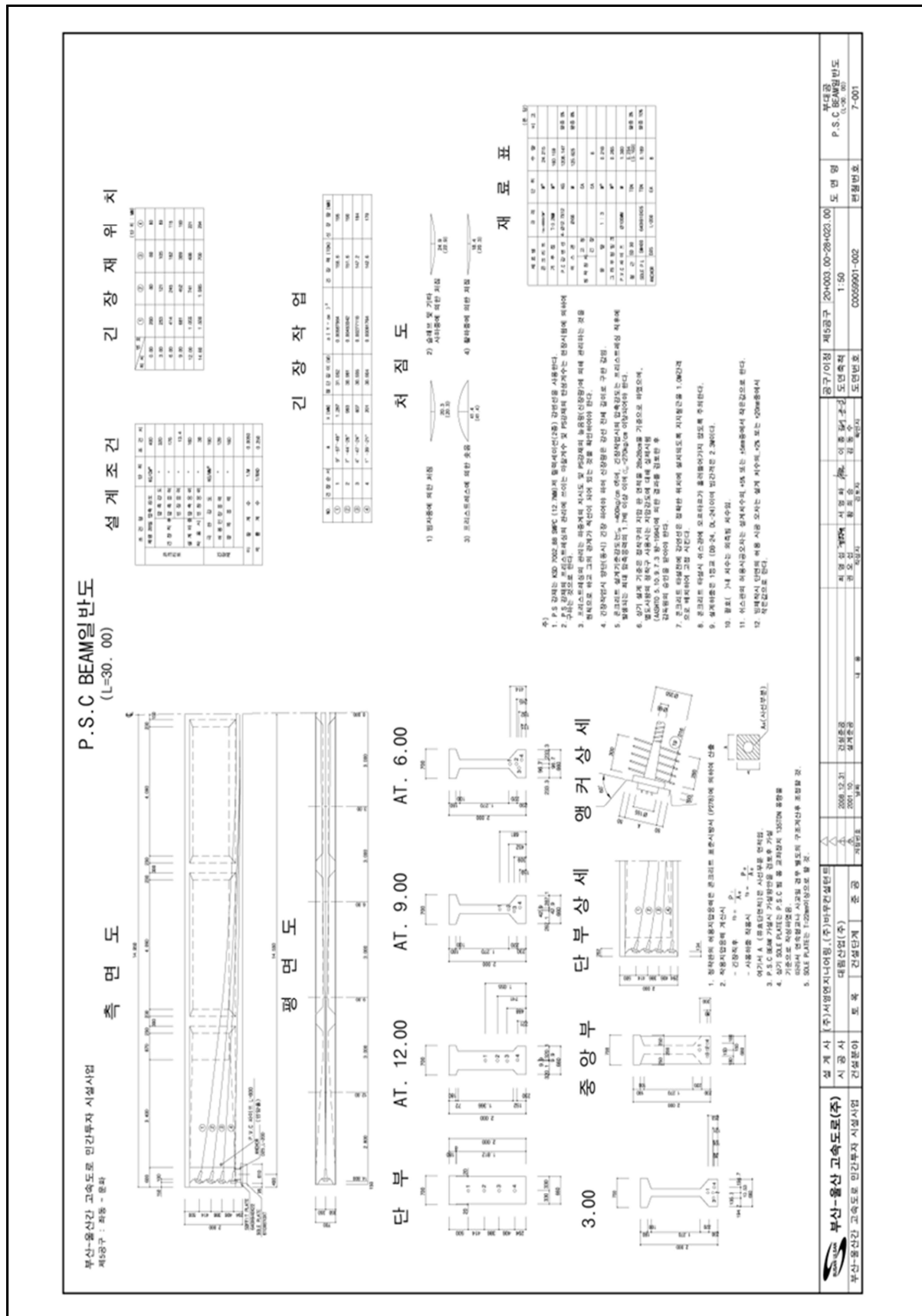
【그림 41.1.3】 횡단면도



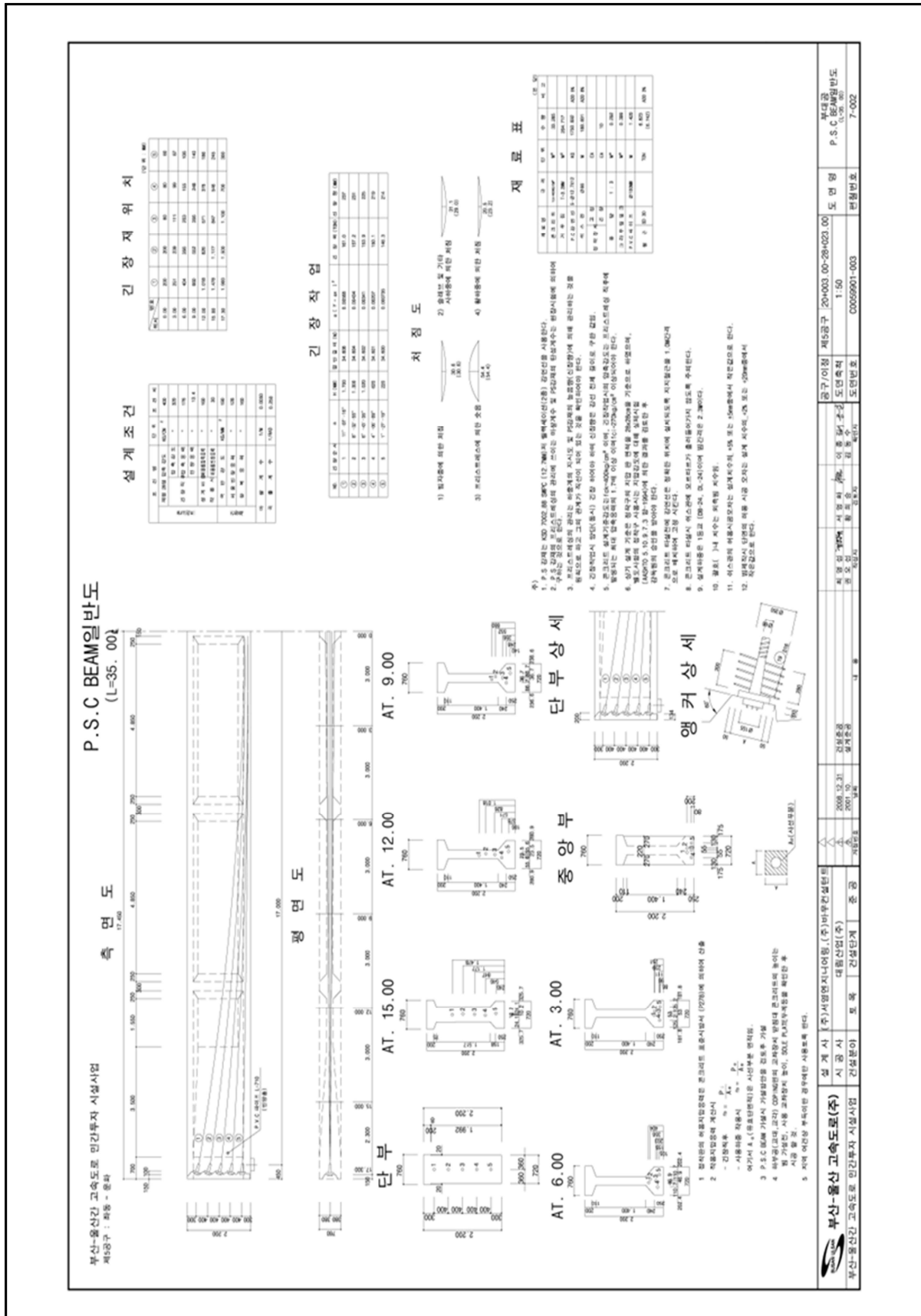
【그림 41.1.4】 슬래브 일반도 - 1



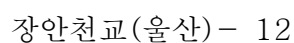
【그림 41.1.5】 슬래브 일반도 - 2



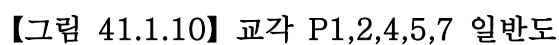
【그림 41.1.6】 P.S.C Beam 일반도 - 1

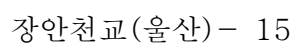


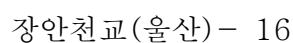
【그림 41.1.7】 P.S.C Beam 일반도 - 2

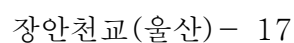


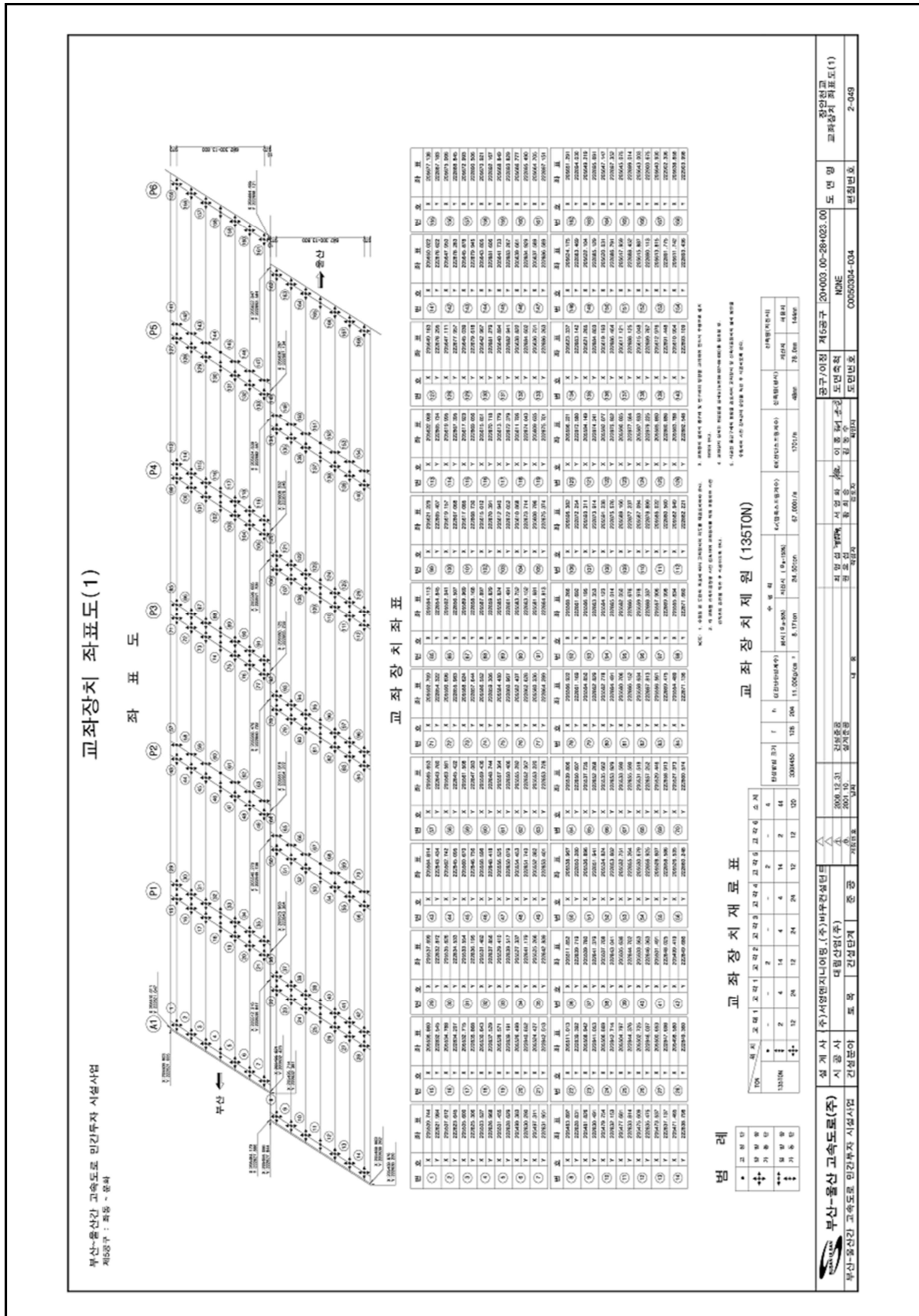


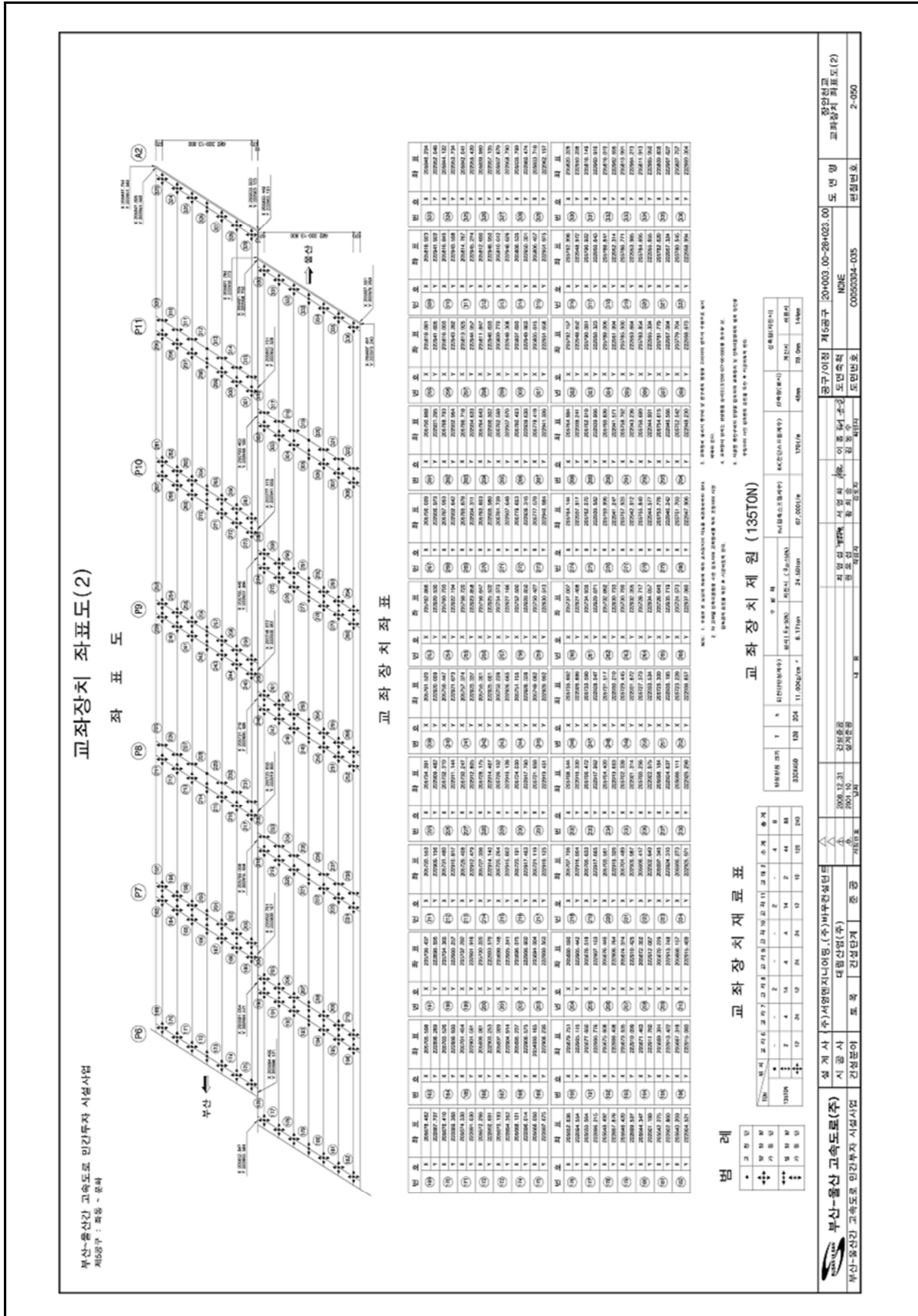












41.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업”의 설계 및 준공도서, 각종계산서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

41.2.1 자료수집 현황

【표 41.2.1】 자료수집 목록

보존대상 목록		보유현황	관리주체 보유현황
설계도서	◦공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	◎	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 - 일반보고서(2008.12) - 토질조사보고서(2008.12) - 준공내역서(2008.12) - 준공도면(2008.12) ◦부산울산고속도로~동부산관광단지 연결도로 건설공사 구조 및 수리계산서(2008.12)
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 표준단면도, 일반도, 구조도 등		
시설물 관리대장	◦기본현황 및 상세제원 ◦점검 및 진단 이력 ◦보수·보강 및 유지관리 이력	◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS)
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ◦사고기록	◎	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 시공기록보고서(2008.12) - 감리보고서(2008.12) - 품질시험계획서(2008.12) - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록
안전점검 및 정밀안전진단 자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) (2009년 ~ 2024년 정기안전점검, 정밀안전점검, 정밀안전진단) ◦2022년 정밀안전점검 ◦2023년 정밀안전진단
보수·보강 관련자료		◎	◦ 보수·보강 이력사항

41.2.2 설계자료 검토

가. 구조물 현황 및 특성

구 분	구조물 현황 및 제원
상부구조	- 교량형식 : PSC Beam - 시공방법 : 크레인 - 기하학적 형상 - 평면선형 : 직선 - 종단기울기 : (-)0.626% - 편 경 사 : (-)2.000~(-)2.240% - 상부구조 제원 - 경간구성 : L = 360.0m (3@30.0m+3@30.0m+3@30.0m+3@30.0m) - 폭원구성 : B = 15.75m, 편도 3차선 - 포 장 : 아스콘(T=80.0mm) - 바 닥 판 : T=250mm, 캔틸레버 길이 : 좌 0.970m/우 970m - 거더제원(B×H) : (0.66m×2.00m)
하부구조	- 교대형식 : 역T형 A1(H=6.648~7.000m), A2(H=6.648~7.000m) - 교각형식 : π 형 - 기둥형상 : 원형(D=2.5m) - 교각높이 : H=26.338~30.172m - 기초형식 - 교대(A1) : 강관파일기초(L=18.50m, Φ508x12t) - 교대(A2) : 강관파일기초(L=21.50m, Φ508x12t) - 교각(P1~P11) : 직접기초(B=17.70m, L=8.00m)
기 타	- 교량받침 : 탄성받침 - 신축이음 : Monocell Joint (A1, P3, P6, P9, A2) - 난간연석 : 좌·우 - 방호벽(H=1.08m) - 배수시설 : 알루미늄 배수관(육교형) - 점 검 로 : 교각 점검로 설치(P1~P11)

나. 구조계산서(2008.12) 검토결과

구 분	내 용										
설계기준	■ 도로교 표준시방서(1996, 건설교통부) ■ 콘크리트 표준 시방서(1996, 건설교통부) ■ 도로 설계 요령(1996, 한국도로공사)										
설계방법	■ P.S.C BEAM 바닥판 : 강도 설계법(USD) ■ P.S.C BEAM GIRDER : 허용응력 설계법(WSD) ■ 하부구조 : 강도 설계법(USD) ■ 적용 설계법 - 강도 설계법(USD) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될때에 콘크리트 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 하중계수 (LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법 - 허용응력 설계법(WSD) : 철근콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법										
하중조건	■ 강도 설계법 - 극한 하중을 적용 ■ 허용응력 설계법 - 사용 하중을 적용 - 사하중, 크리프, 활하중, 지지점의 부등침하, 온도변화, 풍하중, 건조수축, 지진하중 등										
사용재료	<table><tr><th rowspan="2">하중조건</th><th colspan="2">사용재료</th></tr><tr><th>상부구조</th><th>하부구조</th></tr><tr><td rowspan="2"> ■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m³ - A S C O N : 2.30 t/m³ ■ 활하중 - DB-24, DL-24 </td><td> ■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm² </td><td> ■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm² </td></tr><tr><td colspan="2"> ■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm² </td></tr></table>	하중조건	사용재료		상부구조	하부구조	■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m³ - A S C O N : 2.30 t/m³ ■ 활하중 - DB-24, DL-24	■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm²	■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm²	■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm²	
하중조건	사용재료										
	상부구조	하부구조									
■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m³ - A S C O N : 2.30 t/m³ ■ 활하중 - DB-24, DL-24	■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm²	■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm²									
	■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm²										

다. 토질 및 지반조사 자료검토

본 교량의 설계 당시 26개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지표로부터 표토층, 매립토층, 퇴적토층, 붕적토층, 풍화토층, 풍화암층, 연암층, 경암층 순으로 구성되어 있는 것으로 조사되었으며, 토질조사보고서(부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 지반조사보고서(제5공구 서부~화전), 2008.12)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 시추조사(2008.12) 위치

조사번호	조사위치	지반고(m)	비 고
BB-18	0+027.0 (우 7.0m)	36.51	
BB-19	2+050.0 (좌 8.0m)	33.65	
BB-20	2+056.0 (우 7.0m)	32.72	
BB-21	2+075.0 (좌 2.0m)	27.00	
BB-22	2+086.0 (우 5.0m)	26.36	
BB-23	2+107.0 (좌 7.0m)	28.24	
BB-24	2+116.0 (우 7.0m)	25.35	
BB-25	2+138.0 (좌 4.0m)	27.56	
BB-26	2+146.0 (우 8.0m)	24.42	
BB-27	2+169.0 (좌 9.0m)	24.36	
BB-28	2+177.0 (우 7.0m)	22.76	
BB-29	2+198.0 (좌 8.0m)	22.76	
BB-30	2+205.0 (우 7.0m)	23.44	
BB-31	2+226.0 (좌 9.0m)	23.32	
BB-32	2+235.0 (우 6.0m)	22.53	
BB-33	2+260.0 (좌 8.0m)	23.14	
BB-34	2+266.0 (우 7.0m)	22.24	
BB-35	2+285.0 (좌 7.6m)	23.49	하천(암노출)
BB-36	2+297.1 (우 7.6m)	21.37	하천(암노출)
BB-37	2+318.4 (좌 7.6m)	21.87	하천(암노출)
BB-38	2+326.0 (우 7.0m)	25.67	
BB-39	2+350.0 (좌 10.0m)	25.83	
BB-40	2+356.0 (우 7.0m)	27.67	
BB-41	2+378.0 (좌 9.0m)	28.45	
BB-42	2+387.1 (우 7.6m)	28.81	
BB-43	2+408.0 (좌 9.0m)	28.72	



2) 시추조사(2008.12) 결과 요약

구 분	지 층 특 성
표토층 (Top Soil)	· 본 지층은 시추공 BB-27, 42 지역의 최상부인 지표면에서 0.4~0.6m 정도의 두께로 확인되고 있다. · 본 층은 자갈 및 점토섞인 실트질 모래로 구성되어 있으며, 색깔은 황갈색을 띠고 있다.
매립토층 (Fill)	· 본 지층은 인위적으로 형성된 지층으로서 시추공 BB-25, 27, 35~37, 41~43 지역을 제외한 전역의 최상부인 지표면에서 0.2~1.8m 정도의 두께로 확인되고 있다. · 본 층의 상부는 전답으로 이용되고 있으며, 구성은 실트질 점토, 점토, 자갈 및 점토섞인 실트질 모래, 모래섞인 실트 및 점토, 모래섞인 실트질 자갈 및 전석 등이며, 표준관입시험에 의한 N치는 14/30(회/cm) 정도로 중간조밀한 상대밀도를 나타낸다. · 색깔은 녹갈색, 갈색, 녹회색, 암갈색 등을 띠고 있다.
퇴적토층 (Alluvial Soil)	· 본 지층은 과거 유수의 운반·퇴적 작용에 의해 형성된 지층으로서 시추공 BB-21, 31~34 조사지역에서 지표면, 매립토층 하부에서 0.4~2.0m 정도의 두께로 분포하고 있다. · 본 층은 자갈 및 점토섞인 실트질 모래, 자갈섞인 실트질 모래, 실트질 모래섞인 자갈 등으로 구성되며, 통일분류법에 의해 SM으로 분류된다. · 또한, 표준관입시험에 의한 N치는 20/30~50/3(회/cm) 정도로 중간조밀한 내지 매우조밀한 상대밀도를 나타내나, 부분적으로 자갈에 의한 과대저항치를 나타낸다. · 색깔은 녹회색, 암갈색, 갈색 등을 띠고 있다.
붕적토층 (Colluvial Soil)	· 본 지층은 과거 유수 및 바람에 의한 붕괴작용에 의해 형성된 지층으로서 시추공 BB-19, 21, 23, 27, 34~38 조사지역을 제외한 지역에서 지표면, 매립토층, 퇴적토층 하부에서 0.8~3.4m 정도의 두께로 분포하고 있다. · 본 층은 자갈섞인 점토 및 실트질 모래, 자갈 및 모래섞인 점토 및 실트, 실트 및 모래섞인 자갈·호박돌 등으로 구성되며, 통일분류법에 의해 SC, GP, CL, GW-GM, SM 등으로 분류된다. · 또한, 표준관입시험에 의한 N치는 30/30(회/cm), 20/30~50/2(회/cm) 정도로 매우균음의 연경도, 중간조밀한 내지 매우조밀한 상대밀도를 나타내나, 부분적으로 자갈에 의한 과대저항치를 나타낸다. · 색깔은 갈색, 황갈색, 암회색, 회갈색 등을 띠고 있다.
풍화토층 (Residual Soil)	· 본 지층은 기반암이 완전풍화되어 원위치에 잔류되어 있는 지층으로서 시추공 BB-18~23, 40~43 조사지역의 심도 1.5~5.7m에서 1.1~3.3m 정도의 두께로 분포하고 있다. · 본 층은 부분적으로 암편을 함유한 실트질 모래 등으로 구성되어 있으며, 통일분류법에 의해 SM으로 분류된다. · 또한, 표준관입시험에 의한 N치는 33/30~50/1(회/cm) 정도로 조밀한 내지 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. · 색깔은 황갈색, 갈색, 암갈색 등을 띠고 있다.
풍화암층 (Weathered Rock)	· 본 지층은 기반암이 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-25, 26, 28, 30, 35~37 지역을 제외한 조사지역 전역에서 표면하 0.6~12.0m 정도에서 확인되고 있다. · 시추시 실트섞인 모래, 실트질 모래 및 암편으로 완전 분해된 상태이며, 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/0(회/cm) 정도로 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. · 색깔은 황갈색, 갈색, 청회색, 암갈색 등을 띠고 있다.
연암층 (Soft Rock)	· 본 지층은 기반암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-23, 25~29, 31, 33~39, 41~43 지역에서 지표면~11.5m 정도에서 확인되고 있다. · 풍화정도는 심한풍화 내지 보통풍화(H.W~M.W)에 속하며 시추작업시 코아회수는 T.C.R : 23~100%, R.Q.D : 0~42% 정도이고 균열 및 절리 발달과 연·경의 교호로 매우 저조한 상태이다. · 색깔은 담갈색, 녹회색, 청회색, 회갈색, 암회색 등을 띠고 있다.
경암층 (Hard Rock)	· 본 지층은 기반암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-23, 25~27, 30, 32~34, 40 지역에서 지표면하 2.0~10.0m 정도에서 확인되고 있다. · 풍화정도는 약간풍화 내지 신선 (S.W~FRESE)에 속하며 시추작업시 코아회수는 T.C.R : 97~100%, R.Q.D : 27~91% 정도이다. · 색깔은 녹회색, 회색, 녹색 등을 띠고 있다.

41.2.3 시설물 점검이력

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

【표 41.2.2】 장안천교(울산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
1	초기안전점검	2008.08.01 ~2008.12.31	원공엔지니어링(주)	A등급	구조물 상태가 양호하고 최상의 상태임.
2	정기안전점검	2009.03.06 ~2009.06.30	자체수행	양호	이상없음
3	정기안전점검	2009.08.04 ~2009.11.25	자체수행	양호	이상없음
4	정밀안전점검	2010.03.10 ~2010.05.09	자체수행	A등급	교대상단 물고임
5	정기안전점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	양호함
6	정기안전점검	2011.05.11 ~2011.05.12	자체수행	양호	이상없음
7	정기안전점검	2011.11.29 ~2011.11.30	자체수행	양호	양호
8	정기안전점검	2012.04.12 ~2012.04.12	자체수행	양호	양호
9	정기안전점검	2012.08.21 ~2012.08.21	자체수행	양호	양호
10	정기안전점검	2013.05.29 ~2013.05.29	자체수행	양호	양호
11	정밀안전점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등급	후타 균열
12	정기안전점검	2014.05.21 ~2014.05.21	자체수행	양호	양호
13	정기안전점검	2014.07.23 ~2014.07.23	자체수행	양호	양호
14	정기안전점검	2015.05.18 ~2015.05.18	자체수행	양호	- 양호

【표 41.2.2】 장안천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
15	정밀안전점검	2015.05.27 ~2015.12.22	(재) 한국재난연구원	B등급	바닥판 : 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열(0.3mm미만), 표면오염/거더 : 파손(인양홀 주변), 표면오염 /가로보:박락,재료분리및철근노출,배부름/교대및교각: 균열(cw=0.3mm미만),망상균열,파손,재료분리등/교 량받침:받침몰탈균열,받침대균열,재료분리,Plate부식 /신축이음:유간토사퇴적,신축이음장치누수,차수판볼 트누락,체결불량 /교면포장:아스팔트포장파손,포트홀/배수시설:상태양 호/방호벽:균열(cw=0.3mm미만),균열부백태(cw=0 .3mm미만),파손등
16	정기안전점검	2016.05.04 ~2016.05.04	자체수행	양호	- 양호함
17	정기안전점검	2016.08.23 ~2016.08.23	자체수행	양호	- 양호함
18	정기안전점검	2017.06.26 ~2017.06.26	자체수행	양호	- 양호함
19	정기안전점검	2017.11.22 ~2017.11.22	자체수행	양호	- 양호함
20	정밀안전점검	2017.10.16 ~2017.12.22	자체수행	B등급	· 바닥판 균열, 망상균열, 표면오염 · 거더인양홀주변파손및가로보박락,철근노출,재료분리 · 하부구조균열및망상균열,들뜸,재료분리,철근노출,표면오염 · 교량받침Plate부식,받침콘크리트균열및재료분리 · 신축이음유간토사퇴적,하부누수,차수판연결불량 · 교면포장ASP패임,포트홀 · 방호벽균열,백태,파손 · 배수시설배수관길이부족
21	정기안전점검	2018.04.11 ~2018.04.11	자체수행	양호	- 양호함
22	정기안전점검	2018.07.31 ~2018.07.31	자체수행	양호	- 양호함
23	정기안전점검	2019.04.30 ~2019.04.30	자체수행	양호	신축이음 유간 고무재 변형
24	2중성능평가	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술 단(주)	B등급	-바닥판의 균열, 망상균열, 백태, 표면오염, 거더의 파손, 표면오염, 가로보의 백태, 박락, 재료분리 및 철근노출, 교대 및 교각의 균열, 망상균열, 균함, 철근노출, 재료분리, 교량받침의 받침부식, 받침몰탈 균열, 망상균열, 신축이음의 유간토사퇴적, 고무재 노후화, 누수, 교면포장의 시공이음부 균열, 아스콘 균함, 배수시설의 유도배수관 누수, 배수관 막힘, 방호벽의 균열, 균열부백태, 점검시설의 연단거리 부족 등이 조사됨. -내구성시험결과,내구성저하요인은조사되지않았으며,구조해석검 토결과,안전성을확보하고있음. -안전성능평가결과(B),내구성능평가결과(A),사용성능평가결과(B) -종합평가결과 "일부부재에경미한결함이나내구성저하가능성이 조사되었으며,외부환경조건등을고려하여진행여부를지속관찰하고 보수여부를결정하여야하는성능수준" 인 'B등급' 으로평가됨.

【표 41.2.2】 장안천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
25	정밀안전점검	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술 단(주)	B등급	-바닥판: 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 백태, 표면오염 -PSCI거더: 파손, 표면오염 -콘크리트보: 백태, 박락, 재료분리, 철근노출, 배부름, 거푸집이끼 -교대: 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 굽힘, 철근노출, 표면오염, 명판 파손 -교각: 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 파손, 굽힘, 녹발생, 들뜸, 재료분리, 채수 등 -교량받침: 받침부식, 받침물탈락, 망상균열, 받침콘크리트 균열, 파손, 재료분리 -신축이음: 유간토사퇴적, 고무재노후화, 신축이음누수, 차수판앵커볼트탈락, 누락, 연결불량 -교면포장: 시공이음부균열, 아스콘긁힘, 포트홀 -배수시설: 유도배수관누수, 배수관막힘 -방호벽및중앙분리대: 균열(폭 0.3mm미만), 균열부백태, 망상균열및백태, 파손, 굽힘, 표면오염 등 -점검시설: 앵커볼트절단흔적, 연단거리부족 등
26	정기안전점검	2020.06.30 ~2020.06.30	자체수행	양호	양호함
27	정기안전점검	2020.07.29 ~2020.07.29	자체수행	양호	· 신축이음 유간 토사 퇴적 · 교량받침플레이트부식및받침콘크리트균열
28	정기안전점검	2021.06.28 ~2021.06.28	자체수행	양호	· 거더: 표면오염(임시배수관 누수), 인양홀 주변 콘크리트 파손 · 2차부재: 재료분리, 철근노출, 배부름, 박락 · 바닥판: 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 표면오염 · 교량받침: 받침콘크리트균열(cw=0.3mm미만) 및 재료분리, 받침플레이트부식 · 하부구조(교대): 균열(cw=0.3mm미만), 표면오염 · 하부구조(교각): 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 들뜸, 파손, 굽힘, 표면오염, 채수 · 신축이음: 하부누수, 차수판볼트탈락, 유간토사퇴적 · 교면포장: ASP 파손, 포트홀 · 난간연석: 균열(cw=0.3mm미만), 파손, 방음벽지대부식, 출입문고장대탈락
29	정밀안전점검	2021.03.03 ~2021.12.22	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장: 아스콘 균열 및 패임, 시공이음 균열 -방호벽균열(0.3mm미만~0.3mm이상), 망상균열, 백태, 굽힘, 파손, 고정대부식 -배수시설: 집수구막힘, 배수관연결부누수, 위치불량, 유공관같이부족 -신축이음: 본체고무재열화및파손, 하부누수, 유간토사퇴적, 차수판 연결불량 -바닥판균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 들뜸, 박락, 표면오염 -거더파손, 표면오염 -교량받침: Plate부식, 물탈락콘크리트균열(0.3mm미만), 스토퍼밀착 -교대/교각균열(0.3mm미만), 망상균열, 굽힘, 파손, 박락, 채수흔적, 표면오염

【표 41.2.2】 장안천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
30	정기안전점검	2022.05.20 ~2022.06.15	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고
31	정기안전점검	2022.07.26 ~2022.08.12	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함 등 세부결과 보고서 참고
32	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.06.08	자체수행	양호	· 교면포장 ASP 균열 패임 시공이음 균열 등 · 난간중분대균열(cw=0.3mm미만 이상), 망상균열 백테 긁힘 파손 단차 등 · 배수시설 잡수구 막힘 배수관 연결부 누수, 유공간 같이 부족 등 · 신축이음 유간토사퇴적 고무재 열화 및 파손 하부 누수, 차수관 연결 불량 등 · 바닥균열(cw=0.3mm미만), 망상균열 백테 들뜸 박락 표면오염 등 · 거더 파손 표면오염 등 · 2차부재 기로보 배부름, 거푸집 미제거 등 · 교량반침 플레이트 부식 반침콘크리트 균열(cw=0.3mm미만), 스토퍼 탈락 등 · 하부구조 교대 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열 박락, 채수흔적 표면오염 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열 파손 긁힘 채수흔적 표면오염 등
33	정밀안전점검	2023.02.20 ~2023.12.22	(주) 엠케이에스이	B등급	- 교면포장 아스콘 균열 및 패임, 파손, 보수불량, 시공이음 균열 - 방호벽균열(0.3mm미만 0.3mm이상), 망상균열 백테 긁힘, 파손 단차, 고정대부식 - 배수시설잡수구 및 배수관 막힘, 배수관 연결부 누수, 유공간 및 유공관 같이 부족 - 신축이음 유간토사퇴적 고무재 열화 및 파손 하부 누수, 차수관 연결 불량 - 바닥균열(0.3mm미만), 망상균열 백테 들뜸, 박락, 표면오염 - 거더 파손, 표면오염 - 기로보 상태 양호 - 교량반침 Plate 부식, 몰탈 및 콘크리트 균열(0.3mm미만), 박리, 탄성 스토퍼 밀림, 스토퍼 밀착 - 교대 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열 백테 파손 박락 채수흔적 표면오염
34	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.17	자체수행	양호	- 교면포장 아스콘 균열, 아스콘 재포장부 손실, 아스콘 패임 등 - 배수시설 배수관 클램프 파손, 배수관 위치 불량, 배수관 막힘, 배수측구 균열 등 - 난간중분대 방음벽 지주대 부식, 균열, 균열부 백테, 차수관 탈락, 접속부 침하 등 - 신축이음 후타콘크리트 균열, 유간토사퇴적, 하부 누수 흔적, 고무재 파손 등 - 교량반침 반침 몰탈 박락, 반침 콘크리트 균열 및 재료 부족, 플레이트 부식 등 - 바닥판 누수로 인한 지점 부열화 균열, 캔틸레버 열화 등 - 거더 지점 부열화 인양홀 주변 콘크리트 파손 등 2차부재 기로보 재료 부족, 기로보 하부 배부름, 기로보 균열 및 잡철 노출 등 - 교대 구체 교좌부 채수흔적, 구체 균열, 홍벽 표면오염 및 백테, 보호블럭 침하 등 - 교각 도랑부 교좌부 채수흔적, 도랑부 표면오염 등

【표 41.2.2】 장안천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
35	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.30	한국도로공사	양호	교면포장 균열, 패임, 시공이음 균열 등 배수시설집수구막힘, 배수관연결부누수, 유공관길이부족 등 난간중분대균열, 망상균열, 백태, 긁힘, 파손, 단차 등 신축이음유간토사퇴적, 고무재열화및파손, 하부누수, 차수관연결불량 등 교량받침플레이트부식, 받침콘크리트균열, 스토파탈락 등 바닥판균열, 망상균열, 백태, 들뜸, 박락, 표면오염 등 거더파손, 표면오염 등 2차부내가로보배부름, 거푸집미제거 등 교대균열, 망상균열, 박락, 체수흔적, 표면오염 등
36	2중성능평가	2024.03.11 ~2024.12.23	(주)명성엔지니어링	B등급	· 안전성능평가 결과, 성능평가점수 0.212, 등급 b로 평가 · 내구성능평가결과, 성능평가점수 0.133, 등급 b로 평가 · 사용성능평가결과, 성능평가점수 0.511, 등급 d로 평가 · 종합성능평가결과, 성능평가점수 0.236, 등급 B로 평가
37	정기안전점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	거더 : 파손, 표면오염 바닥판: 균열, 망상균열, 백태, 들뜸, 박락, 표면오염 교량받침: 플레이트부식, 탄성패드밀림, 받침물탈균열 및 망상균열 교대: 균열, 망상균열, 백태, 박락, 체수흔적, 표면오염 교각: 균열, 망상균열, 박리, 파손, 긁힘, 체수흔적, 표면오염 신축이음: 후타콘크리트균열, 고무재열화및파손, 하부누수, 유간토사퇴적 교면포장: 균열, 시공이음부균열, 패임, 파손, 보수불량 배수시설: 배수관막힘및연결부누수, 배수관위치불량, 집수구막힘 난간및연석: 균열, 망상균열, 백태, 균열부백태, 긁힘, 파손, 단차, 고정대부식 2차부재: 균열부백태, 배부름, 재료분리 점검시설: 상태양호
38	정기안전점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 균열, 패임 등 · 배수시설 배수관연결부막힘및식생, 유공관연결부파손 등 · 난간방호벽 균열 및 망상균열, 접속부침하, 방음판 파손 및 지지대부식 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열, 고무재분리, 유간토사퇴적, 하부누수 흔적 등 · 교량받침 플레이트 부식 및 도장박리, 받침물 탈균열 및 망상균열 등 · 바닥판 열화, 균열, 표면 박리, 들뜸, 박락 우려, 철근 노출 등 · 거더 균열 등 · 2차부재/가로보 배부름, 백태 등 · 교대 구체 균열 및 표면오염, 홍벽 균열 및 백태 등 · 교각 표면 박리 및 체수흔적 · 점검시설 상태양호

41.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
교면포장	◦교면포장에 대한 외관조사 결과, 아스콘 균열 및 패임, 파손, 시공이음 균열, 보수불량 등이 발생한 것으로 조사되었다.	
방호벽	◦방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 망상균열, 균열부백태, 굽힘 및 파손, 단차 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 또한 방호벽(우) 상단에 설치된 방음벽 고정대 부식이 발생한 것으로 확인되었다.	
배수시설	◦배수시설에 대한 외관조사결과, 집수구 및 배수관 막힘, 배수관 연결부 누수, 배수관 위치불량, 캔틸레버부 유공관 길이부족이 발생한 것으로 조사되었다.	
신축이음	◦신축이음에 대한 외관조사 결과, 후타재 균열(0.3mm미만), 본체 고무재 열화 및 파손, 하부누수, 유간부 토사퇴적, 차수관 연결불량 및 볼트탈락 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(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 들뜸, 박락, 표면오염이 조사되었다.	
거더	◦거더에 대한 외관조사 결과, 인양홀 주변 파손 및 거더 외측 표면오염이 발생한 것으로 조사되었다.	
가로보	◦가로보에 대한 외관조사 결과, 균열부백태, 재료분리, 배부름이 발생한 것으로 조사되었다.	
교량받침	◦교량받침에 대한 외관조사결과, Plate 부식 및 탄성패드 밀림, 받침 몰탈 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 몰탈 들뜸 및 박락, 콘크리트 균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착 및 탈락이 발생한 것으로 조사되었다. ◦연단거리 평가 본 교량의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치(350.0mm)를 상회하는 것으로 조사되어 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다. ◦이동량 평가 본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 -5℃ ~ +35℃ 설계하였으며 설계 시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 측정·검토되었다. 단, 교량받침(A1, A2)의 탄성패드 밀림(슬라이딩)이 조사된 받침은 건전한 거동을 하지 않은 것으로 판단하여 온도변화에 의한 여유량 검토에서 제외하고 평가하였다.	
교대	◦교대에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 박락, 체수흔적, 표면오염 등이 조사되었다.	
교각	◦교각에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박리, 굽힘, 파손, 체수흔적, 표면오염이 발생한 것으로 조사되었다.	
기초	◦장안천교(울산)의 설계도서 검토결과, 기초형식은 강관파일기초(A1, A2), 직접기초(P1~P11)로 시공된 것으로 검토되었으며, 점검일 현재 기초는 노출 없이 매립되어 외관조사는 불가능한 것으로 조사되었다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
공중이 이용하는 부위	추락방지시설(교량 점검시설) 교량 점검시설에 대한 외관조사 결과, 출입시설(수직형) 및 점검통로에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)을 시행한 것으로 확인되었다.	
	◦교면포장은 ASP 포장으로 S1~S12 경간에 시공되어 있으며, 포장균열 및 패임, 파손, 보수불량 등의 손상이 조사되었으며, 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아닌 것으로 검토되었다. 금회 조사된 손상은 경미한 상태이고 중대한 결함은 발생하지 않은 것으로 검토되었다.	
	◦신축이음은 Monocell Joint (A1, P3, P6, P9, A2)가 설치되어 있으며, 후타재 균열, 유간토사되적, 하부누수, 본체 고무재 열화 및 파손 등이 조사되었다. 또한 신축이음 유간을 각 지점에서 측정한 결과 가동량은 이론치와 유사한 것으로 조사되어 원활한 신축거동을 하고 있는 것으로 검토되었으며, 금회 점검시 중대한 결함은 발생하지 않은 것으로 검토되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴강도 (MPa)	상부구조		27.9 ~ 29.0	· 설계강도 이상을 확보 - 바닥판: 27.0MPa - 교대, 교각: 24.0MPa
	하부구조		26.1 ~ 27.6	
탄산화시험 (mm)	상부 구조	탄산화깊이	2.1 ~ 3.5	· 탄산화 등급은 상부구조 “a” 등급 · 탄산화 등급은 하부구조 “a” 등급
		잔여깊이	32.9 ~ 34.5	
	하부 구조	탄산화깊이	2.2 ~ 3.9	
		잔여깊이	57.1 ~ 95.8	
종합평가	· 비파괴강도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정·검토됨. 건전부와 비건전부 비교결과 비건전부의 강도저하는 있으나 설계기준강도 100%이상으로 강도부족에 의한 내구성저하는 없는 것으로 분석됨. · 탄산화시험결과, 상부구조 및 하부구조는 탄산화 잔여깊이는 30mm이상으로 상태평가 기준 “a” 등급으로 조사되어 탄산화에 대한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 판단됨.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
장안천교(울산)	0.205	B	—	—	B
종합평가	•본 장안천교(울산)의 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한” 「B등급」의 상태로 평가되었다.				

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

점검부위	결합 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면포장	아스콘 균열	69.00	69.00	m	아스콘 실링보수	80	5,520	3	
	아스콘 패임	0.65	1.00	m²	소파보수	120	120	2	
	파손	0.30	1.00	m²	소파보수	120	120	2	
	보수불량	0.20	1.00	m²	소파보수	120	120	2	
	시공이음 균열	65.00	65.00	m	아스콘 실링보수	80	5,200	3	
방호벽	균열(0.3mm미만)	35.90	8.98	m/m²	표면보수	65	584	3	
	균열(0.3mm이상)	1.50	1.50	m	주입보수	80	120	1	
	망상균열, 백태	2.00	3.00	m²	표면보수	65	195	3	
	균열부백태	1.00	1.00	m/m²	표면보수	65	65	3	
	긁힘, 파손	4.52	6.78	m²	단면보수	240	1,627	2	
배수시설	집수구 막힘	1	1	EA	청소	20	20	1	
	배수관 막힘	1	1	EA	청소	300	300	1	
	배수관 연결부 누수	2	2	EA	청소	300	600	1	
	배수관 위치 불량	1	1	EA	배수관 길이연장	500	500	1	
	유공관 길이부족	15	1	EA/식	전체 유공관 길이연장	20,000	20,000	2	
신축이음	유간토사퇴적	12.50	78.75	m	청소	20	1,575	2	
	고무재 열화, 파손	32.40	78.75	m	A1(No.80) 교체 L=15.75m	1,400	22,050	1	
	하부 누수	26.00		m	A1(No.50) 교체 L=15.75m	1,200	18,900	1	
					P369(No.120) 교체 L=47.25m	2,000	94,500	1	
	차수판 볼트탈락	26	26	EA	볼트 재체결	50	1,300	3	
	차수판 연결불량	2	2	EA	차수판 재설치	1,000	2,000	3	
바닥판	균열(0.3mm미만)	43.60	10.90	m/m²	표면보수	65	708	3	
	망상균열	3.40	5.10	m²	표면보수	65	331	3	
	백태	0.30	1.00	m²	표면보수	65	65	3	
	들뜸, 박락	0.65	1.00	m²	단면보수	240	240	2	
거더	파손	1.19	1.79	m²	단면보수	240	429	2	
2차부재	균열부백태	0.30	1.00	m/m²	표면보수	65	65	3	
	재료분리	0.09	1.00	m²	단면보수	240	240	2	
교량받침	Plate 부식	70	70	EA	재도장	80	5,600	2	
	탄성패드 밀립	2	2	EA	인상+미끄럼방지턱	3,000	6,000	1	
	몰탈 들뜸, 박리	0.08	1.00	m²	단면보수	240	240	2	
교대	균열(0.3mm미만)	6.50	1.63	m/m²	표면보수	65	105	3	
	망상균열	3.05	4.58	m²	표면보수	65	297	3	
	백태	0.30	1.00	m²	표면보수	65	65	3	
	박락	0.15	1.00	m²	단면보수	240	240	2	
교각	균열(0.3mm미만)	172.50	43.13	m/m²	표면보수	65	2,803	3	
	망상균열	36.56	54.84	m²	표면보수	65	3,564	3	
	박리	7.00	10.50	m²	단면보수	240	2,520	2	
	파손, 긁힘	1.34	2.01	m²	단면보수	240	482	2	
순 공 사 비							199,410		
제경비(순공사비×0.5)							99,705		
총 공 사 비							299,115		

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

바. 종합결론

1) 장안천교(울산)는 준공 후 15년이 경과된 PSC Beam 교량으로 금회 정밀안전점검결과 주요부재(바닥판, 교대/교각)에서 균열(0.3mm미만), 망상균열, 단면손상(박락, 파손), 표면 오염 등이 발생하고 기타부재(배수시설, 신축이음)의 배수시설 집수구 및 배수관 막힘, 유공관 길이부족, 신축이음 고무재 열화 및 파손에 의한 하부누수 등의 손상이 조사되어 손상부에 대한 적절한 보수가 요구된다.

또한, 교량받침(A1, A2)에서 탄성패드 밀림(슬라이딩)이 발생한 것으로 확인되었으며, 구조물의 건전한 거동을 위해 온도보정작업(Pre-Setting) 후 미끄럼방지턱 설치 등이 요구된다.

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

3) 따라서, 본 교량은 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한」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

- － 포장부 파손, 패임으로 인한 함몰 부위 체수 발생 및 주행성 저하 유무
- － 신축이음(A1, P3, P6, P9, A2) 하부누수로 인한 주변 부재 손상 발생 유무
- － 교량받침(A1, A2)의 탄성패드 밀림(슬라이딩) 추가 발생 및 신축거동 상태 확인

6) 기타 필요한 사항

－ 없음

41.2.5 시설물 보수 이력

【표 41.2.3】 장안천교(울산) 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	2024년~2025년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	바닥판 등	(주)엠케이에스 이	태정산업개발(주)
	2024-05-13 ~ 2024-08-30		단면보수 등	10,544	이선우
2	2019년 구조물 정밀안전진단 및 점검 결함사항 보수공사		바닥판 외	서영엔지니어링	지엘부
	2020-08-28 ~ 2020-12-28		표면 처리공법 등	2,347	조재성
3	2018년 부산포항선 교량 보수공사	보수	교량받침 PLATE 부식 - 슈 바탕처리 및 슈도장(A1,P1~P11,A2) 개소 0.98M2 * 107EA	김병우	(주)예일개발
	2018-11-01 ~ 2018-12-26		교량받침 PLATE 부식 - 슈 바탕처리 및 슈도장(A1,P1~P11,A2) 개소 0.98M2 * 107EA = 104.86M2	5,863	전상우

41.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

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

【표 41.2.4】 내진설계 여부

적용유무		내진설계						비고							
내진설계 적용		- 시설물관리대장(FMS)에 내진설계 적용으로 표기됨													
시설물번호		관리번호	시설물명		노선		시설물종류								
					구분		세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상				
BR2008-0000993			장안천교(울산)		고속국도		고속국도65호선	1종시설물에 해당하지 않는 연장 100미터이상의 교량	2종	교량	유				
주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)			관리주체		관리주체구분			소유자		소유자구분					
					공공			민간							
부산광역시	기장군	장안읍 기룡리 502	부산울산고속도로(주)		중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	국토해양부	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업			
사업계획 승인일		준공 (사용승인)일		하차달보책일 안료일		2. 상세제원		3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력		4. 보수·보강 이력		환기구 열개 (점검 가능한 환기구)		5. 첨부자료 목록	
		2008년 12월 31일		2015년 12월 31일		유		유		유				장안천교.jpg 장안천교(하부).jpg	
설계기간			설계자		공사기간			시공자		총공사비(백만원)					
1997-12-22 ~ 1999-10-21			서영엔지니어링		2001-11-29 ~ 2008-12-31			대림산업주식회사		5,700					
내진정보	내진설계 대상 유무		내진설계 적용 유무		적용내진설계기준			내진성능평가 실시 유무		내진보강 유무					
	불명		적용					불명		불명					
영21조대상	관리기간		관리자(책임관리자)		사업주체(발주자)			공사명		공사감독·공사관리관					
아니오					부산울산고속도로(주)			부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업							
기타 기본현황															
작성일			작성자			최종 수정일			최종 수정자						
2008년 12월 18일			부산울산고속도로(주) (인)			2019년 11월 26일			박준형						
비고															
설계 조건	·내진등급 : 1등급(A=1.4×0.11=0.154) ·교량형식 : P.C BEAM교 ·지반종류 : I 지역 (S=1.00) ·해석방법 : 복합모드 스펙트럼 해석 ·응답수정계수 - 연결부 : 교대 R=0.8, 교각 R=1.0 - 교 각 : 교축직각=5, 교축방향=3 - 기 초 : 교축직각=2.5, 교축방향=1.5 ·사용 SHOE - 보강탄성받침 : 135ton - 스프링 계수 교대(135ton) : 전단(Kh)=170ton/m : 압축(Kv)=67,000ton/m 교각(135ton) : 전단(Kh)=170ton/m : 압축(Kv)=67,000ton/m														

41.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

41.2.8 주변환경 및 하중변화

장안천교는 부산광역시 기장군 장안읍 기룡리에 위치하고 장안천(S9~10) 및 장안로(S5~6), 기룡길(S11)을 횡단하는 교량이며, 주변으로 기장대로의 하근교가 인접하고 있다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 부산울산고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 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 점검일현재의 교량 주변 현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.



【사진 41.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

41.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 41.2.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

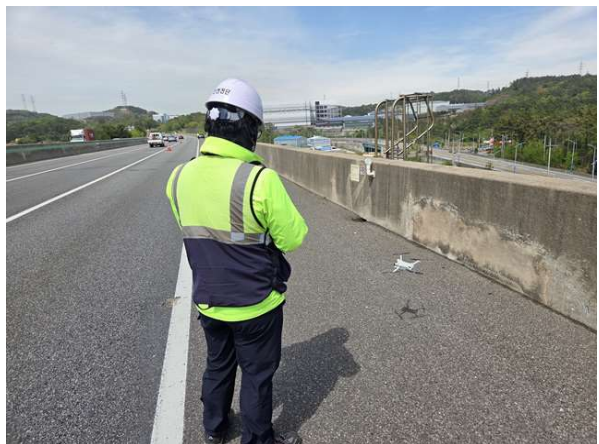
구 분	수집 자료	자료분석 결과	점검과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(발주처협의) ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업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

41.3 현장조사

41.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S12	도보 및 굴절작업차	2025.03.24.~2025.12.17.	
			
굴절작업차 작업전경		굴절작업차 작업전경	
			
비파괴시험		드론점검 작업전경	

【사진 41.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

41.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 장안천교(울산)은 PSC Beam 형식 12경간으로 이루어져 있으며, 연장은 약 L=360.0m 폭 15.7m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



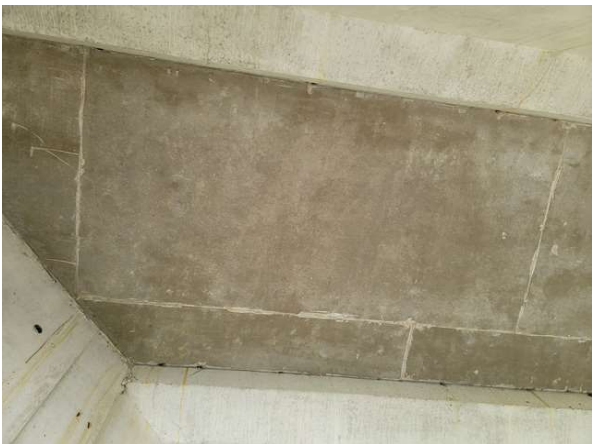
【사진 41.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 층분리, 파손 및 철근노출, 표면 오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 41.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m/개소)		백태 (m/개소)		층분리 (m/개소)		파손 및 철근노출 (m/개소)		표면오염 (m/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06	1	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	0.80	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	15.70	14	1.00	1	0.30	1	1.80	3	—	—	0.25	1
S5	20.00	16	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	2
S6	4.80	4	2.40	1	—	—	—	—	—	—	0.75	3
S7	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.25	1
S8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.25	1
S9	—	—	—	—	—	—	0.16	2	—	—	—	—
S10	5.30	4	—	—	—	—	0.75	2	—	—	—	—
S11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S12	—	—	—	—	0.10	1	0.05	1	—	—	—	—
합계	47.60	40	3.40	2	0.40	2	2.76	8	0.06	1	2.00	8

			
손상현황	• S1 파손 및 철근노출(0.3m×0.2m)	손상현황	• S2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 외부충격, 시공미흡 등	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 층분리(2.0m×0.5m)	손상현황	• S4 백태(1.0m×0.3m)
원 인	• 시공미흡, 장기공용	원 인	• 우수유입, 수분침투 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S4 망상균열(1.0m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 41.3.3】 바닥판하면 손상현황

			
손상현황	• S5 표면오염(0.5m×0.5m)	손상현황	• S7 백태(0.3m×0.5m)
원 인	• 우수유입, 수분접촉 등	원 인	• 우수유입, 수분침투 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S7 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S8 표면오염(0.5m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 우수유입, 수분접촉 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S10 층분리(0.3m×1.5m)	손상현황	• S12 층분리(0.1m×0.5m)
원 인	• 시공미흡, 장기공용	원 인	• 시공미흡, 장기공용
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 41.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 층분리, 표면오염 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 균열(0.3mm미만), 층분리, 파손 및 철근노출, 표면오염이 조사되었다.

【표 41.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	43.60	38	47.60	40	▲ 4.00	신규손상
	망상균열	m ²	3.40	2	3.40	2	— —	변동없음
	백태	m ²	0.30	1	0.40	2	▲ 0.10	신규손상
	층분리	m ²	0.75	2	2.76	8	▲ 2.01	신규손상
	파손 및 철근노출	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상
	표면오염	m ²	1.25	5	2.00	8	▲ 0.75	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열은 시공시 건조수축, 온도변화 등의 재료적 특성, 균열부 수분침투에 기인하여 발생한 것으로 판단되고, 손상의 진전은 없는 상태이며, 교면포장과 연계된 누수, 열화 등은 관찰되지 않는 국부적인 손상으로 판단되므로 표면처리 보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 층분리, 파손 및 철근노출의 경우 시공시 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 및 단면보수(방청) 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 백태의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상이 아니므로, 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰을 실시하고, 손상의 진전시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

나. PSC Beam Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSC Beam Girder는 7열 12경간, 연장은 약 L=360.0m 폭 15.7m(편도 3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 41.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 파손, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 41.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)	
S1	—	—	4.50	3
S2	—	—	4.00	2
S3	—	—	2.50	2
S4	—	—	4.50	3
S5	0.02	2	5.00	2
S6	0.02	2	6.00	2
S7	—	—	0.35	1
S8	—	—	—	—
S9	—	—	1.00	1
S10	—	—	—	—
S11	—	—	1.00	1
S12	—	—	7.25	4
합계	0.04	4	36.10	21

			
손상현황	• S1-G7 표면오염 (0.5m×1.0m)	손상현황	• S1-G7 표면오염 (2.0m×1.0m)
원 인	• 우수유입 등	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S4-G3 파손 보수됨	손상현황	• S4-G7 표면오염 (1.5m×1.0m)
원 인	• -	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 상태양호	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S4-G7 표면오염 (0.2m×1.0m)	손상현황	• S5-G7 파손 보수됨
원 인	• 우수유입 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 상태양호

【사진 41.3.5】 거더 손상현황

			
손상현황	• S5-G2 파손(0.1m×0.1m)	손상현황	• S6-G3 파손 보수됨
원 인	• 거더 거치시 시공미흡	원 인	• -
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 상태양호
			
손상현황	• S7-G7 표면오염(0.5m×0.7m)	손상현황	• S9-G7 표면오염(1.0m×1.0m)
원 인	• 우수유입 등	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S10-G4 파손 보수됨	손상현황	• S12-G1 표면오염(0.5m×2.0m)
원 인	• -	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 상태양호	조치방안	• 주의관찰

【사진 41.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 파손, 표면오염이 확인되었으며, 파손에 대한 일부 보수가 실시되었고, 금회 점검에서 신규손상 및 기존손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 41.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	파손	m ²	1.19	55	0.04	1	▼ 1.15	일부보수
	표면오염	m ²	31.60	21	31.60	21	- -	변동없음

4) 검토의견

- 거더에서 조사된 파손의 경우 인양홀 주변에서 조사되었으며, 이는 거더 거치시 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다. 금회 조사시 확인된 거더 파손에 대한 보수부의 상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 조사된 표면오염의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상이 아니므로, 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰을 실시하고, 손상의 진전시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 41.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 배부름, 재료분리가 조사되었다.

【표 41.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		배부름 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	0.09	1
S2	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	1.00	1	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	0.06	1	1.00	1	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—	—	—
S11	—	—	—	—	—	—	—	—
S12	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	1.00	1	0.06	1	1.00	1	0.09	1

			
손상현황	• S1 가로보 재료분리 (0.3m×0.3m)	손상현황	• S4 가로보 균열(0.3mm미만)
원 인	• 시공시 다짐미흡 등	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 가로보 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S5 가로보 균열부백태(0.2m×0.3m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 가로보 배부름(1.0m×1.0m)	손상현황	• S5 가로보 배부름(1.0m×1.0m)
원 인	• 거푸집 강도부족, 타설불량 등	원 인	• 거푸집 강도부족, 타설불량 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 41.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열부백태, 배부름, 재료분리가 확인되었으며, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다. 금회 점검에서 신규손상으로 균열(0.3mm미만)이 조사되었다.

【표 41.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	균열부백태	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	배부름	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.09	1	0.09	1	— —	변동없음

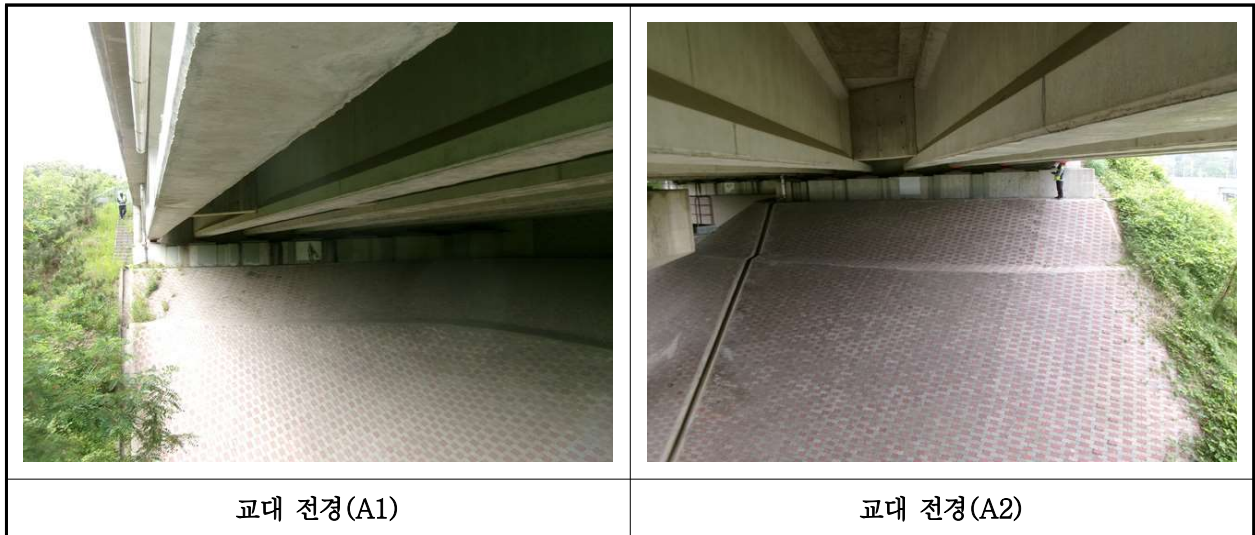
4) 검토의견

- 가로보에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부백태은 시공시 건조수축, 온도변화 등의 재료적 특성, 균열부 수분침투에 기인하여 발생한 것으로 판단되고, 손상의 진전은 없는 상태이며, 교면포장과 연계된 누수, 열화 등은 관찰되지 않는 국부적인 손상으로 판단되므로 표면처리 보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 재료분리 손상의 경우 시공초기 다짐미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 및 단면 확보차원의 단면보수 등 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 배부름 손상의 경우 콘크리트 타설전 설치된 거푸집의 강도부족, 타설불량 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조적인 손상은 아니므로 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 41.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박락, 백태, 체수흔적, 표면 오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 41.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만 (m/개소))		망상균열 (m/개소)		박락 (m/개소)		백태 (㎡/개소)		체수흔적 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)	
A1	2.50	2	2.00	1	0.15	1	0.30	1	—	—	9.00	9
A2	3.00	4	1.05	2	—	—	—	—	2.00	2	13.75	5
합계	5.50	6	3.05	3	0.15	1	0.30	1	2.00	2	22.75	14

			
손상현황	• 교대 A1 구체 균열(0.3mm미만)	손상현황	• 교대 A1 망상균열(1.0m×2.0m×5EA)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 교대 A1 박락(0.5m×0.3m)	손상현황	• 교대 A1 백태(0.3m×1.0m)
원 인	• 시공미흡, 다짐미흡, 장기공용 등	원 인	• 장기공용, 우수유입 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 교대 A2 체수흔적(1.0m×1.0m×2EA)	손상현황	• 교대 A2 홍벽 표면오염(0.4m×1.2m)
원 인	• 수분접촉, 신축이음부 누수	원 인	• 수분접촉, 신축이음부 누수
조치방안	• 주의관찰(신축이음 교체후 보수)	조치방안	• 주의관찰(신축이음 교체후 보수)

【사진 41.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박락, 백태, 체수흔적, 표면오염, 등이 조사되었고 금회 점검시 신규 손상은 없는 것으로 조사되었으며 균열(0.3mm미만) 손상이 일부 기존 오기입 된 것으로 확인되었다.

【표 41.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.50	7	5.50	6	▼ 1.00	기존오기
	망상균열	m ²	3.05	3	3.05	3	— —	변동없음
	박락	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	체수흔적	m ²	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	표면오염	m ²	22.75	14	22.75	14	— —	변동없음

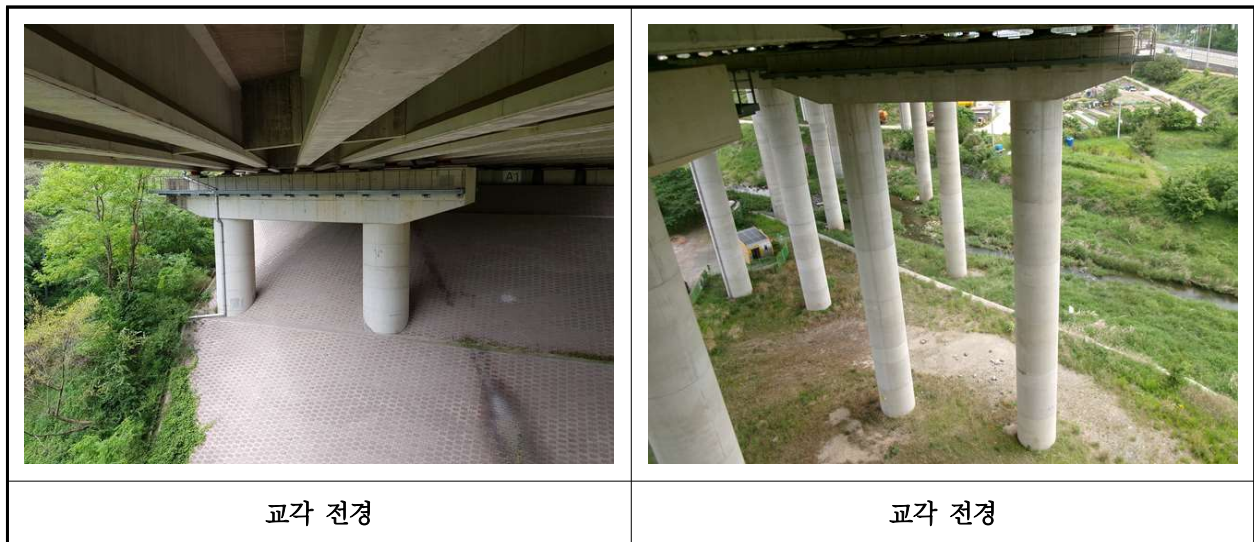
4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 박락은 시공초기 다짐미흡 및 손상부 우수유입 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 백태는 신축이음부 표면수 유입시 수분접촉, 외기노출 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위하여 신축이음 정비 후 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 체수흔적, 표면오염은 신축이음부 표면수 유입에 따른 손상으로 오염부에 열화 및 박리 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이나 공용기간 경과시 내구성 저하 우려가 있으므로 신축이음 정비 후 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



【사진 41.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 체수 및 체수흔적, 파손 및 금힘, 표면박리, 표면오염이 조사되었다.

【표 41.3.9】 교각 현장조사 결과

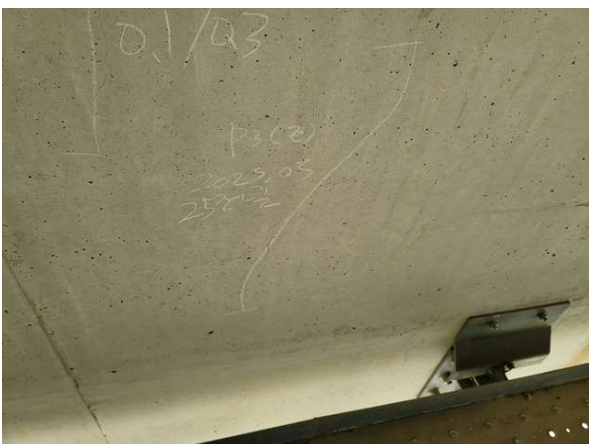
구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		체수 및 체수흔적 (m²/개소)	
P1	9.30	8	3.00	1	—	—
P2	1.00	1	—	—	—	—
P3	23.20	10	0.25	1	3.20	2
P4	32.80	25	1.86	2	—	—
P5	22.80	17	—	—	—	—
P6	1.30	2	10.50	4	10.20	4
P7	5.60	4	14.25	6	—	—
P8	6.60	4	—	—	—	—
P9	15.00	6	—	—	—	—
P10	46.00	21	1.20	1	—	—
P11	14.50	16	3.50	1	—	—
합계	178.10	114	34.56	16	13.40	6

구분	파손 및 균열 (㎡/개소)		표면박리 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)	
P1	—	—	7.00	2	12.00	2
P2	0.26	3	—	—	9.00	2
P3	—	—	—	—	14.00	7
P4	—	—	—	—	10.50	2
P5	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	18.00	8
P7	1.08	3	—	—	4.50	2
P8	—	—	—	—	5.75	2
P9	—	—	—	—	21.75	8
P10	—	—	—	—	5.75	2
P11	—	—	—	—	2.00	1
합계	1.34	6	7.00	2	103.25	36



손상현황 • P1 표면박리(1.0m×5.0m)
원 인 • 다짐미흡, 시공미흡 등
조치방안 • 단면보수

손상현황 • P2 기둥부 파손(0.4m×0.6m)
원 인 • 다짐미흡, 시공미흡 등
조치방안 • 단면보수



손상현황 • P3 균열(0.3mm미만)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 • 표면처리

손상현황 • P4 표면오염(2.0m×3.0m)
원 인 • 신축이음부 지표수 유입 등
조치방안 • 주의관찰(신축이음 교체후 보수)

【사진 41.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P5 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P6 चे수(0.8m×1.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 신축이음부 지표수 유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰(신축이음 교체후 보수)
			
손상현황	• P7 망상균열(1.5m×1.5m)	손상현황	• P8 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P9 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P9 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 41.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 체수 및 체수흔적, 파손 및 굽힘, 표면박리, 표면오염이 조사되었다. 금회 점검시 표면오염이 일부 손상이 증가하였고 균열(0.3mm미만) 손상이 신규 추가 된 것으로 확인되었다.

【표 41.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	172.50	110	178.10	114	▲ 5.60	신규손상
	망상균열	m ²	36.56	17	34.56	16	▼ 2.00	기존오기
	체수 및 체수흔적	m ²	13.40	6	13.40	6	— —	변동없음
	파손 및 굽힘	m ²	1.34	6	1.34	6	— —	변동없음
	표면박리	m ²	7.00	2	7.00	2	— —	변동없음
	표면오염	m ²	101.15	36	103.25	36	▲ 2.10	손상증가

4) 검토의견

- 교각에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 표면박리의 경우 초기 시공시 다짐미흡 및 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손 및 굽힘은 공용중 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미하나 내구성 확보 차원에서 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 표면오염, 체수 및 체수흔적은 신축이음 하부 교각에서 발생한 손상으로 신축이음 본체 고무재 열화 및 손상부 지표수 유입에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 방치시 손상의 진전 및 2차손상(교각 열화, 교량받침 부식 등)이 발생할 우려가 있으므로 신축이음 교체 이후 손상에 대한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 장안천교(울산)의 기초는 강관Pile기초(A1,A2), 직접기초(P1~P11)로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

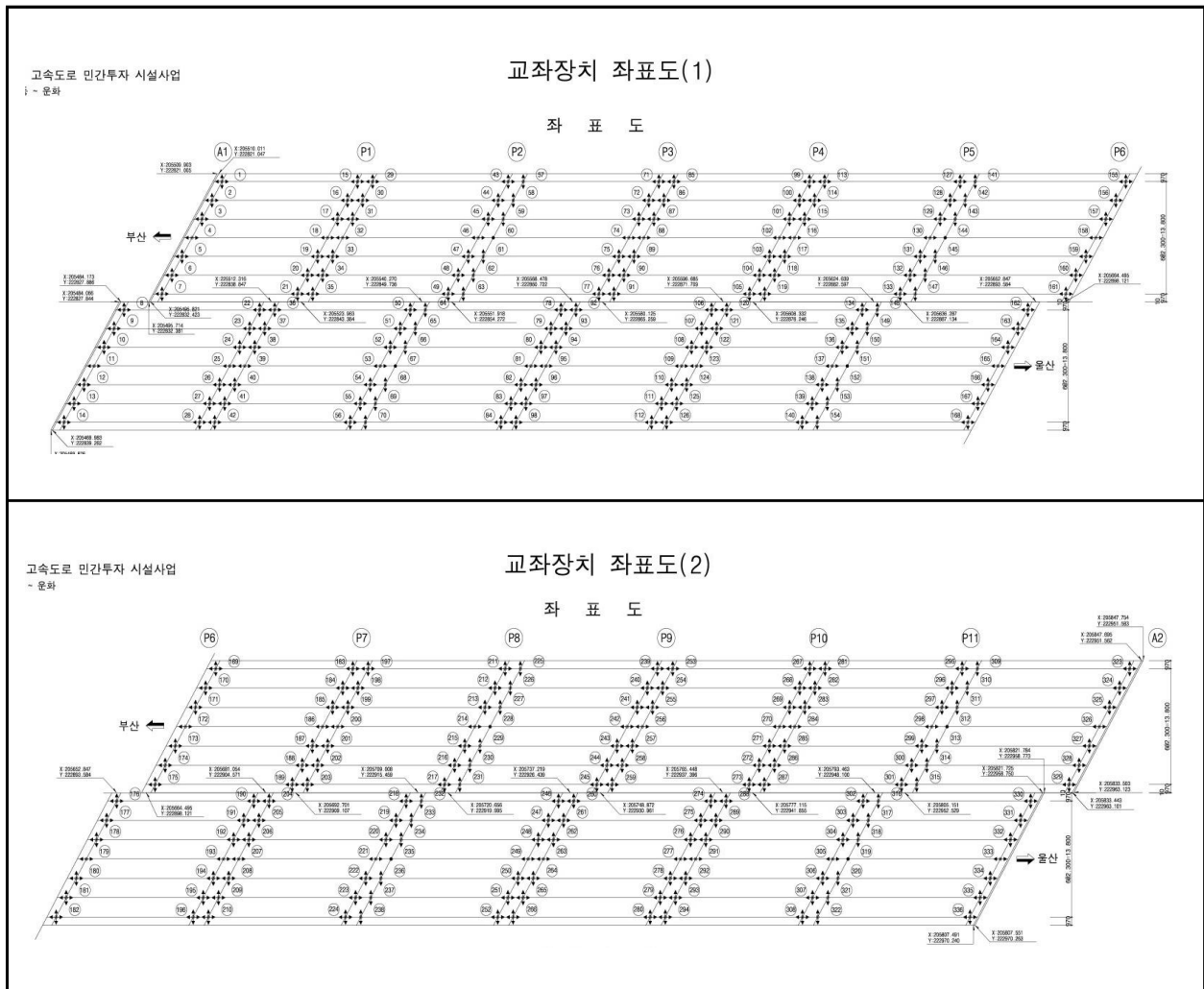


【사진 41.3.12】 기초 전경

사. 교량반침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량반침은 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 교량반침은 탄성반침으로 교대 A1, A2에 각 7개소, 교각 P1~P11에 각 14개소로 총 168개소가 설치되어있다.
- 교량반침 상세현황 사진은 부록 ‘현장조사 및 외관조사 사진첩’에 수록하였다.
- 교량반침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 41.3.1】 교량반침 배치도



【사진 41.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 무수축물탈균열(0.3mm미만), 무수축물탈 망상균열, 받침콘크리트균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착, 플레이트 부식, 탄성패드 밀림이 조사되었다.

【표 41.3.11】 교량받침 현장조사 결과

구분	무수축물탈균열 (0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 망상균열 (m/개소)		받침콘크리트균열 (0.3mm미만) (m/개소)		스토퍼 밀착 (개소/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)		탄성패드 밀림 (개소/개소)	
A1	—	—	0.16	1	0.90	5	—	—	—	—	1.00	1
P1	—	—	0.32	2	—	—	—	—	3.00	3	—	—
P2	—	—	—	—	—	—	—	—	4.00	4	—	—
P3	0.40	2	—	—	—	—	—	—	5.00	5	—	—
P4	—	—	0.48	3	—	—	—	—	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—	1.00	1	4.00	4	—	—
P6	—	—	—	—	—	—	—	—	14.00	14	—	—
P7	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00	2	—	—
P8	0.80	8	—	—	—	—	—	—	4.00	4	—	—
P9	0.40	2	—	—	0.20	1	—	—	4.00	4	—	—
P10	—	—	—	—	0.20	1	—	—	—	—	—	—
P11	—	—	—	—	—	—	—	—	7.00	7	—	—
A2	1.20	6	—	—	0.30	1	—	—	3.00	3	1.00	1
합계	2.80	18	0.96	6	1.60	8	1.00	1	50.00	50	2.00	2

			
손상현황	• A1-SH4 받침콘크리트균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1-SH7 무수축물탈 망상균열(0.8m×0.2m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2-SH3 플레이트 부식(5EA)	손상현황	• A2-SH6 탄성패드 밀립 (1EA)
원 인	• 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등	원 인	• 시공미흡, 시공오차, 마찰력 감소
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P1-SH3(A1) 플레이트 부식(3EA)	손상현황	• P1-SH7(A1) 무수축물탈 망상균열(0.8m×0.2m)
원 인	• 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리

【사진 41.3.14】 교량받침 손상현황

	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안
	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안
	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안

【사진 41.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 망상균열, 받침콘크리트균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착, 플레이트 부식, 탄성패드 밀림이 확인되었고, 금회 점검에서 무수축물탈 박리, 플레이트 부식이 일부 보수되었고, 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 망상균열이 신규 추가 된 것으로 조사되었다.

【표 41.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

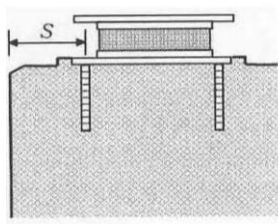
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	3.50	19	2.80	18	▼ 0.70	신규손상 손상변경
	무수축물탈 망상균열	m ²	0.64	4	0.96	6	▲ 0.32	신규손상
	무수축물탈 박리	m ²	0.08	1	—	—	▼ 0.08	보수됨
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	2.00	10	1.60	8	▼ 0.40	기존오기
	스토퍼 밀착	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	70.00	70	50.00	50	▼ 20.00	일부보수
	탄성패드 밀림	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

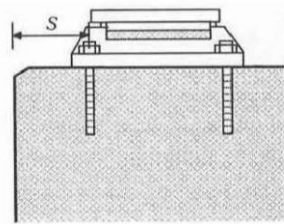
- 교량받침에 조사된 무수축물탈균열(0.3mm미만), 망상균열, 받침콘크리트균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수집착, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 우수유입, 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 스토퍼 밀착, 탄성패드 밀림의 경우 시공초기 거더 거치 및 바닥판 타설시 탄성패드 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(2009, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침



(b) 강재받침

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

【그림 41.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 41.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 41.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		350.0	580	570	570	570	570	570	570	O.K
P1	A1측	350.0	790	790	790	790	790	780	780	O.K
	A2측	350.0	780	780	770	770	770	770	770	O.K
P2	A1측	350.0	740	740	740	740	740	740	740	O.K
	A2측	350.0	750	750	750	750	740	740	740	O.K
P3	A1측	350.0	540	540	540	540	550	550	550	O.K
	A2측	350.0	550	550	550	550	550	550	550	O.K
P4	A1측	350.0	740	740	740	740	740	730	730	O.K
	A2측	350.0	770	770	770	760	760	760	750	O.K
P5	A1측	350.0	750	750	750	750	760	760	760	O.K
	A2측	350.0	760	760	760	760	760	770	770	O.K
P6	A1측	350.0	540	540	540	540	550	550	550	O.K
	A2측	350.0	520	520	520	530	530	530	530	O.K
P7	A1측	350.0	650	650	730	760	810	910	940	O.K
	A2측	350.0	910	860	800	770	750	710	690	O.K
P8	A1측	350.0	770	770	770	760	760	760	750	O.K
	A2측	350.0	730	730	730	730	730	730	730	O.K
P9	A1측	350.0	540	540	540	550	550	550	560	O.K
	A2측	350.0	540	540	530	530	530	520	520	O.K
P10	A1측	350.0	820	820	810	790	780	750	750	O.K
	A2측	350.0	690	700	700	710	710	730	730	O.K
P11	A1측	350.0	760	760	760	760	760	750	750	O.K
	A2측	350.0	760	760	760	760	760	760	760	O.K
A2		350.0	600	650	660	680	660	670	670	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 41.3.16】 교량받침 이동량 측정

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

【표 41.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	23.2	16.8	0.00001	60.0	13.9	10.1	
P1	A1	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
	A2	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
P2	고정단						
P3	A1	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
	A2	23.2	16.8	0.00001	60.0	13.9	10.1
P4	A1	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
	A2	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
P5	고정단						
P6	A1	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
	A2	23.2	16.8	0.00001	60.0	13.9	10.1
P7	A1	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
	A2	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
P8	고정단						
P9	A1	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
	A2	23.2	16.8	0.00001	60.0	13.9	10.1
P10	A1	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
	A2	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0
P11	고정단						
A2	23.2	16.8	0.00001	30.0	7.0	5.0	

1) 조사당시 온도 : 18.2°C (조사일 : 2025년 05월 22일, 평균온도, 부산)
 2) 검토온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방)

【표 41.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과	
			수축	신장	최대수축	최대신장			
A1		SH1	20	68	28	13.9	10.1	±48	O.K
		SH2	20	63	33			±48	O.K
		SH3	20	63	33			±48	O.K
		SH4	20	63	33			±48	O.K
		SH5	20	63	33			±48	O.K
		SH6	20	63	33			±48	O.K
		SH7	20	63	33			±48	O.K
P1	A1	SH1	0	48	48	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	0	48	48			±48	O.K
		SH3	0	48	48			±48	O.K
		SH4	0	48	48			±48	O.K
		SH5	0	48	48			±48	O.K
		SH6	0	48	48			±48	O.K
		SH7	0	48	48			±48	O.K
	A2	SH1	0	48	48	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	0	48	48			±48	O.K
		SH3	0	48	48			±48	O.K
		SH4	0	48	48			±48	O.K
		SH5	0	48	48			±48	O.K
		SH6	0	48	48			±48	O.K
		SH7	0	48	48			±48	O.K
P2		고정단							
P3	A1	SH1	0	48	48	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	0	48	48			±48	O.K
		SH3	0	48	48			±48	O.K
		SH4	0	48	48			±48	O.K
		SH5	0	48	48			±48	O.K
		SH6	0	48	48			±48	O.K
		SH7	0	48	48			±48	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 41.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P3	A2	SH1	-4	44	52	13.9	10.1	±48	O.K
		SH2	-4	44	52			±48	O.K
		SH3	-4	44	52			±48	O.K
		SH4	-4	44	52			±48	O.K
		SH5	-4	44	52			±48	O.K
		SH6	-4	44	52			±48	O.K
		SH7	-4	44	52			±48	O.K
P4	A1	SH1	-1	47	49	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	-1	47	49			±48	O.K
		SH3	-1	47	49			±48	O.K
		SH4	-1	47	49			±48	O.K
		SH5	-1	47	49			±48	O.K
		SH6	-1	47	49			±48	O.K
		SH7	-1	47	49			±48	O.K
	A2	SH1	-1	47	49	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	-1	47	49			±48	O.K
		SH3	-1	47	49			±48	O.K
		SH4	-1	47	49			±48	O.K
		SH5	-1	47	49			±48	O.K
		SH6	-1	47	49			±48	O.K
		SH7	-1	47	49			±48	O.K
P5		고정단							
P6	A1	SH1	-10	38	58	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	-10	38	58			±48	O.K
		SH3	-10	38	58			±48	O.K
		SH4	-10	38	58			±48	O.K
		SH5	-10	38	58			±48	O.K
		SH6	-10	38	58			±48	O.K
		SH7	-10	38	58			±48	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 41.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P6	A2	SH1	-5	43	53	13.9	10.1	±48	O.K
		SH2	-5	43	53			±48	O.K
		SH3	-5	43	53			±48	O.K
		SH4	-5	43	53			±48	O.K
		SH5	-5	43	53			±48	O.K
		SH6	-5	43	53			±48	O.K
		SH7	-5	43	53			±48	O.K
P7	A1	SH1	5	53	43	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	5	53	43			±48	O.K
		SH3	5	53	43			±48	O.K
		SH4	5	53	43			±48	O.K
		SH5	5	53	43			±48	O.K
		SH6	5	53	43			±48	O.K
		SH7	5	53	43			±48	O.K
	A2	SH1	7	55	41	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	7	55	41			±48	O.K
		SH3	7	55	41			±48	O.K
		SH4	7	55	41			±48	O.K
		SH5	7	55	41			±48	O.K
		SH6	7	55	41			±48	O.K
		SH7	7	55	41			±48	O.K
P8		고정단							
P9	A1	SH1	-10	38	58	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	-10	38	58			±48	O.K
		SH3	-10	38	58			±48	O.K
		SH4	-10	38	58			±48	O.K
		SH5	-10	38	58			±48	O.K
		SH6	-10	38	58			±48	O.K
		SH7	-10	38	58			±48	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 41.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P9	A2	SH1	5	53	43	13.9	10.1	±48	O.K
		SH2	5	53	43			±48	O.K
		SH3	5	53	43			±48	O.K
		SH4	5	53	43			±48	O.K
		SH5	5	53	43			±48	O.K
		SH6	5	53	43			±48	O.K
		SH7	5	53	43			±48	O.K
P10	A1	SH1	5	53	43	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	5	53	43			±48	O.K
		SH3	5	53	43			±48	O.K
		SH4	5	53	43			±48	O.K
		SH5	5	53	43			±48	O.K
		SH6	5	53	43			±48	O.K
		SH7	5	53	43			±48	O.K
	A2	SH1	-4	44	52	7.0	5.0	±48	O.K
		SH2	-4	44	52			±48	O.K
		SH3	-4	44	52			±48	O.K
		SH4	-4	44	52			±48	O.K
		SH5	-4	44	52			±48	O.K
		SH6	-4	44	52			±48	O.K
		SH7	-4	44	52			±48	O.K
P11	고정단								
A2	SH1	29	77	19	7.0	5.0	±48	O.K	
	SH2	29	77	19			±48	O.K	
	SH3	29	77	19			±48	O.K	
	SH4	29	77	19			±48	O.K	
	SH5	29	77	19			±48	O.K	
	SH6	29	77	19			±48	O.K	
	SH7	29	77	19			±48	O.K	
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 Monocell Joint(A1, P3, P6, P9, A2)로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

		
EXP.J1(A1) 전경	EXP.J2(P3) 전경	EXP.J3(P6) 전경
		
EXP.J4(P9) 전경	EXP.J5(A2) 전경	—

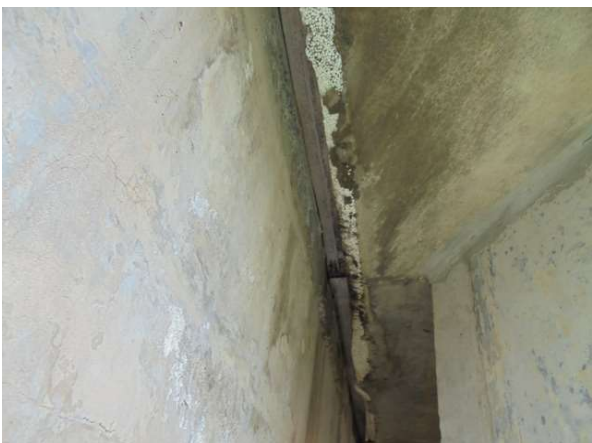
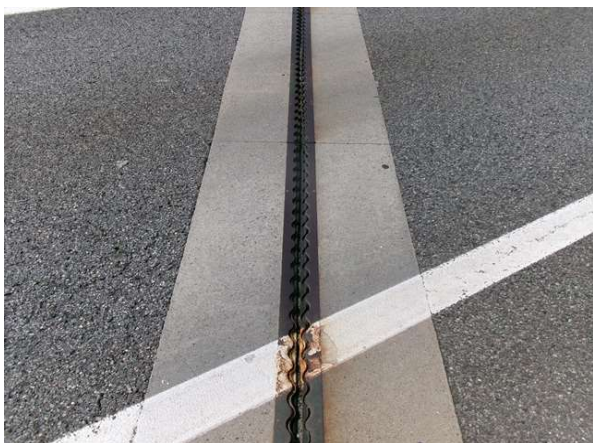
【사진 41.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

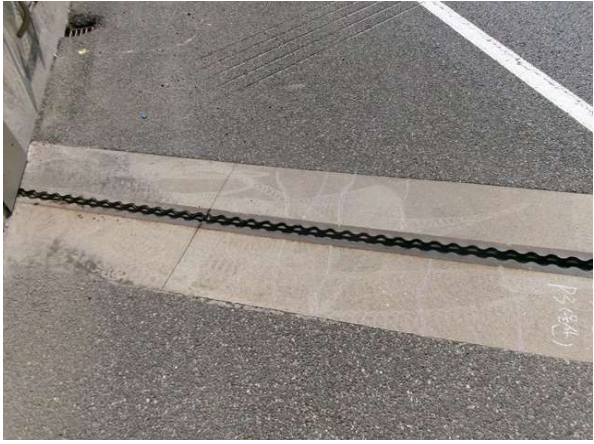
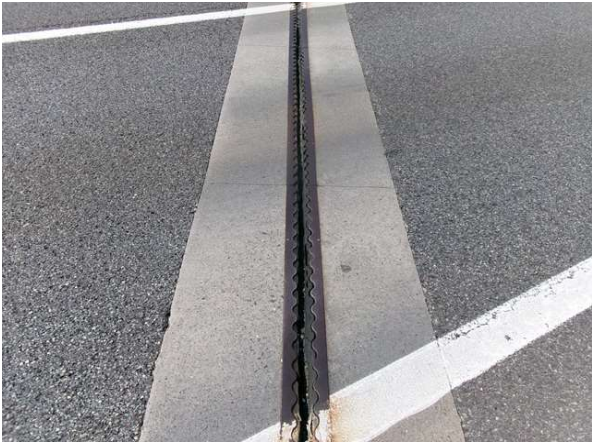
- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 망상균열, 고무재 노후화, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 차수판 연결불량, 하부 누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 41.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 망상균열 (m ² /개소)		고무재 노후화 (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)		차수판 볼트탈락 (m/개소)		차수판 연결볼량 (m/개소)		하부 누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	-	-	-	-	1.50	1	3.00	3	-	-	5.50	1
P3 (EXP J2)	-	-	10.80	1	1.00	1	5.00	5	-	-	10.00	1
P6 (EXP J3)	-	-	10.80	1	2.00	2	4.00	4	-	-	7.50	1
P9 (EXP J4)	-	-	10.80	1	2.00	2	4.00	4	1.00	1	3.00	3
A2 (EXP J5)	1.50	1	-	-	3.00	1	10.00	10	1.00	1	5.50	4
합계	1.50	1	32.40	3	9.50	7	26.00	26	2.00	2	31.50	10

			
손상현황	• A1 유간 토사퇴적(L=1.5m)	손상현황	• A1 차수판 볼트탈락(1EA)
원 인	• 비산먼지 등	원 인	• 장기공용, 시공미흡 등
조치방안	• 정비(청소)	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A1 하부 누수(L=5.5m)	손상현황	• P3 고무재 노후화(L=10.8m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 신축이음 교체

【사진 41.3.18】 신축이음 손상현황

			
손상현황	• P3 유간 토사퇴적(L=1.0m)	손상현황	• P3 유간 토사퇴적 보수됨
원 인	• 비산먼지 등	원 인	• -
조치방안	• 정비(청소)	조치방안	• 상태양호
			
손상현황	• P6 고무재 노후화(L=10.8m)	손상현황	• P6 하부 누수(L=5.5m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 신축이음 교체
			
손상현황	• P9 차수판 연결불량(1EA)	손상현황	• A2 후타재 망상균열
원 인	• 장기공용, 시공미흡 등	원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 주의관찰

【사진 41.3.18】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기 손상인 고무재 노후화, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 차수판 연결볼량, 하부 누수가 조사되었고, 금회 점검시 토사퇴적이 일부 보수되었고, 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우 망상균열로 손상이 진전되었으며 하부 누수가 신규 조사되었다.

【표 41.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	2.00	4	—	—	▼ 2.00	손상명변경
	후타재 망상균열	m ²	—	—	1.50	1	▲ 1.50	신규손상
	고무재 노후화	m	32.40	3	32.40	3	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	12.50	8	9.50	7	▼ 3.00	일부보수
	차수판 볼트탈락	EA	26.00	26	26.00	26	— —	변동없음
	차수판 연결볼량	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	하부 누수	m	26.00	9	31.50	10	▲ 5.50	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 망상균열의 경우 시공초기 건조수축, 주행차량의 반복적인 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미한 바 주의관찰을 실시하고 신축이음 재설치 등과 같은 보수시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 고무재 노후화, 하부 누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상이 발생되었으므로 누수에 의한 추가 손상 방지를 위해 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 본체에 발생한 유간 토사퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지 등의 환경적 요인에 의한 손상으로 원활한 신축거동을 위해 주기적인 정비(청소)를 통한 유지관리가 요구된다.
- 조사된 차수판 볼트탈락, 차수판 연결볼량의 경우 시공미흡, 장기공용 등에 의한 손상으로 표면수 유입에 의해 하부 콘크리트 부재에 손상을 야기하고 있으므로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2025. 04. 23. 기온 적용: 14.2℃(일평균) ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 14.2^{\circ}\text{C} = 20.8^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5.0^{\circ}\text{C} - (14.2^{\circ}\text{C}) = 19.2^{\circ}\text{C}$ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 41.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 41.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (mm)	계산 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	19.2	20.8	0.00001	60.0	11.5	12.5	—	11.5	12.5	
P3	19.2	20.8	0.00001	90.0	17.3	18.7	—	17.3	18.7	
P6	19.2	20.8	0.00001	90.0	17.3	18.7	—	17.3	18.7	
P9	19.2	20.8	0.00001	90.0	17.3	18.7	—	17.3	18.7	
A2	19.2	20.8	0.00001	60.0	11.5	12.5	—	11.5	12.5	

1) 조사당시 온도 : 14.2℃(조사일 : 2025년 04월 23일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 41.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	11.5	12.5	32.0	80	36.5	19.5	OK	OK
	바닥판	11.5	12.5	60.0	—	—	47.5	—	OK
	거더	11.5	12.5	230.0	—	—	217.5	—	OK
P2	신축이음	11.5	12.5	54.0	150	84.5	41.5	OK	OK
	바닥판	11.5	12.5	83.0	—	—	70.5	—	OK
	거더	11.5	12.5	717.0	—	—	704.5	—	OK
P5	신축이음	11.5	12.5	65.0	120	43.5	52.5	OK	OK
	바닥판	11.5	12.5	90.0	—	—	77.5	—	OK
	거더	11.5	12.5	701.0	—	—	688.5	—	OK
P8	신축이음	17.3	18.7	66.0	120	36.7	47.3	OK	OK
	바닥판	17.3	18.7	90.0	—	—	71.3	—	OK
	거더	17.3	18.7	655.0	—	—	636.3	—	OK
A2	신축이음	11.5	12.5	49.0	80	19.5	36.5	OK	OK
	바닥판	11.5	12.5	72.0	—	—	59.5	—	OK
	거더	11.5	12.5	96.0	—	—	83.5	—	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 14.2℃ (04월 23일)로써 이때 측정유간은 32.0~717.0mm 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 아스팔트 포장(T=80mm)으로 되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 41.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 아스콘 균열, 시공이음 균열, 아스콘 패임이 조사되었다.

【표 41.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	아스콘 균열 (m/개소)		시공이음 균열 (m/개소)		아스콘 패임 (㎡/개소)	
S1	4.00	1	30.00	2	—	—
S2	4.00	3	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	2.00	1	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	0.50	1
S6	42.00	3	—	—	—	—
S7	32.00	2	—	—	0.01	1
S8	16.00	3	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—
S10	10.00	1	—	—	—	—
S11	—	—	15.00	1	—	—
S12	10.00	1	20.00	1	—	—
합계	120.00	15	65.00	4	0.51	2

			
손상현황	• S1 아스콘 균열(L=4.0m)	손상현황	• S1 접속부 시공이음 균열(L=15.0m)
원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등	원 인	• 시공미흡, 다짐미흡 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S5 아스콘 파손 보수됨	손상현황	• S7 아스콘 균열(L=25.0m)
원 인	• -	원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등
조치방안	• 상태양호	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S7 아스콘 패임(0.1m×0.1m)	손상현황	• S12 아스콘 시공이음 균열(L=20.0m)
원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등	원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등
조치방안	• 아스콘팻칭	조치방안	• 주의관찰

【사진 41.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 아스콘 균열, 시공이음 균열, 아스콘 패임 이 확인되었으며, 금회 점검시 아스콘 파손, 보수불량, 아스콘 패임 등이 일부 보수되었고, 아스콘 균열, 아스콘 패임이 신규 조사되었다.

【표 41.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	아스콘 균열	m	69.00	6	120.00	15	▲ 51.00	신규손상
	시공이음 균열	m	65.00	4	65.00	4	- -	변동없음
	아스콘 패임	m ²	0.65	2	0.51	2	▼ 0.14	신규손상 일부보수
	아스콘 파손	m ²	0.30	7	-	-	▼ 0.30	보수됨
	보수불량	m ²	0.20	3	-	-	▼ 0.20	보수됨

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 아스콘 균열은 건조수축, 온도변화, 반복적인 주행차량의 윤하중 및 충격하중, 진동 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 바닥판하면과 연계된 손상 없이 포장부 표면에 국한된 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다. 향후 공용기간 경과시 손상의 진전 및 추가 손상 발생으로 주행성 저하가 발생할 우려가 있으므로 재포장과 같은 장기적인 대책수립이 필요할 것으로 판단된다.
- 시공이음 균열은 인접 포장에 이어 포장시 다짐 부족 등의 시공미흡으로 발생한 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 아스콘 패임은 시공미흡, 품질관리미흡, 주행차량에 의한 마모 등에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 및 사용성 확보차원의 아스콘 팻칭 등의 유지관리가 필요하다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 장안천교(울산)의 배수시설은 종단구배는 -0.626%, 횡단구배는 -2.000%~-2.240%로 물흐름에 의거하여 배수시설이 시공되어 있으며, 각각의 경간 상부에 설치된 집수구를 통하여 알루미늄 배수관을 따라 하부로 배수되도록 설치되어있다. 알루미늄 배수관은 바람 등에 의해 이동, 탈락 되는 것을 방지하기 위하여 상·하부구조에 고정하여 설치되어 있고 배수관은 교대 하면에 위치한 배수로까지 연장하여 배수관을 통한 우수유출로 인한 사면의 침식 및 세굴을 방지하였다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 41.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 막힘, 배수관 부식, 배수관 설치불량, 배수관 연결부 누수, 유공관 길이부족, 집수구 막힘이 조사되었다.

【표 41.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 막힘 (개소/개소)		배수관 부식 (개소/개소)		배수관 설치불량 (개소/개소)		배수관 연결부 누수 (개소/개소)		유공관 길이부족 (개소/개소)		집수구 막힘 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—	4.00	4	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00	2	—	—
S3	—	—	—	—	—	—	—	—	3.00	3	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	—	—	3.00	3	—	—
S5	—	—	—	—	—	—	—	—	3.00	3	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	—	—	3.00	3	—	—
S7	—	—	—	—	—	—	—	—	3.00	3	—	—
S8	—	—	—	—	1.00	1	—	—	3.00	3	—	—
S9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S11	1.00	1	—	—	—	—	1.00	1	—	—	1.00	1
S12	—	—	1.00	1	—	—	2.00	2	—	—	—	—
합계	1.00	1	1.00	1	1.00	1	3.00	3	24.00	24	1.00	1

			
손상현황	• S1 유공관 길이부족(1EA)	손상현황	• S5 유공관 길이부족(3EA)
원 인	• 시공미흡	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S8 배수관 설치불량(1EA)	손상현황	• S11 집수구 막힘(1EA)
원 인	• 시공미흡	원 인	• 장기공용 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S12 배수관 부식(1EA)	손상현황	• S12 배수관 연결부 누수(1EA)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 시공미흡, 장기공용
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 41.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 배수관 연결부 누수가 조사되었고, 금회 점검시 집수구 막힘, 배수관 고정대 파손, 유공관 길이부족이 보수된 것으로 확인되었으며, 신규 유공관 길이부족 손상이 조사되었다.

【표 41.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 부식	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수관 설치불량	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 연결부 누수	EA	2.00	2	3.00	3	▲ 1.00	신규손상
	유공관 길이부족	EA	15.00	15	24.00	24	▼ 9.00	신규손상
	집수구 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 연결부 누수는 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 교량의 안전에 직접적으로 영향은 없는 것으로 조사되었으며, 기 점검이후 손상의 진전 및 추가 손상이 발생되지 않은바 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 조사된 배수관, 집수구 막힘의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등에 의한 손상으로 우기 및 강설시에 체수 및 설빙현상으로 인하여 차량 주행의 안전성에 위해를 가할 가능성이 농후하여 주기적인 정비 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 유공관 길이부족, 배수관 설치불량은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 지속적인 낙수에 의해 교각 기둥부 콘크리트 부재의 열화, 박리 등을 유발할 우려가 있으므로 길이연장 및 재설치를 통한 정비가 요구된다.
- 배수관 부식은 공용기간 증가에 따른 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

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



방호벽 전경

중분대 전경

【사진 41.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열 및 백태, 균열부백태, 파손, 단차, 방음벽 고정대 부식, 방음판 파손이 조사되었다.

【표 41.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 및 백태 (m²/개소)		균열부백태 (m²/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	6.50	8	—	—	—	—	—	—
S3	4.90	5	—	—	—	—	—	—
S4	4.80	5	—	—	—	—	—	—
S5	4.50	3	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	2.00	1	—	—
S7	2.50	2	—	—	—	—	0.20	1
S8	3.00	4	—	—	—	—	—	—
S9	2.00	2	—	—	—	—	—	—
S10	2.00	4	—	—	—	—	—	—
S11	—	—	—	—	—	—	—	—
S12	4.20	8	1.50	1	—	—	—	—
합계	34.40	41	1.50	1	2.00	1	0.20	1

【표 41.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과(계속)

구분	파손 (㎡/개소)		단차 (m/개소)		방음벽 고정대 부식 (㎡/개소)		방음판 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	3.00	1	—	—
S2	—	—	—	—	3.00	1	—	—
S3	—	—	—	—	3.00	1	—	—
S4	—	—	—	—	3.00	1	—	—
S5	—	—	—	—	3.00	1	—	—
S6	—	—	—	—	3.00	1	—	—
S7	—	—	—	—	3.00	1	—	—
S8	—	—	—	—	2.40	1	0.04	2
S9	—	—	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—	—	—
S11	—	—	—	—	—	—	—	—
S12	0.40	1	5.50	1	—	—	—	—
합계	0.40	1	5.50	1	23.40	8	0.04	2



손상현황	• S1 방호벽 방음벽 고정대부식(30.0m×0.1m)
원 인	• 우수유입, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰



손상현황	• S2 방호벽 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리



손상현황	• S3 방호벽 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리



손상현황	• S4 방호벽 중분대 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

【사진 41.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

			
손상현황	• S5 방호벽 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S7 방호벽 균열부백태(0.2m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 우수유입, 수분침투 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S8 방호벽 방음판 파손(0.1m×0.2m×2EA)	손상현황	• S9 방호벽 굽힘 보수됨
원 인	• 외부충격, 장기공용 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 상태양호
			
손상현황	• S12 방호벽 중분대 파손(0.4m×1.0m)	손상현황	• S12 방호벽 중분대 단차(L=5.5m)
원 인	• 외부충격, 시공미흡 등	원 인	• 중차량 통행, 시공미흡 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 41.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열 및 백태, 파손, 방음벽 고정대 부식, 단차가 확인되었으며, 기 손상인 굽힘, 파손은 일부 보수가 된 것으로 조사되었으며, 금회 점검시 방음벽 파손이 신규 조사되었다.

【표 41.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	35.90	41	34.40	41	▼ 1.50	기존오기
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	망상균열 및 백태	m ²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	굽힘, 파손	m ²	4.52	3	0.40	1	▼ 4.12	일부보수
	단차	m	5.50	1	5.50	1	— —	변동없음
	방음벽 고정대 부식	m ²	23.40	8	23.40	8	— —	변동없음
	방음판 파손	m ²	—	—	0.04	2	▲ 0.04	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열 및 백태는 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 보수미흡(표면보수층의 두께부족, 충전불량) 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태, 균열부백태의 경우 외기노출로 강우시 열화부 수분접촉, 균열부 우수유입 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리가 요구된다.
- 조사된 파손의 경우 공용중 차량 충돌과 같은 물리적 충격에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 손상정도가 경미한 바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 조사된 단차의 경우 접속부 구간의 성토 다짐 불량 및 중차량의 반복통행으로 발생한 손상으로 판단되며 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니므로, 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 방음벽 고정대 부식, 방음판 파손의 경우 공용기간 중 우수접촉, 통행 차량 등의 외부 충격 등으로 발생한 손상으로 판단되며 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니므로, 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 장안천교(울산)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1~2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~11에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배·좌·우 4면에 설치되어 있다. 2023년 점검시 점검통로에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)을 시행한 것으로 확인되었다.



【사진 41.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 41.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
P9	—	—
P10	—	—
P11	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• P5 점검통로 상태양호	손상현황	• P10 점검통로 브라켓 및 앵커 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 41.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 41.3.27】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

파. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽, 교량 점검시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 41.3.28】 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 장안천교(울산)는 부산광역시 기장군 장안읍 기룡리(부산울산선 22.0km)에 위치하고 있으며, 장안천(S9~10) 및 장안로(S5~6), 기룡길(S11)을 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 집수구 막힘 및 아스콘 패임이 조사되었으며, 점검일 현재 배수경사 및 배수시설 불량에 의한 물고임 등은 발생하지 않은 상태로 배수시설 기능저하 예방을 위한 청소 등의 유지관리가 요구된다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
3	배수관 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
4	신축이음장치 솟음(Blow-up)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
5	교면포장 부분 보수부 파손	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
6	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☒ 유, ☐ 무	집수구, 배수구 막힘	청소	

바닥판 종조인트 상태양호	
신축이음 상태양호	
교면포장 상태양호	교량 집수구 막힘

【사진 41.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

41.3.3 외관조사 총괄표

【표 41.3.29】손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	47.60	40	
	망상균열	m ²	3.40	2	
	백태	m ²	0.40	2	
	충분리	m ²	2.76	8	
	파손 및 철근노출	m ²	0.06	1	
	표면오염	m ²	2.00	8	
거더	파손	m ²	0.04	1	
	표면오염	m ²	31.60	21	
가로보	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	
	균열부백태	m	0.30	1	
	배부름	m ²	1.00	1	
	재료분리	m ²	0.09	1	
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.50	6	
	망상균열	m ²	3.05	3	
	박락	m ²	0.15	1	
	백태	m ²	0.30	1	
	체수흔적	m ²	2.00	2	
	표면오염	m ²	22.75	14	
교각	균열(0.3mm미만)	m	178.10	114	
	망상균열	m ²	34.56	16	
	체수 및 체수흔적	m ²	13.40	6	
	파손 및 굽힘	m ²	1.34	6	
	표면박리	m ²	7.00	2	
	표면오염	m ²	103.25	36	
기초	노출 없이 매립	—	—	—	

【표 41.3.29】손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	2.80	18	
	무수축물탈 망상균열	m ²	0.96	6	
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	1.60	8	
	스토퍼 밀착	EA	1.00	1	
	플레이트 부식	EA	50.00	50	
	탄성패드 밀립	EA	2.00	2	
신축이음	후타재 망상균열	m ²	1.50	1	
	고무재 노후화	m	32.40	3	
	유간 토사퇴적	m	9.50	7	
	차수판 볼트탈락	EA	26.00	26	
	차수판 연결볼량	EA	2.00	2	
	하부 누수	m	31.50	10	
교면포장	아스콘 균열	m	120.00	15	
	시공이음 균열	m	65.00	4	
	아스콘 패임	m ²	0.51	2	
배수시설	배수관 막힘	EA	1.00	1	
	배수관 부식	EA	1.00	1	
	배수관 설치볼량	EA	1.00	1	
	배수관 연결부 누수	EA	3.00	3	
	유공관 길이부족	EA	24.00	24	
	집수구 막힘	EA	1.00	1	
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	34.40	41	
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	
	망상균열 및 백태	m ²	2.00	1	
	균열부백태	m ²	0.25	1	
	긁힘, 파손	m ²	0.40	1	
	단차	m	5.50	1	
	방음벽 고정대 부식	m ²	23.40	8	
	방음판 파손	m ²	0.04	2	
점검시설	상태양호	EA	—	—	

41.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 41.3.30】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	43.60	38	47.60	40	▲ 4.00	신규손상
	망상균열	m ²	3.40	2	3.40	2	— —	변동없음
	백태	m ²	0.30	1	0.40	2	▲ 0.10	신규손상
	층분리	m ²	0.75	2	2.76	8	▲ 2.01	신규손상
	파손 및 철근노출	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상
	표면오염	m ²	1.25	5	2.00	8	▲ 0.75	신규손상
거더	파손	m ²	1.19	55	0.04	1	▼ 1.15	일부보수
	표면오염	m ²	31.60	21	31.60	21	— —	변동없음
가로보	균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	균열부백태	m	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	배부름	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.09	1	0.09	1	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.50	7	5.50	6	▲ 1.00	기존오기
	망상균열	m ²	3.05	3	3.05	3	— —	변동없음
	박락	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	체수흔적	m ²	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	표면오염	m ²	22.75	14	22.75	14	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	172.50	110	178.10	114	▲ 5.60	신규손상
	망상균열	m ²	36.56	17	34.56	16	▼ 2.00	기존오기
	체수 및 체수흔적	m ²	13.40	6	13.40	6	— —	변동없음
	파손 및 굽힘	m ²	1.34	6	1.34	6	— —	변동없음
	표면박리	m ²	7.00	2	7.00	2	— —	변동없음
	표면오염	m ²	101.15	36	103.25	36	▲ 2.10	손상증가
기초	노출 없이 매립	—	—	—	—	—	— —	

【표 41.3.30】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량본침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	3.50	19	2.80	18	▲ 0.70	신규손상 손상변경
	무수축물탈 망상균열	m ²	0.64	4	0.96	6	▲ 0.32	신규손상
	무수축물탈 박리	m ²	0.08	1	—	—	▼ 0.08	보수됨
	반침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	2.00	10	1.60	8	▼ 0.40	기존오기
	스토퍼 밀착	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	70.00	70	50.00	50	▼ 20.00	일부보수
	탄성패드 밀립	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
산책로	후타재 균열(0.3mm미만)	m	2.00	4	—	—	▼ 2.00	손상명변경
	후타재 망상균열	m ²	—	—	1.50	1	▲ 1.50	신규손상
	고무재 노후화	m	32.40	3	32.40	3	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	12.50	8	9.50	7	▼ 3.00	일부보수
	차수판 볼트탈락	EA	26.00	26	26.00	26	— —	변동없음
	차수판 연결볼량	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	하부 누수	m	26.00	9	31.50	10	▲ 5.50	신규손상
교량연장	아스콘 균열	m	69.00	6	120.00	15	▲ 51.00	신규손상
	시공이음 균열	m	65.00	4	65.00	4	— —	변동없음
	아스콘 패임	m ²	0.65	2	0.51	2	▼ 0.14	신규손상 일부보수
	아스콘 파손	m ²	0.30	7	—	—	▼ 0.30	보수됨
	보수불량	m ²	0.20	3	—	—	▼ 0.20	보수됨
배수시설	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 부식	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수관 설치불량	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 연결부 누수	EA	2.00	2	3.00	3	▲ 1.00	신규손상
	유공관 길이부족	EA	15.00	15	24.00	24	▼ 9.00	신규손상
	집수구 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	35.90	41	34.40	41	▼ 1.50	기존오기
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	망상균열 및 백태	m ²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	긁힘, 파손	m ²	4.52	3	0.40	1	▼ 4.12	일부보수
	단차	m	5.50	1	5.50	1	— —	변동없음
	방음벽 고정대 부식	m ²	23.40	8	23.40	8	— —	변동없음
	방음판 파손	m ²	—	—	0.04	2	▲ 0.04	신규손상
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

41.4 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.

41.4.1 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 41.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	8	8	8	8	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

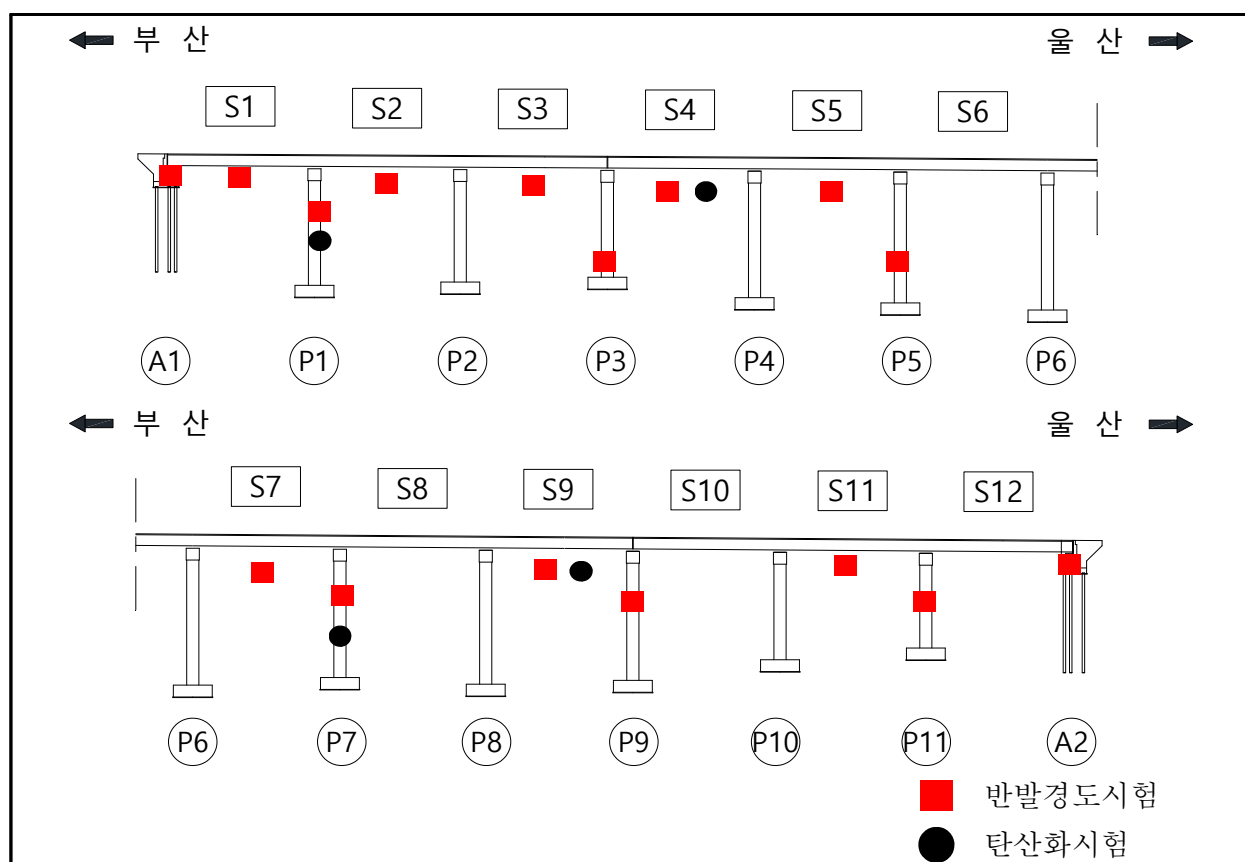
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 41.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 41.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

41.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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



【사진 41.4.2】반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 41.4.2】상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	55.4	33.0	31.2	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	55.3	32.9	31.1			건전부
	S3	바닥판	55.5	33.1	31.2			건전부
	S4	바닥판	55.1	32.8	31.0			건전부
	S5	바닥판	55.4	33.0	31.2			건전부
	S7	바닥판	55.5	33.1	31.2			건전부
	S9	바닥판	55.7	33.2	31.3			건전부
	S11	바닥판	55.4	33.0	31.2			건전부
평균			—	33.0	31.2			
표준편차			—	0.12	0.09			
변동계수			—	0.004	0.003			
최대값			—	33.2	31.3			
최소값			—	32.8	31.0			

【표 41.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	47.4	26.6	27.5	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	47.2	26.4	27.4			건전부
평균			—	26.5	27.5	—	—	
표준편차			—	0.14	0.07	—	—	
변동계수			—	0.005	0.003	—	—	
최대값			—	26.6	27.5	—	—	
최소값			—	26.4	27.4	—	—	

【표 41.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	47.9	27.0	27.8	0.63	24.0	건전부
	P3	교각	47.8	26.9	27.7			건전부
	P5	교각	47.3	26.5	27.5			건전부
	P7	교각	46.9	26.2	27.3			건전부
	P9	교각	46.8	26.1	27.3			비건전부
	P11	교각	46.4	25.8	27.1			건전부
평균			—	26.4	27.5	—	—	
표준편차			—	0.47	0.27	—	—	
변동계수			—	0.018	0.010	—	—	
최대값			—	27.0	27.8	—	—	
최소값			—	25.8	27.1	—	—	

【표 41.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	31.0	~ 31.3	27.0	31.2	114.8 ~ 115.9	
교대	27.4	~ 27.5	24.0	27.5	114.2 ~ 114.6	
교각	27.1	~ 27.8	24.0	27.5	112.9 ~ 115.8	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 31.0~31.3MPa, 하부구조(교대) 27.4~27.5MPa, 하부구조(교각) 27.1~27.8MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 97.7%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 41.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.9 ~ 29.0	31.0 ~ 31.3	27.0
	교대	26.8 ~ 27.0	27.4 ~ 27.5	24.0
	교각	26.1 ~ 27.6	27.1 ~ 27.8	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 41.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 23 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	장안천교(울산)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 교대 및 교각 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	14.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

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



【사진 41.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 41.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S4 바닥판	2.0	40.0	38.0	17	0.49	100년 이상	a	
	S9 바닥판	2.5	39.0	36.5	17	0.61	100년 이상	a	
하부 구조	P1 교각	4.0	110.0	106.0	17	0.97	100년 이상	a	
	P7 교각	2.0	106.0	104.0	17	0.49	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0~2.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~4.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 41.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.0~2.5	36.5~38.0	
하부구조	2.0~4.0	104.0~106.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

【표 41.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S4	
실측 피복두께(mm)	40.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.0
잔여깊이(mm)	38.0
탄산화 속도계수	0.49
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급
a
(38)

A (탄산화 속도 계수)
0.48507
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

탄산화 등급
a
(36.5)

A (탄산화 속도 계수)
0.60634
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 41.4.10】탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P1	
실측 피복두께(mm)	110.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.0
잔여깊이(mm)	106.0
탄산화 속도계수	0.97
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (106)	0.97014 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

하부구조 - 교각 P7	
실측 피복두께(mm)	106.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.0
잔여깊이(mm)	104.0
탄산화 속도계수	0.49
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (104)	0.48507 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

3) 기 점검결과와의 비교

【표 41.4.11】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	2.1~3.5	32.9~34.5	a	2.0~2.5	36.5~38.0	a	
하부구조	2.2~3.9	57.1~95.8	a	2.0~4.0	104.0~106.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 41.4.12】탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 23일
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 41.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	31.0 ~ 31.3	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	27.4 ~ 27.5	24.0	
		교각	27.1 ~ 27.8	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~38.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		104.0~106.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 41.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.9	~	29.0	31.0	~	31.3	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	26.8	~	27.0	27.4	~	27.5	
		교각	26.1	~	27.6	27.1	~	27.8	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		32.9~34.5		a	36.5~38.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		57.1~95.8		a	104.0~106.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

41.5 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.

41.5.1 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.

【표 41.5.1】 상태평가 결과표 - PSC Beam

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	PSC Beam	c	b	b	b	c	a	c	c	b	q	-	-
S2	P1	PSC Beam	a	b	a	b	c	b	-	b	b	q	-	a
S3	P2	PSC Beam	b	b	a	a	c	b	-	b	b	q	-	-
S4	P3	PSC Beam	b	b	b	b	c	b	c	b	b	q	a	-
S5	P4	PSC Beam	b	b	b	b	c	b	-	b	b	q	-	-
S6	P5	PSC Beam	b	b	a	b	c	b	-	b	b	q	-	-
S7	P6	PSC Beam	b	b	a	b	c	b	c	b	b	q	-	-
S8	P7	PSC Beam	a	a	a	b	c	b	-	b	b	q	-	a
S9	P8	PSC Beam	b	b	a	a	a	b	-	b	b	q	a	-
S10	P9	PSC Beam	b	a	a	b	a	b	c	b	b	q	-	-
S11	P10	PSC Beam	a	b	a	b	c	a	-	b	b	q	-	-
S12	P11	PSC Beam	a	b	a	b	c	c	-	b	b	q	-	-
	A2	PSC Beam							c	c	b	q		-
평균			0.183	0.183	0.125	0.183	0.350	0.200	0.400	0.231	0.200	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.033	0.037	0.006	0.013	0.011	0.004	0.036	0.021	0.040	-	0.004	0.003
													0.207	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.207) < 0.260$

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 41.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
장안천교(울산)	0.207	B	360.00	3	1,080.00	1.000	0.207
합계(Σ)			360.00	3	1,080.00	1.000	0.207
1. 평가지수 =							0.207
2. 상태평가결과 =							B

41.5.2 상태평가 결과요약

【표 41.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결합도점수	기준	
장안천교(울산)	0.207	B	
검토의견	• 장안천교(울산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨		

41.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 41.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

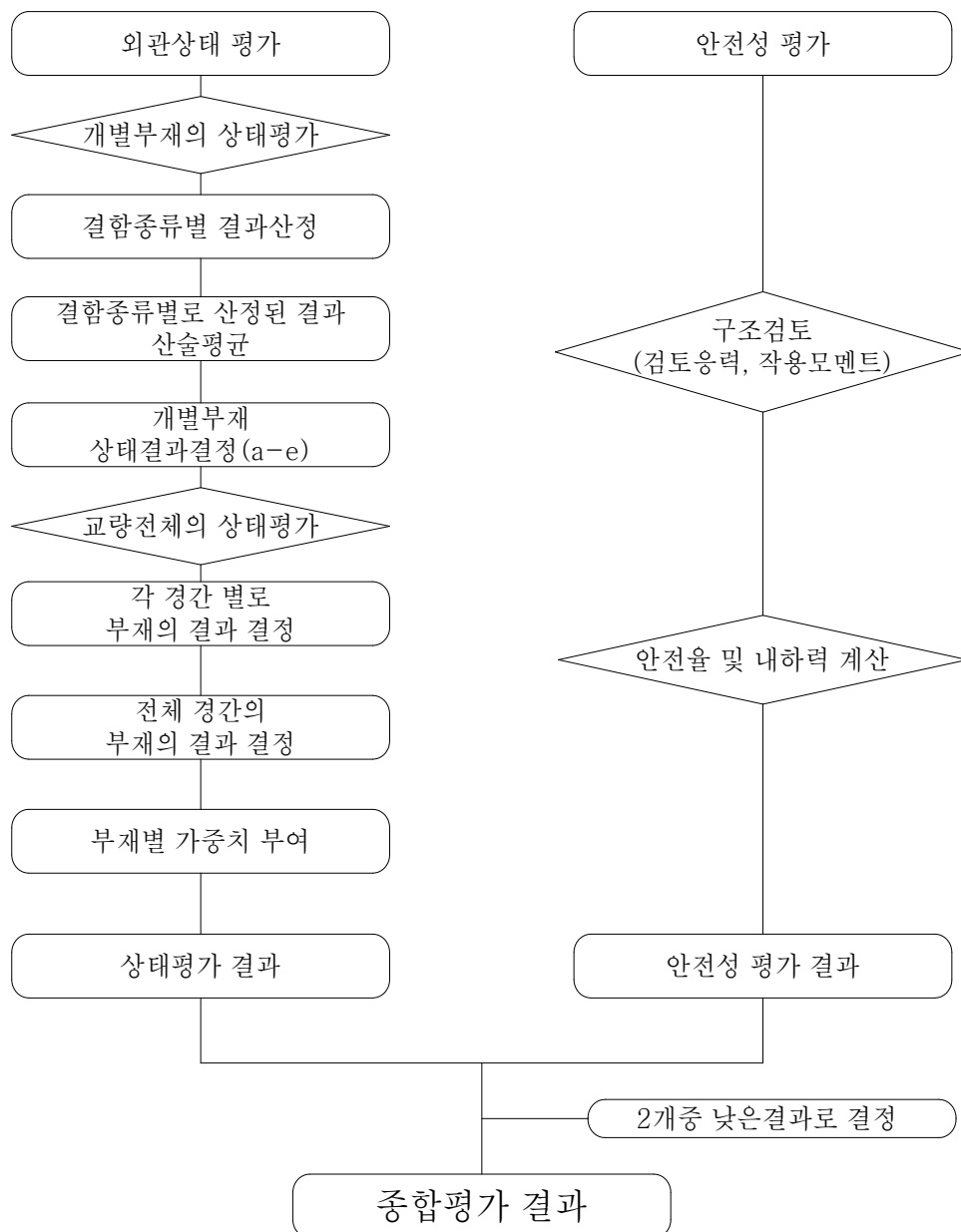
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결합도 점수	0.205	0.207
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 장안천교(울산)의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다. - 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결합도 점수가 0.205에서 0.207로 0.002 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다. - 환산결합도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 일부 보수가 진행되었으나 기 점검시 오기입된 부분을 재반영한 결과 전체 환산결합도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

41.6 종합평가 및 안전등급 지정

41.6.1 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 41.6.1】 종합평가 결과 산정절차

41.6.2 종합평가 결과

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

【표 41.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
장안천교(울산)	0.207	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

41.6.3 안전등급 지정

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

【표 41.6.2】 안전등급 지정

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

41.7 보수·보강 및 유지관리방안

41.7.1 보수·보강 방안

【표 41.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	47.60	40	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	3.40	2	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.40	2	표면처리	3순위
	충분리	m ²	2.76	8	단면보수	2순위
	파손 및 철근노출	m ²	0.06	1	단면보수(방청)	1순위
	표면오염	m ²	2.00	8	주의관찰	—
거더	파손	m ²	0.04	1	단면보수	2순위
	표면오염	m ²	31.60	21	주의관찰	—
가로보	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	표면처리	3순위
	균열부백태	m	0.30	1	표면처리	3순위
	배부름	m ²	1.00	1	주의관찰	—
	재료분리	m ²	0.09	1	단면보수	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.50	6	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	3.05	3	표면처리	3순위
	박락	m ²	0.15	1	단면보수	2순위
	백태	m ²	0.30	1	표면처리	3순위
	체수흔적	m ²	2.00	2	주의관찰	—
	표면오염	m ²	22.75	14	주의관찰	—
교각	균열(0.3mm미만)	m	178.10	114	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	34.56	16	표면처리	3순위
	체수 및 체수흔적	m ²	13.40	6	주의관찰	—
	파손 및 굽힘	m ²	1.34	6	단면보수	2순위
	표면박리	m ²	7.00	2	단면보수	2순위
	표면오염	m ²	103.25	36	주의관찰	—
기초	노출 없이 매립	—	—	—	—	—

【표 41.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	2.80	18	표면처리	3순위
	무수축물탈 망상균열	m ²	0.96	6	표면처리	3순위
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	1.60	8	표면처리	3순위
	스토퍼 밀착	EA	1.00	1	주의관찰	—
	플레이트 부식	EA	50.00	50	재도장	3순위
	탄성패드 밀림	EA	2.00	2	주의관찰	—
신축이음	후타재 망상균열	m ²	1.50	1	표면처리	3순위
	유간 토사퇴적	m	9.50	7	정비	3순위
	차수판 볼트탈락	EA	26.00	26	정비	3순위
	차수판 연결볼량	EA	2.00	2	정비	3순위
	고무재 노후화	m	32.40	3	신축이음교체	2순위
	하부 누수	m	31.50	10	신축이음교체	2순위
교면포장	아스콘 균열	m	120.00	15	주의관찰	—
	시공이음 균열	m	65.00	4	주의관찰	—
	아스콘 패임	m ²	0.51	2	아스콘팻칭	3순위
배수시설	배수관 막힘	EA	1.00	1	정비	3순위
	배수관 부식	EA	1.00	1	주의관찰	—
	배수관 설치볼량	EA	1.00	1	정비	3순위
	배수관 연결부 누수	EA	3.00	3	주의관찰	—
	유공관 길이부족	EA	24.00	24	정비	3순위
	집수구 막힘	EA	1.00	1	정비	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	34.40	41	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	주입보수	2순위
	망상균열 및 백태	m ²	2.00	1	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	0.25	1	표면처리	3순위
	긁힘, 파손	m ²	0.40	1	단면보수	2순위
	단차	m	5.50	1	주의관찰	—
	방음벽 고정대 부식	m ²	23.40	8	주의관찰	—
	방음판 파손	m ²	0.04	2	주의관찰	—
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

41.7.2 개략공사비

【표 41.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	47.60	17.85	m²	299	5,337	3순위
	망상균열	표면처리	3.40	5.10	m²	299	1,525	3순위
	백태	표면처리	0.40	0.60	m²	299	179	3순위
	충분리	단면보수	2.76	4.14	m²	1,152	4,769	2순위
	파손 및 철근노출	단면보수(방청)	0.06	0.09	m²	1,336	120	1순위
거더	파손	단면보수	0.04	0.06	m²	1,152	69	2순위
가로보	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.00	0.38	m²	299	114	3순위
	균열부백태	표면처리	0.30	0.45	m²	299	135	3순위
	재료분리	단면보수	0.09	0.14	m²	1,152	161	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	5.50	2.06	m²	299	616	3순위
	망상균열	표면처리	3.05	4.57	m²	299	1,366	3순위
	박락	단면보수	0.15	0.22	m²	1,152	253	2순위
	백태	표면처리	0.30	2.00	m²	299	598	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	178.10	66.79	m²	299	19,970	3순위
	망상균열	표면처리	34.56	51.84	m²	299	15,500	3순위
	파손 및 굽힘	단면보수	1.34	2.01	m²	1,152	2,316	2순위
	표면박리	단면보수	7.00	10.50	m²	1,152	12,096	2순위
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	표면처리	2.80	1.05	m²	299	314	3순위
	무수축물탈 망상균열	표면처리	0.96	1.44	m²	299	431	3순위
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	표면처리	1.60	0.60	m²	299	179	3순위
	플레이트 부식	재도장	50.00	50.00	EA	415	20,750	3순위
신축이음	후타재 망상균열	표면처리	1.50	2.25	m²	299	673	3순위
	유간 토사퇴적	정비	9.50	14.25	m	128	1,824	3순위
	차수판 볼트탈락	정비	26.00	26.00	EA	128	3,328	3순위
	차수판 연결볼량	정비	2.00	2.00	EA	128	256	3순위
	고무재 노후화	신축이음교체	32.40	32.40	m	1,286	41,666	2순위
	하부 누수	신축이음교체	31.50	31.50	m	1,286	40,509	2순위
교면포장	아스콘 패임	아스콘팻칭	0.51	0.77	m²	166	128	3순위
배수시설	배수관 막힘	정비	1.00	1.00	EA	128	128	3순위
	배수관 설치볼량	정비	1.00	1.00	EA	128	128	3순위
	유공관 길이부족	정비	24.00	24.00	EA	128	3,072	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	34.40	12.90	m²	250	3,225	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.50	0.56	m	187	105	2순위
	망상균열 및 백태	표면처리	2.00	3.00	m²	250	750	3순위
	균열부백태	표면처리	0.25	0.38	m²	250	95	3순위
	굽힘, 파손	단면보수	0.40	0.60	m²	960	576	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	120		102,521		80,621		
	재경비 (순공사비의 50%)	60		51,261		40,311		
	합계	180		153,782		120,932		
개략공사비 총계(천원)		274,894						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

41.7.3 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 41.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

① 바닥판하면 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인	② 거더 파손 - 진전 여부확인	③ 교대 박락 - 진전 여부확인
← 부 산 울 산 → ← 부 산 울 산 →		
④ 교각 기둥부 파손 - 진전 여부확인	⑤ 교량받침 스토퍼 밀착 - 진전 여부확인	⑥ 신축이음 고무재 노후화 - 진전 여부확인

41.8 종합결론

본 시설물은 부산광역시 기장군 장안읍 기룡리 502에 위치한 교량으로 총 연장 360.0m, 폭 15.7m의 PSC Beam 거더 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

41.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열은 시공시 건조수축, 온도변화 등의 재료적 특성, 균열부 수분침투에 기인하여 발생한 것으로 판단되고, 손상의 진전은 없는 상태이며, 교면포장과 연계된 누수, 열화 등은 관찰되지 않는 국부적인 손상으로 판단되므로 표면처리 보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 층분리, 파손 및 철근노출의 경우 시공시 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 및 단면보수(방청) 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 백태의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상이 아니므로, 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰을 실시하고, 손상의 진전시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

2) 거더

- 거더에서 조사된 파손의 경우 인양홀 주변에서 조사되었으며, 이는 거더 거치시 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다. 금회 조사시 확인된 거더 파손에 대한 보수부의 상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 조사된 표면오염의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상이 아니므로, 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰을 실시하고, 손상의 진전시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 가로보(2차부재)

- 가로보에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부백태은 시공시 건조수축, 온도변화 등의 재료적 특성, 균열부 수분침투에 기인하여 발생한 것으로 판단되고, 손상의 진전은 없는 상태이며, 교면포장과 연계된 누수, 열화 등은 관찰되지 않는 국부적인 손상으로 판단되므로 표면처리 보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 재료분리 손상의 경우 시공초기 다짐미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 및 단면 확보차원의 단면보수 등 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 배부름 손상의 경우 콘크리트 타설전 설치된 거푸집의 강도부족, 타설불량 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조적인 손상은 아니므로 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.

4) 교대

- 교대에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 박락은 시공초기 다짐미흡 및 손상부 우수유입 등 복합적인 원인으로 인한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 백태는 신축이음부 표면수 유입시 수분접촉, 외기노출 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위하여 신축이음 정비 후 표면처리를 실시하는 것이 요구된다.
- 조사된 체수흔적, 표면오염은 신축이음부 표면수 유입에 따른 손상으로 오염부에 열화 및 박리 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이나 공용기간 경과시 내구성 저하 우려가 있으므로 신축이음 정비 후 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 표면박리의 경우 초기 시공시 다짐미흡 및 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손 및 긁힘은 공용중 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미

하나 내구성 확보 차원에서 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.

- 표면오염, 체수 및 체수흔적은 신축이음 하부 교각에서 발생한 손상으로 신축이음 본체 고무재 열화 및 손상부 지표수 유입에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 방치시 손상의 진전 및 2차손상(교각 열화, 교량받침 부식 등)이 발생할 우려가 있으므로 신축이음 교체 이후 손상에 대한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

6) 기초

- 장안천교(울산)의 기초는 강관Pile기초(A1,A2), 직접기초(P1~P11)로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 무수축물탈균열(0.3mm미만), 망상균열, 받침콘크리트균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수접촉, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 우수유입, 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 스토퍼 밀착, 탄성패드 밀림의 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.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 망상균열의 경우 시공초기 건조수축, 주행차량의 반복적인 윤하중

등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미한 바 주의관찰을 실시하고 신축이음 재설치 등과 같은 보수시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 고무재 노후화, 하부 누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상이 발생되었으므로 누수에 의한 추가 손상 방지를 위해 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 본체에 발생한 유간 토사퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지 등의 환경적 요인에 의한 손상으로 원활한 신축거동을 위해 주기적인 정비(청소)를 통한 유지관리가 요구된다.
- 조사된 차수판 볼트탈락, 차수판 연결볼량의 경우 시공미흡, 장기공용 등에 의한 손상으로 표면수 유입에 의해 하부 콘크리트 부재에 손상을 야기하고 있으므로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 14.2℃(04월 23일)로써 이때 측정유간은 32.0~717.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에 발생한 아스콘 균열은 건조수축, 온도변화, 반복적인 주행차량의 윤하중 및 충격하중, 진동 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 바닥판하면과 연계된 손상 없이 포장부 표면에 국한된 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다. 향후 공용기간 경과시 손상의 진전 및 추가 손상 발생으로 주행성 저하가 발생할 우려가 있으므로 재포장과 같은 장기적인 대책수립이 필요할 것으로 판단된다.
- 시공이음 균열은 인접 포장에 이어 포장시 다짐 부족 등의 시공미흡으로 발생한 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 아스콘 패임은 시공미흡, 품질관리미흡, 주행차량에 의한 마모 등에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 및 사용성 확보차원의 아스콘 팻칭 등의 유지관리가 필요하다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 연결부 누수는 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 교량의 안전에 직접적으로 영향은 없는 것으로 조사되었으며, 기 점검이후 손상의 진전 및 추가 손상이 발생되지 않은바 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 조사된 배수관, 집수구 막힘의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등에 의한 손상으로 우기 및 강설시에 체수 및 설빙현상으로 인하여 차량 주행의 안전성에 위해를 가할 가능성이 농후

하여 주기적인 정비 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 유공관 길이부족, 배수관 설치불량은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 지속적인 낙수에 의해 교각 기둥부 콘크리트 부재의 열화, 박리 등을 유발할 우려가 있으므로 길이연장 및 재설치를 통한 정비가 요구된다.
- 배수관 부식은 공용기간 증가에 따른 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

11) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열 및 백태는 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 보수미흡(표면보수층의 두께부족, 충전불량) 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태, 균열부백태의 경우 외기노출로 강우시 열화부 수분접촉, 균열부 우수유입 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리가 요구된다.
- 조사된 파손의 경우 공용중 차량 충돌과 같은 물리적 충격에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 손상정도가 경미한 바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 조사된 단차의 경우 접속부 구간의 성토 다짐 불량 및 중차량의 반복통행으로 발생한 손상으로 판단되며 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니므로, 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 방음벽 고정대 부식, 방음판 파손의 경우 공용기간 중 우수접촉, 통행 차량 등의 외부 충격 등으로 발생한 손상으로 판단되며 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니므로, 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.

12) 교량 점검시설

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

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 31.0~31.3MPa, 하부구조(교대) 27.4~27.5MPa, 하부구조(교각) 27.1~27.8MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 97.7%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0~2.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~4.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 장안천교(울산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.205에서 0.207로 0.002 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 일부 보수가 진행되었으나 기 점검시 오기입된 부분을 재반영한 결과 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 장안천교(울산)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

41.8.2 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.

41.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 신축이음(A1, P3, P6, P9, A2) 하부누수로 인한 주변 부재 손상이 발생하는지 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 교량받침(A1, A2)의 탄성패드 밀림 추가 발생 여부 확인 등의 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

41.8.4 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.