25. 영해1교(부산)

25.1 시설물 개요
25.2 자료수집 및 분석
25.3 현장조사
25.4 콘크리트 내구성조사
25.5 상태평가
25.6 종합평가 및 안전등급 지정
25.7 보수·보강 및 유지관리 방안
25.8 종합결론

25. 영해1교(부산)

25.1 시설물의 개요

본 시설물은 울산광역시 울주군 청량면에 위치한 교량으로 총 연장 190.0m, 폭 15.4m로 시공되어 있다.

25.1.1 일반사항

【표 25.1.1】 영해1교(부산) 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>BR2008-0001002</td><td>관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td>울산광역시 울주군 청량면</td><td>준공년월일</td><td colspan="2">2008년 12월 31일</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리이정</td><td>43.8km</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 = 35.0 + 2@60.0 + 35.0 = 190.0m</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 15.4m(편도 3차선)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>Steel Box Girder</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>직접기초, 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형, 교각 : T형</td><td>교각</td><td>직접기초, 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>납면진받침(LRB)</td><td>신축이음</td><td colspan="2">모노셀 조인트(A1),
레일 조인트(A2)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>일반국도 7호선</td><td>통과높이</td><td colspan="2">17.1m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">점검통로</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 공 자</td><td>삼성물산, 삼성중공업</td><td>관리주체</td><td colspan="2">부산울산고속도로(주)</td></tr>
</table>

25.1.2 위치도 및 전경사진

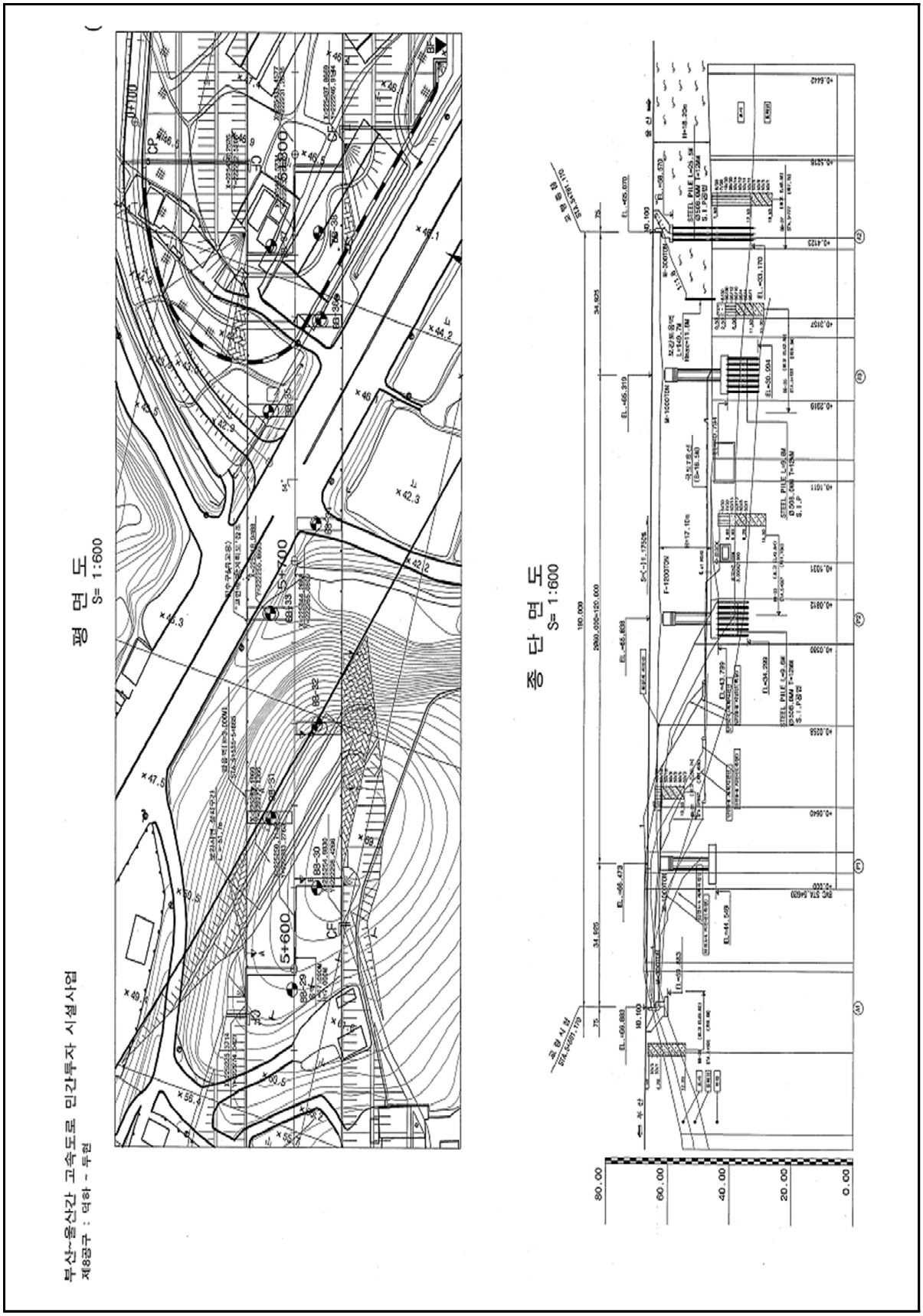
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보 및 굴철작업차	2025.03.24.~2025.12.17.	

【그림 25.1.1】 위치도

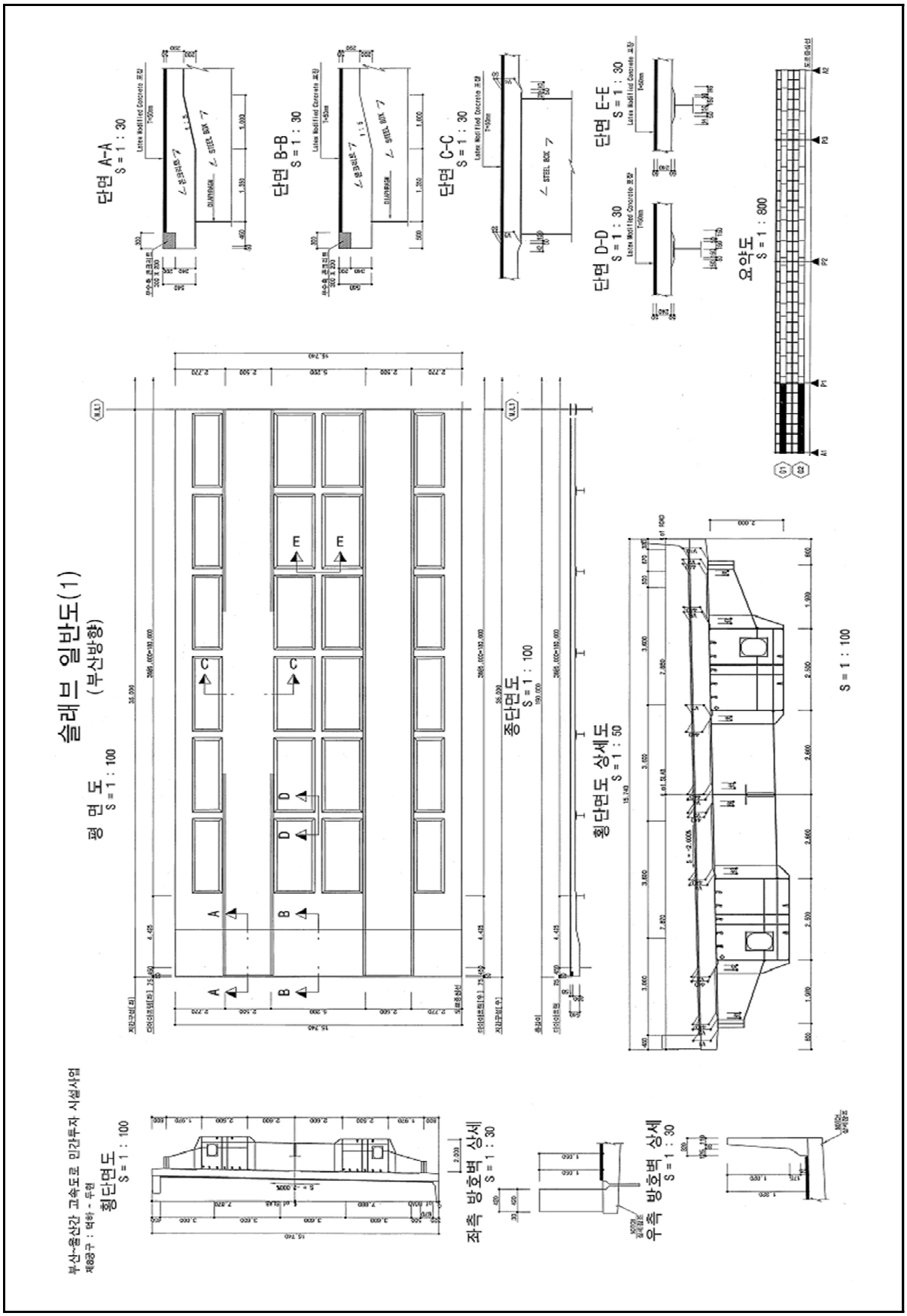
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

【사진 25.1.1】 부재별 현황

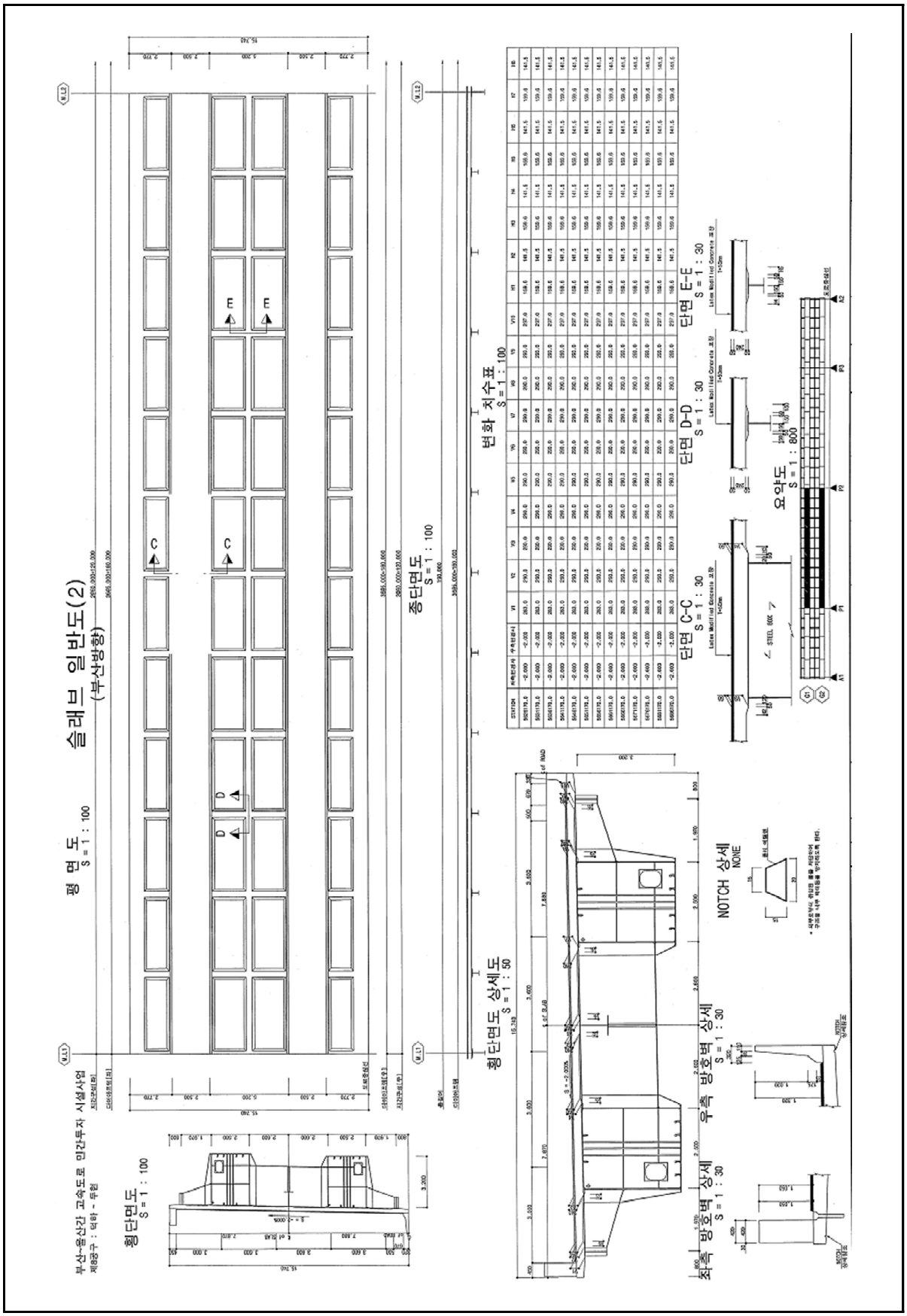
25.1.3 시설물 일반도



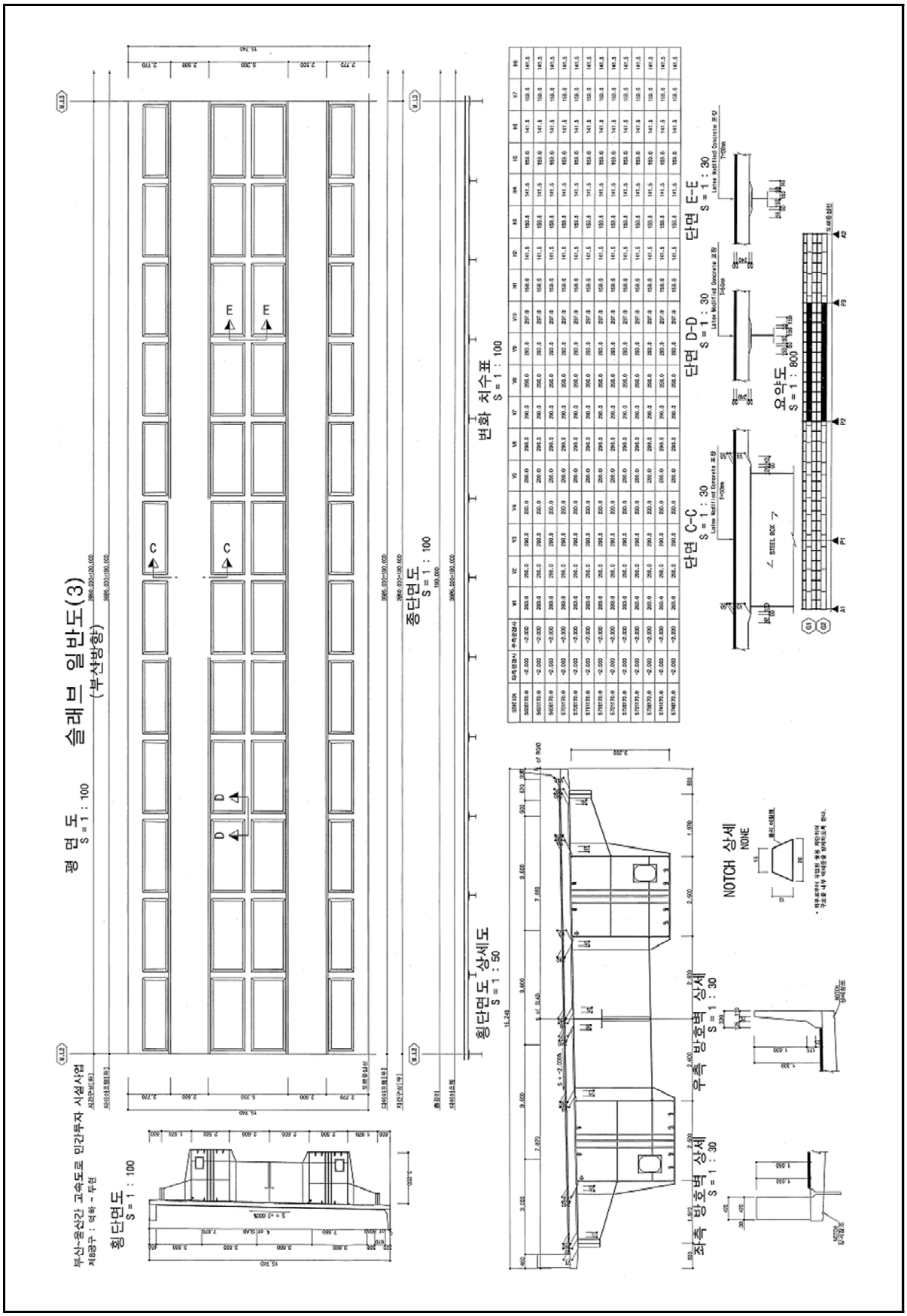
【그림 25.1.2】 평면 및 종평면도



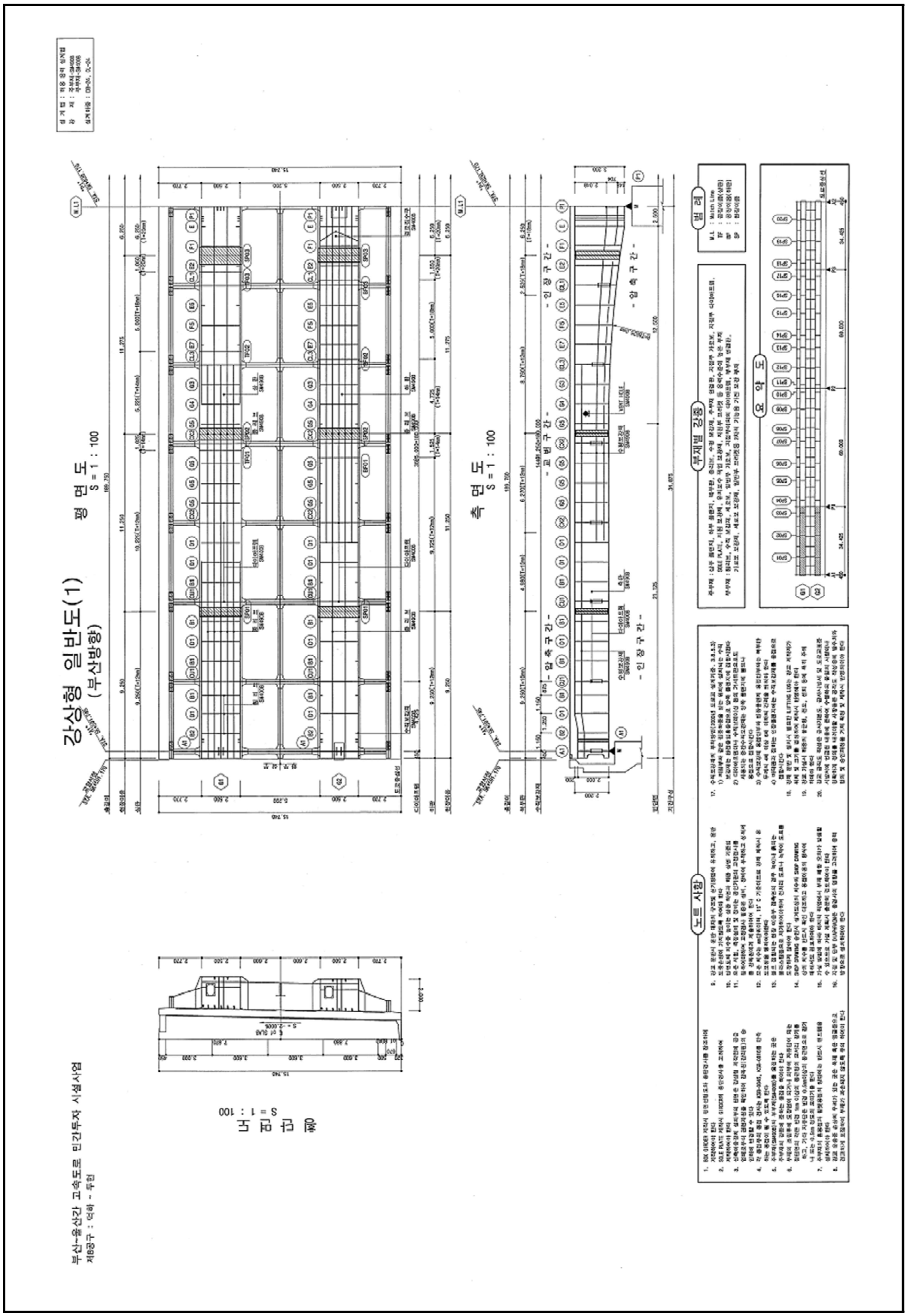
【그림 25.1.3】 슬래브 일반도



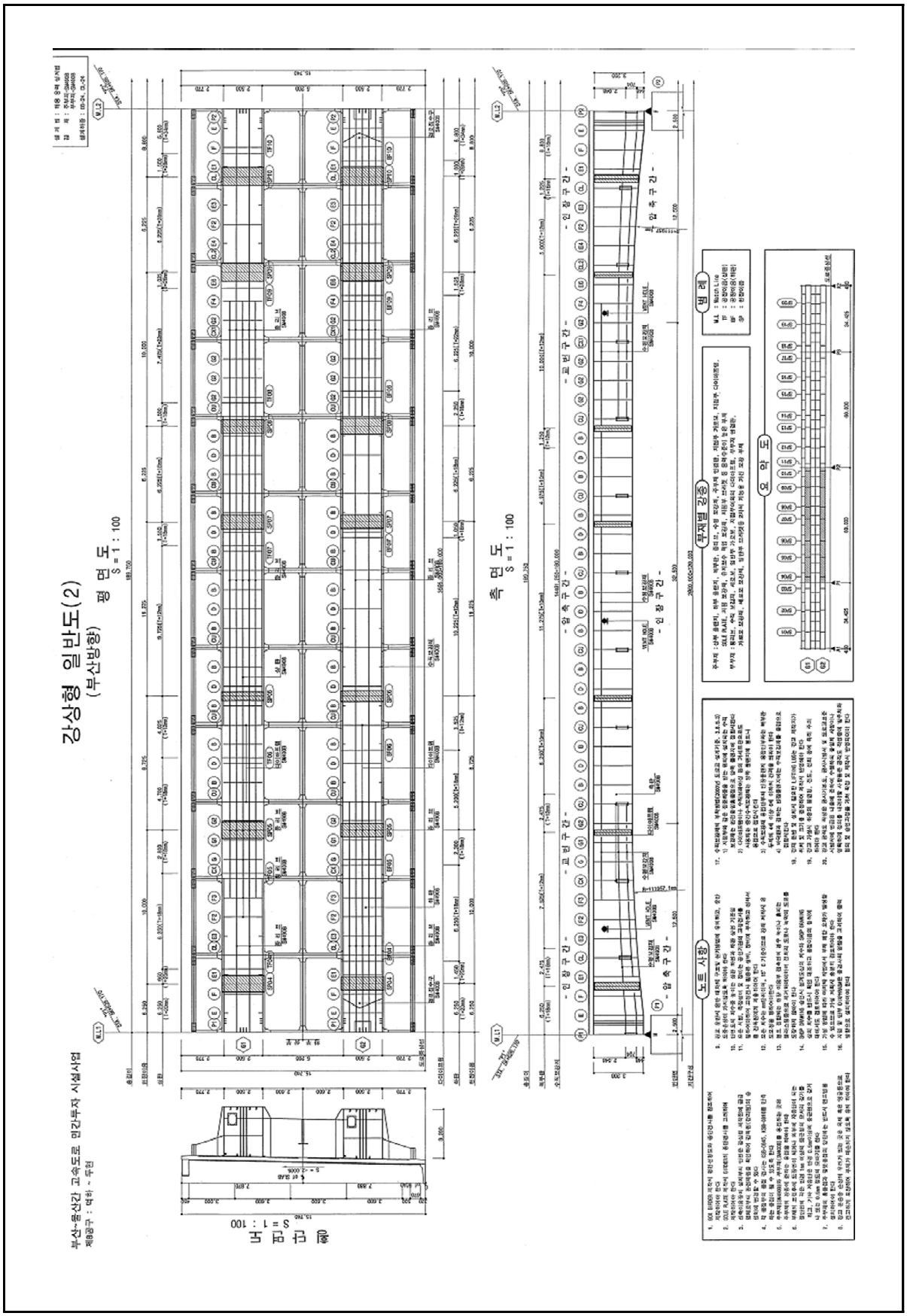
【그림 25.1.3】 슬래브 일반도(계속)



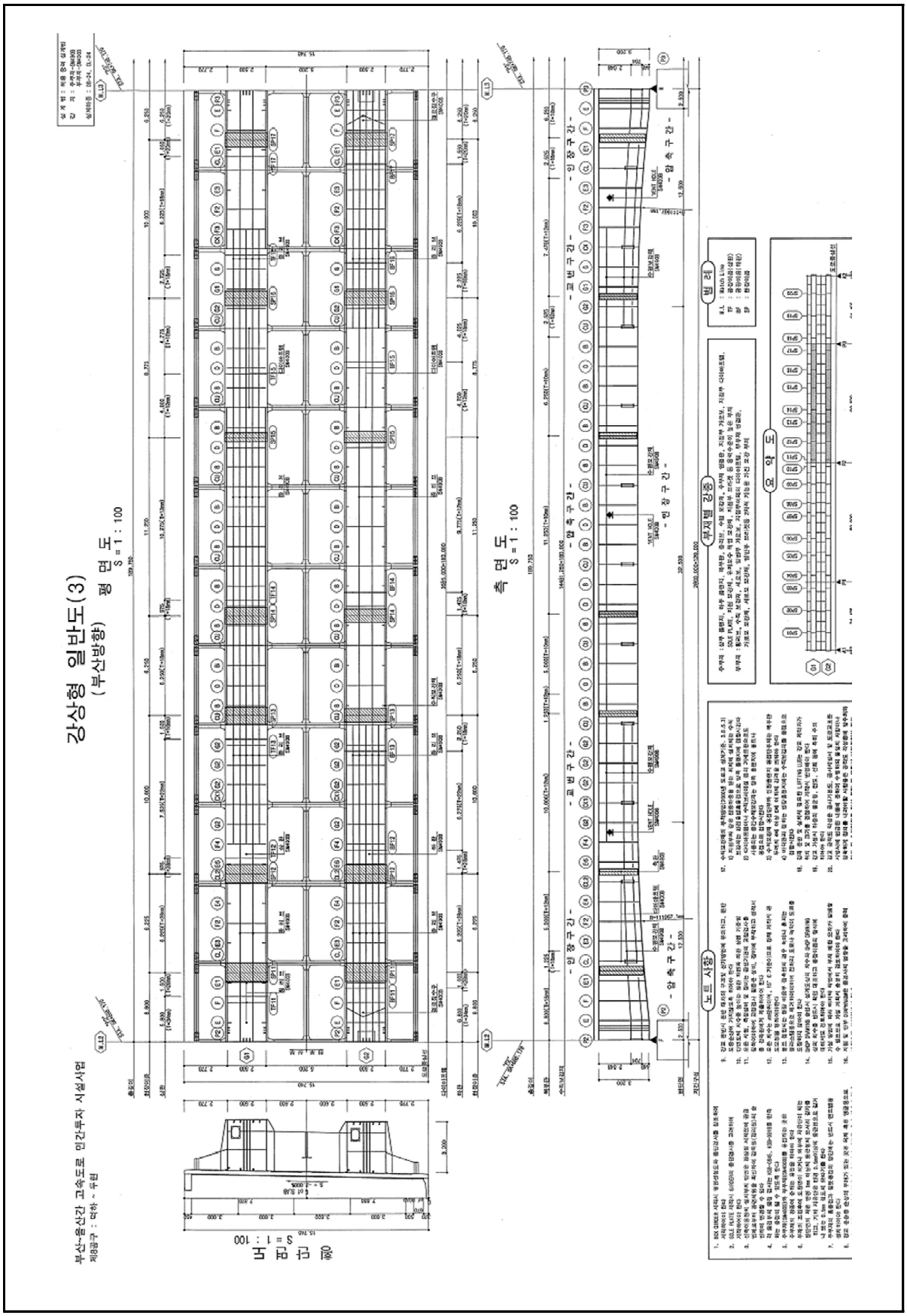
【그림 25.1.3】 슬래브 일반도(계속)



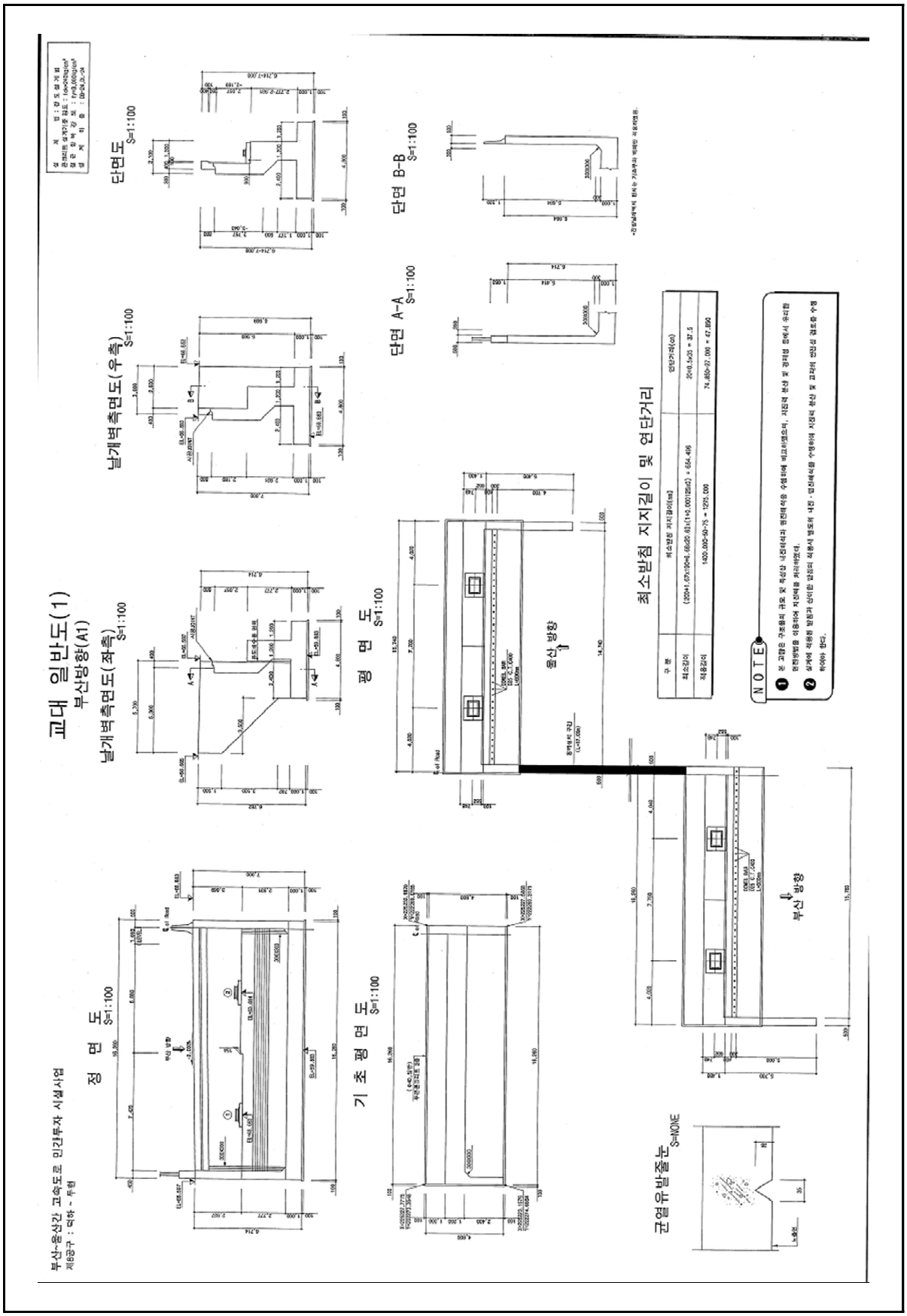
【그림 25.1.4】 강상형 일반도



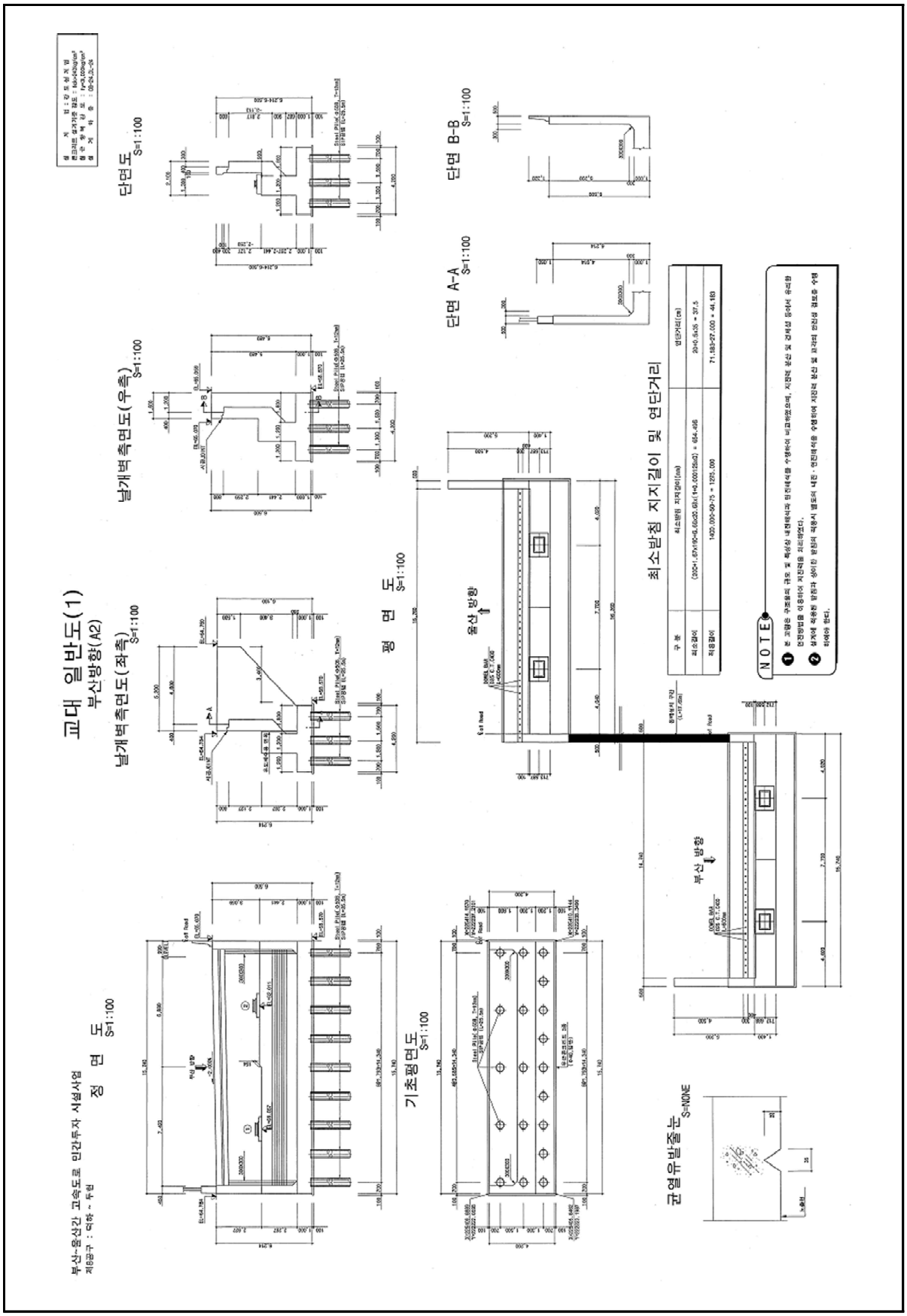
【그림 25.1.4】 강상형 일반도(계속)



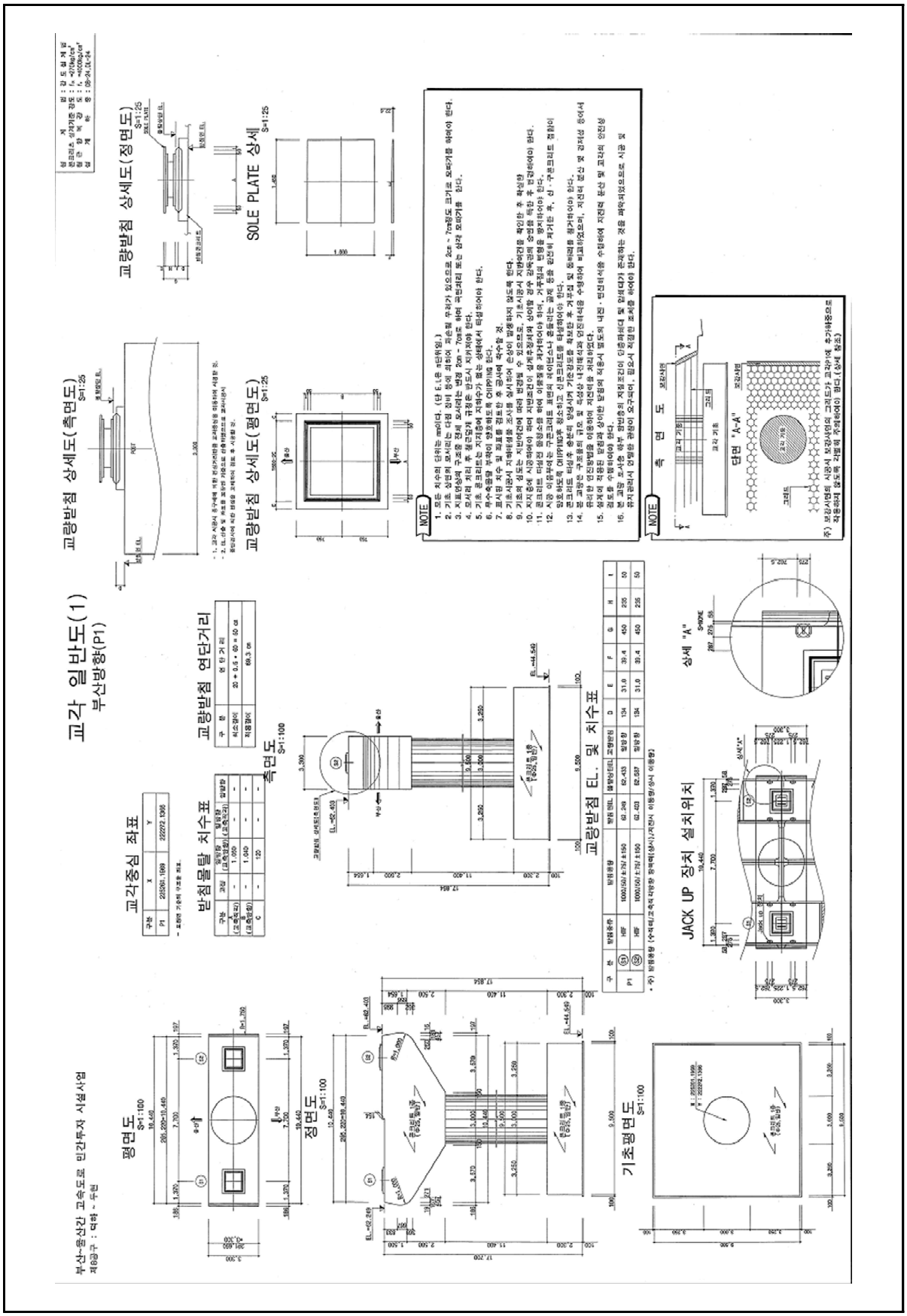
【그림 25.1.4】 강상형 일반도(계속)



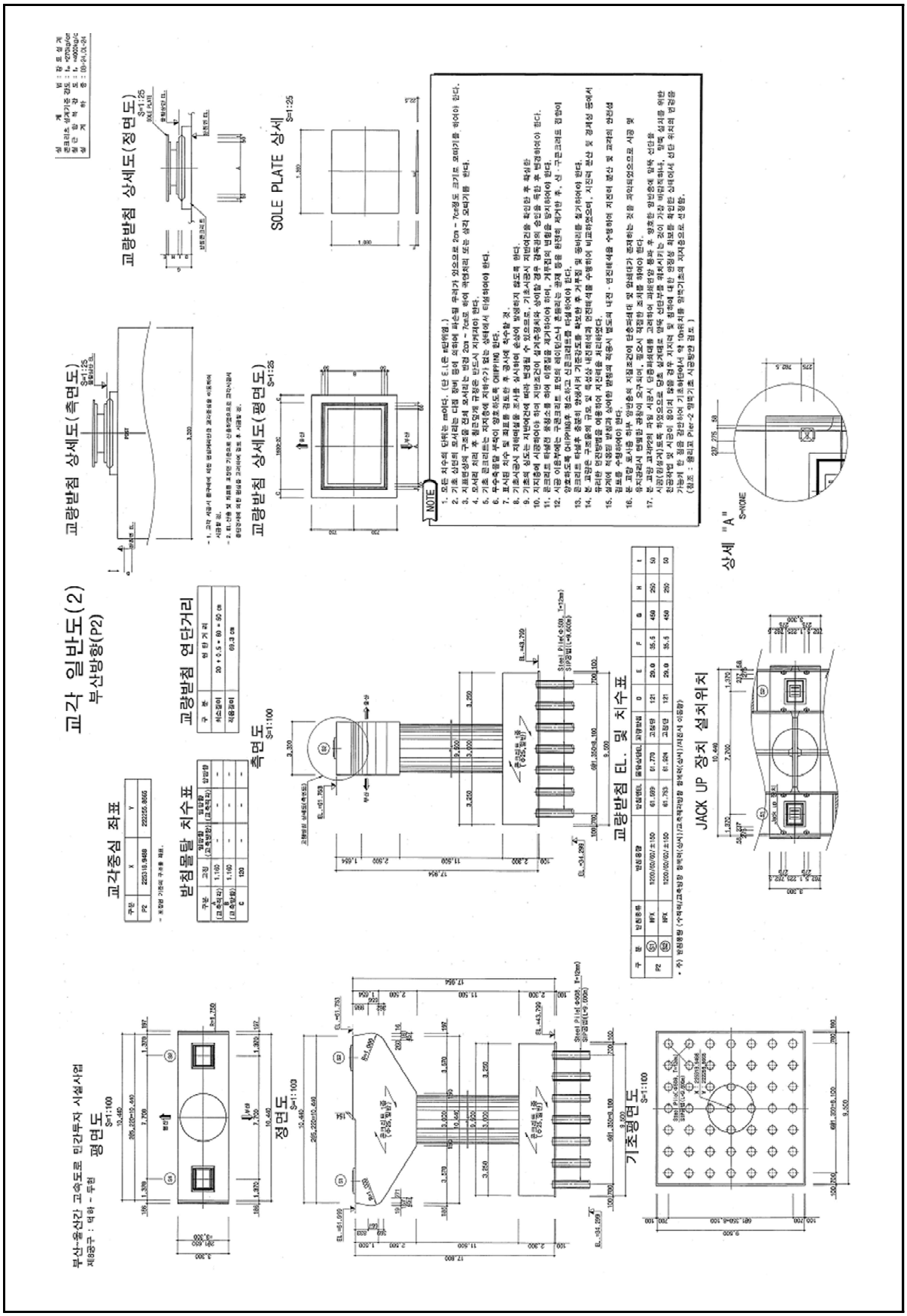
【그림 25.1.5】 교대 A1 일반도



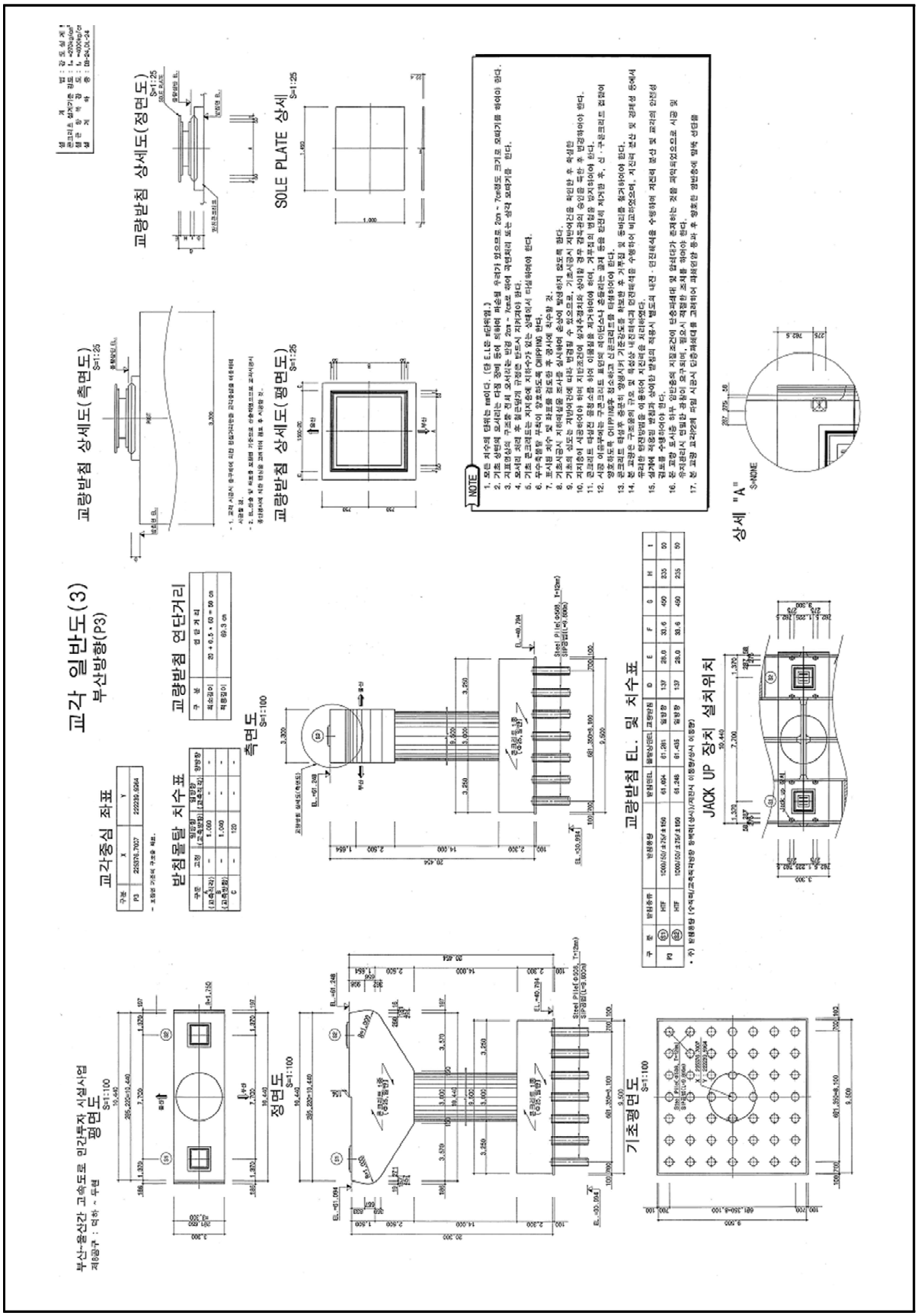
【그림 25.1.6】 교대 A1 일반도



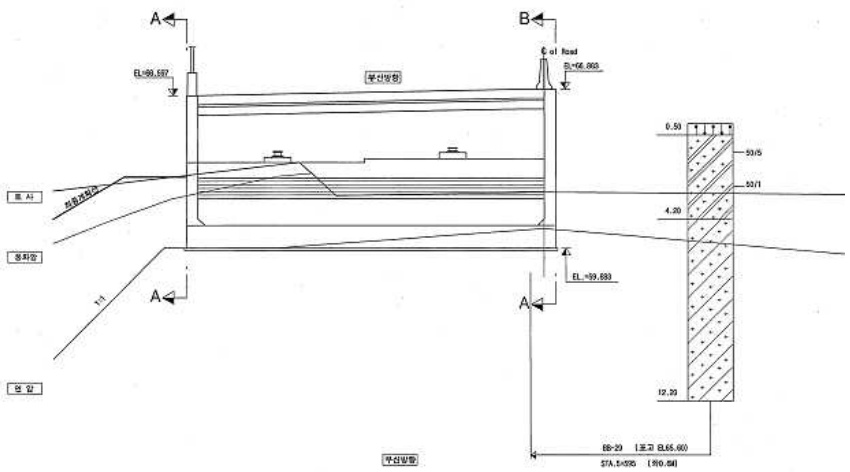
【그림 25.1.7】 교각 P1 일반도



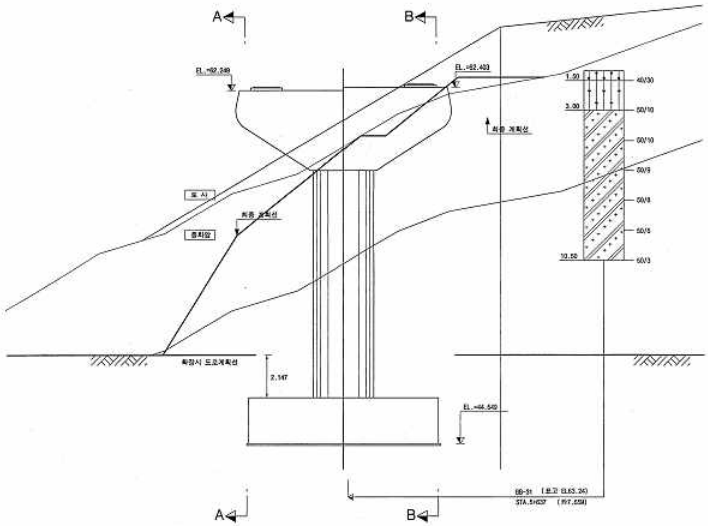
【그림 25.1.8】 교각 P2 일반도



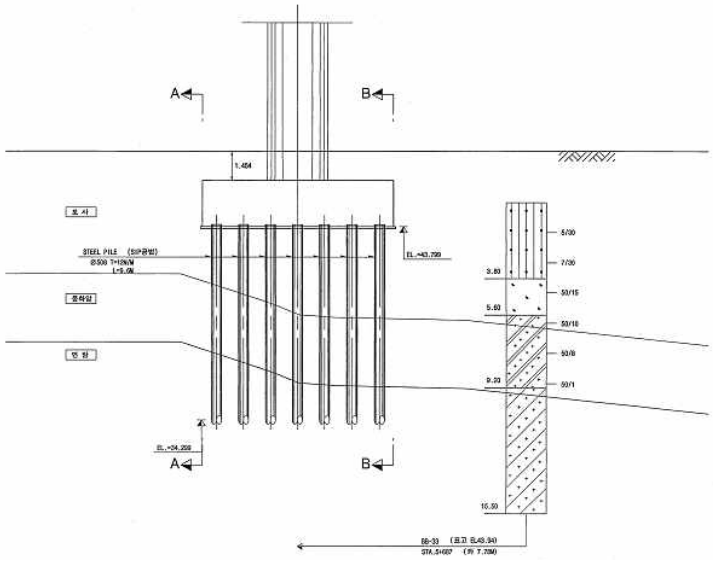
【그림 25.1.9】 교각 P3 일반도



교대 A1

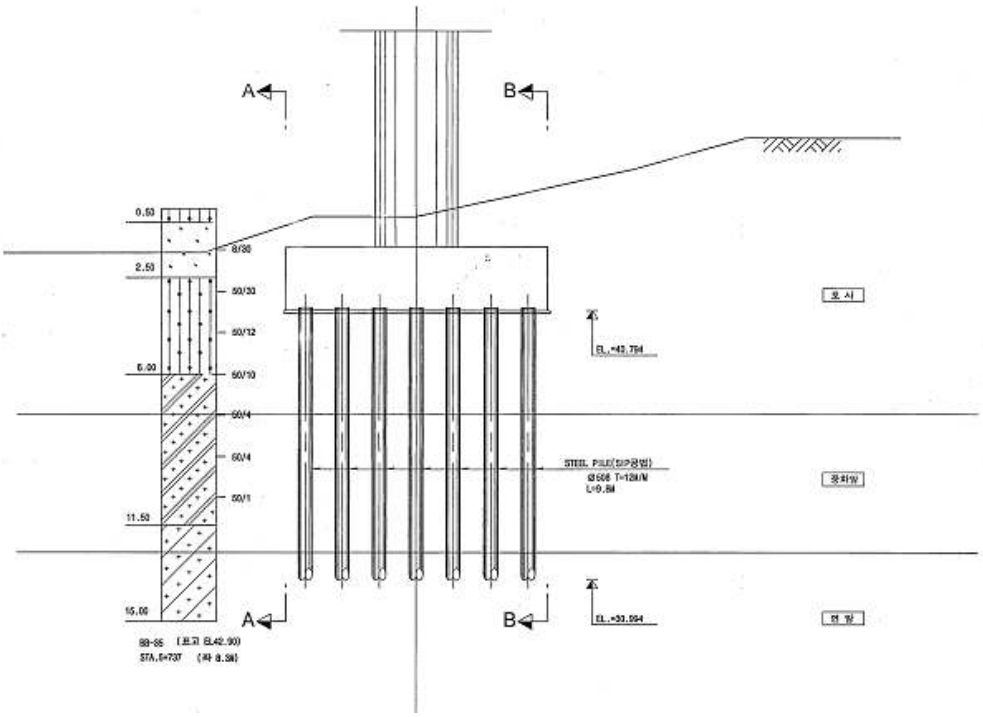


교각 P1

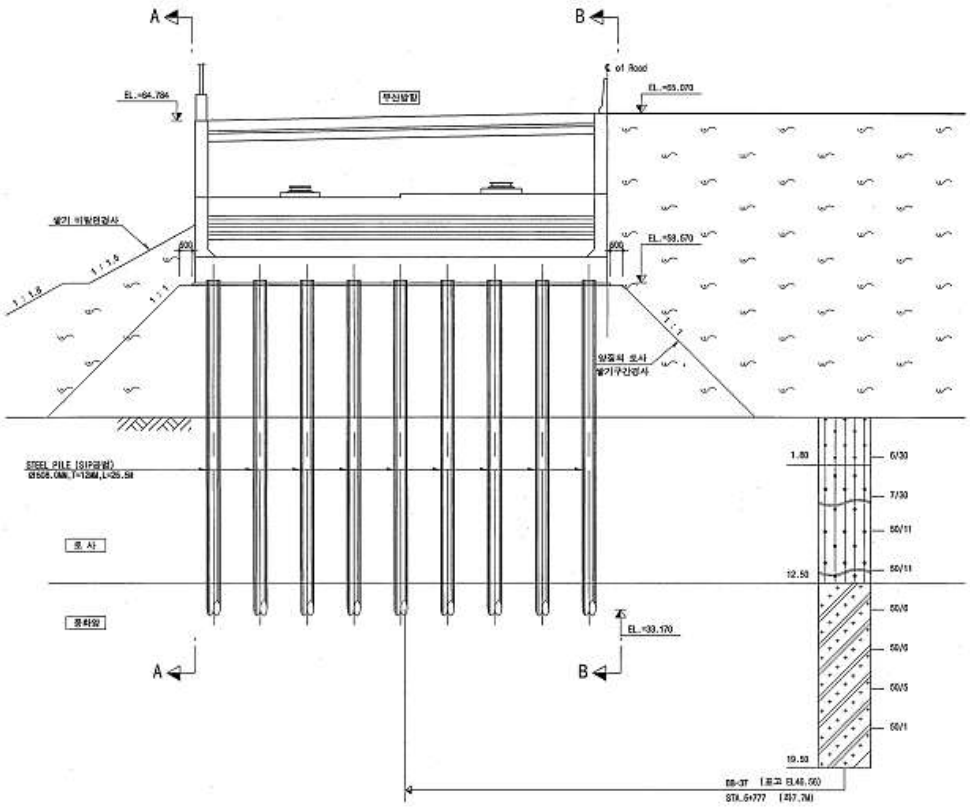


교각 P2

【그림 25.1.10】 지질 주상도



교각 P3



교대 A2

【그림 25.1.10】 지질 주상도(계속)

25.2 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.

25.2.1 자료수집 현황

【표 25.2.1】 자료수집 목록

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

25.2.2 설계자료 검토

가. 구조계산서 및 내진설계 요약

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>적용하중
및
사용재료</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">적용하중</th><th colspan="2">사용재료</th></tr>
<tr><th>상부</th><th>하부</th></tr>
<tr><td>◦ 고정하중
- L.M.C : 23.5kN/m3
- 철근콘크리트 : 25.0kN/m3
- 강 재 : 78.5kN/m3

◦ 활하중
- DB24, DL24, 탱크하중,
트레일러하중

◦ 기타
- 충격<15/(40+L)>, 원심하중,
차량횡하중, 제동하중 및 시동하중,
풍하중, 수압, 부력 및 양압력, 토압,
지진 등</td><td>◦ 콘크리트
- fck=27MPa

◦ 철근
- fy=400MPa

◦ 강재 주부재(SM490)
- fpu=190MPa(인장)
- fpy=110MPa(항복)

◦ 강재 부부재(SM400)
- fpu=140MPa(인장)
- fpy=80MPa(항복)</td><td>◦ 콘크리트
- fck=24MPa

◦ 철근
- fy=300MPa

◦ 뒷채움흙
- γs=2.0t/㎥
- ϕs=35(degress)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>설계법
및
하중조합</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">검토부재</th><th>설계법 및 하중조합</th></tr>
<tr><td rowspan="2">상부구조</td><td>바닥판</td><td>◦ 강도설계법
- 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 풍하중, 원심하중</td></tr>
<tr><td>Steel Box Girder</td><td>◦ 허용응력설계법
- 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교 대
교 각</td><td>◦ 허용응력설계법 : 안정검토 시
◦ 강도설계법 : 단면검토 시</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>검토결과</td><td>※ 상부구조 구조계산 검토결과 단면력(응력)이 설계강도(허용력) 이내이며 안전율은 1.0 이상임.
※ 하부구조 구조계산 검토결과 교대 및 교각은 안정하며, 구조 안전성을 확보하고 있는 것으로 나타남.</td></tr>
</table>

나. 토질 및 지반조사 자료검토

1) 지형

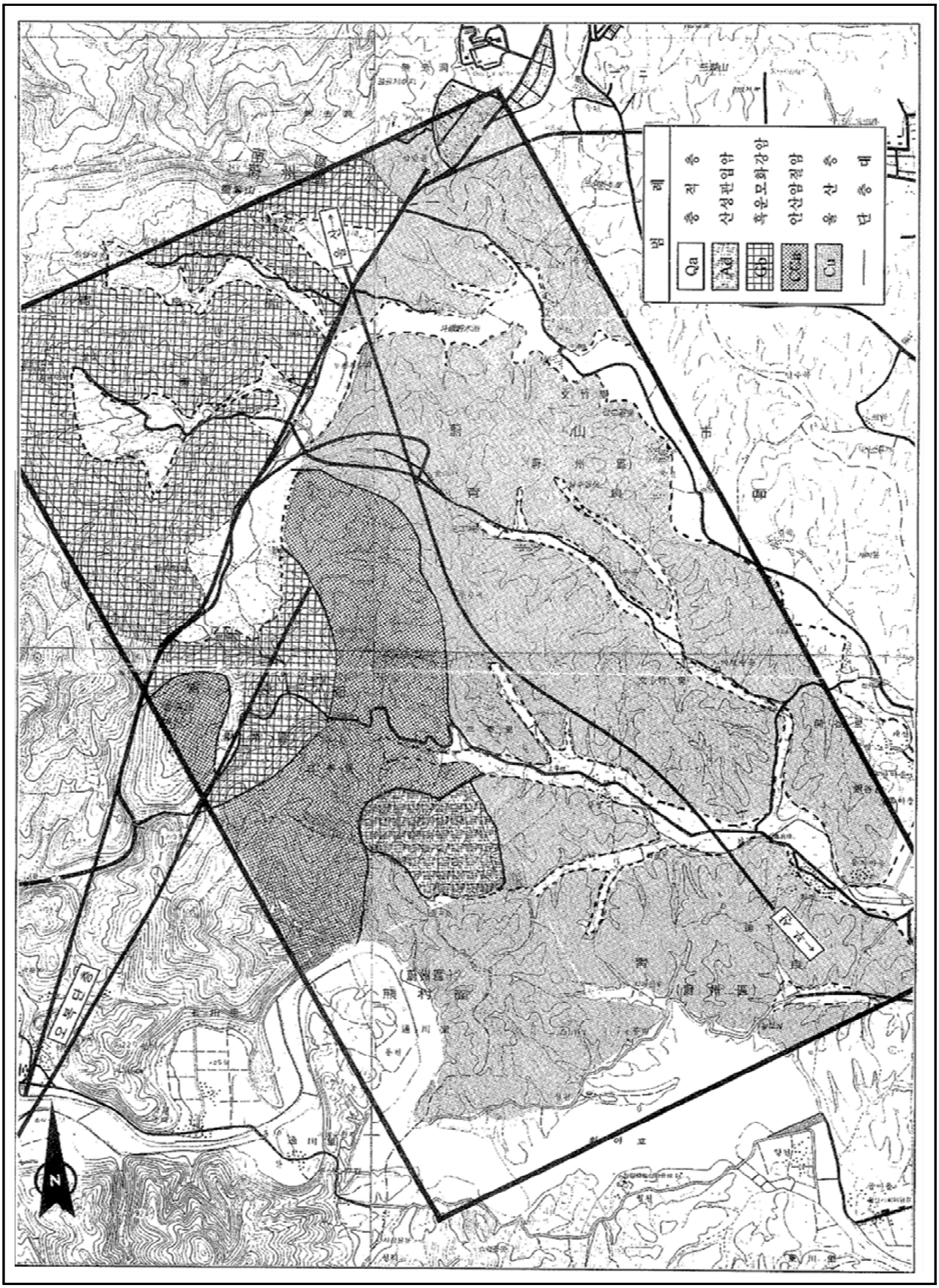
• 본 조사 지역은 행정 구역상 시점측은 울산광역시 울주군 청량면 덕하리이며, 종점측은 울주군 청량면 율리이다. 조사지역은 암종 분포에 따라 다양한 지형학적 특징을 갖는다. 즉 퇴적암이 분포하는 지역은 고도 200m 내외로 낮고 완만한 경사로 원통형의 구릉으로 발달하였으나, 화성암 계통의 산계는 250~540m 정도로 퇴적암 분포 지역에 비해 높고 경사가 급하며 산 정상부가 원뿔형의 산계를 보여주고 있다. 산계 형상은 암질의 형성 시기 및 암질 자체의 특성에 따라 풍화 정도의 차이가 뚜렷하다. 셰일층이 분포하는 지역은 화성암 계통이 분포된 지역에 비해 풍화 및 침식작용의 영향을 다량으로 받는 특성을 보이고 있다.

• 본 과업 지역의 수계 발달 상태는 계획 노선 주변으로 크고 작은 저수지 및 못들이 위치하고 있다. 특히 시점부 회야저수지와 종점부 두현저수지가 위치하고 있다. 그 외, 소규모의 못들이 위치하고 있어 복잡한 가지상 형태의 수계를 보여주고 있다. 각각의 못들은 경작을 위한 인위적으로 만들어진 것이다. 조사 지역에 발달된 구릉지는 과수원을 경작하고 있다.

2) 지질

• 조사 지역은 중생대 백악기 경상계에 속하는 지층으로서 크게 낙동통, 신라통 및 불국사통에 속하는 역암, 사암, 셰일, 이암, 이회암의 호층 및 상부 화산암류로 분포하며, 제4기에 속하는 충적층으로 대별할 수 있다.

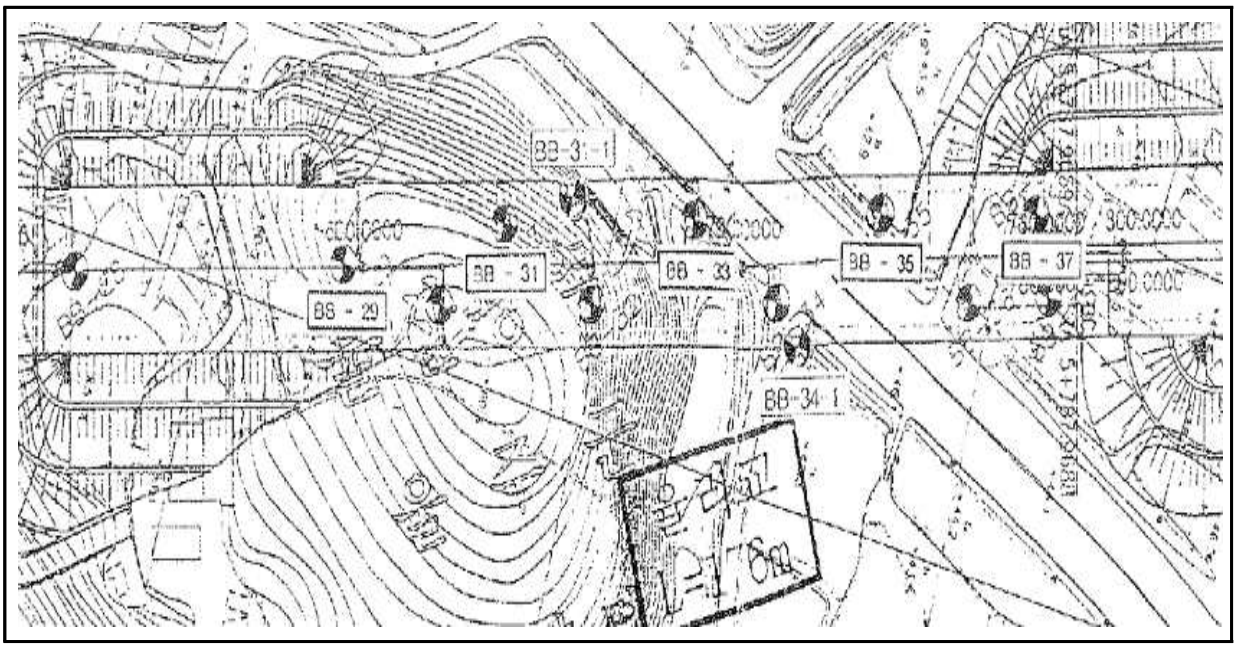
• 역암과 이와 호층을 이루는 사암, 이암으로 구성된 신라통은 조사 지역의 90%이상을 차지하고 있는 암종으로서 자색셰일, 셰일사암, 담회색사암으로 혼재된 퇴적암으로서 전형적인 층리의 발달을 보여주고 있다. 관입, 분출한 안산암질암은 계획 노선에 근접하여 남서부에 넓게 분포하고 있다. 불국사통에 속하는 흑운모화강암, 산성 관입암은 유천층군 하부를 이루는 안산암질암을 관입하여 발달하였으며, 계획 노선 중간 남부 및 종점부에 위치하고 있다. 제4기에 형성된 충적층은 산 능선과 능선 사이에 위치하며, 비교적 좁은 지역으로 형성되어 있다. 충적층 대부분 논, 밭의 경작지로 이용되고 있다.2) 시추조사 결과

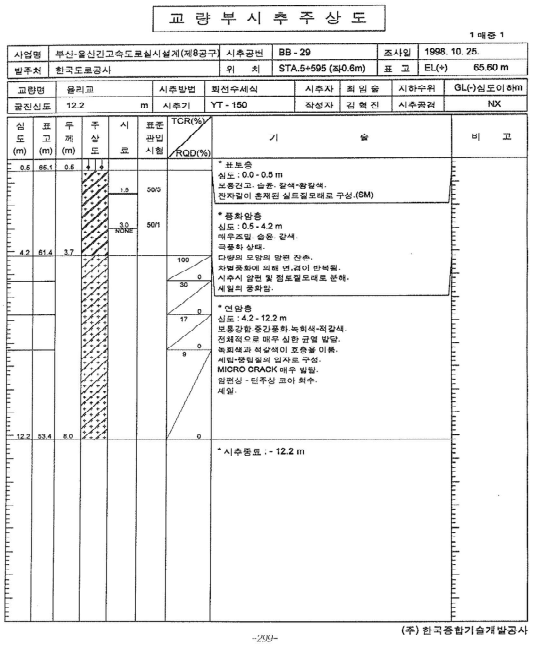

범례
충적층
Qa
산성편암
Ad
흑운모화강암
Gb
안산암질암
Cda
울산단층
Cu
단층
N

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

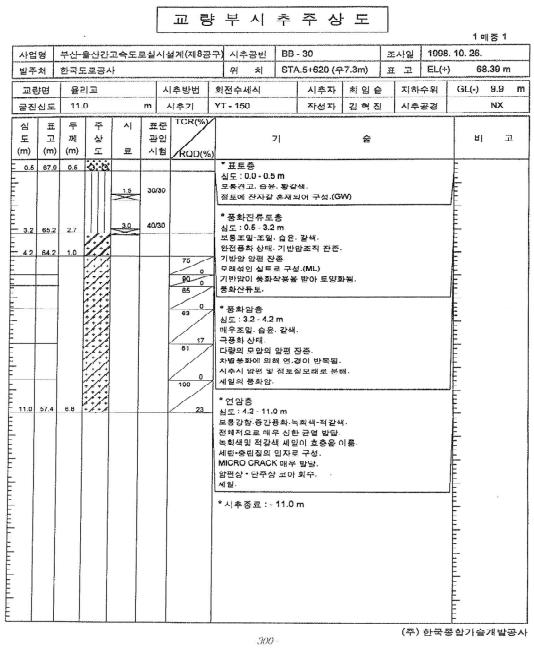
1) 지형

조사번호	조사위치	비고
BB-29	5+595	좌 0.6m
BB-30	5+620	우 7.3m
BB-31	5+637	좌 7.65m
BB-31-1	5+664	우 2.8m
BB-32	5+660	우 7.4m
BB-33	5+667	우 7.78m
BB-34	5+709	좌 6.88m
BB-34-1	5+710	우 21.0m
BB-34-2	5+704	좌 2.9m
BB-34-3	5+709	우 14.2m
BB-35	5+737	좌 8.3m
BB-36	5+759	우 8.4m
BB-37	5+777	좌 7.7m
BB-38	5+780	우 6.2m

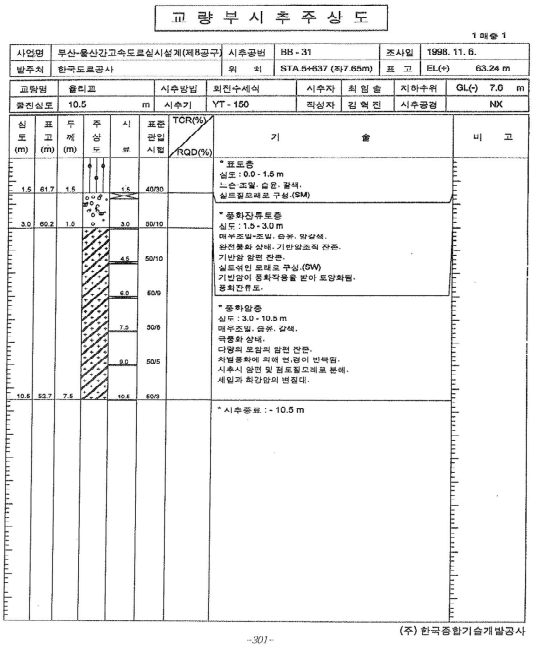




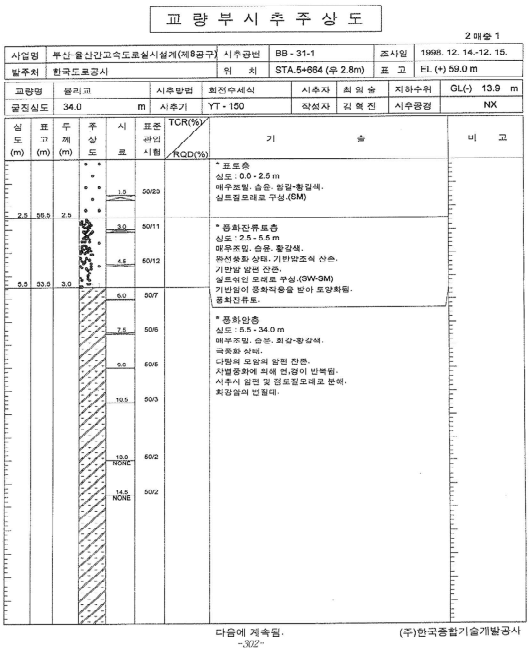
BB－29



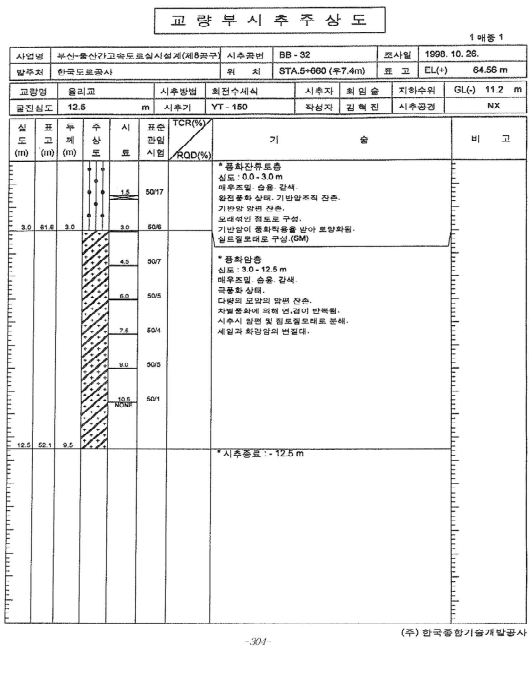
BB－30



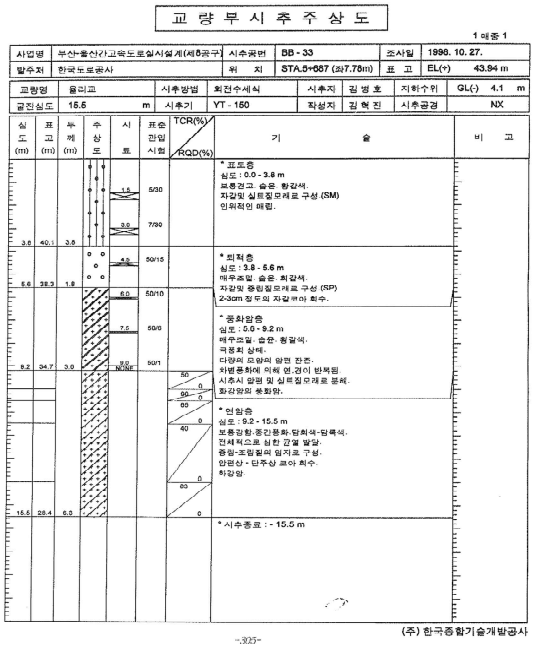
BB－31



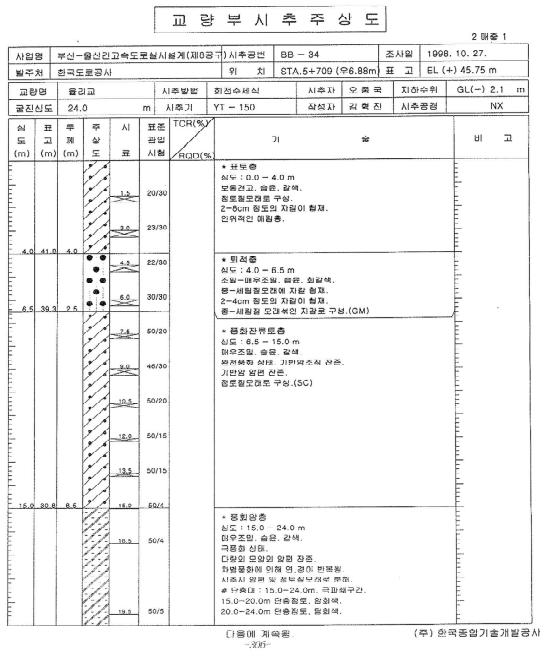
BB－31－1



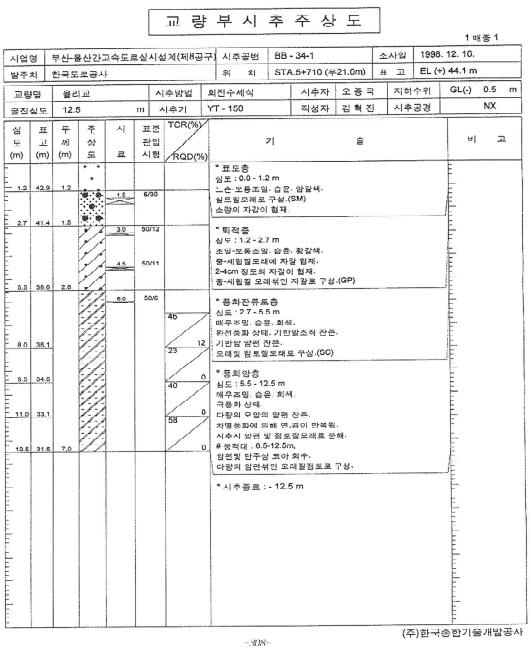
BB－32



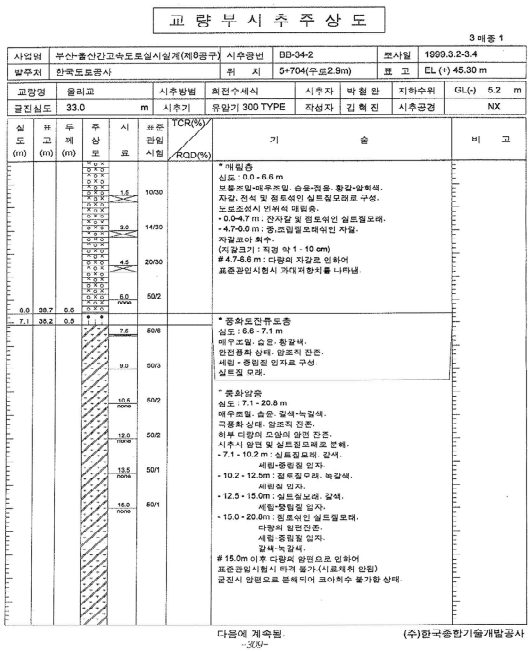
BB－33



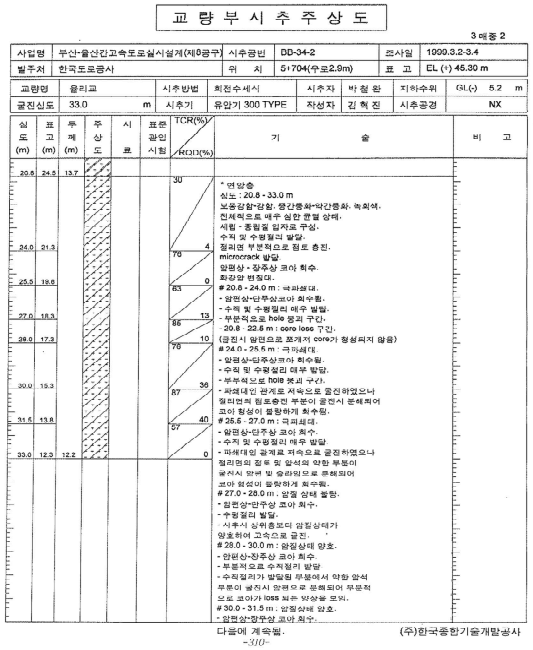
BB－34



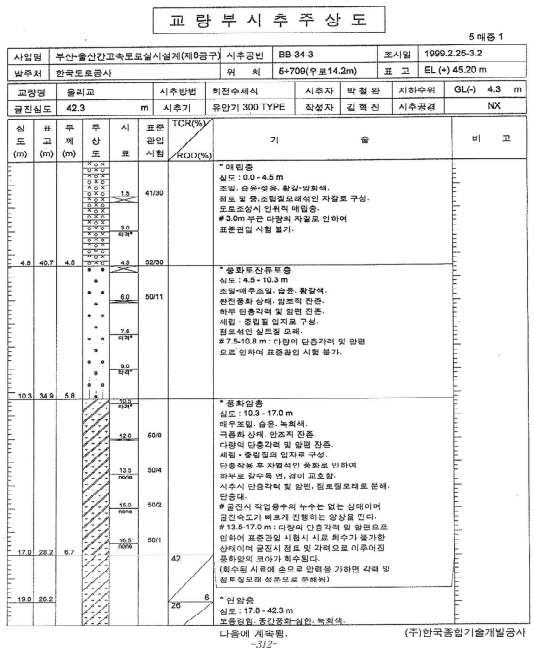
BB－34－1



BB-34-2(1)

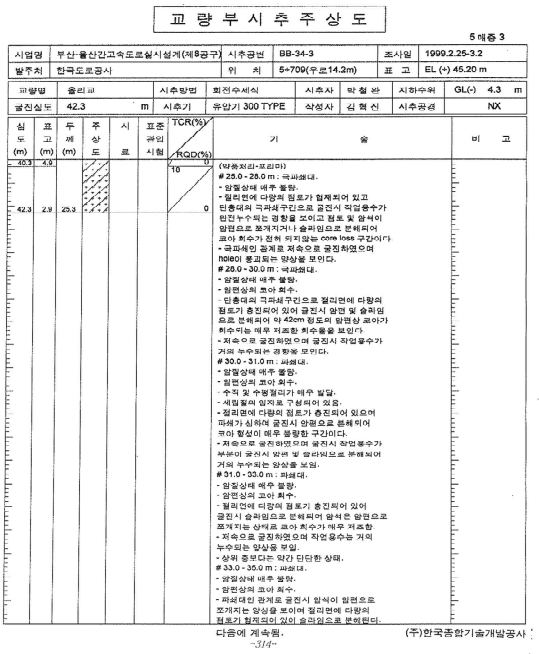


BB-34-2(2)



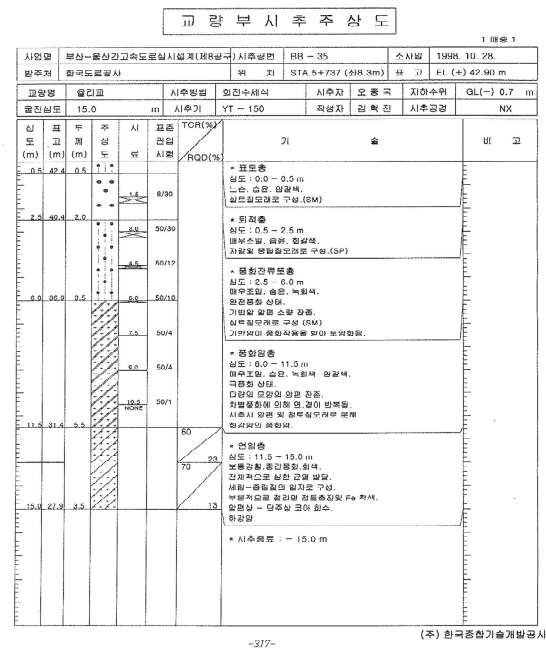
BB-34-3(1)

BB-34-3(2)

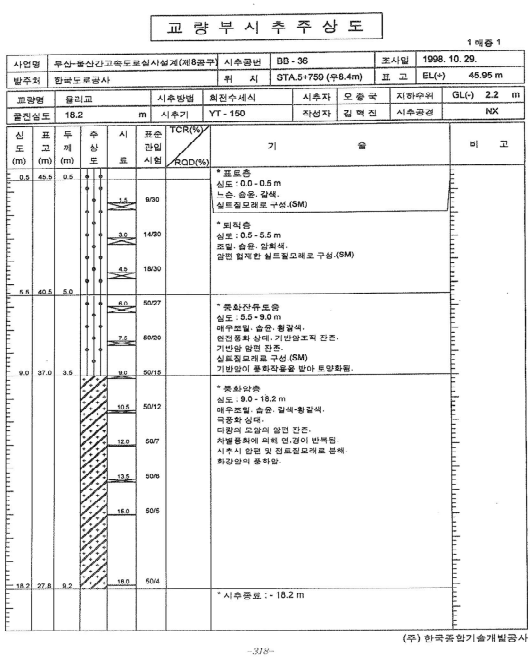


BB-34-3(3)

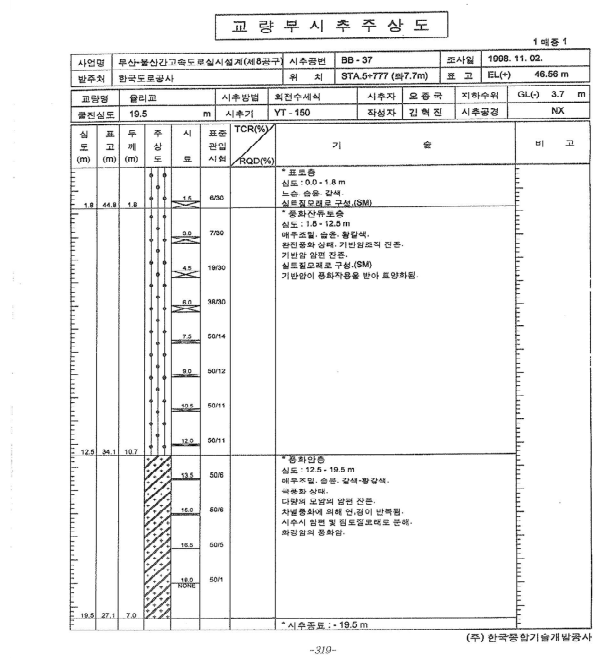
BB-34-3(4)



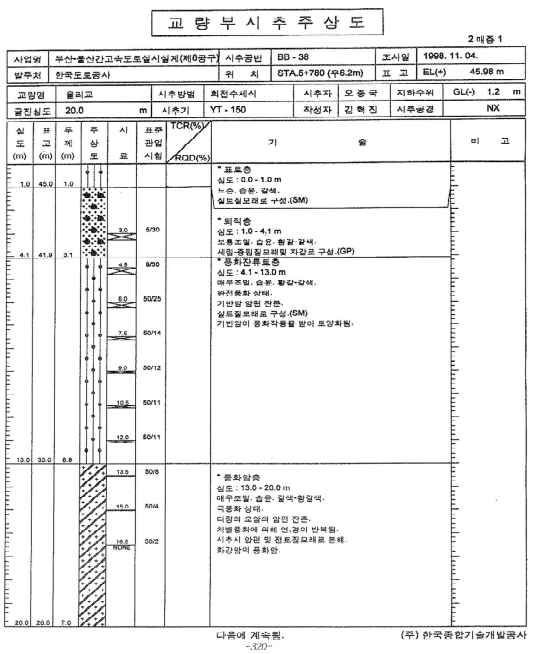
BB-35



BB-36



BB-37



BB-38

2) 시추조사 결과

구분 / 공번	표토층 (매립,전답.퇴적토층)			풍화잔류토층			풍화암층		연암층		경암층		계	SPT
	분포심도	층두께	토성	분포심도	층두께	토성	분포심도	층두께	분포심도	층두께	분포심도	층두께		
BB-29	0.0~0.5	0.5	SM	-	-	-	0.5~4.2	3.7	4.2~12.2	8.0	-	-	12.2	2
BB-30	0.0~0.5	0.5	GW	0.5~3.2	2.7	ML	3.2~4.2	1.0	4.2~11.0	6.8	-	-	11.0	2
BB-31	0.0~1.5	1.5	SM	1.5~3.0	1.5	SW	3.0~10.5	7.5	-	-	-	-	10.5	7
BB-31-1	0.0~2.5	2.5	SM	2.5~5.5	3.0	SW-SM	5.5~34.0	28.5	-	-	-	-	34.0	9
BB-32	-	-	-	0.0~3.0	3.0	SM	3.0~12.5	9.5	-	-	-	-	12.5	7
BB-33	0.0~5.6	5.6	SM,SP	-	-	-	5.6~9.2	3.6	9.2~15.5	6.3	-	-	15.5	6
BB-34	0.0~6.5	6.5	GM	6.5~15.0	8.5	SC	15.0~24.0	9.0	-	-	-	-	24.0	12
BB-34-1	0.0~2.7	2.7	SM,GP	2.7~5.5	2.8	SC	5.5~12.5	7.0	-	-	-	-	12.5	4

구 분 / 공 번	표 토 층 매립,전답.퇴적토층			풍화잔류토층			풍화암층		연암층		경암층		계	SPT
	분포심도	층두께	토성	분포심도	층두께	토성	분포심도	층두께	분포심도	층두께	분포심도	층두께		
BB-34-2	0.0~6.6	6.6	-	6.6~7.1	0.5	-	7.1~22.5	15.4	22.5~33.0	10.5	-	-	33.0	10
BB-34-3	0.0~4.5	4.5	-	4.5~10.3	5.8	-	10.3~17.0	6.7	17.0~42.3	25.3	-	-	42.3	7
BB-35	0.0~2.5	2.5	SM,SP	2.5~6.0	3.5	SM	6.0~11.5	5.5	11.5~15.0	3.5	-	-	15.0	7
BB-36	0.0~5.5	5.5	SM	5.5~9.0	3.5	SM	9.0~18.2	9.2	-	-	-	-	18.2	10
BB-37	0.0~1.8	1.8	SM	1.8~12.5	10.7	SM	12.5~19.5	7.0	-	-	-	-	19.5	12
BB-38	0.0~4.1	4.1	SM,SP	4.1~13.0	8.9	SM	13.0~20.0	7.0	-	-	-	-	20.0	10

2) 시추조사 결과분석

구 분	지 층 특 성
표토층	· 시추조사 BB-32를 제외한 지표면 상부에서 확인 · 0.5~6.6m 정도의 층후로 분포 · 통일 분류법에 의한 토성은 SM, GW로 분류되며, 매립층은 도로 조성시 인위적인 매립으로서 자갈로 구성
퇴적층	· 시추조사 BB-33, 34, 34-1, 35, 36, 38에서 GL.(-)0.5~4.0m 정도의 심도 · 1.5~10.7m 정도의 층후로 분포 · 통일 분류법에 의한 토성은 SP, SM, GP, GM 으로 분류 · 상대 밀도는 5~50회 정도로서 느슨~매우 조밀한 상태
풍화 잔류토층	· 시추조사 BB-29, 33, 37, 38을 제회한 GL.(-)6.6m 정도의 심도에서 확인 · 0.5~8.5m 정도의 층후로 분포 · 통일 분류법에 의한 토성은 ML, SW, SW-SM, SM, SC로 분류 · 상대 밀도는 8~50회 정도로서 느슨~매우 조밀한 상태
풍화암	· 조사 지역 전반에 걸쳐 GL.(-)0.5~15.0m 정도의 심도에서 확인 · 기반암은 사암/셰일과 화강암으로서 심한 풍화 상태 · 코아 회수율(TCR) = 0~58%, RQD = 0~12%
연암	· 시추조사 BB-31~32, 34, 34-1, 36~38을 제외한 GL(-)4.2~22.5m 정도의 심도에서 확인 · 기반암은 사암/셰일과 화강암으로서 중간 풍화 상태 · 단층 영향에 의한 파쇄 구간이 비교적 두껍게 존재, 단층점토가 회수

25.2.3 시설물 점검이력

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

【표 25.2.2】 영해1교(부산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03~ 2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 균열, 뒤채움부 침하 및 파손 등 · 배수시설 배수관 연결부 막힘, 배수관 부식, 배수관 고정대 탈락 등 · 난간 방호벽 균열, 중앙분리대 보수부 백태 및 줄눈부 백태, 접속부 침하 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열, 본체 부식, 유간토사퇴적 등 · 교량받침 탄성받침 고무패드 들뜸, 받침몰탈 균열, 받침콘크리트 균열 등 · 바닥판 캔틸레버 백태 및 박락, 균열, 들뜸 등 · 거더 도장 부식 등 · 2차부재 / 가로보 상태양호 · 교대 보수부 균열, 균열부백태, 실런트 균열, 파손 등 · 교각 코핑부 균열, 코핑부 교좌면 잔재물 청소 상태 미흡, 기둥부 식생 등 · 점검시설 점검통로 잔재물 청소 상태 미흡 등
2	정기 안전점검	2024.09.0~2024.12.30	한국도로공사	양호	• · 교면포장:균열등 · 난간및연석:균열,백태,박락,방음판파손및설치불량 · 배수시설:배수관고정대탈락등 · 신축이음:후타콘크리트균열,본체부식,유간토사퇴적,차수판볼트탈락등 · 바닥판:균열,균열부백태,망상균열,백태,박락등 · 거더:도장박리,현장이음부실링미처리등 · 2차부재:가로보상태양호 · 교량받침:받침콘크리트균열,받침몰탈균열,볼트부식 · 교대:균열,철근노출,파손,표면오염,보수부박락및들뜸,체수,실링재열화등 · 교각:균열,망상균열등
3	1종 성능평가	2024.02.23~ 2024.08.21	㈜엠케이에스이	B등급	-바닥판균열(Cw=0.3㎜미만),균열부백태,망상균열,백태,박락 -거더도장박리,실링미처리 -2차부재상태양호 -교대/교각균열(Cw=0.3㎜미만),균열(Cw=0.3㎜이상),철근노출,파손,체수등 -교량받침받침콘크리트균열,받침몰탈균열,볼트부식 -신축이음후타재균열,유간토사퇴적,차수판볼트탈락,하부누수 -교면포장포장균열 -배수시설배수관고정대탈락 -난간및연석균열(Cw=0.3㎜미만).균열(Cw=0.3㎜이상),백태,박락,방음벽파손등

【표 25.2.2】 영해1교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
4	정기 안전점검	2024.03.01~ 2024.06.30	한국도로공사	양호	난간및연석균열,백태등 배수시설배수관고정대탈락등 신축이음후타콘크리트균열,하부누수,유간토사퇴적,차수판볼트탈락등 교량받침플레이트볼트부식,받침콘크리트균열,받침몰탈균열등 바닥판균열부백태,망상균열,백태,박락등 교대흉벽들뜸,박락,실링재열화,표면오염등 교각균열,망상균열등
5	정기 안전점검	2024.03.01~ 2024.06.27	자체수행	양호	난간중분대균열등 신축이음유간토사퇴적,후타콘크리트균열등 교량받침받침콘크리트균열등 바닥판균열등 교대구체균열,접합부박락,흉벽들뜸등 교각코핑부균열등
6	정밀 안전진단	2023.02.21~ 2023.12.26	백양엔지니어링(주)	B등급	·바닥판 균열(Cw=0.3㎜미만), 균열부 백태, 망상균열, 백태, 박락 ·거더 도장박리, 실링미처리 ·2차부재 상태양호 ·교대/교각 균열(Cw=0.3㎜미만), 균열(Cw=0.3㎜이상), 철근노출, 파손, 체수 등 ·교량받침 받침콘크리트 균열, 받침몰탈 균열, 볼트부식 ·신축이음 후타재 균열, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 하부 누수 ·교면포장 포장 균열 ·배수시설 배수관 고정대 탈락 ·난간및연석균열(Cw=0.3㎜미만).균열(Cw=0.3㎜이상),백태,박락,방음벽파손등
7	정기 안전점검	2023.03.06~ 2023.06.14	자체수행	양호	· 난간중분대 균열(cw=0.3㎜미만), 백태 등 · 배수시설 배수관 고정대 탈락 등 · 신축이음 후타재 균열(cw=0.3㎜미만), 하부누수, 유간토사퇴적, 차수판 볼트 탈락 등 · 바닥판 균열부백태, 망상균열, 백태, 박락 등 · 교량받침 플레이트 볼트 부식, 받침콘크리트 균열, 받침몰탈 균열 등 · 하부구조 흉벽 들뜸, 박락, 실링재 열화, 표면오염 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열 등

【표 25.2.2】 영해1교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
8	정밀 안전점검	2022.04.07~ 2022.12.23	㈜엠케이 에스이	B등급	-교면포장상태양호 -방호벽균열(0.3㎜미만),백태 -배수시설고정대탈락 -신축이음후타재균열,하부누수(A1),유간부토사퇴적,차수판볼트체결불량 -바닥판미세망상균열,균열부백태,박락 -거더상태양호 -교량받침앵커볼트부식 -교대들뜸,박락,실링재열화,표면오염 -교각균열(0.3㎜미만),망상균열
9	정기안전점검	2022.05.16~ 2022.12.23	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고
10	정기안전점검	2021.12.15~ 2022.06.15	자체수행	양호	· 바닥판:미세망상균열,망상균열등... · 교량받침:받침콘크리트균열,앵커볼트부식등.. · 하부구조:흉벽균열,코핑부균열,코핑부망상균열등... · 신축이음:후타재균열,차수판볼트탈락 · 난간연석:균열백태,박락
11	정기안전점검	2021.06.28~ 2021.12.15	자체수행	양호	· 바닥판:미세망상균열,캔틸레버미세망상균열및백태 · 교량받침:받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만),앵커볼트부식,플레이트부식 · 하부구조(교대):흉벽균열(cw=0.3㎜미만,이상),접합부박락및실링재열화 · 하부구조(교각):코핑부균열(cw=0.3㎜미만)및망상균열 · 신축이음:후타재균열및차수판볼트탈락 · 난간연석:균열(cw=0.3㎜미만),백태,박락
12	정밀 안전점검	2020.05.27~ 2020.12.31	㈜엠케이 에스이	B등급	-방호벽균열(0.3㎜미만),백태,박락 -신축이음후타재균열,차수판볼트탈락 -바닥판미세망상균열,백태 -교량받침받침콘크리트균열,볼트부식,Plate부식 -교대균열(0.3mm내외),박락,실링재열화 -교각균열(0.3㎜미만),망상균열
13	정기안전점검	2020.06.30	자체수행	양호	양호함
14	정기안전점검	2019.10.30	자체수행	양호	거더녹발생 신축이음유간토사퇴적
15	1종 성능평가	2018.08.16~ 2019.08.21	㈜엠케이 에스이	B등급	-방호벽균열(0.3㎜미만),망상균열(0.3mm미만) -신축이음후타재균열 -바닥판유간부족(A2),균열(0.3mm미만) -거더내부현장이음부실링미처리 -교량받침받침몰탈균열 -교대균열(0.3mm미만),표면오염 -교각균열(0.3㎜미만),망상균열(0.3mm미만)

【표 25.2.2】 영해1교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
16	정기안전점검	2019.05.27~ 2019.05.27	자체수행	양호	-교좌장치받침콘크리트균열/신축이음후타균열 -교대기초부균열/ 차수판 볼트 탈락
17	정밀 안전점검	2018.08.16~ 2018.12.31	㈜엠케이 에스이	B등급	-방호벽균열(0.3㎜미만),망상균열(0.3mm미만) -신축이음후타재균열 -바닥판유간부족(A2),균열(0.3mm미만) -거더내부현장이음부실링미처리 -교량받침받침몰탈균열 -교대균열(0.3mm미만),표면오염 -교각균열(0.3㎜미만),망상균열(0.3mm미만)
18	정기안전점검	2018.05.04	자체수행	양호	- 양호함
19	정기안전점검	2017.12.05	자체수행	양호	- 양호함
20	정기안전점검	2017.06.15	자체수행	양호	- 양호함
21	정밀안전점검	2016.11.16~ 2016.12.30	씨엘엠건설(주)	A등급	상부구조인바닥판하면은균열(cw0.3mm미만)이확인되었으나누수및백태는없는것으로조사되었으며,주형(SteelBox)외부 · 내부도장상태,용접상태,볼트체결상태등은전체적으로양호한상태이다.하부구조인교각은 일부 균열(cw 0.3mm미만)이 조사되었으며, 교대 흉벽에 건조수축으로 인한 균열(cw 0.3mm이상)이 조사되었다. 대부분 주구조물에 발생되어있는 손상은 현재 하자담보 책임기간내에 있기 때문에 보수계획을 세워서 하자보수를 실시하고 하자보수시 cw 0.3mm이상 균열에 대해서 먼저 실시하는 것이 바람직할것으로 판단된다.
22	정기안전점검	2016.06.13	자체수행	양호	- 양호함
23	정기안전점검	2015.12.02	자체수행	양호	- 양호함
24	정기안전점검	2015.05.20	자체수행	양호	- 양호
25	정기안전점검	2014.11.13	자체수행	양호	양호
26	정기안전점검	2014.05.15	자체수행	양호	양호
27	정밀안전점검	2013.10.01~ 2013.12.03	자체수행	A등급	슬라브 벽태
28	정기안전점검	2013.06.17	자체수행	양호	양호
29	정기안전점검	2012.10.16	자체수행	양호	양호
30	정기안전점검	2012.03.20	자체수행	양호	양호
31	정기안전점검	2011.08.10~ 2011.08.16	자체수행	양호	양호
32	정기안전점검	2011.04.12~ 2011.04.13	자체수행	양호	이상없음
33	정기안전점검	2010.07.07~ 2010.12.08	자체수행	양호	신축이음부 포장과 후타이격, 난간부 미세균열 발생
34	정밀안전점검	2010.03.10~ 2010.05.09	자체수행	A등급	양호함
35	정기안전점검	2009.08.04~ 2009.11.25	자체수행	양호	이상없음
36	정기안전점검	2009.03.06~ 2009.06.30	-	양호	이상없음

25.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	•주요손상으로는 균열(cw=0.3mm미만), 균열부 백태, 망상균열 조사됨.	•조사된 바닥판 균열은 대부분 횡방향 및 2방향 형태를 띄고 있으며, 일부 균열에는 우수가 유입되어 백태를 유발시키고 있는 것으로 조사됨. 상기 손상은 건조수축 등의 콘크리트 성질에 기인해 발생한 비구조적 손상으로 판단되며, 내구성 저하 방지를 위해 표면보수를 실시한다면 구조물의 안전성 및 사용성에는 지장이 없을 것으로 판단됨.
STB Girder	•국부적인 도장박리가 조사됨.	•도장박리는 시공불량(전처리 미흡) 및 공용기간 증가로 노후화(부착강도 저하)에 의해 발생된 손상임. 도장박리부위 대부분은 도장의 상도층(마감층)만이 떨어져 나간 상태로서 강재에 미치는 영향은 적을 것으로 판단되나, 구조물의 장기적인 내구성 확보를 위해서는 재도장을 통한 유지관리가 요구됨.
가로보	•상태양호함.	-
교대	•주요손상으로는 균열, 철근노출이 조사됨.	•손상규모, 형상, 위치 등을 고려해 볼 때 구조적 원인에 의해 발생된 손상이라기보다 건조수축, 수화열 등에 발생된 미세균열로 판단됨. 또한 교대 A2 흉벽에서 조사된 망상균열은 온도변화 및 건조수축에 의해 발생된 것으로 손상규모는 경미한 것으로 조사됨. •교대 A1 좌측흉벽 하단부, 파손은 교대 A2 구체 우각부에서 조사되었으며, 콘크리트 피복두께 미확보 및 외부충격 등에 의한 것으로 판단됨
교각	•주요손상으로 코핑부에서 수평 및 수직형상을 띈 균열폭 0.1~0.3㎜ 수준의 균열 및 망상균열(5개소)이 국부적으로 조사됨.	•재료적 특성에 의한 비구조적 균열로 판단되므로 내구성 확보를 위한 표면보수가 필요함.
기초부	•교대 및 교각의 기초는 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사됨.	-

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	•주요손상으로 받침콘크리트 균열 및 받침몰탈, 볼트부식이 조사됨.	•균열은 미세균열로 수직방향의 형태를 보이고 있으며, 국부적으로 발생한 비교적 경미한 손상이나, 내구성 저하 방지를 위한 표면처리가 필요할 것으로 판단됨. •우수유입, 공용년수 증가에 따른 노후화 손상으로 부식 정도가 경미하여 부재의 제 기능에는 문제가 없을 것으로 보이나, 지속적인 열화발생시 기능성 저하가 우려됨에 따라 재도장을 통한 보수가 바람직할 것으로 판단됨.
신축이음	•후타재는 콘크리트의 경우 주행차량의 충격하중 및 재료적 특성에 의한 균열이 일부 종방향 형태로 발생한 것으로 확인됨.	•차량 주행성에는 이상이 없는 것으로 판단되며, 대부분 폭 0.2㎜ 이내의 미세균열로 즉각적인 보수조치 보다는 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다. 다만 손상확대 및 진전 시 보수가 필요함.
	•신축이음장치 2개소 모두 유간 토사퇴적이 조사됨.	•토사퇴적은 공용년수 증가에 따른 이물질 유입이 주원인으로 현재 신축이음장치에 기능을 상실한 상태는 아니나, 원활한 유지관리를 위해 청소를 실시하여 관리하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
교면포장	•주요손상으로 포장균열이 조사됨	•균열의 경우, 차량의 주행에 미치는 영향 및 균열보수 시 보수효과가 작은 점, 동일위치로 바닥판 하면의 누수, 백태와 같은 2차 손상이 없는 점 등을 고려해 볼 때, 당장의 부분적 보수는 비효율적이라 판단됨. 따라서, 정기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시하고, 향후 마모, 균열, 소성변형 등의 손상 확대 및 진전 시 일괄 보수를 실시함이 효율적일 것으로 판단됨.
배수시설	•S4경간에서 배수관 고정대 탈락이 1개소 조사됨.	•S4경간 육교형 배수관에서 조사되었으며, 공용중 노후화 및 설치미흡에 의해 탈락된 것으로 판단된다. 향후 반복적인 차량통행에 의한 차량진동, 풍향 등의 영향으로 배수관 고정이 불량해질 수 있으므로 보수계획에 맞춰 배수관 고정대 재설치하여 유지관리함이 바람직할 것으로 판단됨.
난간 및 연석	•주요손상으로 균열(cw=0.3mm미만, 이상)이 조사됨.	•콘크리트 타설 후 재료적 특성 및 온도변화에 따른 수축·팽창 등에 의해 발생된 비구조적 손상으로 현재로써는 지속관찰이 요구되며, 향후 주입 및 표면보호제 도포 등의 보수방안을 고려하여 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위			시험결과		평가의견
비파괴 강도 (㎫)	상부구조 (바닥판)		반발경도법	29.0~30.3		•설계기준강도대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨. •건전부대비 비건전부의 측정강도가 95%를 상회하여 콘크리트의 표면 품질저하는 경미한 것으로 판단됨.
			초음파전달속도법	30.7~31.9		
	하부구조	교대	반발경도법	24.6~25.6		
		교각		25.8~26.0		
		교대	초음파전달속도법	26.6~27.5		
		교각		26.4~26.6		
철근탐사 (㎜)	구 분			배근간격	피복두께	•전반적으로 단위길이당 철근수량을 만족하며 측정피복두께가 설계피복두께 및 배근간격은 일부구간 차이는 있으나, 전반적으로 양호한 것으로 분석됨.
	상부구조 (바닥판)		주철근	185~223	39~44	
			배력철근	87~120	40~52	
	하부구조	교대	주철근	225~268	99~116	
			배력철근	125~165	100~112	
		교각	주철근	100~145	100~105	
			배력철근	123~180	98~107	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조			34.2~35.7		•전 개소 'a등급' 으로 분석되어, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 판단됨.
	하부구조			89.6~92.1		
염화물 함유량시험 (kg/㎥)	상부구조			0.228		•상태평가 기준 "a" 로서, 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨.
	하부구조			0.228~0.244		
종합 평가	•비파괴강도 측정결과, 전 개소의 측정값이 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타났으며, 건전부 대비 비건전부의 측정압축강도가 95%를 상회하여 본 구조물의 콘크리트 품질은 양호한 것으로 판단됨. •탄산화 깊이 측정결과, 전개소에서 상태평가 "a" 로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근 부식의 우려가 없는 상태로 판단됨. •염화물함유량 시험결과 상부구조 1개소, 하부구조 2개소에서 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨.					

시 험 명	시험부위		시험결과	평가의견
강재 초음파탐상	맞대기 용접부		합격(16개소)	• 내부결함이 없는 1급(합격).
도막두께 (μm)	STB Girder	거더 내부	188.0~197.0	• 거더 내·외부 모두 표준도막두께를 상회하는 양호한 생태인 것으로 측정됨.
		거더 외부	253.0~275.0	
종합 평가	• 강재에 대한 초음파탐상 시험결과, 합격(Ⅰ등급) 판정되어 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 나타났으며, 도막두께 측정값은 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

<table>
<tr><th rowspan="2">구조물명</th><th colspan="2">상태평가 결과</th><th colspan="3">안전성평가 결과</th><th rowspan="2">종합평가 결과</th></tr>
<tr><th>환산결함도점수</th><th>기준</th><th colspan="2">S·F</th><th>기준</th></tr>
<tr><td rowspan="2">영해1교(부산)</td><td rowspan="2">0.194</td><td rowspan="2">B</td><td>상부 구조</td><td>1.0 이상</td><td>A</td><td rowspan="2">B</td></tr>
<tr><td>하부 구조</td><td>1.0 이상</td><td>A</td></tr>
<tr><td>종합평가</td><td colspan="6">•영해1교(부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B”로 평가됨
•안전성평가 결과 모두 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨
•상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 영해1교(부산)는 “B”로 평가됨</td></tr>
</table>

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

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면		균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	39.00	14.63	㎡	65	951	2
		균열부 백태	표면보수	1.60	0.60	㎡	65	39	2
		망상균열	표면보수	1,710.00	2565.00	㎡	65	166,725	2
		백태	표면보수	0.50	0.75	㎡	65	49	2
		박락	단면보수	0.70	1.05	㎡	240	252	2
STB 거더	내부	도장박리	재도장	0.02	0.03	㎡	80	2	2
		실링미처리	실링처리	61	61	개소	50	3,050	2
하부 구조	교대	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	15.70	5.89	㎡	65	383	2
		철근노출	단면보수(방청)	0.01	0.02	㎡	277	4	1
		파손	단면보수	0.01	0.02	㎡	240	4	2
		표면오염	표면보수	6.00	9.00	㎡	65	585	2
		보수부 박락	단면보수	0.24	0.36	㎡	240	86	2
		보수부 들뜸	단면보수	0.40	0.60	㎡	240	144	2
	교각	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	41.50	15.56	㎡	65	1,012	2
		균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	24.20	36.3	m	80	2,904	1
		망상균열	표면보수	5.89	8.84	㎡	65	574	2
교량받침		받침콘크리트 균열	표면보수	0.80	0.30	㎡	65	20	2
		받침몰탈 균열	표면보수	1.20	0.45	㎡	65	29	2
		볼트부식	재도장	1	1.00	개소	80	80	2

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축이음장치		유간 토사퇴적	청소	4.00	6.0	m	18	108	3
		차수판 볼트탈락	재체결	9	9	개소	10	90	3
		하부 누수	신축이음 교체	6.00	9.0	m	2,000	18,000	1
		신축이음부 차수대책	물받이 설치	16.2	24.3	m	100	2,430	1
기타 부재	배수 시설	배수관 고정대 탈락	재설치	1	1	개소	500	500	2
	난간 및 연석	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	38.10	14.29	㎡	65	929	2
		균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	1.20	1.8	m	80	144	1
		백태	표면보수	0.74	1.11	㎡	65	72	2
		박락	단면보수	2.66	3.99	㎡	65	259	2
순공사비 합계(천원)									199,424
제경비(순공사비×50%)									99,712
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위						35,223
			2순위						263,616
			3순위						297
개략공사비 총계(≒)									**299,137**

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

바. 종합결론

영해1교(부산)는 울산광역시 울주군 청량읍 율리에 위치한 부산울산선 상 (43.8㎞)의 고속도로 교량이며, 2008년 12월에 준공되었다. 시공사는 경남기업(주)이며, 설계하중은 DB-24(DL-24)로 확인되었다.

본 교량의 연장은 190.0m(4경간)이며, 폭은 15.4m(편도3차로)이다. 구조형식으로 상부구조는 Steel Box Girder(S1~S4경간)로 시공되었으며, 하부구조는 역T형 교대와 T형 교각으로 시공되었다. 또한 기초형식은 직접기초(교대, 교각) 및 강관말뚝기초(교대, 교각)로 시공되어 있다.

본 과업은 영해1교(부산)의 준공 이후 2회차 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함하여 외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

○ 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 균열(Cw=0.3㎜미만), 망상균열 등이 조사되었으며, 하중의 증가 및 내하력 저하에 따른 구조적 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 금회 상세조사를 통해 조사된 손상은 재료적 특성, 환경요인에 의해 발생된 비구조적 손상이 대부분인 것으로 확인되었다.

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

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

○ 교대에 대한 외관조사결과, 균열, 철근노출, 파손, 표면오염, 보수부 박락 및 들뜸 등이 조사되었으며, 신축이음부 우수 유입의 영향으로 대부분 흉벽에서 보수부 재손상 및 체수 등의 손상이 조사된 것으로 확인되었다. 균열은 교대 A1 흉벽(1개소)에서 수평방향 형태의 균열이 조사되었으며, 교대 A2 구체(1개소)에서 수직방향의 미세균열이 조사되었다.

○ 교각에 대한 외관조사결과, 코핑부에서 수평 및 수직형상을 띈 균열폭 0.1~0.3㎜ 수준의 균열 및 망상균열(5개소)이 국부적으로 조사되었다.

○ 교량받침, 신축이음은 온도변화에 따른 여유량 확인결과, 전개소에서 가동여유량이 양호한 것으로 조사되었으며, 그 외 방호벽 균열, 백태, 배수시설 고정대 탈락 등 일부 손상에 대해서 보수가 요구된다.

○ 콘크리트의 내구성조사결과 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화 등의 시험항목에 대

해서 설계기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었으며, 철근 깊이에서 염화물함유량 시험결과는 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태인 “a” 이상으로 평가되었다.

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

○ 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조(거더 및 바닥판) 및 하부구조(교대 및 교각)은 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상으로 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다.

○ 영해1교(부산)는 2008년에 준공되어 15년 이상의 공용기간이 경과한 교량시설물로서. 금회진단결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 중대결함 등은 발생되지 않은 것으로 조사되었다.

주요 손상으로 상부구조는 도장박리, 실링미처리가 조사되었고, 도장박리 및 실링미처리 손상에 대해서는 재도장 및 실링처리가 필요한 것으로 판단된다.

하부구조는 균열(Cw=0.3㎜미만), 균열(Cw=0.3㎜이상), 단면손상(보수부 박락, 들뜸 파손 등)이 조사되었고, 조사된 손상에 대해서는 표면보수 및 주입보수, 단면보수 등이 필요한 것으로 판단된다.

교량받침의 온도변화에 따른 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 거동상태는 양호한 것으로 검토되었다.

포장균열, 포장 망상균열은 주의관찰을 실시하며, 향후 마모, 균열, 소성변형 등의 손상 확대 및 진전 시 일괄 보수를 실시하고, 배수시설 고정대 탈락은 재설치 및 청소가 요구된다.

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

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

25.2.5 시설물 보수 이력

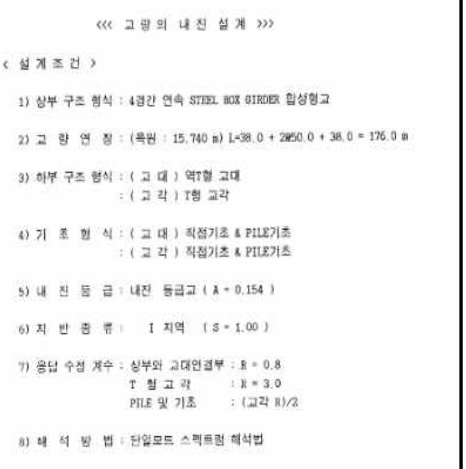
【표 25.2.3】 영해1교(부산) 보수이력사항

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강공법/내용	공사금액(원)
보수	2018.11.01 ~ 2018.12.26	김병우	㈜예일개발	2018년 부산포항선 교량 보수공사	신축이음 A1 신축이음 교체(No.100)	18,561
보수	2019.09.18. ~ 2019. 12. 31	이효찬 안전팀	CS청산건설(주)	구조물 정밀안전진단 및 점검 보수공사	거더, 교량받침, 교대, 방호벽 씰링처리, 표면처리	580
보수	2023.05.23 ~ 2023.07.17	박준형	진양건설(주)	구조물 정밀안전점검 결함사항 보수공사	교대, 교각, 교량받침 들뜸 박락 단면보수, 균열, 망상균열 표면보수, 교량받침볼트 재도장	450
보수	2024.05.13.~ 2024.08.30	백양엔지니어링(주)	태정산업개발(주)	2024년~2025년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	교대 등 단면보수 등	3,205
※ 시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조 ※ 전차 정밀안전점검(2022년) 자료 참조						

25.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

영해1교(부산)에 대한 내진설계 자료는 『부산~울산간 고속도로 건설공사 구조 계산서(Ⅰ)-제9공구』을 참고하여 작성하였다.

【표 25.2.4】 내진설계 여부

적용유무	내진설계	비고
내진설계 적용	◦ 해석방법 - 단일모드 스펙트럼 ◦ 설계대상 부재 - 교각, 교량받침 ◦ 내진설계 상수 내진등급 : 내진 1등급 가속도계수 : 0.154 지반종류 : Ⅰ지역 (S=1.00)	

※작용수평력은 응답수정계수가 고려된 값임.

【표 25.2.5】 하중의 조합 및 수정 설계력

구분		Fx (t)	Fz (t)	Mx (t.m)	Mz (t.m)	Mt (t.m)
A1	교축방향	0.000	-	-	0.000	-
	교축직각	-	31.281	0.000	-	
	CASE 1	0.000	9.384	0.000	0.000	0.000
	CASE 2	0.000	31.281	0.000	0.000	0.000
MAXIMUM VALUE (수정 설계력)		0.000 (0.000)	31.281 (31.281)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000
P1	교축방향	0.000	-	-	0.000	-
	교축직각	-	255.711	4500.515	-	
	CASE 1	0.000	76.713	1350.154	0.000	1350.154
	CASE 2	0.000	255.711	4500.515	0.000	4500.515
MAXIMUM VALUE (수정 설계력)		0.000 (0.000)	255.711 (255.711)	4500.515 (1500.172)	0.000 (0.000)	4500.515
P2	교축방향	737.800	-	-	12620.000	-
	교축직각	-	411.441	7035.633	-	-
	CASE 1	737.800	123.432	2110.690	12620.000	12795.289
	CASE 2	221.340	411.441	7035.633	3786.000	7989.614
MAXIMUM VALUE (수정 설계력)		737.800 (737.800)	411.441 (411.441)	7035.633 (2345.211)	12620.000 (4206.667)	12795.289
P3	교축방향	0.000	-	-	0.000	-
	교축직각	-	337.721	6754.416	-	-
	CASE 1	0.000	101.316	2026.325	0.000	2026.325
	CASE 2	0.000	337.721	6754.416	0.000	6754.416
MAXIMUM VALUE (수정 설계력)		0.000 (0.000)	337.721 (337.721)	6754.416 (2251.474)	0.000 (0.000)	6754.416
A2	교축방향	0.000	-	-	0.000	-
	교축직각	-	47.969	0.000	-	-
	CASE 1	0.000	14.391	0.000	0.000	0.000
	CASE 2	0.000	47.969	0.000	0.000	0.000
MAXIMUM VALUE (수정 설계력)		0.000 (0.000)	47.969 (47.969)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000

= CASE 1 : Value = 1.0 × 교축방향 결과값 + 0.3 × 교축직각 결과값
= CASE 2 : Value = 0.3 × 교축방향 결과값 + 1.0 × 교축직각 결과값

= Moment의 Max. Value는 Mt가 최대인 Case의 Mx, Mz의 값을 적용함.

25.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

25.2.8 주변환경 및 하중변화

영해1교(부산)는 울산광역시 울주군 청량읍 율리에 위치하며 국도7호선을 횡단(S2~S3)하는 부산울산고속도로의 본선 교량이며 인접 아파트 밀집지역의 소음을 고려하여 콘크리트 방호벽(H=1.05m) 상단에 방음벽(H=0.9m)이 시공된 것으로 확인되었다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 위탁관리기관인 한국도로공사 울산지사에 본 교량 상부에 시공된 방음벽의 도면과 방음벽의 시공에 따른 추가 사하중·풍하중 등을 고려한 구조해석자료가 입력·보관되지 않은 것으로 확인되었으나 2018년 실시한 정밀안전진단 시 상부방음벽을 고려한 구조해석을 실시한 것으로 검토되었다.

기타 준공시와 변화된 하중의 변화는 상기에서 언급한 방음벽을 제외한 사항 외는 없는 것으로 조사·검토되었으며, 주변현황의 변화도 없는 것으로 확인되었다.

하부 교차 시설 전경

상부 전경

【사진 25.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

25.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 25.2.6】 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	◇부재별 중점손상 – 바닥판 균열 및 망상균열 백태 박락 – 거더 내부 도장박리 – 교대 균열, 철근노출, 파손 파손, 보수부 박락, 들뜸 등 – 교각 균열 및 망상균열 – 교량받침 균열 및 볼트 부식 – 신축이음 하부 누수	◇전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교・검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇보수・보강 이력 – 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇전구간 하자보수 ◇내진보강	◇보수부위의 상태점검을 통하여 보수공법의 적정성 및 재손상 발생여부 등을 확인. ◇보수공법 효과성 확인을 통하여 합리적인 보수방안 도출.

25.3 현장조사

25.3.1 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~S4	도보 및 굴절작업차, 드론	2025.03.24.~2025.12.17.	

굴절작업차 작업전경

드론점검 작업전경

비파괴시험

비파괴시험

【사진 25.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

25.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 영해1교(부산)는 Steel Box Girder 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 약 L=190.0m 폭 15.4m(편도 3차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

바닥판하면 전경 #1

바닥판하면 전경 #2

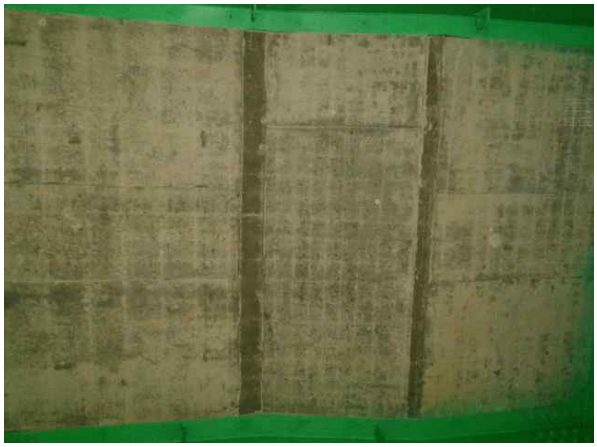
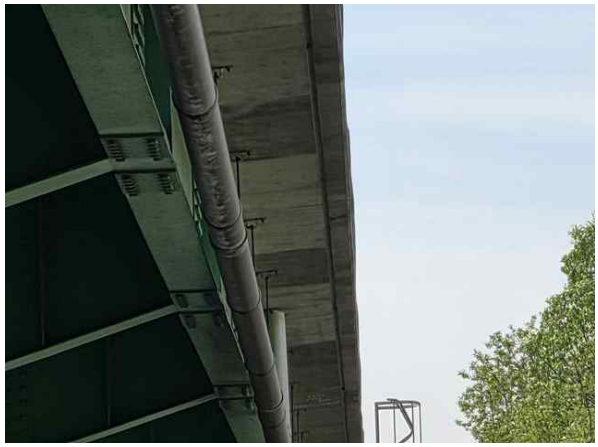
【사진 25.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 망상균열, 박락, 백태 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 25.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	297.50	28	-	-	-	-
S2	27.00	45	0.15	1	540.00	48	-	-	-	-
S3	24.00	40	-	-	540.00	48	-	-	0.30	7
S4	9.00	15	0.25	1	315.00	28	0.70	2	-	-
합계	**60.00**	**100**	**0.40**	**2**	**1,692.50**	**152**	**0.70**	**2**	**0.30**	**7**

			
손상현황	• S1 망상균열(2.0×5.0×14)	손상현황	• S2 균열부백태(0.1×0.6)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 시공초기 균열부 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S2 망상균열(2.0×5.0×12)	손상현황	• S2 망상균열(2.0×5.0×24)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S2 백태(0.1×0.5)	손상현황	• S2 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 시공초기 균열부 습기흡착 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 25.3.3】 바닥판하면 손상현황

손상현황	• S2 백태(0.2×0.5)	손상현황	• S3 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 시공초기 균열부 습기흡착 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S3 망상균열(2.0×5.0×12)	손상현황	• S3 망상균열(2.0×5.0×24)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S3 백태(0.1×0.5)	손상현황	• S3 백태(0.2×0.2)
원 인	• 시공초기 균열부 습기흡착 등	원 인	• 시공초기 균열부 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 25.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

손상현황	• S3 백태(0.1×0.5)	손상현황	• S4 망상균열(2.5×5.0×14)
원 인	• 시공초기 균열부 습기흡착 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S4 망상균열(2.5×5.0×14)	손상현황	• S4 망상균열(2.5×5.0×14)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S4 박락(0.5×1.0)	손상현황	• S4 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 다짐불량, 공용중 열화 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 25.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 망상균열, 박락, 백태 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 균열(0.3㎜미만)이 조사되었고, 균열부백태, 백태는 일부 보수된 상태이며, 망상균열 구간은 일부 균열로 손상명을 변경 하였다.

【표 25.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	39.00	65	60.00	100	▲ 21.00	신규손상 손상명변경
	균열부백태	㎡	1.60	2	0.40	2	▼ 1.20	일부보수
	망상균열	㎡	1,710.00	152	1,692.50	152	▼ 17.50	손상명변경
	박락	㎡	0.70	2	0.70	2	- -	변동없음
	백태	㎡	0.50	8	0.30	7	▼ 0.20	일부보수

4) 검토의견

■ 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 균열부백태, 백태의 경우 거푸집 조기탈거, 시공초기 온도변화와 손상부 우수유입 및 환경적 요인 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

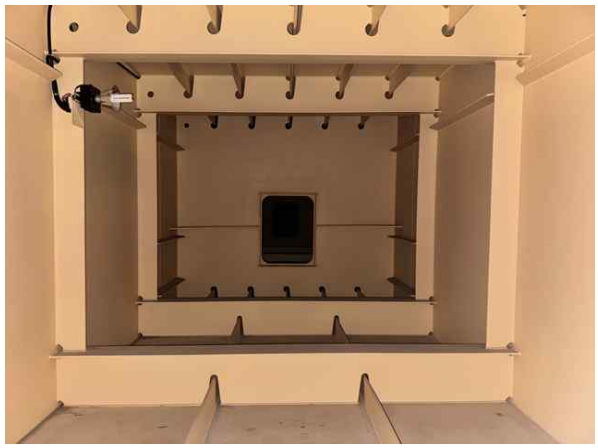
■ 조사된 박락 구간은 시공불량 및 품질관리 미흡 등에 의한 손상으로 내구성 저하 방지를 위해 단면보수가 필요하다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 영해1교(부산)는 2열의 Steel Box Girder형식에 총연장 190.0m(35.0+2@60.0+35.0)로 시공되어 있으며, 거더의 좌·우측에는 바닥판 지지를 위한 가로보(Cross Beam)와 세로보(Stringer)가 설치되어 있다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

거더외부 전경



거더내부 전경

【사진 25.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

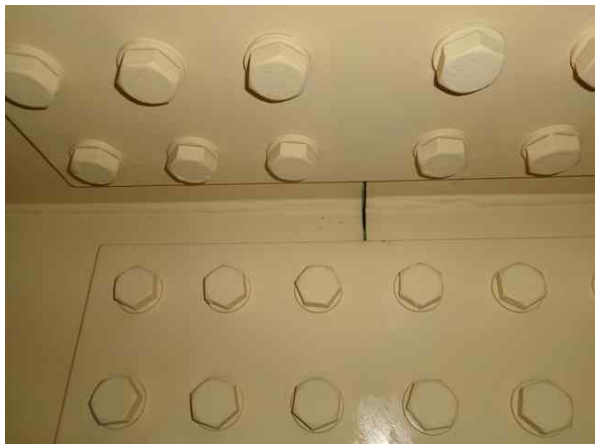
- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 상태로 확인되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 실링미처리 등의 손상이 조사되었다.

【표 25.3.3】 거더외부 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
합계	-	-

【표 25.3.4】 거더내부 외관조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		실링미처리 (EA/개소)	
S1	-	-	-	-
S2	0.02	1	24.00	24
S3	-	-	28.00	28
S4	-	-	12.00	12
합계	**0.02**	**1**	**64.00**	**64**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• 거더외부 상태양호</td><td>손상현황</td><td>• 거더외부 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• –</td><td>조치방안</td><td>• –</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• 거더내부 S2-G2 도장박리(0.2×0.1)</td><td>손상현황</td><td>• 거더외부 S2-G1 실링 미처리</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 전처리미흡, 습기흡착 등</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 재도장</td><td>조치방안</td><td>• 실링</td></tr>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• 거더외부 S4-G1 실링 미처리</td><td>손상현황</td><td>• 거더외부 S4-G1 실링 미처리</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡 등</td><td>원 인</td><td>• 시공미흡 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 실링</td><td>조치방안</td><td>• 실링</td></tr>
</table>

【사진 25.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 거더내부 도장박리, 실링미처리가 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 실링 미처리가 추가 확인되었다.

【표 25.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-
거더내부	도장박리	㎡	0.02	1	0.02	1	- -	변동없음
	실링미처리	EA	61.00	61	64.00	64	▲ 3.00	신규손상

4) 검토의견

■ 거더내부에서 조사된 도장박리의 경우 시공불량(전처리 미흡) 및 공용기간 증가로 노후화(부착강도 저하), 시점부 스캘럽(Scallop) 및 현장이음부(Splice) 틈을 통해 유입된 우수에 의해 발생된 손상이다. 도장박리부위 대부분은 도장의 상도층(마감층)만이 떨어져 나간 상태로서 강재에 미치는 영향은 적을 것으로 판단되나, 구조물의 장기적인 내구성 확보를 위해서는 재도장을 통한 유지관리가 요구된다.

■ 실링미처리 구간은 현장이음부(Splice)에서 조사되었으며, 작업자의 안전과, 틈을 통해 우수 유입시 부식 등의 강재손상이 우려되므로 실링처리를 통한 유지관리가 필요하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 좌굴방지 및 상부 하중을 횡분배 시켜주는 가로보(Cross Beam)와 세로보(Stringer)가 설치되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

가로보 전경 #1	가로보 전경 #2

【사진 25.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 상태로 조사되었다.

【표 25.3.6】 가로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
합계	-	-

손상현황	• 가로보 및 세로보 상태양호	손상현황	• 가로보 및 세로보 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –
손상현황	• 가로보 및 세로보 상태양호	손상현황	• 가로보 및 세로보 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 25.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 신규 손상 및 기존손상은 없는 상태로 확인되었다.

【표 25.3.7】 가로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 가로보 및 세로보의 외관조사 결과, 틀림에 의한 좌굴이나 구조물에 안전성에 영향을 미칠만한 중요손상은 발생하지 않은 상태로 확인되었다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 역T형의 철근콘크리트 구조로서 기초는 직접기초(A1) 및 강관말뚝기초(A2) 형식으로 시공되어 있으며, 교대 A2 전면에는 법면 보호블럭이, 교대 A1 전면에는 토사다짐 되어있는 것으로 확인되었다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)

교대 전경(A2)

【사진 25.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 보수부 들뜸, 실링재 열화, 체수, 파손, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 25.3.8】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		보수부 들뜸 (㎡/개소)		실링재 열화 (m/개소)		체수 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)	
A1	15.0	1	-	-	-	-	6.50	3	-	-	6.00	2
A2	0.70	1	0.40	1	5.00	1	-	-	0.01	1	-	-
합계	**15.70**	**2**	**0.40**	**1**	**5.00**	**1**	**6.50**	**3**	**0.01**	**1**	**6.00**	**2**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A1 표면오염(2.0×1.5)</td><td>손상현황</td><td>• A1 표면오염(2.0×1.5)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 신축이음 하부 우수유입 등</td><td>원 인</td><td>• 신축이음 하부 우수유입 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>• A1 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• A1 균열(0.3㎜미만)</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>• A1 상면 체수</td><td>손상현황</td><td>• A2 균열(0.3㎜미만)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입, 신축이음 하부 누수 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 25.3.9】 교대 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 보수부 들뜸(0.2×2.0)</td><td>손상현황</td><td>• A2 박락 보수</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 보수미흡, 습기흡착, 공용중 열화 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>• A2 실링재 열화</td><td>손상현황</td><td>• A2 실링재 열화</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 공용중 열화 등</td><td>원 인</td><td>• 공용중 열화 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 실링</td><td>조치방안</td><td>• 실링</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 철근노출 보수</td><td>손상현황</td><td>• A2 파손(0.1×0.1)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• 외부 충격 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• –</td><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr>
</table>

【사진 25.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 표면오염, 녹물흔적, 백태 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 없는 것으로 조사되었다.

【표 25.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3㎜미만)	m	15.70	2	15.70	2	- -	변동없음
	철근노출	㎡	0.01	1	-	-	▼ 0.01	전구간보수
	보수부 박락	㎡	0.24	1	-	-	▼ 0.24	전구간보수
	보수부 들뜸	㎡	0.40	1	0.40	1	- -	변동없음
	실링재 열화	m	5.00	1	5.00	1	- -	변동없음
	체수	㎡	6.50	3	6.50	3	- -	변동없음
	파손	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	6.00	2	6.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 교대에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 2차손상의 발생방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 조사된 표면오염 및 보수부 들뜸, 체수는 신축이음부 등을 통한 우수유입이 주원인이며, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하나, 신축이음장치의 선보수가 우선일 것으로 판단된다. 실링재 열화는 옹벽 조인트부에서 조사되었으며, 우수유입 및 경년열화, 보수불량에 의한 것으로 손상규모는 비교적 경미하나, 부재의 사용성 확보를 위한 실링보수를 통한 유지관리가 필요하다.

■ 파손의 경우 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

■ 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 T형 구조형식이며, 기초는 직접기초(P1) 및 강관말뚝기초(P2, P3)로 시공되어 있는 것으로 확인되었다.

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

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>교각 P1 전경</td><td>교각 P2 전경</td></tr>
<tr><td> </td><td>-</td></tr>
<tr><td>교각 P3 전경</td><td>-</td></tr>
</table>

【사진 25.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

■ 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만, 이상), 망상균열 등의 손상이 조사되었다.

【표 25.3.10】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열(0.3㎜이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	5.90	6	-	-	-	-
P2	10.60	9	8.00	5	0.64	1
P3	11.70	6	7.50	4	3.25	3
합계	**28.20**	**21**	**15.50**	**9**	**3.89**	**4**

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

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

손상현황	• P2 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P2 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

【사진 25.3.11】 교각 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P2 균열 보수</td><td>손상현황</td><td>• P2 균열(0.3㎜미만)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• –</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P2 균열 보수</td><td>손상현황</td><td>• P2 균열(0.3㎜이상)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• –</td><td>조치방안</td><td>• 주입보수</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P2 망상균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P2 균열(0.3㎜미만)</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 25.3.11】 교각 손상현황(계속)

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P2 망상균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P3 망상균열(0.3㎜미만)</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>• P3 망상균열 보수</td><td>손상현황</td><td>• P3 망상균열 보수</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• –</td><td>조치방안</td><td>• –</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P3 망상균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P3 망상균열(0.3㎜미만)</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 25.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열 및 망상균열(0.3㎜미만, 이상) 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 일부 균열 및 망상균열(0.3㎜미만, 이상)의 경우 보수된 상태로 확인되었다.

【표 25.3.11】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3㎜미만)	m	41.50	30	28.20	21	▼ 13.30	일부보수
	균열(0.3㎜이상)	m	24.20	12	15.50	9	▼ 8.70	일부보수
	망상균열	㎡	5.89	5	3.89	4	▼ 2.00	일부보수

4) 검토의견

■ 교각에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 발생패턴을 분석한 결과, 대부분 수직균열로 단면변화부위(우각부)에 및 타설이음부에서 단속적으로 발생하였으며, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 인장력 발생시 단면변화 부위나 천공부위에서는 일반단면부위 보다 큰 인장력이 집중되어 발생하게 되는데 상기 균열은 해당원인에 의해 발생된 균열로 판단된다. 균열의 경우 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

바. 기초

1) 부재의 개요

■ 영해1교(부산)의 교대 기초는 직접기초(A1), 및 강관말뚝기초(A2), 교각 기초는 직접기초(P1) 및 강관말뚝기초(P2, P3)로 시공된 것으로 확인되었으며, 교대 및 교각의 기초는 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.

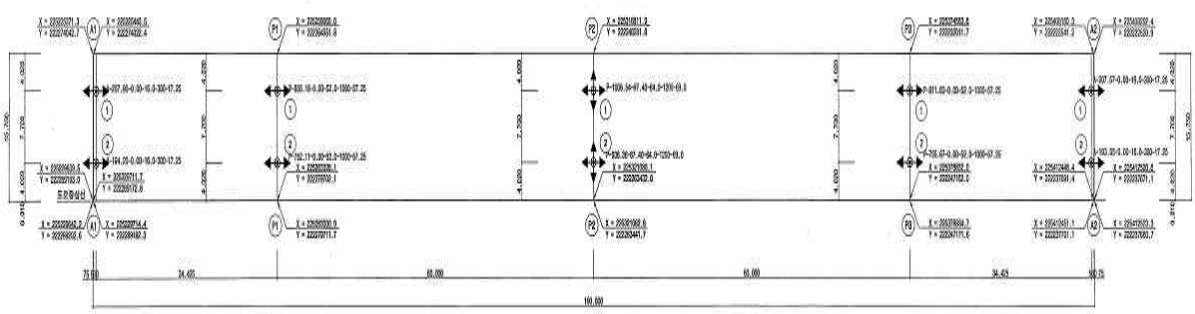
<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>교대 A1 기초 전경</td><td>교대 A2 기초 전경</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>교각 P1 기초 전경</td><td>교각 P2 기초 전경</td></tr>
<tr><td> </td><td>-</td></tr>
<tr><td>교각 P3 기초 전경</td><td>-</td></tr>
</table>

【사진 25.3.12】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 교량받침은 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 부재이며, 본 조사에서는 온도변화 및 활하중에 의한 신축거동 여부뿐만 아니라 강재부식, 콘크리트 손상 여부 등에 대해 주안점을 두고 현장조사를 실시하였다.
- 본 교량의 교량받침은 준공이후 교체 이력이 없으며 납면진받침으로 교대(A1, A2)에 각 2개소, 교각(P1, P2, P3)에 각 8개소 총 10개의 납면진받침이 시공되어 있으며, 교량받침 설치현황은 다음과 같다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 '현장조사 및 외관조사 사진첩'에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



교량받침 집계 테이블

구 분		A1	P1	P2	P3	A2	계
300톤	일방향	2	0	0	0	2	4
1000톤	일방향	0	2	0	2	0	4
1200톤	고정단	0	0	2	0	0	2
	계	2	2	2	2	2	10

【그림 25.3.1】 교량받침 배치도

납면진 받침

【사진 25.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

■ 교량받침에 대한 현장조사 결과, 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만), 받침부식 등의 손상이 조사되었다.

【표 25.3.12】 교량받침 외관조사 결과

구분	몰탈 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		몰탈 박락 (㎡/개소)	
A1	-	-	0.08	4	-	-
P1	-	-	-	-	-	-
P2	1.40	7	-	-	0.01	1
P3	1.20	6	-	-	-	-
A2	0.20	1	-	-	-	-
합계	**2.80**	**14**	**0.08**	**4**	**0.01**	**1**

손상현황	•A1-SH1 받침콘크리트균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P2-SH1 몰탈 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P2-SH1 몰탈 박락(0.1×0.1)
원 인	• 시공중 외부충격 등
조치방안	• 단면보수

손상현황	• P2-SH1 몰탈 박락(0.1×0.1)
원 인	• 시공중 외부충격 등
조치방안	• 단면보수

【사진 25.3.14】 교량받침 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P2-SH2 몰탈 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P3-SH1 볼트 부식 보수</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• -</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• -</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P3-SH1 몰탈 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• P3-SH1 몰탈 균열(0.3㎜미만)</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 colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P3-SH1 몰탈 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>-</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>-</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>-</td></tr>
</table>

【사진 25.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 몰탈, 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만) 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 몰탈 균열(0.3㎜미만), 몰탈 박락이 조사되었고, 볼트부식이 보수된 상태로 확인되었다.

【표 25.3.13】 교량받침 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	1.20	6	2.80	14	▲ 1.60	신규손상
	받침콘크리트균열(0.3㎜미만)	m	0.08	4	0.08	4	- -	변동없음
	볼트부식	EA	1.00	1	-	-	▼ 1.00	전구간보수
	몰탈 박락	㎡	-	-	0.01	1	▲ 0.01	신규손상

4) 검토의견

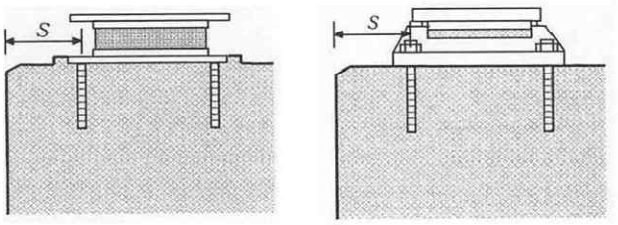
■ 교량받침에 조사된 몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

■ 조사된 박락의 경우 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 추정되며, 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

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

■ 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2009, 국토교통부)'에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 25.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정	받침장치 연단거리 측정

【사진 25.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=60.0m) : 200+5×52.0 = 375.0(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×42.0 = 500.0(㎜)

【표 25.3.14】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		375	460	460	O.K
P1	A1측	375	1,210	1,210	O.K
	A2측	500	1,040	980	O.K
P2	A1측	500	1,110	1,130	O.K
	A2측	500	1,000	990	O.K
P3	A1측	500	1,210	1,210	O.K
	A2측	375	1,010	960	O.K
A2		375	400	400	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 25.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방)에 따른 여유량 검토

【표 25.3.15】 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	−25.0	25.0	0.000012	95.00	−28.5	28.5	
P1(A1)	−25.0	25.0	0.000012	60.00	−18.0	18.0	
P1(A2)	−25.0	25.0	0.000012	60.00	−18.0	18.0	
P2	고정단						
P3(A1)	−25.0	25.0	0.000012	60.00	−18.0	18.0	
P3(A2)	−25.0	25.0	0.000012	60.00	−18.0	18.0	
A2	−25.0	25.0	0.000012	95.00	−28.5	28.5	

1) 조사당시 온도 : 15.0℃(조사일 : 2025년 04월 25일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(강거더, 보통지방)

【표 25.3.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (㎜)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장			
A1	SH1	10	85	65	56.5	36.5	±75	O.K	O.K
	SH2	10	85	65			±75	O.K	O.K
P1	SH1	20	95	55	77.0	37.0	±75	O.K	O.K
	SH2	20	95	55			±75	O.K	O.K
P2	고정단								
P3	SH1	0	75	75	57.0	57.0	±75	O.K	O.K
	SH2	0	75	75			±75	O.K	O.K
A2	SH1	40	115	35	86.5	6.5	±75	O.K	O.K
	SH2	40	115	35			±75	O.K	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

- 신축이음은 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 부재이다. 신축이음장치는 총 2개소(A1, A2)에 설치되어 있으며, Finger Joint(A1)와 Rail Joint(A2)로 시공되어 있다. 또한 준공도면 및 교체이력을 확인한 결과, 기 진단(2018년)이후 ExpJ1(A1)이 Rail Joint에서 Finger Joint로 교체 시공되었으며, 설계유간은 No.160(A1), No.160(A2)인 것으로 확인되었다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

EXP.J1(A1) 전경

EXP.J2(A2) 전경

【사진 25.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 하부누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 25.3.17】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)		차수판 볼트탈락 (EA/개소)		하부누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	2.70	6	3.00	1	4.00	4	6.00	1
A2 (EXP J2)	7.60	20	1.00	1	5.00	5	-	-
합계	**10.30**	**26**	**4.00**	**2**	**9.00**	**9**	**6.00**	**1**

<table>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 • A1 본체 토사퇴적
원 인 • 공용기간 증가 등
조치방안 • 청소</td>
<td>손상현황 • A1 하부 누수
원 인 • 외부 우수유입 등
조치방안 • 주의관찰</td>
</tr>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 • A1 후타재 균열
원 인 • 공용기간 증가, 건조수축 등
조치방안 • 주의관찰</td>
<td>손상현황 • A2 차수판 볼트 탈락
원 인 • 공용중 열화 등
조치방안 • 정비</td>
</tr>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 • A2 본체 토사퇴적
원 인 • 공용기간 증가 등
조치방안 • 정비</td>
<td>손상현황 • A2 후타재 균열
원 인 • 공용기간 증가, 건조수축 등
조치방안 • 주의관찰</td>
</tr>
</table>

【사진 25.3.18】 신축이음 손상현황

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 하부누수 등의 손상이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 후타재 균열이 신규 확인되었다.

【표 25.3.18】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	8.80	21	10.30	26	▲ 4.50	신규손상
	유간 토사퇴적	m	6.00	2	6.00	2	- -	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	9.00	9	9.00	9	- -	변동없음
	하부 누수	m	6.00	1	6.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 신축이음에서 조사된 후타재 균열의 경우, 초기 건조수축 균열, 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 조사된 유간 토사퇴적, 하부 누수의 경우, 공용기간 증가, 열화, 비산먼지 축척 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 후타재 접속부 이격의 경우 우천시 이격부로 우수가 유입되는 것을 방지하여 부재의 내구성을 유지하기 위한 실란트 시공을 실시하고, 유간 토사퇴적의 경우 신축이음의 원활한 기능성을 확보하는 차원의 청소 등의 정비를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

■ 조사된 차수판 볼트탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부충격, 차량의 반복통행으로 인한 진동 등에 발생한 손상으로, 차수판의 안정적인 고정을 위하여 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도−10℃ ~ 40℃(강거더, 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(STB거더교)
조사일 : 2025. 04. 25. 기온 적용: 15.0℃(일평균)
△T(신장시) : 40.0℃−15.0℃ = 25.0℃
△T(수축시) : −10.0℃−(15.0℃) = 25.0℃
△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 25.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 25.3.19】 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	−25.0	25.0	0.000012	95.00	28.5	28.5	−	28.5	28.5	
A2	−25.0	25.0	0.000012	95.00	28.5	28.5	−	28.5	28.5	

1) 조사당시 온도 : 15.0℃(조사일 : 2025년 04월 25일, 평균온도, 울산)
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(STB거더, 보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 25.3.20】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간 (㎜) ③	허용량 (㎜)	신축 여유량(㎜)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	28.5	28.5	32.0	100	39.5	3.5	OK	OK
	바닥판	28.5	28.5	178.0	-	-	149.5	-	OK
	거더	28.5	28.5	186.0	-	-	157.5	-	OK
A2	신축이음	28.5	28.5	43.0	100	28.5	14.5	OK	OK
	바닥판	28.5	28.5	125.0	-	-	96.5	-	OK
	거더	28.5	28.5	136.0	-	-	107.5	-	OK
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

■ 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 15.0℃(04월 25일)로써 이때 측정유간은 32.0~43.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 교면포장은 차량하중과 운행 중 발생되는 충격과 진동을 흡수·분산하고 외부의 불리한 환경조건으로부터 바닥판을 보호하며 주행차량의 안전운행 및 쾌적한 주행성을 제공하는 부재로서, 대상교량의 폭은 15.4m, 편도 3차로 교량으로 LMC(T=50mm) 포장이 시공된 상태이며, 현장조사 결과, 공용중 주기적인 유지관리를 실시한 것으로 확인되었다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>교면포장 전경#1</td><td>교면포장 전경#2</td></tr>
</table>

【사진 25.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.21】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장균열 (m/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	1.00	1
S4	2.00	1
합계	**3.00**	**2**

손상현황	• S3 포장 균열(L=2.0m)	손상현황	• S3 포장 균열(L=2.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 반복윤하중 등	원 인	• 공용기간 증가, 반복윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• S4 포장 균열(L=1.0m)	손상현황	• S4 포장 균열(L=1.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 반복윤하중 등	원 인	• 공용기간 증가, 반복윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 25.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 포장균열이 조사되었고, 금회 신규 손상 및 보수는 없는 것으로 조사되었다.

【표 25.3.22】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장균열	m	3.00	2	3.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 교면포장에 조사된 포장균열의 경우 시공초기 건조수축 및 중차량 반복통행 등에 의한 손상으로 유추되며, 차량의 통행에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 재포장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 배수시설은 우수 유입에 따른 교면의 체수 및 열화를 예방하기 위해 종단구배 −1.175%, 횡단구배 −2.000%로 물흐름에 의거하여 교면포장의 우측에 시공되어 있다. 각각의 경간 상부에 설치된 집수구를 통하여 STEEL Pipe(φ150㎜) 배수관을 따라 하부로 배수되도록 설치되어 있으며, 배수구 상단에는 관내의 이물질 유입을 방지하기 위한 그레이팅 덮개가 설치되어 있다
- STEEL Pipe(φ150) 배수관은 바람 등에 의해 이동, 탈락되는 것을 방지하기 위하여 상·하부구조에 고정하여 설치되어 있고 배수관은 교대 및 교각 하면에 위치한 배수로까지 연장하여 배수관을 통한 우수유출로 발생할 수 있는 2차손상을 방지하였으며, 전 구간 육교형 배수관으로 설치되어 있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

배수관 전경	배수관 전경

【사진 25.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 고정대 탈락, 배수관 부식(막힘) 등의손상이 조사되었다.

【표 25.3.23】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수관 고정대 탈락 (EA./개소)		배수관 부식(막힘) (EA./개소)	
S1	-	-	1.00	1
S2	-	-	-	-
S3	1.00	1	-	-
S4	-	-	-	-
합계	**1.00**	**1**	**1.00**	**1**

손상현황	• 배수시설 S1 배수관 부식(막힘)	손상현황	• 배수시설 S1 배수관 부식(막힘)
원 인	• 공용중 열화 등	원 인	• 공용중 열화 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

손상현황	• 배수시설 S1 배수관 고정대 탈락	손상현황	• 배수시설 S1 배수관 고정대 탈락
원 인	• 체결불량 등	원 인	• 체결불량 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 25.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존 손상인 배수관 고정대 탈락이 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 배수관 부식(막힘)이 신규 확인되었다.

【표 25.3.24】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 고정대 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	배수관 부식(막힘)	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

■ 배수관 고정대 탈락 손상은 공용중 노후화 및 설치미흡에 의해 탈락된 것으로 판단된다. 향후 반복적인 차량통행에 의한 차량진동, 풍향 등의 영향으로 배수관 고정이 불량해질 수 있으므로 보수계획에 맞춰 배수관 고정대 재설치하여 유지관리함이 바람직할 것으로 판단된다.

■ 배수관 부식(막힘)은 공용중 발생한 손상으로 청소 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

카. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

- 교면상부 좌·우측에 통행차량의 차도 이탈방지, 사고 시 완충작용 등을 위하여 철근콘크리트 방호벽(h=1.08m)이 시공되어 있으며, 좌측 방호벽 상단은 알루미늄 난간(H=0.27m)이 설치되어 있는 것으로 확인되었다. 또한, 차량충돌에 의한 파손 및 재료적인 열화가 발생될 경우 주행차량의 불안감 및 차량충돌시 안전성 미확보가 우려되므로 주의깊게 점검을 실시하였다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

방호벽 전경

중분대 전경

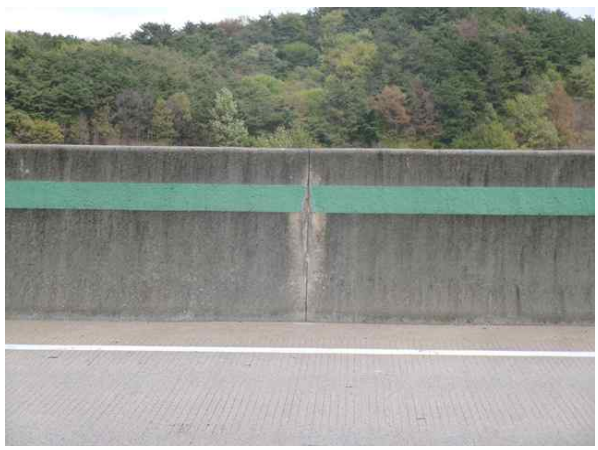
【사진 25.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.25】 방호벽 및 중분대 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열(0.3㎜이상) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		방음벽 파손 (㎡/개소)		방음벽설치불량 (EA/개소)	
S1	16.70	18	-	-	-	-	-	-	0.06	1	-	-
S2	15.40	14	-	-	-	-	0.06	1	-	-	-	-
S3	4.00	4	1.20	1	0.24	2	-	-	-	-	-	-
S4	2.00	2	-	-	0.50	5	2.60	1	-	-	1.00	1
합계	**38.10**	**38**	**1.20**	**1**	**0.74**	**7**	**2.66**	**2**	**0.06**	**1**	**1.00**	**1**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S1 균열(0.3㎜미만)
원 인 • 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • S1 균열(0.3㎜미만)
원 인 • 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S1 균열(0.3㎜미만)
원 인 • 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • S2 균열(0.3㎜미만)
원 인 • 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S3 균열 보수
원 인 • –
조치방안 • –</td><td>손상현황 • S4 백태(0.2×0.5)
원 인 • 건조수축, 우수유입 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 25.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만, 이상), 백태, 박락, 방음벽 파손, 설치불량 등의 손상이 확인되었고, 금회점검에서 신규손상은 없는 상태로 확인되었다. 일부 구간 균열(0.3㎜미만)이 보수된 상태로 조사되었다.

【표 25.3.26】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	38.10	38	33.10	32	▼ 5.00	일부보수
	균열(0.3㎜ 이상)	m	1.20	1	1.20	1	- -	변동없음
	백태	㎡	0.74	7	0.74	7	- -	변동없음
	박락	㎡	2.66	2	2.66	2	- -	변동없음
	방음벽 파손	㎡	0.06	1	0.06	1	- -	변동없음
	방음벽 설치불량	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3㎜미만, 이상)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 방호벽 및 중분대에서 발생한 백태는 시공이음부에서 대부분 발생하였으며, 우수유입 및 경년열화에 의한 손상으로, 발생규모는 비교적 경미하나 내구성 확보를 위한 표면보수가 바람직하다.

■ 방음벽 부재에서 조사된 파손은 차량 충돌 및 차량 통행에 의한 이물질 접촉에 따라 발생된 것으로 판단되며, 경미한 손상으로서 구조물 사용성 및 내구성에 미치는 영향은 적을 것으로 판단된다. 따라서 단기적 보수가 필요치 않을 것으로 판단되나 방음벽 제 기능 확보에 대한 문제가 발생할 수 있으므로 지속적인 주의관찰을 실시한 후, 손상진전 및 2차 추가 손상 발생 시 보수계획에 맞춰 일괄보수하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

■ 박락은 방호벽 하단부와 중앙분리대에서 조사되었으며, 방호벽 하단에서 조사된 박락은 경미한 수준이다. 해당 손상은 지속적인 우수가 유입되어 열화를 가속화 시키는 것으로 조사되었다. 따라서 부재의 내구성 저하 방지를 위한 단면보수가 필요하다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 영해1교(부산)의 점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~3에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전면에 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>교각 P1 점검통로 전경</td><td>교각 P2 점검통로 전경</td></tr>
<tr><td> </td><td>-</td></tr>
<tr><td>교각 P3 점검통로 전경</td><td>-</td></tr>
</table>

【사진 25.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 25.3.27】 교량 점검시설 외관조사 결과

구 분	출입시설	점검통로
	상태양호	상태양호
P1	-	-
P2	-	-
P3	-	-
합계	-	-

손상현황	• 점검로 상태양호	손상현황	• 점검로 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –
손상현황	• 점검로 상태양호	손상현황	• 점검로 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 25.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상 및 신규손상이 없는 상태로 확인되었다.

【표 25.3.28】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 점검시설은 기존손상 및 신규손상이 없는 상태로 확인되고 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

파. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

하. 교량의 공중이용시설 유해 · 위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 25.3.29】 공중이용시설 10대 위험요소

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

2) 외관조사 결과

■ 본 과업대상 영해1교(부산)는 일반국도 7호선을 횡단하는 교량이다.

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

■ 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 배수관 고정대 탈락(S1)이 조사되었다. 하부 일반국도 7호선에 배수관 낙하사고로 인해 사고가 우려되는 위험요소로 판단된다. 금회점검에서 조사된 유해 · 위험요소에 관하여 청소, 재설치 등의 적절한 보수가 필요하다고 판단된다.

■ 점검일 현재 조사된 유해 · 위험요소는 물론 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해 · 위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수 · 보강 등의 유지관리가 필요하다.

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

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>배수관 고정상태 현황</td><td>배수관 고정대 탈락</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">신축이음 상태양호</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">교면포장 상태양호</td></tr>
</table>

【사진 25.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

25.3.3 외관조사 총괄표

【표 25.3.30】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	60.00	100	
	균열부백태	㎡	0.40	2	
	망상균열	㎡	1,692.50	152	
	박락	㎡	0.70	2	
	백태	㎡	0.30	7	
거더내부	도장박리	㎡	0.02	1	
	실링미처리	EA	64.00	64	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	15.70	2	
	보수부 들뜸	㎡	0.40	1	
	실링재 열화	m	5.00	1	
	체수	㎡	6.50	3	
	파손	㎡	0.01	1	
	표면오염	㎡	6.00	2	
교각	균열(0.3㎜미만)	m	28.20	21	
	균열(0.3㎜이상)	m	15.50	9	
	망상균열	㎡	3.89	4	
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	2.80	14	
	받침콘크리트균열(0.3㎜미만)	m	0.08	4	
	몰탈 박락	㎡	0.01	1	
신축이음	후타재 균열	m	10.30	26	
	유간 토사퇴적	m	6.00	2	
	차수판 볼트탈락	EA	9.00	9	
	하부 누수	m	6.00	1	
교면포장	포장균열	m	3.00	2	
배수시설	배수관 고정대 탈락	EA	1.00	1	
	배수관 부식(막힘)	EA	1.00	1	
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	33.10	32	
	균열(0.3㎜ 이상)	m	1.20	1	
	백태	㎡	0.74	7	
	박락	㎡	2.66	2	
	방음벽 파손	㎡	0.06	1	
	방음벽 설치불량	EA	1.00	1	

25.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 25.3.31】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	39.00	65	60.00	100	▲ 21.00	신규손상 손상명변경
	균열부백태	㎡	1.60	2	0.40	2	▼ 1.20	일부보수
	망상균열	㎡	1,710.00	152	1,692.50	152	▼ 17.50	손상명변경
	박락	㎡	0.70	2	0.70	2	- -	변동없음
	백태	㎡	0.50	8	0.30	7	▼ 0.20	일부보수
거더외부	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-
거더내부	도장박리	㎡	0.02	1	0.02	1	- -	변동없음
	실링미처리	EA	61.00	61	64.00	64	▲ 3.00	신규손상
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-
교대	균열(0.3㎜미만)	m	15.70	2	15.70	2	- -	변동없음
	철근노출	㎡	0.01	1	-	-	▼ 0.01	전구간보수
	보수부 박락	㎡	0.24	1	-	-	▼ 0.24	전구간보수
	보수부 들뜸	㎡	0.40	1	0.40	1	- -	변동없음
	실링재 열화	m	5.00	1	5.00	1	- -	변동없음
	체수	㎡	6.50	3	6.50	3	- -	변동없음
	파손	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	6.00	2	6.00	2	- -	변동없음
교각	균열(0.3㎜미만)	m	41.50	30	28.20	21	▼ 13.30	일부보수
	균열(0.3㎜이상)	m	24.20	12	15.50	9	▼ 8.70	일부보수
	망상균열	㎡	5.89	5	3.89	4	▼ 2.00	일부보수
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	1.20	6	2.80	14	▲ 1.60	신규손상
	받침균열(0.3㎜미만)	m	0.08	4	0.08	4	- -	변동없음
	볼트부식	EA	1.00	1	-	-	▼ 1.00	전구간보수
	몰탈 박락	㎡	-	-	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
신축이음	후타재 균열	m	8.80	21	10.30	26	▲ 4.50	신규손상
	유간 토사퇴적	m	6.00	2	6.00	2	- -	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	9.00	9	9.00	9	- -	변동없음
	하부 누수	m	6.00	1	6.00	1	- -	변동없음
교면포장	포장균열	m	3.00	2	3.00	2	- -	변동없음
배수시설	배수관 고정대 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	배수관 부식(막힘)	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	38.10	38	33.10	32	▼ 5.00	일부보수
	균열(0.3㎜ 이상)	m	1.20	1	1.20	1	- -	변동없음
	백태	㎡	0.74	7	0.74	7	- -	변동없음
	박락	㎡	2.66	2	2.66	2	- -	변동없음
	방음벽 파손	㎡	0.06	1	0.06	1	- -	변동없음
	방음벽 설치불량	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
출입시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-
점검통로	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

25.4 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.

25.4.1 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 25.4.1】 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	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		1	1	1	1	

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.

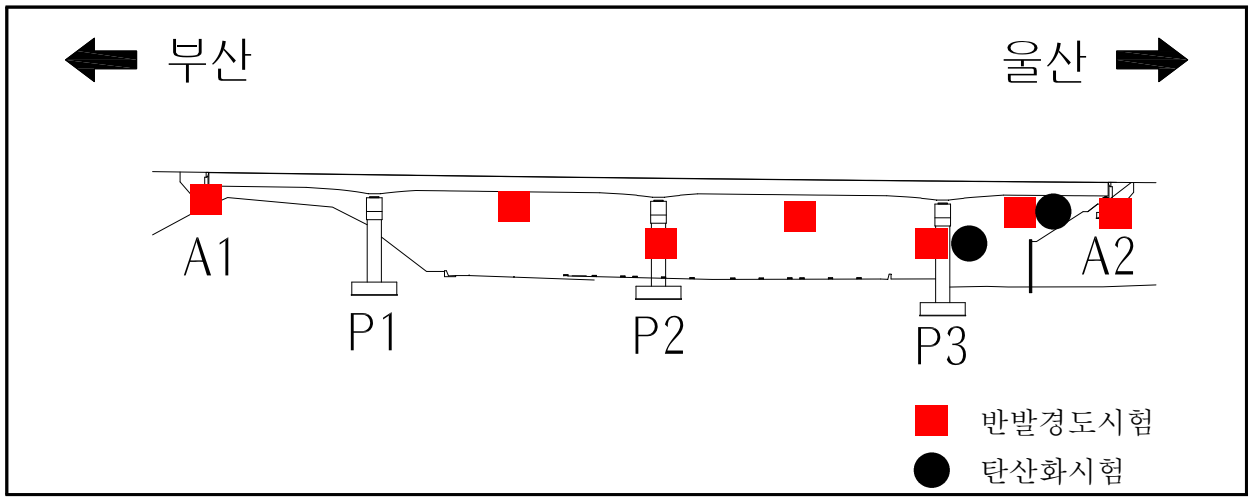
다. 조사 사진

반발경도 시험 현황

탄산화깊이 측정 현황

【사진 25.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 25.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

25.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 8개소)를 실시하였으며, 측정결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.

반발경도 시험

반발경도 시험

【사진 25.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 25.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도(MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
상부구조	S2	바닥판	58.9	35.8	**32.7**	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	56.9	34.2	**31.8**			비건전부
	S3	바닥판	58.4	35.3	**32.5**			건전부
	S4	바닥판	58.4	35.4	**32.5**			건전부
평균			-	35.2	**32.4**	-	-	
표준편차			-	0.68	**0.39**	-	-	
변동계수			-	0.019	**0.012**	-	-	
최대값			-	35.8	**32.7**	-	-	
최소값			-	34.2	**31.8**	-	-	

【표 25.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
하부구조	A1	교대	46.1	25.5	26.9	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	48.5	27.4	28.0			건전부
평균			-	26.5	27.5	-	-	
표준편차			-	1.34	0.78	-	-	
변동계수			-	0.051	0.028	-	-	
최대값			-	27.4	28.0	-	-	
최소값			-	25.5	26.9	-	-	

【표 25.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
하부구조	P2	교각	54.3	32.1	30.6	0.63	27.0	건전부
	P3	교각	51.4	29.8	29.3			건전부
평균			-	31.0	30.0	-	-	
표준편차			-	1.63	0.92	-	-	
변동계수			-	0.053	0.031	-	-	
최대값			-	32.1	30.6	-	-	
최소값			-	29.8	29.3	-	-	

【표 25.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도(MPa)	평균 추정강도(MPa)	강도비교(%)	비고
	일본건축학회				
바닥판	31.8 ~ 32.7	27.0	32.4	117.8 ~ 121.1	
교대	26.9 ~ 28.0	24.0	27.5	112.1 ~ 116.7	
교각	29.3 ~ 30.6	27.0	30.0	108.5 ~ 113.3	

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 31.8~32.7㎫, 하부구조(교대) 26.9~28.0㎫, 하부구조(교각) 29.3~30.6㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.6%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 25.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	29.0 ~ 30.3	31.8 ~ 32.7	27.0
	교대	24.6 ~ 25.6	26.9 ~ 28.0	24.0
	교각	25.8 ~ 26.0	29.3 ~ 30.6	27.0
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 25.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	**내 용**
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 17 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	영해1교(부산)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각: 27.0MPa
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	16.9℃, 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 25.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 25.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S4 바닥판	1.5	37.0	35.5	17	0.36	100년 이상	a	
하부 구조	P3 교각	6.0	91.0	85.0	17	1.46	100년 이상	a	

■ 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 6.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 25.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	1.5	35.5	
하부구조	6.0	85.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 영해1교(부산)의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 25.4.10】탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S4	
실측 피복두께(㎜)	37.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	35.5
탄산화 속도계수	0.36
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

하부구조 - 교각 P3	
실측 피복두께(㎜)	91.0
탄산화 진행깊이(㎜)	6.0
잔여깊이(㎜)	85.0
탄산화 속도계수	1.46
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

3) 기 점검결과와의 비교

【표 25.4.11】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전진단			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	4.3~5.7	34.2~35.7	a	1.5	35.5	a	
하부구조	7.9~9.3	89.6~92.1	a	6.0	85.0	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 25.4.12】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 17일
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 25.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판하면	31.8 ~ 32.7	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.9 ~ 28.0	24.0	
		교각	29.3 ~ 30.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		35.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		85.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 25.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판하면	29.0 ~ 30.3	31.8 ~ 32.7	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	24.6 ~ 25.6	26.9 ~ 28.0	
		교각	25.8 ~ 26.0	29.3 ~ 30.6	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		34.2~35.7 a	35.5 a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		89.6~92.1 a	85.0 a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨				

25.5 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. 각 부재에 대한 부재면적 및 손상률 등 세부내용은 부록에 수록하였다.

25.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 'B등급'으로 산정되었다.

1) 상태평가 결과표

【표 25.5.1】 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	S.T.B	b	a	a	a	c	b	c	b	b	q	–	–
S2	P1	S.T.B	b	b	a	a	a	c	–	a	b	q	–	–
S3	P2	S.T.B	b	a	a	b	c	c	–	b	c	q	–	–
S4	P3	S.T.B	b	a	a	b	a	c	–	b	c	q	a	a
	A2	S.T.B							b	b	b	q		–
평균			0.200	0.125	0.100	0.150	0.250	0.350	0.300	0.180	0.280	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균X가중치)/가중치합			0.036	0.025	0.005	0.011	0.008	0.007	0.027	0.016	0.056	–	0.004	0.003
													0.197	
■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.197) < 0.260													B	

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태인 “a” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태인 “b" 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

신축이음 본체 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태인 “b”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 25.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
S.T.B	0.197	B	190.00	4	760.00	1.000	0.197
합계(Σ)			190.00	4	760.00	1.000	0.197
1. 평가지수 =							0.197
2. 상태평가결과 =							B

25.5.2 상태평가 결과요약

【표 25.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
영해1교(부산)	0.197	B	
검토의견	•영해1교(부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨		

25.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 25.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

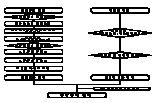
구 분	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.194	0.197
상태평가결과	B	B
총 평	• 금회 정밀안전점검 결과, 영해1교(부산)의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다. • 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.194에서 0.197로 소폭 상향조정 되었으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다. • 환산결함도의 변동의 주요 원인은 금회 점검에서 정밀조사를 실시함에 따라 주요부재 및 보조부재에서 신규 손상이 확인되었고, 이로 인해 전체 환산결함도 점수가 상향 조정된 것으로 판단된다.	

25.6 종합평가 및 안전등급 지정

25.6.1 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 25.6.1】 종합평가 결과 산정절차

25.6.2 종합평가 결과

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

【표 25.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
영해1교(부산)	0.197	B	-	-	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

25.6.3 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 25.6.2】 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

25.7 보수·보강 및 유지관리방안

25.7.1 보수·보강 방안

【표 25.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	60.00	100	표면처리	3순위
	균열부백태	㎡	0.40	2	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	1,692.50	152	표면처리	3순위
	박락	㎡	0.70	2	단면보수	2순위
	백태	㎡	0.30	7	표면처리	3순위
거더내부	도장박리	㎡	0.02	1	재도장	2순위
	실링미처리	EA	64.00	64	정비	3순위
교대	균열(0.3㎜미만)	m	15.70	2	표면처리	3순위
	보수부 들뜸	㎡	0.40	1	단면보수	2순위
	실링재 열화	m	5.00	1	정비	3순위
	체수	㎡	6.50	3	주의관찰	3순위
	파손	㎡	0.01	1	단면보수	2순위
	표면오염	㎡	6.00	2	표면처리	3순위
교각	균열(0.3㎜미만)	m	28.20	21	표면처리	3순위
	균열(0.3㎜이상)	m	15.50	9	주입보수	1순위
	망상균열	㎡	3.89	4	표면처리	3순위
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	2.80	14	표면처리	3순위
	받침균열(0.3㎜미만)	m	0.08	4	표면처리	3순위
	몰탈 박락	㎡	0.01	1	단면보수	2순위
신축이음	후타재 균열	m	10.30	26	표면처리	3순위
	유간 토사퇴적	m	6.00	2	정비	3순위
	차수판 볼트탈락	EA	9.00	9	정비	3순위
	하부 누수	m	6.00	1	진전시 교체	3순위
교면포장	포장균열	m	3.00	2	주의관찰	3순위
배수시설	배수관 고정대 탈락	EA	1.00	1	정비	3순위
	배수관 부식(막힘)	EA	1.00	1	정비	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	33.10	32	표면처리	3순위
	균열(0.3㎜ 이상)	m	1.20	1	주입보수	2순위
	백태	㎡	0.74	7	표면처리	3순위
	박락	㎡	2.66	2	단면보수	2순위
	방음벽 파손	㎡	0.06	1	교체	3순위
	방음벽 설치불량	EA	1.00	1	교체	3순위

25.7.2 개략공사비

【표 25.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	60.00	22.50	㎡	299	6,728	3순위
	균열부백태	표면처리	0.40	0.60	㎡	299	179	3순위
	망상균열	표면처리	1,692.50	2,538.75	㎡	299	759,086	3순위
	박락	단면보수	0.70	1.05	㎡	1,152	1,210	2순위
	백태	표면처리	0.30	0.45	㎡	299	135	3순위
거더내부	도장박리	재도장	0.02	0.03	㎡	1,132	34	2순위
	실링미처리	정비	64.00	64.00	EA	8	512	3순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	15.70	5.89	㎡	250	1,473	3순위
	보수부 들뜸	단면보수	0.40	0.60	㎡	960	576	2순위
	실링재 열화	정비	5.00	7.50	m	8	60	3순위
	체수	주의관찰	6.50	9.75	㎡	-	-	3순위
	파손	단면보수	0.01	0.02	㎡	960	19	2순위
	표면오염	표면처리	6.00	9.00	㎡	250	2,250	3순위
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	28.20	10.58	㎡	250	2,645	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	15.50	23.25	m	103	2,395	1순위
	망상균열	표면처리	3.89	5.84	㎡	250	1,460	3순위
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.80	1.05	㎡	250	263	3순위
	받침균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.08	0.03	㎡	250	8	3순위
	몰탈 박락	단면보수	0.01	0.02	㎡	960	19	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	10.30	3.86	㎡	250	965	3순위
	유간 토사퇴적	정비	6.00	9.00	m	8	72	3순위
	차수판 볼트탈락	정비	9.00	9.00	EA	8	72	3순위
	하부 누수	진전시 교체	6.00	9.00	m	-	-	3순위
교면포장	포장균열	주의관찰	3.00	4.50	m	-	-	3순위
배수시설	배수관 고정대 탈락	정비	1.00	1.00	EA	577	577	3순위
	배수관 부식(막힘)	정비	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	33.10	12.41	㎡	250	3,103	3순위
	균열(0.3㎜ 이상)	주입보수	1.20	1.80	m	187	337	2순위
	백태	표면처리	0.74	1.11	㎡	250	278	3순위
	박락	단면보수	2.66	3.99	㎡	960	3,830	2순위
	방음벽 파손	교체	0.06	0.09	㎡	480	43	3순위
	방음벽 설치불량	교체	1.00	1.00	EA	480	480	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	2,395		6,025			780,573	
	재경비 (순공사비의 50%)	1,198		3,013			390,287	
	합계	3,593		9,038			1,170,860	
개략공사비 총계(천원)		1,183,490						

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

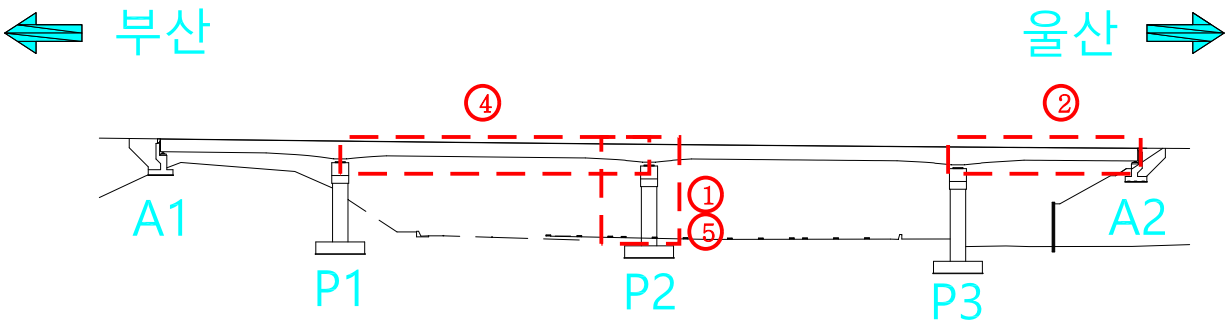
25.7.3 유지관리방안

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 25.7.3】 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

<table>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>① 교각 폭 0.3mm이상 균열
– 진전 여부확인</td><td>② 바닥판 박락 – 진전 여부확인</td><td>③ 교대 파손 – 진전 여부확인</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>④ 거더 도장박리
– 진전 여부확인</td><td>⑤ 교량받침 몰탈박락
– 진전 여부확인</td><td>–</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td></td></tr>
</table>

25.8 종합결론

본 울산광역시 울주군 청량읍 율리에 위치한 부산울산선 상 (43.8㎞)의 고속도로 교량이며, 2008년 12월에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

25.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 균열부백태, 백태의 경우 거푸집 조기탈거, 시공초기 온도변화와 손상부 우수유입 및 환경적 요인 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 박락 구간은 시공불량 및 품질관리 미흡 등에 의한 손상으로 내구성 저하 방지를 위해 단면보수가 필요하다.

2) 거더

- 거더내부에서 조사된 도장박리의 경우 시공불량(전처리 미흡) 및 공용기간 증가로 노후화(부착강도 저하), 시점부 스캘럽(Scallop) 및 현장이음부(Splice) 틈을 통해 유입된 우수에 의해 발생된 손상이다. 도장박리부위 대부분은 도장의 상도층(마감층)만이 떨어져 나간 상태로서 강재에 미치는 영향은 적을 것으로 판단되나, 구조물의 장기적인 내구성 확보를 위해서는 재도장을 통한 유지관리가 요구된다.
- 실링미처리 구간은 현장이음부(Splice)에서 조사되었으며, 작업자의 안전과, 틈을 통해 우수유입시 부식 등의 강재손상이 우려되므로 실링처리를 통한 유지관리가 필요하다.

3) 가로보

- 가로보 및 세로보의 외관조사 결과, 틀림에 의한 좌굴이나 구조물에 안전성에 영향을 미칠만한 중요손상은 발생하지 않은 상태로 확인되었다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 2차손상의 발생방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면오염 및 보수부 들뜸, 체수는 신축이음부 등을 통한 우수유입이 주원인이며, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하나, 신축이음장치의 선보수가 우선일 것으로 판단된다. 실링재 열화는 옹벽 조인트부에서 조사되었으며, 우수유입 및 경년열화, 보수불량에 의한 것으로 손상규모는 비교적 경미하나, 부재의 사용성 확보를 위한 실링보수를 통한 유지관리가 필요하다.
- 파손의 경우 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 발생패턴을 분석한 결과, 대부분 수직균열로 단면변화부위(우각부)에 및 타설이음부에서 단속적으로 발생하였으며, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 인장력 발생시 단면변화 부위나 천공부위에서는 일반단면부위 보다 큰 인장력이 집중되어 발생하게 되는데 상기 균열은 해당원인에 의해 발생된 균열로 판단된다. 균열의 경우 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 적절한 보수를 실시하고 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

6) 기초

- 영해1교(부산)의 교대 기초는 직접기초(A1), 및 강관말뚝기초(A2), 교각 기초는 직접기초(P1) 및 강관말뚝기초(P2, P3)로 시공된 것으로 확인되었으며, 교대 및 교각의 기초는 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 박락의 경우 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 추정되며, 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

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

8) 신축이음장치

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열의 경우, 초기 건조수축 균열, 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적, 하부 누수의 경우, 공용기간 증가, 열화, 비산먼지 축척 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 후타재 접속부 이격의 경우 우천시 이격부로 우수가 유입되는 것을 방지하여 부재의 내구성을 유지하기 위한 실란트 시공을 실시하고, 유간 토사퇴적의 경우 신축이음의 원활한 기능성을 확보하는 차원의 청소 등의 정비를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 조사된 차수판 볼트탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부충격, 차량의 반복통행으로 인한 진동 등에 발생한 손상으로, 차수판의 안정적인 고정을 위하여 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 15.0℃(04월 25일)로써 이때 측정유간은 32.0~43.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에 조사된 포장균열의 경우 시공초기 건조수축 및 중차량 반복통행 등에 의한 손상으로 유추되며, 차량의 통행에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 재포장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

10) 배수시설

- 배수관 고정대 탈락 손상은 공용중 노후화 및 설치미흡에 의해 탈락된 것으로 판단된다. 향후 반복적인 차량통행에 의한 차량진동, 풍향 등의 영향으로 배수관 고정이 불량해질 수 있으므로 보수계획에 맞춰 배수관 고정대 재설치하여 유지관리함이 바람직할 것으로 판단된다.

■ 배수관 부식(막힘)은 공용중 발생한 손상으로 청소 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

11) 방호벽

■ 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3㎜미만, 이상)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 방호벽 및 중분대에서 발생한 백태는 시공이음부에서 대부분 발생하였으며, 우수유입 및 경년열화에 의한 손상으로, 발생규모는 비교적 경미하나 내구성 확보를 위한 표면보수가 바람직하다.

■ 방음벽 부재에서 조사된 파손은 차량 충돌 및 차량 통행에 의한 이물질 접촉에 따라 발생된 것으로 판단되며, 경미한 손상으로서 구조물 사용성 및 내구성에 미치는 영향은 적을 것으로 판단된다. 따라서 단기적 보수가 필요치 않을 것으로 판단되나 방음벽 제 기능 확보에 대한 문제가 발생할 수 있으므로 지속적인 주의관찰을 실시한 후, 손상진전 및 2차 추가 손상 발생 시 보수계획에 맞춰 일괄보수하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

■ 박락은 방호벽 하단부와 중앙분리대에서 조사되었으며, 방호벽 하단에서 조사된 박락은 경미한 수준이다. 해당 손상은 지속적인 우수가 유입되어 열화를 가속화 시키는 것으로 조사되었다. 따라서 부재의 내구성 저하 방지를 위한 단면보수가 필요하다.

12) 교량 점검시설

■ 점검시설은 기존손상 및 신규손상이 없는 상태로 확인되고 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 31.8~32.7㎫, 하부구조(교대) 26.9~28.0㎫, 하부구조(교각) 29.3~30.6㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양

호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.6%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 1.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 6.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 영해1교(부산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.194에서 0.197로 소폭 상향조정 되었으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도의 변동의 주요 원인은 금회 점검에서 정밀조사를 실시함에 따라 주요부재 및 보조부재에서 신규 손상이 확인되었고, 이로 인해 전체 환산결함도 점수가 상향 조정된 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 영해1교(부산)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.

25.8.2 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.

25.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교각 폭 0.3mm이상 균열, 바닥판 박락, 교대 파손, 거더 도장박리, 교량받침 몰탈박락의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 발생 등의 유지관리가 필요하다.

25.8.4 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.