19. 만화교(부산)

19.1 시설물 개요
19.2 자료수집 및 분석
19.3 현장조사
19.4 콘크리트 내구성조사
19.5 상태평가
19.6 종합평가 및 안전등급 지정
19.7 보수·보강 및 유지관리 방안
19.8 종합결론

19. 만화교(부산)

19.1 시설물의 개요

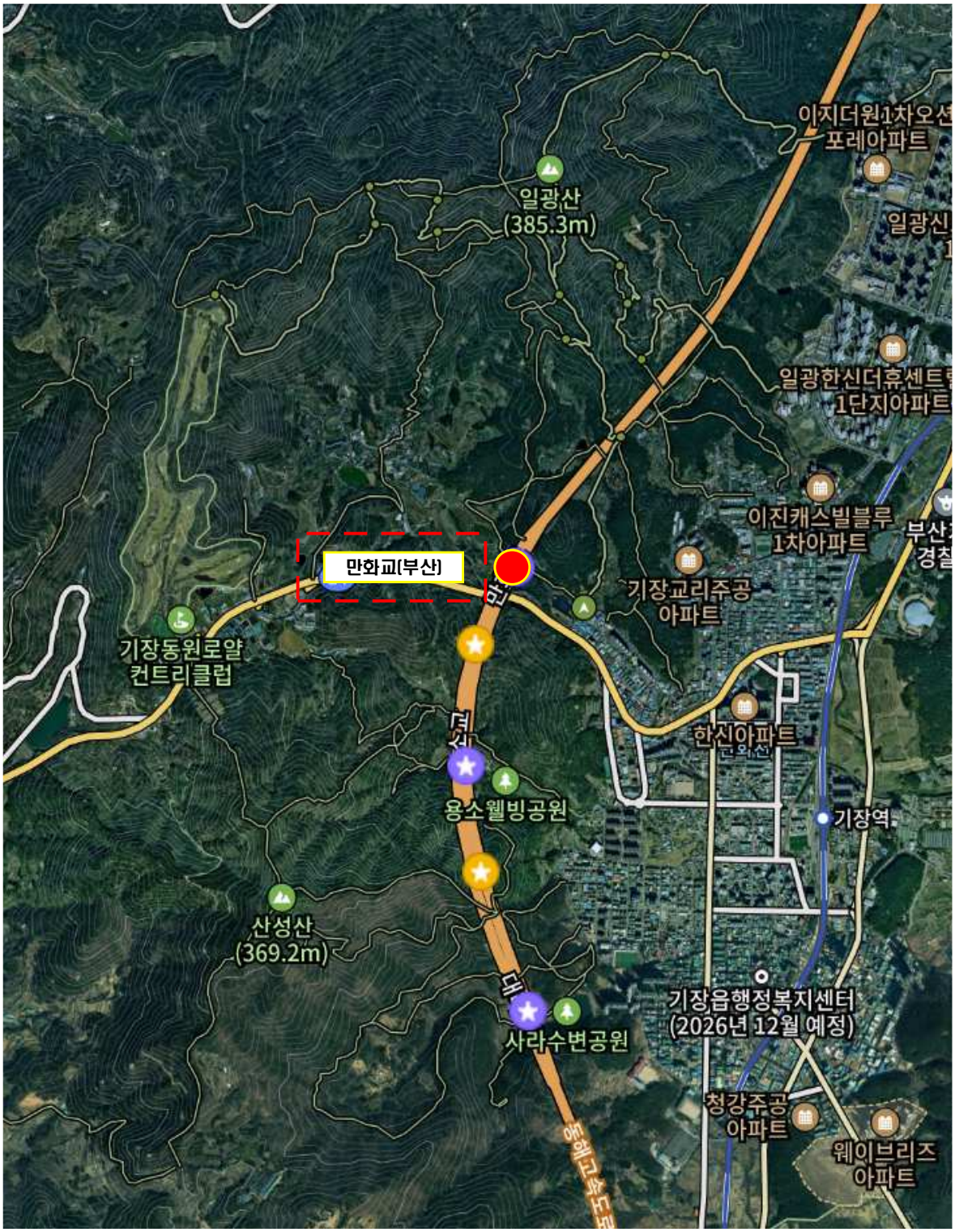
본 시설물은 부산광역시 기장군 기장읍에 위치한 교량으로 총 연장 310.0m, 폭 16.2m로 시공되어 있다.

19.1.1 일반사항

【표 19.1.1】 만화교(부산) 일반사항

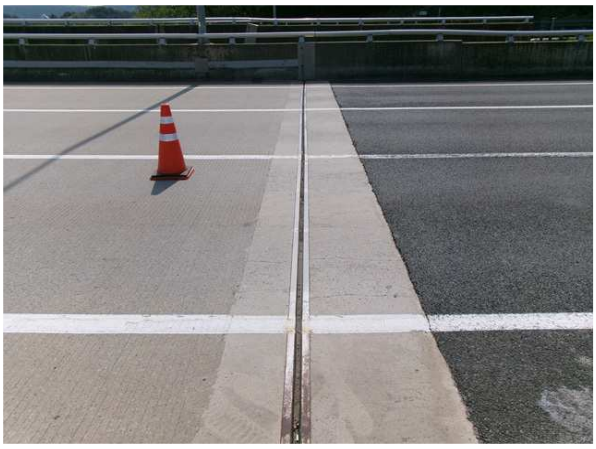
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2008-0000987</td><td colspan="2">관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td>부산광역시 기장군 기장읍</td><td colspan="2">준공년월일</td><td colspan="2">2008년 12월 31일</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리이정</td><td>10.2km</td><td colspan="2">공사이정</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24/DL-24</td><td colspan="2">노 선 명</td><td colspan="2">부산울산고속도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="5">L = 310.0m (60.0 + 5 @ 50.0)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="5">B=16.2m(편도 3차선)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>강박스거더교(STB)</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td colspan="2">강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형
교각 : Π형</td><td>교각</td><td colspan="2">직접기초, 강관말뚝기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>포트받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td colspan="2">A1, A2 레일조인트
P3 : 강핑거 조인트</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>일반국도 14호선</td><td colspan="2">통과높이</td><td colspan="2">17.2m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="5">점검시설</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 공 자</td><td>경남기업(주)</td><td colspan="2">관리주체</td><td colspan="2">부산울산고속도로(주)</td></tr>
</table>

19.1.2 위치도 및 전경사진



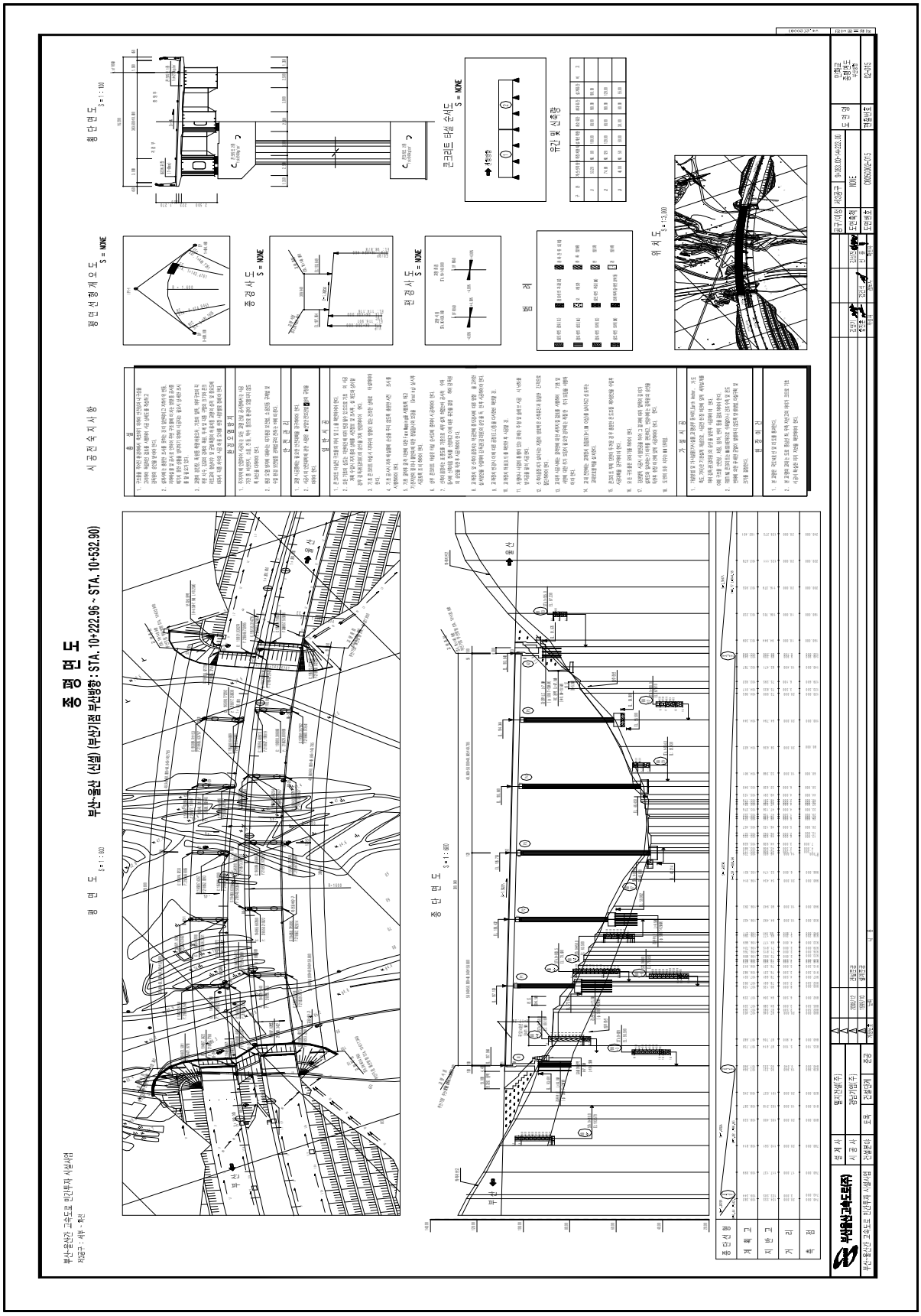
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S6	도보 및 굴철작업차	2025.03.24.~2025.12.17.	

【그림 19.1.1】 위치도

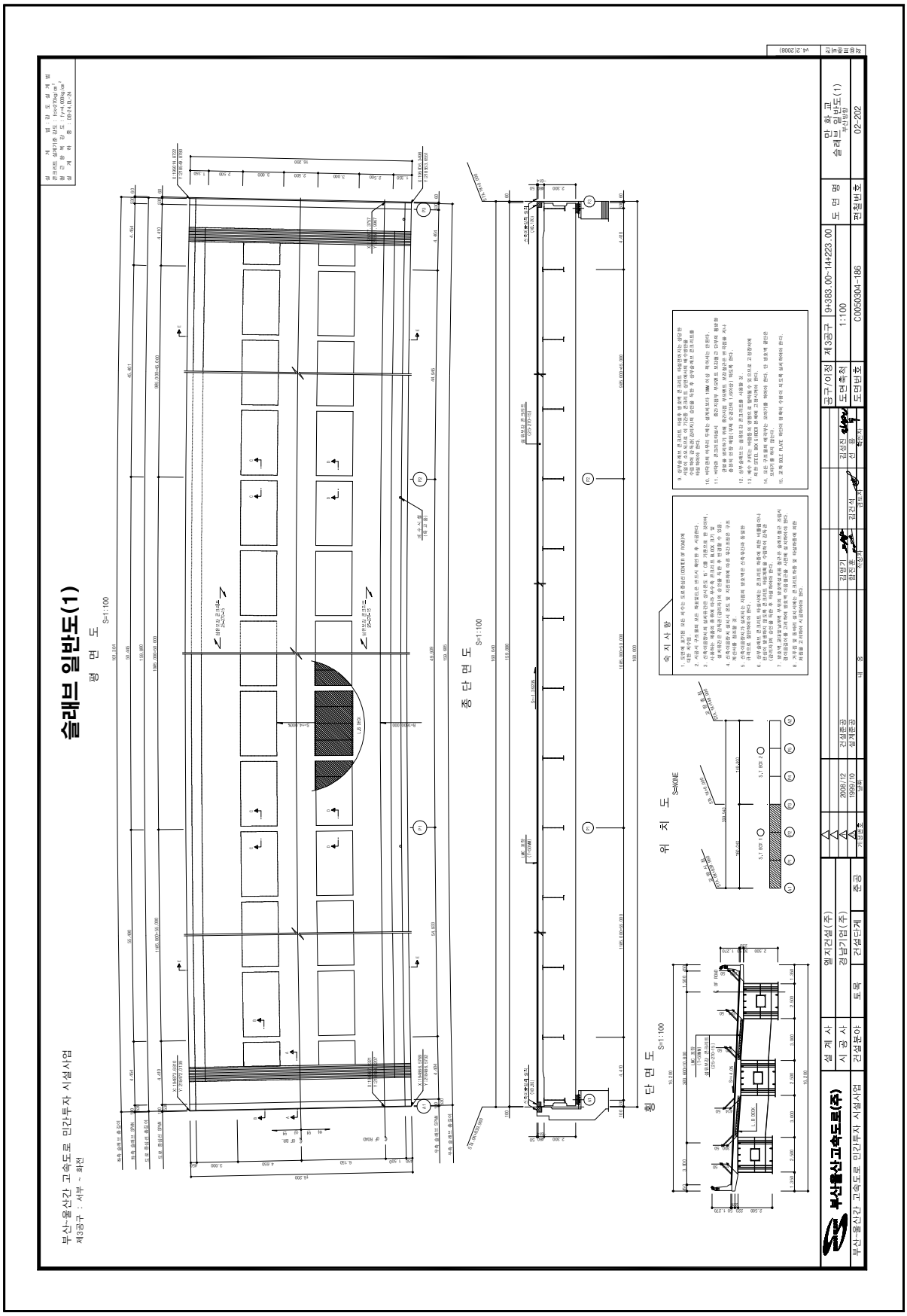
	
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

【사진 19.1.1】 부재별 현황

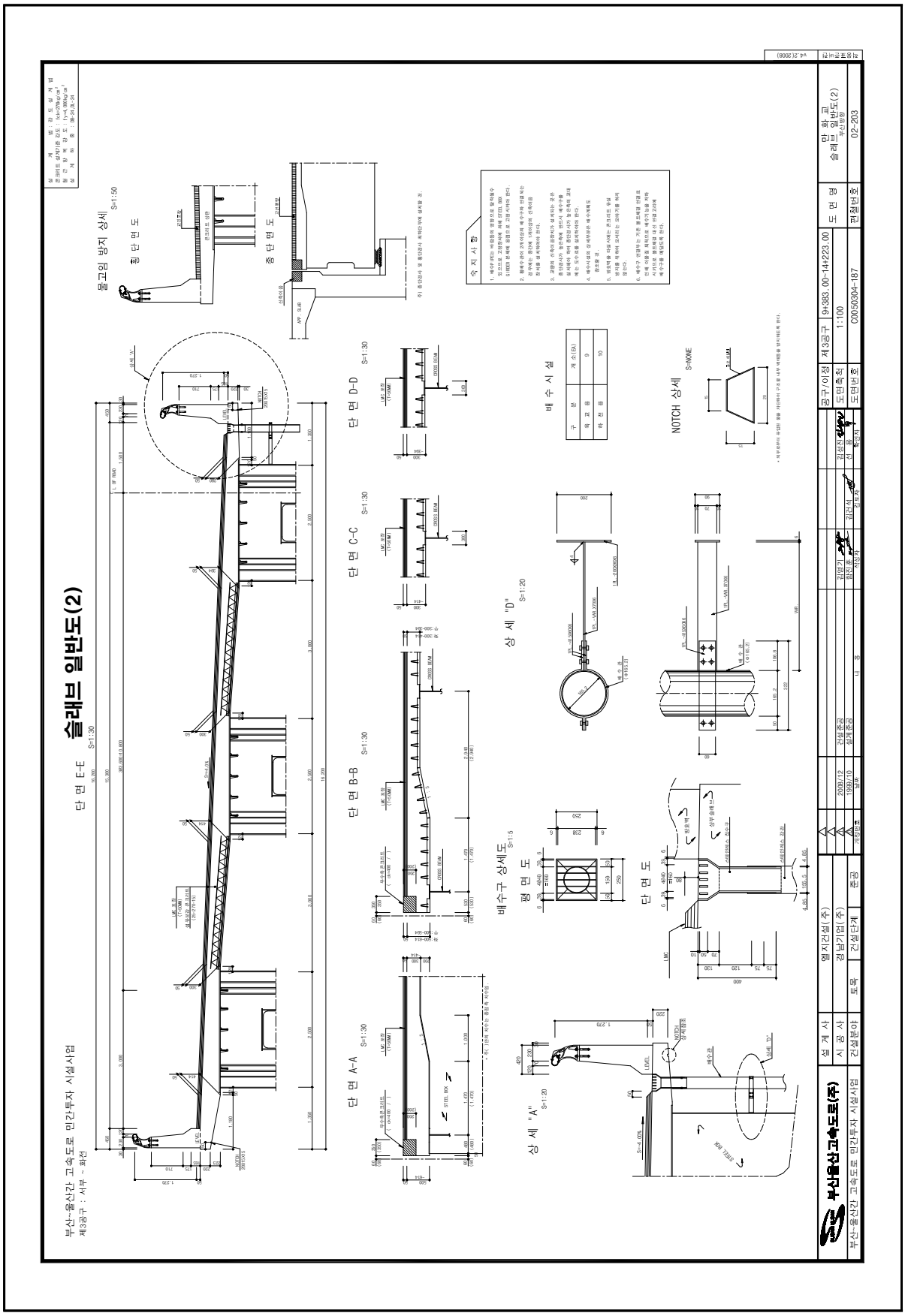
19.1.3 시설물 일반도



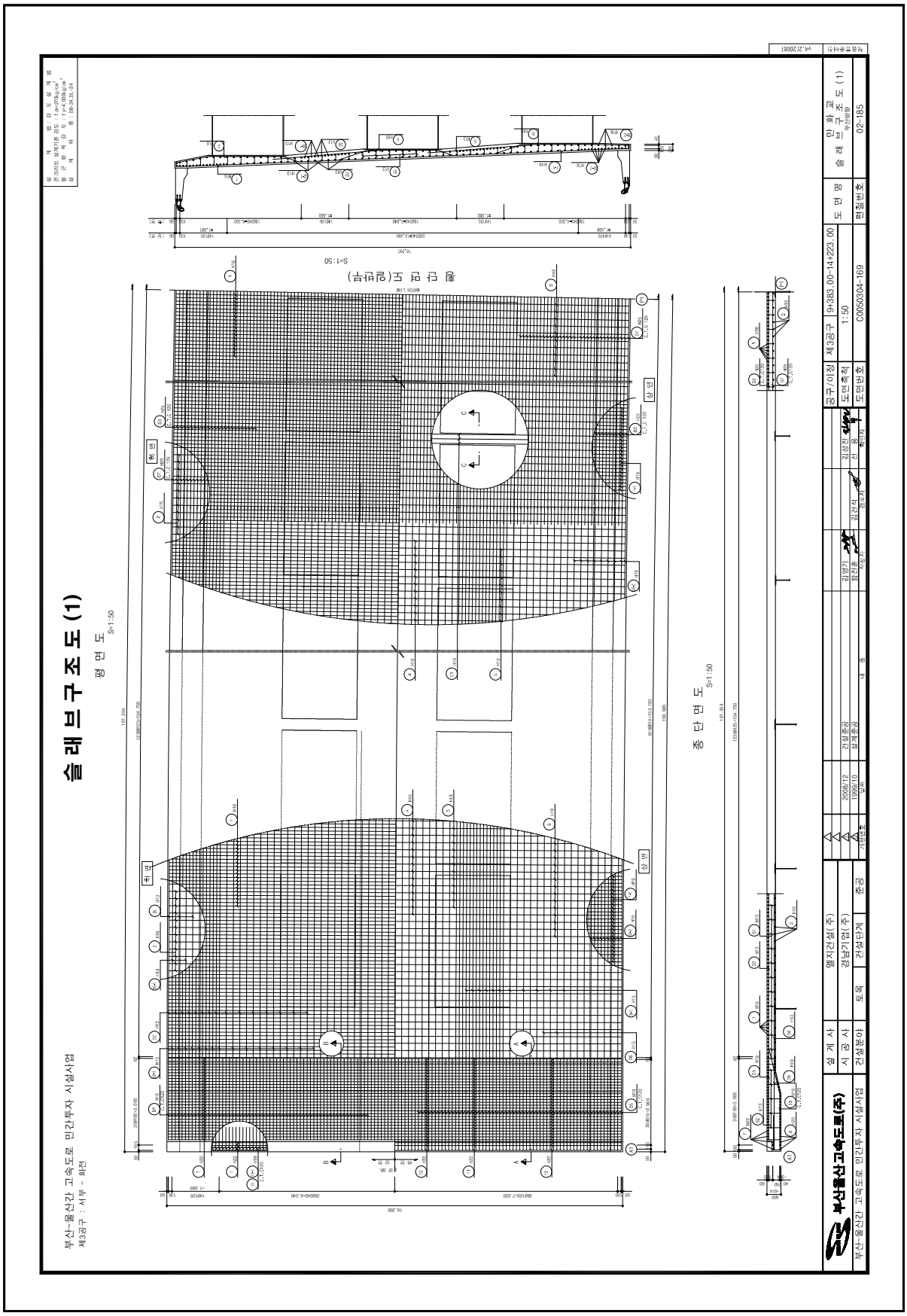
【그림 19.1.2】 평면 및 종평면도



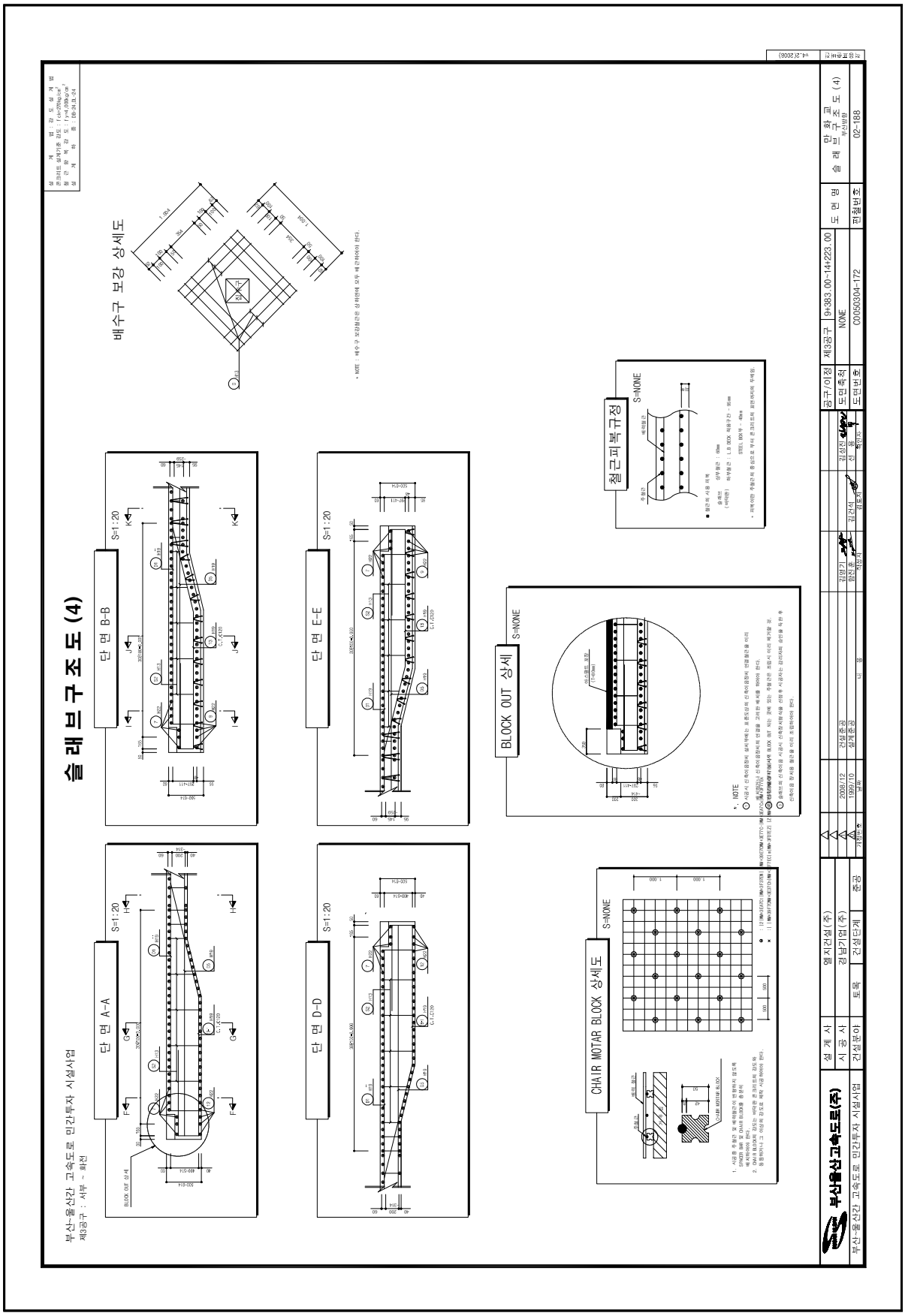
【그림 19.1.3】 슬래브 일반도



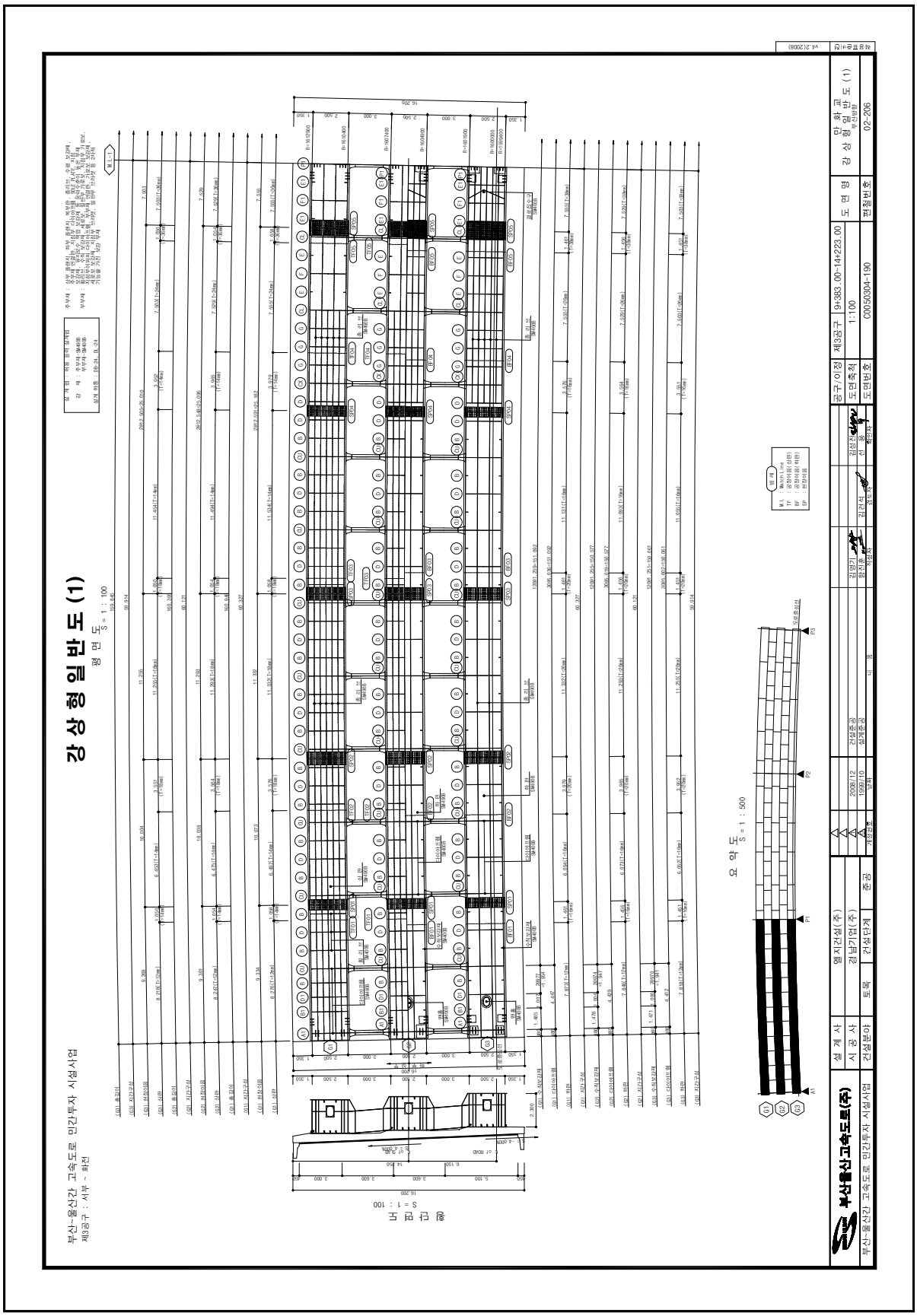
【그림 19.1.3】 슬래브 일반도(계속)



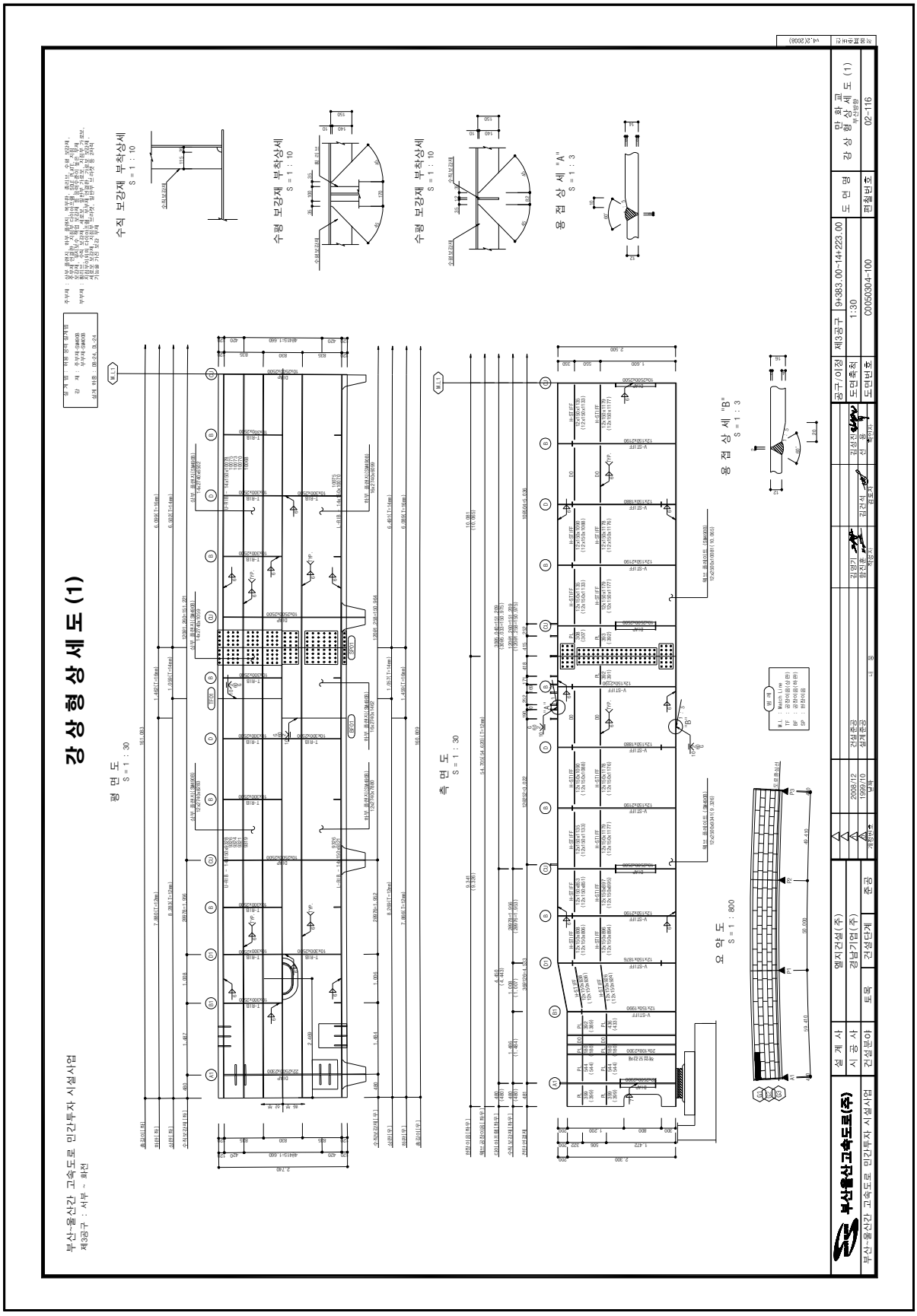
【그림 19.1.4】 슬래브 구조도



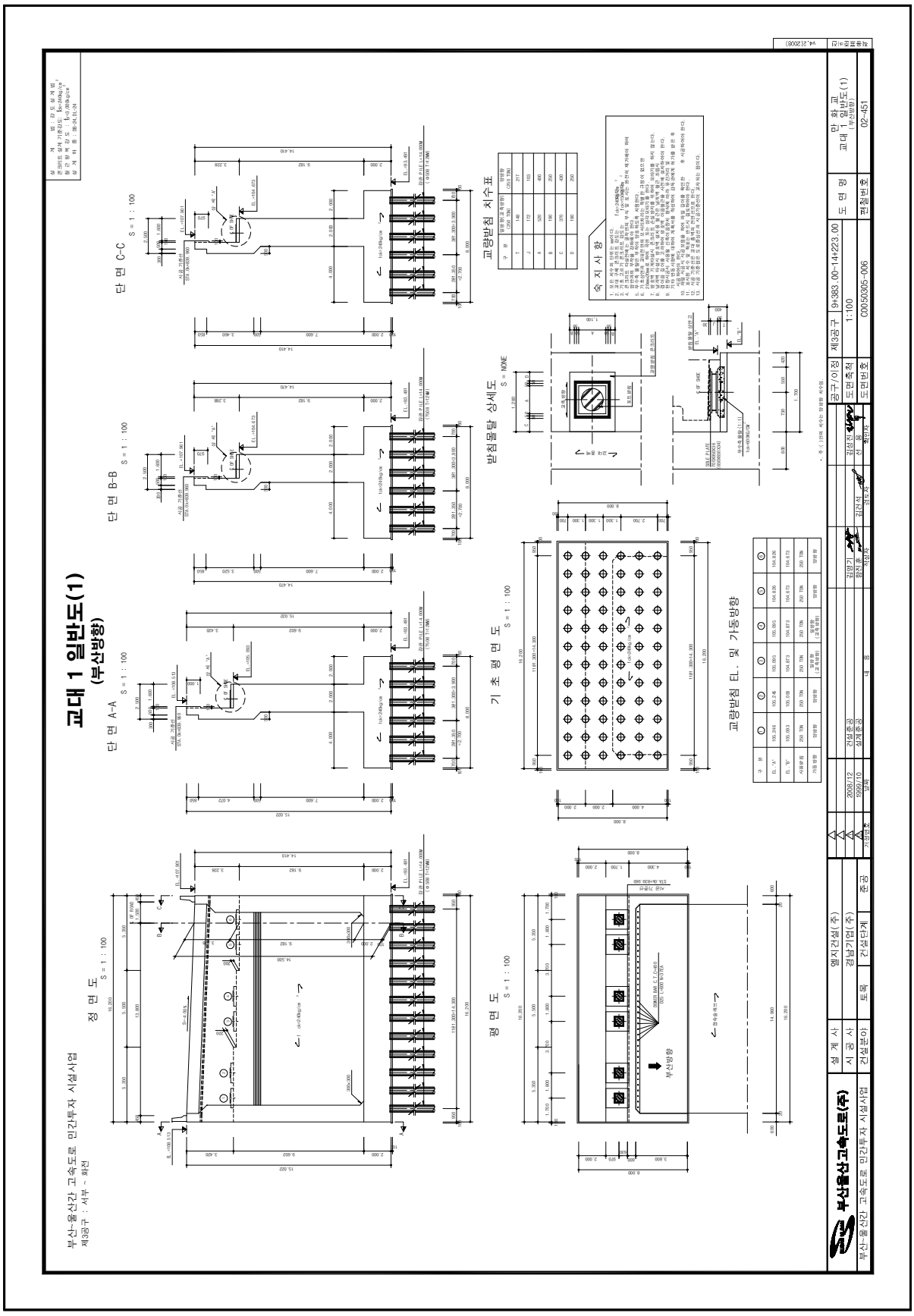
【그림 19.1.4】 슬래브 구조도(계속)



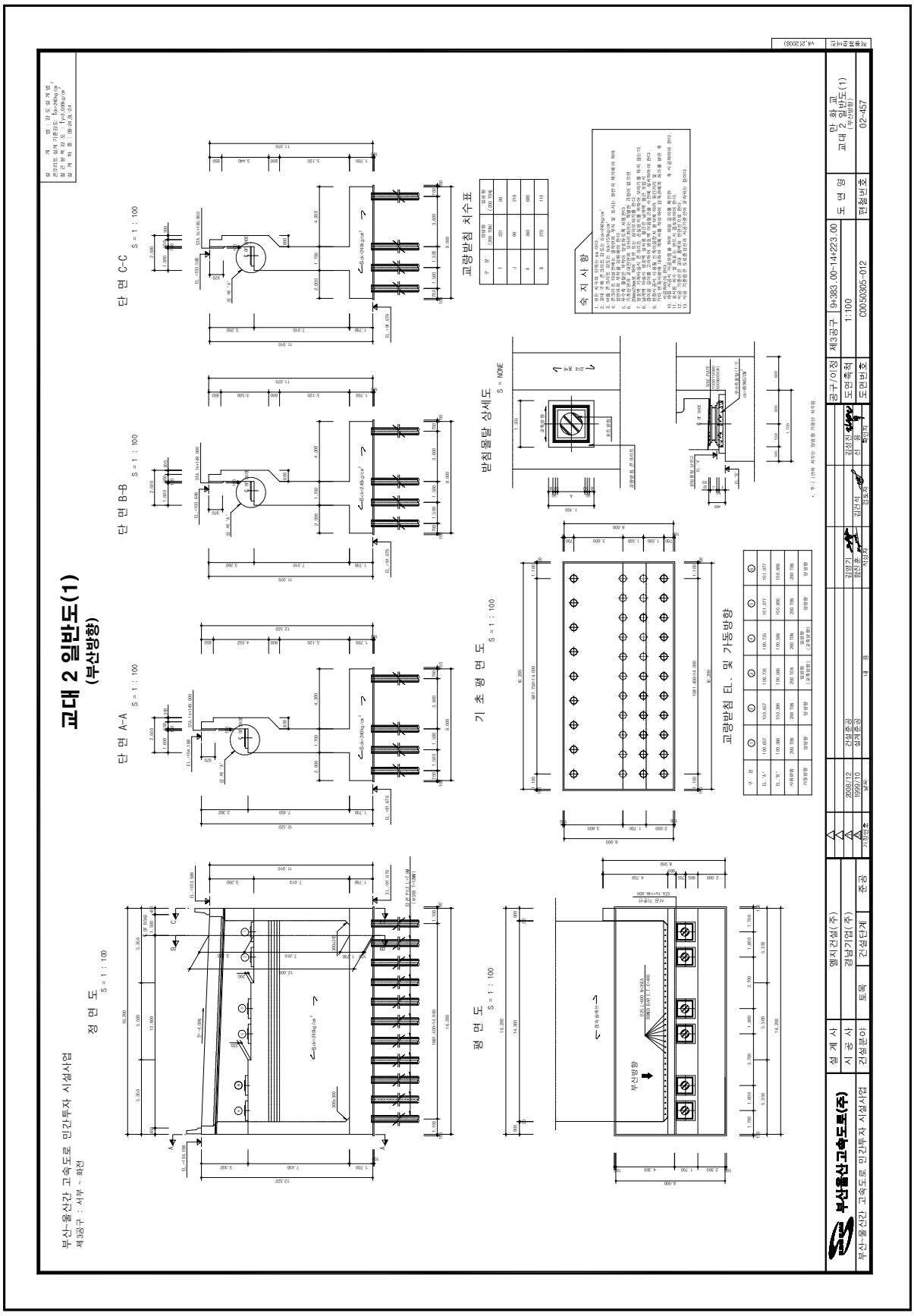
【그림 19.1.5】 거더 일반도



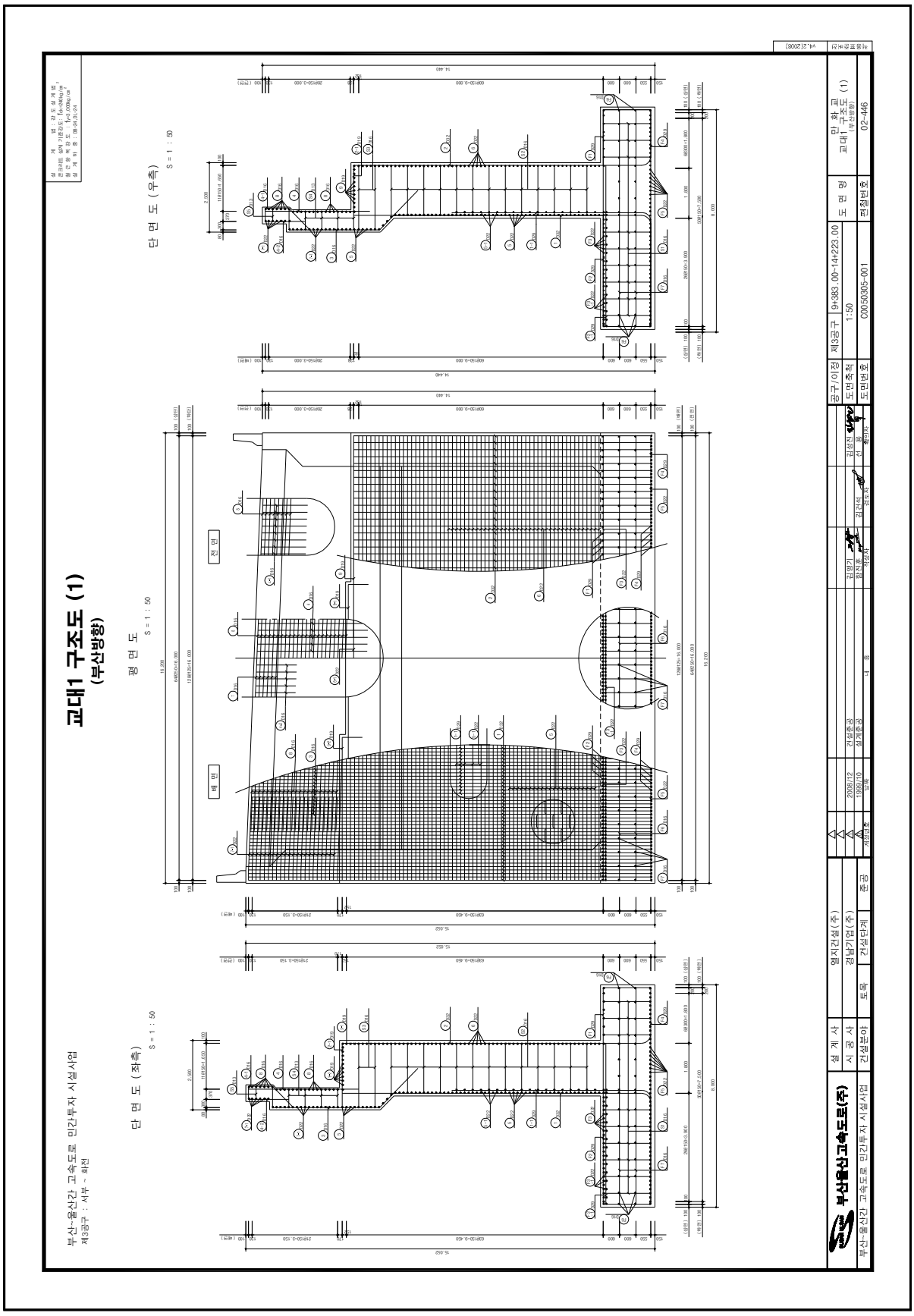
【그림 19.1.6】 거더 상세도



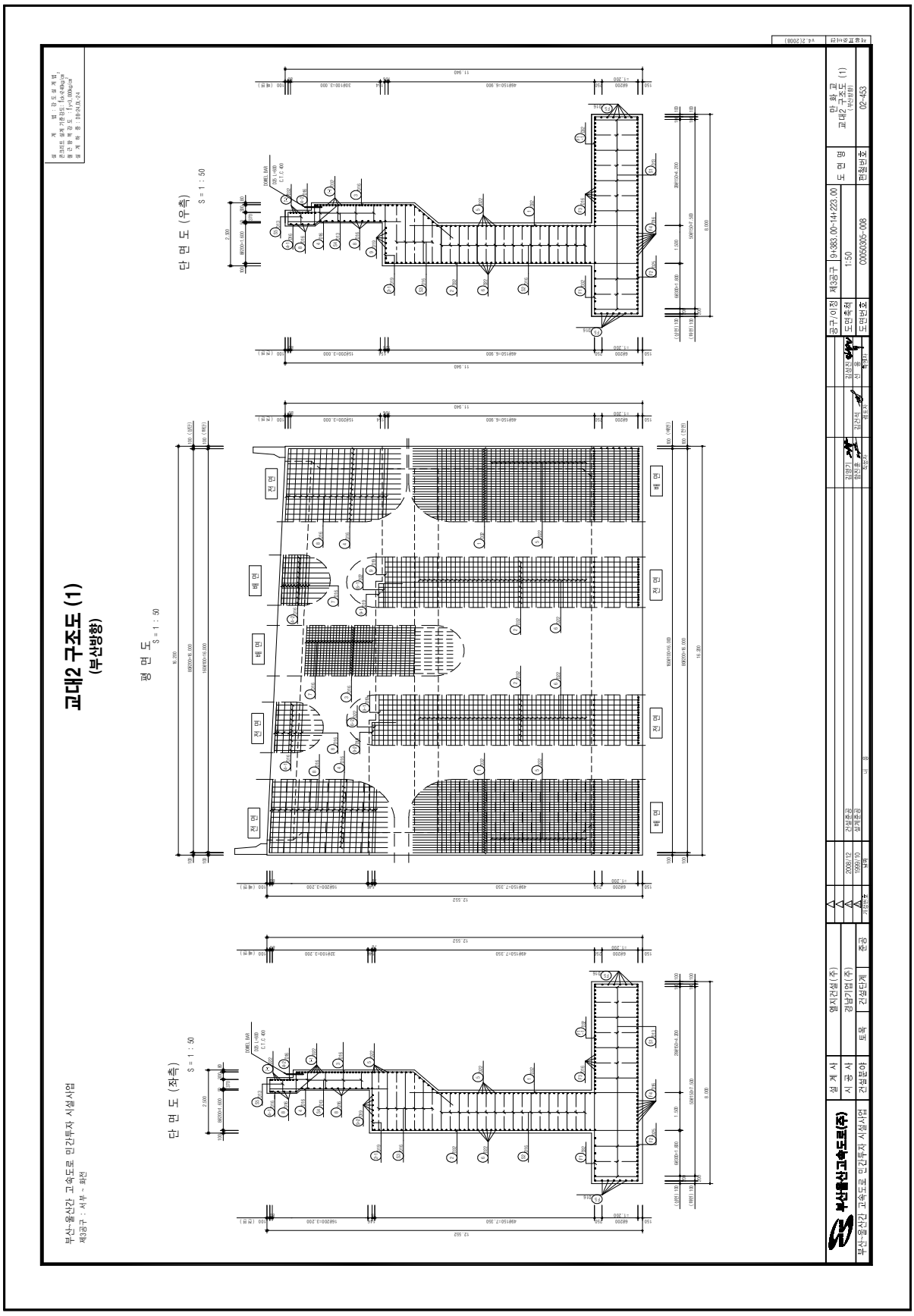
【그림 19.1.7】 교대 A1 일반도



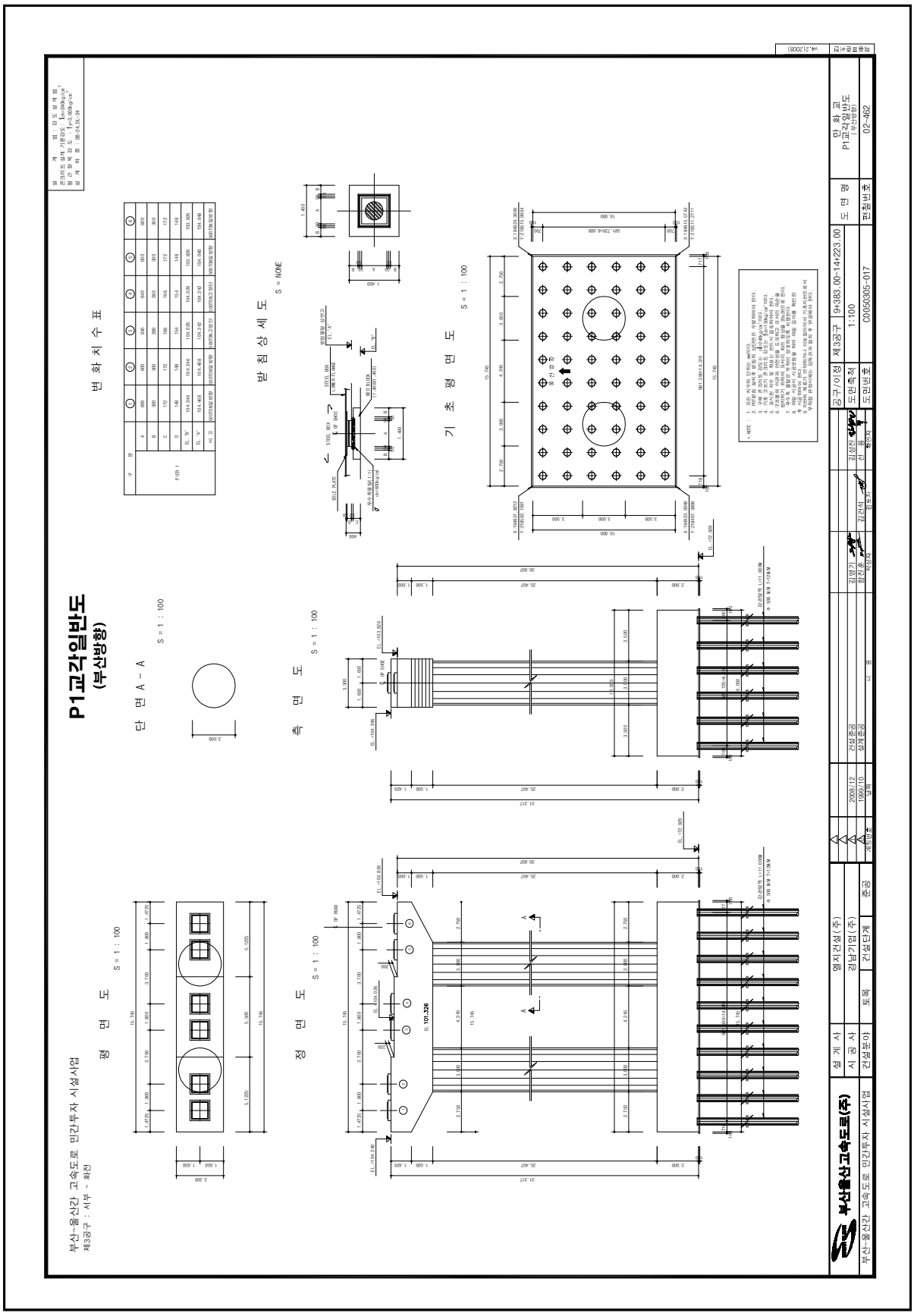
【그림 19.1.8】 교대 A2 일반도



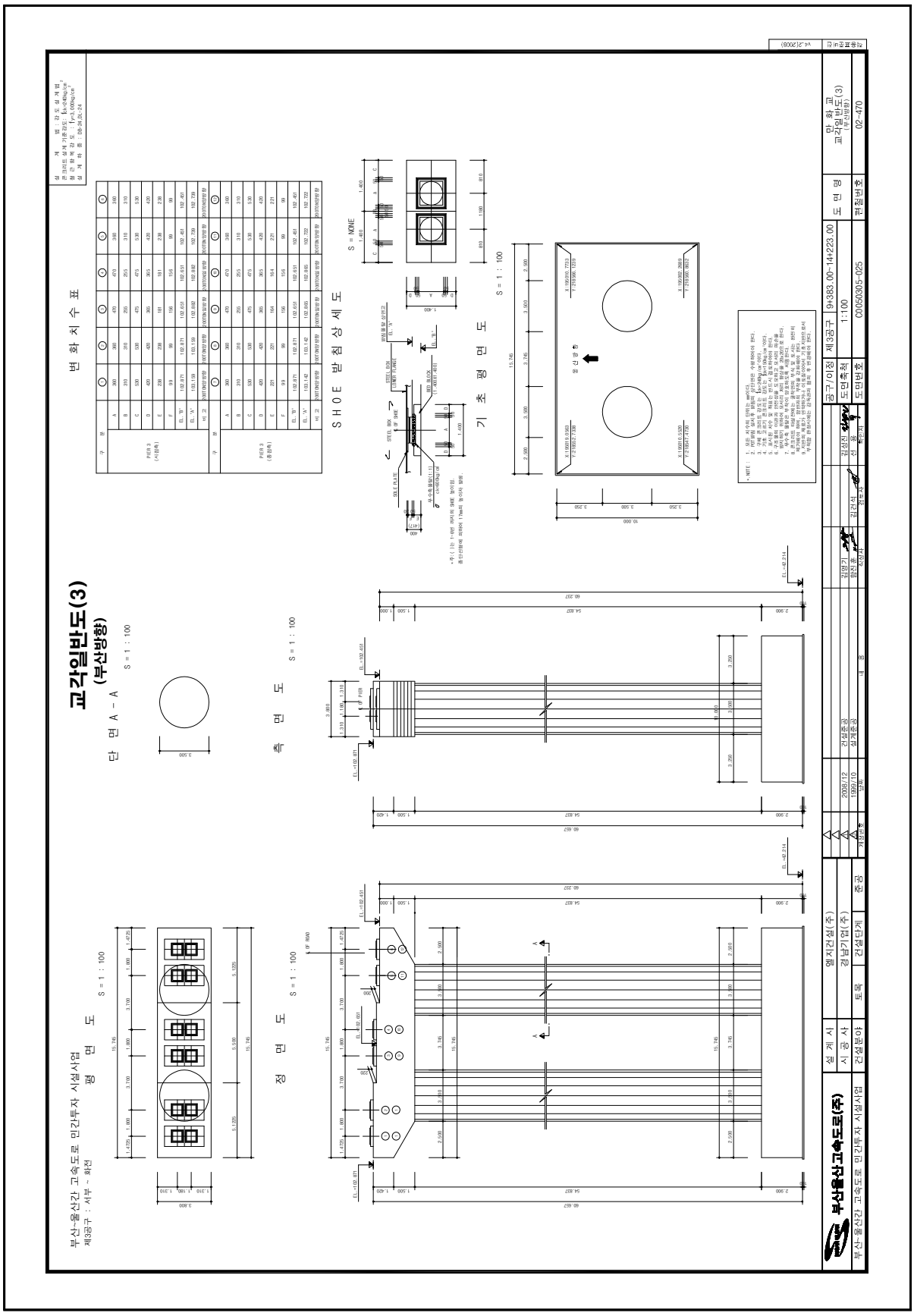
【그림 19.1.9】 교대 A1 구조도



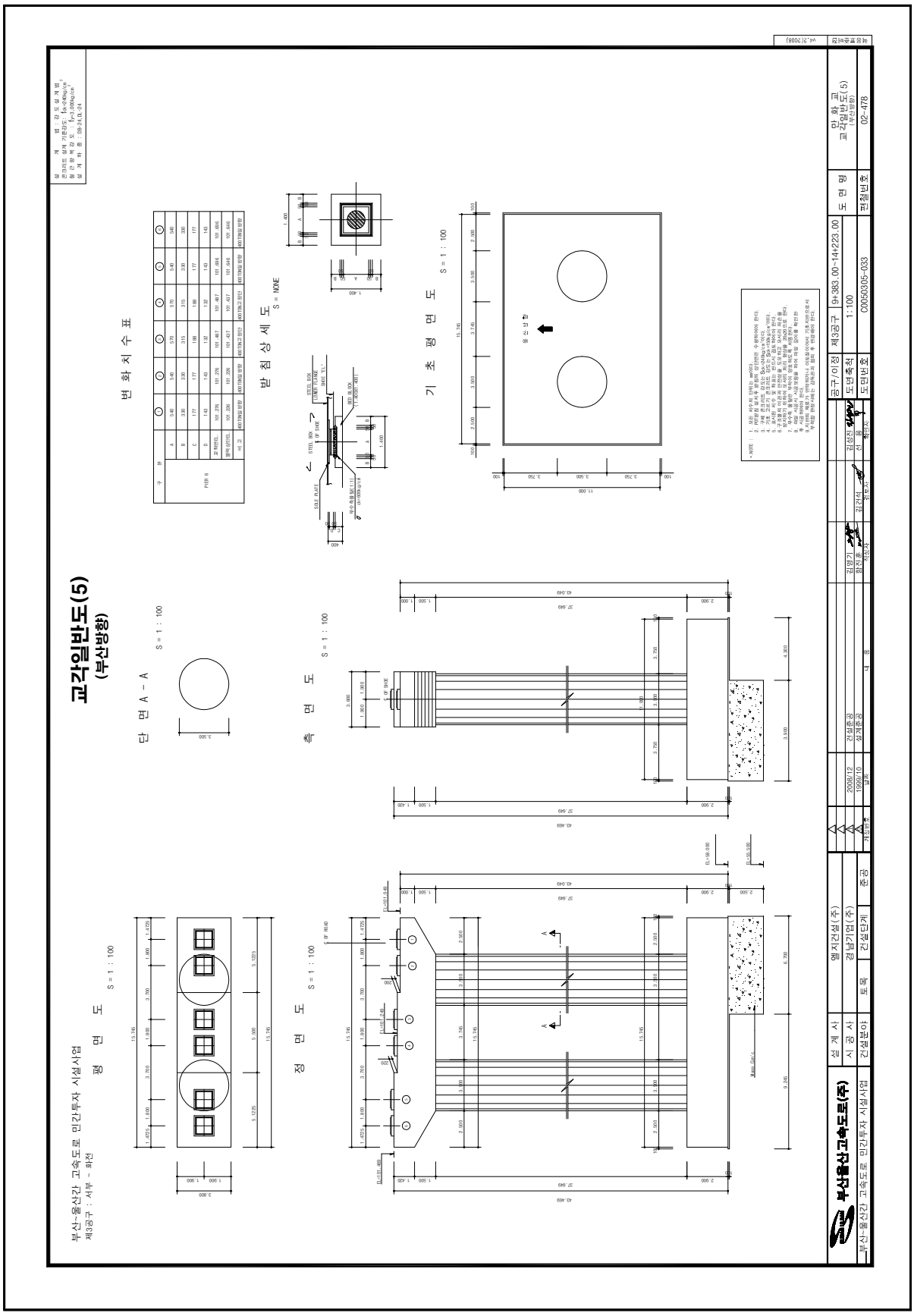
【그림 19.1.10】 교대 A2 구조도



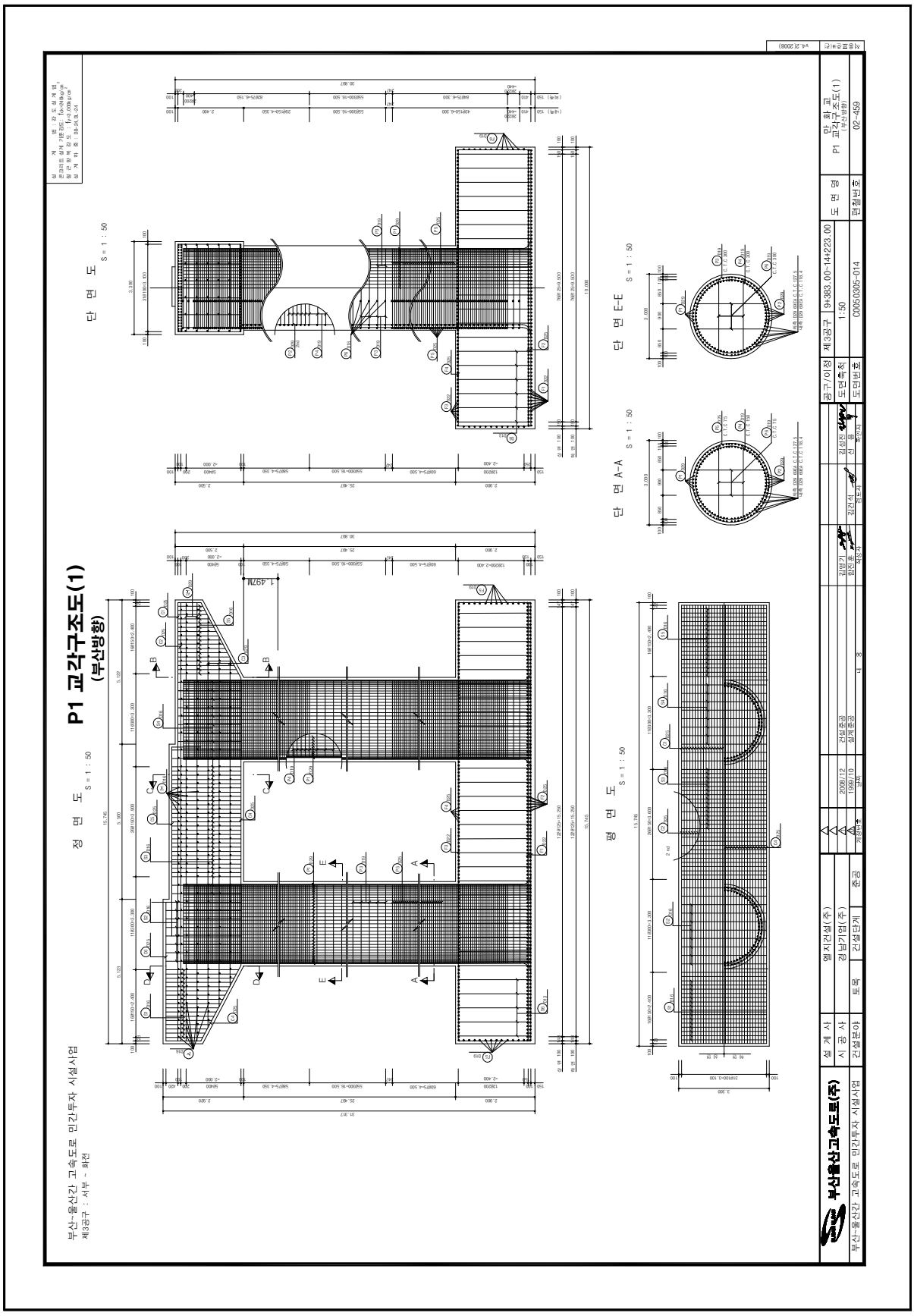
【그림 19.1.11】 교각 P1 일반도



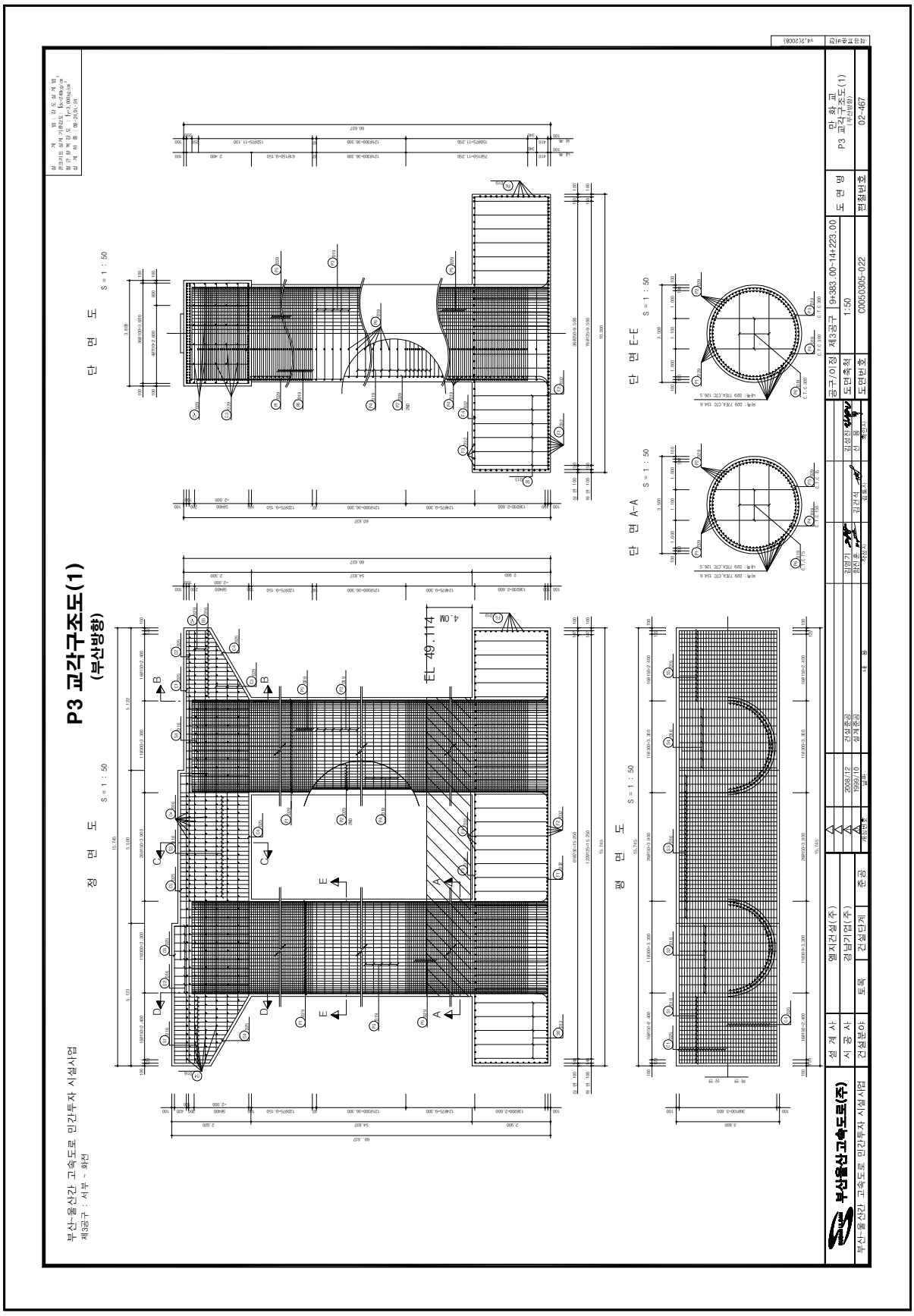
【그림 19.1.12】 교각 P3 일반도



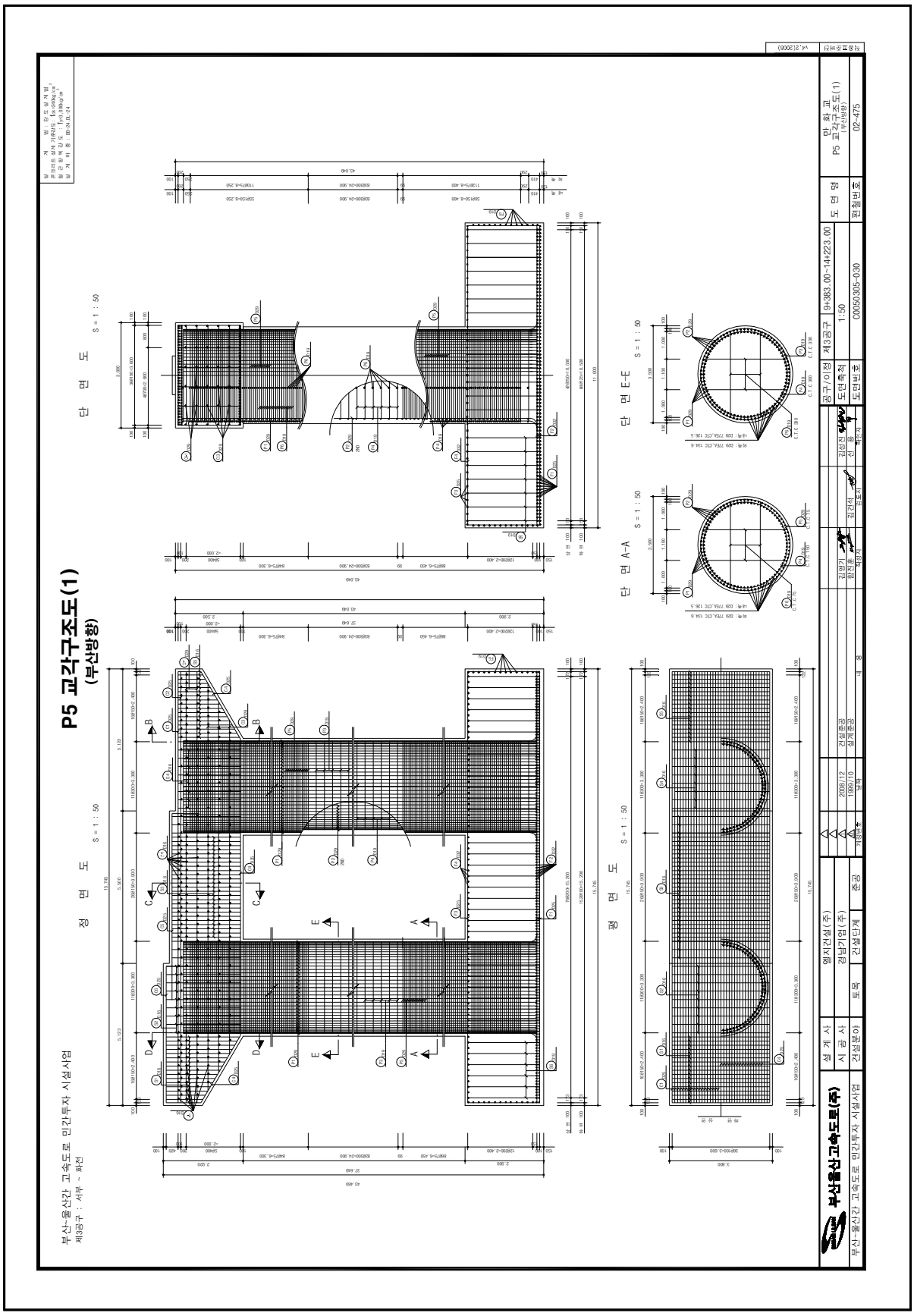
【그림 19.1.13】 교각 P5 일반도



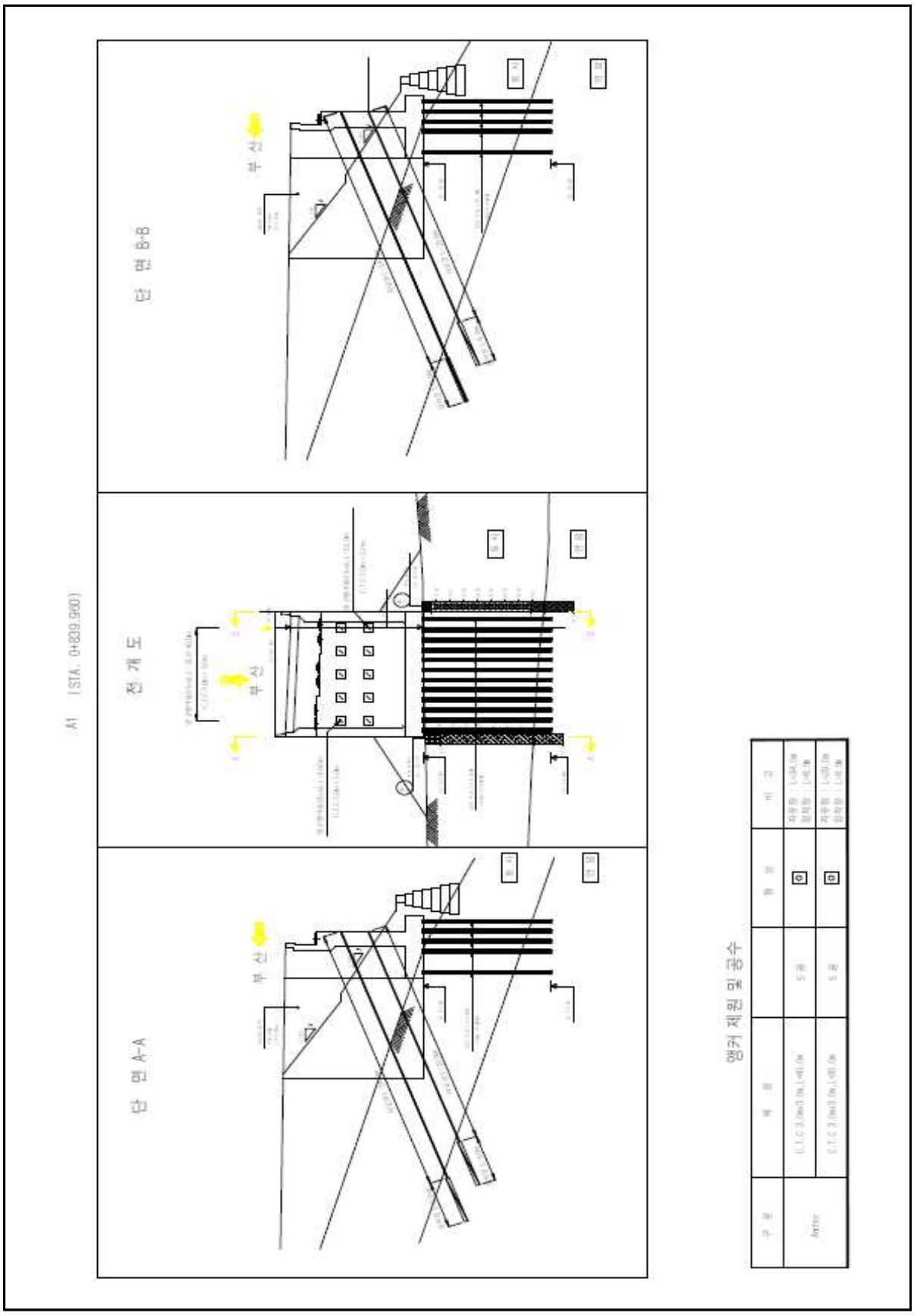
【그림 19.1.14】 교각 P1 구조도



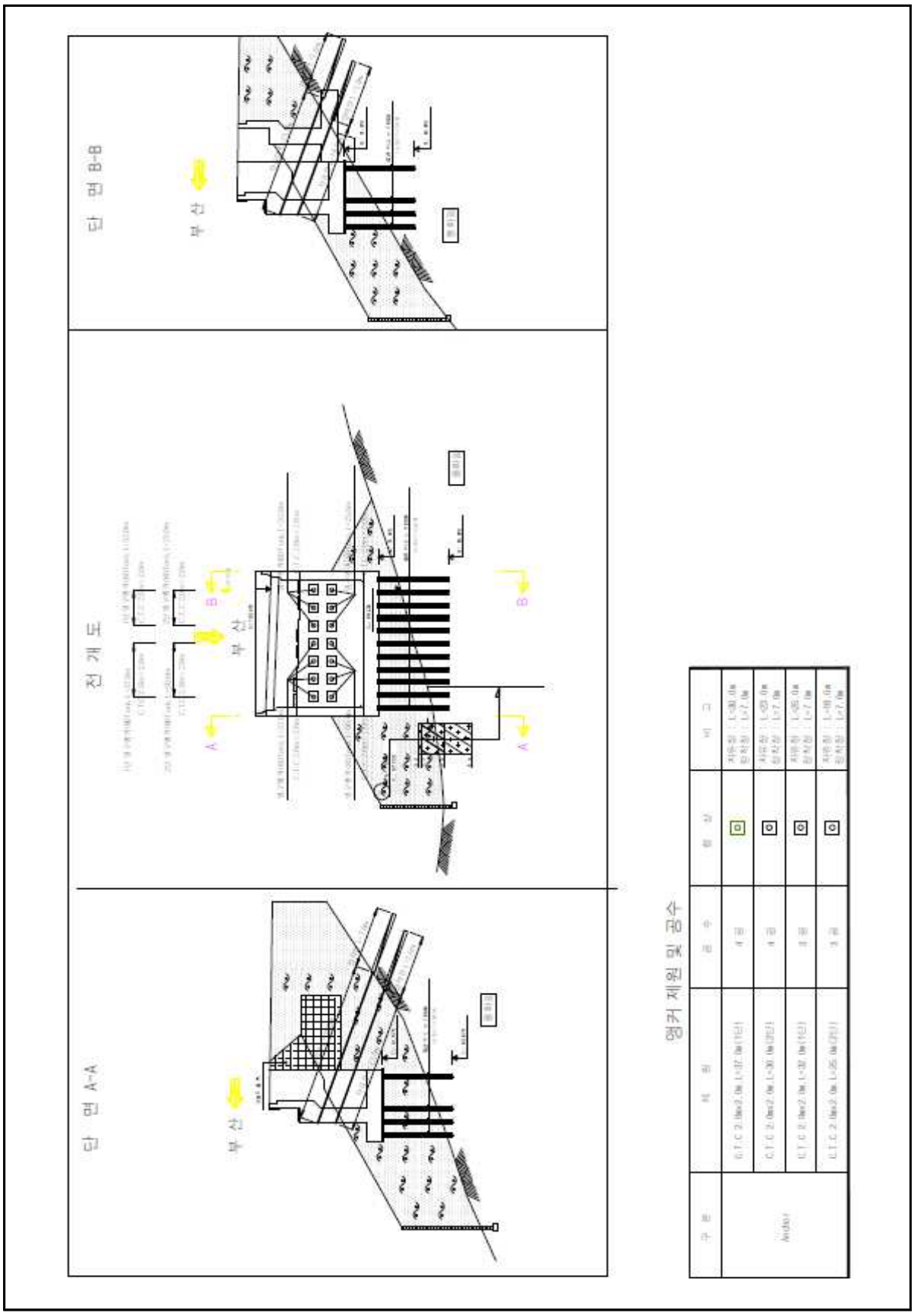
【그림 19.1.15】 교각 P3 구조도



【그림 19.1.16】 교각 P5 구조도



【그림 19.1.17】 교대 A1 보강도(부산)



【그림 19.1.18】 교대 A2 보강도(부산)

19.2 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.

19.2.1 자료수집 현황

【표 19.2.1】 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		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) 보수·보강 ◦전차보고서

19.2.2 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

◦ 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(degree)</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>거더</td><td>◉ 허용응력설계법
- 하중조합 : 고정하중, 활하중, 충격, 충돌, 원심하중</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교 대
교 각</td><td>◉ 허용응력설계법 : 안정검토 시
◉ 강도설계법 : 단면검토 시</td></tr>
</table>
</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. 만화교 보수·보강 이력(케이엔씨컨설턴트(주)-2018.10)

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>현장조사 결과</td><td>• 부산방향 A1 신축이음부는 협착으로 단차(5mm)가 발생된 상태이므로 교체가 필요할 것으로 사료된다.
• 부산방향 A1, A2, 울산방향 A1의 바닥판은 유간이 부족한 것으로 나타나 절단이 필요한 것으로 사료된다.
• 받침 장치는 부산방향 P3(A2측), A2 위치에서 A1측으로 편기가 발생된 것으로 나타나 편기상태 및 온도신축을 고려하여 받침보수(상부판 이동 등)가 필요할 것으로 사료된다.
• 부산방향 A1, A2 교대는 상부 슬라브와 협착이 발생되어 강박스 단부의 절단(약 6cm~10cm)이 필요하고, 울산방향은 A1 교대 상부가 슬래브와 협착되어 절단공사가 필요할 것으로 사료된다.</td></tr>
<tr><td>교대 안정성 검토결과</td><td>• 말뚝 미고려시
울산방향 A2교대를 제외한 모든 교대에서 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 검토되었다.
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>해석 안전율</th><th>기준 안전율</th><th>판정</th></tr>
<tr><td rowspan="2">부산방향</td><td>A1</td><td>1.20</td><td>1.50</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>1.31</td><td>1.50</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td rowspan="2">울산방향</td><td>A1</td><td>1.20</td><td>1.50</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>1.96</td><td>1.50</td><td>O.K</td></tr>
</table>
• 말뚝 고려시
울산방향 A2교대(직접기초)를 제외한 모든 교대에서 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 검토되었다.
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>해석 안전율</th><th>기준 안전율</th><th>판정</th></tr>
<tr><td rowspan="2">부산방향</td><td>A1</td><td>1.75</td><td>1.80</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>1.50</td><td>1.80</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td rowspan="2">울산방향</td><td>A1</td><td>1.74</td><td>1.80</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>-</td><td>-</td><td>직접기초</td></tr>
</table>
• 만화교 교대구조물의 측방유동에 대한 사면안정 검토를 수행한 결과, 직접기초인 울산방향 A2 교대구조물을 제외한 모든 구조물에서 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 검토되었다.
• 따라서 현장여건을 고려한 적정의 보강공법의 적용이 필요할 것으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td>보수•보강안</td><td>• 발생된 결함 및 손상에 대한 보수·보강은 보수공법의 적용성, 구조적 안전성, 보수 효과 등을 종합적으로 고려하여 현장여건에 적합한 보수·보강 공법을 적용하여야 할 것으로 판단된다. 만화교 구조물에 대한 중점 조사 항목은 신축이음장치, 교대와 바닥판 및 거더 유간, 교좌장치이며 이들에 대한 결함내용과 보수방안은 다음과 같다.</td></tr>
</table>

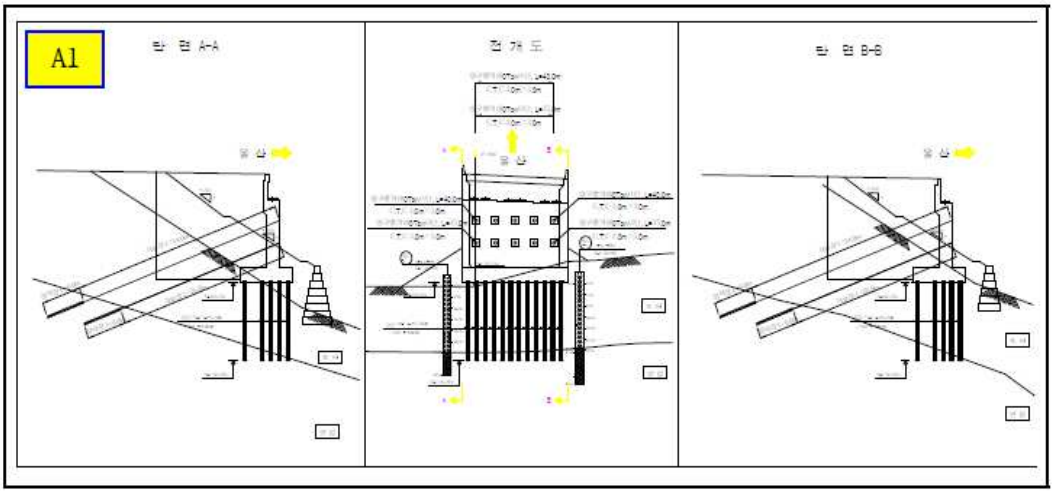
<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>보수•보강안</td><td>
<table>
<tr><th colspan="3">구분</th><th>신축이음장치</th><th>교대와 상부 바닥판</th><th>교좌장치</th></tr>
<tr><td rowspan="4">부산방향</td><td colspan="2">A1</td><td>· 신축이음부 협착 및 단차 (5mm) 발생
⇨ 신축이음 교체 필요</td><td>· 협착발생
⇨ 강박스 단부 절단 필요</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">P3</td><td>A1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>-</td><td>-</td><td>· A1방향으로 받침 상판이 많이 편기되어 있음
⇨ 상부판 이동 또는 확장필요</td></tr>
<tr><td colspan="2">A2</td><td>· 신축이음부 유간 2.1cm
⇨ 신축이음 교체
(상부 바닥판 절단에 따른 교체)</td><td>· 협착발생
⇨ 강박스 단부 절단 필요</td><td>· 받침 상 · 하판이 많이 편기되어 있음.
⇨상부판 이동 또는 확장필요</td></tr>
<tr><td>울산방향</td><td colspan="2">A1</td><td>⇨ 신축이음 교체
(상부 바닥판 절단에 따른 교체)</td><td>· 협착발생
⇨ 강박스 단부 절단 필요</td><td>-</td></tr>
</table>

① 신축이음장치
– 신축이음장치는 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 장치이다.
– 신축이음장치를 선정함에 있어서 가장 중요한 영향인자는 교축방향으로의 온도변화, 콘크리트의 크리프 및 건조수축에 의한 신축량과 교량의 회전변위 및 처짐량, 그리고 구조적으로 필요한 여유량 등이 있으며 이에 적합한 신축이음장치의 종류가 결정되어야 한다.
– 현재 만화교 A1, A2에는 모노셀 조인트 형식으로 기 시공되어 있으며, 동일형식의 신축이음 형식으로 교체하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

② 바닥판
– 바닥판 절단규모 산정시에는 상부구조의 탄성복원으로 인한 회복량과 여유량 및 온도에 의한 신축량을 고려하여 결정해야 한다.
– 만화교는 강박스 GIRDER교로서 절단위치에 따른 다음과 같은 다른 부재와의 간섭이 발생하는 지를 확인하여야 한다.
• Cross Beam과의 간섭 가능성
• 기 시공되어 있는 Sole Plate
– 바닥판과 콘크리트 포장 최대두께를 고려한 절단 톱의 직경을 결정(최대 1.5m이내)해야 한다.
</td></tr>
</table>

구 분	내 용
보수•보강안	③ 교량받침 – 받침 이동 여유량을 확보하기 위하여 먼저 받침 이동량을 산정해야 한다. – 편기가 발생한 교좌장치를 이동시키는 방법은 상부판 또는 하부판을 이동시켜 배치할 수 있으나, 통상적으로 하부판 보다는 상부판을 이동시켜 배치하는 것이 일반적이다. – 받침 이동작업 완료후 상부 Shoe와 Sole Plate 연결작업은 다음과 같이 실시한다. – 보통은 용접으로 연결한다. – 만일, 편기량이 상부 Shoe와 Sole Pate에 크게 벗어날 경우 상부 Shoe를 연장시켜야 추가 설치해야 한다. – 받침 편기에 의한 지지점 이동으로 상부구조의 변형이 예상되는 경우 받침장치 지지 보강을 실시해야 한다. – 또한 받침장치 이동작업을 위한 인상 잭 설치시, 잭 설치에 따른 교량 주부재 손상이 발생하지 않도록 필요시 인상 잭 보강재의 설치를 검토해야 한다. ④ 교대 변위 억제공법 본 과업구간인 만화교는 많은 차량이 현재 통행중에 있으며, 차선 통제후 보강작업이 용이하지 않은 현장 여건을 고려하여 시공 가능한 공법을 검토한 결과, 어스앵커(EarthAnchor)공법이 가장 적정한 것으로 검토 되었다. 각 교대에 대한 보강공법 적용시 상세 검토결과는 다음과 같다.

상세보강내용	앵커제원			
	자유장(m)	정착장(m)	C.T.C(m)	단
부산방향 A1	1단, 2단: 40	6	3	2
부산방향 A2	1단:14, 2단:13	7	2	2
울산방향 A1	1단:32, 2단:26	6	3	2



다. 토질 및 지반조사 자료검토

1) 지형 및 지질 상태

(1) 지형

■ 본 조사지역은 행정구역상 부산광역시 기장군 기장읍 서부리를 시점으로 하여 기장군 일광면 화전리를 종점으로 하는 설계구간(L=4.84㎞)에 해당한다

■ 본지역의 지형은 동해안에 인접하여 남북방향으로 이어지는 태백산맥의 남부아래에 동부의 북북동방향 및 북북서방향으로 이어지는 일연의 소산맥이 동남부부근에서 합세하며 비교적 험준한 산세를 나타내고 있다.

■ 또한 본 3공구노선 시점부근에서 북서쪽으로 산성(368)-일광산(395)-아홉산(360)-318고지-함박산(460)-천마산(400)-달음산(588)-205고지가 산맥으로 이어져 있다.

■ 그리고 노선부근의 하계발달은 남해로 직접동류 또는 서류하면서 유입하는 소하천이 많이 있지만 하폭과 유역평야의 발달은 매우 미약하다.

■ 이러한 하계망의 발달상태를 보면 지질분포 및 지질구조와 밀접한 관계를 가지며 화강암류의 수지상으로 분포되어 있고 화산암류 분포지역은 방사상의 하계망을 이루고 있다.

■ 그리고 본노선의 동쪽으로 약 2㎞정도 떨어져 남북으로 단층선이 이어지는 데 그 지역의 하천은 일반적으로 사행천이 아닌 직류로 이어지고 있다.

(2) 지질

■ 본 지역은 하반도 남동부의 경상계 퇴적암층의 분포지역의 남단에 위치하고 있다.

■ 노선부근의 지질상태를 보면 경상계 신라총의 퇴적암층이 주류를 이루는 이천리층과 이를 관입 분출한 화산암류 그 후에 관입한 불국사 화강암류인 흑운모화강암, 화강섬록암으로 분포되어 있으며 화산암류는 조직에 따라 아산암질류 유문암질류로 구분되고 화성심성암류는 화강섬록암 및 섬록반암이 소규모의 암주상 또는 화강암이 연변상으로 산재되어 있는 것 외에는 전부 화강암류로 되어 있다. 또한 이지역의 화강암류는 분화상 전혀 다른 불국사 화강암류와 마산암류로 나뉘는데 본 노선은 불국사 화강암류만이 나타난다.

■ 불국사 화강암류는 섬록암에서 시작하여 이 분화작용의 소산물인 화강섬록암 각섬석화강암 흑운모화강암 등이며 이 화강암류는 경상도에 널리 분포되어 있는 백악기의 암류이다.

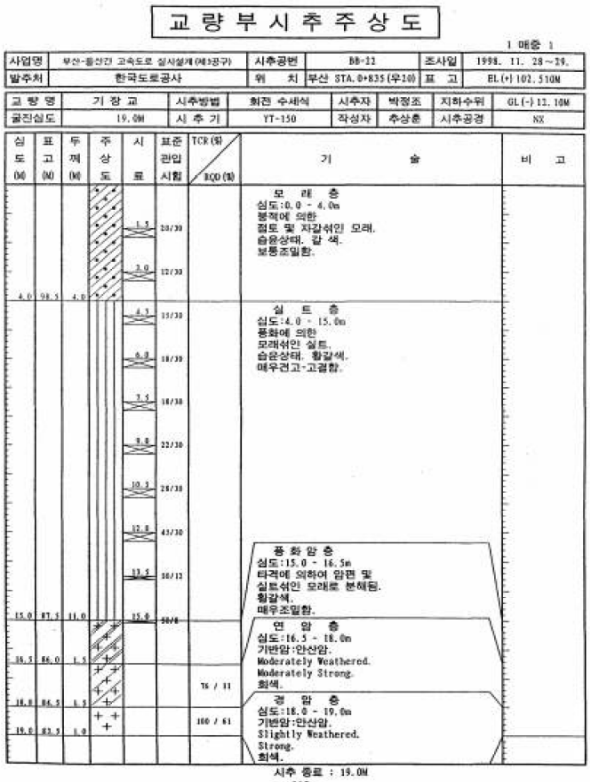
■ 이 전리층은 노선 STA. 2K+600에서 종점부까지 일광면 거의 전역에 널리 분포하고 있으며, 구성암석은 대체로 흑색 또는 암회색의 셰일로 되어 있고 암회색 세립질 사암이 소량 함유되어 있다. 또한 이층은 안산암에 의해 대규모로 관입당한 상태이며 암회색의 셰일이 안산암으로 되감에 따라 회색 또는 백색의 치밀한 혼펠스로 된 상태이며 이것이 장석반점이 발달한 반점상혼펠스를 거쳐 마침내 반상의 안산암으로 이화하는 것이다. 그리고 일광면부근에

서는 주향이 N30~45E이고 경사는 대체로 일대의 18~30NW의 층리를 보이고 있다. 안산암질류는 이 노선의 시점부에서 인터체인지 부근까지 분포되어 있으며 신라총의 화산암류중에서 초기에 형성된 것이며 또한 후기 화산암류인 석영안산암류 내지 유문암질 분출암류에 피복되어 있으며 화강섬록암과 흑운모화강암등이 불규칙하게 관입되어 나타나기도 한다. 그리고 노선 종점부에 상부지층에 층적층이 소하천 일대에 존재하나 그 발달은 미약한 상태이다.

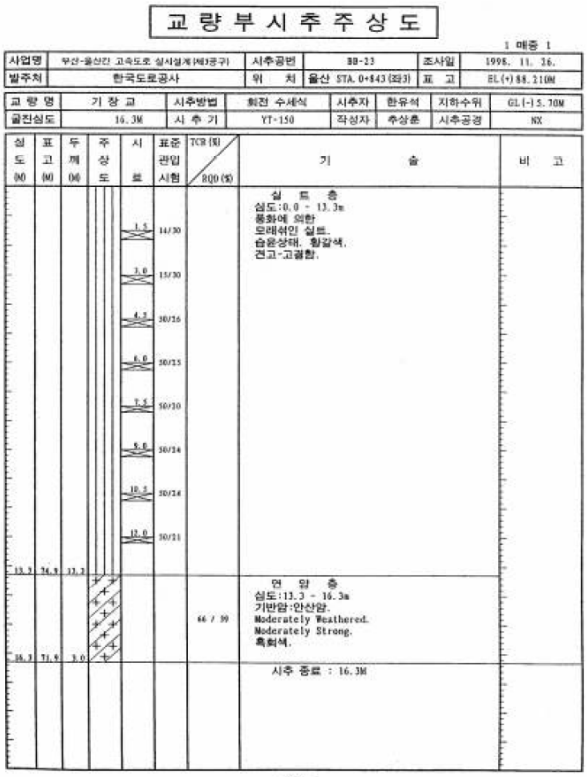
2) 시추조사 결과(고속국도 제65호선 부산~울산간 고속도로 민간투자사업 지반조사보고서,2005.03 발췌)

조사번호	조사위치	조사방향	지반고(EL.m)	비고
BB-22	0K+835	부산방향	102.51	
BB-22-1	0K+812	부산방향	103.57	
BB-23	0K+843	울산방향	88.21	
BB-23-1	0K+850	부산방향	89.18	
BB-24	0K+897.5	울산방향	78.32	
BB-24-1	0K+903.5	부산방향	78.69	
BB-25	0K+945	울산방향	60.31	
BB-25-1	0K+950	부산방향	65.50	
BB-26	0K+995	울산방향	45.34	
BB-27	1K+000	부산방향	64.69	
BB-28	1K+045	울산방향	51.71	
BB-29	1K+054	울산방향	52.93	
BB-30	1K+093	부산방향	68.58	
BB-31	1K+080	울산방향	63.29	
BB-32	1K+140	부산방향	92.30	
BB-33	1K+150	울산방향	87.23	

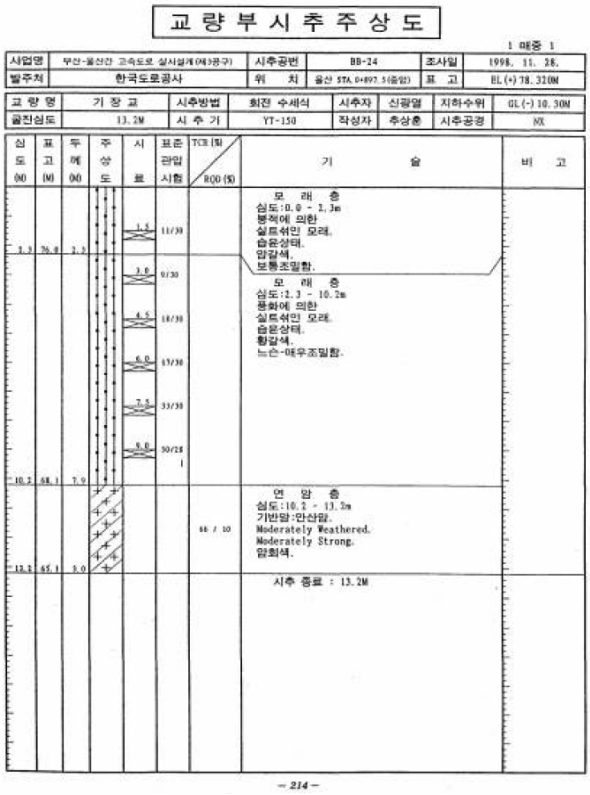
BB-22



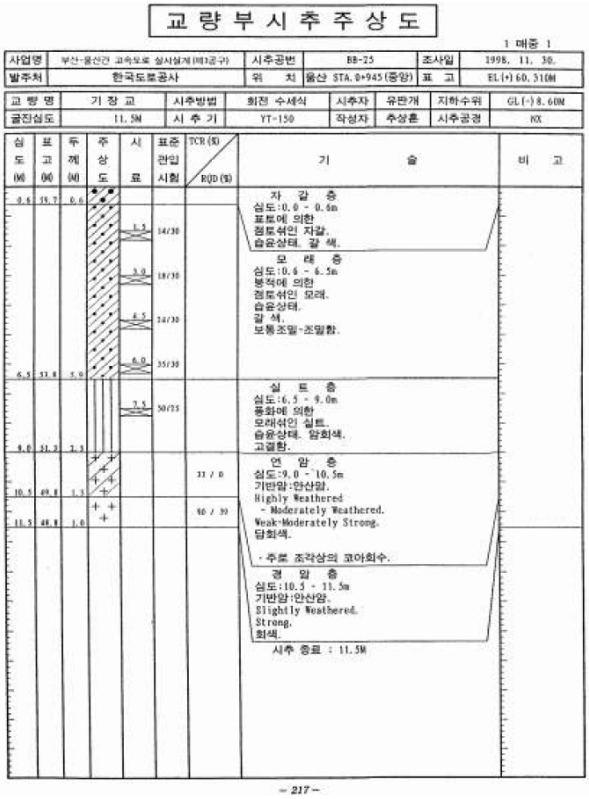
BB-23



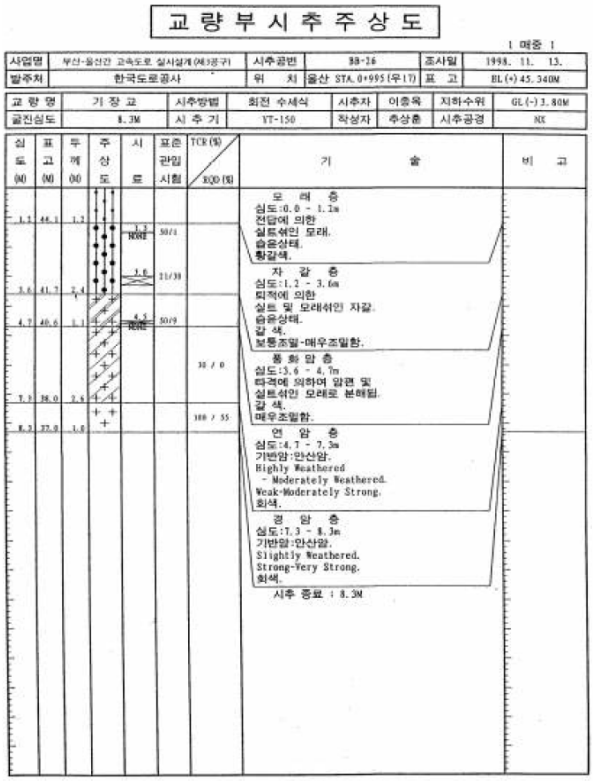
BB-24



BB-25



BB-26



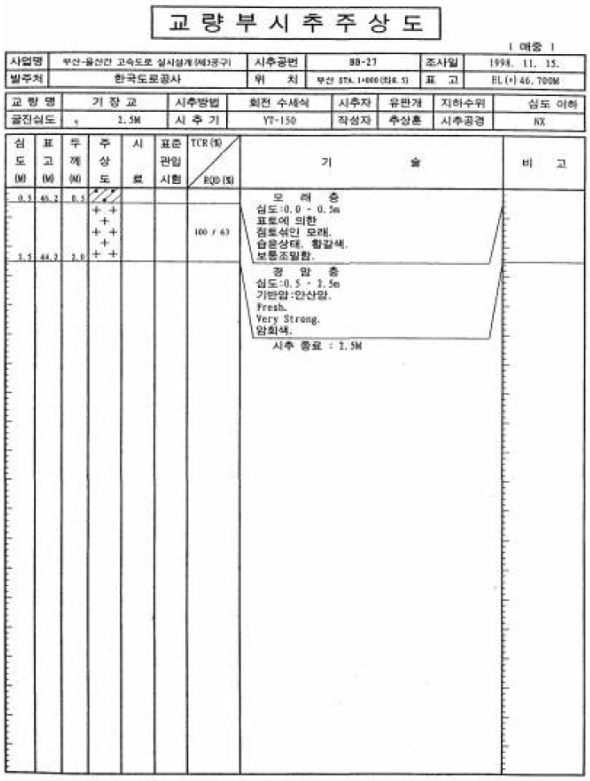
교 량 부 시 추 주 상 도

1 매중 1

사업명	부산-울산간 고속도로 실시설계(제3공구)	시추공번	BB-26	조사일	1998. 11. 13.
발주처	한국도로공사	위 치	울산 STA. 0+995(우17)	표 고	EL(+) 45.340M
교 량 명	기 장 교	시추방법	회전 수세식	시추자	이종욱
굴진심도	8.3M	시 추 기	YT-150	작성자	추상훈
지하수위	GL(-) 3.80M	시추공경	NX		

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR(%) / RQD(%)	기술	비고
1.2	44.1	1.2		1.2 NONE	50/11		모 래 층 심도:0.0 - 1.2m 전답에 의한 실트섞인 모래. 습윤상태. 황갈색.	
3.6	41.7	2.4		3.0	21/30		자 갈 층 심도:1.2 - 3.6m 퇴적에 의한 실트 및 모래섞인 자갈. 습윤상태. 갈 색. 보통조밀-매우조밀함.	
4.7	40.6	1.1		4.5 NONE	50/9			
7.3	38.0	2.6				30 / 0	풍 화 암 층 심도:3.6 - 4.7m 타격에 의하여 암편 및 실트섞인 모래로 분해됨. 갈 색. 매우조밀함.	
8.3	37.0	1.0				100 / 55	연 암 층 심도:4.7 - 7.3m 기반암:안산암. Highly Weathered - Moderately Weathered. Weak-Moderately Strong. 회색. 경 암 층 심도:7.3 - 8.3m 기반암:안산암. Slightly Weathered. Strong-Very Strong. 회색. 시추 종료 : 8.3M	

BB-27



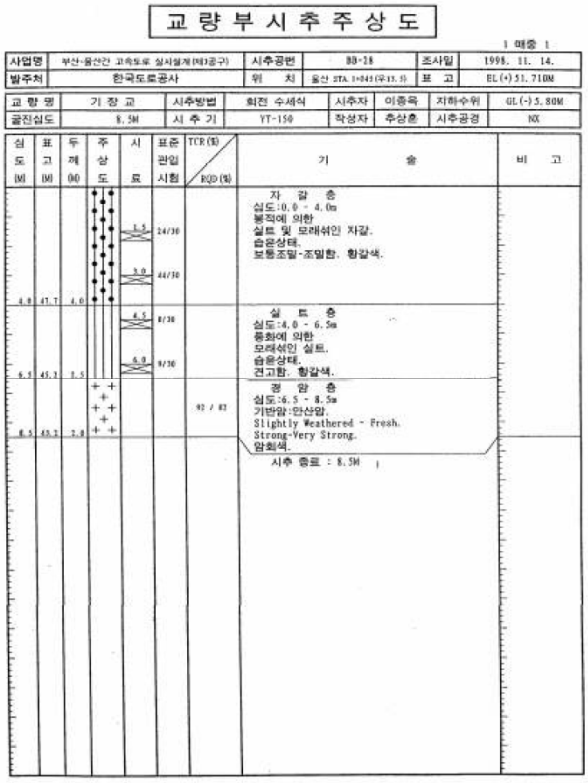
교 량 부 시 추 주 상 도

1 매중 1

사업명	부산-울산간 고속도로 실시설계(제3공구)	시추공번	BB-27	조사일	1998. 11. 15.
발주처	한국도로공사	위 치	부산 STA. 1+000(좌6.5)	표 고	EL(+) 46.700M
교 량 명	기 장 교	시추방법	회전 수세식	시추자	유판개
굴진심도	2.5M	시 추 기	YT-150	작성자	추상훈
지하수위	심도 이하	시추공경	NX		

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR(%) / RQD(%)	기술	비고
0.5	46.2	0.5					모 래 층 심도:0.0 - 0.5m 표토에 의한 점토섞인 모래. 습윤상태. 황갈색. 보통조밀함.	
3.5	44.2	3.0				100 / 63	경 암 층 심도:0.5 - 2.5m 기반암:안산암. Fresh. Very Strong. 암회색. 시추 종료 : 2.5M	

BB-28



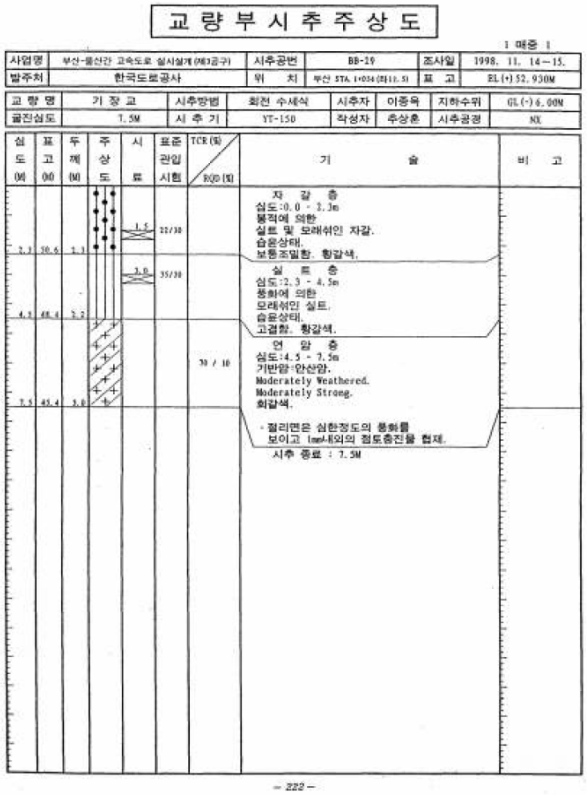
교 량 부 시 추 주 상 도

1 매중 1

사업명	부산-울산간 고속도로 실시설계(제3공구)	시추공번	BB-28	조사일	1998. 11. 14.
발주처	한국도로공사	위 치	울산 STA. 1+045(우15.5)	표 고	EL(+) 51.710M
교 량 명	기 장 교	시추방법	회전 수세식	시추자	이종욱
굴진심도	8.5M	시 추 기	YT-150	작성자	추상훈
지하수위	GL(-) 5.80M	시추공경	NX		

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR(%) / RQD(%)	기술	비고
				1.5	24/30		자 갈 층 심도:0.0 - 4.0m 퇴적에 의한 실트 및 모래섞인 자갈. 습윤상태. 보통조밀-조밀함. 황갈색.	
4.0	47.7	4.0		3.0	44/30			
				4.5	8/30		실 트 층 심도:4.0 - 6.5m 풍화에 의한 모래섞인 실트. 습윤상태. 견고함. 황갈색.	
6.5	45.2	2.5		6.0	9/30			
8.5	43.2	2.0				92 / 82	경 암 층 심도:6.5 - 8.5m 기반암:안산암. Slightly Weathered - Fresh. Strong-Very Strong. 암회색. 시추 종료 : 8.5M	

BB-29



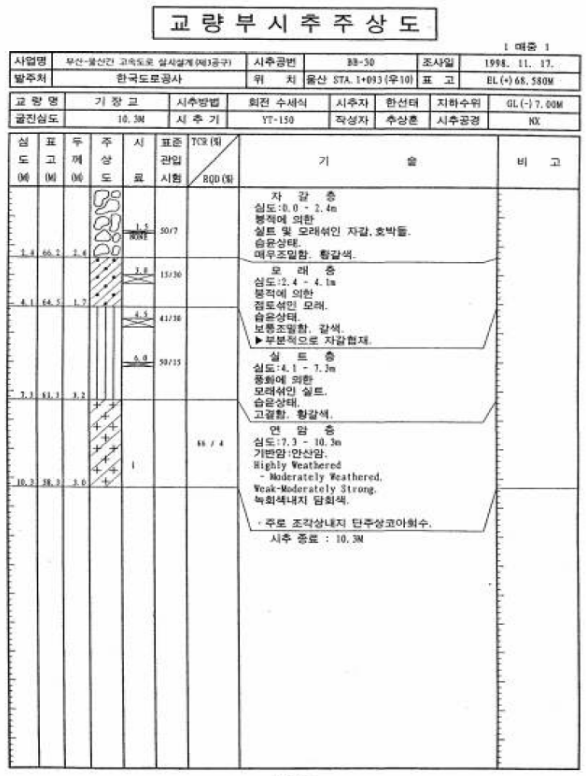
교 량 부 시 추 주 상 도

1 매중 1

사업명	부산-울산간 고속도로 실시설계(제3공구)	시추공번	BB-29	조사일	1998. 11. 14-15.
발주처	한국도로공사	위 치	부산 STA. 1+034(좌11.5)	표 고	EL(+) 52.930M
교 량 명	기 장 교	시추방법	회전 수세식	시추자	이종욱
굴진심도	7.5M	시 추 기	YT-150	작성자	추상훈
지하수위	GL(-) 6.00M	시추공경	NX		

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR(%) / RQD(%)	기술	비고
				1.5	22/30		자 갈 층 심도:0.0 - 2.3m 퇴적에 의한 실트 및 모래섞인 자갈. 습윤상태. 보통조밀함. 황갈색.	
2.3	50.6	2.3		3.0	35/30			
							실 트 층 심도:2.3 - 4.5m 풍화에 의한 모래섞인 실트. 습윤상태. 고결함. 황갈색.	
4.5	48.4	2.2				30 / 10	연 암 층 심도:4.5 - 7.5m 기반암:안산암. Moderately Weathered. Moderately Strong. 회갈색. · 절리면은 심한정도의 풍화를 보이고 1mm내외의 점토충진물 협재. 시추 종료 : 7.5M	
7.5	45.4	3.0						

BB-30



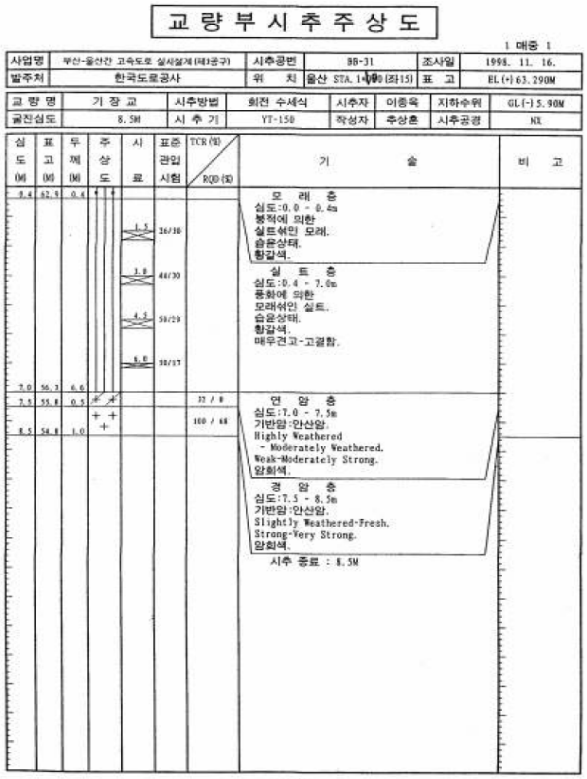
교 량 부 시 추 주 상 도

1 매중 1

사업명	부산-울산간 고속도로 실시설계(제3공구)	시추공번	BB-30	조사일	1998. 11. 17.
발주처	한국도로공사	위 치	울산 STA. 1+093 (우10)	표 고	EL(+)68.580M
교 량 명	기 장 교	시추방법	회전 수세식	시추자	한선태
굴진심도	10.3M	시 추 기	YT-150	작성자	추상훈
지하수위	GL(-)7.00M	시추공경	NX		

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR (%) / RQD (%)	기술	비고
				1.5 NONE	50/7		자 갈 층 심도:0.0 - 2.4m 붕적에 의한 실트 및 모래섞인 자갈, 호박돌. 습윤상태. 매우조밀함. 황갈색.	
2.4	66.2	2.4		3.0	15/30		모 래 층 심도:2.4 - 4.1m 붕적에 의한 점토섞인 모래. 습윤상태. 보통조밀함. 갈색. ▶부분적으로 자갈협재.	
4.1	64.5	1.7		4.5	41/30			
				6.0	50/15		실 트 층 심도:4.1 - 7.3m 풍화에 의한 모래섞인 실트. 습윤상태. 고결함. 황갈색.	
7.3	61.3	3.2				66 / 4	연 암 층 심도:7.3 - 10.3m 기반암:안산암. Highly Weathered - Moderately Weathered. Weak-Moderately Strong. 녹회색내지 담회색. - 주로 조각상내지 단주상코아회수.	
10.3	58.3	3.0					시추 종료 : 10.3M	

BB-31



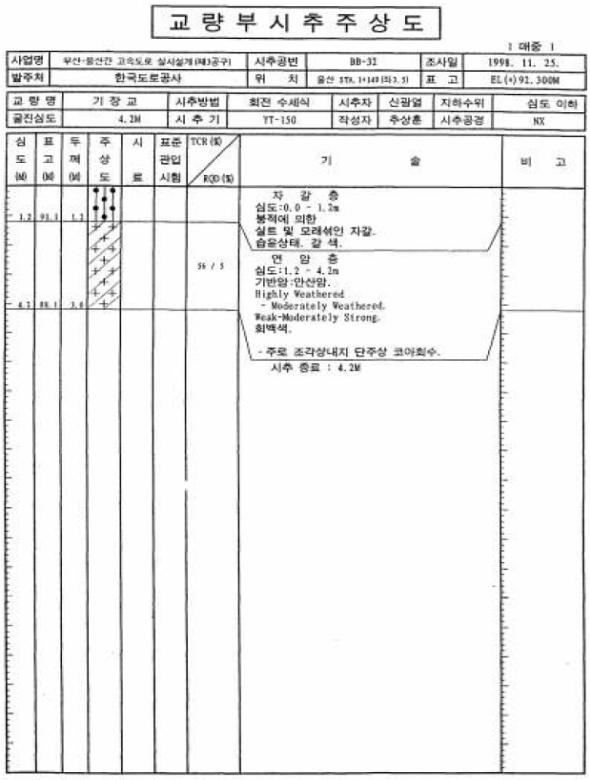
교 량 부 시 추 주 상 도

1 매중 1

사업명	부산-울산간 고속도로 실시설계(제3공구)	시추공번	BB-31	조사일	1998. 11. 16.
발주처	한국도로공사	위 치	울산 STA. 1+[illegible] (좌15)	표 고	EL(+)63.290M
교 량 명	기 장 교	시추방법	회전 수세식	시추자	이종욱
굴진심도	8.5M	시 추 기	YT-150	작성자	추상훈
지하수위	GL(-)5.90M	시추공경	NX		

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR (%) / RQD (%)	기술	비고
0.4	62.9	0.4					모 래 층 심도:0.0 - 0.4m 붕적에 의한 실트섞인 모래. 습윤상태. 황갈색.	
				1.5	26/30		실 트 층 심도:0.4 - 7.0m 풍화에 의한 모래섞인 실트. 습윤상태. 황갈색. 매우견고-고결함.	
				3.0	44/30			
				4.5	50/29			
				6.0	50/17			
7.0	56.3	6.6						
7.5	55.8	0.5				32 / 0	연 암 층 심도:7.0 - 7.5m 기반암:안산암. Highly Weathered - Moderately Weathered. Weak-Moderately Strong. 암회색.	
8.5	54.8	1.0				100 / 68	경 암 층 심도:7.5 - 8.5m 기반암:안산암. Slightly Weathered-Fresh. Strong-Very Strong. 암회색.	
							시추 종료 : 8.5M	

BB-32



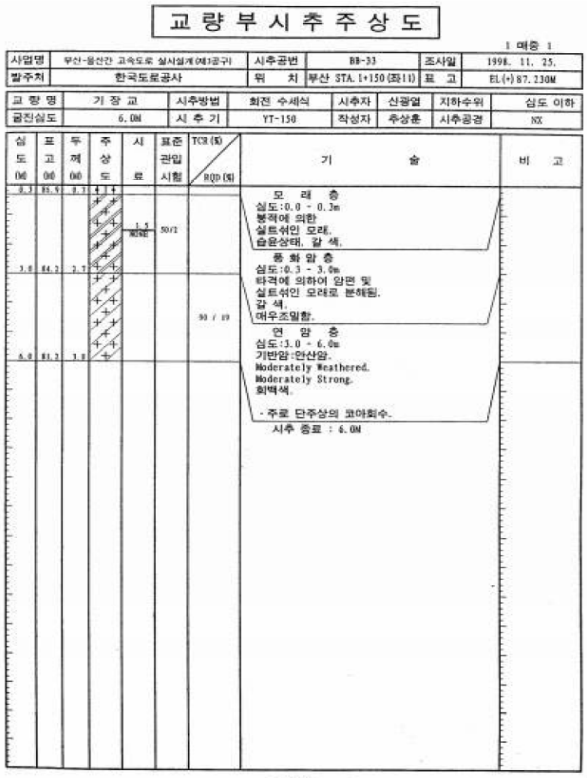
교 량 부 시 추 주 상 도

1 매중 1

사업명	부산-울산간 고속도로 실시설계(제3공구)	시추공번	BB-32	조사일	1998. 11. 25.
발주처	한국도로공사	위 치	울산 STA. 1+149 (좌3.5)	표 고	EL(+)92.300M
교 량 명	기 장 교	시추방법	회전 수세식	시추자	신광열
굴진심도	4.2M	시 추 기	YT-150	작성자	추상훈
지하수위	심도 이하	시추공경	NX		

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR (%) / RQD (%)	기술	비고
							자 갈 층 심도:0.0 - 1.2m 붕적에 의한 실트 및 모래섞인 자갈. 습윤상태. 갈 색.	
1.2	91.1	1.2				56 / 3	연 암 층 심도:1.2 - 4.2m 기반암:안산암. Highly Weathered - Moderately Weathered. Weak-Moderately Strong. 회백색. - 주로 조각상내지 단주상 코아회수.	
4.2	88.1	3.0					시추 종료 : 4.2M	

BB-33



교 량 부 시 추 주 상 도

1 매중 1

사업명	부산-울산간 고속도로 실시설계(제3공구)	시추공번	BB-33	조사일	1998. 11. 25.
발주처	한국도로공사	위 치	부산 STA. 1+150 (좌11)	표 고	EL(+)87.230M
교 량 명	기 장 교	시추방법	회전 수세식	시추자	신광열
굴진심도	6.0M	시 추 기	YT-150	작성자	추상훈
지하수위	심도 이하	시추공경	NX		

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR (%) / RQD (%)	기술	비고
0.3	85.9	0.3					모 래 층 심도:0.0 - 0.3m 붕적에 의한 실트섞인 모래. 습윤상태. 갈 색.	
				1.5 NONE	50/2		풍 화 암 층 심도:0.3 - 3.0m 타격에 의하여 암편 및 실트섞인 모래로 분해됨. 갈 색. 매우조밀함.	
3.0	84.2	2.7				90 / 19	연 암 층 심도:3.0 - 6.0m 기반암:안산암. Moderately Weathered. Moderately Strong. 회백색. - 주로 단주상의 코아회수.	
6.0	81.2	3.0					시추 종료 : 6.0M	

시추공	충적층							풍화암	연암	경암	계	비고
	실트질 점토	모래질 실트	실트질 모래	모래질 자갈	모래질 점토	점토질 모래	점토질 자갈					
BB-22	-	11.0	-	-	-	4.0	-	1.5	1.5	1.0	19.0	
BB-22 -1	-	-	13.0	2.6	-	-	-	-	0.4	1.0	17.0	
BB-23	-	13.3	-	-	-	-	-	-	3.0	-	16.3	
BB-23 -1	14.7	-	-	-	-	-	-	0.5	3.0	-	18.2	
BB-24	-	-	10.2	-	-	-	-	-	3.0	-	13.2	
BB-24 -1	-	-	13.3	-	-	-	-	7.0	-	-	20.3	
BB-25	-	2.5	-	-	-	5.9	0.6	-	1.5	1.0	11.5	
BB-25 -1	-	-	4.1	-	-	6.4	-	1.2	0.8	1.0	13.5	
BB-26	-	-	1.2	2.4	-	-	-	1.1	2.6	1.0	8.3	
BB-27	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	2.0	2.5	
BB-28	-	2.5	-	4.0	-	-	-	-	-	2.0	8.5	
BB-29	-	2.2	-	-	2.3	-	-	-	3.0	-	7.5	
BB-30	-	3.2	-	2.4	-	1.7	-	-	3.0	-	10.3	
BB-31	-	6.6	0.4	-	-	-	-	-	0.5	1.0	8.5	
BB-32	-	-	-	1.2	-	-	-	-	3.0	-	4.2	
BB-33	-	-	0.3	-	-	-	-	2.7	3.0	-	6.0	

(1) 충적층

■ 본 층은 GL-0.0~GL-15.6m까지 분포하고 있으며 주로 실트질 모래 및 모래질 실트층으로 구성되어 있고 황갈색은 띄고 있고 있으며 습윤상태로 매우 조밀한 상태를 보이고 있다. N치는 8/30~50/9(회/cm)로 나타났다.

(2) 풍화암층

■ 본 층은 기반암인 안산암이 풍화되어 형성된 층으로 모암의 조직과 형태는 보존하고 있으나 역학적 성질 및 화학적 조성이 상실되거나 변질된 상태로 충적층 하부에서 0.5~7.0m의 두께로 분포하며 시추 시 시료는 원위치에서는 굳고 단단하나 타격에 의해 암편 및 실트 섞인

모래로 분해되며 매우 조밀하고 황갈색을 띠고 있다. N치는 50/7~50/1(회/cm)로 나타났다.

(3) 연암층

■ 본 층은 기반암인 안산암이 부분적인 풍화를 받아 형성된 층으로서, 연경이 교호되며, 균열 및 절 리가 발달되어 있고, 부분적으로 풍화가 협재되어 있다. 암회색이나 담회색을 띄며 풍화암층하 0.4~3.0m 두께로 분포하고 있고 조각상의 코아가 채취되었다. T.C.R은 25~90%까지 분포하며 R.Q.D는 0~82%까지 분포하는 것으로 나타났다.

3) 현장시험 결과

(1) 지하수위 측정

공번	지하수위	비고
BB-22	GL-12.1m	
BB-22-1	GL-8.50m	
BB-23	GL-5.70m	
BB-23-1	GL-6.20m	
BB-24	GL-10.3m	
BB-24-1	GL-5.30m	
BB-25	GL-8.60m	
BB-25-1	GL-9.20m	
BB-26	GL-3.80m	
BB-27	심도이하	
BB-28	GL-5.80m	
BB-29	GL-6.00m	
BB-30	GL-7.00m	
BB-31	GL-5.90m	
BB-32	심도이하	
BB-33	심도이하	

4) 실내시험 결과

(1) 토질시험

공번	지층	심도 (m)	N.M.C (%)	Gs	Atterberg Limit(%)		Grain Size Distribution(%)		U.S.C.S
					LL	PI	No.200	No.4	
BB-22	점토질모래	3.0	28.4	2.69	34.0	11.9	29	100	SC
BB-22-1	실트질자갈	1.5	14.0	2.65	N.P		18	48	GM
BB-23	모래질실트	7.5	18.1	2.68	N.P		55	100	ML
BB-23-1	실트질점토	6.0	25.6	2.70	36.2	15.6	63	100	CL
BB-24	실트질모래	1.5	15.3	2.66	N.P		18	100	SM
BB-24-1	실트질모래	7.5	15.0	2.67	N.P		17	100	SM
BB-25	점토질모래	4.5	26.5	2.69	34.6	12.1	45	100	SC
BB-25-1	점토질모래	6.0	28.0	2.69	35.1	13.3	45	99	SC
BB-28	실트질자갈	3.0	12.2	2.65	N.P		16	45	GM
BB-29	실트질자갈	1.5	13.0	2.66	N.P		18	45	GM
BB-30	점토질모래	3.0	20.9	2.68	34.6	12.1	47	100	SC
BB-31	모래질점토	6.0	19.6	2.68	N.P		62	100	ML

(2) 일축압축강도시험

공번	시료직경 (㎝)	시료높이 (㎝)	시료중량 (gr)	단위중량 (g/㎤)	재하중 (kg)	압축강도 (kg/㎠)
BB-22	5.62	10.73	723	2.72	45,000	1,815
BB-29	5.09	10.86	515	2.33	12,000	590

19.2.3 시설물 점검이력

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

【표 19.2.2】 만화교(부산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장:패임 등 · 난간 및 연석:균열,망상균열,열화,이격,난간변형 등 · 배수시설:배수관고정대탈락 등 · 신축이음:후타재균열및파손,유간토사퇴적,차수판볼트탈락 등 · 바닥판:균열, 균열부백태, 철근노출 등 · 거더:도장박리및열화,누수흔적,현장이음부실링재미처리, 볼트부식 등 · 2차부재:가로보 상태 양호 · 교량받침:받침콘크리트 파손 및 들뜸, 앵커볼트 부식 등 · 교대:균열,보수부재균열,백태,보수부백태,박리,보수부박리, 파손, 이격 등 · 교각 : 균열,망상균열,보수부박리,철근노출, 파손, 체수 등
2	정기안전점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	· 교면포장:패임,균열등 · 난간및연석:균열,망상균열,열화,이격,난간변형등 · 배수시설:배수관고정대탈락등 · 신축이음:후타콘크리트균열및파손,유간토사퇴적,차수판볼트탈락등 · 바닥판:균열,균열부백태,철근노출등 · 거더:도장박리및열화,누수흔적,현장이음부실링재미처리,볼트부식등 · 2차부재:가로보상태양호 · 교량받침:받침콘크리트파손및들뜸,앵커볼트부식등 · 교대:균열,보수부재균열,백태,보수부백태,박리,보수부박리,파손,이격등 · 교각:균열,망상균열,보수부박리,철근노출,파손,체수등
3	1종성능평가	2024.02.23 ~2024.08.21	(주)엠케이에스이	B등급	-바닥판균열(Cw=0.3㎜미만),균열부백태,철근노출 -거더도장박리,도장열화,볼트부식,실링미처리,그을림,누수흔적 -2차부재상태양호 -교대/교각균열(Cw=0.3㎜미만),망상균열,보수부박리,철근노출,백태,파손등 -교량받침앵커볼트부식,받침콘크리트파손,받침콘크리트들뜸 -신축이음후타재균열,후타재박락,유간토사퇴적,차수판볼트탈락 -교면포장포장균열,LMC패임 -배수시설배수관고정대탈락 -난간및연석균열(Cw=0.3㎜미만).망상균열,표면열화,이격,난간변형
	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장패임,접속부포장파손등 · 배수시설배수관길이부족등 · 난간및연석백태,철근노출,핸드레일변형등 · 신축이음후타콘크리트균열,유간토사퇴적등 · 교량받침받침몰탈균열및들뜸등 · 바닥판균열등 · 거더도장박리,도장긁힘등 · 교대균열,백태,접합부실런트열화및균열등 · 교각균열,철근노출등

【표 19.2.2】 만화교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
5	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.11	자체수행	양호	· 교면포장LMC포장패임등 · 난간중분대균열(cw=0.3㎜미만),망상균열,난간변형 등 · 신축이음후타콘크리트균열,유간토사퇴적등 · 교량받침받침몰탈균열등 · 교대흉벽백태등 · 교각철근노출,교각번호판소실등
6	정밀안전진단	2023.02.21 ~2023.12.26	백양엔지니어링(주)	B등급	・바닥판 균열(Cw=0.3㎜미만), 균열부 백태, 철근노출 ・거더 도장박리, 도장열화, 볼트부식, 실링미처리, 그을림, 누수흔적 ・2차부재 상태양호 ・교대/교각 균열(Cw=0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 박리, 철근노출, 백태, 파손 등 ・교량받침 앵커볼트 부식, 받침콘크리트 파손, 받침콘크리트 들뜸 ・신축이음 후타재 균열, 후타재 박락, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락 ・교면포장 포장 균열, LMC 패임 ・배수시설 배수관 고정대 탈락 ・난간및연석균열(Cw=0.3㎜미만).망상균열,표면열화,이격,난간변형
7	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.06.05	자체수행	양호	· 교면포장 LMC포장 패임 등 · 난간중분대 균열(cw=0.3㎜ 미만), 망상균열, 난간 변형 등 · 신축이음 후타재 균열, 유간토사퇴적, 차수판 볼트 파손, 신장 여유량 부족(A2) 등 · 거더 외부 도장박리, 도장열화(백아화) 등 · 교량받침 플레이트 앵커볼트 부식, 받침콘크리트 들뜸 등 · 하부구조 교대 균열(cw=0.3㎜미만), 백태, 실링재 열화 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3㎜미만) 등
8	정밀안전점검	2022.04.07 ~2022.12.23	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장패임 -방호벽균열(0.3㎜미만),망상균열,난간변형 -배수시설상태양호 -신축이음유간토사퇴적,후타재균열,차수판볼트파손,신장여유량부족(A2) -바닥판상태양호 -거더외부도장박리,도장열화(백아화) -가로보상태양호 -교량받침앵커볼트부식,콘크리트들뜸 -교대/교각균열(0.3㎜미만),백태,실링재열화
9	정기안전점검	2022.05.16 ~2022.06.15	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고

【표 19.2.2】 만화교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
10	정기안전점검	2021.12.15 ~2021.12.15	자체수행	양호	· 거더:외부도장열화,도장긁힘및부식 · 교량받침:플레이트앵커볼트부식 · 하부구조:균열,교좌면철근노출,누수,표면오염등... · 신축이음:후타재균열,차수판고정불량등.. · 교면포장:교면콘크리트파손,교면후타접속부파손 · 난간연석:균열,접속방호벽단차등..
11	정기안전점검	2021.06.28 ~2021.06.28	자체수행	양호	· 거더:외부도장열화로인한변색,외부도장긁힘및부식 · 교량받침:플레이트부식 · 하부구조(교대):흉벽-보강토옹벽접속부이격,균열(cw=0.3㎜미만),균열(cw=0.3㎜이상),흉벽백태 · 하부구조(교각):균열(cw=0.3㎜미만) · 신축이음:후타재균열,차수판볼트파손,유간토사퇴적 · 교면포장:포장파손 · 난간연석:접속부방호벽단차
12	정밀안전점검	2020.05.27 ~2020.12.31	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장파손 -방호벽균열(0.3㎜미만),망상균열,접속부단차,난간변형 -신축이음유간토사퇴적,후타재균열,차수판볼트파손 -바닥판상태양호 -거더외부도장긁힘및부식,박리,열화(변색) -교량받침앵커볼트부식 -교대균열(0.3㎜미만),누수,철근노출,표면오염,실링재열화 -교각균열(0.3㎜미만) -점검통로변형및파손
13	정기안전점검	2020.06.30 ~2020.06.30	자체수행	양호	· 양호함
14	정기안전점검	2019.09.19 ~2019.09.19	자체수행	양호	· 신축이음유간토사퇴적 · 교량받침도장녹발생
15	1종성능평가	2018.08.16 ~2019.08.21	(주)엠케이에스이	B등급	-방호벽균열(0.3㎜미만) -신축이음차수판유실 -바닥판유박락 -거더외부도장긁힘,도장열화(변색) -교량받침앵커볼트부식 -교대파손,표면오염 -교각균열,표면오염
16	정기안전점검	2019.04.17 ~2019.04.17	자체수행	양호	· 거더도장긁힘/교좌장치받침콘크리트균열 · 교각코핑부상면철근노출/갓길유간토사퇴적
17	정밀안전진단	2018.08.16 ~2018.12.31	(주)엠케이에스이	B등급	-방호벽균열(0.3㎜미만) -신축이음차수판유실 -바닥판유박락 -거더외부도장긁힘,도장열화(변색) -교량받침앵커볼트부식 -교대파손,표면오염 -교각균열,표면오염

【표 19.2.2】 만화교(부산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
18	정기안전점검	2018.03.28 ~2018.03.28	자체수행	양호	- 양호함
19	정기안전점검	2017.08.16 ~2017.08.16	자체수행	양호	- 양호함
20	정기안전점검	2017.05.17 ~2017.05.17	자체수행	양호	- 양호함
21	정밀안전점검	2016.11.16 ~2016.12.30	(주)엠케이에스이	B등급	· 방호벽균열(0.3㎜미만) · 신축이음본체고무재파손,후타재이격,유간부족(A2) · 거더외부도장긁힘 · 교량받침몰탈균열,잡철근노출 · 교대균열,망상균열,철근노출,파손,표면오염 · 교각균열,철근노출,파손,점검통로파손
22	정기안전점검	2016.05.18 ~2016.05.18	자체수행	양호	- 양호함
23	정기안전점검	2015.08.04 ~2015.08.04	자체수행	양호	- 양호
24	정기안전점검	2015.04.22 ~2015.04.22	자체수행	양호	- 양호
25	정기안전점검	2014.08.04 ~2014.08.04	자체수행	양호	- 양호
26	정기안전점검	2014.05.12 ~2014.05.12	자체수행	양호	- 양호
27	정밀안전점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등급	- 벽체균열
28	정기안전점검	2013.05.14 ~2013.05.14	자체수행	양호	- 양호
29	정기안전점검	2012.08.01 ~2012.08.02	자체수행	양호	- 양호
30	정기안전점검	2012.04.18 ~2012.04.18	자체수행	양호	- 양호
31	정기안전점검	2011.08.16 ~2011.08.16	자체수행	양호	- 양호
32	정기안전점검	2011.04.07 ~2011.04.07	자체수행	양호	- 양호함
33	정기안전점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	- 시공이음부 실링 탈리, 신축이음부 뒤후타벌어짐
34	정밀안전점검	2010.03.10 ~2010.05.09	자체수행	A등급	- 교대뒷채움 옹벽 일부 미세균열
35	정기안전점검	2009.08.04 ~2009.11.25		양호	- 이상없음
36	정기안전점검	2009.03.06 ~2009.06.30		양호	- 이상없음
37	정밀안전점검	2008.08.14 ~2008.12.31	(주)다린이앤씨	A등급	- 문제점이 없는 최상의 상태

19.2.4 전차 정밀안전진단 실시결과(2023년12월)

가. 정밀안전진단 결과

구 분		정밀안전진단 결과
점검개요		· 점검기관 : 백양엔지니어링㈜ · 점검기간 : 2023년 02월 21일 ~ 2023년 12월 26일
상태평가	외관조사	· 바닥판 균열(Cw=0.3㎜미만), 균열부 백태, 철근노출 · 거더 도장박리, 도장열화, 볼트부식, 실링미처리, 그을림, 누수흔적 · 2차부재 상태양호 · 교대/교각 균열(Cw=0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 박리, 철근노출, 백태, 파손 등 · 교량받침 앵커볼트 부식, 받침콘크리트 파손, 받침콘크리트 들뜸 · 신축이음 후타재 균열, 후타재 박락, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락 · 교면포장 포장 균열, LMC 패임 · 배수시설 배수관 고정대 탈락 · 난간 및 연석 균열(Cw=0.3㎜미만). 망상균열, 표면열화, 이격, 난간변형
	내구성조사	· 내구성 시험 결과 콘크리트 강도와 철근탐사 결과는 양호한 상태를 나타내고 있으며, 염화물함유량 시험결과와 탄산화깊이는 모두 'a' 등급으로 평가되어 염화물 또는 탄산화에 의한 철근부식 가능성이 없는 것으로 조사되었다. · 단면측량 결과, 건축한계에 저촉되는 구간은 없으며, 단면은 준공도면과 대체로 유사
	상태등급	· 상태평가 결함도점수 : 0.190(B)
	안전성평가등급	· 안전율(S · F) : 1.0이상(A)
	종합평가(안전등급)	· 기장1터널(부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 보조 부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 "B"로 평가됨. · 안전성평가 결과 기장1터널(부산)은 응력 및 단면력은 허용범위 이내에서 작용하고 있으며, 최소 안전율 1.0이상을 확보하고 있는 "A"로 평가됨. · 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 기장1터널(부산)은 "B"로 평가됨
종합결론		■ 만화교(부산)의 상태평가결과, 구조물의 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 전반적으로 양호한 상태인 "B(0.190)"로 산정되었다. ■ 만화교(부산)의 주요 손상으로 상부구조는 철근노출, 도장박리가 조사되었고, 철근노출, 도장박리 손상에 대해서는 표면보수(방청) 및 재도장이 필요한 것으로 판단된다. 하부구조는 균열(Cw=0.3㎜미만), 망상균열, 단면손상(박리, 파손 등)이 조사되었고, 조사된 손상에 대해서는 표면보수 및 단면보수 등이 필요한 것으로 판단된다. 교량받침의 온도변화에 따른 일부구간을 제외하고 전반적으로 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 기능상에는 문제가 없는 것으로 판단됨에 따라 주기적인 점검을 통한 중점관리를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 포장균열, LMC패임은 주의관찰을 실시하며, 향후 마모, 균열, 소성변형 등의 손상 확대 및 진전 시 일괄 보수를 실시하고, 배수시설 고정대 탈락은 재설치가 요구된다. 공용중 유지보수를 실시하고 있으나, 국부적인 추가손상이 확인되고 있는 것으로 조사되었으며, 구조물의 내구성 확보를 위해서는 손상의 진전여부, 추가손상 발생여부 확인 등의 중점관리가 요구된다. ■ 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. ■ 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.

나. 보수·보강 방안 및 개략공사비

점검부위		결함 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판 하면		균열(0.3㎜미만)	23.00	8.63	㎡	표면보수	65	561	2	
		균열부백태	0.20	0.08	㎡	표면보수	65	5	2	
		철근노출	7.14	10.71	㎡	표면보수(방청)	340	3,641	1	
STB 거더	내부	도장박리	0.07	0.11	㎡	재도장	80	8	2	
		누수흔적	3.60	5.40	㎡	실링처리	50	270	2	
		실링미처리	2	2	개소	실링처리	50	100	2	
		그을음	1.12	1.68	㎡	재도장	80	134	2	
	외부	도장박리	0.13	0.20	㎡	재도장	80	16	2	
		볼트부식	17	17	개소	재도장	80	1,360	2	
하부 구조	교대	균열(0.3㎜미만)	6.40	2.40	㎡	표면보수	65	156	2	
		재균열(0.3㎜미만)	1.00	0.38	㎡	표면보수	65	24	2	
		백태	0.52	0.78	㎡	표면보수	65	51	2	
		보수부 백태	0.41	0.62	㎡	표면보수	65	40	2	
		박리	0.24	0.36	㎡	단면보수	240	86	2	
		보수부 박리	1.32	1.98	㎡	단면보수	240	475	2	
		파손	0.02	0.03	㎡	단면보수	240	7	2	
		실링재 열화	6.00	9.00	m	실링처리	46	414	2	
	교각	균열(0.3㎜미만)	32.60	12.23	㎡	표면보수	65	795	2	
		망상균열	2.60	3.90	㎡	표면보수	65	254	2	
		보수부 박리	0.04	0.06	㎡	단면보수	240	14	2	
		철근노출	0.11	0.17	㎡	표면보수(방청)	340	56	1	
		파손	0.26	0.39	㎡	단면보수	240	94	2	
교량받침		앵커볼트 부식	41	41	개소	재도장	80	3,280	2	
		받침콘크리트 파손	0.01	0.02	㎡	단면보수	240	4	2	
		받침콘크리트 들뜸	0.04	0.06	㎡	단면보수	240	14	2	
신축이음		유간 토사퇴적	29.50	44.30	㎡	청소	18	797	3	
		차수판 볼트탈락	8	8	개소	재체결	10	80	2	
배수시설		배수관 고정대 탈락	1	1	개소	재설치	500	500	3	
순 공 사 비								13,236		
제경비(순공사비×0.5)								6,618		
부대공사비(순공사비×0.2)								2,647		
총 공 사 비								**22,501**		

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

19.2.5 시설물 보수 이력

【표 19.2.3】 만화교(부산) 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	백양엔지니어링(주)	태정산업개발(주)
	2024-05-13 ~ 2024-08-30		단면보수	5,650	이선우
2	구조물 정밀안전점검 결함사항 보수공사	보수	교대, 교각, 교량받침	박준형	진양건설(주)
	2023-05-23 ~ 2023-07-17		단면보수, 표면보수, 재도장	2,926	이장형
3	2020년 경남본부 관내 교량 내진보강 및 성능개량공사	개량	교량받침(P1)	구조물안전팀	(주)가화건설
	2020-08-18 ~ 2020-12-04		콘크리트 전단키 설치	8,564	정덕민
4	구조물 정밀안전진단 및 점검 보수공사	보수	거더, 교량받침, 신축이음장치, 교대, 교각, 난간방호벽	이효찬	CS청산건설㈜
	2019-09-18 ~ 2019-12-31		볼트 재체결, 표면처리, 재도장, 주입보수, 차수판설치	4,567	이건수
5	-	-	교대, 신축이음, 거더	케이엔씨컨설턴트(주)	경남기업(주)
	2018-11		교대 A1, A2, 어스앵커보강 신축이음 A1, A2 교체 거더 단부 절단(A1, A2)	-	-
6	-	-	신축이음	-	이왕코리아
	2018-11		P3 신축이음 교체	-	-
7	-	-	신축이음	-	바우테크
	2017-12		P3 신축이음 교체	-	-
8	부산울산고속도로 하자보수 공사	보수	배수시설	신재환	한진중공업
	2011-03-01 ~ 2011-04-15		부분보수	1,000	이진희

※시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조
※ 전차 정밀안전진단(2023년) 자료 참조

19.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

만화교(부산, 울산)에 대한 내진설계 자료검토 결과, 해당시설물은 내진설계가 적용되어 있는상태로 검토되었으며, 자료는 『부산~울산간 고속도로 건설공사 구조 계산서(Ⅱ)-제3공구』을 참고하여 작성하였다.

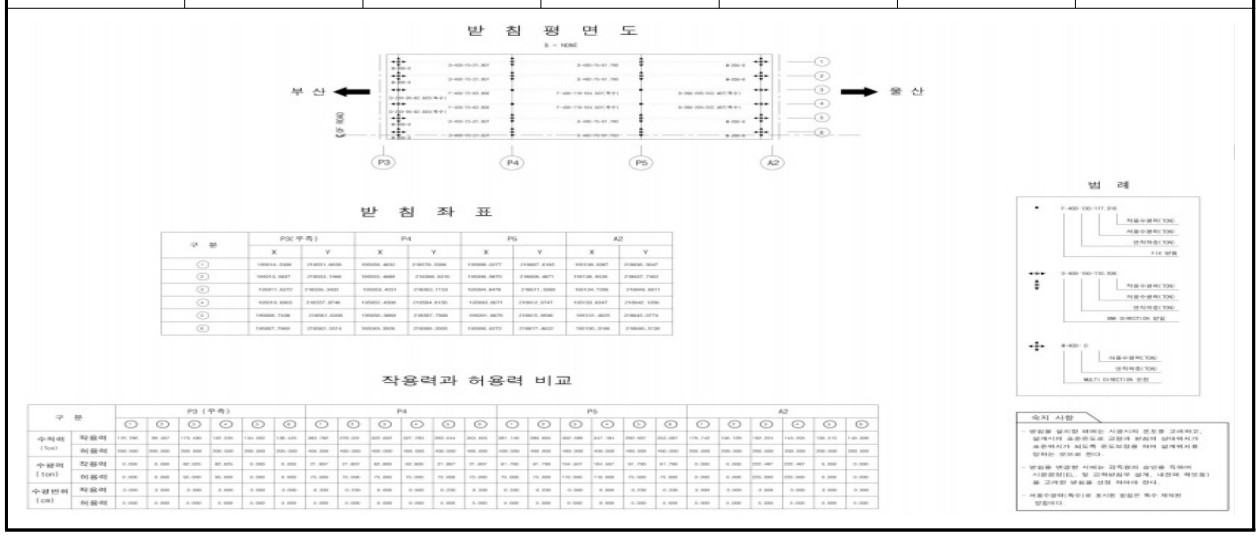
【표 19.2.4】 내진설계 요약(교축방향, 부산)

구분	작용수평력		검토받침용량		응답수정 계수	적용 받침용량
	전체	받침당	연직력	수평력		
A1	0.000	0.000	100	20	0.8	250
P1	380.357	63.393	350	66	1.0	500
P2	201.823	33.637	400	75	1.0	400
P3	0.000	0.000	200	95	1.0	300
P4	130.840	21.807	400	75	1.0	400
P5	370.742	61.790	400	75	1.0	500
A2	0.000	0.000	200	31	0.8	250

※작용수평력은 응답수정계수가 고려된 값임.

【표 19.2.5】 내진설계 요약(교축직각방향, 부산)

구분	작용수평력		검토받침용량		응답수정 계수	적용 받침용량
	전체	받침당	연직력	수평력		
A1	244.923	122.462	100	20	0.8	250
P1	253.666	126.833	350	66	1.0	500
P2	302.429	151.214	400	75	1.0	400
P3	180.337	90.169	200	31	1.0	300
P4	125.601	62.800	400	75	1.0	400
P5	209.014	104.507	400	75	1.0	500
A2	444.974	222.487	200	31	0.8	250



※작용수평력은 응답수정계수가 고려된 값임.

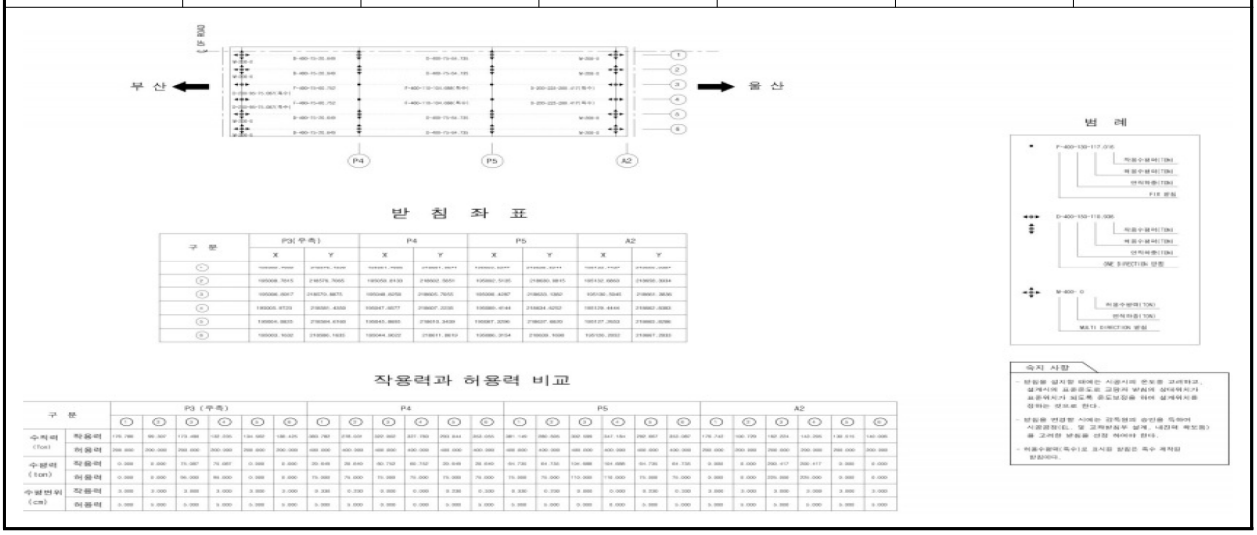
【표 19.2.6】 내진설계 요약(교축방향, 울산)

구분	작용수평력		검토반침용량		응답수정 계수	적용 반침용량
	전체	반침당	연직력	수평력		
A1	0.000	0.000	100	20	0.8	250
P1	505.385	84.231	350	66	1.0	500
P2	128.410	21.402	400	75	1.0	400
P3	0.000	0.000	200	31	1.0	300
P4	123.895	20.649	400	75	1.0	400
P5	388.407	64.735	400	75	1.0	500
A2	0.000	0.000	200	31	0.8	250

※작용수평력은 응답수정계수가 고려된 값임.

【표 19.2.7】 내진설계 요약(교축직각방향, 울산)

구분	작용수평력		검토반침용량		응답수정 계수	적용 반침용량
	전체	반침당	연직력	수평력		
A1	269.253	134.626	100	20	0.8	250
P1	360.971	180.486	350	66	1.0	500
P2	200.188	100.094	400	75	1.0	400
P3	163.139	81.570	200	31	1.0	300
P4	121.503	60.752	400	75	1.0	400
P5	209.377	104.688	400	75	1.0	500
A2	400.834	200.417	200	31	0.8	250



※작용수평력은 응답수정계수가 고려된 값임.

■ 만화교(부산)의 준공도서상 내진설계결과 교축직각방향 받침의 작용력이 허용력을 초과하므로 내진성능평가 등의 상세검토가 요구되어 내진보강에 대한 보수·보강 이력을 추가 검토결과, 시설물통합정보관리시스템(FMS)상에는 보수·보강 이력이 8건 있는 것으로 확인되었으며, 보수·보강 이력으로는 2011년 3월에 실시한 "부산울산고속도로 하자보수 공사" 및 2019년 9월에 실시한 "구조물 정밀안전진단 및 점검 보수공사" 및 2020년 8월에 실시한 "2020년 경남본부 관내 교량 내진보강 및 성능개량공사"로 확인되었다. 그 외 전차보고서 검토결과, 2017년 12월에 신축이음 교체 및 2018년 신축이음 교체 및 거더 단부 절단 등의 총 3건의 보수·보강 이력이 확인되었다.

19.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

19.2.8 주변환경 및 하중변화

만화교(부산)는 부산광역시 기장군 기장읍에 위치하는 1종 시설물로써 일반국도 14호선 및 배산로 19번길을 횡단하는 부산울산고속도로 본선 교량이며, FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 부산울산고속도로(주)에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었다.

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

하부 교차 시설 전경

상부 전경

【사진 19.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

19.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 19.2.8】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇준공도서 – 지반조사보고서 – 각종계산서 – 공사시방서 – 준공내역서 – 준공도면 – 실시설계보고서 – 기타 특이사항 보고서 – 사고기록 등	◇구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇전차 성능평가 보고서 ◇전차 정밀안전점검 및 정밀안전진단 보고서 ◇사고기록	◇부재별 중점손상 – 바닥판 철근노출 – 거더내·외부 볼트부식, 도장박리 – 교대 박리 – 교각 철근노출 – 교량받침 받침콘크리트 들뜸 – 신축이음 유간 토사퇴적 – 배수시설 배수관 고정대 탈락	◇전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇보수·보강 이력 – 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇보수부 상태 확인

19.3 현장조사

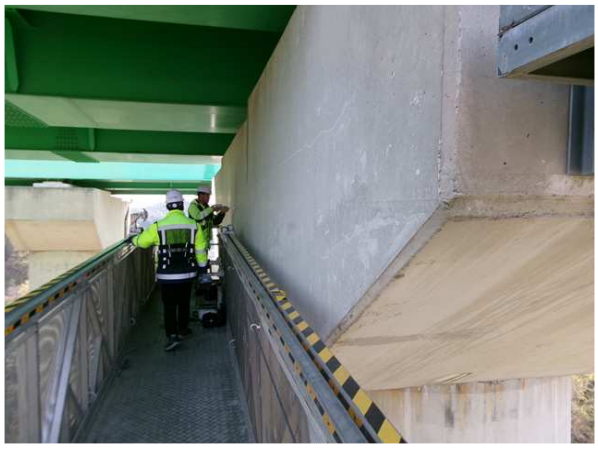
19.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S6	도보 및 굴절작업차, 드론	2025.03.24.~2025.12.17.	

굴절작업차 작업전경



굴절작업차 작업전경

교대 변위측정 작업사진

비파괴시험

【사진 19.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

19.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 만화교(부산)는 Steel Box Girder 6경간으로 이루어져 있으며, 캔틸레버부를 제외한 바닥판하면은 콘크리트 데크플레이트로 마감되어 있고, 연장은 약 L=310.0m 폭 16.2m(편도 3차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

바닥판하면 전경 #1

바닥판하면 전경 #2

【사진 19.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 파손, 철근노출, 보수부 철근노출 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 19.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		보수부 철근노출 (㎡/개소)	
S1	7.00	7	–	–	–	–	0.54	3	–	–
S2	9.00	9	–	–	–	–	0.01	1	–	–
S3	9.00	9	0.05	1	–	–	–	–	0.20	1
S4	1.00	1	–	–	–	–	3.60	1	–	–
S5	1.00	1	–	–	–	–	0.55	1	–	–
S6	0.50	1	–	–	0.02	1	0.04	1	–	–
합계	27.50	28	0.05	1	0.02	1	4.74	7	0.20	1

손상현황	• S1 철근노출(2.2m×0.1m)	손상현황	• S2 철근노출(0.1m×0.1m)
원 인	• 피복두께 부족 등	원 인	• 피복두께 부족 등
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 단면보수(방청)
손상현황	• S2 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S2 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S3 보수부 철근노출(1.0m×0.2m)	손상현황	• S3 보수부 철근노출(1.0m×0.2m)
원 인	• 보수미흡 등	원 인	• 보수미흡 등
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 19.3.3】 바닥판하면 손상현황

손상현황	• S3 철근노출(6.0m×0.4m) -보수-	손상현황	• S3 철근노출(6.0m×0.4m) -보수-
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
손상현황	• S4 철근노출(9.0m×0.4m)	손상현황	• S4 철근노출(9.0m×0.4m)
원 인	• 시공미흡, 피복두께 부족 등	원 인	• 시공미흡, 피복두께 부족 등
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 단면보수(방청)
손상현황	• S6 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S3 데크플레이트 상태현황
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 19.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 철근노출 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화, 외부충격, 보수미흡 등으로 인한 균열(0.3㎜미만), 파손, 보수부 철근노출 등이 추가로 조사되었으며, 균열부백태에 대한 손상물량 단위변경 및 기존 S3 신축이음 하부측 철근노출에 대하여 일부 보수가 실시되어 손상물량이 변동되었다.

【표 19.3.2】 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	23.00	23	27.50	28	- -	신규손상
	균열부백태	㎡	0.20	1	0.05	1	▼ 0.15	단위변경
	철근노출	㎡	7.14	8	4.74	7	▼ 2.40	일부보수
	보수부 철근노출	㎡	-	-	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	파손	㎡	-	-	0.02	1	▲ 0.02	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 균열부백태의 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 파손의 경우 외부충격 등에 의한 손상으로 복합적인 영향에 의한 손상으로 부재의 내구성확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 철근노출, 보수부 철근노출의 경우 시공미흡, 피복두께 부족 등에 의한 손상으로 주로 신축이음 하부측 단부 및 배수관 인근에 발생하였으며, 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 발생 부위상 추후 신축이음 하부 누수 및 배수관 누수에 의한 철근부식 및 층분리 등의 2차 손상 발생 우려가 농후하여 부재의 내구성을 확보하고, 2차 손상으로의 진전을 방지하기 위한 단면보수(방청) 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box Girder는 3열 6경간, 연장은 약 L=310.0m 폭 16.2m(편도 3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

거더외부 전경	거더내부 전경

【사진 19.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 도장열화(백아화), 볼트부식 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 누수흔적, 실링미처리, 그을음 등의 손상이 조사되었다.

【표 19.3.3】 거더외부 현장조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		도장열화(백아화) (㎡/개소)		볼트부식 (개소/개소)	
S1	0.01	1	276.00	2	–	–
S2	–	–	230.00	2	12.00	12
S3	0.12	2	230.00	2	–	–
S4	–	–	230.00	2	–	–
S5	–	–	230.00	2	5.00	5
S6	–	–	230.00	2	–	–
합계	**0.13**	**3**	**1,426.00**	**12**	**17.00**	**17**

【표 19.3.4】 거더내부 현장조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		실링미처리 (개소/개소)		그을음 (㎡/개소)	
S1	–	–	–	–	1.00	1	–	–
S2	–	–	–	–	1.00	1	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	0.04	1	3.60	2	–	–	1.12	2
S5	0.02	1	–	–	–	–	–	–
S6	0.01	1	–	–	–	–	–	–
합계	0.07	3	3.60	2	2.00	2	1.12	2

손상현황	• 거더외부 S1-G1 도장열화(60.0×2.3)
원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등
조치방안	• 재도장

손상현황	• 거더외부 S1-G3 도장열화(60.0×2.3)
원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등
조치방안	• 재도장

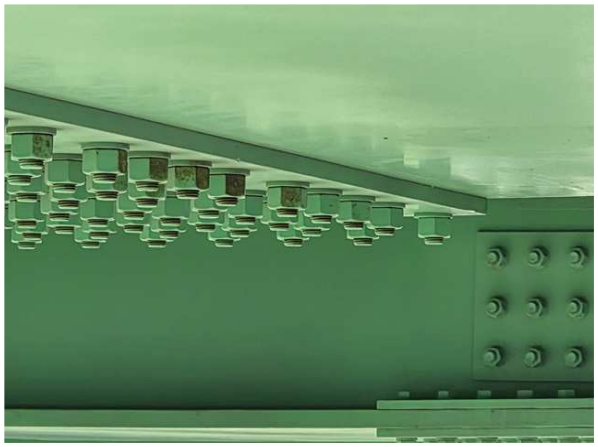
손상현황	• 거더외부 S2-G1 도장열화(50.0×2.3)
원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등
조치방안	• 재도장

손상현황	• 거더외부 S2-G3 도장열화(50.0×2.3)
원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등
조치방안	• 재도장

【사진 19.3.5】 거더 손상현황

손상현황	• 거더외부 S3-G1 도장열화(50.0×2.3)	손상현황	• 거더외부 S3-G3 도장열화(50.0×2.3)
원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
손상현황	• 거더외부 S4-G1 도장열화(50.0×2.3)	손상현황	• 거더외부 S4-G3 도장열화(50.0×2.3)
원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
손상현황	• 거더외부 S5-G1 도장열화(50.0×2.3)	손상현황	• 거더외부 S5-G3 도장열화(50.0×2.3)
원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장

【사진 19.3.5】 거더 손상현황(계속)

손상현황	• 거더외부 S6-G1 도장열화(50.0×2.3)	손상현황	• 거더외부 S6-G3 도장열화(50.0×2.3)
원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 외기영향, 열화 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• 거더외부 S2-G1 볼트부식	손상현황	• 거더내부 S1-G1 실링미처리
원 인	• 공용기간 증가, 습기흡착, 도장미흡 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 실링처리
손상현황	• 거더내부 S4-G2 그을음(0.8m×0.7m)	손상현황	• 거더내부 S5-G3 도장박리(0.1m×0.2m)
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• 시공미흡, 부착강도 저하 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장

【사진 19.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 거더외부 도장박리, 도장열화, 볼트부식, 거더내부 도장박리, 누수흔적, 실링미처리, 그을음 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 19.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

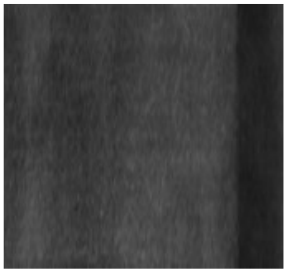
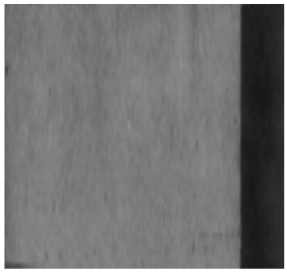
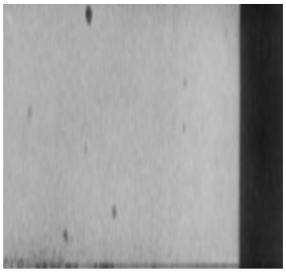
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	도장박리	㎡	0.13	3	0.13	3	- -	변동없음
	도장열화(백아화)	㎡	1,426.00	12	1,426.00	12	- -	변동없음
	볼트부식	EA	17.00	17	17.00	17	- -	변동없음
거더내부	도장박리	㎡	0.07	3	0.07	3	- -	변동없음
	누수흔적	㎡	3.60	2	3.60	2	- -	변동없음
	실링미처리	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	그을음	㎡	1.12	2	1.12	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 거더내·외부에서 조사된 도장박리, 볼트부식, 그을음의 경우 시공미흡, 전처리 미흡, 공용기간 증가, 부착강도 저하, 습기흡착, 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상을 아니나 습기흡착, 외부 우수유입 등 지속적인 외기영향 접촉시 부식 등 2차 손상으로 진전되어 내구성 저하가 우려되므로 재도장 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 거더내부 실링미처리, 누수흔적의 경우 시공미흡, 실링미처리로 인한 현장이음부 및 스캘럽부로 우수유입에 의해 발생한 손상으로 지속적인 우수 유입시 부식 등 내구성저하가 우려되므로 실링처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 거더외부 도장열화(백아화)의 경우 공용기간 증가, 외기영향(수분접촉, 자외선, 산소접촉) 등 환경적 요인에 의하여 발생한 손상으로 도장의 내구연한이 도래한 것으로 유추된다. 이에 점검당시에 도장의 상태는 이탈분말 부착이 있으나 이탈분말 부착이 많은 정도는 아니어 부재의 내구성저하 방지 예방 차원의 전면 재도장 등의 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 도장열화 관련 평가자료

도장열화(백아화)			
23년 정밀안전진단		25년 정밀안전점검	
손상위치	• 거더외부 S5-G1 외측	손상위치	• 거더외부 S5-G1 외측

도장변색 및 백아화 평가기준(세부지침 성능평가편 / 교량, 2024. 12)			
표준사진 1	표준사진 2	표준사진 3	표준사진 4
			
표준사진 1	▪ 초기에 비해 변화 없음 이탈분말 부착없음		
표준사진 2	▪ 초기에 비해 미소하게 하얗게 되어 있음 이탈분말이 미소하게 부착		
표준사진 3	**▪ 초기에 비해 상당히 하얗게 되어 있음 이탈분말 부착**		
표준사진 4	▪ 현저하게 하얗게 되어 있음 이탈분말 부착 많음		

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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

가로보 전경 #1	가로보 전경 #2

【사진 19.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 19.3.6】 가로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
합계	**-**	**-**

손상현황	• S1 상태양호	손상현황	• S2 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –
손상현황	• S3 상태양호	손상현황	• S4 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –
손상현황	• S5 상태양호	손상현황	• S6 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 19.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존에 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 점검에서 또한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 19.3.7】 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

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 금회 점검에서 신규손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 A1, A2 역T형 강관말뚝기초로 시공되어있으며, 측방유동에 의한 협착으로 2018년에 교대 A1, A2에 어스앵커보강을 실시한 것으로 조사되었다.
- 보상 후 추가적인 변위 여부를 확인하기 위한 계측장치(경사계, 신축이음계 등)은 일부 제기능을 하지 못하는 상태로 확인되었다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)	교대 전경(A2)

【사진 19.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열 및 재균열(0.3㎜미만), 백태, 보수부 백태, 박리, 층분리, 실링재 열화, 이격 등의 손상이 조사되었다.

【표 19.3.8】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		보수부 재균열(0.3㎜미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		보수부 백태 (㎡/개소)	
A1	5.60	2	1.00	1	0.12	1	0.01	1
A2	0.80	1	-	-	0.45	3	-	-
합계	**6.40**	**3**	**1.00**	**1**	**0.57**	**4**	**0.01**	**1**

【표 19.3.8】 교대 현장조사 결과(계속)

구분	보수부 박리 (㎡/개소)		보수부 층분리 (㎡/개소)		실링재 열화 (m/개소)		이격 (개소/개소)	
A1	1.20	1	–	–	–	–	1.00	1
A2	0.12	1	0.04	1	6.00	1	–	–
합계	1.32	2	0.04	1	6.00	1	1.00	1

손상현황	• A1 박리 –보수–
원 인	• –
조치방안	• –

손상현황	• A1 백태(0.2m×0.6m)
원 인	• 손상부 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• A1 이격(L=1.0m, T=70㎜)
원 인	• 시공초기 지반안정침하, 이전 측방유동이력 등
조치방안	• 실링처리

손상현황	• A1 이격(L=1.0m, T=70㎜)
원 인	• 시공초기 지반안정침하, 이전 측방유동이력 등
조치방안	• 실링처리

【사진 19.3.9】 교대 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• A2 백태(0.1m×0.5m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 손상부 습기흡착 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>• A2 백태(0.1m×1.0m)</td><td>손상현황</td><td>• A2 백태(0.2m×1.5m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 손상부 습기흡착 등</td><td>원 인</td><td>• 손상부 습기흡착 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>• A2 보수부 박리(0.3m×0.4m)</td><td>손상현황</td><td>• A2 보수부 층분리</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 보수미흡, 부착강도 저하 등</td><td>원 인</td><td>• 보수미흡, 부착강도 저하 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr>
</table>

【사진 19.3.9】 교대 손상현황(계속)

손상현황	• A1 주변 상태현황	손상현황	• A2 주변 상태현황
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 19.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열 및 재균열(0.3㎜미만), 백태, 보수부 백태, 박리, 실링재 열화, 이격 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 우수유입 및 습기흡착, 보수미흡 드에 의한 백태, 보수부 층분리 등의 손상이 추가로 조사되었고, 기존 박리, 파손, 보수부 백태에 대한 보수가 실시되었다. 또한 이격에 대한 손상물량이 길이가 아닌 폭으로 기입되어 있어 수정하여 손상물량이 변동되었다.

【표 19.3.9】 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	6.40	3	6.40	3	– –	변동없음
	보수부 재균열(0.3㎜미만)	m	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	백태	㎡	0.52	3	0.57	4	▲ 0.05	신규손상
	보수부 백태	㎡	0.41	2	0.01	1	▼ 0.40	일부보수
	박리	㎡	0.24	1	–	–	▼ 0.24	보수실시
	보수부 박리	㎡	1.32	3	1.32	2	– –	수량오기
	보수부 층분리	㎡	–	–	0.04	1	▲ 0.04	신규손상
	파손	㎡	0.02	1	–	–	▼ 0.02	보수실시
	이격	m	0.07	1	1.00	1	▲ 0.93	물량오기
	실링재 열화	m	6.00	1	6.00	1	– –	변동없음

4) 검토의견

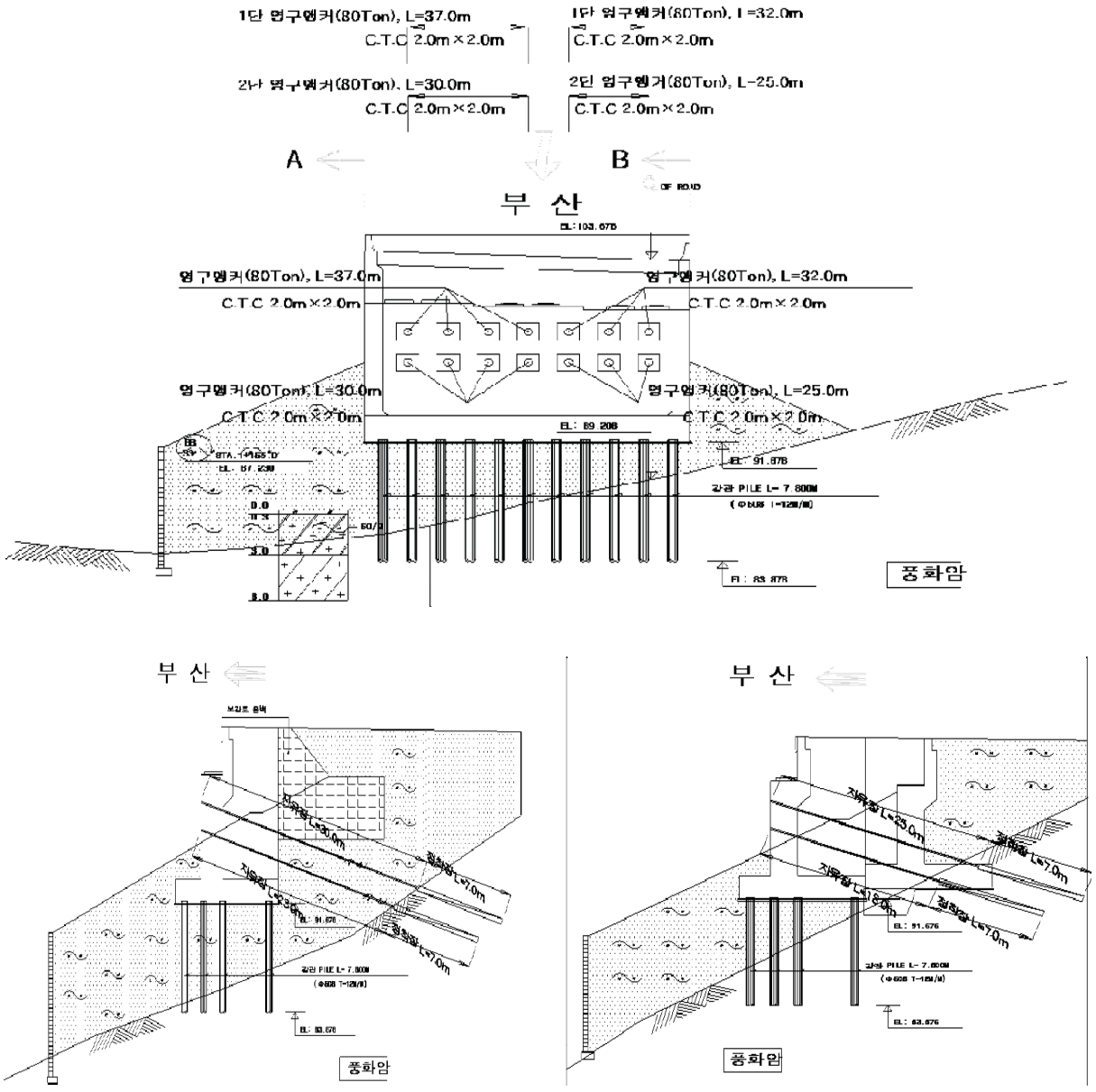
- 교대에서 조사된 균열 및 보수부 재균열(0.3㎜미만), 백태, 보수부 백태의 경우 거푸집 조기 탈거, 건조수축, 외부 우수유입, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 2차 손상의 발생방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 보수부 박리, 보수부 층분리의 경우 보수미흡, 보수부 우수유입 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성 및 위치상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 손상의 진전방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하고 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 이격, 실링재 열화의 경우 시공초기 다짐미흡, 상부 우수유입으로 인한 성도부 일부 유실, 측방유동 이력, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교대 날개벽과 측면 성토부 옹벽에 발생하였다. 특히 손상 내부의 골재가 노출되어 있는 상태로 내부골재의 추가적인 유실은 확인되지 않았으나 골재 및 충진물의 유실을 방지하고, 안전성을 확보하기 위한 예방차원의 실링처리 등의 내부 충진물의 유실을 방지하는 종류의 보수가 필요하다고 판단된다.

5) 교대 보강현황

- 만화교(부산)는 2018년 정밀안전진단 결과 교대 A1, A2에서 측방유동 가능성이 검토되어 보강방안으로 제시된 어스앵커 공법을 적용하여 보강을 실시하였으며, 해당 공법은 부산울산 고속도로는 많은 차량이 통행중에 있어, 차선 통제후 보강작업이 용이하지 않은 현장 여건을 고려하여 시공이 가능한 공법으로 제시되었다.

【표 19.3.10】 교대 어스앵커 공법 적용 현황

상세보강내용	앵커제원			
	자유장(m)	정착장(m)	C.T.C(m)	단
A1	1단, 2단 : 40	6	3	2
A2	1단 : 14, 2단 :13	7	2	2



손상현황	• A1 어스앵커 보강 현황	손상현황	• A1 어스앵커 보강 현황
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –
손상현황	• A1 어스앵커 보강 현황	손상현황	• A2 어스앵커 보강 현황
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –
손상현황	• A2 어스앵커 보강 현황	손상현황	• A2 어스앵커 보강 현황
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 19.3.10】 교대 어스앵커 보강현황

6) 교대 계측기기 현황

- 보강 후 추가적인 변위 여부를 확인하기 위한 계측장치(경사계, 신축이음계 등)은 일부 제 기능을 하지 못하는 상태로 확인되었다.

【표 19.3.11】 교대 계측기기 설치 현황

구분	하중계	경사계	자동계측기	비고
만화교(부산)	A1, A2	A1, A2	A1, A2, P3(2개소)	
	2개소	2개소	4개소	

계측장비 A1

계측장비 A1

계측장비 A2

계측장비 P3

7) 교대 직립도 측정

- 교대는 상부구조로부터의 하중과 하부구조 본체의 자중을 기초지반으로 전달하여 지지하기 위한 구조물로 큰 수직하중이 구조물로 기 점검에서 교대의 측방유동으로 인해 2018년에 교대 A1, A2에 어스앵커보강을 실시하였고, 교대의 측방유동은 교량의 안전성에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 보강이후의 측방유동 진행도를 파악하기 위하여 안전점검 및 안전진단시 주기적인 측정을 실시하고 있는 것으로 확인되었으며, 금회 점검에서도 교대의 직립도를 측정하였다.
- 금회 과업에서는 교대의 기울기를 전면의 좌, 우, 중앙부를 측정하여 교축방향, 교축직각방향으로의 변위여부를 조사하여 2018년도에 보강이 실시된 이후 최초 측정치 값인 2020년 정밀안전점검의 기울기 측정치와 비교하여 평가하였다.

【표 19.3.12】 각종 기준이 따른 허용각 변위

구분	구조형식	허용각변위	구분	구조형식	허용각변위
Skempton	단독기초	1/300	Meyerhof	철근콘트리트구조(라멘)	1/300
	전면기초		Moulton (미 교통국)	연속교	1/250
MacDonald & Skempton	독립기초	1/300		단순교	1/200
	확대기초		Bjerrum	칸막이벽, 고가크레인	1/300
Sowers	철근콘트리트 뼈대구조	1/300		균열 허용 않는 빌딩	1/500
	빌딩의 벽돌벽체	1/200 ~ 1/500	–	–	–

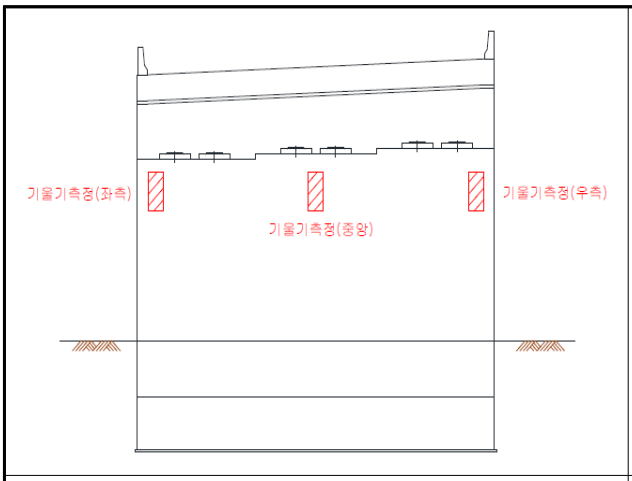
※금회 적용 허용각 범위는 약 1/300(0.19°) ~ 1/250(0.23°)

(1) 경사계(디지털)를 이용한 측정 결과

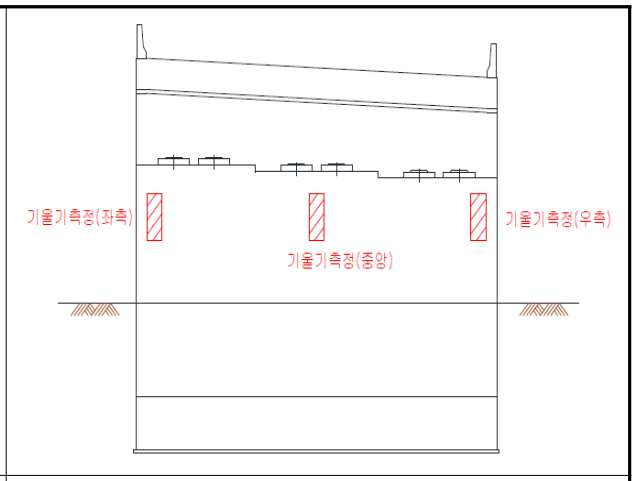
교대 직립도 측정 전경(A1)

교대 직립도 측정 전경(A2)

【사진 19.3.11】 교대 직립도 측정 작업사진 전경



교대 직립도 측정 위치(A1)



교대 직립도 측정 위치(A2)

【그림 19.3.1】 교대 직립도 측정 위치

- 각 교대에 대하여 직립도(변위) 조사를 실시하였으며, 앞서 제시한 기준 중 본 교량의 형식에 맞는 기준 값인 1/300(0.19°)~1/200(0.23°)을 적용하여 평가하였다.

【표 19.3.13】 직립도(변위) 측정 결과

구분	설계 기울기 (°)	20년 정밀안전점검(초기) 측정 기울기(°)			측정 기울기(°)			각 변위(°)			비고
		좌측	중앙	우측	좌측	중앙	우측	좌측	중앙	우측	
A1	90	89.5	89.2	89.5	89.5	89.2	89.4	0.0	0.0	0.1	
A2	90	88.6	89.6	89.0	88.7	89.6	-	0.1	0.0	-	

- 직립도(변위) 조사는 전회 점검들과 동일한 위치를 우선시 하여 측정하였고, 23년 정밀안전진단의 경우 현장에 정확한 위치가 표기되어 있지 않아 현장에 표기되어 있는 전회(20년, 22년) 점검에서 측정을 실시한 위치에 금회 측정을 실시하였으나 교대 A2 우측의 경우 이전 점검과의 동일한 위치를 특정하기 어려워 금회 점검에서는 제외하였다.
- 교대 A1의 기울기는 89.2° ~ 89.5° / 각 변위는 0.0° ~ 0.1° , 교대 A2의 경우 기울기 88.7° ~ 89.6° / 각 변위는 0.0° ~ 0.1° 로 측정되어 측정결과는 허용범위를 만족하는 상태로 교대의 직립도(변위)는 양호한 것으로 분석되었다.

【표 19.3.14】 기 점검과의 직립도(변위) 측정(기울기) 결과 비교

구분		측정 기울기(°)			
		20년 정밀안전점검 (초기값)	22년 정밀안전점검	23년 정밀안전진단 (별도위치 측정)	25년 정밀안전점검
교대 A1	전면 좌측	89.5	89.5	89.85	89.5
	전면 중앙부	89.2	89.2	-	89.2
	전면 우측	89.5	89.5	89.82	89.4
교대 A2	전면 좌측	88.6	88.6	89.82	88.7
	전면 중앙부	89.6	89.6	-	89.6
	전면 우측	89.0	89.0	89.84	-

【표 19.3.15】 기 점검과의 직립도(변위) 측정(각 변위) 결과 비교

구분		각 변위(°)			
		20년 정밀안전점검 (초기값, 기준)	22년 정밀안전점검	23년 정밀안전진단 (별도위치 측정)	25년 정밀안전점검
교대 A1	전면 좌측	89.5	0.00	- (0.15)	0.0
	전면 중앙부	89.2	0.00	-	0.0
	전면 우측	89.5	0.00	- (0.18)	0.1
교대 A2	전면 좌측	88.6	0.00	- (0.18)	0.1
	전면 중앙부	89.6	0.00	-	0.0
	전면 우측	89.0	0.00	- (0.16)	-

- 전회(20년, 22년) 점검과 동일한 위치에서 측정하여 비교 검토한 결과, 교대 A1의 각 변위는 0.0° ~ 0.1° , 교대 A2의 경우 0.0° ~ 0.1° 로 측정되었으며, 측정결과는 허용범위를 만족하는 상태로 교대의 직립도(변위)는 양호한 것으로 분석되었으나 교대 A2 우측의 경우 이전 점검과의 동일한 위치를 특정하기 어려워 금회 점검에서는 제외하였다. 또한, 측정위치, 측정자의 오차 및 기종(길이 등)에 따라 추후 측정결과가 상이할 수 있으므로 점검시마다 동일한 위치에 재측정을 실시한 후 결과 값을 지속적으로 참고하여 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

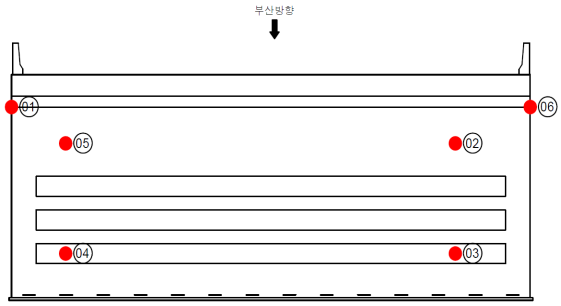
(2) 광파기를 이용한 측정

- 만화교(부산)의 교대 변위를 확인하기 위해 광파기를 이용한 측정결과, 교대 변위는 없는 것으로 검토되었으며, 현장조사 결과 또한 교대 변위에 대한 특별한 징후는 조사되지 않았다.

광파기를 이용한 변위 측량

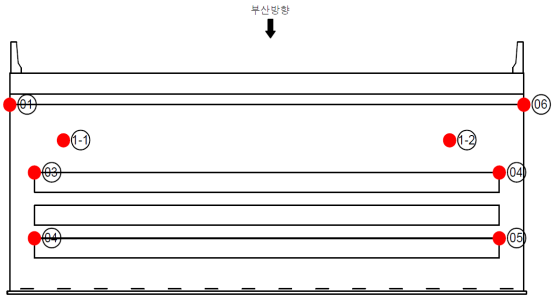
【표 19.3.16】 광파기를 이용한 측정 결과

구분	측점	측정치(㎜) 1차 변위	2차 변위	전회 측정치 변위	비고
A1	2	0.00	0.00	0.00	변동없음
	5	0.00	0.00	0.00	변동없음
A2	1-1	0.00	0.00	0.00	변동없음
	1-2	0.00	0.00	0.00	변동없음



A1

만화교(부산) A1				
No.	X	Y	E.L	비고
2	218556.008	294961.523	98.349	표식
5	218394.124	294994.351	98.351	표식



A2

만화교(부산) A2				
No.	X	Y	E.L	비고
1-1	218572.187	295266.826	104.014	표식
1-2	218557.162	295268.990	104.470	표식

【표 19.3.17】 광파기를 이용한 측정 결과비교

만화교 부산A1					정면방향
NO.	X	Y	E.L	위 치	비고
1	218556.812	294959.868	102.02	헌치하단	우
2	218556.008	294961.523	98.349	표식	우
3	218554.689	294961.483	96.002	어스앵커2단밑	우
4	218392.432	294993.118	102.614	헌치하단	좌
5	218394.124	294994.351	98.351	표식	좌
6	218395.123	294993.518	96.043	어스앵커2단밑	좌

만화교(부산) A1				
No.	X	Y	E.L	비고
1	218556.006	294961.524	98.348	2
2	218394.123	294994.350	98.352	5

만화교 부산A2					정면방향
NO.	X	Y	E.L	위 치	비고
1	218572.374	295268.487	106.293	헌치하단	좌
1-1	218572.187	295266.826	104.014	표식	좌
1-2	218557.162	295268.99	104.47	표식	우
2	218571.726	295266.826	102.373	문양거푸집곡점	좌
3	218557.809	295268.909	102.393	문양거푸집곡점	우
4	218571.759	295266.829	98.778	문양거푸집곡점	좌
5	218557.68	295268.925	98.801	문양거푸집곡점	우
6	218562.792	295268.223	106.976	헌치하단	우

만화교(부산) A2				
No.	X	Y	E.L	비고
1	218572.185	295266.826	104.014	1-1
2	218557.161	295268.988	104.472	1-2

- 전회(23년 정밀안전진단) 점검과의 정확한 측점위치 비교를 위하여 표식 부에 측량을 실시하여 비교하였고, 검토결과, 미미한 결과값의 차이는 있으나 이는 사용기기별 측량오차 내로 판단되며, 교대 변위는 없는 것으로 검토되었다.
- 금회 점검에서 변위에 대한 특별한 징후는 나타나지 않았지만 신축이음장치 교체 이후에도 온도변화에 따라 협착현상을 보이는 등의 현상 이력과 보강이력이 있는 관계로 주기적으로 계측을 실시하여 지속적인 관리가 필요할 것으로 사료된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

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

교각 P1 전경	교각 P2 전경
교각 P3 전경	교각 P4 전경
	-
교각 P5 전경	-

【사진 19.3.12】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 들뜸, 박리, 파손, 체수 등의 손상이 조사되었다.

【표 19.3.18】 교각 현장조사 결과

구분	균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		보수부 들뜸, 박리 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		체수 (㎡/개소)	
P1	6.80	5	2.60	2	-	-	0.02	2	-	-
P2	5.00	2	-	-	0.04	4	0.01	1	-	-
P3	-	-	-	-	0.04	1	0.10	2	0.80	1
P4	10.00	4	-	-	-	-	0.10	5	-	-
P5	16.30	6	-	-	-	-	0.03	2	-	-
합계	38.10	17	2.60	2	0.08	5	0.26	12	0.80	1

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

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

【사진 19.3.13】 교각 손상현황

손상현황	• P2 코핑부 균열(0.3㎜미만) -보수-	손상현황	• P2 코핑부 보수부 들뜸(0.1m×0.1m)
원 인	• -	원 인	• 보수미흡, 열화 등
조치방안	• -	조치방안	• 단면보수
손상현황	• P2 코핑부 철근노출 -보수-	손상현황	• P3 코핑부 보수부 박리(0.2m×0.2m)
원 인	• -	원 인	• 보수미흡 등
조치방안	• -	조치방안	• 단면보수
손상현황	• P3 코핑부 철근노출 -보수-	손상현황	• P3 코핑부 체수(0.4m×2.0m)
원 인	• -	원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰

【사진 19.3.13】 교각 손상현황(계속)

손상현황	• P3 코핑부 파손(0.1m×0.1m)	손상현황	• P4 코핑부 균열(0.3㎜미만) -보수-
원 인	• 외부충격 등	원 인	• -
조치방안	• 단면보수	조치방안	• -
손상현황	• P4 코핑부 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P4 코핑부 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• P5 코핑부 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P5 코핑부 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 19.3.13】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 보수부 박리, 파손, 체수 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화, 보수미흡 등에 의한 균열(0.3㎜미만), 보수부 들뜸 등의 손상이 추가로 조사되었다. 또한, 기존 균열(0.3㎜미만), 철근노출에 대한 보수가 실시되었고, 체수 손상이 소폭증가 하였다.

【표 19.3.19】 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	32.60	18	38.10	17	▲ 5.50	일부보수 신규손상
	망상균열	㎡	2.60	2	2.60	2	– –	변동없음
	보수부 들뜸, 박리	㎡	0.04	1	0.08	5	▲ 0.04	신규손상
	철근노출	㎡	0.11	11	–	–	▼ 0.11	보수실시
	파손	㎡	0.26	12	0.26	12	– –	변동없음
	체수	㎡	0.40	1	0.80	1	▲ 0.40	손상증가

4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하고 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 체수의 경우 신축이음 하부 우수유입 및 강우시 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 추가 손상의 발생여부를 확인하고 추가 손상 발생시 적절한 보수를 채택하여 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손, 보수부 들뜸, 박리의 경우 외부충격, 보수미흡, 보수부 우수유입, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 만화교(부산)의 기초는 교대 A1, A2 강관말뚝기초, 교각 P1~2 강관말뚝기초, P3~5 직접기초로 시공되어있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

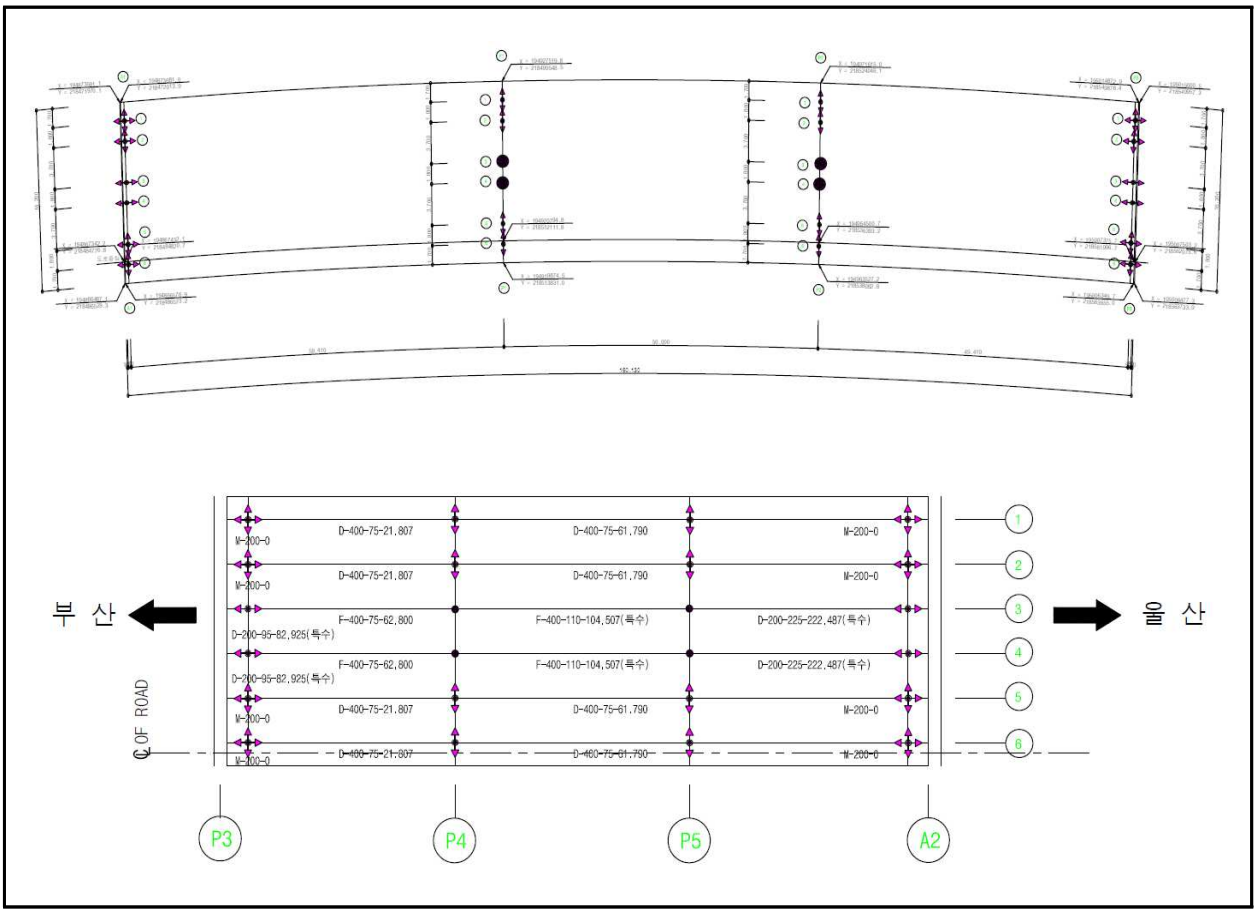
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
교각 P3~4 기초 전경	교각 P5 기초 전경

【사진 19.3.14】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 포트받침으로 교대 A1, A2에 각 6개소, 교각 P1, P2, P4, P5에 각 6개소, 교각 P3에 12개소 총 48 총 48개소가 설치되어있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 '현장조사 및 외관조사 사진첩'에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 19.3.2】 교량받침 배치도

교량받침(양방향)	교량받침(일방향)	교량받침(고정단)

【사진 19.3.15】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

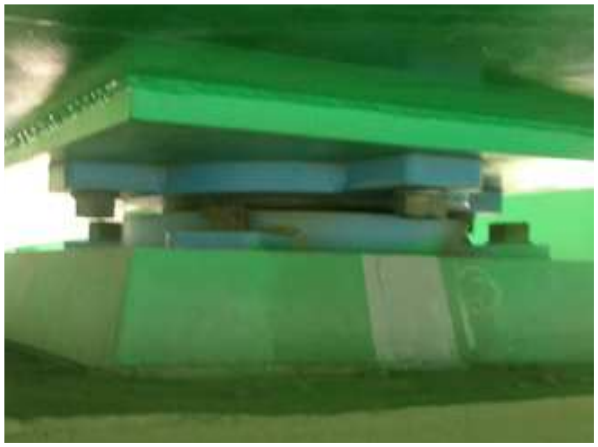
- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만), 받침콘크리트 파손, 층분리, 앵커볼트 부식 등의 손상이 조사되었다.

【표 19.3.20】 교량받침 현장조사 결과

구분	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 파손 (㎡/개소)		받침콘크리트 층분리 (㎡/개소)		앵커볼트 부식 (개소/개소)	
A1	–	–	–	–	–	–	–	–
P1	0.60	3	–	–	–	–	1.00	1
P2	–	–	–	–	–	–	8.00	8
P3	–	–	0.01	1	0.23	3	–	–
P4	–	–	–	–	–	–	24.00	24
P5	–	–	–	–	–	–	8.00	8
A2	–	–	–	–	–	–	–	–
합계	0.60	3	0.01	1	0.23	3	41.00	41

손상현황	• P1-SH1 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P1-SH4 볼트부식
원 인	• 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 공용기간 증가, 도장미흡부 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장
손상현황	• P2-SH6 볼트부식	손상현황	• P3-SH2(A2) 층분리(0.2m×0.2m)
원 인	• 공용기간 증가, 도장미흡부 습기흡착 등	원 인	• 다짐미흡, 손상부 우수유입 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 단면보수(방청)
손상현황	• P3-SH2(A2) 파손(0.1m×0.1m)	손상현황	• P3-SH5(A2) 층분리(0.2m×0.5m)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 다짐미흡, 손상부 우수유입 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 19.3.16】 교량받침 손상현황

손상현황	• P3-SH6(A2) 층분리(0.3m×0.3m)	손상현황	• P5-SH3 볼트부식
원 인	• 다짐미흡, 손상부 우수유입 등	원 인	• 공용기간 증가, 도장미흡부 습기흡착 등
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P5-SH4 볼트부식	손상현황	• P4-SH1 볼트부식
원 인	• 공용기간 증가, 도장미흡부 습기흡착 등	원 인	• 공용기간 증가, 도장미흡부 습기흡착 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
손상현황	• A1-SH1 상태양호	손상현황	• A2-SH2 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 19.3.16】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 받침콘크리트 파손, 앵커볼트 부식 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화, 부착미흡부 우수유입 등에 의한 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만), 받침콘크리트 층분리 등의 손상이 추가로 조사되었다. 또한 기존 받침콘크리트 들뜸 손상의 손상명을 받침콘크리트 층분리로 변경하였다.

【표 19.3.21】 교량받침 기 점검 결과 비교

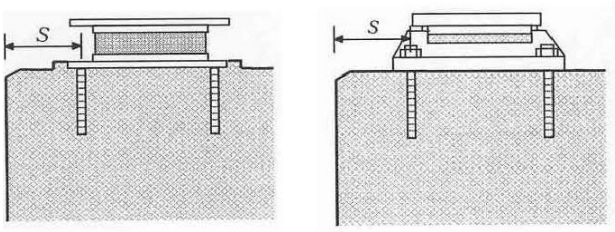
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	-	-	0.60	3	▲ 0.60	신규손상
	앵커볼트 부식	EA	41.00	41	41.00	41	- -	변동없음
	받침콘크리트 파손	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 들뜸	㎡	0.04	1	-	-	▼ 0.04	손상변경
	받침콘크리트 층분리	㎡	-	-	0.23	3	▲ 0.23	손상변경 신규손상

4) 검토의견

- 교량받침에 조사된 무수축몰탈 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 받침콘크리트 파손의 경우 외부충격 등에 의한 손상으로 내구성 확보차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침콘크리트 층분리의 경우 신축이음부 P3에 발생하였으며, 다짐미흡, 부착미흡부 우수유입, 열화 등에 의한 손상으로 손상의 발생 위치상 지속적인 우수유입시 박락, 철근부식 등의 손상의 진전이 우려되므로 내구성확보 차원의 단면보수(방청) 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 앵커볼트 부식의 경우 공용기간 증가, 열화, 습기흡착, 도장미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성확보 차원의 재도장 등의 조치가 필요하다고 판단된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2010, 국토교통부)'에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 19.3.3】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정	받침장치 연단거리 측정

【사진 19.3.17】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=60.0m) : 200+5×60.0 = 500.0(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×50.0 = 450.0(㎜)

【표 19.3.22】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)						검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	
A1		500	900	895	870	855	935	935	O.K
P1	A1측	500	1,430	1,430	1,370	1,405	1,440	1,440	O.K
	A2측	500	1,400	1,400	1,380	1,380	1,400	1,400	O.K
P2	A1측	500	1,650	1,660	1,640	1,660	1,660	1,600	O.K
	A2측	500	1,620	1,620	1,680	1,680	1,620	1,620	O.K
P3	A1측	500	1,125	1,170	1,120	1,120	1,200	1,150	O.K
	A2측	500	1,125	1,100	1,070	1,035	1,150	1,070	O.K
P4	A1측	500	1,700	1,710	1,700	1,710	1,740	1,740	O.K
	A2측	500	1,700	1,700	1,720	1,720	1,700	1,700	O.K
P5	A1측	500	1,730	1,730	1,730	1730	1,725	1,720	O.K
	A2측	500	1,730	1,730	1,725	1,725	1,730	1,730	O.K
A2		450	720	730	670	665	780	780	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토

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

교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 19.3.18】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방)에 따른 여유량 검토

【표 19.3.23】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	-29.0	21.0	0.000012	60.00	20.9	15.1	
P1	고정단						
P2	고정단						
P3(A1)	-29.0	21.0	0.000012	50.00	17.4	12.6	
P3(A2)	-29.0	21.0	0.000012	50.00	17.4	12.6	
P4	고정단						
P5	고정단						
A2	-29.0	21.0	0.000012	50.00	17.4	12.6	

1) 조사당시 온도 : 19.0℃(조사일 : 2025년 05월 19일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)

【표 19.3.24】 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	50	125	25	20.9	15.1	±75.0	O.K	O.K
		SH2	50	125	25			±75.0	O.K	O.K
		SH3	50	125	25			±75.0	O.K	O.K
		SH4	50	125	25			±75.0	O.K	O.K
		SH5	50	125	25			±75.0	O.K	O.K
		SH6	50	125	25			±75.0	O.K	O.K
P1		고정단								
P2		고정단								
P3	A1	SH1	−40	35	115	17.4	12.6	±75.0	O.K	O.K
		SH2	−40	35	115			±75.0	O.K	O.K
		SH3	−40	35	115			±75.0	O.K	O.K
		SH4	−40	35	115			±75.0	O.K	O.K
		SH5	−40	35	115			±75.0	O.K	O.K
		SH6	−40	35	115			±75.0	O.K	O.K
	A2	SH1	0	75	75	17.4	12.6	±75.0	O.K	O.K
		SH2	0	75	75			±75.0	O.K	O.K
		SH3	0	75	75			±75.0	O.K	O.K
		SH4	0	75	75			±75.0	O.K	O.K
		SH5	0	75	75			±75.0	O.K	O.K
		SH6	0	75	75			±75.0	O.K	O.K
P4		고정단								
P5		고정단								
A2		SH1	20	95	55	17.4	12.6	±75.0	O.K	O.K
		SH2	20	95	55			±75.0	O.K	O.K
		SH3	20	95	55			±75.0	O.K	O.K
		SH4	20	95	55			±75.0	O.K	O.K
		SH5	20	95	55			±75.0	O.K	O.K
		SH6	20	95	55			±75.0	O.K	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K										

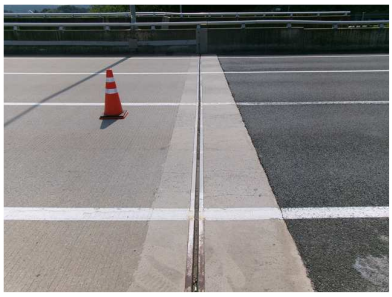
② 교량받침 이동량 검토의견

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

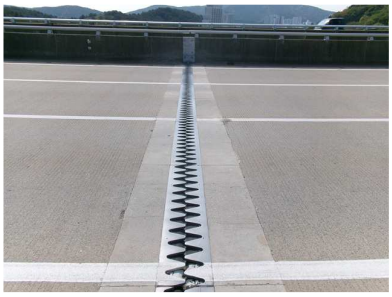
아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1(No.50), A2(No.100) Rail Joint, P3(No.150) Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



EXP.J1(A1) 전경



EXP.J2(P3) 전경

EXP.J3(A2) 전경

【사진 19.3.19】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열, 박락, 파손, 고무재 파손, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트 탈락, 유간부족(수축) 등의 손상이 조사되었다.

【표 19.3.25】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 박락 (㎡/개소)		후타재 파손 (m/개소)	
A1(EXP J1)	23.80	47	-	-	-	-
P3(EXP J2)	11.50	25	-	-	0.01	1
A2(EXP J3)	12.60	32	0.18	1	-	-
합계	**47.90**	**104**	**0.18**	**1**	**0.01**	**1**

【표 19.3.25】 신축이음장치 현장조사 결과(계속)

구분	고무재 파손 (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)		차수판 볼트탈락 (m/개소)		유간부족(수축) (개소/개소)	
A1(EXP J1)	–	–	14.00	1	3.00	3	1.00	1
P3(EXP J2)	0.20	1	1.50	1	5.00	5	1.00	1
A2(EXP J3)	–	–	14.00	1	1.00	1	–	–
합계	0.20	1	29.50	3	9.00	9	2.00	2

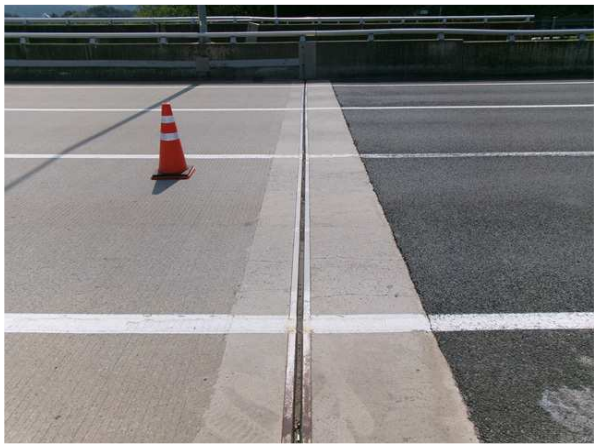
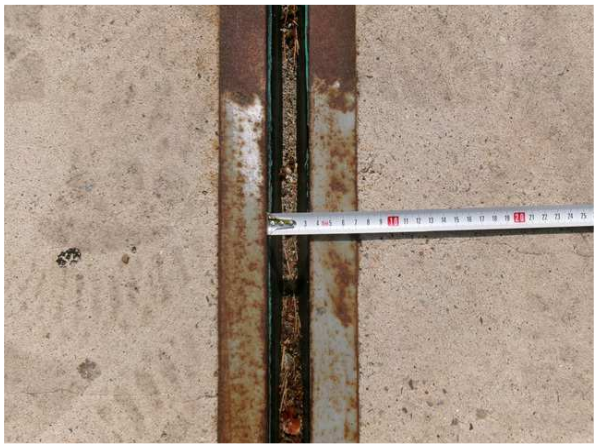
손상현황	• A1 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 다짐불량 등
조치방안	• 주의관찰

손상현황	• A1 유간 토사퇴적(L=14.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등
조치방안	• 정비

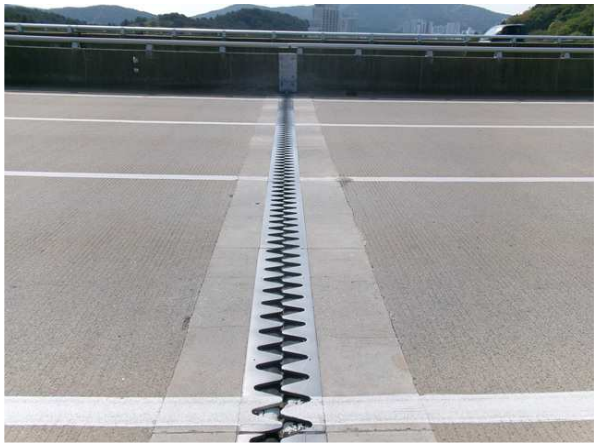
손상현황	• A2 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 다짐불량 등
조치방안	• 주의관찰

손상현황	• A2 유간 토사퇴적(L=14.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등
조치방안	• 정비

【사진 19.3.20】 신축이음 손상현황

손상현황	• P3 후타재 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P3 후타재 파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 다짐불량 등	원 인	• 다짐미흡, 공용기간 증가 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수
손상현황	• P3 고무재 파손(L=0.2m)	손상현황	• P3 유간 토사퇴적(L=1.5m)
원 인	• 공용기간 증가, 열화. 이물질퇴적 등	원 인	• 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등
조치방안	• 유도배수관 설치	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A1 유간부족(수축)	손상현황	• A1 유간부족(수축)
원 인	• 시공오류 등	원 인	• 시공오류 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 신축이음 교체

【사진 19.3.20】 신축이음 손상현황(계속)

			
손상현황	• P3 유간부족(수축)	손상현황	• P3 유간부족(수축)
원 인	• 시공오류 등	원 인	• 시공오류 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 신축이음 교체

【사진 19.3.20】 신축이음 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 박락, 파손, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 공용기간 증가, 열화, 시공미흡 등에 의한 고무재 파손, 차수판 볼트탈락, 유간부족(수축) 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 19.3.26】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	43.20	94	47.90	104	▲ 4.50	신규손상
	후타재 박락	㎡	0.18	1	0.18	1	– –	변동없음
	후타재 파손	m	0.01	1	0.01	1	– –	변동없음
	고무재 파손	m	–	–	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	유간부족(수축)	EA	–	–	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
	유간 토사퇴적	m	29.50	3	29.50	3	– –	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	8.00	8	9.00	9	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

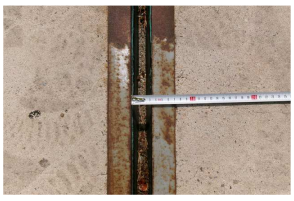
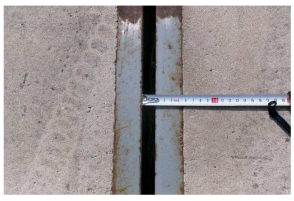
- 신축이음에서 조사된 후타재 균열의 경우 초기 건조수축 균열, 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 후타재 박락, 파손의 경우 다짐미흡, 차량 통행하중 등에 의한 손상으로 판단되며, 점검당시에는 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니었으나 손상의 진전을 방지하고 차량 주행의 안전성을 확보하기 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 축척 등에 의한 손상으로 신축이음장치의 원활한 기능성을 확보하는 차원의 정비 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 조사된 고무재 파손의 경우 공용기간 증가, 열화, 비산먼지 축척 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 우천시 손상부로 우수가 유입되어 바닥판하면, 거더, 교량받침 등 타 부재의 2차손상 발생을 방지하기 위하여 유도배수관설치 등의 조치를 취하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 조사된 차수판 볼트탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 차량의 반복 통행으로 인한 진동 등에 발생한 손상으로, 차수판의 안정적인 고정을 위하여 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간부족(수축)의 경우 온도변화 등으로 인한 상부구조의 원활한 수축, 팽창을 확보하고, 차량의 주행성에 안전성과 교면의 평탄성을 확보해야 하는 부재인 신축이음장치의 신축거동량이 평가결과 A1, P3 신축이음장치에서 신장은 여유량이 확보되어 있으나 수축에 대한 여유량은 확보되어 있지 않아 발생한 손상으로 상부구조 및 신축이음장치의 수축, 신장에 대한 여유량을 확보하여 해당 시설물 및 주행의 안전성울 도모하기 위하여 신축이음장치 교체 등의 조치가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도 −10℃ ~ 40℃(보통지방)에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고
이론 신축량	• 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(㎜)	
소요 신축량	•소요 가동량 산정 조사일 : 2025. 03. 28. 기온 적용: 10.9℃(일평균) △T(신장시) : 40.0℃−19.0℃ = 21.0℃ △T(수축시) : −10.0℃−(19.0℃) = 29.0℃ △lt(최소필요유간) : △T×α×L •형식별 온도변화범위(℃)	

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

구분	A1	P3	A2	비고
신축이음 장치				
바닥판 하면				
거더외부 상면				
거더외부 하면				

【사진 19.3.21】 신축이음 유간 측정방법

【표 19.3.27】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	계산 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	29.0	21.0	0.000012	60.00	20.9	15.1	-	20.9	15.1	
P3	29.0	21.0	0.000012	100.00	34.8	25.2	11.11	45.9	25.2	
A2	29.0	21.0	0.000012	50.00	17.4	12.6	-	17.4	12.6	

1) 조사당시 온도 : 19.0℃(조사일 : 2025년 05월 19일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)

【표 19.3.28】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간 (㎜) ③	허용량 (㎜) ④	신축 여유량(㎜)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	20.9	15.1	34.0	50	-4.9	18.9	NG	OK
	바닥판	20.9	15.1	130.0	-	-	114.9	-	OK
	거더	20.9	15.1	130.0	-	-	114.9	-	OK
P3	신축이음	45.9	25.2	124.0	150	-19.9	98.8	NG	OK
	바닥판	45.9	25.2	125.0	-	-	99.8	-	OK
	거더	45.9	25.2	160.0	-	-	134.8	-	OK
A2	신축이음	17.4	12.6	18.0	100	64.6	5.4	OK	OK
	바닥판	17.4	12.6	90.0	-	-	77.4	-	OK
	거더	17.4	12.6	102.0	-	-	89.4	-	OK

주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 19.0℃(05월 19일)로써 이때 측정유간은 18.0~160.0㎜ 범위로 나타나 신장에 대한 검토결과는 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었으나 수축에 대한 검토결과의 경우 A2는 충분한 여유량을 확보하고 있고, A1, P3의 경우 -4.9, -19.9로 여유량의 확보하고 있지 못한 것으로 평가되었다.

7) 신축거동상태 검토 이력

구분	신축이음 평가 현황 및 교체현황					비고
	18년 정밀안전진단	20년 정밀안전점검	22년 정밀안전점검	23년 정밀안전짐단	25년 정밀안전점검	
A1	NG (신장)	NG (수축)	NG (수축)	OK	NG (수축)	
	–	Monocell Joint	Rail Joint(교체)	Rail Joint	Rail Joint	
P3	OK	OK	NG (신장)	NG (수축)	NG (수축)	
	–	Monocell Joint	Rail Joint(교체)	Rail Joint	Rail Joint	
A2	OK	OK	NG (수축)	OK	OK	
	Monocell → Steel Finger (교체 2회)	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	Steel Finger	

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

- 신축이음장치 신축거동상태 이력 및 교체현황 검토 결과, 18년 정밀안전진단부터 신장 및 수축에 대한 여유량이 부족하여 신축이음장치 교체가 실시된 이력이 확인되었으나 금회 점검에서 신축이음장치 A1, P3에 대한 검토 결과 수축여유량이 부족한 것으로 확인되었다. 이에 여유량 부족으로 인한 이용자의 사고를 방지하여 안전성을 확보하기 위한 신축이음장치 교체(최소 A1 No.80 / P3 No.200)를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

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

교면포장 전경#1	교면포장 전경#2

【사진 19.3.22】 교면포장 전경

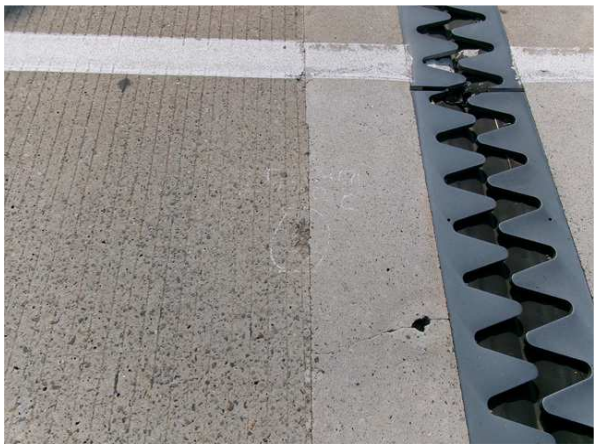
2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.29】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장균열 (m/개소)		LMC패임 (㎡/개소)	
S1	–	–	–	–
S2	1.50	1	–	–
S3	–	–	0.05	1
S4	–	–	0.04	2
S5	–	–	–	–
S6	–	–	–	–
합계	1.50	1	0.09	3

손상현황	• S3 LMC패임(0.1m×0.5m)
원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 단면보수



손상현황	• S4 LMC패임(0.1m×0.1m)
원 인	• 공용기간 증가, 반복윤하중 등
조치방안	• 단면보수

손상현황	• S4 LMC패임(0.1m×0.2m)
원 인	• 공용기간 증가, 반복윤하중 등
조치방안	• 단면보수

손상현황	• S1 상태현황
원 인	• –
조치방안	• –

손상현황	• S2 상태현황
원 인	• –
조치방안	• –

손상현황	• S6 상태현황
원 인	• –
조치방안	• –

【사진 19.3.23】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 19.3.30】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장균열	m	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
	LMC패임	㎡	0.09	3	0.09	3	- -	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 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 LMC패임의 경우 외부충격, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 점검당시 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전을 방지하고, 부재의 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 만화교(부산)의 배수시설은 종단구배 (-)1.3923%, 횡단구배 (−)4.000%~(+)4.000%로 물흐름에 의거하여 경간별 1~2개소씩 총 8개소가 교면포장의 우측(A1기준)에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

배수구 전경	배수관 전경

【사진 19.3.24】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 고정대 탈락 손상이 조사되었다.

【표 19.3.31】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 고정대 탈락 (개소/개소)	
S1	−	−
S2	−	−
S3	−	−
S4	−	−
S5	1.00	1
S6	−	−
합계	1.00	1

손상현황	• S5 배수관 고정대 탈락(1EA)	손상현황	• S5 배수관 고정대 탈락(1EA)
원 인	• 시공미흡, 공용기간 증가 등	원 인	• 시공미흡, 공용기간 증가 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 19.3.25】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 배수관 고정대 탈락 등의 손상이 확인되었고, 금회점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 19.3.32】 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

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 고정대 탈락의 경우 시공미흡, 공용기간 증가, 공용기간중 발생한 진동 등에 의한 손상으로 배수시설의 안정적인 고정을 확보하기 위한 정비 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.08m로 시공되어 있으며, 좌측 방호벽 상단에 알류미늄 난간 H=0.27가 설치되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

방호벽 전경	중분대 전경

【사진 19.3.26】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 표면열화, 난간변형, 이격 등의 손상이 조사되었다.

【표 19.3.33】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		표면열화 (㎡/개소)		난간변형 (m/개소)		이격 (m/개소)	
S1	16.80	9	–	–	30.00	1	–	–	1.00	1
S2	7.40	12	1.00	1	25.00	1	–	–	–	–
S3	3.70	3	–	–	–	–	0.40	1	–	–
S4	30.30	4	–	–	–	–	–	–	–	–
S5	12.20	5	–	–	–	–	–	–	–	–
S6	24.90	8	–	–	3.00	1	–	–	–	–
합계	95.30	41	1.00	1	58.00	3	0.40	1	1.00	1

손상현황	• S1 접속부 이격(L=1.0m)	손상현황	• S1 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 시공초기 지반안정 침하 등	원 인	• 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S2 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S2 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S2 망상균열(1.0m×1.0m)	손상현황	• S3 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 19.3.27】 방호벽 및 중분대 손상현황

손상현황	• S3 중분대 난간 변형(L=0.4m)	손상현황	• S4 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S5 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S6 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S6 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S6 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 19.3.27】 방호벽 및 중분대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 표면열화, 난간변형, 이격 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 19.3.34】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	m	95.30	41	95.30	41	- -	변동없음
	망상균열	㎡	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	표면열화	㎡	58.00	3	58.00	3	- -	변동없음
	이격	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	난간변형	m	0.40	1	0.40	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면열화의 경우 공용기간 증가, 외기노출, 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 난간변형의 경우 외부충격에 의한 손상으로 난간으로서의 기능을 아직 보유하고 있는 것으로 확인되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 추후 추가적인 손상의 발생시 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 이격의 경우 다짐미흡으로 인한 시공초기 침하 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 추가적인 손상의 진전은 확인되지 않아 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 만화교(부산)의 점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2, P1~5에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전면에 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.

교대 A1 점검통로 전경	교각 P3 출입시설 전경
교각 P3 점검통로 전경	교각 P5 점검통로 전경

【사진 19.3.28】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 출입시설 및 점검통로 앵커볼트 매입길이, 노출길이, 연단거리, 점검발판 등 점검시설로서의 상태는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 19.3.35】 교량 점검시설 현장조사 결과

구 분	출입시설		점검통로	
	상태양호		상태양호	
A1	–	–	–	–
P1	–	–	–	–
P2	–	–	–	–
P3	–	–	–	–
P4	–	–	–	–
P5	–	–	–	–
A2	–	–	–	–
합계	–	–	–	–

손상현황	• A2 점검로 상태현황
원 인	• –
조치방안	• –

손상현황	• P1 점검로 볼트 상태현황
원 인	• –
조치방안	• –

손상현황	• P2 점검로 상태현황
원 인	• –
조치방안	• –

손상현황	• P3 점검로 상태현황
원 인	• –
조치방안	• –

【사진 19.3.29】 교량 점검시설 손상현황

손상현황	• P4 점검로 볼트 상태현황	손상현황	• P5 점검로 난간 상태현황
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 19.3.29】 교량 점검시설 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서도 신규 손상을 조사되지 않아 양호한 상태로 파악되었다.

【표 19.3.36】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분		손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
				물량	개소	물량	개소		
교량 점검 시설	출입 시설	상태양호	–	–	–	–	–	– –	변동없음
	점검 통로	상태양호	–	–	–	–	–	– –	변동없음

4) 검토의견

- 점검시설의 경우 출입시설 및 점검통로 앵커볼트 매입길이, 노출길이, 연단거리, 점검발판 등 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 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 19.3.37】 공중이용시설 10대 위험요소

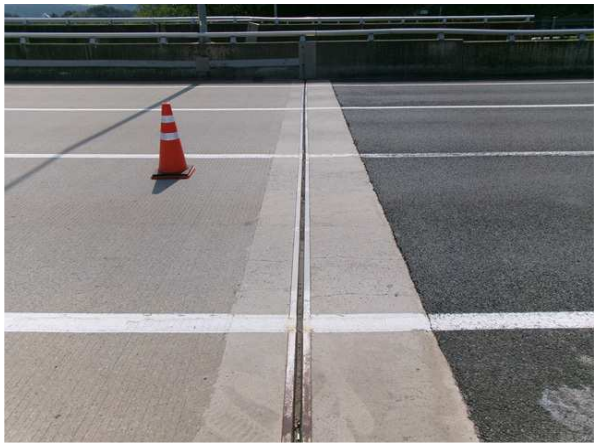
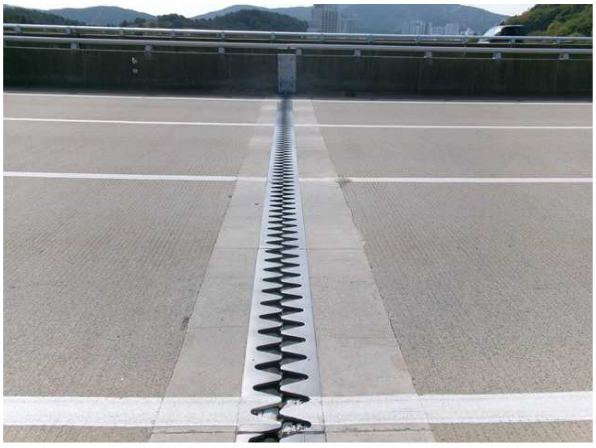
구분	유해 · 위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼 · 결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면 · 옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 만화교(부산)은 시점부 인접구간으로 기장2터널이 위치하고 있으며, S1(국도14호선) 및 S6(배산로 19번길)은 도로를 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 배수관 고정대 탈락(S2)이 조사되었으나, 통행차량 및 통행인 이용하지 않는 나대지로 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해 · 위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수 · 보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해 · 위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	□유, ▣무	이상없음	-	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	□유, ▣무	이상없음	-	
3	배수관 낙하사고	▣유, □무	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	-	

배수시설 S5 배수관 고정대 탈락

신축이음 본체 상태양호

교면포장 상태현황	교량 집수구 상태양호

【사진 19.3.30】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

19.3.3 외관조사 총괄표

【표 19.3.38】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	27.50	28	
	균열부백태	㎡	0.05	1	
	철근노출	㎡	4.74	7	
	보수부 철근노출	㎡	0.20	1	
	파손	㎡	0.02	1	
거더외부	도장박리	㎡	0.13	3	
	도장열화(백아화)	㎡	1,426.00	12	
	볼트부식	EA	17.00	17	
거더내부	도장박리	㎡	0.07	3	
	누수흔적	㎡	3.60	2	
	실링미처리	EA	2.00	2	
	그을음	㎡	1.12	2	
가로보	상태양호	-	-	-	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	6.40	3	
	보수부 재균열(0.3㎜미만)	m	1.00	1	
	백태	㎡	0.57	4	
	보수부 백태	㎡	0.01	1	
	보수부 박리	㎡	1.32	2	
	보수부 층분리	㎡	0.04	1	
	이격	m	1.00	1	
	실링재 열화	m	6.00	1	

【표 19.3.38】 손상내용 총괄표(계속)

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
교각		균열(0.3㎜미만)	m	38.10	17	
		망상균열	㎡	2.60	2	
		보수부 들뜸, 박리	㎡	0.08	5	
		파손	㎡	0.26	12	
		체수	㎡	0.80	1	
교량받침		무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	0.60	3	
		앵커볼트 부식	EA	41.00	41	
		받침콘크리트 파손	㎡	0.01	1	
		받침콘크리트 층분리	㎡	0.23	3	
신축이음		후타재 균열	m	47.90	104	
		후타재 박락	㎡	0.18	1	
		후타재 파손	m	0.01	1	
		고무재 파손	m	0.20	1	
		유간부족(수축)	EA	2.00	2	
		유간 토사퇴적	m	29.50	3	
		차수판 볼트탈락	EA	9.00	9	
교면포장		포장균열	m	1.50	1	
		LMC패임	㎡	0.09	3	
배수시설		배수관 고정대 탈락	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대		균열(0.3㎜미만)	m	95.30	41	
		망상균열	㎡	1.00	1	
		표면열화	㎡	58.00	3	
		이격	m	1.00	1	
		난간변형	m	0.40	1	
교량 점검시설	출입시설	상태양호	-	-	-	
	점검통로	상태양호	-	-	-	

19.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 19.3.39】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	23.00	23	27.50	28	- -	신규손상
	균열부백태	㎡	0.20	1	0.05	1	▼ 0.15	단위변경
	철근노출	㎡	7.14	8	4.74	7	▼ 2.40	일부보수
	보수부 철근노출	㎡	-	-	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	파손	㎡	-	-	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
거더외부	도장박리	㎡	0.13	3	0.13	3	- -	변동없음
	도장열화(백아화)	㎡	1,426.00	12	1,426.00	12	- -	변동없음
	볼트부식	EA	17.00	17	17.00	17	- -	변동없음
거더내부	도장박리	㎡	0.07	3	0.07	3	- -	변동없음
	누수흔적	㎡	3.60	2	3.60	2	- -	변동없음
	실링미처리	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	그을음	㎡	1.12	2	1.12	2	- -	변동없음
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음
교대	균열(0.3㎜미만)	m	6.40	3	6.40	3	- -	변동없음
	보수부 재균열(0.3㎜미만)	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	백태	㎡	0.52	3	0.57	4	▲ 0.05	신규손상
	보수부 백태	㎡	0.41	2	0.01	1	▼ 0.40	일부보수
	박리	㎡	0.24	1	-	-	▼ 0.24	보수실시
	보수부 박리	㎡	1.32	3	1.32	2	- -	수량오기
	보수부 층분리	㎡	-	-	0.04	1	▲ 0.04	신규손상
	파손	㎡	0.02	1	-	-	▼ 0.02	보수실시
	이격	m	0.07	1	1.00	1	▲ 0.93	물량오기
	실링재 열화	m	6.00	1	6.00	1	- -	변동없음

【표 19.3.39】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3㎜미만)	m	32.60	18	38.10	17	▲ 5.50	일부보수 신규손상
	망상균열	㎡	2.60	2	2.60	2	– –	변동없음
	보수부 들뜸, 박리	㎡	0.04	1	0.08	5	▲ 0.04	신규손상
	철근노출	㎡	0.11	11	–	–	▼ 0.11	보수실시
	파손	㎡	0.26	12	0.26	12	– –	변동없음
	체수	㎡	0.40	1	0.80	1	▲ 0.40	손상증가
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	–	–	0.60	3	▲ 0.60	신규손상
	앵커볼트 부식	EA	41.00	41	41.00	41	– –	변동없음
	받침콘크리트 파손	㎡	0.01	1	0.01	1	– –	변동없음
	받침콘크리트 들뜸	㎡	0.04	1	–	–	▼ 0.04	손상변경
	받침콘크리트 층분리	㎡	–	–	0.23	3	▲ 0.23	손상변경 신규손상
신축이음	후타재 균열	m	43.20	94	47.90	104	▲ 4.50	신규손상
	후타재 박락	㎡	0.18	1	0.18	1	– –	변동없음
	후타재 파손	m	0.01	1	0.01	1	– –	변동없음
	고무재 파손	m	–	–	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	유간부족(수축)	EA	–	–	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
	유간 토사퇴적	m	29.50	3	29.50	3	– –	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	8.00	8	9.00	9	▲ 1.00	신규손상
교면포장	포장균열	m	1.50	1	1.50	1	– –	변동없음
	LMC패임	㎡	0.09	3	0.09	3	– –	변동없음
배수시설	배수관 고정대 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	m	95.30	41	95.30	41	– –	변동없음
	망상균열	㎡	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	표면열화	㎡	58.00	3	58.00	3	– –	변동없음
	이격	m	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	난간변형	m	0.40	1	0.40	1	– –	변동없음
출입시설	상태양호	–	–	–	–	–	– –	변동없음
교량 점검시설	상태양호	–	–	–	–	–	– –	변동없음

19.4 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.

19.4.1 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 19.4.1】 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	7	7	7	7	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

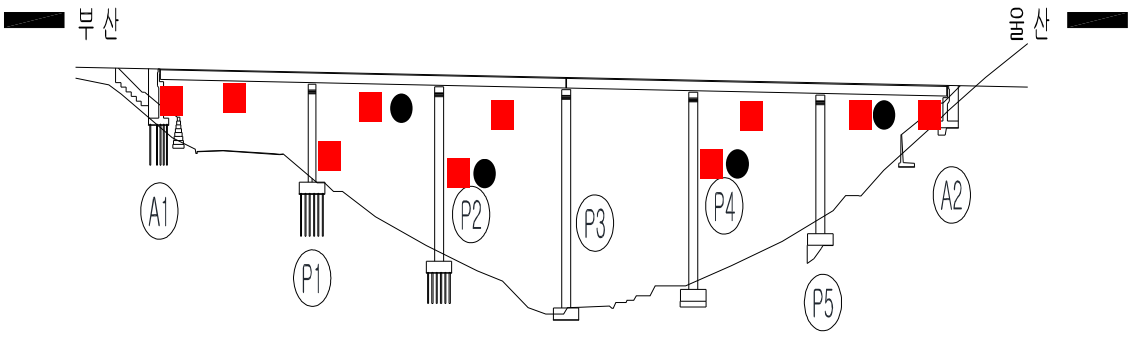
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황

【사진 19.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 17.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

19.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 14개소)를 실시하였으며, 측정결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.

반발경도 시험	반발경도 시험

【사진 19.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 19.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	56.2	33.7	31.5	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	56.8	34.1	31.8			건전부
	S3	바닥판	54.6	32.3	30.8			건전부
	S3	바닥판	56.4	33.8	31.6			비건전부
	S5	바닥판	54.8	32.5	30.9			건전부
	S6	바닥판	54.9	32.6	30.9			건전부
	S6	바닥판	55.3	32.9	31.1			비건전부
평균			–	33.1	31.2			
표준편차			–	0.72	0.40			
변동계수			–	0.022	0.013			
최대값			–	34.1	31.8			
최소값			–	32.3	30.8			

【표 19.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	50.8	29.3	29.0	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	50.1	28.7	28.7			건전부
평균			-	29.0	28.9	-	-	
표준편차			-	0.42	0.21	-	-	
변동계수			-	0.015	0.007	-	-	
최대값			-	29.3	29.0	-	-	
최소값			-	28.7	28.7	-	-	

【표 19.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	53.7	31.6	30.4	0.63	24.0	건전부
	P2	교각	52.5	30.6	29.8			건전부
	P2	교각	50.0	28.6	28.7			비건전부
	P4	교각	53.6	31.5	30.3			건전부
	P4	교각	51.0	29.5	29.2			비건전부
평균			-	30.4	29.7	-	-	
표준편차			-	1.30	0.73	-	-	
변동계수			-	0.043	0.024	-	-	
최대값			-	31.6	30.4	-	-	
최소값			-	28.6	28.7	-	-	

【표 19.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회				
바닥판	30.8 ~ 31.8	27.0	30.8	114.1 ~ 117.8	
교대	28.7 ~ 29.0	24.0	28.7	119.6 ~ 120.8	
교각	28.7 ~ 30.4	24.0	29.7	119.6 ~ 126.7	

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 30.7~31.8㎫, 하부구조(교대) 28.7~29.0㎫, 하부구조(교각) 28.7~30.4㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 상부구조 및 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 95.1~103.3%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 19.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	28.0 ~ 29.9	30.8 ~ 31.8	27.0
	교대	25.6 ~ 26.4	28.7 ~ 29.0	24.0
	교각	25.4 ~ 27.2	28.7 ~ 30.4	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 19.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 16 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	만화교(부산)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 교대 및 교각 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 :균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	14.4℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

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

드릴링	탄산화깊이 측정

【사진 19.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 19.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판	1.5	41.0	39.5	17	0.36	100년 이상	a	
	S6 바닥판	6.0	55.0	49.0	17	1.46	100년 이상	a	
하부 구조	P2 교각	8.0	88.0	80.0	17	1.94	100년 이상	a	
	P4 교각	5.0	102.0	97.0	17	1.21	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~6.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~8.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 19.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	1.5~6.0	39.5~49.0	
하부구조	5.0~8.0	80.0~97.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

【표 19.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

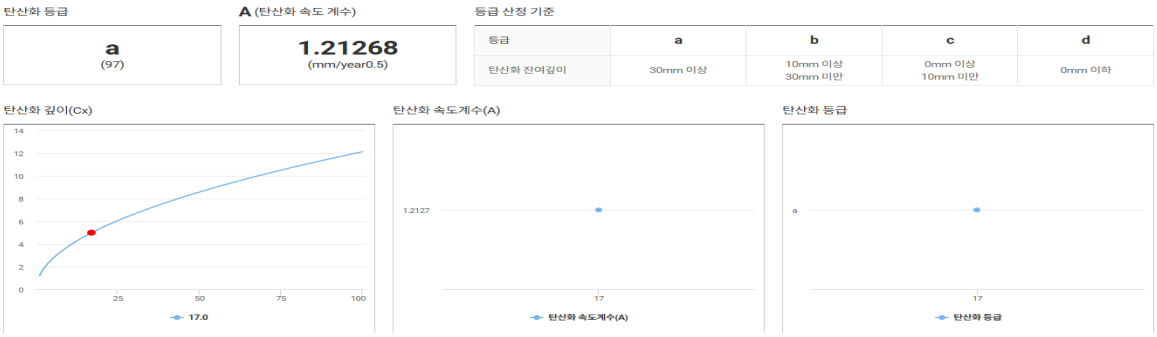
상부구조 - 바닥판 S2	
실측 피복두께(㎜)	41
탄산화 진행깊이(㎜)	1.5
잔여깊이(㎜)	39.5
탄산화 속도계수	0.36
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

상부구조 - 바닥판 S6	
실측 피복두께(㎜)	55.0
탄산화 진행깊이(㎜)	6.0
잔여깊이(㎜)	49.0
탄산화 속도계수	1.46
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 19.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P2	
실측 피복두께(㎜)	88.0
탄산화 진행깊이(㎜)	8.0
잔여깊이(㎜)	80.0
탄산화 속도계수	1.94
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

하부구조 - 교각 P4	
실측 피복두께(㎜)	102.0
탄산화 진행깊이(㎜)	5.0
잔여깊이(㎜)	97.0
탄산화 속도계수	1.21
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a



3) 기 점검결과와의 비교

【표 19.4.11】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전진단			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	5.3~7.0	33.0~34.7	a	1.5~6.0	39.5~49.0	a	
하부구조	4.3~7.7	91.3~94.7	a	5.0~8.0	80.0~97.0	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 19.4.12】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 16일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 19.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	30.8 ~ 31.8	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	28.7 ~ 29.0	24.0	
		교각	28.7 ~ 30.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		39.5~53.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		80.0~97.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 19.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	28.0 ~ 29.9		30.8 ~ 31.8		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	25.6 ~ 26.4		28.7 ~ 29.0		
		교각	25.4 ~ 27.2		28.7 ~ 30.4		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		33.0~34.7	a	39.5~49.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		91.3~94.7	a	80.0~97.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

19.5 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.

19.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

부재별 손상에 대한 상태평가 상세 내용은 '부록. 상태평가 결과 자료'에 수록하였다.

1) 상태평가 결과표

【표 19.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1	A1	S.T.B	b	b	a	a	a	b	d	a	b	q	–	–
S2	P1	S.T.B	b	b	a	b	a	b	–	b	b	q	a	–
S3	P2	S.T.B	b	b	a	b	a	b	–	b	b	q	–	a
S4	P3	S.T.B	b	b	a	b	a	b	d	b	b	q	–	–
S5	P4	S.T.B	b	b	a	a	c	b	–	b	b	q	–	a
S6	P5	S.T.B	b	b	a	a	a	b	–	b	b	q	a	–
	A2	S.T.B							c	a	b	q		–
평균			0.200	0.200	0.100	0.150	0.150	0.200	0.600	0.171	0.200	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.040	0.005	0.011	0.005	0.004	0.054	0.015	0.040	–	0.004	0.003
∴ 거더의 도장열화의 경우 세부지침상 손상면적률 10%이상으로 'c'등급으로 평가되어야하나 도장의 탈락부가 적고 상태가 비교적 도장부착상태가 양호하여 책임기술자 판단하에 'b'등급으로 상향조정하였다.													0.216	
													B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.258) < 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 상태인 “b" 등급으로 평가됨.

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

③ 도로부 신축이음부

신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태인 “d”로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 19.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
만화교(부산)	0.216	B	310.00	3	930.00	1.000	0.216
합계(Σ)			310.00	3	930.00	1.000	0.216
1. 평가지수 =							0.216
2. 상태평가결과 =							B

19.5.2 상태평가 결과요약

【표 19.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
만화교(부산)	0.216	B	
검토의견	•만화교(부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨		

19.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 19.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

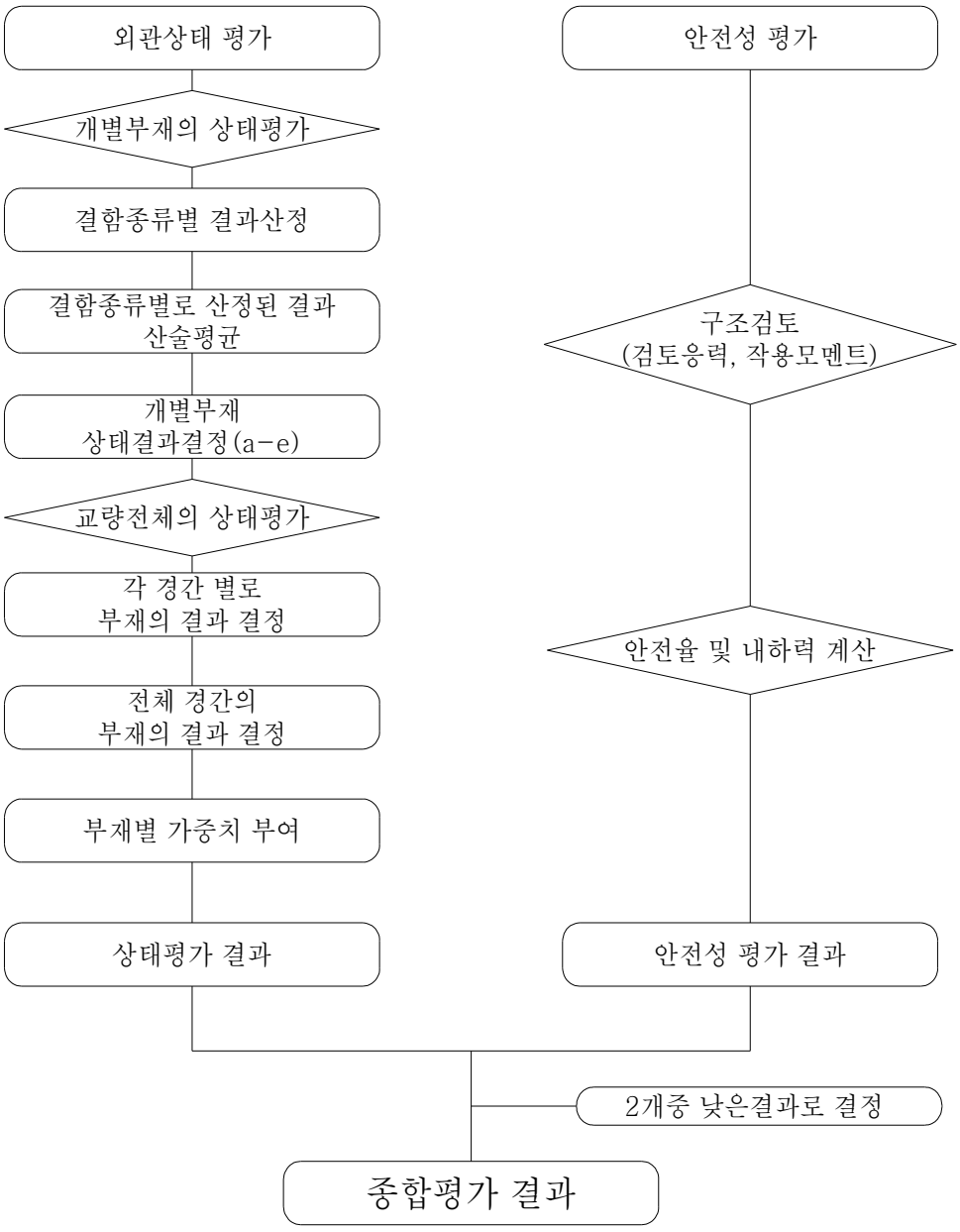
구 분	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.190	0.216
상태평가결과	B	B
총 평	• 금회 정밀안전점검 결과, 만화교(부산)의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다. • 전회(2023년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.190에서 0.216으로 소폭 상향조정 되었으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다. • 환산결함도 변동의 주요 원인은 주요부재에 대한 신규손상의 발생 및 일부 손상에 대한 보수, 신축이음 유간부족 등 복합적인 요소에 따라 전체 환산결함도 점수가 상향조정된 것으로 판단된다.	

19.6 종합평가 및 안전등급 지정

19.6.1 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 19.6.1】 종합평가 결과 산정절차

19.6.2 종합평가 결과

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

【표 19.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
만화교(부산)	0.216	B	–	–	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

19.6.3 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 19.6.2】 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

19.7 보수·보강 및 유지관리방안

19.7.1 보수·보강 방안

【표 19.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	27.50	28	표면처리	3순위
	균열부백태	㎡	0.05	1	표면처리	3순위
	철근노출	㎡	4.74	7	단면보수(방청)	1순위
	보수부 철근노출	㎡	0.20	1	단면보수(방청)	1순위
	파손	㎡	0.02	1	단면보수	2순위
거더외부	도장박리	㎡	0.13	3	재도장	3순위
	도장열화(백아화)	㎡	1426.00	12	재도장	3순위
	볼트부식	EA	17.00	17	재도장	3순위
거더내부	도장박리	㎡	0.07	3	재도장	3순위
	누수흔적	㎡	3.60	2	정비	3순위
	실링미처리	EA	2.00	2	실링처리	2순위
	그을음	㎡	1.12	2	재도장	3순위
가로보	상태양호	–	–	–	주의관찰	–
교대	균열(0.3㎜미만)	m	6.40	3	표면처리	3순위
	보수부 재균열(0.3㎜미만)	m	1.00	1	표면처리	3순위
	백태	㎡	0.57	4	표면처리	3순위
	보수부 백태	㎡	0.01	1	표면처리	3순위
	보수부 박리	㎡	1.32	2	단면보수	2순위
	보수부 층분리	㎡	0.04	1	단면보수	2순위
	이격	m	1.00	1	실링처리	2순위
	실링재 열화	m	6.00	1	실링처리	2순위
교각	균열(0.3㎜미만)	m	38.10	17	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	2.60	2	표면처리	3순위
	보수부 들뜸, 박리	㎡	0.08	5	단면보수	2순위
	파손	㎡	0.26	12	단면보수	2순위
	체수	㎡	0.80	1	주의관찰	–

【표 19.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	0.60	3	표면처리	3순위
	앵커볼트 부식	EA	41.00	41	재도장	3순위
	받침콘크리트 파손	㎡	0.01	1	단면보수	2순위
	받침콘크리트 층분리	㎡	0.23	3	단면보수(방청)	1순위
신축이음	후타재 균열	m	47.90	104	주의관찰	-
	후타재 박락	㎡	0.18	1	단면보수	3순위
	후타재 파손	m	0.01	1	단면보수	3순위
	고무재 파손	m	0.20	1	유도배수관설치	2순위
	유간부족(수축)	EA	2.00	2	신축이음교체	1순위
	유간 토사퇴적	m	29.50	3	정비	3순위
	차수판 볼트탈락	EA	9.00	9	정비	3순위
교면포장	포장균열	m	1.50	1	주의관찰	-
	LMC패임	㎡	0.09	3	단면보수	3순위
배수시설	배수관 고정대 탈락	EA	1.00	1	정비	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	m	95.30	41	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	1.00	1	표면처리	3순위
	표면열화	㎡	58.00	3	단면보수	3순위
	이격	m	1.00	1	주의관찰	-
	난간변형	m	0.40	1	주의관찰	-
출입시설	상태양호	-	-	-	주의관찰	-
교량 점검시설	상태양호	-	-	-	주의관찰	-

19.7.2 개략공사비

【표 19.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	27.50	10.31	㎡	299	3,083	3순위
	균열부백태	표면처리	0.05	0.08	㎡	299	22	3순위
	철근노출	단면보수(방청)	4.74	7.11	㎡	1,336	9,499	1순위
	보수부 철근노출	단면보수(방청)	0.20	0.30	㎡	1,336	401	1순위
	파손	단면보수	0.02	0.03	㎡	1,152	35	2순위
거더외부	도장박리	재도장	0.13	0.20	㎡	1,132	221	3순위
	도장열화(백아화)	재도장	1426.00	2139.00	㎡	1,132	2,421,348	3순위
	볼트부식	재도장	17.00	17.00	EA	1,132	19,244	3순위
거더내부	도장박리	재도장	0.07	0.11	㎡	1,132	119	3순위
	누수흔적	정비	3.60	5.40	㎡	8	43	3순위
	실링미처리	실링처리	2.00	2.00	EA	54	108	2순위
	그을음	재도장	1.12	1.68	㎡	1,132	1,902	3순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	6.40	2.40	㎡	250	600	3순위
	보수부 재균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.00	0.38	㎡	250	94	3순위
	백태	표면처리	0.57	0.86	㎡	250	214	3순위
	보수부 백태	표면처리	0.01	0.02	㎡	250	4	3순위
	보수부 박리	단면보수	1.32	1.98	㎡	960	1,901	2순위
	보수부 층분리	단면보수	0.04	0.06	㎡	960	58	2순위
	이격	실링처리	1.00	1.50	m	1	2	2순위
	실링재 열화	실링처리	6.00	9.00	m	1	9	2순위
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	38.10	14.29	㎡	250	3,572	3순위
	망상균열	표면처리	2.60	3.90	㎡	250	975	3순위
	보수부 들뜸, 박리	단면보수	0.08	0.12	㎡	960	115	2순위
	파손	단면보수	0.26	0.39	㎡	960	374	2순위

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

【표 19.7.2】 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.60	0.23	㎡	250	56	3순위
	앵커볼트 부식	재도장	41.00	41.00	EA	415	17,015	3순위
	받침콘크리트 파손	단면보수	0.01	0.02	㎡	960	14	2순위
	받침콘크리트 층분리	단면보수(방청)	0.23	0.35	㎡	1,114	384	1순위
신축이음	후타재박락	단면보수	0.18	0.27	㎡	960	259	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.01	0.02	m	960	14	3순위
	고무재 파손	유도배수관설치	0.20	0.30	m	128	38	2순위
	유간부족(수축)	신축이음교체 (No.80)	1.00	1.00	EA	1,974	1,974	1순위
		신축이음교체 (No.200)	1.00	1.00	EA	9,431	9,431	1순위
	유간 토사퇴적	정비	29.50	44.25	m	8	354	3순위
	차수판 볼트탈락	정비	9.00	9.00	EA	8	72	3순위
교면포장	LMC패임	단면보수	0.09	0.14	㎡	346	47	3순위
배수시설	배수관 고정대 탈락	정비	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	95.30	35.74	㎡	250	8,934	3순위
	망상균열	표면처리	1.00	1.50	㎡	250	375	3순위
	표면열화	단면보수	58.00	87.00	㎡	960	83,520	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	21,689		2,654			2,562,271	
	재경비 (순공사비의 50%)	10,845		1,327			1,281,136	
	합계	32,534		3,981			3,843,407	
개략공사비 총계(천원)		3,879,922						

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

19.7.3 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 19.7.3】 중점유지관리 항목

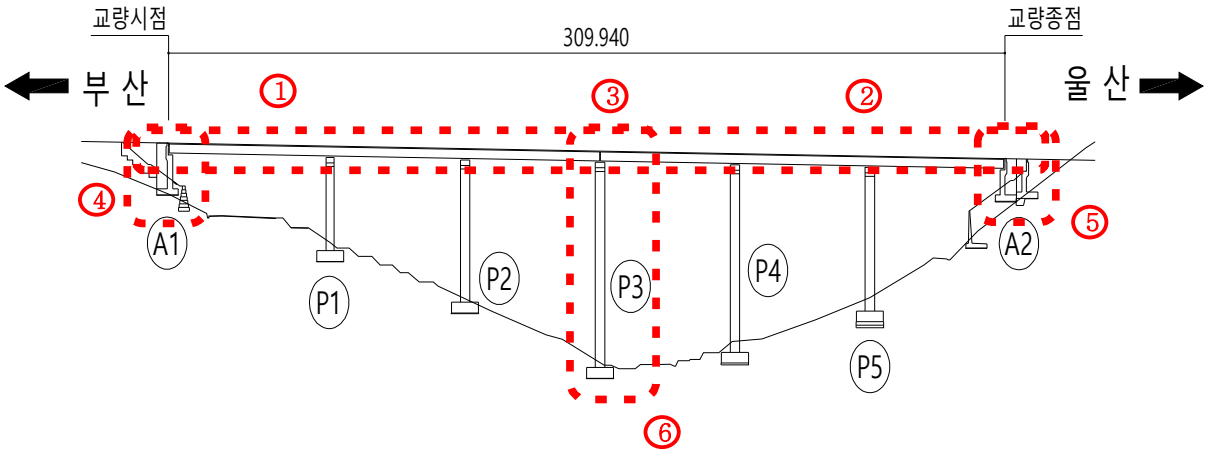
부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 신규 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전여부 확인
방호벽	• 방호벽 신규 손상여부 점검 • 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	• 배수구 추가적인 막힘 여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
바닥판	• 바닥판하면 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	• 교량받침 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 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 S1, 3, 4 철근노출 – 진전 여부확인

② 거더외부 S1~6 도장열화 – 진전 여부확인

③ 신축이음 A1, P3 유간부족(수축) – 진전 여부확인



④ 교대 A1 변위측정(직립도) – 진전 여부확인

⑤ 교대 A2 변위측정(직립도) – 진전 여부확인

⑥ 교량받침 P3-SH2 받침콘크리트 층분리 – 진전 여부확인

19.8 종합결론

본 시설물은 부산광역시 기장군 기장읍 에 위치한 교량으로 총 연장 310.0m, 폭 16.2m의 Steel Box Girder 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

19.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 균열부백태의 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 파손의 경우 외부충격 등에 의한 손상으로 복합적인 영향에 의한 손상으로 부재의 내구성확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 철근노출, 보수부 철근노출의 경우 시공미흡, 피복두께 부족 등에 의한 손상으로 주로 신축이음 하부측 단부 및 배수관 인근에 발생하였으며, 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 발생 부위상 추후 신축이음 하부 누수 및 배수관 누수에 의한 철근부식 및 층분리 등의 2차 손상 발생 우려가 농후하여 부재의 내구성을 확보하고, 2차 손상으로의 진전을 방지하기 위한 단면보수(방청) 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.

2) 거더

- 거더내・외부에서 조사된 도장박리, 볼트부식, 그을음의 경우 시공미흡, 전처리 미흡, 공용기간 증가, 부착강도 저하, 습기흡착, 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상을 아니나 습기흡착, 외부 우수유입 등 지속적인 외기영향 접촉시 부식 등 2차 손상으로 진전되어 내구성 저하가 우려되므로 재도장 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 거더내부 실링미처리, 누수흔적의 경우 시공미흡, 실링미처리로 인한 현장이음부 및 스캘럽부로 우수유입에 의해 발생한 손상으로 지속적인 우수 유입시 부식 등 내구성저하가 우려되므로 실링처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 거더외부 도장열화(백아화)의 경우 공용기간 증가, 외기영향(수분접촉, 자외선, 산소접촉) 등 환경적 요인에 의하여 발생한 손상으로 도장의 내구연한이 도래한 것으로 유추된다. 이

에 점검당시에 도장의 상태는 이탈분말 부착이 있으나 이탈분말 부착이 많은 정도는 아니어 부재의 내구성저하 방지 예방 차원의 전면 재도장 등의 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 금회 점검에서 신규손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열 및 보수부 재균열(0.3㎜미만), 백태, 보수부 백태의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 외부 우수유입, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 2차 손상의 발생방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 보수부 박리, 보수부 층분리의 경우 보수미흡, 보수부 우수유입 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성 및 위치상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 손상의 진전방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하고 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 이격, 실링재 열화의 경우 시공초기 다짐미흡, 상부 우수유입으로 인한 성도부 일부 유실, 측방유동 이력, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교대 날개벽과 측면 성토부 옹벽에 발생하였다. 특히 손상 내부의 골재가 노출되어 있는 상태로 내부골재의 추가적인 유실은 확인되지 않았으나 골재 및 충진물의 유실을 방지하고, 안전성을 확보하기 위한 예방차원의 실링처리 등의 내부 충진물의 유실을 방지하는 종류의 보수가 필요하다고 판단된다.
- 보강 후 추가적인 변위 여부를 확인하기 위한 계측장치(경사계, 신축이음계 등)은 일부 제기능을 하지 못하는 상태로 확인되었다.
- 직립도(변위) 조사는 전회 점검들과 동일한 위치를 우선시 하여 측정하였고, 23년 정밀안전진단의 경우 현장에 정확한 위치가 표기되어 있지 않아 현장에 표기되어 있는 전회(20년, 22년) 점검에서 측정을 실시한 위치에 금회 측정을 실시하였으나 교대 A2 우측의 경우 이전 점검과의 동일한 위치를 특정하기 어려워 금회 점검에서는 제외하였다.
- 교대 A1의 기울기는 89.2° ~ 89.5° / 각 변위는 0.0° ~ 0.1° , 교대 A2의 경우 기울기

88.7° ~ 89.6° / 각 변위는 0.0° ~ 0.1° 로 측정되어 측정결과는 허용범위를 만족하는 상태로 교대의 직립도(변위)는 양호한 것으로 분석되었다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하고 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 체수의 경우 신축이음 하부 우수유입 및 강우시 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 추가 손상의 발생여부를 확인하고 추가 손상 발생시 적절한 보수를 채택하여 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손, 보수부 들뜸, 박리의 경우 외부충격, 보수미흡, 보수부 우수유입, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.

6) 기초

- 만화교(부산)의 기초는 교대 A1, A2 강관말뚝기초, 교각 P1~2 강관말뚝기초, P3~5 직접기초로 시공되어있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 무수축몰탈 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 받침콘크리트 파손의 경우 외부충격 등에 의한 손상으로 내구성 확보차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침콘크리트 층분리의 경우 신축이음부 P3에 발생하였으며, 다짐미흡, 부착미흡부 우수유입, 열화 등에 의한 손상으로 손상의 발생 위치상 지속적인 우수유입시 박락, 철근부식 등의 손상의 진전이 우려되므로 내구성확보 차원의 단면보수(방청) 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 앵커볼트 부식의 경우 공용기간 증가, 열화, 습기흡착, 도장미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성확보 차원의 재도장 등의 조치가 필요하다고 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 후타재 박락, 파손의 경우 다짐미흡, 차량 통행하중 등에 의한 손상으로 판단되며, 점검당시에는 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니었으나 손상의 진전을 방지하고 차량 주행의 안전성을 확보하기 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 축척 등에 의한 손상으로 신축이음장치의 원활한 기능성을 확보하는 차원의 정비 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 조사된 고무재 파손의 경우 공용기간 증가, 열화, 비산먼지 축척 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 우천시 손상부로 우수가 유입되어 바닥판하면, 거더, 교량받침 등 타 부재의 2차손상 발생을 방지하기 위하여 유도배수관설치 등의 조치를 취하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 조사된 차수판 볼트탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 차량의 반복 통행으로 인한 진동 등에 발생한 손상으로, 차수판의 안정적인 고정을 위하여 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간부족(수축)의 경우 온도변화 등으로 인한 상부구조의 원활한 수축, 팽창을 확보하고, 차량의 주행성에 안전성과 교면의 평탄성을 확보해야 하는 부재인 신축이음장치의 신축거동량이 평가결과 A1, P3 신축이음장치에서 신장은 여유량이 확보되어 있으나 수축에 대한 여유량은 확보되어 있지 않아 발생한 손상으로 상부구조 및 신축이음장치의 수축, 신장에 대한 여유량을 확보하여 해당 시설물 및 주행의 안전성울 도모하기 위하여 신축이음장치 교체 등의 조치가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 19.0℃(05월 19일)로써 이때 측정유간은 18.0~160.0㎜ 범위로 나타나 신장에 대한 검토결과는 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었으나 수축에 대한 검토결과의 경우 A2는 충분한 여유량을 확보하고 있고, A1, P3의 경우 -4.9, −19.9로 여유량의 확보하고 있지 못한 것으로 평가되었다.
- 신축이음장치 신축거동상태 이력 및 교체현황 검토 결과, 18년 정밀안전진단부터 신장 및

수축에 대한 여유량이 부족하여 신축이음장치 교체가 실시된 이력이 확인되었으나 금회 점검에서 신축이음장치 A1, P3에 대한 검토 결과 수축여유량이 부족한 것으로 확인되었다. 이에 여유량 부족으로 인한 이용자의 사고를 방지하여 안전성을 확보하기 위한 신축이음장치 교체(최소 A1 No.80 / P3 No.200)를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

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 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 LMC패임의 경우 외부충격, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 점검당시 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전을 방지하고, 부재의 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 고정대 탈락의 경우 시공미흡, 공용기간 증가, 공용기간중 발생한 진동 등에 의한 손상으로 배수시설의 안정적인 고정을 확보하기 위한 정비 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.

11) 방호벽 및 중분대

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 표면열화의 경우 공용기간 증가, 외기노출, 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 난간변형의 경우 외부충격에 의한 손상으로 난간으로서의 기능을 아직 보유하고 있는 것으로 확인되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 추후 추가적인 손상의 발생시 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 이격의 경우 다짐미흡으로 인한 시공초기 침하 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 추가적인 손상의 진전은 확인되지 않아 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

12) 교량 점검시설

- 점검시설의 경우 출입시설 및 점검통로 앵커볼트 매입길이, 노출길이, 연단거리, 점검발판 등 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통하여 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 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) 30.7~31.8㎫, 하부구조(교대) 28.7~29.0㎫, 하부구조(교각) 28.7~30.4㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 상부구조 및 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 95.1~103.3%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 1.5~6.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~8.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 만화교(부산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.190에서 0.216으로 소폭 상향조정 되었으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 변동의 주요 원인은 주요부재에 대한 신규손상의 발생 및 일부 손상에 대한 보수, 신축이음 유간부족 등 복합적인 요소에 따라 전체 환산결함도 점수가 상향조정된 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 만화교(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 상태 평가 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.

19.8.2 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.

19.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판하면 철근노출, 거더외부 도장열화, 교대 변위측정(직립도), 신축이음 유간부족(수축), 교량받침 받침콘크리트 층분리 등은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

19.8.4 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.