22. 문수IC2교

22.1 시설물 개요
22.2 자료수집 및 분석
22.3 현장조사
22.4 콘크리트 내구성조사
22.5 상태평가
22.6 종합평가 및 안전등급 지정
22.7 보수·보강 및 유지관리 방안
22.8 종합결론

22. 문수IC2교

22.1 시설물의 개요

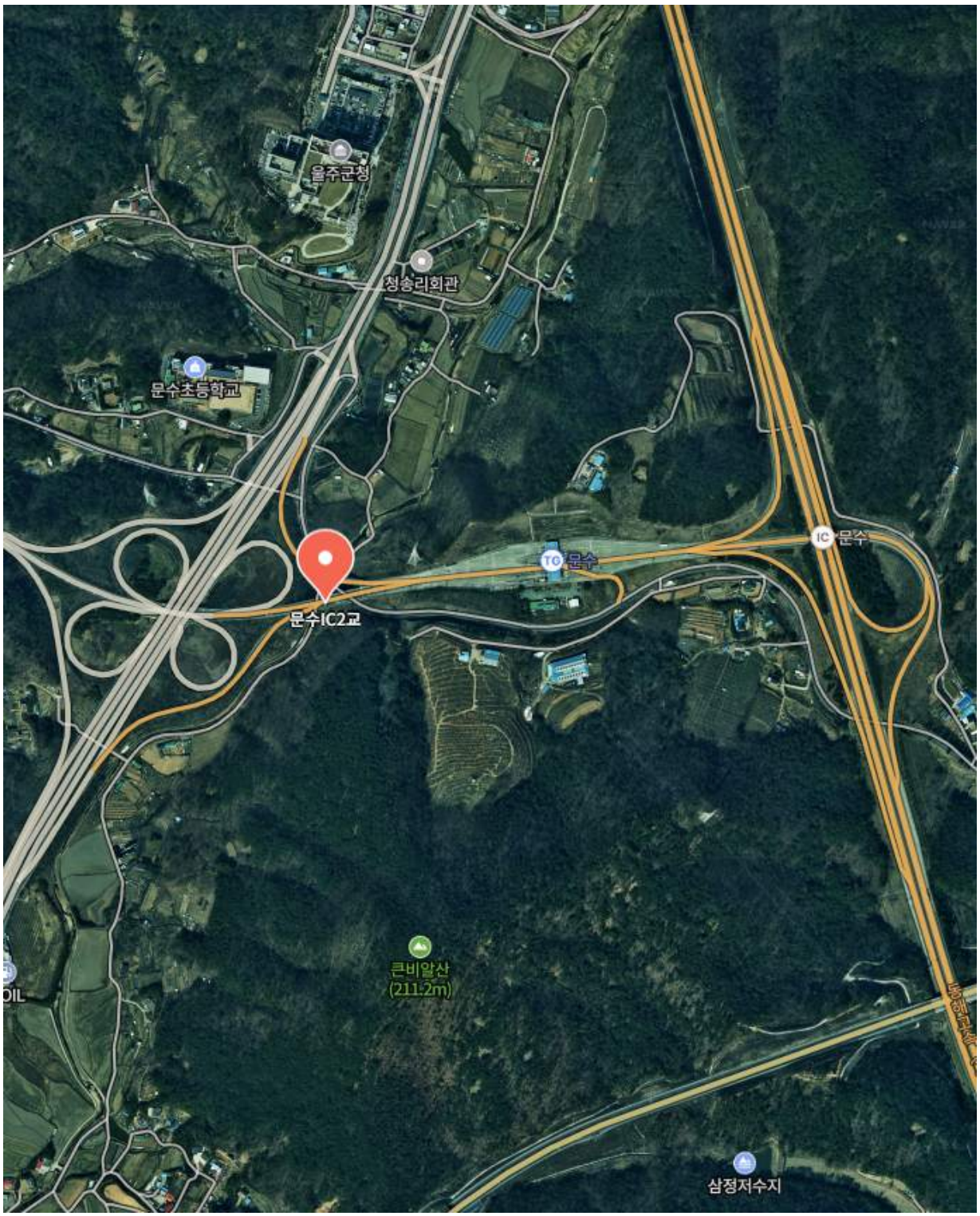
본 시설물은 울산광역시 울주군 청량면에 위치한 교량으로 총 연장 190.0m, 폭 15.4m로 시공되어 있다.

22.1.1 일반사항

【표 22.1.1】 문수IC2교 일반사항

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물번호		BR2008-0000097	관리번호		-
시설물위치		울산광역시 울주군 청양면	준공년월일		2008년 12월 31일
관리이정		10.7km	공사이정		-
설계하중		DB-24/DL-24	노 선 명		부산울산고속도로
제원	연장	L = 100.0m (50.0 + 50.0)			
	폭	B=20.0m(왕복 3차선)			
구조형식	상부	강박스거더교(STB)	기초형식	교대	강관말뚝기초, 직접기초
	하부	교대:역T형(2기) 교각:π형(1기)		교각	직접기초
교량받침		고감쇠면진받침(HDRB)	신축이음		A1 : 뉴모노셀 조인트 A2 레일 조인트
교차시설물		군도14호선	통과높이		6.9m
부착시설내용		점검통로			
시 공 자		삼성물산, 삼성중공업	관리주체		부산울산고속도로(주)

22.1.2 위치도 및 전경사진



Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S2	도보 및 드론	2025.03.24.~2025.12.17.	

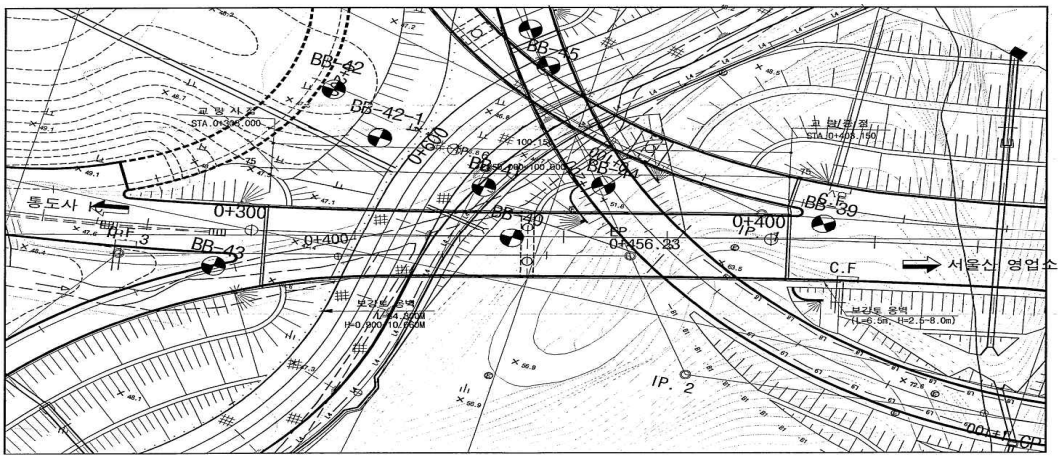
【그림 22.1.1】 위치도

측면 전경	교면포장 전경
신축이음 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

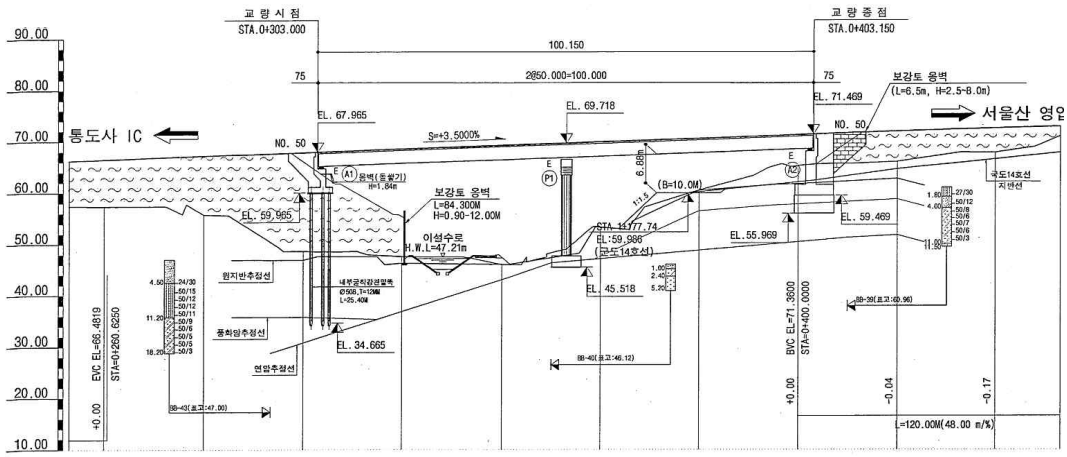
【사진 22.1.1】 부재별 현황

22.1.3 시설물 일반도

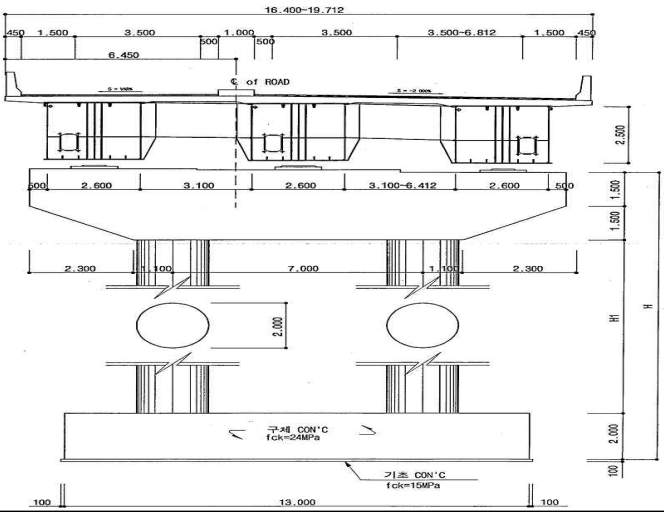
<종평면도>



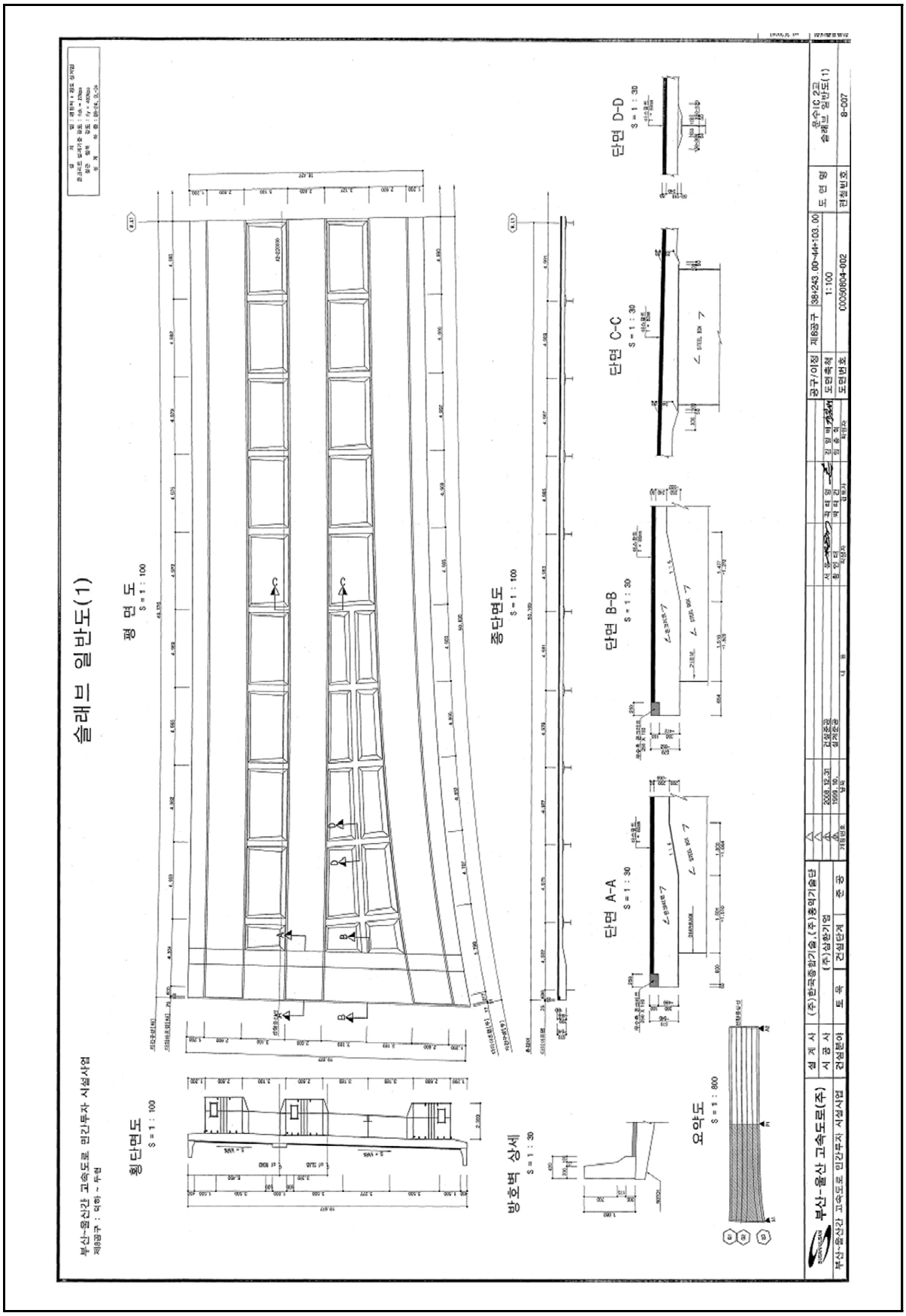
<종단면도>



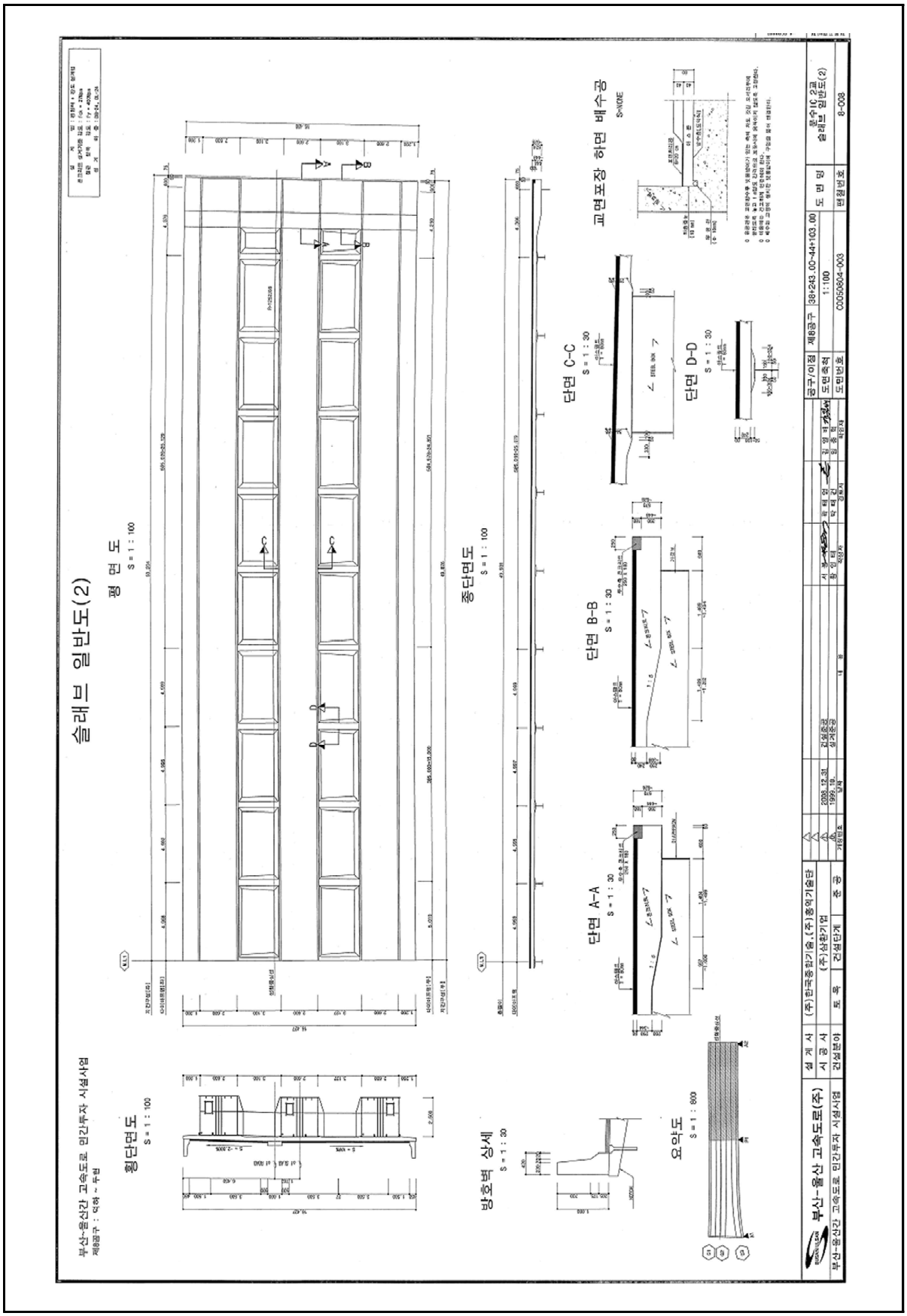
<횡단면도>



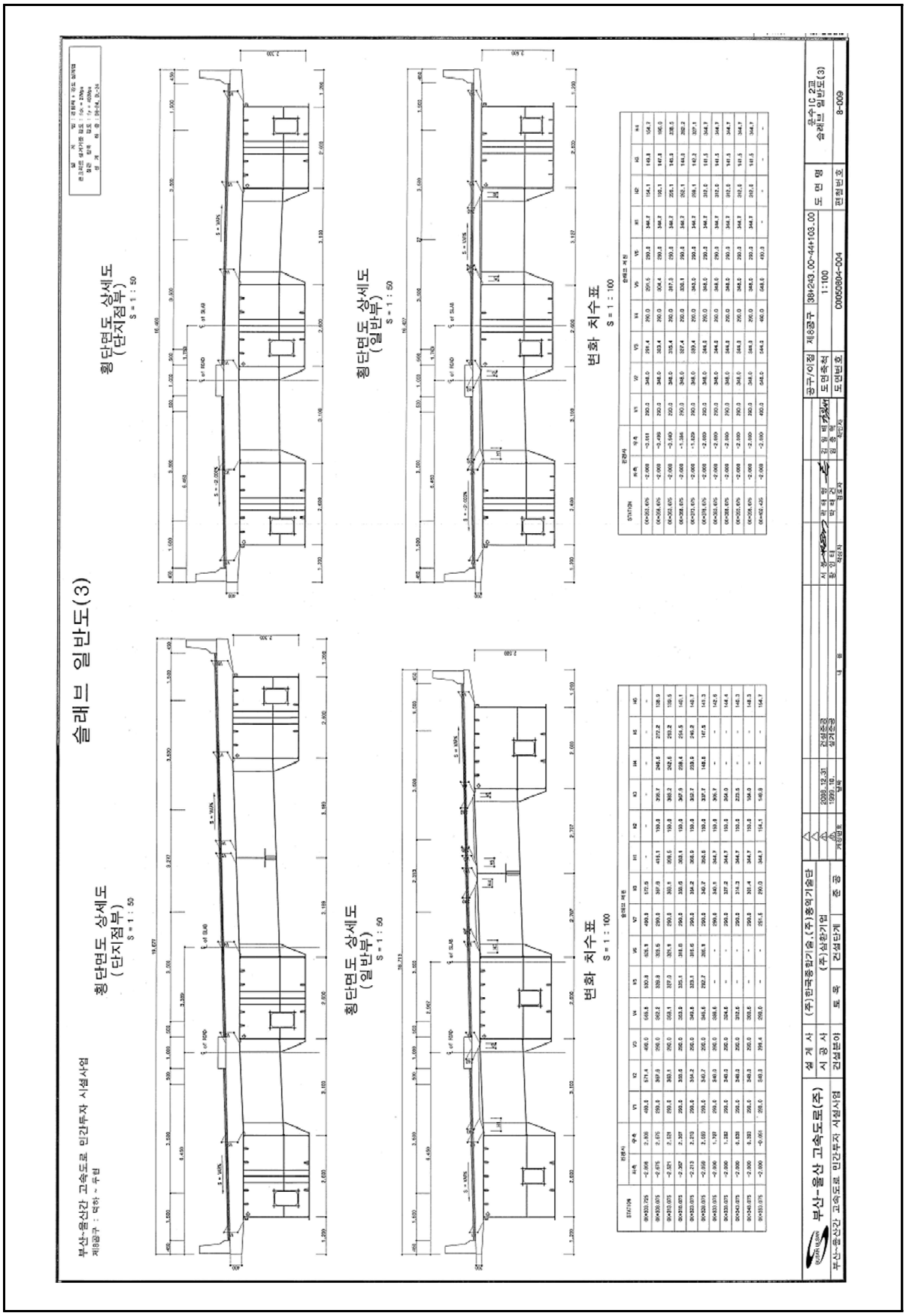
【그림 22.1.2】 평면 및 종평면도



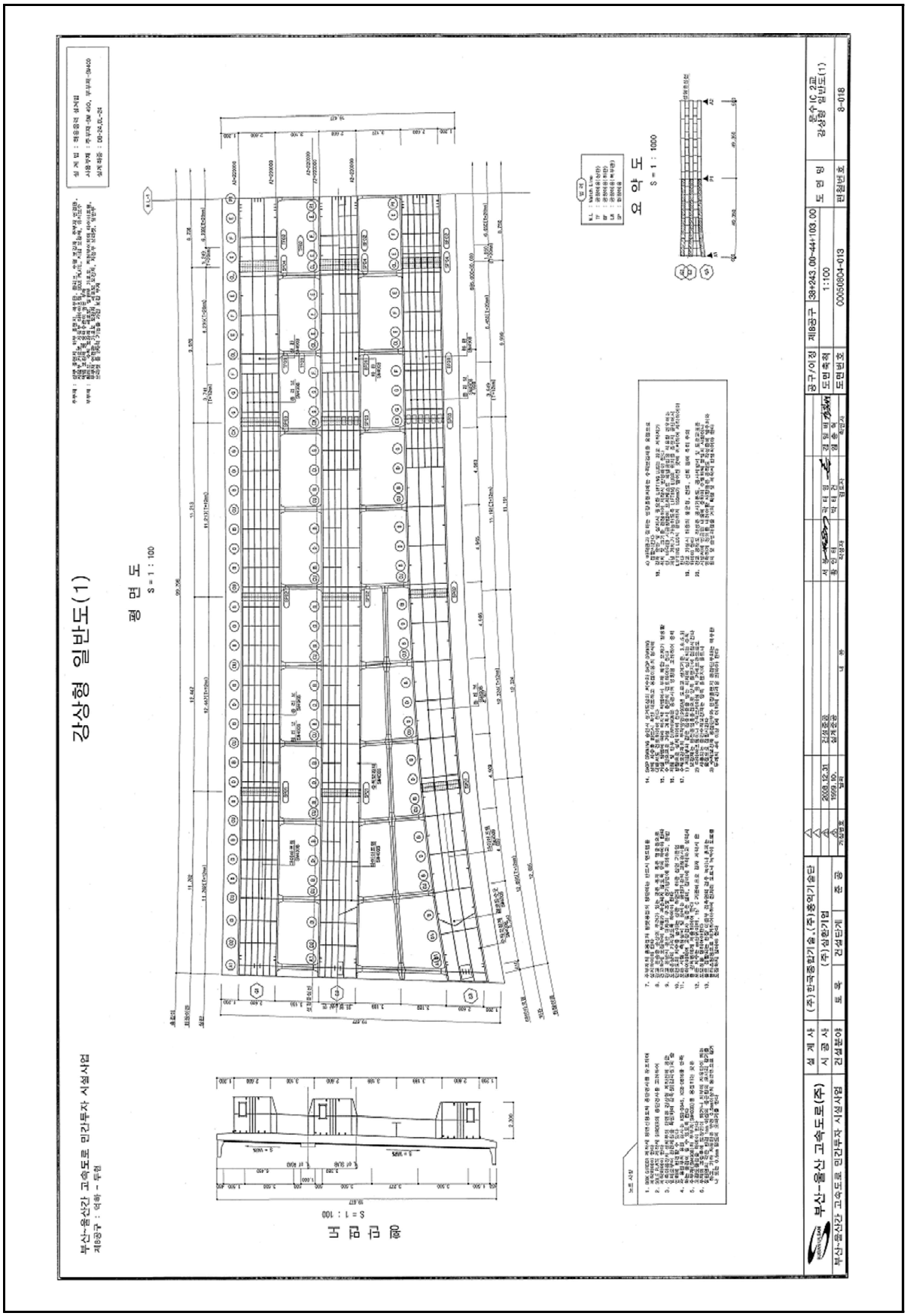
【그림 22.1.3】 슬래브 일반도



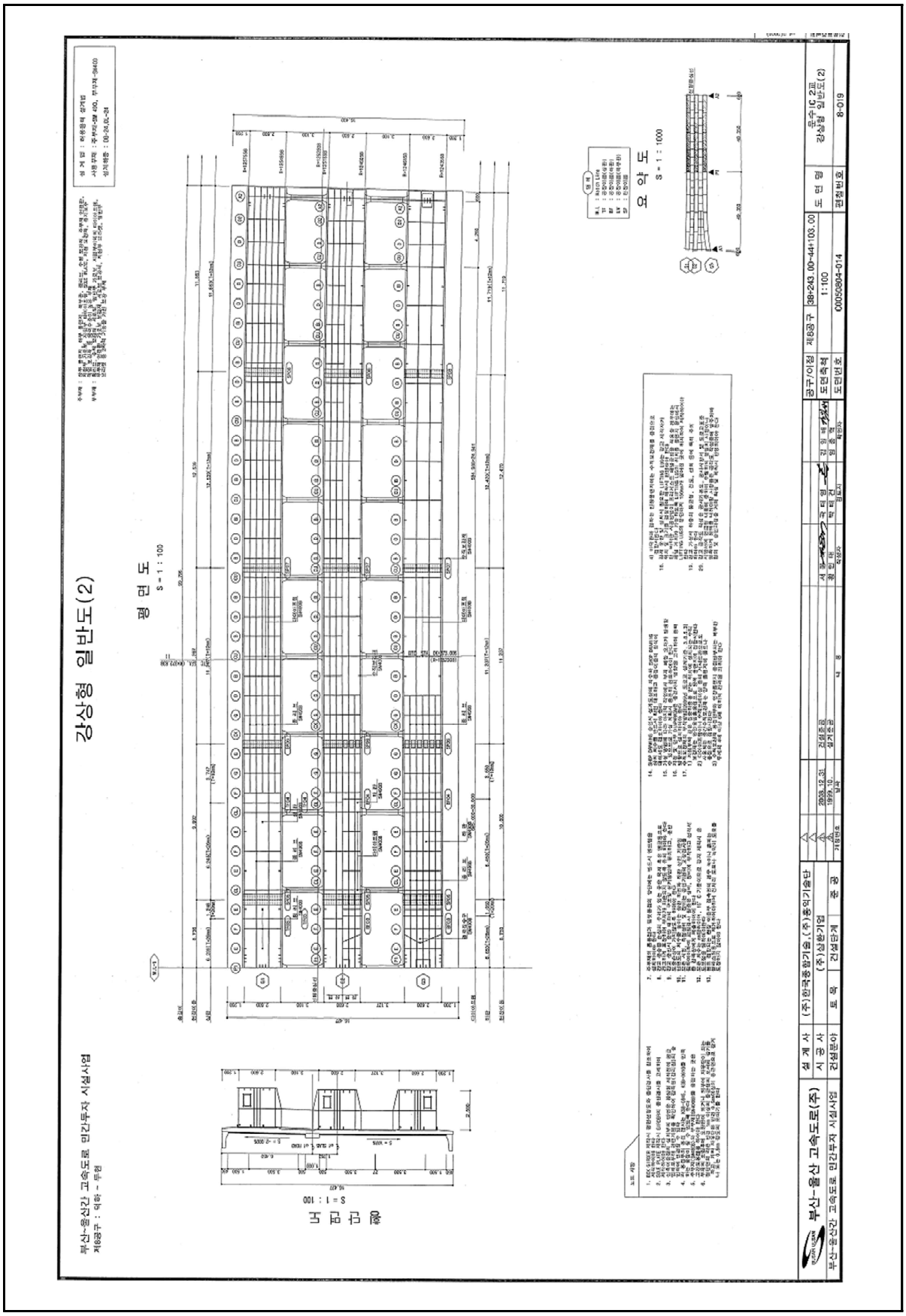
【그림 22.1.3】 슬래브 일반도(계속)



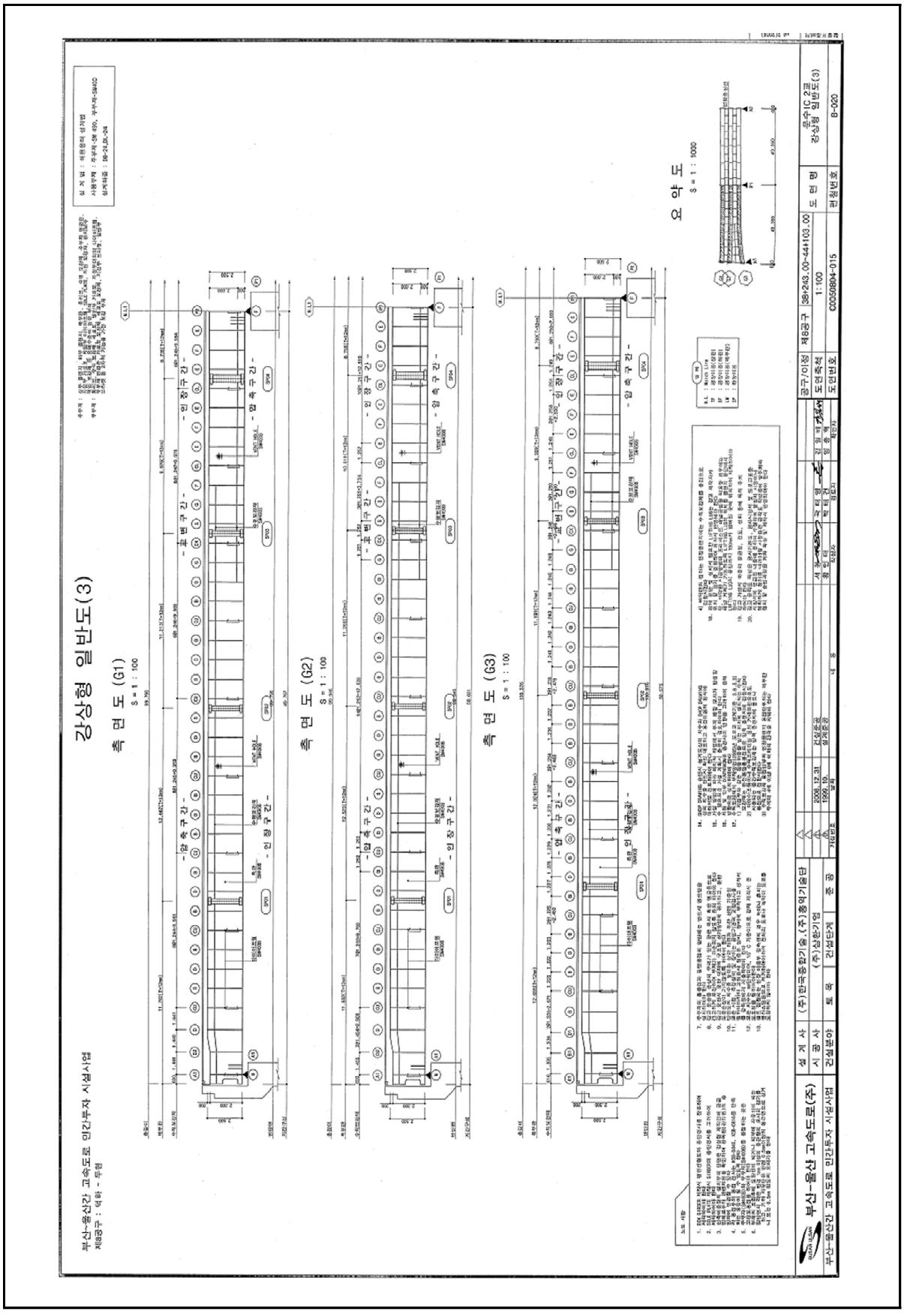
【그림 22.1.3】 슬래브 일반도(계속)



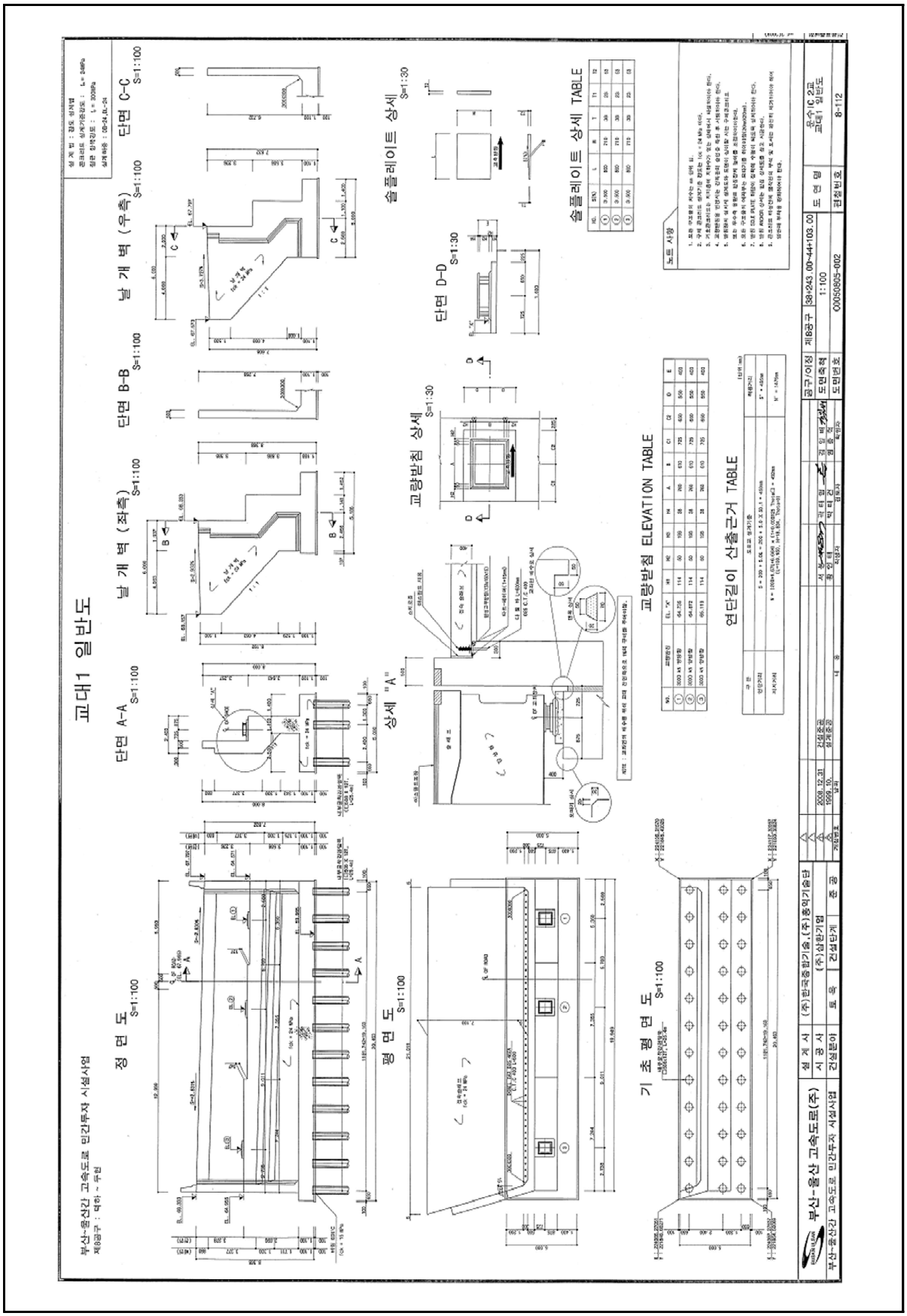
【그림 22.1.4】 강상형 일반도



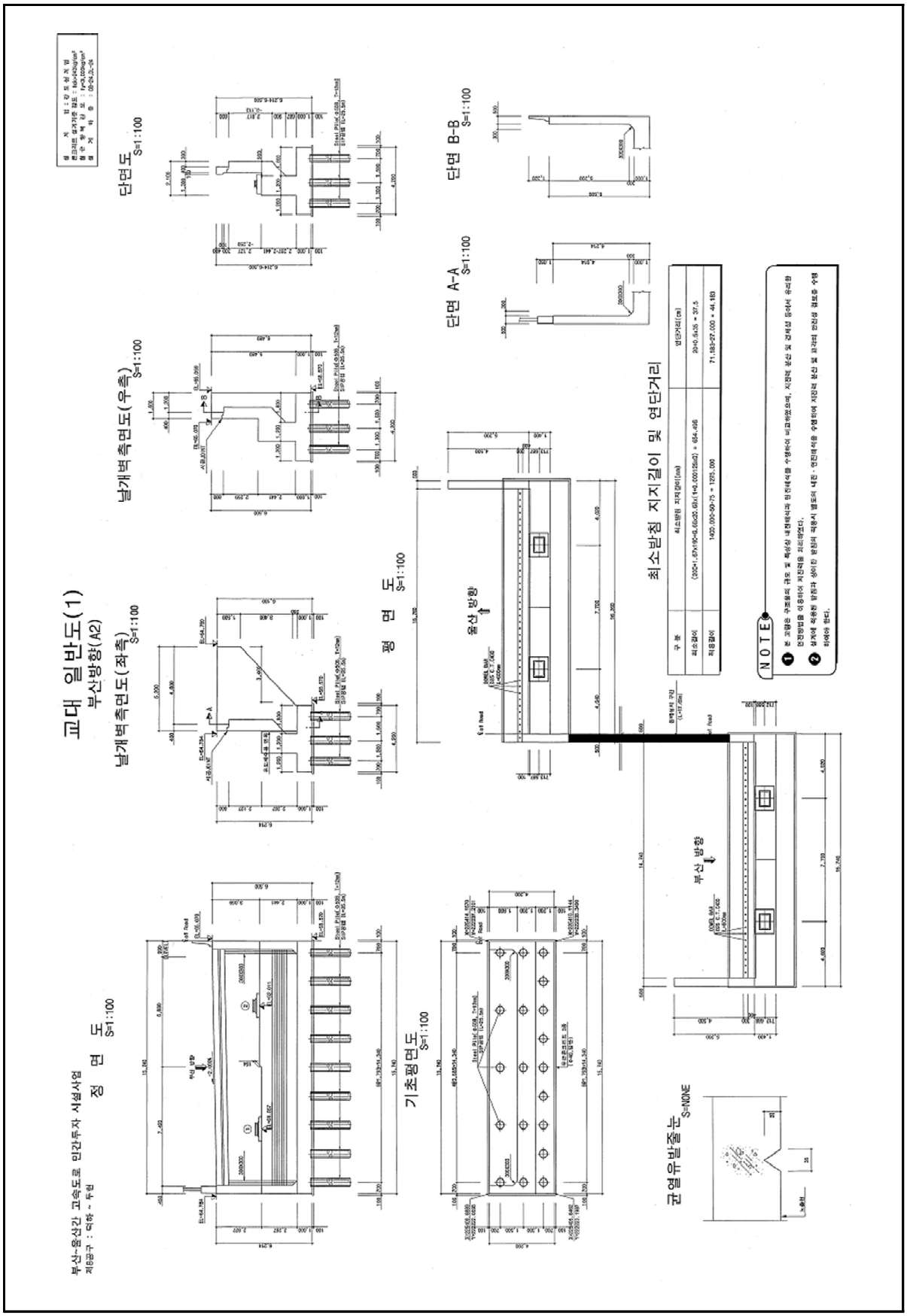
【그림 22.1.4】 강상형 일반도(계속)



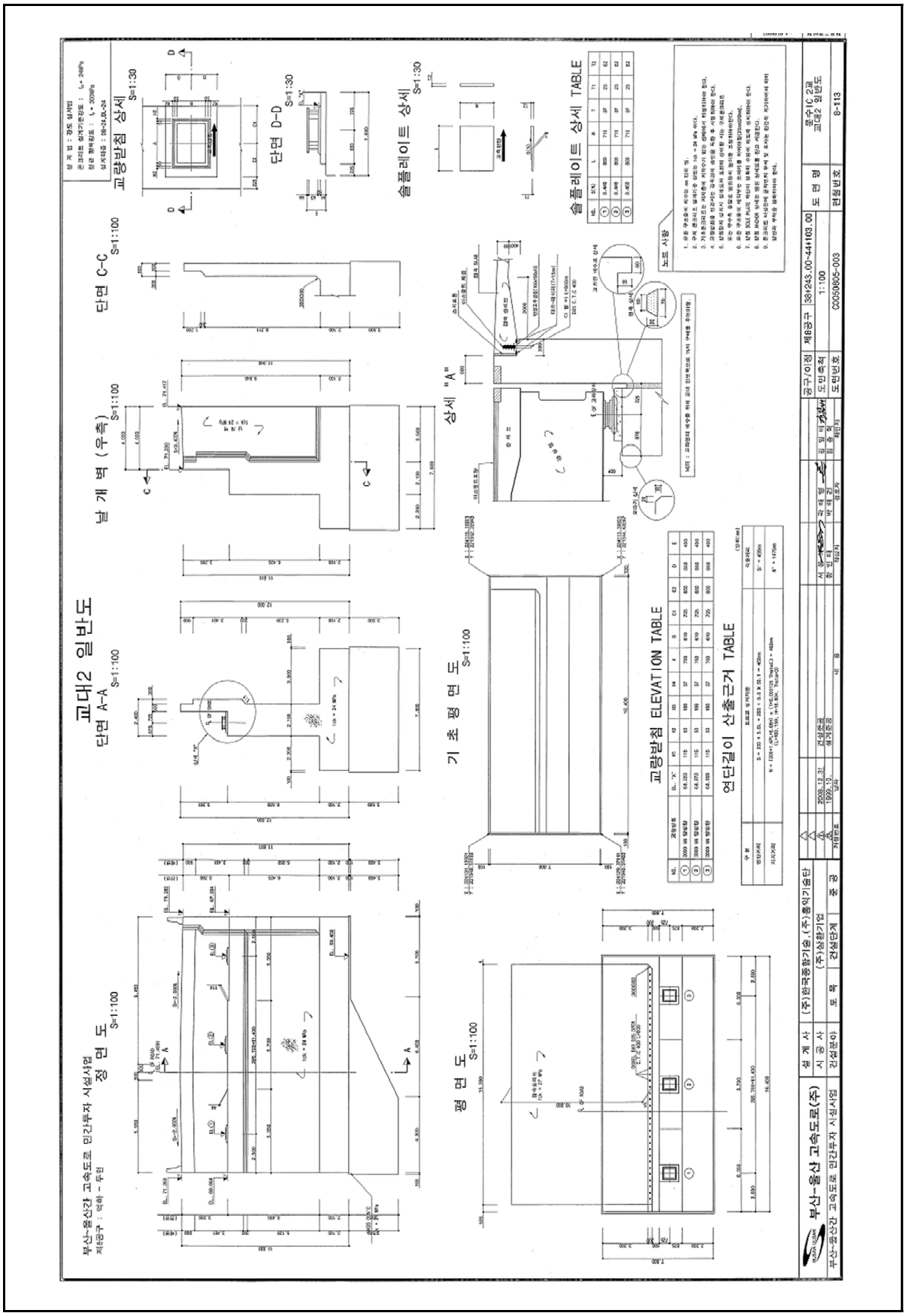
【그림 22.1.4】 강상형 일반도(계속)



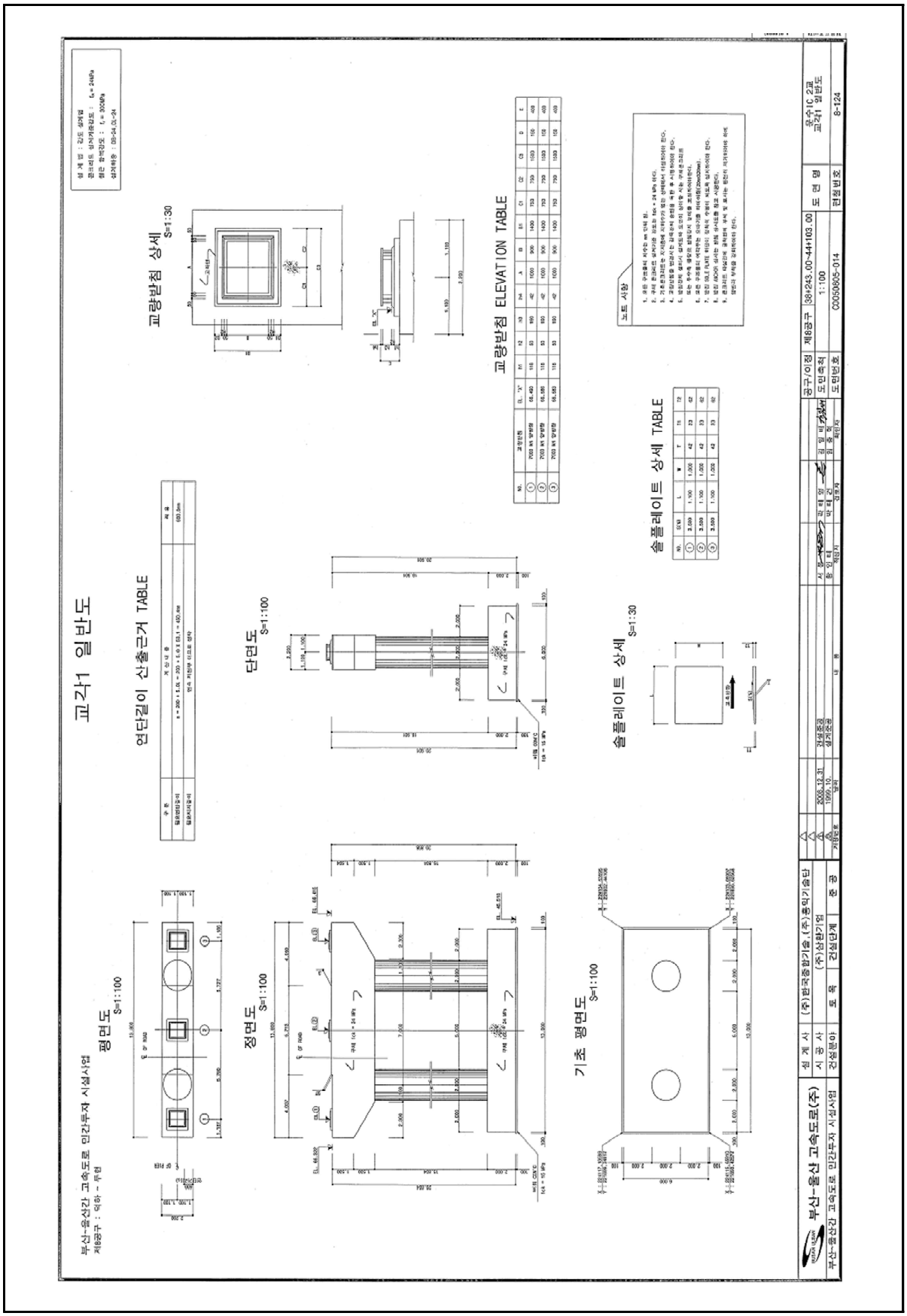
【그림 22.1.5】 교대 A1 일반도



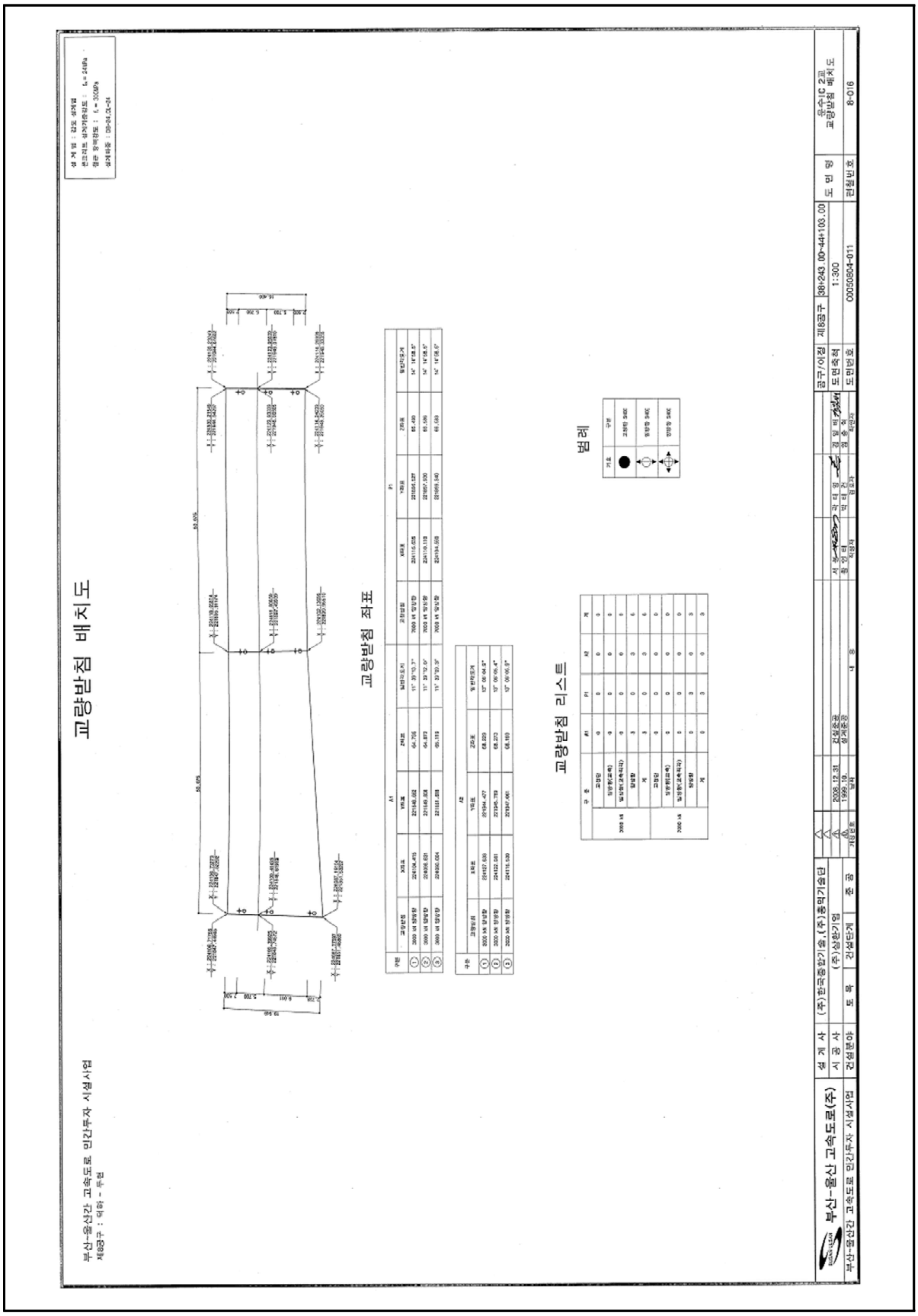
【그림 22.1.6】 교대 A1 일반도



【그림 22.1.7】 교각 P1 일반도



【그림 22.1.8】 교각 P1 일반도



【그림 22.1.9】 교량받침 배치도

22.2 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.

22.2.1 자료수집 현황

【표 22.2.1】 자료수집 목록

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

22.2.2 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
– ASP포장 : 23.0kN/m3
– 철근콘크리트 : 25.0kN/m3
– 무근콘크리트 : 23.5kN/m3

◦ 활하중
– DB24, DL24, 탱크하중, 트레일러하중

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

◦ 철근
– fy=400MPa

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

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

◦ 철근
– fy=300MPa

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

나. 토질 및 지반조사 자료검토

1) 지형

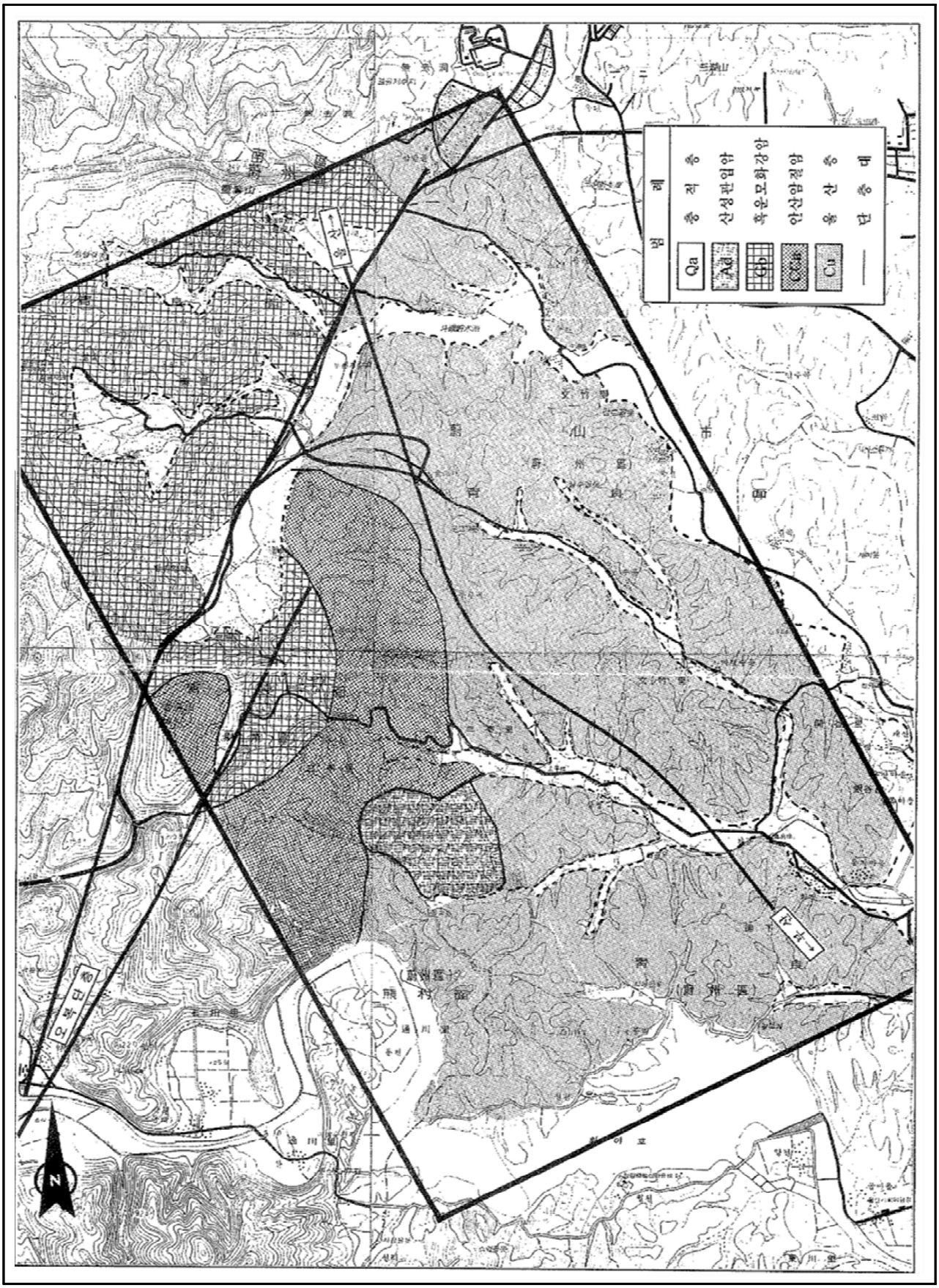
• 본 조사 지역은 행정 구역상 시점측은 울산광역시 울주군 청량면 덕하리이며, 종점측은 울주군 청량면 율리이다. 조사지역은 암종 분포에 따라 다양한 지형학적 특징을 갖는다. 즉 퇴적암이 분포하는 지역은 고도 200m 내외로 낮고 완만한 경사로 원통형의 구릉으로 발달하였으나, 화성암 계통의 산계는 250~540m 정도로 퇴적암 분포 지역에 비해 높고 경사가 급하며 산 정상부가 원뿔형의 산계를 보여주고 있다. 산계 형상은 암질의 형성 시기 및 암질 자체의 특성에 따라 풍화 정도의 차이가 뚜렷하다. 셰일층이 분포하는 지역은 화성암 계통이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

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

2) 지질

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

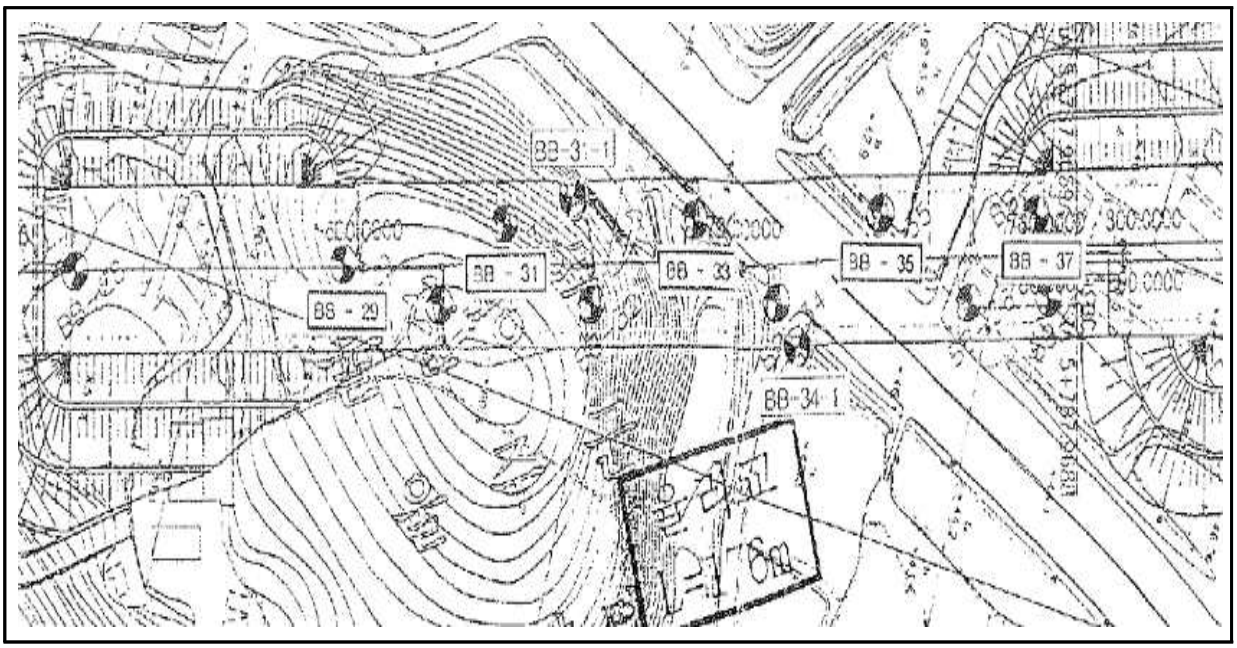
• 역암과 이와 호층을 이루는 사암, 이암으로 구성된 신라통은 조사 지역의 90%이상을 차지하고 있는 암종으로서 자색셰일, 셰일사암, 담회색사암으로 혼재된 퇴적암으로서 전형적인 층리의 발달을 보여주고 있다. 관입, 분출한 안산암질암은 계획 노선에 근접하여 남서부에 넓게 분포하고 있다. 불국사통에 속하는 흑운모화강암, 산성 관입암은 유천층군 하부를 이루는 안산암질암을 관입하여 발달하였으며, 계획 노선 중간 남부 및 종점부에 위치하고 있다. 제4기에 형성된 충적층은 산 능선과 능선 사이에 위치하며, 비교적 좁은 지역으로 형성되어 있다.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

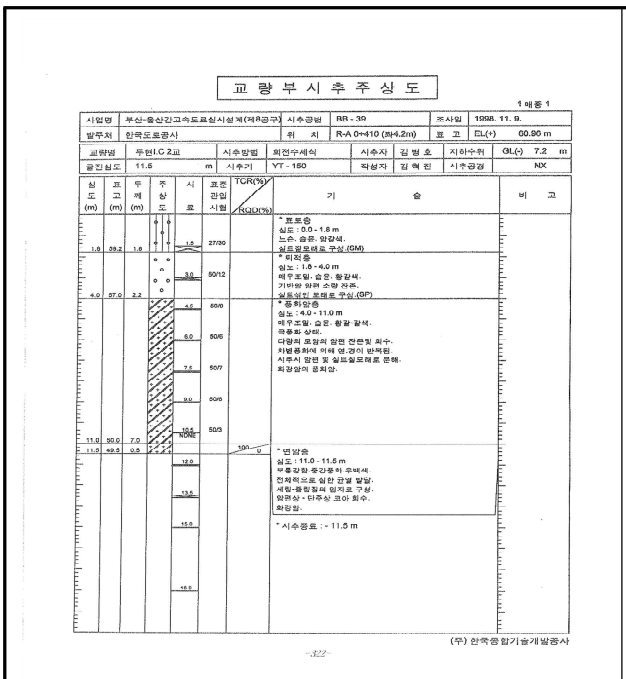

범례
충적층
Qa
산성편암
Ad
흑운모화강암
Gb
안산암질암
Cca
용산층
Cu
단층
N

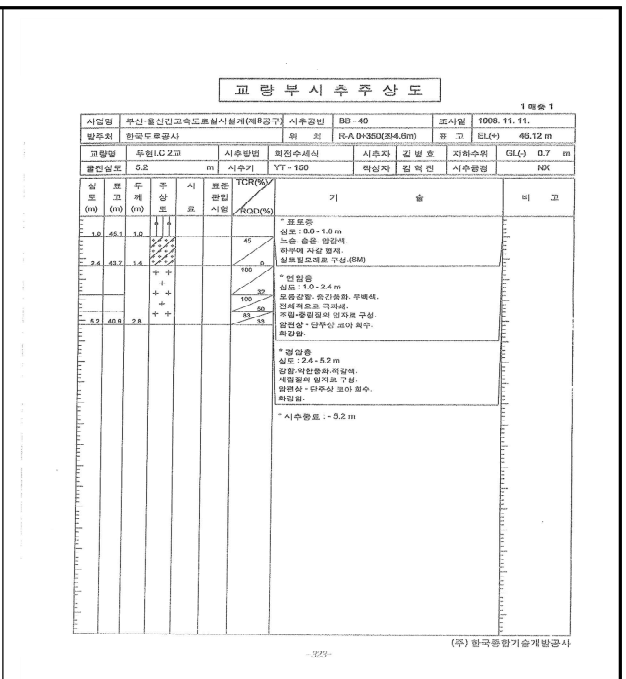
다. 시추조사 결과(부산~울산간 고속도로 민간투자사업 지반조사보고서,2008.12)

1) 지형

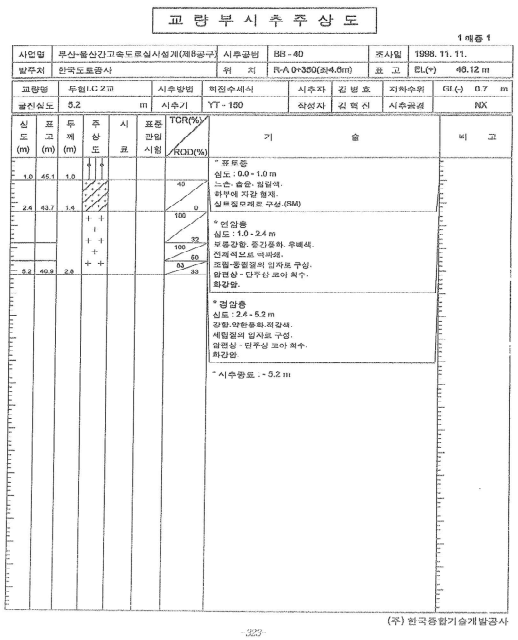
조사번호	조사위치	비고
BB-39	0+410	좌 4.2m
BB-40	0+350	좌 4.6m
BB-41	0+116	좌 1.4m
BB-42	0+154	우 2.9m
BB-42-1	0+139	중앙
BB-43	0+424	중앙



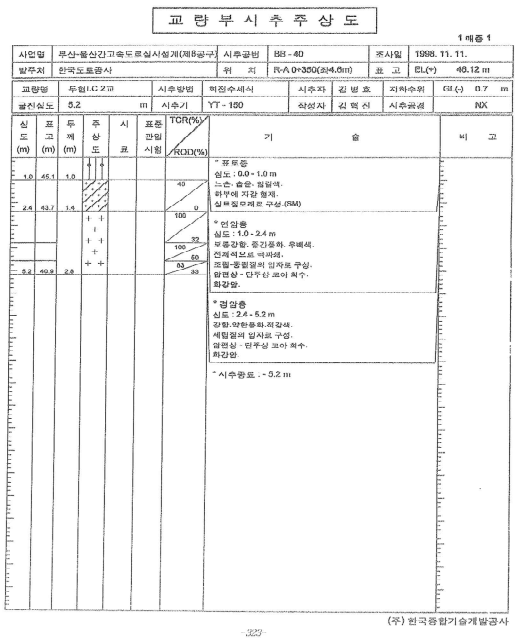




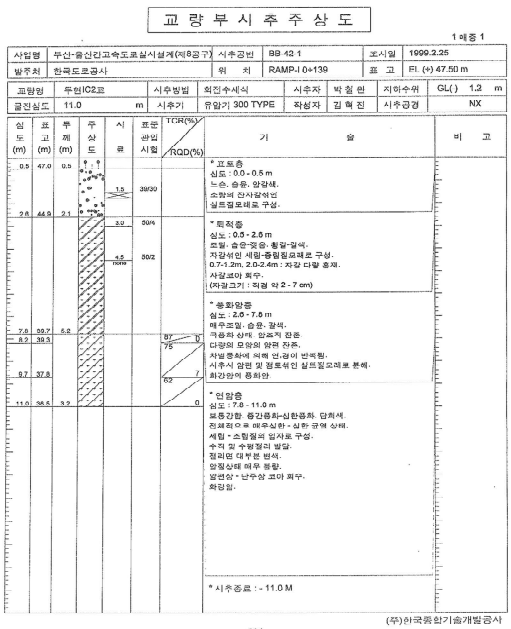
BB-39	BB-40



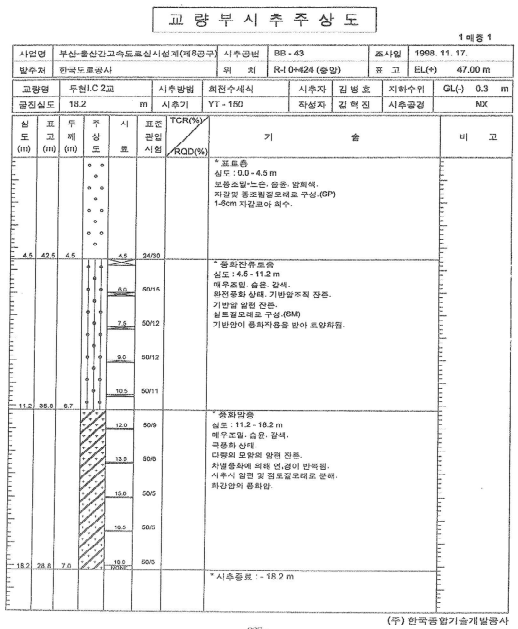
BB-41



BB-42



BB-42-1



BB-43

2) 시추조사 결과

구 분 / 공 번	표 토 층			풍화잔류토층			풍화암층		연암층		경암층		계	SPT
	매립,전답.퇴적토층													
	분포심도	층두께	토성	분포심도	층두께	토성	분포심도	층두께	분포심도	층두께	분포심도	층두께		
BB-39	0.0~4.0	4.0	SM,SP	-	-	-	4.0~11.0	7.0	11.0~11.5	0.5	-	-	11.5	7
BB-40	0.0~1.0	1.0	SM	-	-	-	-	-	1.0~2.4	1.4	2.4~5.2	2.8	5.2	-
BB-41	0.0~1.2	1.2	SM	-	-	-	-	-	1.2~5.4	4.2	-	-	5.4	-
BB-42	0.0~4.0	4.0	SM,SP	4.0~5.3	1.3	SP-SM	-	-	5.3~9.5	4.2	-	-	9.5	3
BB-42-1	0.0~2.6	2.6	-	-	-	-	2.6~7.8	5.2	7.8~11.0	3.2	-	-	11.0	3
BB-43	0.0~4.5	4.5	SP	4.5~11.2	6.7	SM	11.2~18.2	7.0	-	-	-	-	18.2	10

2) 시추조사 결과분석

구 분	지 층 특 성
표토층	· 조사 지역 전반에 걸쳐 GL.(-)0.2~4.5m 정도의 심도에서 확인 · 통일 분류법에 의한 토성은 SM, SP로 분류 · 국부적으로 자갈 코아가 회수됨
퇴적층	· 시추조사 BB-40, 41, 43 지역을 제외한 GL.(-)0.5~1.8m 정도의 심도에서 확인 · 2.1~3.0m 정도의 층후로 분포 · 통일 분류법에 의한 토성은 SP로 분류 · 상대 밀도는 8~50회 정도로서 느슨~매우 조밀한 상태
풍화 잔류토층	· 시추조사 BB-42, 43에서 GL.(-)2.6~11.2m 정도의 심도에서 화인 · 1.3~6.7m정도의 층후로 분포 · 통일 분류법에 의한 토성은 SM, SP-SM으로 분류 · 상대 밀도는 20~50회 정도로서 중간 정도~매우 조밀한 상태
풍화암	· 시추조사 BB-39, 42-1, 43에서 GL.(-)2.6~11.2m 정도의 심도에서 확인 · 기반암인 화상암이 중간 풍화 상태 · 코아 회수율(TCR) = 14~100%, RQD = 0~11%
연암	· 시추조사 BB-40지역에서 GL.(-)2.4m 정도의 심도에서 확인 · 기반암은 화강암으로서 약간 풍화 상태 · 코아 회수율(TCR) = 83~100%, RQD = 32~50%

라. 문수IC2교 보수·보강 용역(케이엔씨컨설턴트(주)-2018.10)

1) 외관조사 결과

• 서울산영업소 방향 A1 신축이음부는 협착으로 이격(3㎜)가 발생된 상태이므로 유간확보를 위하여 교체가 필요할 것으로 사료된다.

• 서울산영업소 방향 A2, 통도사IC 방향 A2의 신축이음 유간(0~1㎜)이 부족한 것으로 나타나 신축이음 교체가 필요할 것으로 사료된다.

• 통도사IC 방향의 신축이음부는 협착되어 유간확보를 위하여 신축이음 교체가 필요할 것으로 사료된다.

• A1 탄성받침 상단은 A1방향, A2 탄성받침 상단은 A2방향으로 편기 되었고, P1 탄성받침은 이동 변위가 없는 것으로 조사되었다. 따라서 A1방향의 탄성받침은 편기상태 및 온도신축을 고려하여 받침보수(상부판 이동 등)가 필요할 것으로 사료된다.

• 서울산영업소방향과 통도사IC방향 A1 교대는 상부 슬라브와 협착이 발생되어 강박스 단부의 절단이 필요할 것으로 사료된다.

2) 교대 안정성 검토결과

• 말뚝 미고려시

직접기초 A2교대를 제외한 A1 교대에서 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 검토되었다.

구 분		해석 안전율	기준 안전율	판정
문수IC2교	A1	1.27	1.50	N.G
	A2	1.89	1.50	O.K

• 말뚝 고려시

문수IC2교 교대 A1에서 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 검토되었다.

구 분		해석 안전율	기준 안전율	판정
문수IC2교	A1	1.64	1.80	N.G

• 문수IC2교 교대구조물의 측방유동에 대한 사면안정 검토를 수행한 결과, 직접기초인 A2 교대구조물을 제외한 모든 구조물에서 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 검토되었다. 따라서 현장여건을 고려한 적정의 보강공법의 적용이 필요할 것으로 판단된다.

3) 보수·보강 방안

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. 문수IC2교 구조물에 대한 중점 조사 항목은 신축이음장치, 교대와 바닥판 및 거더 유간, 교좌장치이며 이들에 대한 결함내용과 보수방안은 다음과 같다.

구분		신축이음장치	교대와 상부 바닥판	교좌장치
서울산영업소방향	A1	· 신축이음부 협착 및 이격(3㎜) 발생 ⇨ 신축이음 교체 필요	· 거더 상부와 교대유간:4.5cm · 거더 하부와 교대 유간: 0cm ⇨ 강박스 단부 절단 필요	-
	A2	· 신축이음 유간 0 ~ 1㎜ ⇨ 유간확보를 위하여 신축이음 교체 필요	· 거더 유간:6.5cm	· 받침 상단이 A2측으로 변형 발생
통도사IC방향	A1	· 신축이음 협착 ⇨ 유간확보를 위하여 신축이음 교체 필요	· 거더 상부와 교대유간:4.5cm · 거더 하부와 교대유간: 0cm ⇨ 강박스 단부 절단 필요	· 받침 상단이 A1측으로 변형 발생 ⇨상부판 이동 또는 확장필요
	A2	· 신축이음 유간 0 ~ 1㎜ ⇨ 유간확보를 위하여 신축이음 교체 필요	· 거더 유간:6.5cm	-

4) 신축이음장치

① 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.

② 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.

③ 현재 문수IC2교 A1, A2에는 앵글 조인트 형식으로 기 시공되어 있으며, 동일형식의 신축이음 형식으로 교체하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

5) 상부 바닥판

① 바닥판 절단규모 산정시에는 상부구조의 탄성복원으로 인한 회복량과 여유량 및 온도에 의한 신축량을 고려하여 결정해야 한다.

② 문수IC2교는 강박스 GIRDER교로서 절단위치에 따른 다음과 같은 다른 부재와의 간섭이 발생하는지를 확인하여야 한다.

• Cross Beam과의 간섭 가능성

• 기 시공되어 있는 Sole Plate

③ 바닥판과 콘크리트 포장 최대두께를 고려한 절단 톱의 직경을 결정(최대 1.5m이내)해야 한다.

6) 교좌장치

① 받침 이동 여유량을 확보하기 위하여 먼저 받침 이동량을 산정해야 한다.

② 편기가 발생한 교좌장치를 이동시키는 방법은 상부판 또는 하부판을 이동시켜 배치할 수 있으나, 통상적으로 하부판 보다는 상부판을 이동시켜 배치하는 것이 일반적이다.

③ 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.

④ 받침 편기에 의한 지지점 이동으로 상부구조의 변형이 예상되는 경우 받침장치 지지 보강을 실시해야 한다.

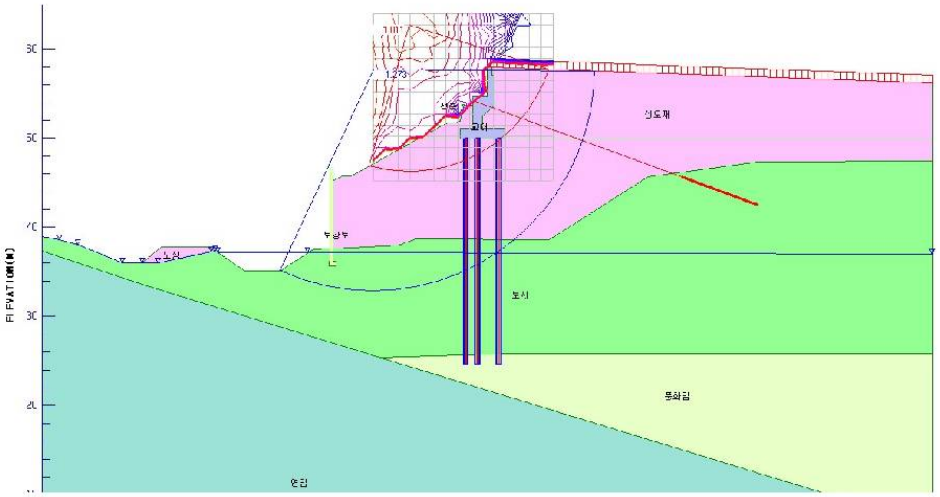
⑤ 또한 받침장치 이동작업을 위한 인상 잭 설치시, 잭 설치에 따른 교량 주부재 손상이 발생하지 않도록 필요시 인상 잭 보강재의 설치를 검토해야 한다.

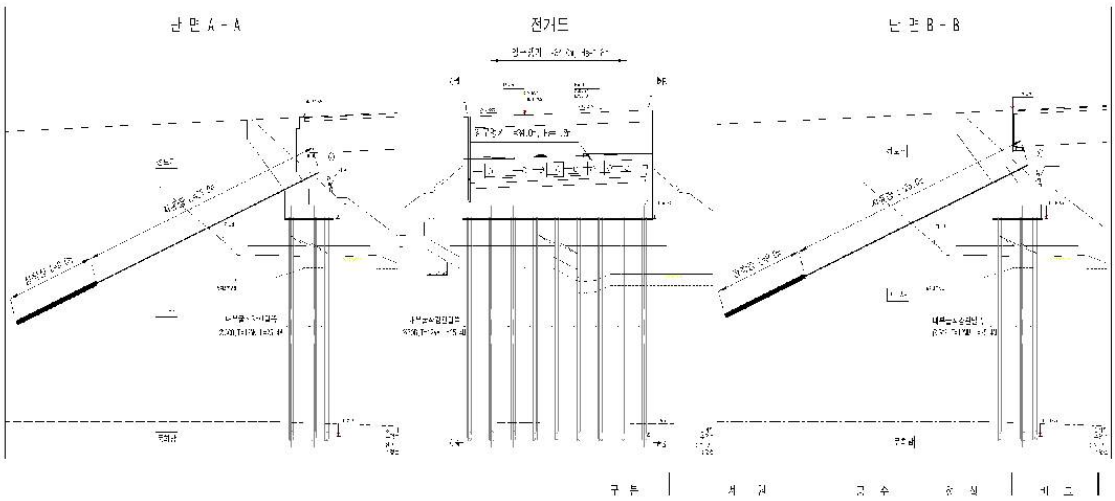
7) 교대변위 억제공법

본 과업구간인 문수IC2교는 많은 차량이 현재 통행중에 있으며, 차선 통제후 보강작업이 용이하지 않은 현장 여건을 고려하여 시공 가능한 공법을 검토한 결과, 어스앵커(Earth Anchor)공법이 가장 적정한 것으로 검토 되었다. 각 교대에 대한 보강공법 적용시 상세 검토결과는 다음과 같다.

① A1

(m)	(m)	C.T.C(m)	
25	9	1.8	1





22.2.3 시설물 점검이력

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

【표 22.2.2】 문수IC2교 점검이력사항

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03~ 2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 균열 및 보수부 균열, ASP 패임, 시공이음부 균열, 뒤채움부 침하 등 · 배수시설 배수관 연결부 막힘, 배수구 이물질 퇴적 등 · 난간 방호벽 균열, 균열부백태 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열 및 파손, 본체 부식, 유간토사퇴적 등 · 교량받침 상태양호 · 바닥판 균열, 캔틸레버 표면오염 등 · 거더 도장 부식, 도장 찍힘, 도장 열화(백아화) 등 · 2차부재 / 가로보 상태양호 · 교대 균열, 균열부백태, 교대보호 게비온옹벽 토사 유실 등 · 교각 코핑부 균열 등 · 부대시설 투척방지망 지주 볼트 이격 등 · 점검시설 점검통로 난간대 탈락 등
2	정기안전점검	2024.09.01~ 2024.12.30	한국도로공사	양호	거더:도장박리,부식,표면열화 바닥판:망상균열,누수,백태,파손,철근노출 교량받침:플레이트부식 교대:균열,망상균열,백태,파손,표면오염,법면토사유실 교각:균열 신축이음:후타콘크리트균열및파손,차수판탈락 교면포장:패임,파손 배수시설:집수구막힘,배수관연결부막힘,유공관길이부족 난간및연석:균열,투석방지망지주고정불량 2차부재/가로보:상태양호 점검시설:점검통로난간대파손
3	1종성능평가	2024.02.23~ 2024.08.21	(주)엠케이에스이	B등급	-바닥판균열(Cw=0.3㎜미만),균열(Cw=0.3㎜이상),균열부백태,파손,철근노출등 -거더도장박리,부식,변형,실링미처리,볼트부식등 -2차부재상태양호 -교대/교각균열(Cw=0.3㎜미만),망상균열,백태,파손,보수부박리등 -교량받침받침플레이트부식,받침몰탈균열 -신축이음후타재균열,후타재파손,유간토사퇴적,차수판볼트탈락 -교면포장포장파손,포장패임 -배수시설배수구막힘,배수관막힘 -난간및연석균열(Cw=0.3㎜미만).보수부균열부백태,긁힘,지주고정불량

【표 22.2.2】 문수IC2교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
4	정기안전점검	2024.03.01~ 2024.06.30	한국도로공사	양호	교면포장패임,파손등 배수시설집수구및배수관막힘,유공관길이부족등 난간및연석균열,투석방지망지주볼트고정불량등 신축이음후타콘크리트균열및파손,차수판탈락등 교량받침플레이트부식등 바닥판망상균열,누수,백태,파손,철근노출등 거더도장박리및긁힘,부식,도장열화(백아화)등 교대균열,망상균열,백태,파손,표면오염등 교각균열등
5	정기안전점검	2024.03.01~ 2024.06.27	자체수행	양호	교면포장ASP파손등 배수시설집수구막힘,유공관탈락등 난간중분대균열등 신축이음후타콘크리트균열등 교량받침받침콘크리트균열등 바닥판균열,지점부박락등 거더도장박리등 교대균열,균열부백태,보호블럭석축침하등 점검시설점검통로난간대탈락등
6	정밀안전진단	2023.02.21~ 2023.12.26	백양엔지니어링 (주)	B등급	・바닥판 균열(Cw=0.3㎜미만), 균열(Cw=0.3㎜이상), 균열부 백태, 파손, 철근노출 등 ・거더 도장박리, 부식, 변형, 실링미처리, 볼트 부식 등 ・2차부재 상태양호 ・교대/교각 균열(Cw=0.3㎜미만), 망상균열, 백태, 파손, 보수부 박리 등 ・교량받침 받침 플레이트 부식, 받침몰탈 균열 ・신축이음 후타재 균열, 후타재 파손, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락 ・교면포장 포장 파손, 포장 패임 ・배수시설 배수구 막힘, 배수관 막힘 ・난간및연석균열(Cw=0.3㎜미만).보수부균열부백태, 긁힘,지주고정불량
7	정기안전점검	2023.03.06~ 2023.06.08	자체수행	양호	· 교면포장 ASP 패임 및 파손 등 · 난간중분대 균열(cw=0.3㎜미만), 투석방지망 지주 고정불량 등 · 배수시설 집수구 및 배수관 막힘, 유공관 길이 부족 등 · 신축이음 후타재 균열 및 파손, 차수판 탈락 등 · 바닥판 망상균열, 누수 및 백태, 파손 및 철근노출 등 · 거더 도장박리 및 긁힘, 부식, 도장 열화(백아화) · 교량받침 플레이트 부식 등 · 하부구조 교대 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열, 백태, 파손, 표면오염 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3㎜미만) 등

【표 22.2.2】 문수IC2교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
8	정밀안전점검	2022.04.07~ 2022.12.23	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장ASP패임및파손 -방호벽균열(0.3㎜미만),투척방지망지주고정불량 -배수시설집수구및배수관막힘,유공관길이부족 -신축이음후타재균열및파손,차수판탈락 -바닥판망상균열,누수및백태,파손및철근노출 -거더외부도장박리및긁힘,부식,도장열화(백아화) -가로보상태양호 -교량받침Plate부식 -교대균열(0.3㎜미만),망상균열,백태,파손,표면오염,법면토사유실
9	정기안전점검	2022.05.16~ 2022.06.15	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고
10	정기안전점검	2021.12.15	자체수행	양호	· 거더:외부도장열화 · 바닥판:균열,표면오염 · 교량받침:고무재들뜸 · 하부구조:표면오염,법면토사유실,기초부균열,흉벽백태 · 신축이음:후타재균열및파손,시공불량에의한본체변형 · 교면포장:접속부포장침하로인한단차발생 · 배수시설:배수구연결부막힘 · 점검시설:점검계단식생
11	정기안전점검	2021.06.28	자체수행	양호	· 거더:외부도장열화로인한도장변색 · 바닥판:균열(cw=0.3㎜미만),캔틸레버유공관탈리로인한누수 · 교량받침:탄성받침들뜸 · 하부구조(교대):표면오염,법면토사유실,기초부균열(cw=0.3㎜미만),흉벽백태 · 하부구조(교각):코핑부균열(cw=0.3㎜미만)및파손 · 신축이음:후타재균열및파손,본체변형 · 교면포장:ASP패임,ASP파손 · 배수시설:배수구연결부막힘
12	정밀안전점검	2020.05.27~ 2020.12.31	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장ASP패임및파손 -배수시설배수관연결부막힘 -신축이음후타재균열및파손,본체변형 -바닥판균열(0.3㎜미만),유공관누수 -교량받침고무재들뜸 -거더외부도장열화 -교대균열(0.3㎜미만),백태,표면오염,법면토사유실 -교각균열(0.3㎜미만),파손
13	정기안전점검	2020.06.30	자체수행	양호	양호함
14	정기안전점검	2019.10.28	자체수행	양호	도장녹발생 거더외측균열
15	1종성능평가	2018.08.16~ 2019.08.21	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장ASP패임,ASP파손 -방호벽균열(0.3㎜미만),열화및박리 -배수시설집수구막힘 -신축이음후타재균열및파손 -바닥판균열(0.3㎜미만),누수및백태 -교량받침고무재들뜸 -교대균열(0.3㎜미만),균열(0.3㎜이상),표면오염 -교각균열(0.3㎜미만),균열(0.3㎜이상)

【표 22.2.2】 문수IC2교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
16	정기안전점검	2019.05.22	자체수행		교좌장치받침콘크리트균열 신축이음후타균열/교대기초부균열
17	정밀안전진단	2018.08.16~ 2018.12.31	(주)엠케이에스이		-교면포장ASP패임,ASP파손 -방호벽균열(0.3㎜미만),열화및박리 -배수시설집수구막힘 -신축이음후타재균열및파손 -바닥판균열(0.3㎜미만),누수및백태 -교량받침고무재들뜸 -교대균열(0.3㎜미만),균열(0.3㎜이상),표면오염 -교각균열(0.3㎜미만),균열(0.3㎜이상)
18	정기안전점검	2018.05.03	자체수행		- 양호함
19	정기안전점검	2017.08.21	자체수행		- 양호함
20	정기안전점검	2017.05.22	자체수행		양호함
21	정밀안전점검	2016.11.16~ 2016.12.30	씨엘엠건설(주)		상부구조인바닥판하면은일부균열(cw0.3mm미만)이 확인되었으나누수및백태는없는것으로조사되었으며, 주형(SteelBox)외부 · 내부도장상태,용접상태,볼트 체결상태등은전체적으로양호한상태이다.하부구조인 교대구체에건조수축으로인한균열(cw0.3mm미만)이 조사되었으며, 교대 흉벽에 건조수축으로 인한 균열(cw 0.3mm이상)이 일부 조사되었다. 대부분 주구조물에 발생되어있는 손상은 현재 하자담보 책임기간내에 있기 때문에 보수계획을 세워서 하자보수를 실시하고 하자보수시 cw 0.3mm이상 균열에 대해서 먼저 실시하는 것이 바람직할것으로 판단된다.
22	정기안전점검	2016.06.10	자체수행		- 양호함
23	정기안전점검	2015.12.01	자체수행		- 양호함
24	정밀안전점검	2015.03.16	자체수행		- 하부구조 교대 균열 및 조인트 누수로 인한 교대 오염, 후타 균열 등
25	정기안전점검	2014.08.26	자체수행		양호
26	정기안전점검	2014.06.24	자체수행		양호
27	정밀안전점검	2013.10.01~ 2013.12.03	자체수행		슬라브 균열
28	정기안전점검	2013.06.13	자체수행		양호
29	정기안전점검	2012.10.11~ 2012.10.12	자체수행		양호
30	정기안전점검	2012.06.12	자체수행		양호
31	정기안전점검	2011.09.19	자체수행		양호함
32	정기안전점검	2011.04.07~ 2011.04.09	자체수행		이상없음
33	정기안전점검	2010.07.07~ 2010.12.08	자체수행		양호함
34	정밀안전점검	2010.03.10~ 2010.05.09	자체수행		양호함
35	정기안전점검	2009.08.04~ 2009.11.25	자체수행		이상없음
36	정기안전점검	2009.03.06~ 2009.06.30	자체수행		이상없음

22.2.4 전차 정밀안전진단 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	•주요손상으로는 균열(cw=0.3mm미만/이상), 균열부 백태, 망상균열이 조사됨.	•바닥판 균열은 대부분 횡방향의 형태로 건조수축 등의 콘크리트 성질에 기인해 발생한 비구조적 손상으로 판단되며, 1개소는 백태를 동반하고 있는 것으로 조사됨. 따라서, 내구성 저하 방지를 위해 균열폭에 따른 주입보수 및 표면보수를 실시한다면 구조물의 안전성 및 사용성에는 지장이 없을 것으로 판단됨.
STB Girder	•도장박리, 부식이 조사됨.	•도장박리는 시공불량(전처리 미흡) 및 공용기간 증가로 노후화(부착강도 저하)에 의해 발생된 손상이다. 도장박리부위는 도장의 상도층(마감층)만이 떨어져 나간 상태로서 강재에 미치는 영향은 적으로 것으로 판단되나, 구조물의 장기적인 내구성 확보를 위해서는 재도장을 통한 유지관리가 요구됨. •시점부 스캘럽(Scallop) 및 슬롯(Slot), 현장이음부(Splice) 틈을 통해 유입된 우수가 배수되지 못하고 거더 내부에서 부식환경을 초래하여 공용중 발생된 손상으로 판단됨.
가로보	•상태양호함.	-
교대	•주요손상으로는 균열, 망상균열이 조사됨.	•일방향균열은 대부분 수직의 형태를 나타내고 있으며, 흉벽 및 구체 전면에서 발생한 것으로 확인됨. 손상규모, 형상, 위치 등을 고려해 볼 때 구조적 원인에 의해 발생된 손상이라기보다 건조수축, 수화열 등에 발생된 미세균열로 추정됨. 또한 교대 A1 구체에서 조사된 망상균열은 온도변화 및 건조수축에 의해 발생된 것으로 손상규모는 경미한 것으로 조사됨.
교각	•주요손상으로 코핑부에서 수평 및 수직형상을 띈 균열폭 0.3㎜미만의 균열(4개소)이 국부적으로 조사됨.	•재료적 특성에 의한 비구조적 균열로 판단되므로 내구성 확보를 위한 표면보수가 필요함.
기초부	•교대 및 교각의 기초는 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사됨.	-

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	•주요손상으로 플레이트 부식이 조사됨.	•우수유입, 공용년수 증가에 따른 노후화 손상으로 손상이 부식 정도가 경미하여 부재의 제 기능에는 문제가 없을 것으로 보이나, 지속적인 열화발생시 기능성 저하가 우려됨에 따라 재도장을 통한 보수가 바람직할 것으로 판단됨.
신축이음	•후타재는 콘크리트의 경우 주행차량의 충격하중 및 재료적 특성에 의한 균열이 일부 종방향 형태로 발생한 것으로 확인됨.	•차량 주행성에는 이상이 없는 것으로 판단되며, 대부분 폭 0.2㎜ 이내의 미세균열로 즉각적인 보수조치 보다는 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다. 다만 손상확대 및 진전 시 보수가 필요함.
	•신축이음장치 ExpJ1(A1)에서 유간 토사퇴적이 조사됨.	•토사퇴적은 공용년수 증가에 따른 이물질 유입이 주원인으로 현재 신축이음장치에 기능을 상실한 상태는 아니나, 원활한 유지관리를 위해 청소를 실시하여 관리하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
교면포장	•주요손상으로 포장파손 및 포장패임이 국부적으로 조사됨.	•S1경간에서 조사된 아스콘 포장 파손(1개소)은 아스팔트 혼합물의 품질 및 다짐 불량에 의한 손상으로 판단됨. 상기 손상은 향후 반복적인 중차량의 윤하중 재하로 손상이 심화될 우려가 있으며, 손상부에 인접하고 있는 후타재에 2차 손상이 우려되므로 소파보수가 필요함. •공용중 외부충격 등 외력에 의한 손상으로 발생 면적은 비교적 경미하나, 주행성을 확보하고 포장부의 내구성 등을 고려하여 보수계획에 맞춰 일괄보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.
배수시설	•S1경간 육교형 배수관 연결 중앙부에서 이물질에 의한 배수관 막힘이 2개소 조사됨.	•육교형 배수관 연결부위에서 조사되었으며, 조류서식 등에 의해 이물질이 퇴적되어 발생한 것으로, 배수관의 제 기능을 상실한 생태는 아니나, 주기적인 청소를 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단됨.
난간 및 연석	•주요손상으로 균열 및 보수부 균열부 백태가 조사됨.	•수직균열과 방호벽 상단에 발생한 수평균열로 바닥판과의 구속응력 및 건조수축, 온도변화 등에 기인한 비구조적 균열이며, 내구성 저하 방지를 위해 표면보수를 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단됨. •보수된 균열부로 우수가 침투하여 재발생된 것으로 판단되며, 손상규모는 비교적 경미한 상태로 내구성 확보를 위한 표면보수가 필요함.

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위			시험결과		평가의견
비파괴 강도 (㎫)	상부구조 (바닥판)		반발경도법	32.6~33.2		•설계기준강도대비 100% 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨. •건전부대비 비건전부의 측정강도가 95%를 상회하여 콘크리트의 표면 품질저하는 경미한 것으로 판단됨.
			초음파전달속도법	32.0~32.3		
	하부구조	교대	반발경도법	24.8~25.4		
		교각		25.6		
		교대	초음파전달속도법	27.7~28.1		
		교각		27.7		
철근탐사 (㎜)	구 분			배근간격	피복두께	•전반적으로 단위길이당 철근수량을 만족하며 측정피복두께가 설계피복두께 및 배근간격은 일부구간 차이는 있으나, 전반적으로 양호한 것으로 분석됨.
	상부구조 (바닥판)		주철근	205~227	40~47	
			배력철근	220~265	40~43	
	하부구조	교대	주철근	200~281	106~142	
			배력철근	100~104	106~142	
		교각	주철근	110~130	100~106	
			배력철근	285~307	100~102	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조			32.2~32.5		•전 개소 'a등급' 으로 분석되어, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 판단됨.
	하부구조			88.7~91.5		
염화물 함유량시험 (kg/㎥)	상부구조			0.568		•상태평가 기준 "b" 로서, 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨.
	하부구조			0.314~0.441		
종합 평가	•비파괴강도 측정결과, 전 개소의 측정값이 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타났으며, 건전부 대비 비건전부의 측정압축강도가 95%를 상회하여 본 구조물의 콘크리트 품질은 양호한 것으로 판단됨. •탄산화 깊이 측정결과, 전개소에서 상태평가 "a" 로 검토되어 현 상태에서는 탄산화에 철근 부식의 우려가 없는 상태로 판단됨. •염화물함유량 시험결과 상부구조 1개소, 하부구조 2개소에서 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨.					

시 험 명	시험부위		시험결과	평가의견
강재 초음파탐상	맞대기 용접부		합격(16개소)	• 내부결함이 없는 1급(합격).
도막두께 (μm)	STB Girder	거더 내부	193.0~196.0	• 거더 내·외부 모두 표준도막두께를 상회하는 양호한 생태인 것으로 측정됨.
		거더 외부	228.0~267.0	
종합 평가	• 강재에 대한 초음파탐상 시험결과, 합격(Ⅰ등급) 판정되어 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 나타났으며, 도막두께 측정값은 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

<table>
<tr><th rowspan="2">구조물명</th><th colspan="2">상태평가 결과</th><th colspan="3">안전성평가 결과</th><th rowspan="2">종합평가 결과</th></tr>
<tr><th>환산결함도점수</th><th>기준</th><th colspan="2">S·F</th><th>기준</th></tr>
<tr><td rowspan="2">문수IC2교</td><td rowspan="2">0.218</td><td rowspan="2">B</td><td>상부 구조</td><td>1.0 이상</td><td>A</td><td rowspan="2">B</td></tr>
<tr><td>하부 구조</td><td>1.0 이상</td><td>A</td></tr>
<tr><td>종합평가</td><td colspan="6">•문수IC2교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B”로 평가됨
•안전성평가 결과 모두 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨
•상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 문수IC2교는 “B”로 평가됨</td></tr>
</table>

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면		균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	45.50	17.06	㎡	65	1,109	2
		균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	6.50	9.8	m	80	780	1
		균열부 백태	표면보수	1.00	0.38	m	65	24	2
		망상균열	표면보수	66.30	99.45	㎡	65	6,464	2
		누수, 백태	표면보수	0.50	0.75	㎡	65	49	2
		들뜸, 박리	단면보수	0.08	0.12	㎡	240	29	2
		파손, 철근노출	단면보수(방청)	0.50	0.75	㎡	277	208	1
STB 거더	내부	도장박리	재도장	0.01	0.02	㎡	80	1	2
		도장제거	재도장	0.01	0.02	㎡	80	1	2
		점부식	재도장	1.43	2.15	㎡	80	172	2
		실링미처리	실링처리	12	12	개소	50	600	2
	외부	도장박리	재도장	27.61	41.42	㎡	80	3,313	2
		긁힘	재도장	2.50	3.75	㎡	80	300	2
		부식	재도장	1.38	2.07	㎡	80	166	2
		볼트부식	재도장	5	5	개소	80	400	2
하부 구조	교대	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	9.40	14.10	㎡	65	917	2
		망상균열	표면보수	0.36	0.54	㎡	65	35	2
		백태	표면보수	0.30	0.45	㎡	65	29	2
		파손	단면보수	0.60	0.60	㎡	240	144	2
		보수부 박리	단면보수	0.04	0.06	㎡	240	14	2
	교각	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	3.60	1.35	㎡	65	88	2

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교량받침		플레이트 부식	재도장	1	1	개소	80	80	2
		받침 몰탈균열	표면보수	0.20	0.08	㎡	65	5	2
신축이음장치		유간 토사퇴적	청소	3.00	4.50	m	18	81	3
		차수판 볼트탈락	재체결	14	14.00	개소	10	140	3
기타 부재	배수 시설	배수구 막힘	청소	3	3	개소	20	60	3
		배수관 막힘	청소	2	2	개소	20	40	3
	난간 및 연석	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	2.00	0.75	㎡	65	49	2
		보수부 균열부 백태	표면보수	3.00	1.13	㎡	65	73	2
		긁힘	단면보수	0.26	0.39	㎡	240	94	2
순공사비 합계(천원)									15,464
제경비(순공사비×50%)									7,732
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위						1,482
			2순위						21,233
			3순위						482
개략공사비 총계(≒)									**23,196**

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

바. 종합결론

문수IC2교는 울산광역시 울주군 청양면에 위치한 부산울산선 상 (42.7㎞)의 고속도로 교량이며, 2008년 12월에 준공되었다. 시공사는 삼환기업(주)이며, 설계하중은 DB-24(DL-24)로 확인되었다.

본 교량의 연장은 100.0m(6경간)이며, 폭은 20.0m(편도 1, 2차로)이다. 구조형식으로 상부구조는 Steel Box Girder(S1~S2경간)로 시공되었으며, 하부구조는 역T형 교대와 II형 교각으로 시공되었다. 또한 기초형식은 직접기초(교대, 교각) 및 강관말뚝기초(교대)로 시공되어 있다.

본 과업은 문수IC2교의 준공 이후 2회차 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함하여 외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

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

○ 거더에 대한 외관조사 결과, 응력의 집중이나 과하중으로 인한 수직, 수평 보강재(Rib)의 변형, 파손 등의 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 다만, 관리 및 경년열화, 시공적 요인 등에 의한 도장박리, 부식, 실링미처리 등의 손상이 일부구간에 걸쳐 국부적으로 조사되었다. 조사된 대부분의 손상은 경미한 정도로서 구조적 안전성 저하와 관련한 이상징후 및 특이 손상은 발생되지 않은 것으로 나타났다.

○ 2차부재(가로보, 세로보) 에 대한 외관조사결과, 부식 및 도장박리, 비틀림에 의한 좌굴이나 구조물에 안전성에 영향을 미칠만한 중요손상은 발생하지 않은 비교적 양호한 상태로 조사되었다.

○ 교대에 대한 외관조사결과, 균열, 망상균열, 백태, 파손, 보수부 박리, 표면오염 등이 확인되었으며, 신축이음부 우수 유입의 영향으로 대부분 흉벽에서 백태 및 보수부 박리, 표면오염 등의 손상이 조사된 것으로 확인되었다. 균열은 교대 A2에서 흉벽(6개소)에서 국한되어 조사되었으며, 균열의 폭은 0.3㎜미만으로 조사되었다.

○ 교각에 대한 외관조사결과, 코핑부에서 수평 및 수직형상을 띈 균열폭 0.3㎜미만의 균열(4개소)이 국부적으로 조사되었다.

○ 교량받침은 온도변화에 따른 여유량 확인결과, 전개소에서 가동여유량이 양호한 것으로 조사되었으며, 그 외 방호벽 균열, 배수구 막힘 등 일부 손상에 대해서 보수가 요구된다.

○ 콘크리트의 내구성조사결과 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화 등의 시험항목에 대해서 설계기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었으며, 철근 깊이에서 염화물함유량 시험결과는 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태 및 부식발생 가능이 낮은 상태인 “a~b” 으로 평가되었다.

○ 상태평가결과, 구조물의 영향을 미칠만한 손상이 조사되지 않은 상태로서 전반적으로 양호한 상태인 “B(0.218)”로 산정되었다.

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

○ 문수IC2교는 2008년에 준공되어 15년 이상의 공용기간이 경과한 교량시설물로서. 금회 진단결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 중대결함 등은 발생되지 않은 것으로 조사되었다.

주요 손상으로 상부구조는 파손, 철근노출 등이 조사되었고, 파손, 철근노출 손상에 대해서는 단면보수(방청)이 필요한 것으로 판단된다.

하부구조는 균열(Cw=0.3㎜미만), 망상균열, 단면손상(보수부 박리, 파손)이 조사되었고, 조사된 손상에 대해서는 표면보수, 단면보수 등이 필요한 것으로 판단된다.

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

포장파손, 포장 패임은 주의관찰을 실시하며, 향후 마모, 균열, 소성변형 등의 손상 확대 및 진전 시 일괄 보수를 실시하고, 배수시설 배수구 막힘, 배수관 막힘은 청소가 요구된다.

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

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

22.2.5 시설물 보수 이력

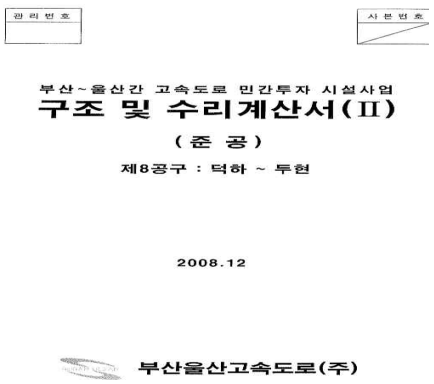
【표 22.2.3】 문수IC2교 보수이력사항

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강공법/내용	공사금액(원)
보수	2019.09.18 ~ 2019.12.31	이효찬	CS청산건설㈜	구조물 정밀안전진단 및 점검 보수공사	교대, 난간방호벽 표면처리, 주입보수	40,970
보수	2023.05.23 ~ 2023.07.17	박준형	진양건설(주)	구조물 정밀안전점검 결함사항 보수공사	교대, 교각 균열 표면보수, 들뜸 박락 단면보수	370
보수	2024.05.13 ~ 2024.08.30	백양엔지니어링(주)	태정산업개발(주)	2024년~2025년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	바닥판 주입보수 등	1,355
※ 시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조 ※ 전차 정밀안전점검(2022년) 자료 참조						

22.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

문수IC2교에 대한 내진설계 자료는 『부산~울산간 고속도로 건설공사 구조 계산서(Ⅰ)-제9공구』을 참고하여 작성하였다.

【표 22.2.4】 내진설계 여부

적용유무	내진설계	비고
내진설계 적용	◦ 해석방법 - 비선형 시간이력해석 ◦ 설계대상 부재 - 교각, 교량받침 ◦ 내진설계 상수 내진등급 : 내진 1등급 지진구역계수 : 0.110 가속도계수 : 0.154 지반종류 : Ⅱ지역 (S=1.20)	

※작용수평력은 응답수정계수가 고려된 값임.

【표 22.2.5】 교축방향 부재력 결과

구분	교각 높이 (m)	교각 하단 수직력 (kN)	교축방향 지진력 작용시							비고
			교각하단 모멘트 (kN•m)		교각하단 전단력 (kN)		베이링 수평력 (kN/ea)	상부구조 변위 (m)	교각상단 변위 (m)	
			교축	교직	교축	교직				
A1	–	–	–	–	–	–	215.1	0.0641	–	HDRB 3,000
P1 L	21.5	9,069	7,208	630.3	362.6	83.26	177.8	0.0635	0.0570	HDRB 7,000
P1 R	21.5	9,380	7,161	599.7	356.4	83.95				
A2	–	–	–	–	–	–	221.9	0.0669	–	HDRB 3,000

【표 22.2.6】 교축직각방향 부재력 결과

구분	교각 높이 (m)	교각 하단 수직력 (kN)	교축직각방향 지진력 작용시							비고
			교각하단 모멘트 (kN•m)		교각하단 전단력 (kN)		베이링 수평력 (kN/ea)	상부구조 변위 (m)	교각상단 변위 (m)	
			교축	교직	교축	교직				
A1	–	–	–	–	–	–	169.4	0.0448	–	HDRB 3,000
P1 L	21.5	9,069	207	6370	43	639	382.3	0.0542	0.0244	HDRB 7,000
P1 R	21.5	9,380	121	7620	16	802				
A2	–	–	–	–	–	–	164.3	0.0427		HDRB 3,000

【표 22.2.7】 모멘트 조합

구분	교각 높이 (m)	모멘트				비고
		COM1		COM2		
		교축	교직	교축	교직	
A1	–	–	–	–	–	
P1 L	21.5	7,270	2,541	2,369	6,559	
P1 R	21.5	7,197	2,886	2,269	7,800	
A2	–	–	–	–	–	

【표 22.2.8】 전단력 조합

구분	교각 높이 (m)	전단력				비고
		COM1		COM2		
		교축	교직	교축	교직	
A1	-	-	-	-	-	
P1 L	21.5	375	275	152	664	
P1 R	21.5	361	325	123	827	
A2	-	-	-	-	-	

22.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

22.2.8 주변환경 및 하중변화

문수IC2교는 문수 톨게이트를 진입하기 위한 교량으로서 밤티저수지의 지류와 지류를 따라 시공된 율현음달길이 횡단하고 있는 것으로 확인되었다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 위탁관리기관인 한국도로공사 울산지사에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공 시 고려되었던 하중 이외의 추가하중 및 주변현황의 변화는 없는 것으로 확인되었다.

향후 본 교량에 부속시설 설치 등의 주변현황 변화시 그에 따른 구조검토를 실시하여 하중변화에 따른 교량의 안정성을 검토하고 확보해야 할 것이다.

하부 교차 시설 전경

상부 전경

【사진 22.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

22.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 22.2.9】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	점검과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇준공도서 – 지반조사보고서 – 각종계산서 – 공사시방서 – 준공내역서 – 준공도면 – 실시설계보고서 – 기타 특이사항 보고서 – 사고기록 등	◇구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교・검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(발주처협의) ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇전차 성능평가 보고서 ◇전차 정밀안전점검 및 정밀안전진단 보고서 ◇사고기록	◇부재별 중점손상 – 바닥판 균열 및 망상균열 백태, 박락, 파손, 철근노출 등 – 거더 내・외부 도장박리 긁힘, 부식, 점부식 등 – 교대 균열 및 망상균열 파손, 백태, 보수부 박리 – 교각 균열 – 교량받침 균열 및 플레이트부식 – 신축이음 토사퇴적, 볼트탈락	◇전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교・검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇보수・보강 이력 – 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇전구간 하자보수 ◇내진보강	◇보수부위의 상태점검을 통하여 보수공법의 적정성 및 재손상 발생여부 등을 확인. ◇보수공법 효과성 확인을 통하여 합리적인 보수방안 도출.

22.3 현장조사

22.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S2	도보 및 드론	2025.03.24.~2025.12.17.	

도보 작업전경

드론점검 작업전경

비파괴시험

비파괴시험

【사진 22.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

22.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 문수IC2교는 Steel Box Girder 2경간으로 이루어져 있으며, 연장은 약 L=100.0m 폭 15.4m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 드론으로 근접조사를 실시하였다.

바닥판하면 전경 #1

바닥판하면 전경 #2

【사진 22.3.2】 바닥판하면 전경

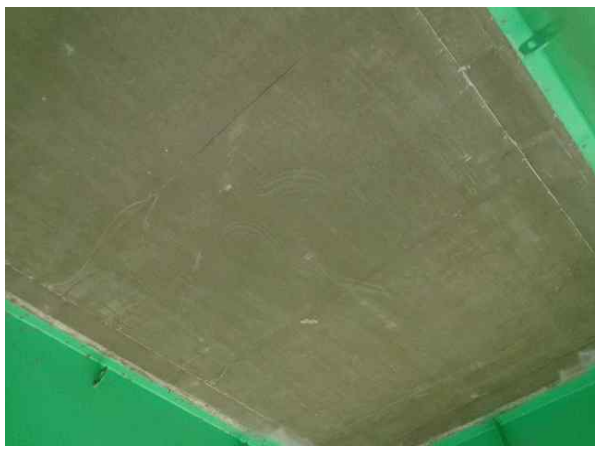
2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 현장조사 결과, 균열 및 망상균열(0.3㎜미만, 이상), 균열부백태, 백태, 누수 및 백태, 들뜸 및 박리, 파손 및 철근노출 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

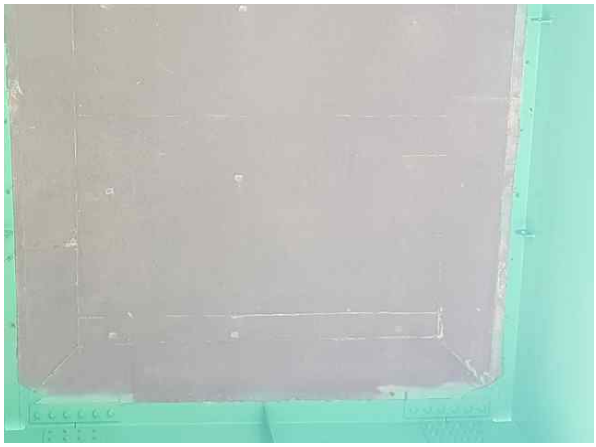
【표 22.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열(0.3㎜이상) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		누수 및 백태 (㎡/개소)	
S1	30.00	12	6.50	3	0.25	1	0.40	6
S2	15.50	8	-	-	-	-	0.10	2
합계	**45.50**	**20**	**6.50**	**3**	**0.25**	**1**	**0.50**	**8**

구분	들뜸 및 박리 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	0.08	1	26.30	3	0.06	1	-	-
S2	-	-	40.00	4	-	-	0.50	1
합계	**0.08**	**1**	**66.30**	**7**	**0.06**	**1**	**0.50**	**1**

손상현황	• S1 누수 및 백태(0.1×0.1)	손상현황	• S1 망상균열(1.0×1.3)
원 인	• 외부 우수유입 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S1 망상균열(5.0×2.5×2)	손상현황	• S1 망상균열(5.0×2.5×2)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S1 파손 및 철근노출(0.3×0.2)	손상현황	• S2 균열(0.3㎜이상)
원 인	• 신축이음 교체시 외부충격 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 22.3.3】 바닥판하면 손상현황

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	• S2 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• S2 망상균열(2.5×1.0)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S2 망상균열(5.0×2.5)	손상현황	• S2 망상균열(5.0×2.5)
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 시공초기 균열부 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 22.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열 및 망상균열(0.3㎜미만, 이상), 균열부백태, 누수 및 백태, 들뜸 및 박리, 파손 및 철근노출 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 백태가 확인되었다.

【표 22.3.2】 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	45.50	20	45.50	20	- -	변동없음
	균열(0.3㎜이상)	m	6.50	3	6.50	3	- -	변동없음
	균열부백태	㎡	0.25	1	0.25	1	- -	변동없음
	누수 및 백태	㎡	0.50	8	0.50	8	- -	변동없음
	들뜸 및 박리	㎡	0.08	1	0.08	1	- -	변동없음
	망상균열	㎡	66.30	7	66.30	7	- -	변동없음
	백태	㎡	-	-	0.06	1	▲ 0.06	신규손상
	파손 및 철근노출	㎡	0.50	1	0.50	1	- -	변동없음

4) 검토의견

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

■ 조사된 들뜸, 박리는 캔틸레버 특성상 외측에 위치하고 있어 우기시 우수유입에 빈번히 노출되어 있으며, 해당손상 또한 우수유입에 의한 콘크리트 열화로 판단된다. 내구성 확보를 위해 단면보수를 통한 유지관리가 필요하다.

■ 파손 및 철근노출의 경우, 신축이음 교체 작업시 블록아웃으로 인해 지점부(A2)에 파손 및 철근노출이 발생한 것으로 판단된다. 향후 철근의 부식으로 인한 팽창, 동결융해의 반복 등의 요인에 의해 손상면적이 확대될 우려가 있으므로 손상부에 대한 치핑 후 단면보수(방청)가 요구된다

나. 거더

1) 부재의 개요

- 문수IC2교는 3열의 Steel Box Girder형식에 총연장 100.0m(2@50.0)로 시공되어 있으며, 거더의 좌·우측에는 바닥판 지지를 위한 가로보(Cross Beam)가 설치되어 있다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 드론으로 근접조사를 실시하였다.

거더외부 전경

거더내부 전경

【사진 22.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 긁힘, 부식, 볼트부식, 변형, 표면열화 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 도장제거, 실링미처리, 점부식 등의 손상이 조사되었다.

【표 22.3.3】 거더외부 외관조사 결과

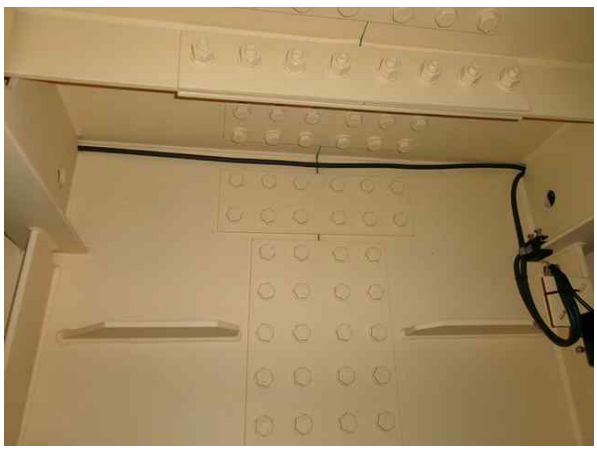
구분	도장박리 (㎡/개소)		긁힘 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		볼트부식 (EA/개소)		변형 (㎡/개소)		표면열화 (㎡/개소)	
S1	27.60	8	2.50	1	1.38	7	2.00	2	0.01	1	115.0	1
S2	0.01	1	-	-	-	-	3.00	3	-	-	115.0	1
합계	27.61	9	2.50	1	1.38	7	5.00	5	0.01	1	230.0	2

【표 22.3.4】 거더내부 외관조사 결과

구분	도장박락 (㎡/개소)		도장제거 (㎡/개소)		실링미처리 (EA/개소)		점부식 (㎡/개소)	
S1	0.01	1	-	-	12.00	12	1.43	1
S2	-	-	0.01	1	-	-	-	-
합계	**0.01**	**1**	**0.01**	**1**	**12.00**	**12**	**1.43**	**1**

손상현황	• 거더외부 S1-G1 도장박리(0.1×0.1)	손상현황	• 거더외부 S1-G1 도장박리(2.7×10)
원 인	• 장기공용, 습기흡착 등	원 인	• 장기공용, 습기흡착 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• 거더외부 S1-G1 도장박리(2.3×50)	손상현황	• 거더외부 S1-G1 부식(2.0×0.1)
원 인	• 장기공용, 습기흡착 등	원 인	• 장기공용, 습기흡착 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• 거더외부 S2-G3 표면열화(2.3×50)	손상현황	• 거더외부 S2-G1 볼트부식
원 인	• 장기공용, 습기흡착 등	원 인	• 장기공용, 습기흡착 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 22.3.5】 거더 손상현황

손상현황	• 거더내부 S1-G1 실링미처리	손상현황	• 거더내부 S1-G1 도장박리(0.1×0.1)
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• 시공미흡, 외부 충격 등
조치방안	• 실링	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• 거더내부 S1-G2 실링미처리	손상현황	• 거더내부 S1-G3 실링미처리
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 실링	조치방안	• 실링
손상현황	• 거더내부 S1-G3 점부식	손상현황	• 거더내부 S2-G3 도장제거
원 인	• 장기공용, 습기흡착 등	원 인	• 기점검 후 마무리 미흡 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰

【사진 22.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 거더외부 도장박리, 긁힘, 부식, 볼트부식, 변형, 표면열화 등의 손상이 조사되었고, 거더내부의 경우 도장박리, 도장제거, 실링미처리, 점부식 등의 손상이 확인되었고, 금회 신규 및 보수는 확인되지 않았다.

【표 22.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
거더외부	도장박리	㎡	27.61	9	27.61	9	-	-	변동없음
	긁힘	㎡	2.50	1	2.50	1	-	-	변동없음
	부식	㎡	1.38	7	1.38	7	-	-	변동없음
	볼트부식	EA	5.00	5	5.00	5	-	-	변동없음
	변형	㎡	0.01	1	0.01	1	-	-	변동없음
	표면열화	㎡	230.00	2	230.00	2	-	-	변동없음
거더내부	도장박리	㎡	0.01	1	0.01	1	-	-	변동없음
	도장제거	㎡	0.01	1	0.01	1	-	-	변동없음
	실링미처리	EA	12.00	12	12.00	12	-	-	변동없음
	점부식	㎡	1.43	1	1.43	1	-	-	변동없음

4) 검토의견

■ 거더내·외부에서 조사된 도장박리, 표면열화, 점부식, 볼트부식 등 도장손상의 경우 시공불량(전처리 미흡) 및 공용기간 증가로 노후화(부착강도 저하), 시점부 스캘럽(Scallop) 및 현장이음부(Splice) 틈을 통해 유입된 우수, 습기흡착, 시공시 긁힘 등에 의해 발생된 손상이다. 도장박리부위 대부분은 도장손상은 강재에 미치는 영향은 적을 것으로 판단되나, 구조물의 장기적인 내구성 확보를 위해서는 국부적인 재도장 및 열화 진전시 전구간 재도장 등의 유지관리가 요구된다.

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

■ 변형은 외부충격에 의한 것으로 긁힘은 부식방지를 위해 재도장 보수가 필요하며, 변형은 하부플랜지에 발생한 것으로 손상규모가 비교적 경미하나, 강재부재이므로 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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

가로보 전경 #1	가로보 전경 #2

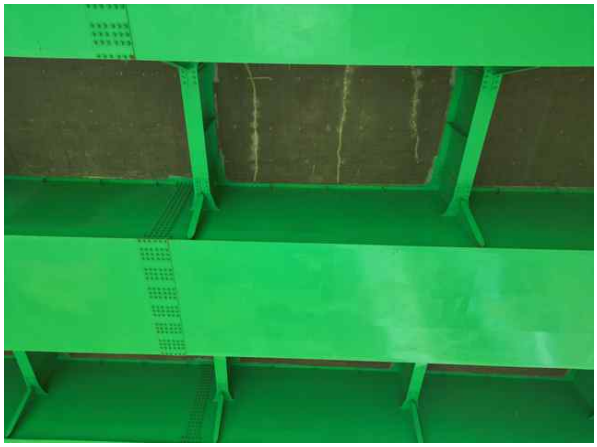
【사진 22.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.6】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
합계	-	-

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

【사진 22.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 22.3.7】 가로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 문수IC2교의 교대는 역T형의 철근콘크리트 구조로서 기초는 강관말뚝기초(A1)와 직접기초(A2)형식으로 시공되어 있으며, A1 전면에는 잡석다짐과 법면 보호블럭이, A2 전면에는 법면 보호블럭이 설치되어 있는 것으로 조사되었다. 또한 이력검토결과 측방유동의 가능성이 검토되어 교대 A1으로 어스앵커 보강 등을 실시하였으며, 외관상 확인은 어려우나, 자료수집결과 보강후 압성토블록 설치에 의해 매립된 것으로 판단된다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 드론으로 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)

교대 전경(A2)

【사진 22.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 백태, 보수부 박리, 철근노출, 토사유실, 파손, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 22.3.8】 교대 외관조사 결과

구분	균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		보수부박리 (m/개소)		철근노출 (㎡/개소)		토사유실 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)	
A1	-	-	-	-	0.04	1	-	-	1.50	1	0.60	1	1.50	1
A2	0.50	1	0.55	5	-	-	0.01	1	-	-	-	-	-	-
합계	**0.50**	**1**	**0.55**	**5**	**0.04**	**1**	**0.01**	**1**	**1.50**	**1**	**0.60**	**1**	**1.50**	**1**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A1 표면오염(1.0×1.5)</td><td>손상현황</td><td>• A1 토사유실(1.5×1.0×0.5)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 신축이음 하부 우수유입 등</td><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 보수부 박리(0.2×0.2)</td><td>손상현황</td><td>• A1 망상균열 보수</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 보수미흡, 습기흡착, 공용중 열화 등</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• –</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 균열 보수</td><td>손상현황</td><td>• A2 균열 보수</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• –</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• –</td><td>조치방안</td><td>• –</td></tr>
</table>

【사진 22.3.9】 교대 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 철근노출(0.1×0.1)</td><td>손상현황</td><td>• A2 백태(1.5×0.1)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡, 피복부족 등</td><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 파손(2.0×0.3)</td><td>손상현황</td><td>• A2 균열(0.3㎜미만)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 외부 충격 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 백태(0.2×0.5)</td><td>손상현황</td><td>• A2 백태(0.1×1.0)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입 등</td><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 22.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 백태, 보수부 박리, 토사유실, 파손, 표면오염이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 균열(0.3㎜미만), 백태, 철근노출이 신규 확인되었다. 균열 및 망상균열은 전구간 보수된 상태로 확인되었다.

【표 22.3.9】 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	9.40	6	0.50	1	▼ 8.90	전구간보수 신규손상
	백태	㎡	0.30	3	0.55	5	▲ 0.25	신규손상
	보수부 박리	㎡	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	철근노출	㎡	-	-	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
	토사유실	㎡	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
	파손	㎡	0.60	1	0.60	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
	망상균열	㎡	0.36	1	-	-	▼ 0.36	전구간보수

4) 검토의견

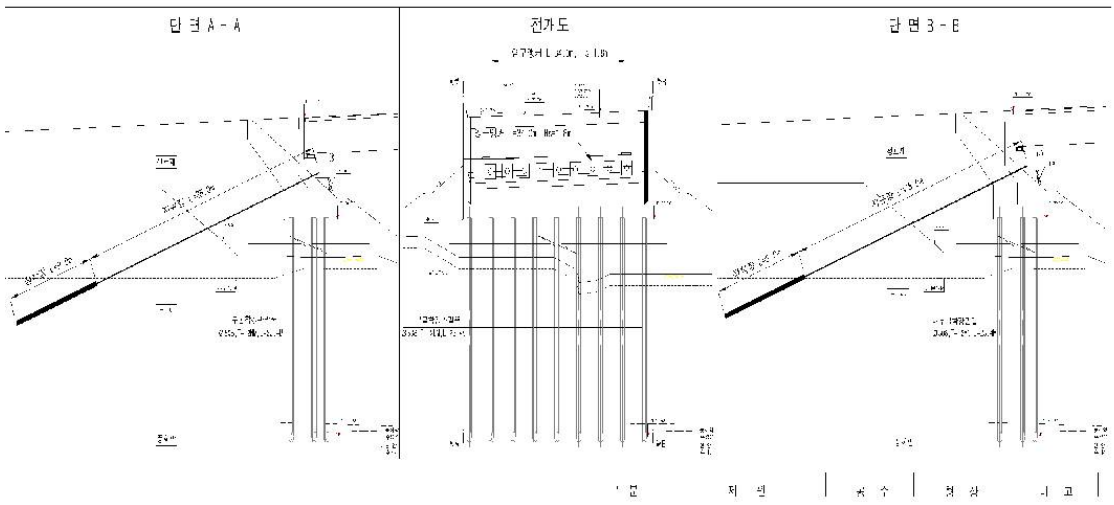
■ 교대에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 특성상 우수유입이 용이하여 손상부 우수유입으로 인한 2차손상의 발생방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

■ 조사된 표면오염 및 보수부 박리, 백태는 신축이음부 등을 통한 우수유입이 주원인이며, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하나, 신축이음장치의 선보수가 우선일 것으로 판단된다.

■ 파손 및 철근노출의 경우 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교대 보강현황

- 문수IC2교의 교대는 역T형의 철근콘크리트 구조로서 기초는 강관말뚝기초(A1), 와 직접기초(A2) 형식으로 시공되어 있으며, A1 전면에는 잡석다짐과 법면 보호블럭이, A2 전면에는 법면 보호블럭이 설치되어 있는 것으로 조사되었다. 또한 이력검토결과 측방유동의 가능성이 검토되어 교대 A1으로 어스앵커 보강 등을 실시하였으며, 외관상 확인은 어려우나, 자료수집결과 보강후 압성토블록 설치에 의해 매립된 것으로 판단된다.



(A1)

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 A1에 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 기 정밀안전진단(2023년)의 정확한 측정위치를 파악하기 어려워 동일한 측정이 불가하여, 전차 보고서 사진 상의 위치로 측정하였다.
- 교대의 기울기 측정은 추후 진단 시 실시하여 데이터를 비교 등의 자료 적립이 필요하다.

【표 22.3.10】 각종 기준이 따른 허용각 변위

구분	구조형식	허용각변위	구분	구조형식	허용각변위
Skempton	단독기초	1/300	Meyerhof	철근콘크리트구조(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	철근콘크리트 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 22.3.10】 교대 직립도 측정 작업사진 전경

교대 직립도 측정 위치

【그림 22.3.1】 교대 직립도 측정 위치

【표 22.3.11】 직립도(변위) 측정 결과

구분		기울기 측정값(°)		변위(°)	
		2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검
교대 A1	전면 좌측	89.84	89.80	0.16	0.16
	전면 우측	89.90	89.92	0.10	0.10
교대 A2	전면 좌측	89.85	89.81	0.15	0.15
	전면 우측	89.88	89.87	0.12	0.12

- 각 교대에 대하여 직립도(변위) 조사를 실시하였으며, 앞서 제시한 기준 중 본 교량의 형식에 맞는 기준 값인 1/300(0.19°)~1/250(0.23°)을 적용하여 평가하였다.
- 금회 측정 결과, 금회 측정값과 이전 진단 측정값을 비교했을 때 변위는 교대 A1 0.0° , 교대 A2 0.0° 로 측정되었으며, 이는 허용범위를 만족하는 상태로 교대의 직립도는 양호한 것으로 분석되었다. 다만 불가피한 부정오차에 따라 측정결과가 상이할 수 있으므로 점검시마다 재측정을 실시한 후 결과 값을 지속적으로 참고하여 유지관리하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

■ 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 Π형 구조형식이며, 기초는 직접기초로 시공되어 있는 것으로 확인되었다.

■ 교각에 대한 현장조사는 도보 및 드론으로 근접조사를 실시하였다.

교각 P1 전경	교각 P1 전경

【사진 22.3.11】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.12】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	
P1	2.60	3
합계	**2.60**	**3**

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

【사진 22.3.12】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만) 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 일부 균열(0.3㎜미만)의 경우 보수된 상태로 확인되었다. 금회 정밀조사로 인한 균열이 신규 확인되었다.

【표 22.3.13】 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	3.60	4	2.60	3	▼ 1.00	일부보수 신규손상

4) 검토의견

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

바. 기초

1) 부재의 개요

■ 문수IC2교의 교대 기초는 강관말뚝기초(A1)와 직접기초(A2), 교각 기초는 직접기초(P1)로 시공되었으며, 교대 및 교각의 기초는 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.

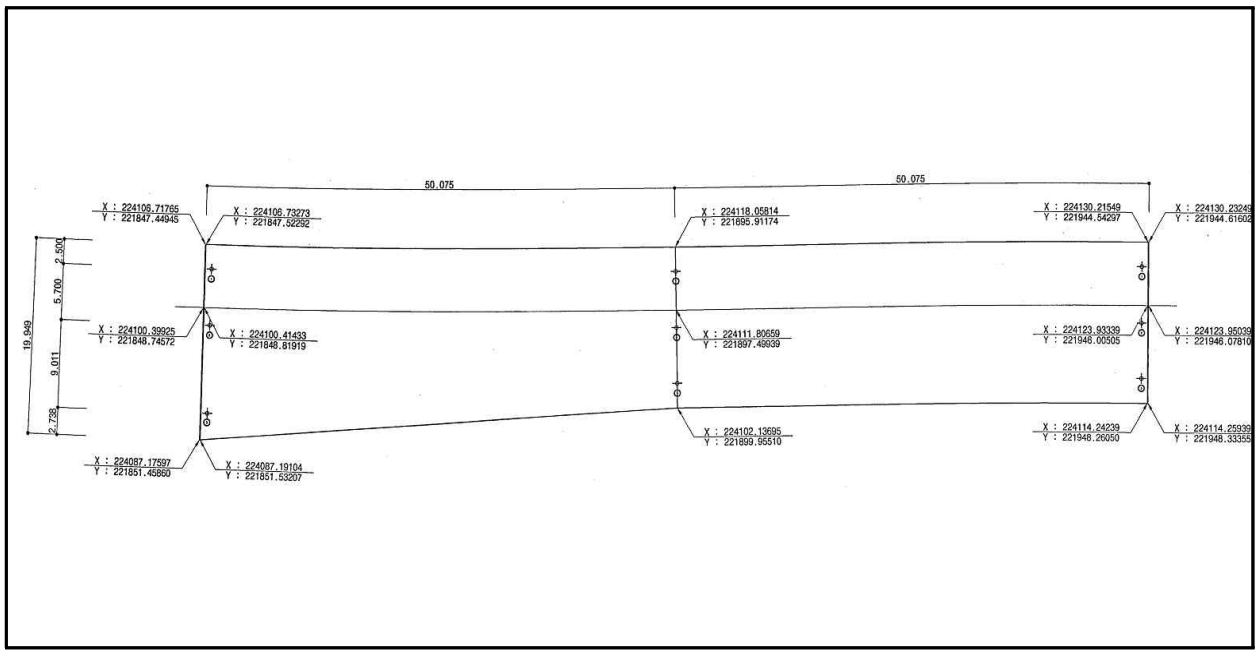
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
교각 P1 기초 전경	교각 P1 기초 전경

【사진 22.3.13】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 교량받침은 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 부재이며, 본 조사에서는 온도변화 및 활하중에 의한 신축거동 여부뿐만 아니라 강재부식, 콘크리트 손상 여부 등에 대해 주안점을 두고 현장조사를 실시하였다.
- 본 교량의 교량받침은 준공이후 교체 이력이 없으며 납고감쇠 면진받침으로 교대(A1, A2) 및 교각(P1)에 각 3개소씩 총 9개의 고감쇠 면진받침이 시공되어 있으며, 교량받침 설치현황은 다음과 같다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 '현장조사 및 외관조사 사진첩'에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 22.3.2】 교량받침 배치도

고감쇠 면진받침

【사진 22.3.14】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만), 플레이트 부식 등의 손상이 조사되었다.

【표 22.3.14】 교량받침 외관조사 결과

구분	몰탈 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		플레이트 부식 (EA/개소)	
A1	-	-	1.00	1
P1	0.20	2	-	-
A2	-	-	-	-
합계	0.20	2	1.00	1

손상현황	• A1-SH2 플레이트 부식
원 인	• 습기흡착 등
조치방안	• 재도장

손상현황	• P1-SH3 몰탈 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P1-SH3 몰탈 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

-

손상현황	• -
원 인	• -
조치방안	• -

【사진 22.3.15】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 몰탈 균열(0.3㎜미만), 플레이트 부식 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상 및 보수는 없는 것으로 조사되었다.

【표 22.3.15】교량받침 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
교량 받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	0.20	2	0.20	2	-	-	변동없음
	플레이트 부식	EA	1.00	1	1.00	1	-	-	변동없음

4) 검토의견

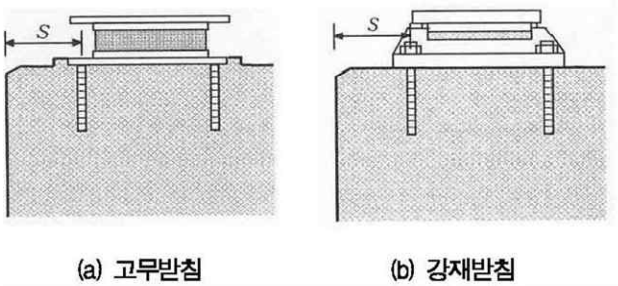
■ 교량받침에 조사된 몰탈 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

■ 조사된 받침 플레이트 부식은 우수유입, 공용년수 증가에 따른 노후화 손상으로 부식 정도가 경미하여 지속적인 열화발생시 기능성 저하가 우려됨에 따라 재도장을 통한 보수가 바람직할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

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

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



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

【그림 22.3.3】도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정	받침장치 연단거리 측정

【사진 22.3.16】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 22.3.16】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)			검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	
A1		450	550	630	630	O.K
P1	A1측	450	640	630	680	O.K
	A2측	450	630	570	600	O.K
A2		450	520	520	520	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 22.3.17】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방)에 따른 여유량 검토

【표 22.3.17】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	−25.4	24.6	0.000012	50.00	−15.2	14.8	
P1	고정단						
A2	−25.4	24.6	0.000012	50.00	−15.2	14.8	

1) 조사당시 온도 : 15.4℃(조사일 : 2025년 05월 22일, 평균온도, 울산)
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(STB거더, 보통지방)

【표 22.3.18】 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	30	88.8	28.8	73.6	14.0	±58.8	O.K	O.K
	SH2	30	88.8	28.8			±58.8	O.K	O.K
	SH3	30	88.8	28.8			±58.8	O.K	O.K
P1	고정단								
A2	SH1	8	66.8	50.8	51.6	36.0	±58.8	O.K	O.K
	SH2	8	66.8	50.8			±58.8	O.K	O.K
	SH3	8	66.8	50.8			±58.8	O.K	O.K

② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 신축이음은 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재이다. 신축이음장치는 총 2개소(A1, A2)에 설치되어 있으며, NewMonocell(A1), Rail Joint(A2)로 시공되어 있다. 또한 준공도면 및 교체이력을 확인한 결과, 2018년 기 진단이후 Angle Joint(A1, A2)에서 NewMonocell Joint(A1, A2) 교체된 것으로 확인되었으며, 2020년 정밀안전점검 이후 NewMonocell Joint(A2)에서 Rail Joint(A2)로 재교체 된 것으로 확인되었다. 교체후 신축이음장치의 설계유간은 No.50(A1, A2)인 것으로 확인되었다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

EXP.J1(A1) 전경

EXP.J2(A2) 전경

【사진 22.3.18】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.19】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		차수판 볼트탈락 (EA/개소)		토사퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	5.50	11	0.30	2	9.00	9	3.00	1
A2 (EXP J2)	4.50	11	-	-	5.00	5	-	-
합계	**10.00**	**22**	**0.30**	**2**	**14.00**	**14**	3.00	**1**

손상현황	• A1 후타재 균열	손상현황	• A1 후타재 파손
원 인	• 공용기간 증가, 건조수축 등	원 인	• 공용기간 증가, 중차량 통행 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• A1 본체 토사퇴적	손상현황	• A2 차수판 볼트 탈락
원 인	• 공용기간 증가 등	원 인	• 공용중 열화 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
손상현황	• A2 후타재 균열	손상현황	• A2 후타재 균열
원 인	• 공용기간 증가, 건조수축 등	원 인	• 공용기간 증가, 건조수축 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 22.3.19】 신축이음 손상현황

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 후타재 파손, 토사퇴적, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 조사되었고, 금회 신규 및 보수는 확인되지 않았다.

【표 22.3.20】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
신축이음	후타재 균열	m	10.00	22	10.00	22	-	-	변동없음
	후타재 파손	㎡	0.30	2	0.30	2	-	-	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	14.00	14	14.00	14	-	-	변동없음
	토사퇴적	m	3.00	1	3.00	1	-	-	변동없음

4) 검토의견

■ 신축이음에서 조사된 후타재 균열은 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.

■ 후타재 파손의 경우 차량통행에 의한 반복하중, 외기노출, 우수접촉 등에 의해 발생한 것으로 발생규모는 경미한 것으로 확인되었다. 해당손상 또한 균열과 마찬가지로 즉각적인 보수조치 보다는 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단되며, 진전시에는 보수를, 진전없는 유사한 형태를 유지할 시 향후 신축이음장치 보수 및 교체 시 함께 보수를 실시하는 것이 효율적인 것으로 판단된다.

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

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

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도−10℃ ~ 40℃(강거더, 보통지방)에 따른 여유량 검토

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

 </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정(강거더교)
조사일 : 2025. 04. 22. 기온 적용: 15.0℃(일평균)
△T(신장시) : 40.0℃−15.4℃ = 24.6℃
△T(수축시) : −10.0℃−(15.4℃) = 25.4℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>−10~+40</td><td>−20~+40</td><td>1.2×10−5</td></tr>
<tr><td>하로교,
강바닥판교</td><td>−10~+50</td><td>−20~+40</td><td>1.2×10−5</td></tr>
<tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>−5~+35</td><td>−15~+35</td><td>1.0×10−5</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

【사진 22.3.20】 신축이음 유간 측정방법

【표 22.3.21】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	계산 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	−25.4	24.6	0.000012	50.00	15.2	14.8	−	15.2	14.8	
A2	−25.4	24.6	0.000012	50.00	15.2	14.8	−	15.2	14.8	
1) 조사당시 온도 : 15.4℃(조사일 : 2025년 05월 22일, 평균온도, 울산) 2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(강거더, 보통지방)										

【표 22.3.22】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간 (㎜) ③	허용량 (㎜)	신축 여유량(㎜)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	15.2	14.8	38.0	50	-3.2	23.2	NG	OK
	바닥판	15.2	14.8	20.0	-	-	5.2	-	OK
	거더	15.2	14.8	50.0	-	-	35.2	-	OK
A2	신축이음	15.2	14.8	27.0	50	7.8	12.2	OK	OK
	바닥판	15.2	14.8	50.0	-	-	35.2	-	OK
	거더	15.2	14.8	73.0	-	-	58.2	-	OK
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

■ 신축이음장치에 거동상태 검토 결과, Exp. J1(A1)은 동절기 최대 수축시 기상청 통계 및 설계온도에 따른 가동여유량이 부족한 것으로 검토되었으며, 하절기 최대 신장시의 가동여유량은 확보하고 있는 것으로 분석되었다. Exp. J2(A2)는 수축, 신장 모두 기상청 통계에 따른 가동여유량이 확보되어있는 것으로 확인되었으나, 동절기 최대 수축시 설계온도에 따른 여유량은 부족한 상태로 분석되었다.

● 다만, 수축시 가동여유량이 부족한 사유는 신축이음 설치시 온도 기준의 프리세팅량 산정 미흡 등에 의한 것으로 판단되나, 이로 인한 주부재의 특이 손상이 발생하지 않은 상태이며, 교체 이력을 검토한 결과 내구연한의 문제는 아닌 것으로 검토되었다. 다만, 측방유동 가능성이 검토된 이력이 있어 신축이음장치에 대한 지속적인 집중 주의관찰이 필요하다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 교면포장은 차량하중과 운행 중 발생되는 충격과 진동을 흡수·분산하고 외부의 불리한 환경조건으로부터 바닥판을 보호하며 주행차량의 안전운행 및 쾌적한 주행성을 제공하는 부재로서, 대상교량의 폭은 20.0m, 편도 1, 2차로 교량으로 ASP 포장(T=80mm)이 시공된 상태이며, 현장조사 결과, 공용중 주기적인 유지관리를 실시한 것으로 확인되었다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

교면포장 전경#1

교면포장 전경#2

【사진 22.3.21】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, ASP파손, 포장 패임 등의 손상이 조사되었다.

【표 22.3.23】 교면포장 외관조사 결과

구분	ASP 파손 (㎡/개소)		포장패임 (㎡/개소)	
S1	0.80	1	0.54	4
S2	-	-	-	-
합계	**0.80**	**1**	**0.54**	**4**

손상현황	• S1 포장 파손(0.2×4.0)	손상현황	• S1 포장 패임(0.1×4.0)
원 인	• 공용기간 증가, 반복윤하중 등	원 인	• 공용기간 증가, 반복윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 22.3.22】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 포장파손, 패임 등의 손상이 조사되었고, 금회 신규 손상 및 보수는 없는 것으로 조사되었다.

【표 22.3.24】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	ASP 파손	㎡	0.80	1	0.80	1	- -	변동없음
	포장패임	㎡	0.54	4	0.54	4	- -	변동없음

4) 검토의견

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

차. 배수시설

1) 부재의 개요

■ 배수시설은 우수 유입에 따른 교면의 체수 및 열화를 예방하기 위해 종단구배 +3.500%~+1.000%, 횡단구배 ±2.831%~-2.000%로 물흐름에 의거하여 우측에 8개소, 좌측에 12개소, 총 20개소가 교면포장의 우측에 시공되어 있다. 각각의 경간 상부에 설치된 집수구를 통하여 STEEL Pipe(φ150㎜) 배수관을 따라 하부로 배수되도록 설치되어 있으며, 배수구 상단에는 관내의 이물질 유입을 방지하기 위한 그레이팅 덮개가 설치되어 있다.

■ STEEL Pipe(φ150) 배수관은 바람 등에 의해 이동, 탈락되는 것을 방지하기 위하여 상·하부구조에 고정하여 설치되어 있고 배수관은 교대 및 교각 하면에 위치한 배수로까지 연장하여 배수관을 통한 우수유출로 발생할 수 있는 2차손상을 방지하였으며, 전 구간 육교형 배수관으로 설치되어 있다.

■ 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

배수관 전경

배수구 전경

【사진 22.3.23】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 막힘, 배수구 막힘, 유공관 길이부족 등의 손상이 조사되었다.

【표 22.3.25】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수관 막힘 (EA./개소)		배수구 막힘 (EA./개소)		유공관 길이부족 (EA./개소)	
S1	1.00	1	2.00	2	3.00	3
S2	-	-	2.00	2	1.00	1
합계	**1.00**	**1**	**4.00**	**4**	**4.00**	**4**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • 배수시설 S1 배수관 막힘
원 인 • 공용중 열화 등
조치방안 • 정비</td><td>손상현황 • 배수시설 S1 배수구 막힘
원 인 • 공용중 열화 등
조치방안 • 정비</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • 배수시설 S2 배수구 막힘
원 인 • 공용중 열화 등
조치방안 • 정비</td><td>손상현황 • 배수시설 S1 유공관 길이부족
원 인 • 체결불량 등
조치방안 • 정비</td></tr>
</table>

【사진 22.3.24】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 22.3.26】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
배수시설	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	-	-	변동없음
	배수구 막힘	EA	4.00	4	4.00	4	-	-	변동없음
	유공관 길이부족	EA	4.00	4	4.00	4	-	-	변동없음

4) 검토의견

■ 배수관, 배수구 막힘은 공용중 발생한 손상으로 청소 등의 유지관리가 필요하며, 유공관 길이부족은 설치부족에 의한 손상으로 재정비, 청소 등의 유지관리가 요구된다.

카. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

- 교면상부 좌·우측에 통행차량의 차도 이탈방지, 사고 시 완충작용 등을 위하여 철근콘크리트 방호벽(h=1.08m)이 시공되어 있으며, 방호벽 상단은 하부 횡단도로(군도14호선)의 이물질유입을 방지하기 위한 투척방지망이 설치되어 있는 것으로 확인되었다. 또한, 차량충돌에 의한 파손 및 재료적인 열화가 발생될 경우 주행차량의 불안감 및 차량충돌시 안전성 미확보가 우려되므로 주의깊게 점검을 실시하였다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>방호벽 전경</td><td>중분대 전경</td></tr>
</table>

【사진 22.3.25】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 보수부 균열부 백태, 긁힘, 지주 고정불량 등의 손상이 조사되었다.

【표 22.3.27】 방호벽 및 중분대 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		보수부 균열부 백태 (m/개소)		긁힘 (㎡/개소)		지주 고정불량 (EA/개소)	
S1	0.50	1	1.00	1	0.26	2	-	-
S2	1.50	1	2.00	2	-	-	2.00	2
합계	**2.00**	**2**	**3.00**	**3**	**0.26**	**2**	**2.00**	**2**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S1 균열부 백태(0.2×0.5)</td><td>손상현황</td><td>• S1 긁힘(1.3×0.1)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 우수유입 등</td><td>원 인</td><td>• 거푸집 조기탈거, 건조수축 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>• S2 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• S2 균열(0.3㎜미만)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등</td><td>원 인</td><td>• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S3 지주 고정불량</td><td>손상현황</td><td>• -</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡, 품질관리 미흡 등</td><td>원 인</td><td>• -</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 재정비</td><td>조치방안</td><td>• -</td></tr>
</table>

【사진 22.3.26】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만, 이상), 보수부 균열부백태, 긁힘, 지주 고정불량 등의 손상이 확인되었고, 금회점검에서 신규손상 및 보수는 없는 상태로 확인되었다.

【표 22.3.28】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	보수부 균열부 백태	m	3.00	3	3.00	3	- -	변동없음
	긁힘	㎡	0.26	2	0.26	2	- -	변동없음
	지주 고정불량	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

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

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

■ 방음벽 부재에서 조사된 긁힘은 차량 충돌에 따라 발생된 것으로 판단되며, 경미한 손상으로서 구조물 사용성 및 내구성에 미치는 영향은 적을 것으로 판단된다. 따라서 단기적 보수가 필요치 않을 것으로 판단되나, 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 요구된다.

■ 지주 고정불량은 상단에 설치된 투척방지망의 지주 고정불량이 일부 경간에서 발생하였으며, 시공미흡 및 품질관리 미흡에 의한 손상으로 판단된다. 지주 고정불량으로 인한 투척방지망의 변형, 이격 등은 발생하지 않은 상태이나, 손상부에 대한 지주 재설치를 시행하여 투척방지망의 제 기능 확보가 필요하다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 문수IC2교의 점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A2, P1에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전면에 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

교대 A2 점검통로 전경

교각 P1 점검통로 전경

【사진 22.3.27】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.29】 교량 점검시설 외관조사 결과

구 분	출입시설	점검통로
	상태양호	상태양호
A1	-	-
P1	-	-
A2	-	-
합계	-	-

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

【사진 22.3.28】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 22.3.30】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

파. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

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

1) 개요

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

【표 22.3.31】 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 문수IC2교는 군도14호선을 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 배수구 막힘(S1. S2)이 조사되었다. S1에서 조사된 배수구 막힘은 기후에 따라 체수에 의한 수막현상 등을 유발하여 차량 주행에 위험이 되는 위험요소로 금회점검에서 조사된 유해·위험요소에 관하여 청소, 재설치 등의 적절한 보수가 필요하다고 판단된다.

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

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

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">배수관 고정상태 양호</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">신축이음 상태양호</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>교면포장 상태양호</td><td>교량 배수구 막힘</td></tr>
</table>

【사진 22.3.29】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

22.3.3 외관조사 총괄표

【표 22.3.32】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	45.50	20	
	균열(0.3㎜이상)	m	6.50	3	
	균열부백태	㎡	0.25	1	
	누수 및 백태	㎡	0.50	8	
	들뜸 및 박리	㎡	0.08	1	
	망상균열	㎡	66.30	7	
	백태	㎡	0.06	1	
	파손 및 철근노출	㎡	0.50	1	
거더외부	도장박리	㎡	27.61	9	
	긁힘	㎡	2.50	1	
	부식	㎡	1.38	7	
	볼트부식	EA	5.00	5	
	변형	㎡	0.01	1	
	표면열화	㎡	230.00	2	
거더내부	도장박리	㎡	0.01	1	
	도장제거	㎡	0.01	1	
	실링미처리	EA	12.00	12	
	점부식	㎡	1.43	1	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	0.50	1	
	백태	㎡	0.55	5	
	보수부 박리	㎡	0.04	1	
	철근노출	㎡	0.01	1	
	토사유실	㎡	1.50	1	
	파손	㎡	0.60	1	
	표면오염	㎡	1.50	1	
교각	균열(0.3㎜미만)	m	2.60	3	
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	0.20	2	
	플레이트 부식	EA	1.00	1	
신축이음	후타재 균열	m	10.00	22	
	후타재 파손	㎡	0.30	2	
	차수판 볼트탈락	EA	14.00	14	
	토사퇴적	m	3.00	1	
교면포장	ASP 파손	㎡	0.80	1	
	포장패임	㎡	0.54	4	
배수시설	배수관 막힘	EA	1.00	1	
	배수구 막힘	EA	4.00	4	
	유공관 길이부족	EA	4.00	4	
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	2.00	2	
	보수부 균열부 백태	m	3.00	3	
	긁힘	㎡	0.26	2	
	지주 고정불량	EA	2.00	2	

22.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 22.3.33】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	45.50	20	45.50	20	- -	변동없음
	균열(0.3㎜이상)	m	6.50	3	6.50	3	- -	변동없음
	균열부백태	㎡	0.25	1	0.25	1	- -	변동없음
	누수 및 백태	㎡	0.50	8	0.50	8	- -	변동없음
	들뜸 및 박리	㎡	0.08	1	0.08	1	- -	변동없음
	망상균열	㎡	66.30	7	66.30	7	- -	변동없음
	백태	㎡	-	-	0.06	1	▲ 0.06	신규손상
	파손 및 철근노출	㎡	0.50	1	0.50	1	- -	변동없음
거더외부	도장박리	㎡	27.61	9	27.61	9	- -	변동없음
	긁힘	㎡	2.50	1	2.50	1	- -	변동없음
	부식	㎡	1.38	7	1.38	7	- -	변동없음
	볼트부식	EA	5.00	5	5.00	5	- -	변동없음
	변형	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	표면열화	㎡	230.00	2	230.00	2	- -	변동없음
거더내부	도장박리	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	도장제거	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	실링미처리	EA	12.00	12	12.00	12	- -	변동없음
	점부식	㎡	1.43	1	1.43	1	- -	변동없음
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음
교대	균열(0.3㎜미만)	m	9.40	6	0.50	1	▼ 8.90	전구간보수 신규손상
	백태	㎡	0.30	3	0.55	5	▲ 0.25	신규손상
	보수부 박리	㎡	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	철근노출	㎡	-	-	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
	토사유실	㎡	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
	파손	㎡	0.60	1	0.60	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
	망상균열	㎡	0.36	1	-	-	▼ 0.36	전구간보수

【표 22.3.33】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3㎜미만)	m	3.60	4	2.60	3	▼ 1.00	일부보수 신규손상
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	0.20	2	0.20	2	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	10.00	22	10.00	22	- -	변동없음
	후타재 파손	㎡	0.30	2	0.30	2	- -	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	14.00	14	14.00	14	- -	변동없음
	토사퇴적	m	3.00	1	3.00	1	- -	변동없음
교면포장	ASP 파손	㎡	0.80	1	0.80	1	- -	변동없음
	포장패임	㎡	0.54	4	0.54	4	- -	변동없음
배수시설	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	배수구 막힘	EA	4.00	4	4.00	4	- -	변동없음
	유공관 길이부족	EA	4.00	4	4.00	4	- -	변동없음
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	보수부 균열부 백태	m	3.00	3	3.00	3	- -	변동없음
	긁힘	㎡	0.26	2	0.26	2	- -	변동없음
	지주 고정불량	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
출입시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-
점검통로	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

22.4 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.

22.4.1 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 22.4.1】 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	3	3	3	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		1	1	1	1	

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

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

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

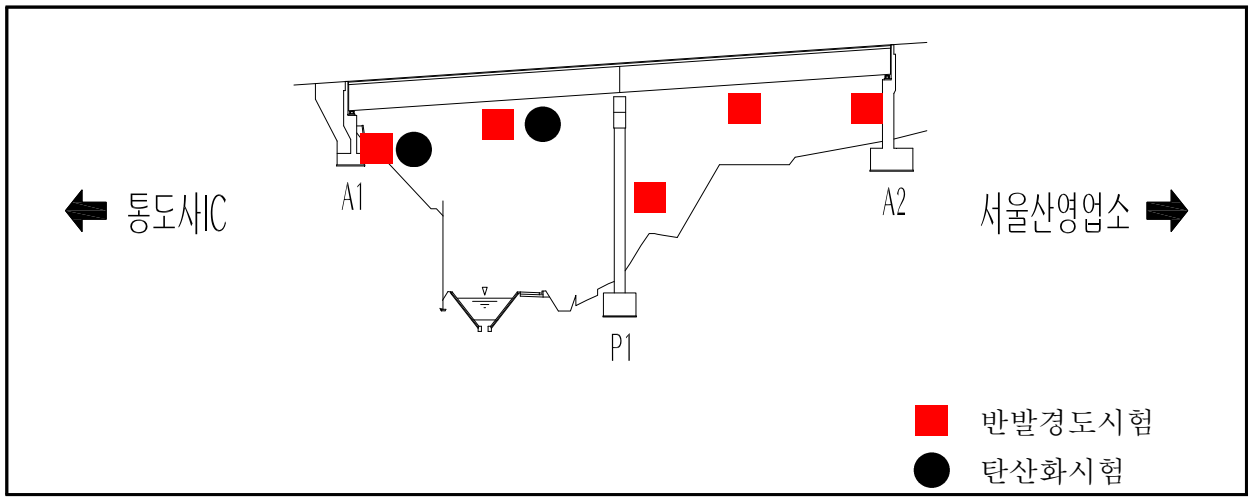
다. 조사 사진

반발경도 시험 현황

탄산화깊이 측정 현황

【사진 22.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 22.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

22.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 7개소)를 실시하였으며, 측정결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.

반발경도 시험

반발경도 시험

【사진 22.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 22.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
상부구조	S1	바닥판	54.5	32.3	30.7	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	53.3	31.3	30.2			건전부
	S2	바닥판	51.8	30.1	29.5			건전부
평균			-	31.2	30.1	-	-	
표준편차			-	1.10	0.60	-	-	
변동계수			-	0.035	0.020	-	-	
최대값			-	32.3	30.7	-	-	
최소값			-	30.1	29.5	-	-	

【표 22.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
하부구조	A1	교대	56.1	33.5	31.4	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	56.4	33.7	31.6			건전부
평균			-	33.6	31.5	-	-	
표준편차			-	0.14	0.14	-	-	
변동계수			-	0.004	0.004	-	-	
최대값			-	33.7	31.6	-	-	
최소값			-	33.5	31.4	-	-	

【표 22.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
하부구조	P1	교각	51.6	29.9	29.4	0.63	24.0	건전부
	P1	교각	50.0	28.6	28.7			비건전부
평균			-	29.3	29.1	-	-	
표준편차			-	0.92	0.49	-	-	
변동계수			-	0.031	0.017	-	-	
최대값			-	29.9	29.4	-	-	
최소값			-	28.6	28.7	-	-	

【표 22.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정	설계기준강도(MPa)	평균 추정강도(MPa)	강도비교(%)	비고
	일본건축학회				
바닥판	29.5 ~ 30.7	27.0	30.1	109.3 ~ 113.7	
교대	31.4 ~ 31.6	24.0	31.5	130.8 ~ 131.7	
교각	28.7 ~ 29.4	24.0	29.4	119.6 ~ 122.5	

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.5~30.7㎫, 하부구조(교대) 31.4~31.6㎫, 하부구조(교각) 28.7~29.4㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.9%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 22.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	32.6 ~ 33.2	29.5 ~ 30.7	27.0
	교대	24.8 ~ 25.4	31.4 ~ 31.6	24.0
	교각	25.6	28.7 ~ 29.4	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 22.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	**내 용**
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 05. 22 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	문수IC2교
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	18.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	**내 용**
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	**내 용**
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±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 22.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 22.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S1 바닥판	2.0	38.0	36.0	17	0.49	100년 이상	a	
하부 구조	A1 교대	4.0	67.0	63.0	17	0.97	100년 이상	a	

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

【표 22.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	2.0	36.0	
하부구조	4.0	63.0	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 문수IC2교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 22.4.10】탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S1	
실측 피복두께(㎜)	38.0
탄산화 진행깊이(㎜)	2.0
잔여깊이(㎜)	36.0
탄산화 속도계수	0.49
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

하부구조 - 교대 A1	
실측 피복두께(㎜)	67.0
탄산화 진행깊이(㎜)	4.0
잔여깊이(㎜)	63.0
탄산화 속도계수	0.97
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

3) 기 점검결과와의 비교

【표 22.4.11】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전진단			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	7.5~7.8	32.2~32.5	a	2.0	36.0	a	
하부구조	8.5~11.3	88.7~91.5	a	4.0	63.0	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 22.4.12】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 05월 22일
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 22.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판하면	29.5 ~ 30.7	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	31.4 ~ 31.6	24.0	
		교각	28.7 ~ 29.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		63.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 22.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판하면	32.6 ~ 33.2	29.5 ~ 30.7	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	24.8 ~ 25.4	31.4 ~ 31.6	
		교각	25.6	28.7 ~ 29.4	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		32.2~32.5 a	36.0 a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		88.7~91.5 a	63.0 a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨				

22.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편-2024. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다. 각 부재에 대한 부재면적 및 손상률 등 세부내용은 부록에 수록하였다.

22.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

1) 상태평가 결과표

【표 22.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	S.T.B	c	b	a	b	c	b	c	b	b	q	a	a
S2	P1	S.T.B	c	b	a	a	c	b	–	b	b	q	–	–
	A2	S.T.B							b	a	c	q		–
평균			0.400	0.200	0.100	0.150	0.400	0.200	0.300	0.167	0.267	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.072	0.040	0.005	0.011	0.012	0.004	0.027	0.015	0.053	–	0.004	0.003
													0.246	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.246) < 0.260 → B

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태인 “a” 로 평가됨.

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

② 도로포장

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

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

③ 도로부 신축이음부

신축이음 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 상태인 “c”로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 22.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
S.T.B	0.246	B	100.00	2	200.00	1.000	0.246
합계(Σ)			100.00	2	200.00	1.000	0.246
1. 평가지수 =							**0.246**
2. 상태평가결과 =							**B**

22.5.2 상태평가 결과요약

【표 22.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
문수IC2교	0.246	B	
검토의견	•문수IC2교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨		

22.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 22.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

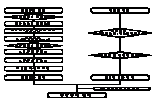
구 분	2023년 정밀안전진단	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.218	0.246
상태평가결과	B	B
총 평	• 금회 정밀안전점검 결과, 문수IC2교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다. • 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.218에서 0.246로 소폭 상향조정 되었으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다. • 환산결함도의 변동의 주요 원인은 금회 점검에서 정밀조사를 실시함에 따라 주요부재 및 보조부재에서 신규 손상이 확인되었고, 이로 인해 전체 환산결함도 점수가 상향 조정된 것으로 판단된다.	

22.6 종합평가 및 안전등급 지정

22.6.1 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 22.6.1】 종합평가 결과 산정절차

22.6.2 종합평가 결과

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

【표 22.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
문수IC2교	0.246	B	-	-	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

22.6.3 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 22.6.2】 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

22.7 보수·보강 및 유지관리방안

22.7.1 보수·보강 방안

【표 22.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	45.50	20	표면처리	3순위
	균열(0.3㎜이상)	m	6.50	3	주입보수	2순위
	균열부백태	㎡	0.25	1	표면처리	3순위
	누수 및 백태	㎡	0.50	8	표면처리	3순위
	들뜸 및 박리	㎡	0.08	1	단면보수	2순위
	망상균열	㎡	66.30	7	표면처리	3순위
	백태	㎡	0.06	1	표면처리	3순위
	파손 및 철근노출	㎡	0.50	1	단면보수+방청	1순위
거더외부	도장박리	㎡	27.61	9	재도장	2순위
	긁힘	㎡	2.50	1	재도장	2순위
	부식	㎡	1.38	7	재도장	2순위
	볼트부식	EA	5.00	5	재도장	2순위
	변형	㎡	0.01	1	주의관찰	3순위
	표면열화	㎡	230.00	2	주의관찰	3순위
거더내부	도장박리	㎡	0.01	1	재도장	2순위
	도장제거	㎡	0.01	1	재도장	2순위
	실링미처리	EA	12.00	12	정비	3순위
	점부식	㎡	1.43	1	재도장	2순위
교대	균열(0.3㎜미만)	m	0.50	1	표면처리	3순위
	백태	㎡	0.55	5	표면처리	3순위
	보수부 박리	㎡	0.04	1	단면보수	2순위
	철근노출	㎡	0.01	1	단면보수+방청	1순위
	토사유실	㎡	1.50	1	정비	3순위
	파손	㎡	0.60	1	단면보수	2순위
	표면오염	㎡	1.50	1	표면처리	3순위
교각	균열(0.3㎜미만)	m	2.60	3	표면처리	3순위
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	0.20	2	표면처리	3순위
	플레이트 부식	EA	1.00	1	재도장	2순위
신축이음	후타재 균열	m	10.00	22	표면처리	3순위
	후타재 파손	㎡	0.30	2	단면보수	2순위
	차수판 볼트탈락	EA	14.00	14	정비	3순위
	토사퇴적	m	3.00	1	정비	3순위
교면포장	ASP 파손	㎡	0.80	1	아스콘팻칭	2순위
	포장패임	㎡	0.54	4	아스콘팻칭	2순위
배수시설	배수관 막힘	EA	1.00	1	정비	3순위
	배수구 막힘	EA	4.00	4	정비	3순위
	유공관 길이부족	EA	4.00	4	정비	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	2.00	2	표면처리	3순위
	보수부 균열부 백태	m	3.00	3	표면처리	3순위
	긁힘	㎡	0.26	2	단면보수	2순위
	지주 고정불량	EA	2.00	2	정비	3순위

22.7.2 개략공사비

【표 22.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	45.50	17.06	㎡	299	5,101	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	6.50	9.75	m	103	1,004	1순위
	균열부백태	표면처리	0.25	0.38	㎡	299	114	3순위
	누수 및 백태	표면처리	0.50	0.75	㎡	299	224	3순위
	들뜸 및 박리	단면보수	0.08	0.12	㎡	1,152	138	2순위
	망상균열	표면처리	66.30	99.45	㎡	299	29,736	3순위
	백태	표면처리	0.06	0.09	㎡	299	27	3순위
	파손 및 철근노출	단면보수+방청	0.50	0.75	㎡	1,136	852	1순위
거더외부	도장박리	재도장	27.61	41.42	㎡	1,136	47,053	2순위
	긁힘	재도장	2.50	3.75	㎡	1,136	4,260	2순위
	부식	재도장	1.38	2.07	㎡	1,136	2,352	2순위
	볼트부식	재도장	5.00	5.00	EA	1,136	5,680	2순위
	변형	주의관찰	0.01	0.02	㎡	-	-	3순위
	표면열화	주의관찰	230.00	345.00	㎡	-	-	3순위
거더내부	도장박리	재도장	0.01	0.02	㎡	1,136	23	2순위
	도장제거	재도장	0.01	0.02	㎡	1,136	23	2순위
	실링미처리	정비	12.00	12.00	EA	8	96	3순위
	점부식	재도장	1.43	2.15	㎡	1,136	2,442	2순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.50	0.19	㎡	250	48	3순위
	백태	표면처리	0.55	0.83	㎡	250	208	3순위
	보수부 박리	단면보수	0.04	0.06	㎡	960	58	2순위
	철근노출	단면보수+방청	0.01	0.02	㎡	1,114	22	1순위
	토사유실	정비	1.50	2.25	㎡	8	18	3순위
	파손	단면보수	0.60	0.90	㎡	960	864	2순위
	표면오염	표면처리	1.50	2.25	㎡	250	563	3순위
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.60	0.98	㎡	250	245	3순위

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

【표 22.7.2】 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.20	0.08	㎡	250	20	3순위
	플레이트 부식	재도장	1.00	1.00	EA	1,132	1,132	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	10.00	3.75	㎡	250	938	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.30	0.45	㎡	960	432	2순위
	차수판 볼트탈락	정비	14.00	14.00	EA	8	112	3순위
	토사퇴적	정비	3.00	4.50	m	8	36	3순위
교면포장	ASP 파손	아스콘팻칭	0.80	1.20	㎡	116	139	2순위
	포장패임	아스콘팻칭	0.54	0.81	㎡	116	94	2순위
배수시설	배수관 막힘	정비	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
	배수구 막힘	정비	4.00	4.00	EA	184	736	3순위
	유공관 길이부족	정비	4.00	4.00	EA	184	736	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.00	0.75	㎡	250	188	3순위
	보수부 균열부 백태	표면처리	3.00	4.50	m	250	1,125	3순위
	긁힘	단면보수	0.26	0.39	㎡	960	374	2순위
	지주 고정불량	정비	2.00	2.00	EA	8	16	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	874		66,068			40,471	
	재경비 (순공사비의 50%)	437		33,034			20,236	
	합계	1,311		99,102			60,707	
개략공사비 총계(천원)		161,120						

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

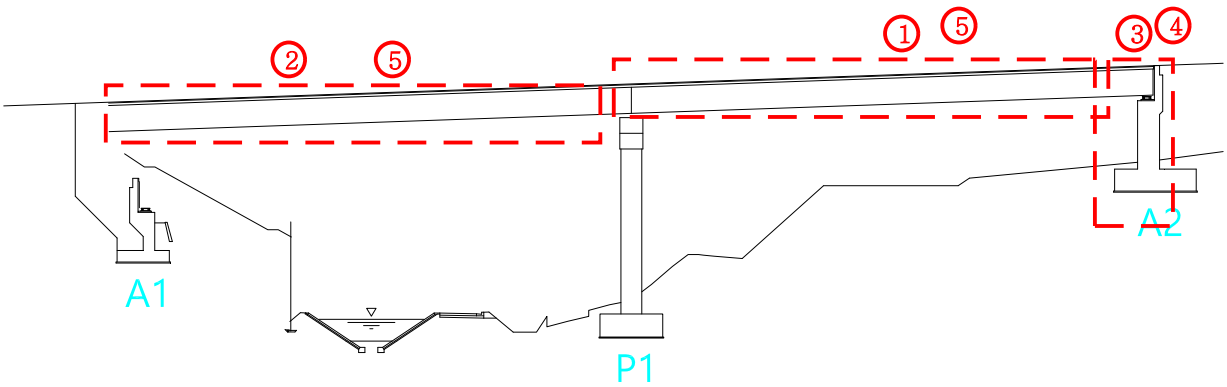
22.7.3 유지관리방안

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 22.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

<table>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>① 바닥판 파손 및 철근노출
– 진전 여부확인</td><td>② 바닥판 균열 폭 0.3mm 이상
– 진전 여부확인</td><td>③ 교대 파손 – 진전 여부확인</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>④ 교대 철근노출 – 진전 여부확인</td><td>⑤ 거더 도장박리, 열화
– 진전 여부확인</td><td>⑤ 거더 도장박리, 열화
– 진전 여부확인</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
</table>

22.8 종합결론

본 시설물은 울산광역시 울주군 청량면에 위치한 교량으로 총 연장 190.0m, 폭 15.4m의 강박스거더교(STB)교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

22.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 균열부백태, 백태, 누수 및 백태의 경우 거푸집 조기탈거, 시공초기 온도변화와 손상부 우수유입 및 환경적 요인 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 발생한 손상에 대하여 내구성 확보차원의 표면처리, 주입보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 들뜸, 박리는 캔틸레버 특성상 외측에 위치하고 있어 우기시 우수유입에 빈번히 노출되어 있으며, 해당손상 또한 우수유입에 의한 콘크리트 열화로 판단된다. 내구성 확보를 위해 단면보수를 통한 유지관리가 필요하다.
- 파손 및 철근노출의 경우, 신축이음 교체 작업시 블록아웃으로 인해 지점부(A2)에 파손 및 철근노출이 발생한 것으로 판단된다. 향후 철근의 부식으로 인한 팽창, 동결융해의 반복 등의 요인에 의해 손상면적이 확대될 우려가 있으므로 손상부에 대한 치핑 후 단면보수(방청)가 요구된다

2) 거더

- 거더내·외부에서 조사된 도장박리, 표면열화, 점부식, 볼트부식 등 도장손상의 경우 시공불량(전처리 미흡) 및 공용기간 증가로 노후화(부착강도 저하), 시점부 스캘럽(Scallop) 및 현장이음부(Splice) 틈을 통해 유입된 우수, 습기흡착, 시공시 긁힘 등에 의해 발생된 손상이다. 도장박리부위 대부분은 도장손상은 강재에 미치는 영향은 적을 것으로 판단되나, 구조물의 장기적인 내구성 확보를 위해서는 국부적인 재도장 및 열화 진전시 전구간 재도장 등의 유지관리가 요구된다.
- 실링미처리 구간은 현장이음부(Splice)에서 조사되었으며, 작업자의 안전과, 틈을 통해 우수유입시 부식 등의 강재손상이 우려되므로 실링처리를 통한 유지관리가 필요하다.
- 변형은 외부충격에 의한 것으로 긁힘은 부식방지를 위해 재도장 보수가 필요하며, 변형은 하

부플랜지에 발생한 것으로 손상규모가 비교적 경미하나, 강재부재이므로 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다.

3) 가로보

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

4) 교대

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

■ 조사된 표면오염 및 보수부 박리, 백태는 신축이음부 등을 통한 우수유입이 주원인이며, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하나, 신축이음장치의 선보수가 우선일 것으로 판단된다.

■ 파손 및 철근노출의 경우 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

■ 금회 측정 결과, 금회 측정값과 이전 진단 측정값을 비교했을 때 변위는 교대 A1 0.0°, 교대 A2 0.0°로 측정되었으며, 이는 허용범위를 만족하는 상태로 교대의 직립도는 양호한 것으로 분석되었다. 다만 불가피한 부정오차에 따라 측정결과가 상이할 수 있으므로 점검시마다 재측정을 실시한 후 결과 값을 지속적으로 참고하여 유지관리하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 교각

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

6) 기초

■ 문수IC2교의 교대 기초는 강관말뚝기초(A1)와 직접기초(A2), 교각 기초는 직접기초(P1)로 시공되었으며, 교대 및 교각의 기초는 지중에 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.

7) 교량받침

■ 교량받침에 조사된 몰탈 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 받침 플레이트 부식은 우수유입, 공용년수 증가에 따른 노후화 손상으로 부식 정도가 경미하여 지속적인 열화발생시 기능성 저하가 우려됨에 따라 재도장을 통한 보수가 바람직할 것으로 판단된다.

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

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

8) 신축이음장치

■ 신축이음에서 조사된 후타재 균열은 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.

■ 후타재 파손의 경우 차량통행에 의한 반복하중, 외기노출, 우수접촉 등에 의해 발생한 것으로 발생규모는 경미한 것으로 확인되었다. 해당손상 또한 균열과 마찬가지로 즉각적인 보수조치보다는 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 바람직할 것으로 판단되며, 진전시에는 보수를, 진전없는 유사한 형태를 유지할 시 향후 신축이음장치 보수 및 교체 시 함께 보수를 실시하는 것이 효율적인 것으로 판단된다.

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

■ 조사된 차수판 볼트탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부충격, 차량의 반복

통행으로 인한 진동 등에 발생한 손상으로, 차수판의 안정적인 고정을 위하여 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 신축이음장치에 거동상태 검토 결과, Exp. J1(A1)은 동절기 최대 수축시 기상청 통계 및 설계온도에 따른 가동여유량이 부족한 것으로 검토되었으며, 하절기 최대 신장시의 가동여유량은 확보하고 있는 것으로 분석되었다. Exp. J2(A2)는 수축, 신장 모두 기상청 통계에 따른 가동여유량이 확보되어있는 것으로 확인되었으나, 동절기 최대 수축시 설계온도에 따른 여유량은 부족한 상태로 분석되었다.

• 다만, 수축시 가동여유량이 부족한 사유는 신축이음 설치시 온도 기준의 프리세팅량 산정 미흡 등에 의한 것으로 판단되나, 이로 인한 주부재의 특이 손상이 발생하지 않은 상태이며, 교체 이력을 검토한 결과 내구연한의 문제는 아닌 것으로 검토되었다. 다만, 측방유동 가능성이 검토된 이력이 있어 신축이음장치에 대한 지속적인 집중 주의관찰이 필요하다.

9) 교면포장

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

10) 배수시설

- 배수관, 배수구 막힘은 공용중 발생한 손상으로 청소 등의 유지관리가 필요하며, 유공관 길이부족은 설치부족에 의한 손상으로 재정비, 청소 등의 유지관리가 요구된다.

11) 방호벽

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 방호벽에서 발생한 균열부백태는 시공이음부에서 대부분 발생하였으며, 우수유입 및 경년열화에 의한 손상으로, 발생규모는 비교적 경미하나 내구성 확보를 위한 표면보수가 바람직하다.
- 방음벽 부재에서 조사된 긁힘은 차량 충돌에 따라 발생된 것으로 판단되며, 경미한 손상으로서 구조물 사용성 및 내구성에 미치는 영향은 적을 것으로 판단된다. 따라서 단기적 보수가 필요치 않을 것으로 판단되나, 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 요구된다.

■ 지주 고정불량은 상단에 설치된 투척방지망의 지주 고정불량이 일부 경간에서 발생하였으며, 시공미흡 및 품질관리 미흡에 의한 손상으로 판단된다. 지주 고정불량으로 인한 투척방지망의 변형, 이격 등은 발생하지 않은 상태이나, 손상부에 대한 지주 재설치를 시행하여 투척방지망의 제 기능 확보가 필요하다.

12) 교량 점검시설

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

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.5~30.7㎫, 하부구조(교대) 31.4~31.6㎫, 하부구조(교각) 28.7~29.4㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.9%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

■ 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 4.0㎜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, 문수IC2교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.

■ 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.218에서 0.246로 소폭 상향조정 되었으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.

- 환산결함도의 변동의 주요 원인은 금회 점검에서 정밀조사를 실시함에 따라 주요부재 및 보조부재에서 신규 손상이 확인되었고, 이로 인해 전체 환산결함도 점수가 상향 조정된 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 문수IC2교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

22.8.2 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.

22.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판 파손, 폭 0.3mm이상 균열, 교대 파손, 철근노출, 거더 도장박리, 열화부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

22.8.4 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.