1. 마석IC3교

1.1 시설물 개요

1.2 자료수집 및 분석

1.3 현장조사

1.4 콘크리트 내구성조사

1.5 안전성능 평가

1.6 내구성능 평가

1.7 사용성능 평가

1.8 종합성능평가

1.9 유지관리 전략제안

1.10 종합결론 및 건의사항

1. 마석IC3교

1.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 남양주시 화도읍 녹촌리에 위치한 교량으로 총 연장 175.0m, 폭 6.5m로 시공되어 있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 마석IC3교 일반사항

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>마석IC3교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2006-0000715</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년월</td><td>2005. 12. 20</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 남양주시 화도읍 녹촌리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td colspan="2">노선명</td><td>일반국도46호선</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L=175.0m (2@40.0+2@47.5=175.0m)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B=6.5m, 편도 1차로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>STB</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>직접기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형
교각 : 횃불형, π형</td><td>교각</td><td>직접기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>포트받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>강핑거조인트(A2, P22)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>녹촌천</td><td colspan="2">통과높이</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 사</td><td>(주)한석엔지니어링</td><td colspan="2">시 공 사</td><td>(주)한석엔지니어링 외 19개사</td></tr>
<tr><td colspan="2">내진설계유무</td><td>적용</td><td colspan="2">관리주체</td><td>의정부국토관리사무소</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">준공도면 보유 / 구조계산서 보유</td></tr>
</table>

1.1.2 위치도 및 전경사진

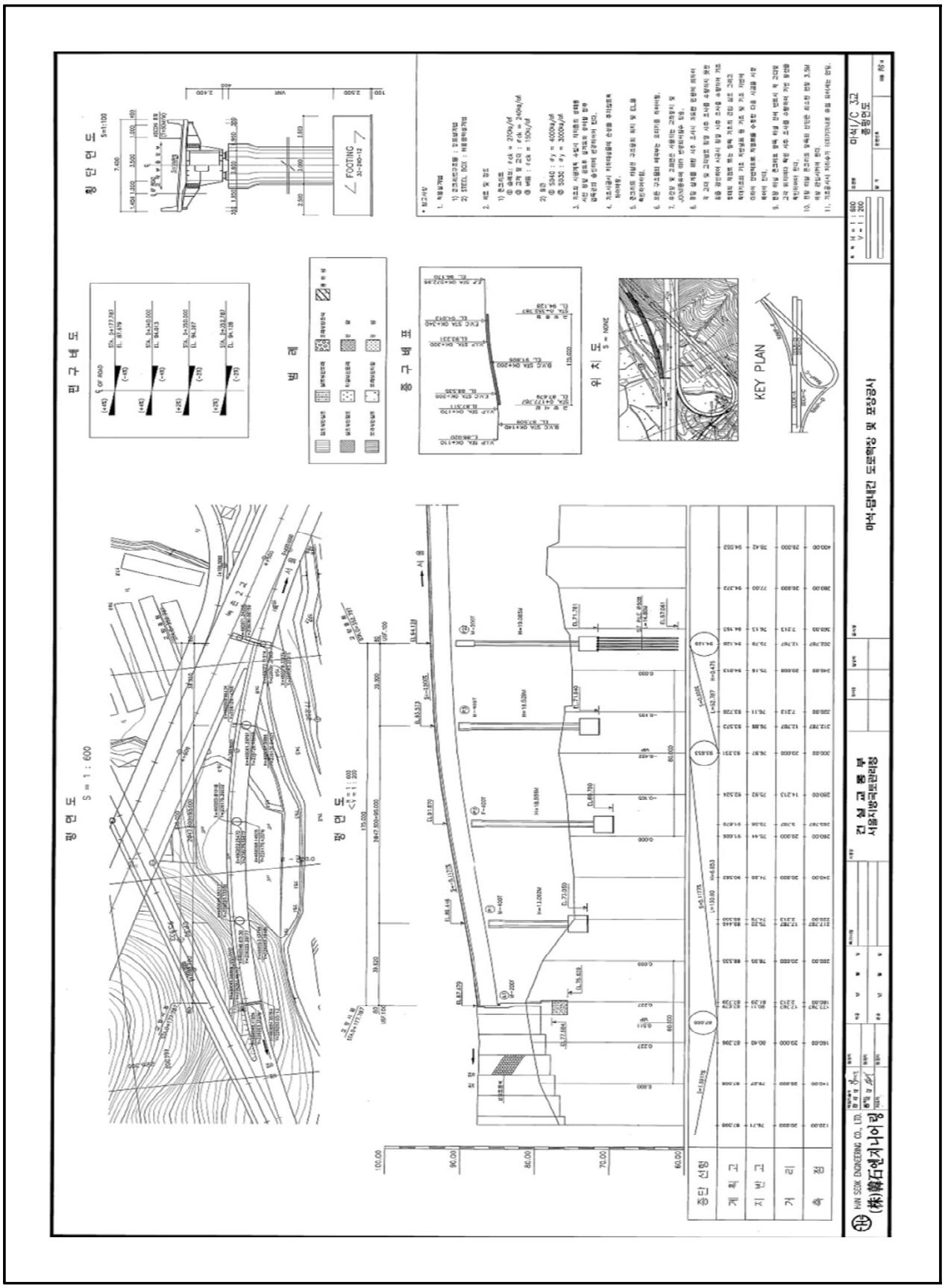
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보	2024.03.19.~2024.05.16.	

【그림 1.1.1】 위치도

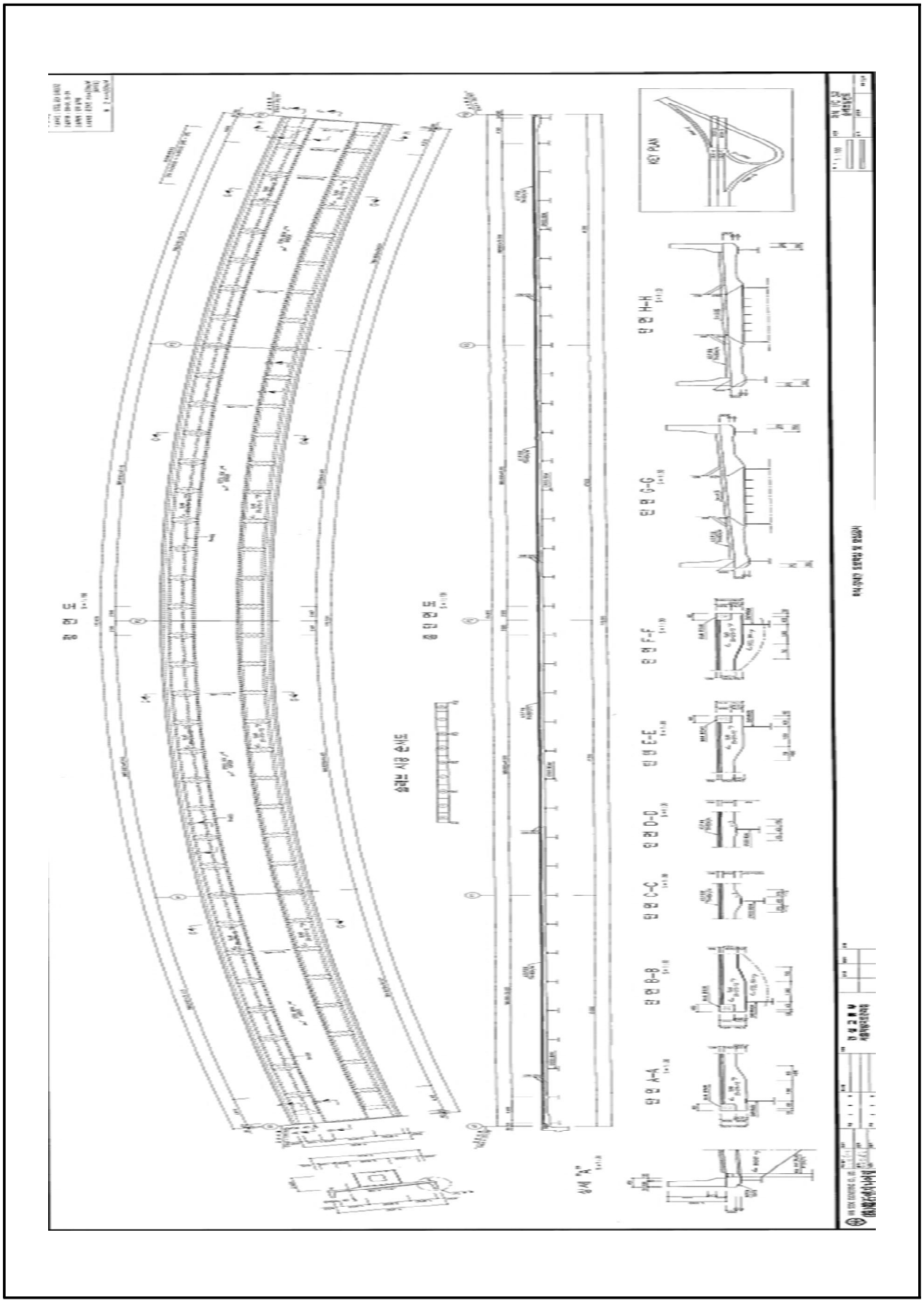
교량 상부 전경	교량 측면 전경
바닥판 하면 및 거더 전경	거더 전경
교대 전경	교각 전경

【그림 1.1.2】 부재별 현황

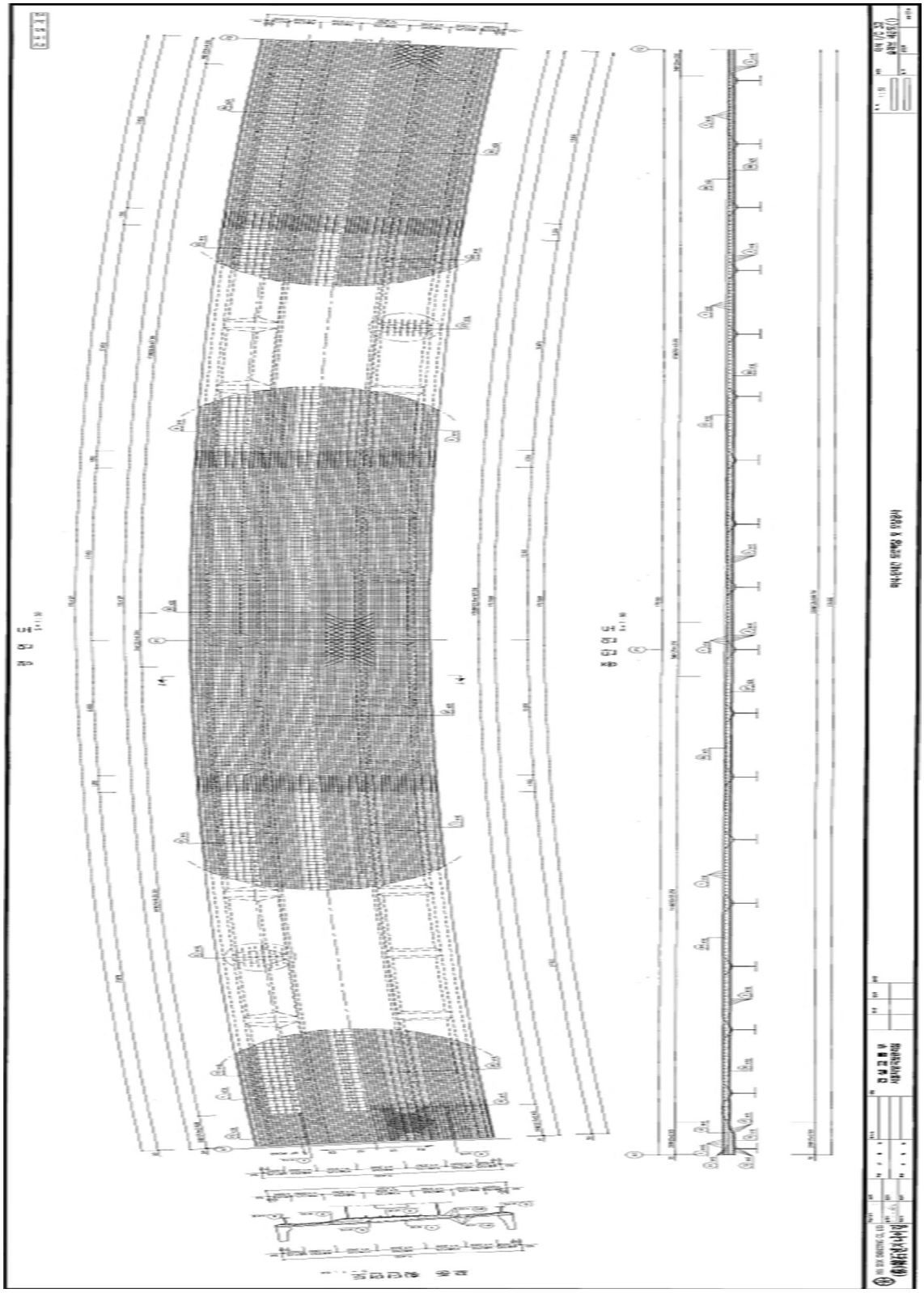
1.1.3 시설물 일반도



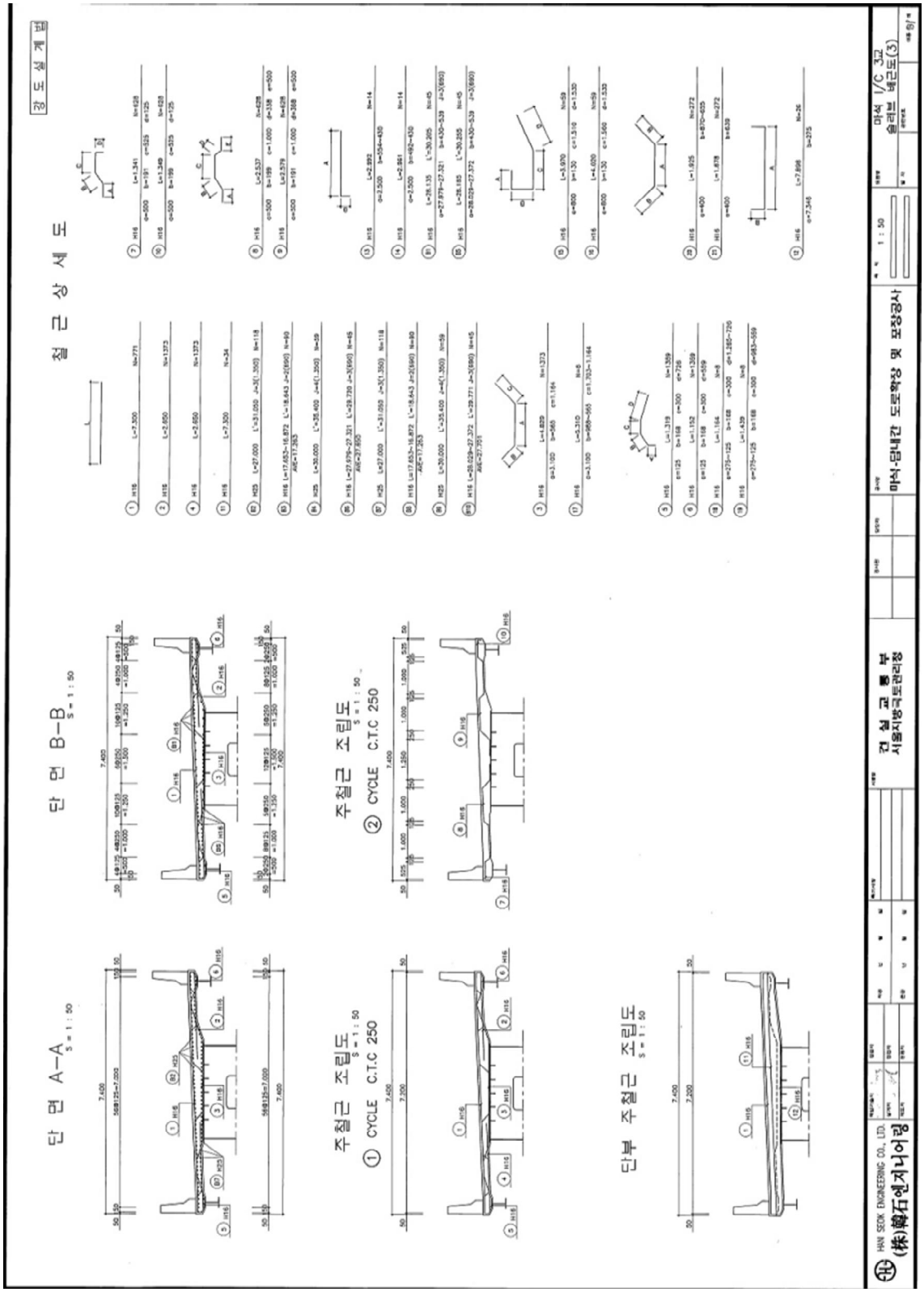
【그림 1.1.3】 종평면도



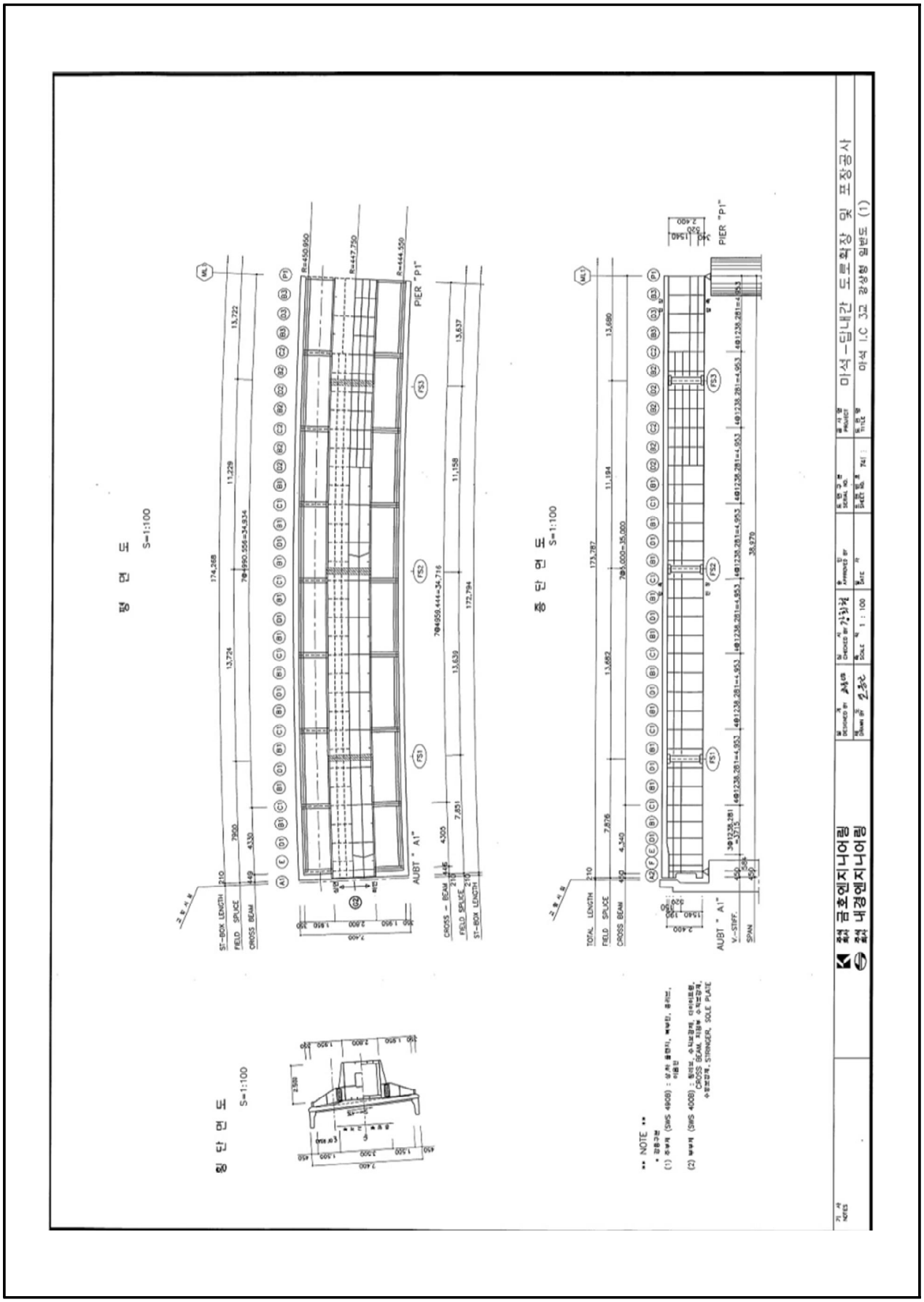
【그림 1.1.4】 슬래브 일반도



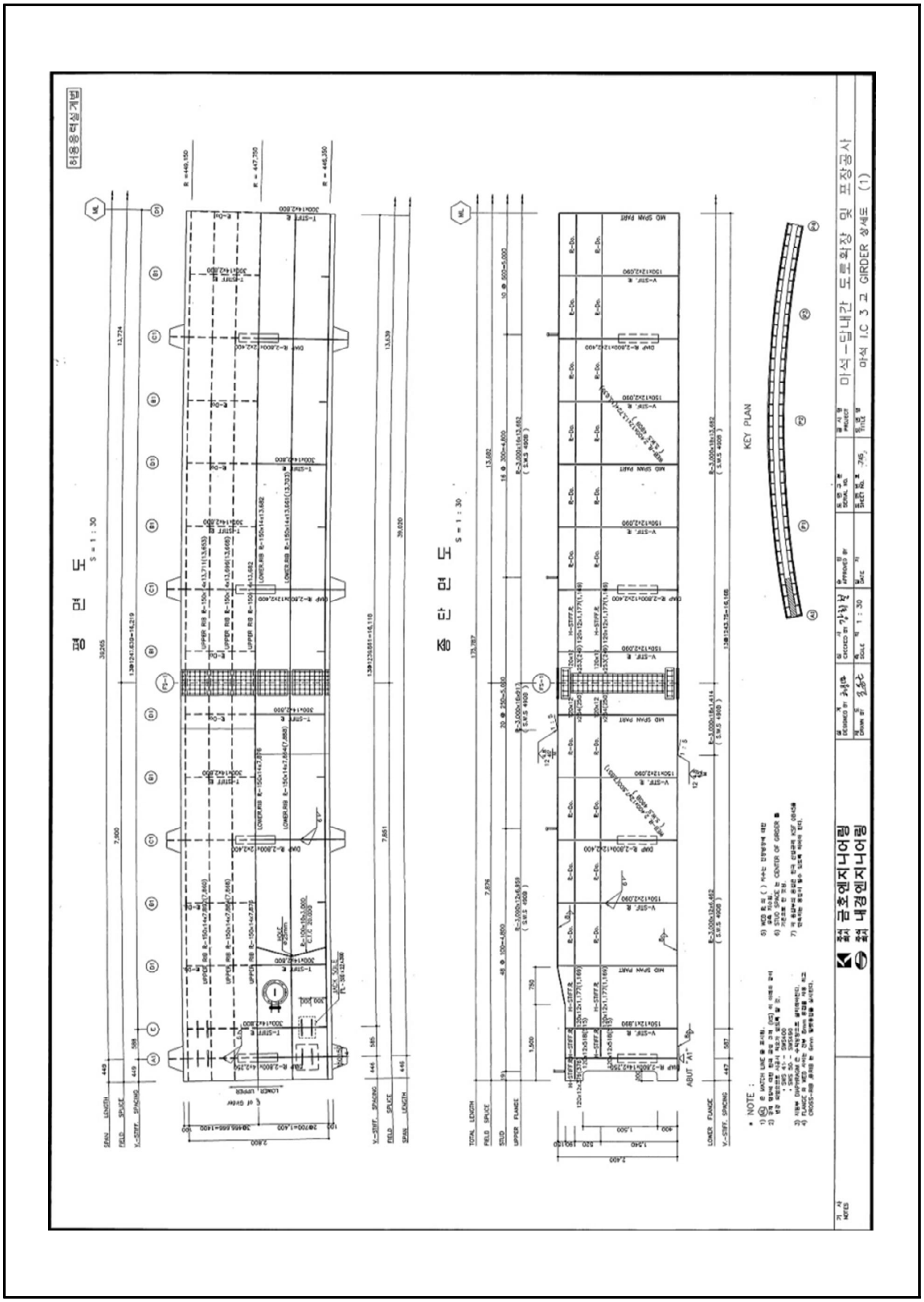
【그림 1.1.5】 슬래브 구조도



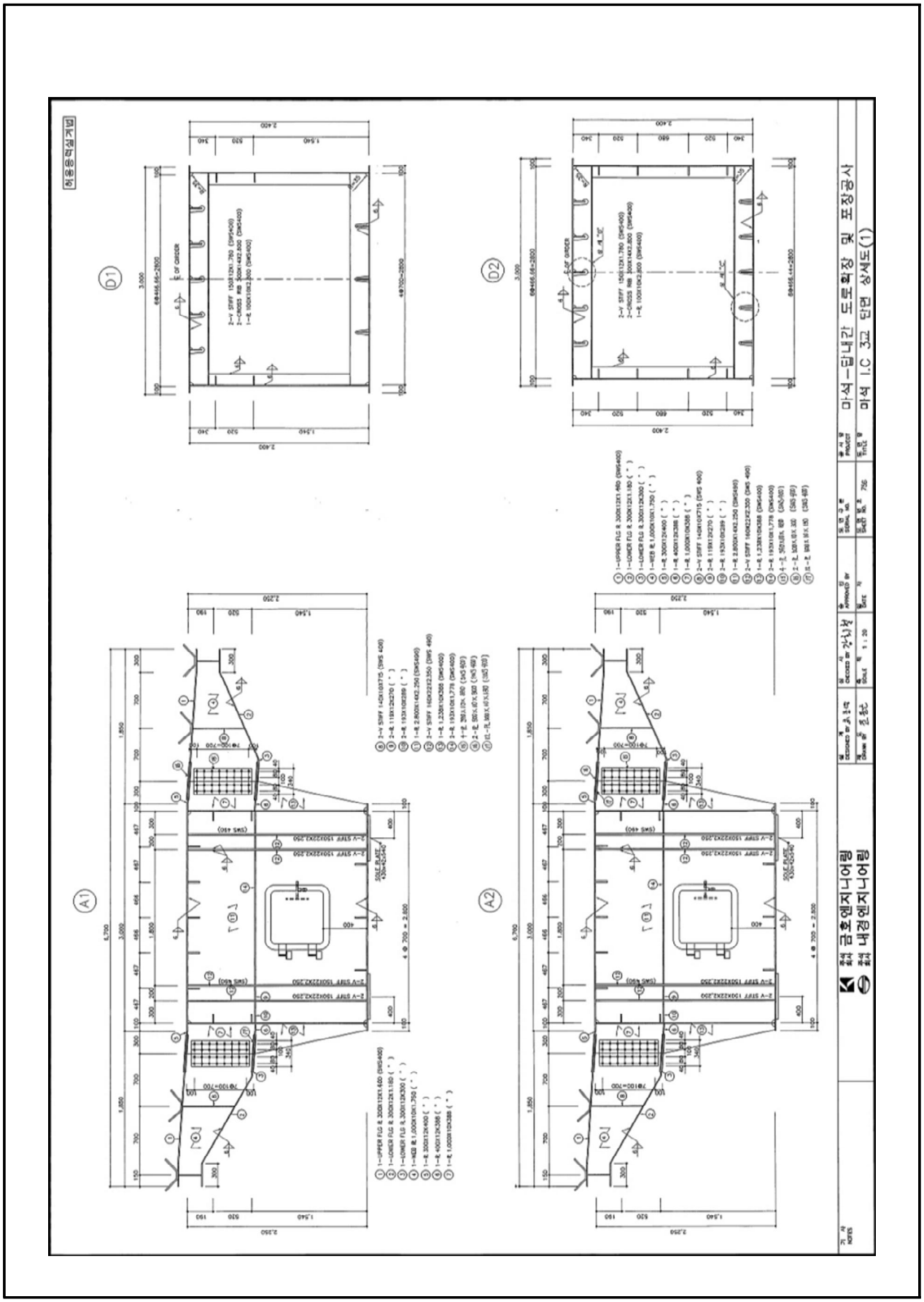
【그림 1.1.5】 슬래브 구조도(계속)



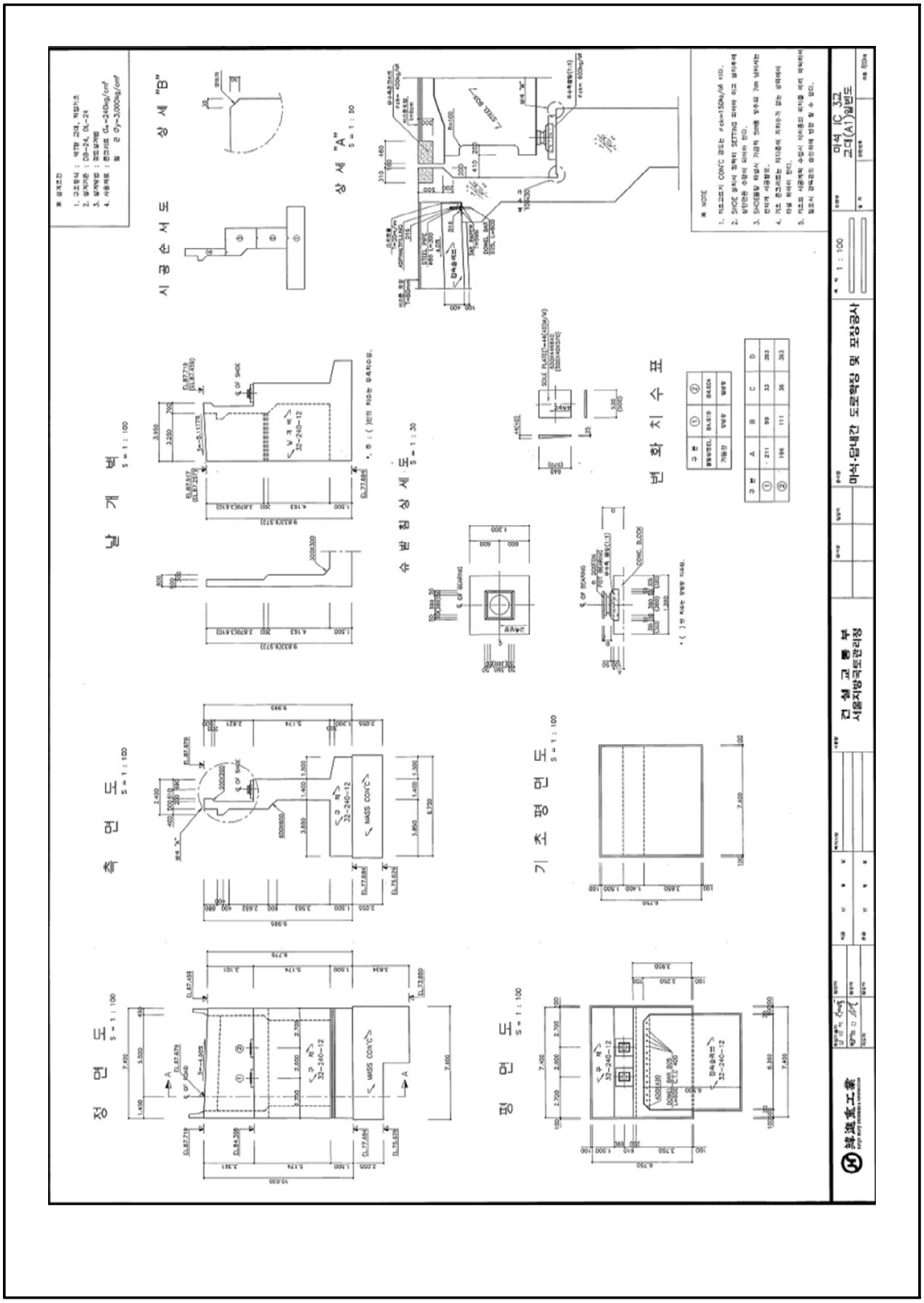
【그림 1.1.6】 강상형 일반도



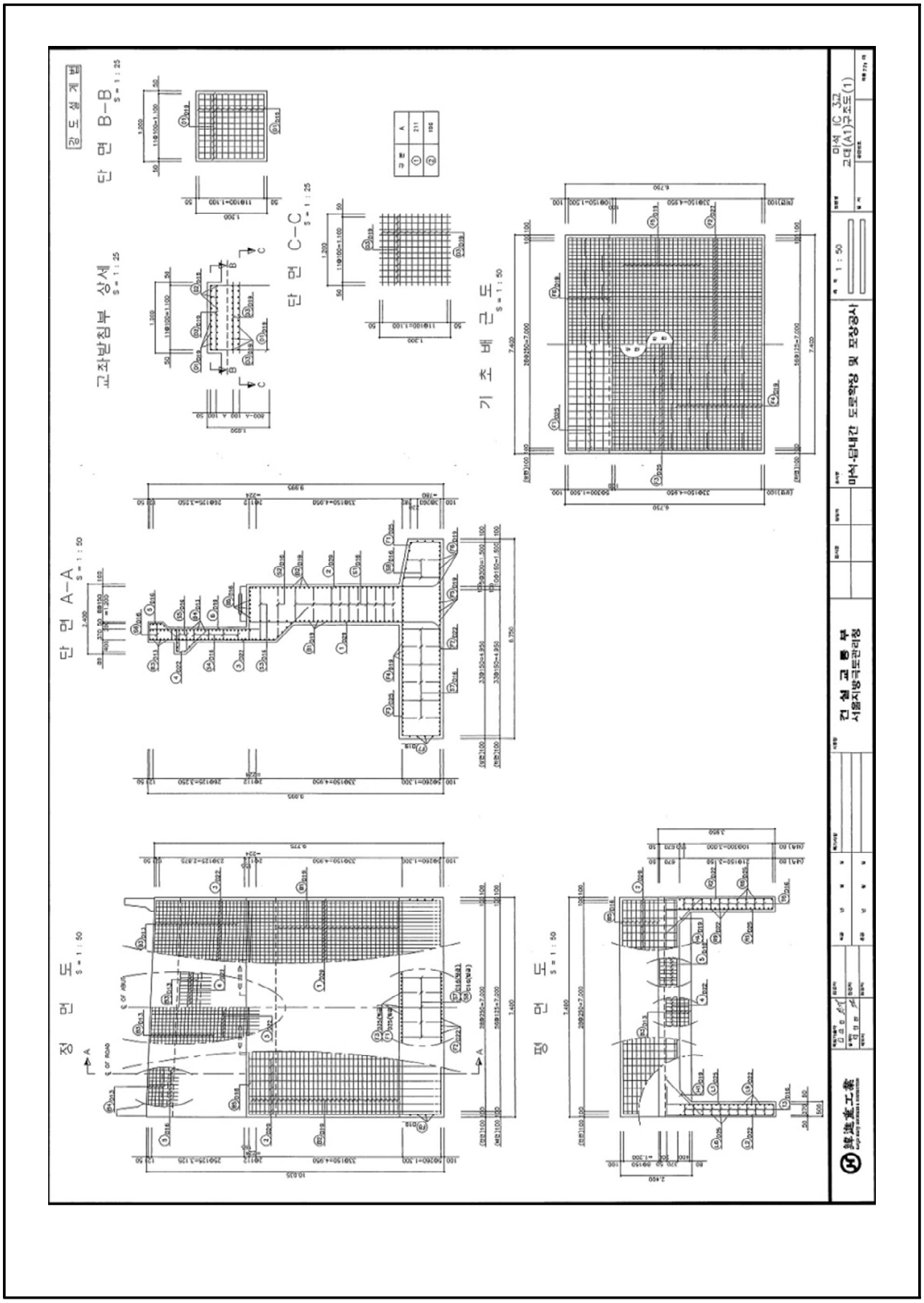
【그림 1.1.7】 강상형 상세도



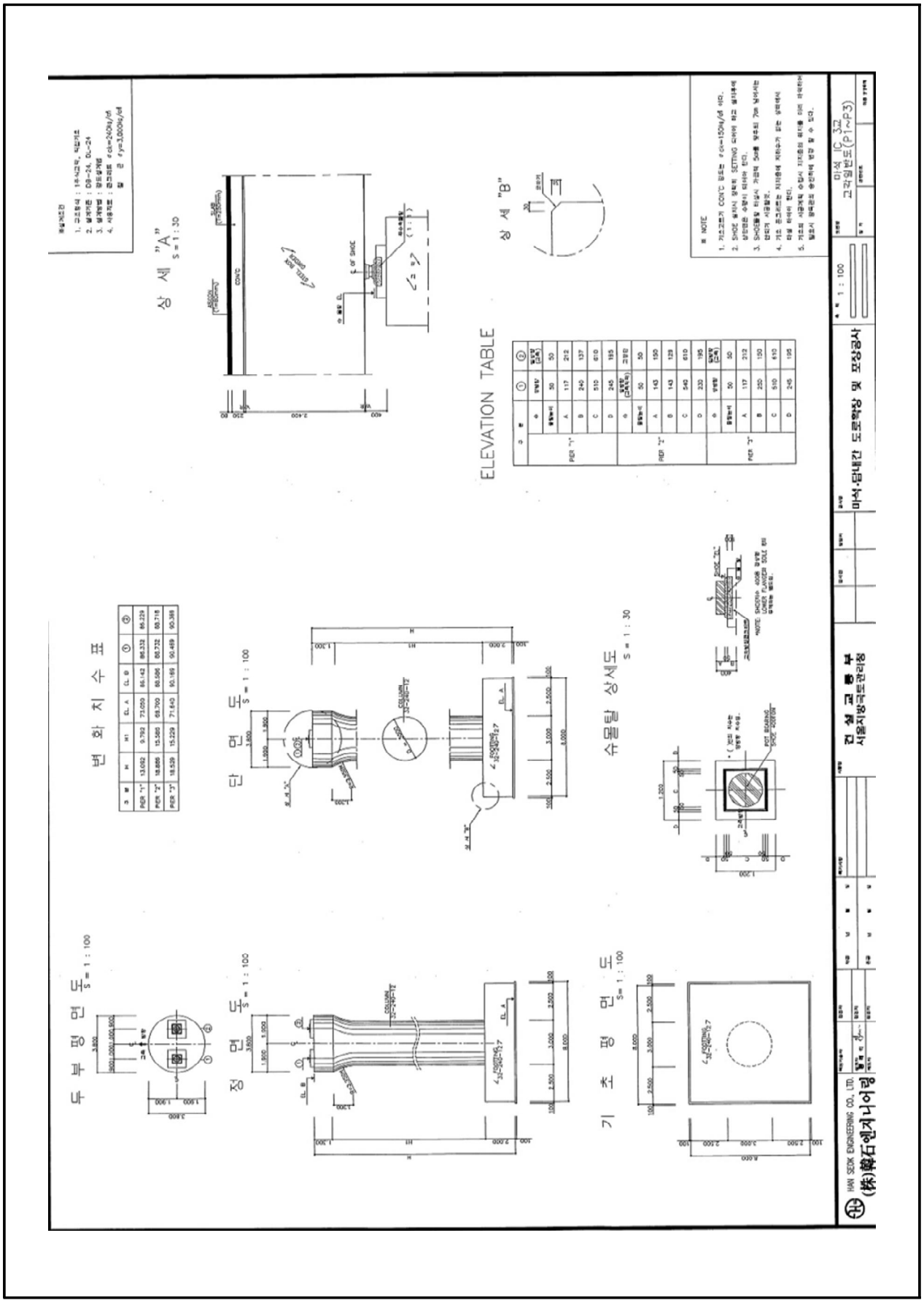
【그림 1.1.8】 강상형 단면도


시공순서도
상세 "B"
상세 "A"
날개벽
슈받침상세도
변화치수표
측면도
기초평면도
정면도
평면도
마석 IC 3교
교대(A1)일반도
마석-금남간 도로확장 및 포장공사
건설교통부
서울지방국토관리청
韓國高工業

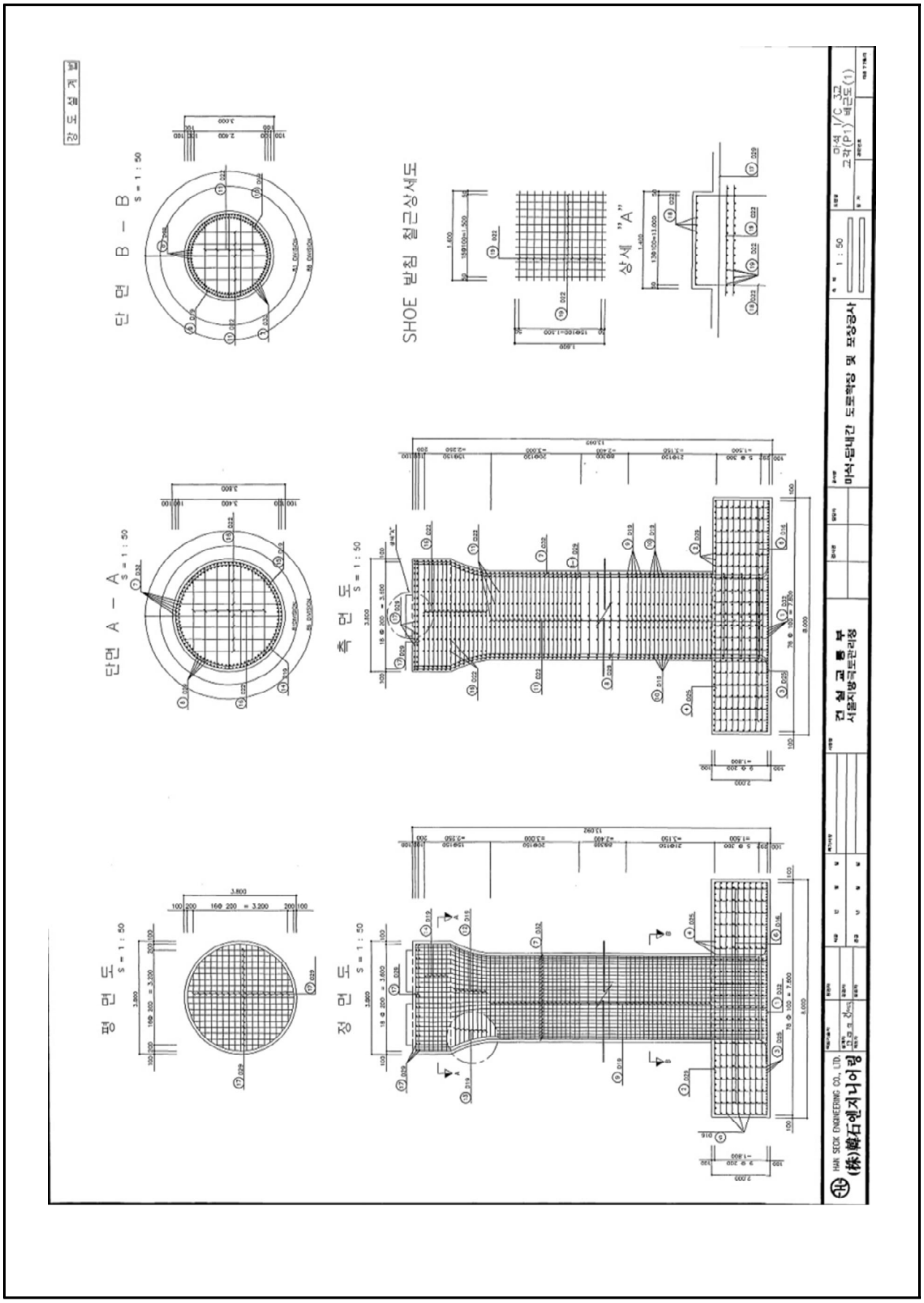
【그림 1.1.9】 교대 일반도



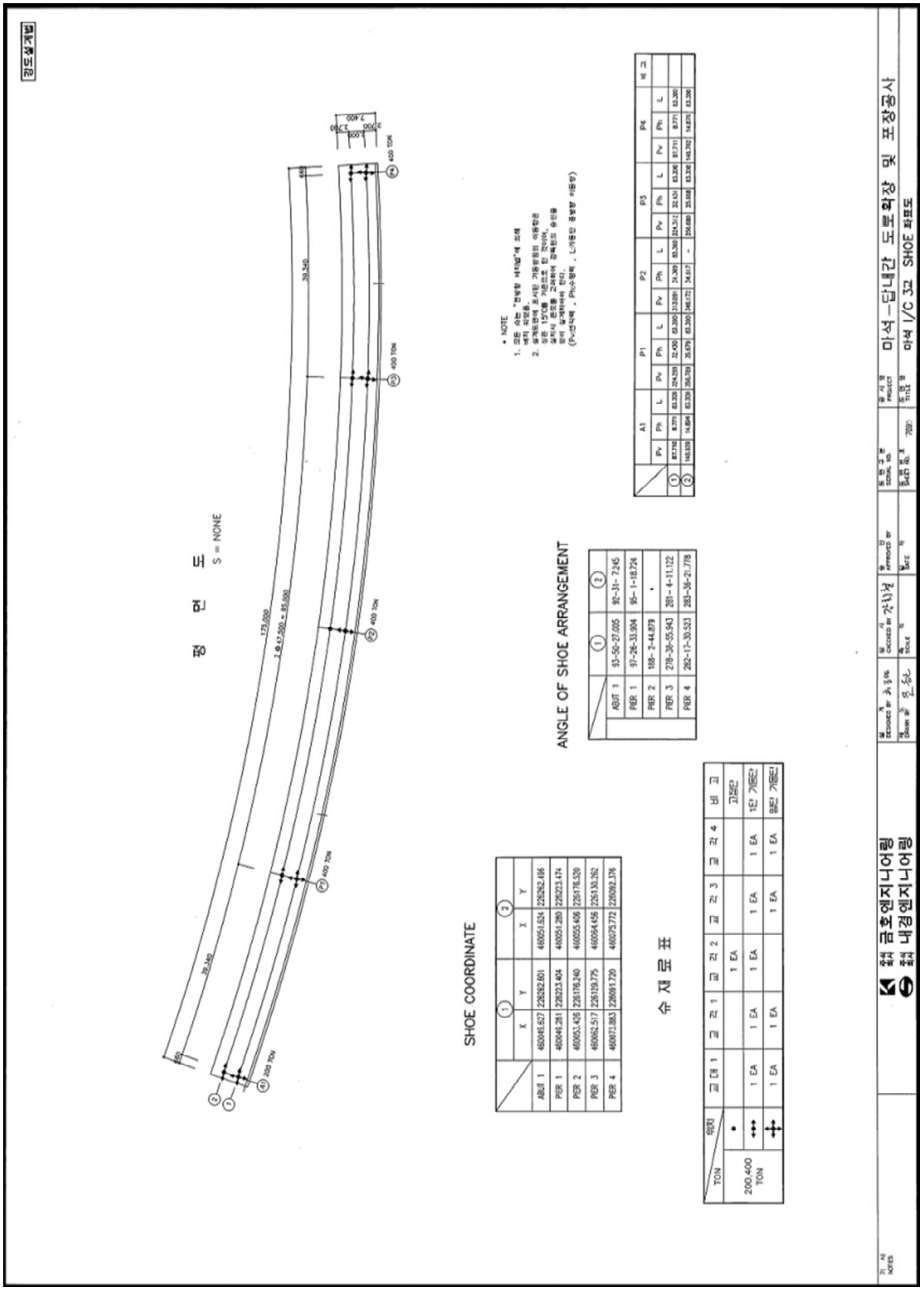
【그림 1.1.10】 교대 구조도



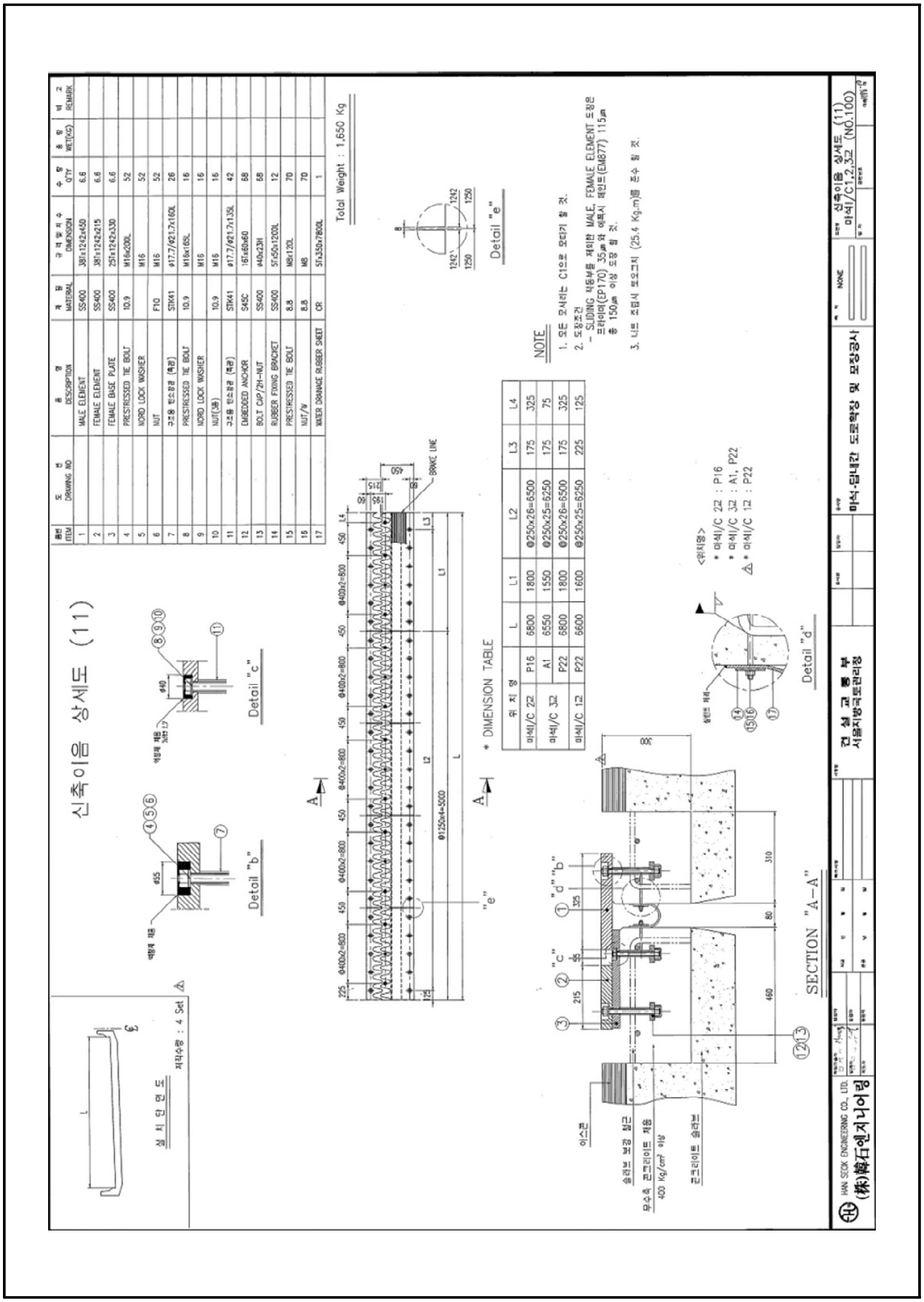
【그림 1.1.11】 교각 일반도



【그림 1.1.12】 교각 구조도



【그림 1.1.13】 교좌장치 배치도



【그림 1.1.14】 신축이음 상세도

1.2 자료수집 및 분석

시설물정보관리종합시스템(FMS)와 관리주체 자료수집 결과 구조계산서를 보유한 것으로 확인되었으나, 토질(지반)보고서는 시설물정보관리종합시스템(FMS)상의 오류로 확인이 불가한 것으로 확인되었다.

1.2.1 구조계산서 검토

<table>
<tr><th>구 분</th><th>구조물 현황, 제원 및 설계조건</th></tr>
<tr><td>교량현황</td><td>■교 량 명 : 마석IC 3교
■상부형식 : STB
■연 장 : 175.0m
■폭 원 : 7.400m
■교량등급 : 1등급(DB-24, DL-24)</td></tr>
<tr><td>설계기준</td><td>■도로교 표준시방서
■콘크리트 표준시방서
■철근콘크리트 설계편람
■도로설계요령</td></tr>
<tr><td>설계방법</td><td>■WSD(허용응력 설계법) : 철근콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법
■USD(강도 설계법) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될때에 콘크리트 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 하중계수 (LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법
■본 설계 적용 기준
- 강도 설계법 적용 : R.C 구조물(슬래브, 교각, 교대)
- 허용응력 설계법 적용 : 강합성구조물</td></tr>
<tr><td>적용설계 방 법</td><td>■강도 설계법 : 철근콘크리트
- 처짐, 균열 등을 고려한 사용성 확보
■허용응력 설계법 : 프리스트레스트 콘크리트, 강재구조물, 가설구조물
- 극한 상태에서 강도의 안전도 검토</td></tr>
<tr><td>하중조건</td><td>■강도 설계법
- 극한 하중을 적용
■허용응력 설계법
- 사용하중을 적용
- 사하중, 활하중, 충격하중, 크리프, 건조수축, 풍하중, 지진하중 등</td></tr>
<tr><td>사용재료</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">하중조건</th><th colspan="2">사용재료</th></tr>
<tr><th>상부</th><th>하부</th></tr>
<tr><td>■사하중
- 철근콘크리트 : 2.50 t/㎥
- 포장 : 2.30 t/㎥
- 강재 : 7.85 t/㎥
■활하중
- DB-24, DL-24</td><td>■콘크리트
- σck : 270kg/㎠
■철근
- SD40, σy : 4,000kg/㎠
■강재
- 주부재 : SWS 490
- 부부재 : SWS 400</td><td>■콘크리트
- σck : 240kg/㎠
■철근(SD30)
- σy : 3,000kg/㎠</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>검토결과</td><td>- 상부구조 검토결과, 발생력이 극한강도 이내인 것으로 검토되어 구조적인 안전성을 갖고 있는 것으로 평가됨
- 하부구조 검토결과, 발생력이 극한강도 이내인 것으로 검토되어 구조적인 안전성을 갖고 있는 것으로 평가됨</td></tr>
</table>

1.2.2 시설물 점검이력

대상 교량은 2종 시설물로서 2005년 12월 20일 준공 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며 그 결과에 의한 유지관리가 실시되고 있는 상태이다.

【표 1.2.1】 마석IC3교 점검이력사항

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
1	정밀안전점검	2004.07.29 ~2005.12.20	케이에스엠기술(주)	A등급	구조물의 전반적인 안전성에 영향을 미칠만한 구조적인 손상은 없음
2	정기안전점검	2006.06.19 ~2006.06.19	자체수행	양호	외관상 양호
3	정기안전점검	2006.06.26 ~2006.06.26	의정부국도유지건설사무소	양호	외관상 양호
4	정기안전점검	2006.11.01 ~2006.11.01	자체수행	양호	하자보수 요청
5	정기안전점검	2007.06.04 ~2007.06.04	자체수행	양호	전반적으로 양호
6	정밀안전점검	2007.06.26 ~2007.09.23	영동이앤지(주)	B등급	외관조사, 내구성조사 등의 결과를 토대로 판단할 때, 교량의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았음
7	정밀안전점검	2007.06.15 ~2007.10.23	영동이앤지(주)	B등급	교량의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않음
8	정기안전점검	2007.11.12 ~2007.11.12	자체수행	양호	전반적으로 양호
9	정기안전점검	2008.06.19 ~2008.06.19	자체수행	양호	전반적으로 양호
10	정기안전점검	2008.11.17 ~2008.11.17	의정부국도관리사무소	양호	전반적으로 양호
11	정기안전점검	2009.05.19 ~2009.05.19	의정부국도관리사무소	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 일부 손상에 대한 보수가 필요함
12	정밀안전점검	2009.02.26 ~2009.06.26	(주)이지엔지니어링	B등급	1) 내구성시험, 외관조사 등을 종합한 상태평가 결과 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태의 "B등급(0.155)" 으로 평가되었다. 2) 본 교량은 전반적으로 양호한 상태이나, 아스팔트 교면포장에 신규 발생된 포장균열 및 신축이음 길이부족으로 인한 하부구조로의 우수유입이 지속될 경우 2차적 손상이 우려되므로 교면 포장균열 보수 및 빗물받이 설치 등 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
13	정기안전점검	2009.11.23 ~2009.11.23	의정부국도관리사무소	양호	외관상 양호
14	정기안전점검	2010.05.26 ~2010.05.26	자체수행	양호	외관상 양호

【표 1.2.1】 마석IC3교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
15	정기안전점검	2010.12.13 ~2010.12.13	의정부국도관리 사무소	양호	외관상 양호
16	정기안전점검	2011.06.22 ~2011.06.22	의정부국도관리 사무소	양호	외관상 양호
17	정기안전점검	2011.11.01 ~2011.11.30	의정부국도관리 사무소	양호	외관상 양호
18	정기안전점검	2012.05.01 ~2012.06.30	자체수행	양호	외관상 양호
19	정밀안전점검	2012.04.30 ~2012.07.28	(주)이지엔지니어링	B등급	교면포장 포장균열 · 파손, 길어깨측 종방향 균열, 폐아스콘 및 식생, 방호벽 표면박리, 백태, 중분대 씰링재 마감불량, 바닥판하면 누수흔적 및 백태, 망상균열, 층분리, 신축이음장치 차수조인트 설치불량, 이물질퇴적, 교대 열화 및 박리, 종조인트 실링재 열화, 표면오염, 교각 표면오염 및 망상균열, 받침장치 Plate 부식, 배수구막힘 등의 국부적인 손상이외의 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상이 발생되지 않은 상태인 것으로 조사됨.
20	정기안전점검	2012.10.01 ~2012.11.29	자체수행	양호	전반적으로 양호하나 일부구간 손상발생
21	정기안전점검	2013.04.01 ~2013.06.30	자체수행	양호	외관상 양호
22	정기안전점검	2013.10.01 ~2013.11.30	자체수행	양호	전반적 상태 양호
23	정기안전점검	2014.02.01 ~2014.06.30	자체수행	양호	예산확보 후 조치예정
24	정밀안전점검	2014.06.11 ~2014.09.08	(주)다음기술단	B등급	포장면 아스콘 망상균열, 아스콘 마모, 이물질퇴적 및 체수// 방호벽 균열, 박리박락// 배수시설 배수구막힘// 신축이음장치 차수조인트 시공불량, 유도배수관 길이부족, 본체부식, 유간토사퇴적// 바닥판 균열 및 망상균열, 층분리, 박리박락, 측면 누수백태// 거더 층분리, 박리, 파손// 가로보 박리 및 들뜸, 균열// 받침장치 플레이트 부식 및 도장박리. 받침 몰탈균열// 교대 및 교각 균열 및 망상균열, 박리, 들뜸
25	정기안전점검	2014.08.01 ~2014.12.31	자체수행	양호	예산확보 후 조치예정
26	정기안전점검	2015.02.01 ~2015.06.30	자체수행	양호	양호
27	정기안전점검	2015.07.01 ~2015.12.31	자체수행	양호	양호

【표 1.2.1】 마석IC3교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
28	정밀안전점검	2016.03.29 ~2016.06.26	(주)다음기술단	B등급	포장면 아스콘 망상균열, 아스콘 마모, 이물질퇴적 및 체수// 방호벽 균열, 박리박락//배수시설배수구막힘//신축이음장치차수조인트시공불량,유도배수관길이부족,본체부식,유간토사퇴적//바닥판균열및망상균열,층분리,박리박락,측면누수백태//거더층분리,박리,파손//가로보박리및들뜸,균열//받침장치플레이트부식및도장박리.받침몰탈균열//교대및교각균열및망상균열,박리,들뜸
29	정기안전점검	2016.02.01 ~2016.06.30	자체수행	양호	양호
30	정기안전점검	2016.07.01 ~2016.12.31	자체수행	양호	양호
31	정기안전점검	2017.02.01 ~2017.06.30	자체수행	양호	양호
32	정기안전점검	2017.07.01 ~2017.12.31	자체수행	양호	양호
33	정기안전점검	2018.02.05 ~2018.06.30	자체수행	양호	양호
34	정밀안전점검	2018.06.28 ~2018.10.25	다윤이엔씨주식회사	B등급	・교면포장 : 아스콘 균열, 아스콘 마모, 아스콘 망상균열, 아스콘 패임 등 ・난간및연석:균열(0.3mm미만),박리,보수부재균열(0.3mm이상),파손등 ・바닥판하면:균열(0.3mm미만),누수및백태,망상균열및백태,박락등 ・거더및2차부재:파손,망상균열,파손및철근노출,균열(0.3mm미만)등 ・교대및교각:균열(0.3mm미만),균열(0.3mm이상),녹물오염,녹발생등 ・신축이음:유간토사퇴적,본체부식 ・교량받침:받침몰탈균열(0.3mm미만),받침장치도장박리,받침장치부식등 ・배수시설:배수구막힘,배수관이음부부식
35	정기안전점검	2018.07.01 ~2018.12.31	자체수행	양호	양호
36	정기안전점검	2019.04.01 ~2019.06.21	자체수행	보통	대체로 양호

【표 1.2.1】 마석IC3교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
38	정밀안전점검	2019.12.03 ~2020.04.10	(주)대한이앤씨	B등급	- 교면포장은 포장균열, 토사퇴적 등 발생 - 난간 · 연석은 균열, 보수부재균열, 박리, 박락, 백태, 델리네이터파손, 점검다리 파손, 파손 등 발생 - 배수시설은 배수구막힘 발생 - 신축이음은 본체부식, 토사퇴적, 후타재 균열 등 발생 - 바닥판은 균열(0.3mm이상), 철근노출, 녹오염, 백태, 부식 등 발생 - 주형 백태, 누수흔적, 실링재 미설치, 볼트무식, 조류배설물 퇴적, 부식 - 가로보는 상태양호 - 받침장치는 도장박리, 부식, 받침콘크리트 균열, 눈금자 고정핀 탈락 등 발생, 이동여유량 및 거동, 연단거리 적정 - 교각 및 교대는 균열, 보수부 재균열, 망상균열, 표면보수재 박리, 파손, 박리, 재료분리, 누수흔적, 녹물흔적, 백태, 토사퇴적 등 발생
39	정기안전점검	2020.02.01 ~2020.06.29	자체수행	보통	대체로 양호
40	정기안전점검	2020.10.05 ~2020.12.20	자체수행	보통	방호벽 파손
41	정기안전점검	2021.03.17 ~2021.06.30	자체수행	보통	아스콘 마모, 집수구 막힘
42	정밀안전점검	2021.03.19 ~2021.07.16	(주)동우기술단	B등급	-바닥판:균열(cw=0.3mm미만),데크플레이트부식및 백태,들뜸,철근노출 -거더:도장미흡,볼트부식,누수흔적,현장이음부틈,체수,조류배설물 -가로보:상태양호 -교대 · 교각:균열(cw=0.3mm미만),백태,박리,토사퇴적,표면오염등 -교량받침:받침콘크리트균열(cw=0.3mm미만),받침부식,받침도장박리등 -신축이음:본체부식,유간토사퇴적,커버블레이트볼트탈락,신축이음하부누수 -교면포장:포장균열,토사퇴적 -배수시설:배수구막힘 -방호벽:균열및보수부재균열(cw=0.3mm미만),백태,박리,박락,파손등 -점검시설:점검사다리파손

【표 1.2.1】 마석IC3교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
43	정기안전점검	2021.10.25 ~2021.12.17	자체수행	보통	접속부 아스콘 균열, 집수구 막힘 등
44	정기안전점검	2022.05.02 ~2022.06.24	자체수행	보통	접속부 아스콘 균열, 배수구 막힘 등
45	정기안전점검	2022.10.17 ~2022.12.09	자체수행	보통	접속부 아스콘 균열, 마모 등
46	정밀안전점검	2022.12.01 ~2023.06.26	한세이엔씨(주)	B등급	・바닥판 : 균열, 데크플레이트 부식, 백태, 층분리, 철근노출 등 ・SteelBoxGirder:도장미흡,볼트부식,누수흔적,현장이음부틈,체수,조류배설물등 ・가로보:상태양호 ・교대:균열,망상균열,백태,박리,층분리,토사퇴적,표면오염등 ・교각:균열(보수부포함),망상균열,백태,재료분리,파손,표면오염등 ・교량받침:받침콘크리트균열등 ・신축이음:토사퇴적,차수판볼트탈락등 ・교면포장:포장균열,토사퇴적등 ・배수시설:배수구막힘,그레이팅파손 ・방호벽:균열(보수부포함),망상균열,백태,박리등
47	정기안전점검	2023.01.01 ~2023.06.30	자체수행	보통	받침 콘크리트 균열 등
48	정기안전점검	2023.07.01 ~2023.12.31	자체수행	보통	토사 퇴적 등

1.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년06월)

구분		내용
용역명		· 국도37호선 장현2교 등 5개소 정밀안전점검
용역기간		· 2021. 03. 19. ~ 2021. 07. 16
용역사		· (주)동우기술단
외관조사	교면포장	· 포장 균열, 토사퇴적
	난간 및 연석	· 균열(cw=0.3㎜미만), 백태, 박리, 박락, 파손, 델리네이터 파손
	배수시설	· 배수구 막힘
	신축이음	· 본체 부식, 유간토사퇴적, 신축이음 하부누수, 커버 플레이트 볼트탈락
	바닥판	· 균열, 백태, 보수재 박리
	거더	· 도장미흡, 볼트부식, 누수흔적, 현장이음부 틈, 체수, 조류배설물
	가로보	· 상태양호
	교량받침	· 받침 콘크리트 균열(cw=0.3㎜미만), 부식, 도장박리, 눈금자 고정판 탈락 등
	교대/교각	· 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열, 재료분리, 백태, 박리, 파손, 보수부 박리, 토사퇴적, 표면오염 등
	점검시설	· 점검로 고정핀 탈락, 점검통로 및 출입시설 미설치
	기타시설	· 교량 하부 컨테이너 박스, 간이 화장실, 폐자재 등이 무단설치
비파괴 시험	강도	· 내구성 저하 및 콘크리트 품질불량에 의한 문제가 없는 양호한 상태
	탄산화	· 탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는 “a” 등급
종합의견		· 마석IC3교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B”로 평가됨. · 상태평가 결과를 통한 종합평가 결과 마석IC3교는 “B”로 평가됨.

1.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

1) 기존 점검 검토결과 정기적인 정기안전점검 및 정밀안전점검 등이 주기적으로 이루어진 것으로 확인되었으며, 기존 점검 중 발생된 주요 손상 구간에 대하여 면밀한 조사가 요구된다.

2) 금번 점검 시 중점적으로 관찰한 사항은 다음과 같다

① 데크플레이트 부식 진전 여부 확인

② 신축이음 교체 후 하부누수 발생 및 진전 여부 확인

③ 교대 흉벽 박리 단면보수 후 보수상태에 대한 점검

④ 교각 망상균열 표면처리 후 재손상 발생 여부

1.2.5 시설물 보수 이력

【표 1.2.2】 마석IC3교 보수이력사항

공사기간	공사 구분	구조물명	공사내역	시공자
2013.06.04 ~ 2013.11.30	보수	마석IC3교	-	부석종합건설(주)
2016.06.23 ~ 2017.09.15	보수	마석IC3교	강성포장	새다건설(주)
2021.03.29 ~ 2021.06.25	보수	마석IC3교	단면보수	주식회사 피앤엘
2022.06.20 ~ 2022.11.27	보수	마석IC3교	신축이음장치 교체(A1, No. 100 6.5m)	주식회사 라온이엔지

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
-	Y	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.			

1.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

1.2.8 하중변화 이력

준공이후 하중변화 이력은 없는 것으로 확인되었다.

1.2.9 자료수집 현황

안전성능, 내구성능 및 사용성능 평가를 위한 자료는 각 평가별 보고서 내에 수록하였다.

1.3 현장조사

1.3.1 개요

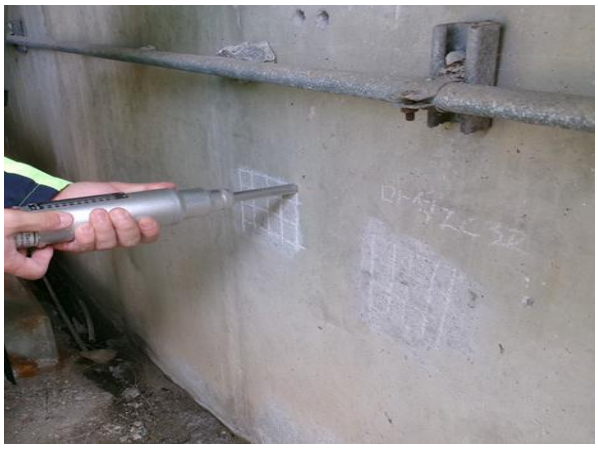
대상시설물에 대한 자료수집 및 전회 정밀안전점검 현장조사결과를 토대로 시설물의 상태현황 확인 및 성능평가 추가 조사를 실시하기 위하여 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보	2024.03.19.~2024.07.16.	

도보점검 작업사진

비파괴시험 작업사진



비파괴시험 작업사진

비파괴시험 작업사진

【사진 1.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

1.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 마석IC3교의 상부구조는 STEEL BOX형식이며, 바닥판은 철근콘크리트 구조로 측면 및 단부를 제외하고 데크플레이트로 마감되어 있는 것으로 확인되었으며, 외측 좌·우 캔틸레버부에는 우수의 흐름을 차단하기 위해 물끊기 홈이 설치되어 있다.

바닥판하면 전경	바닥판하면 전경

【사진 1.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과 균열(Cw=0.3㎜이상), 데크플레이트 백태 및 부식, 층분리, 철근노출 등이 발생한 것으로 조사되었다.

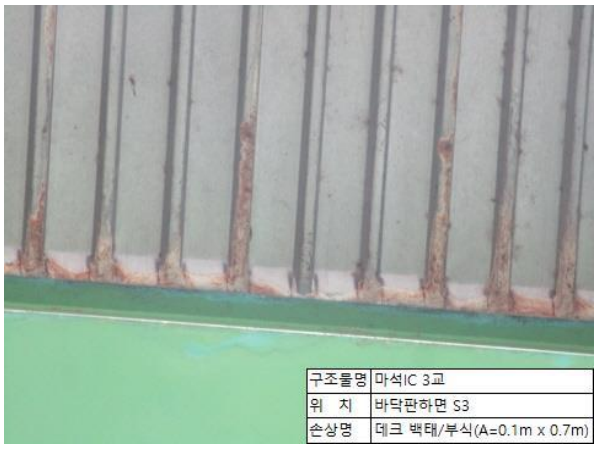
【표 1.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
바닥판 하면	균열(Cw=0.3㎜이상)	m	0.80	1	
	데크플레이트 부식 및 백태	㎡	36.11	110	
	열화 및 박리(t=10㎜)	㎡	1.30	4	
	층분리(t=30㎜)	㎡	0.20	1	
	철근노출(t=30㎜)	㎡	0.60	1	

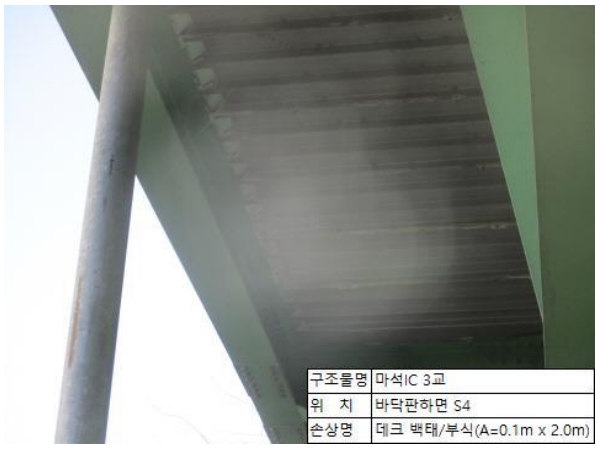
S1 철근노출 및 박락(0.5m×1.0m)

S1 데크플레이트 백태, 부식(0.2m×5.0m)

S2 열화, 박리(0.2m×1.5m)



S3 데크플레이트 백태, 부식(0.1m×0.7m)



S4 데크플레이트 부식(0.1m×2.0m, 6ea)

S4 들뜸(0.2m×1.0m)

【사진 1.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 검토의견

■ 균열

바닥판하면 단부에서 조사된 균열(cw=0.3mm이상)은 건조수축, 온도변화 등에 의한 비구조적 손상으로 주입보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

■ 데크플레이트 부식, 백태

바닥판하면 데크플레이트 부식 및 백태는 이전 점검과 비교하여 진전은 없는 것으로 확인되었으며, 향후 교면포장 상태에 따른 손상의 진전 여부에 대한 주기적인 점검을 실시하고, 손상 진전시 적절한 조치 등이 필요한 것으로 판단된다.

■ 단면손상(열화, 박리, 층분리, 철근노출)

바닥판하면 열화 및 박리, 층분리, 철근노출은 국부적 피복두께 부족, 신축이음 하부누수로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보 및 손상진전을 방지하기 위한 단면보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

나. 거더외부

1) 부재의 개요

■ 바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고 교량받침을 통하여 하부구조로 하중을 전달해 주는 역할을 하는 거더는 높이 2.4m, 폭 2.8m의 Steel Box 4경간에 1개소가 시공되어 있으며, 금회 거더 내부 및 외부에 대한 외관조사는 도보, 점검로, 사다리를 이용하여 근접 외관조사를 실시하였다.

거더에 대한 외관조사는 도장상태 및 부재변형, 단면감소 등의 손상 발생여부에 대해 중점적으로 조사를 실시하였다.

거더외부 전경	거더외부 전경

【사진 1.3.4】 거더외부 전경

2) 현장조사 결과

- 거더외부 외관조사 결과, 거더외부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.2】 거더외부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
거더외부	상태양호	–	–	–	

거더외부 상태양호	거더외부 상태양호

【사진 1.3.5】 거더외부 손상현황

3) 검토의견

- 거더외부는 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 거더내부

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고 교량받침을 통하여 하부구조로 하중을 전달해 주는 역할을 하는 거더는 높이 2.4m, 폭 2.8m의 Steel Box 4경간에 1개소가 시공되어 있으며, 금회 거더 내부 및 외부에 대한 외관조사는 도보, 점검로, 사다리를 이용하여 근접 외관조사를 실시하였다.

거더에 대한 외관조사는 도장상태 및 부재변형, 단면감소 등의 손상 발생여부에 대해 중점적으로 조사를 실시하였다.

거더내부 전경

거더내부 전경

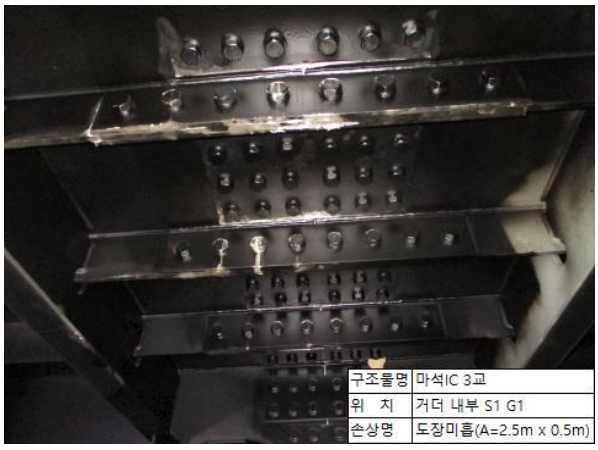
【사진 1.3.6】 거더내부 전경

2) 현장조사 결과

- 거더내부 외관조사 결과, 거더외부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 거더내부에 도장미흡, 볼트부식, 누수흔적, 현장이음부 틈, 조류배설물 등이 조사되었다.

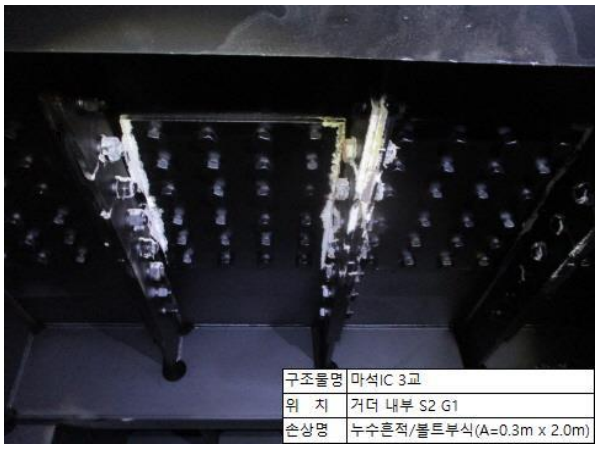
【표 1.3.3】 거더내부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
거더내부	도장미흡	㎡	7.50	8	
	볼트부식	EA	54.00	54	
	누수흔적	㎡	12.43	33	
	현장이음부 틈	EA	112.00	112	
	체수	㎡	-	-	
	조류배설물	㎡	0.93	3	

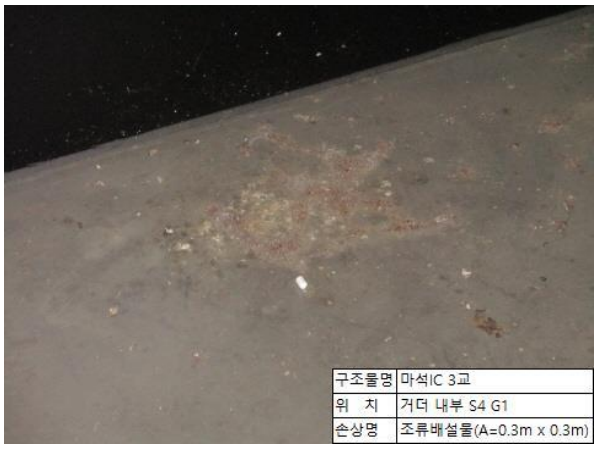


거더 내부 S1 G1 도장미흡(2.5m×0.2m)

거더 내부 S2 G1 현장이음부 틈(4EA)



거더 내부 S2 G1 누수흔적(0.3m×2.0m)



거더 내부 S4 G1 조류배설물(0.3m×0.3m)

【사진 1.3.7】 거더내부 손상현황

3) 검토의견

■ 도장미흡, 볼트부식, 누수흔적

거더내부에서 조사된 도장미흡, 볼트부식, 누수흔적은 공용기간 증가, 우수유입, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 내구성 확보를 위한 도장보수 등이 필요한 것으로 판단된다.

■ 조류배설물 퇴적

점검시 체수는 없는 것으로 확인되었으며, 조류 서식에 따른 조류배설물이 국부적으로 발생하여 청소 등을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

라. 가로보 및 세로보

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보 및 세로보는 STEEL로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

가로보 전경	세로보 전경

【사진 1.3.8】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 외관조사 결과, 가로보 및 세로보는 변형 및 도장손상 등이 발생하지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.4】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
가로보 및 세로보	상태양호	-	-	-	

가로보 상태양호	세로보 상태양호

【사진 1.3.9】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 검토의견

- 가로보 및 세로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교대

1) 부재의 개요

- 마석IC3교의 교대의 형식은 역 T형이며, 교각은 횃불형, π형으로 시공되어 있다. 교대 및 교각의 기초는 직접기초로 시공되어 있으며, 기초는 노출되지 않아 직접적인 확인은 불가한 상태이다.

A2 교대 전경	A2 교대 전경

【사진 1.3.10】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에서 균열(Cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 백태, 박리, 층분리, 토사퇴적, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.5】 교대 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
교대	균열(Cw=0.3㎜미만)	m	2.80	4	
	균열(Cw=0.3㎜이상)	m	2.00	2	
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	4.50	3	
	백태	㎡	1.90	4	
	박리(보수부 포함)(t=10㎜)	㎡	2.00	3	
	층분리(t=30㎜)	㎡	0.24	1	
	토사퇴적	㎡	0.48	1	
	표면오염	㎡	7.81	3	

A2 구체 균열(Cw=0.3㎜/1.0m)

A2 흉벽 층분리(1.0m×1.5m)

【사진 1.3.11】 교대 손상현황

A2 구체 균열(Cw=0.2㎜/0.8m, 2ea)

A2 흉벽 층분리(0.8m×0.8m)

A2 흉벽 망상균열(1.0m×1.5m)

A2 구체 균열(Cw=0.3㎜/1.0m)

【사진 1.3.11】 교대 손상현황(계속)

3) 검토의견

■ 교대 균열, 망상균열

교대에서 조사된 균열 및 망상균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 비구조적 균열로 균열폭에 따른 표면처리, 주입보수가 필요한 것으로 판단된다.

■ 교대 백태, 박리 및 층분리, 표면오염

백태, 박리 및 층분리, 표면오염은 공용기간 증가, 우수유입(신축이음 하부누수) 등에 의한 손상으로 이전 점검 이후 신축장치 교체가 실시되었으며, 내구성 확보 차원의 단면보수, 표면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

바. 교각

1) 부재의 개요

- 마석IC3교의 상부구조를 지지하는 구조물인 교각(P1~P3, P22(종점부))은 총 4기가 직접기초로 시공되었으며, 구조물의 유지관리를 위한 점검로가 설치된 것으로 확인되었다.

금회 교각에 대한 외관조사는 균열 및 단면손상(박리, 박락, 파손) 등에 대해 중점적으로 조사를 실시하였으며, 도보 및 사다리, 점검로 등을 통해 최대한 근접하여 외관조사를 실시하였다.

P1, P22 교각 전경

P4 교각 전경

【사진 1.3.12】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 및 교각에 대한 외관조사 결과 균열(Cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 백태, 박리, 층분리, 재료분리, 파손, 토사퇴적, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.6】 교각 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
교각	균열(보수부 포함)(Cw=0.3㎜미만)	m	15.80	15	
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	13.77	9	
	백태	㎡	1.20	1	
	재료분리(t=30㎜)	㎡	0.75	1	
	파손(t=30㎜)	㎡	0.01	1	
	표면오염	㎡	5.00	2	

P22 기둥 망상균열(1.5m×1.0m)

P1 코핑 균열(Cw=0.2㎜/0.6m)

P2 기둥 균열(Cw=0.2㎜/3.0m)

P3 기둥 재료분리(0.5m×1.5m)

【사진 1.3.13】 교각 손상현황

3) 검토의견

■ 교각 균열, 망상균열

교각에서 조사된 균열 및 망상균열은 발생위치 및 형태로 보아 건조수축 및 온도변화에 의한 비구조적 균열로 표면처리 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

■ 백태, 표면오염

백태 및 표면오염은 신축이음 하부누수 및 공용기간 증가 등에 의해 발생하였으나, 금회 점검시 신축이음장치 교체가 이루어진 것으로 확인되어 손상에 대한 주기적인 검검 및 관찰 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

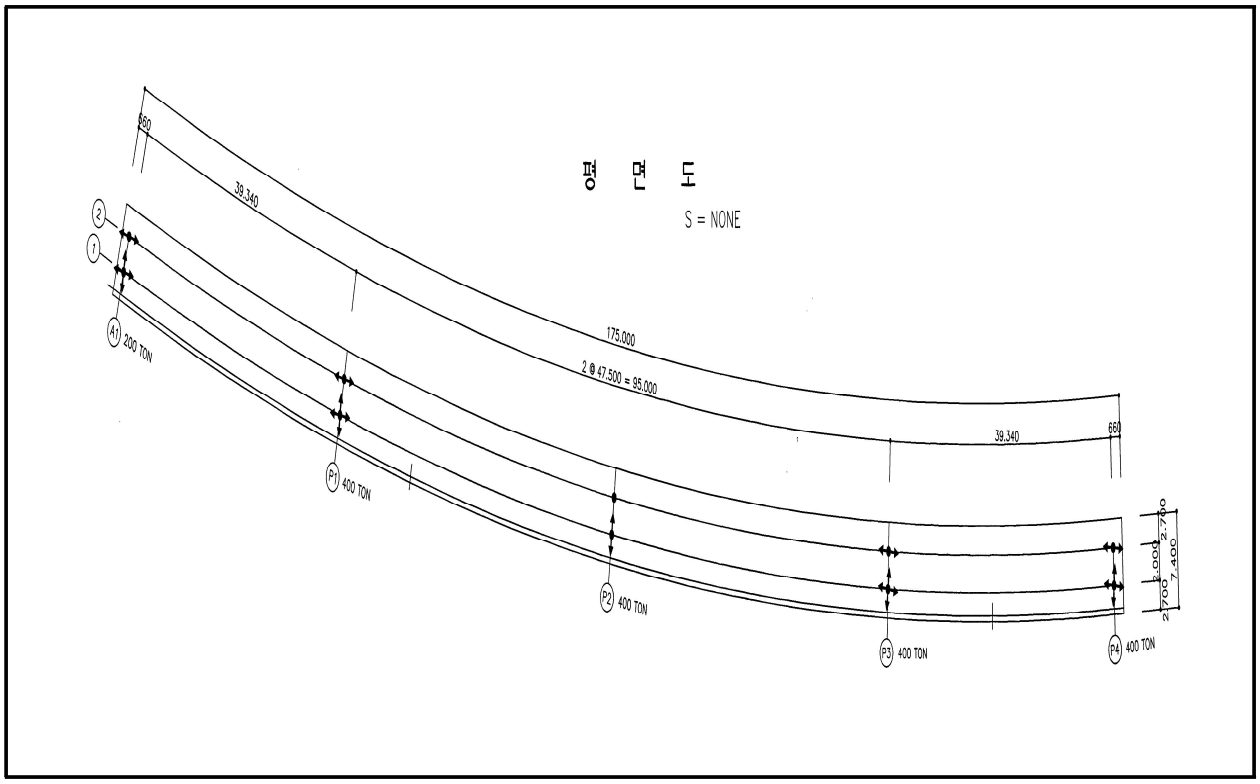
■ 단면손상(재료분리, 파손)

단면손상(재료분리, 파손)은 다짐부족 및 외부충격 등에 의해 발생된 것으로 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 교량받침은 상부구조에 작용하는 하중을 하부에 전달하는 기능을 수행하는 부재로 마석IC3교는 포트받침으로 양방향8개소, 일방향 1개소, 고정단 1개소 등 총 10개소가 설치되어 있다.



【그림 1.3.1】 교량받침 배치도

교량받침(고정단)

교량받침(양방향 가동단)

교량받침(일방향 가동단)

【사진 1.3.14】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침 외관조사 결과, 가동불량 등은 발생하지 않은 것으로 확인되었으나, 받침 콘크리트 균열, 눈금자 고정판 탈락 등이 조사되었다.

【표 1.3.7】 교량받침 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
교량 받침	부식	EA	-	-	
	도장박리	EA	-	-	
	균열(Cw=0.3㎜미만)	m	0.90	3	
	눈금자 고정판 탈락	EA	1.00	1	

P2 Sh1 눈금자 고정판 탈락(1ea)

P3 Sh2 받침콘크리트 균열(Cw=0.1㎜/0.3m)

P1 받침 부식 임시조치(도장보수) 전 현황

P1 받침 부식 임시조치(도장보수) 전 현황

【사진 1.3.15】 교량받침 손상현황

3) 검토의견

■ 받침콘크리트 균열

받침콘크리트에서 조사된 균열은 cw=0.3mm미만의 균열로 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생한 손상으로 표면처리 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

■ 받침부식, 도장박리

받침부식 및 도장박리는 공용기간 증가 및 지속적인 우수유입에 의한 손상으로 금회 점검시 임시조치(도장보수)를 실시하였으나, 지속적인 점검 및 관찰을 통한 재손상 발생여부에 대한 확인이 필요한 것으로 판단된다.

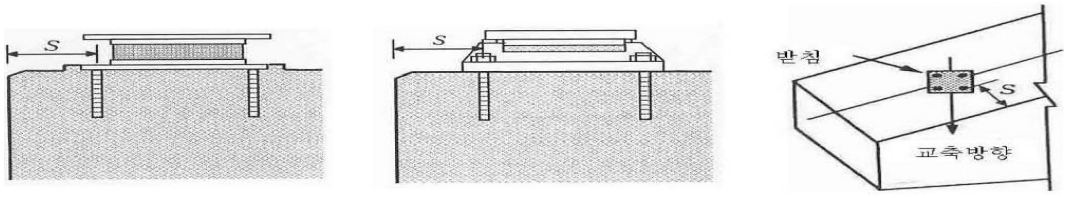
■ 눈금자 고정핀 탈락

눈금자 고정판 탈락은 효율적인 교량받침 가동상태 파악을 위하여 재설치하는 것이 바람직 할것으로 판단된다.

4) 연단거리 검토

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

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



(a) 고무받침 (b) 강재받침 (c) 사교, 곡선교

① 거더의 경간길이 100m 이하 : S(㎜)=200+5L

② 거더의 경간길이 100m 이상 : S(㎜)=300+4L

여기서, S : 받침연단거리(cm), L : 거더의 경간길이(m)

• 연단거리 산출 : S(400㎜)=200+5×40

S(437.5㎜)=200+5×47.5

【그림 1.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

【표 1.3.8】 연단거리 측정 결과

구분		실측 연단거리		최소 연단거리 (㎜)	비고
		SH1	SH2		
P22	A2방향	660	660	400.0	양호
P1	P22방향	1130	1130	437.5	양호
	A2방향	1120	1120	437.5	양호
P2	P22방향	1110	1110	437.5	양호
	A2방향	1110	1110	437.5	양호
P3	P22방향	1120	1120	437.5	양호
	A2방향	1125	1125	437.5	양호
A2	P22방향	550	550	400.0	양호
검토 결과	·마석IC3교의 연단거리 측정 결과 전 개소 최소연단거리 이상을 확보하는 것으로 조사되었다.				

① 연단거리 검토의견

■ 연단거리 측정결과 ‘시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(교량편)’에서 제시하고 있는 연단거리 기준을 만족하는 상태로 조사되었다. 따라서, 안전성을 확보한 상태로 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 판단된다.

5) 교량받침 신축거동상태 검토

- 받침장치의 가동 여유량 검토는 준공 후 약 19년이 경과되어 교량의 신장 및 수축에 의해 안정화가 이루어진 상태이므로 건조수축, 크리프 등은 검토에서 배제하였고, 현 상태에서 신축이음의 신축에 가장 지배적인 온도에 의한 이동량을 계산하여 유간 확보 여부에 대한 검토를 실시하였다.

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 1.3.9】 교량받침 온도변화에 의한 이동량 산정

위 치	온도변화(⊿T)		선팽창 계수 (α)	신축 거더 길이 (L)	온도에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량(㎜)	교량받침 계산이동량(㎜)	
	동절기 (℃)	하절기 (℃)			동절기	하절기		동절기 (최대수축시)	하절기 (최대신장시)
P22	15.3	44.7	1.2×10^{-5}	87.5	16.1	46.9	−	16.1	46.9
P1	15.3	44.7	1.2×10^{-5}	47.5	8.7	25.5	−	8.7	25.5
P2	고정단								
P3	15.3	44.7	1.2×10^{-5}	47.5	8.7	25.5	−	8.7	25.5
A2	15.3	44.7	1.2×10^{-5}	87.5	16.1	46.9	−	16.1	46.9

【표 1.3.10】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

구 분		점검당시 실측이동량 (㎜)	최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침이동 허용량 (㎜)	검토 결과
			최대 수축 이동량	최대 신장 이동량	수축 여유량	신장 여유량		
A1	Sh1	−18	16.1	46.9	32	68	±50.0	O.K
	Sh2	−20	16.1	46.9	30	70	±50.0	O.K
P1	Sh1	−15	8.7	25.5	35	65	±50.0	O.K
	Sh2	−15	8.7	25.5	35	65	±50.0	O.K
P2	고정단							
P3	Sh1	−5	8.7	25.5	45	55	±50.0	O.K
	Sh2	−5	8.7	25.5	45	55	±50.0	O.K
A2	Sh1	−3	16.1	46.9	47	53	±50.0	O.K
	Sh2	−3	16.1	46.9	47	53	±50.0	O.K

※ 실측이동량 : (+)신장, (−)수축

② 교량받침 이동량 검토의견

- 받침장치부에 대한 여유량 검토결과 교량받침 전체에서 온도변화에 따른 이동여유량이 확보된 상태로 검토되었다.

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 신축이음장치는 상부구조의 온도변화에 따른 신축 및 콘크리트의 재령에 따른 크리프와 건조수축 및 활하중에 의한 처짐 등으로 인한 변형을 원활하게 수용하고 차량 주행에 지장이 없도록 설치한 장치이며, 마석IC3교의 신축이음장치는 강핑거조인트(P22, A2)로 설치되어 있다.

P22 신축이음장치 전경	A2 신축이음장치 전경

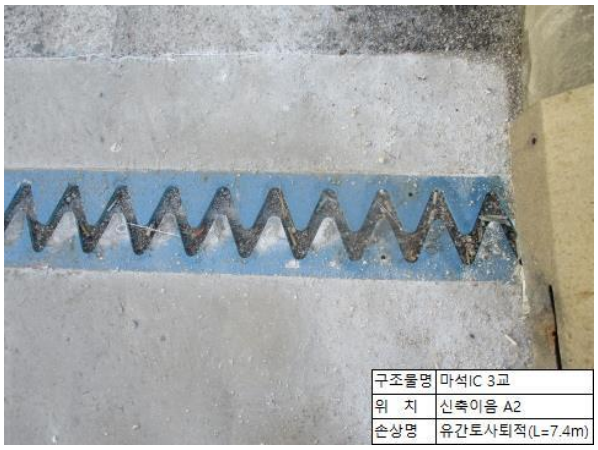
【사진 1.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 외관조사 결과, 2022년 신축이음장치는 교체가 이루어진 것으로 확인되었으며, 국부적으로 유간토사퇴적, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.11】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
신축이음	본체부식	㎡	–	–	
	하부누수	m	–	–	
	유간토사퇴적	m	13.90	2	
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	

	
P22 유간토사퇴적(L=6.5m)	A2 유간토사퇴적(L=6.5m)

【사진 1.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 검토의견

■ 유간 토사퇴적

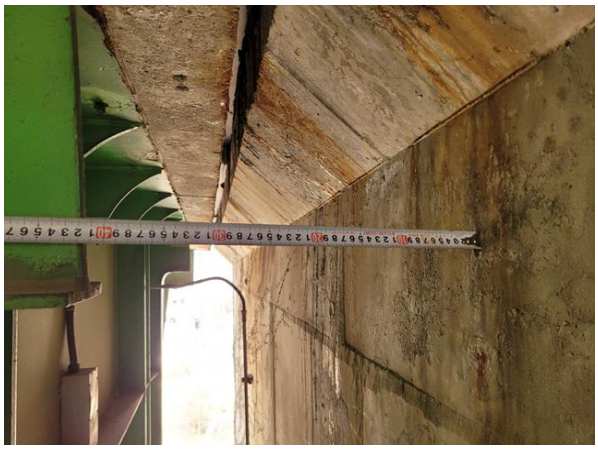
유간 토사퇴적은 공용기간 증가, 차량반복통행 등에 의해 발생된 것으로 교량의 원활한 신축거동을 위하여 주기적인 청소를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

■ 신축이음의 유간검토는 준공 후 약 19년이 경과되어 교량의 신장 및 수축에 의해 안정화가 이루어진 상태이므로 시공전후 신축이음 설치시 필요한 건조수축, 크리프, 그리고 부가여유량 및 설치여유량 등은 검토에서 배제하였고, 현 상태에서 신축이음의 신축에 가장 지배적인 온도에 의한 이동량을 계산하여 유간 확보 여부에 대한 검토를 실시하였다.

■ 신축이음 유간 계산시 온도변화량은 한랭지방 콘크리트교 기준(-15℃ ~ +35℃)을 적용하였다. 신축이음 유간 측정시(2022년 12월 13일) 일평균기온(-6.3℃)을 기준으로 실측온도차를 산출하였고, 이 값을 적용온도변화(⊿T)에 적용하여 온도변화에 의한 이동량을 산출하였다.

신축이음 유간 측정 전경	바닥판 하면 유간 측정 전경
	
거더(상) 유간 측정 전경	거더(하) 유간 측정 전경

【사진 1.3.18】 신축이음 유간측정

【표 1.3.12】 신축이음 온도변화에 의한 변화량 계산

구 분	온도변화(⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축길이 (L)	온도변화에 의한 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기	하절기
P22	15.3	44.7	1.2×10−5	87.5	16.1	46.9
A2	15.3	44.7	1.0×10−5	87.5	16.1	46.9

【표 1.3.13】 신축이음장치 유간 측정결과

구 분		계산 이동량(㎜)		실측유간 (㎜)	허용량 (㎜)	신축 여유량(㎜)		검토 결과
		동절기	하절기			동절기	하절기	
P22	신축이음장치	16.1	46.9	65.0	100.0	18.9	18.1	OK
	바닥판	16.1	46.9	90.0	-	-	43.1	OK
	거더 상부	16.1	46.9	370.0	-	-	323.1	OK
	거더 하부	16.1	46.9	340.0	-	-	293.1	OK
A2	신축이음장치	16.1	46.9	65.0	100.0	18.9	18.1	OK
	바닥판	16.1	46.9	90.0	-	-	43.1	OK
	거더 상부	16.1	46.9	440.0	-	-	393.1	OK
	거더 하부	16.1	46.9	410.0	-	-	363.1	OK

5) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간측정결과 측정일 일평균온도에서 측정된 신축유간은 신축유간 온도변화에 따른 이론식으로 산정한 결과 전 개소 최소 필요 유간 이상을 확보하고 있는 것으로 평가되어 온도차에 따른 신축거동에는 문제가 없을 것으로 검토되었다.
- 주기적인 점검을 통한 신축 여유량을 조사하여 구조물 및 차량 안전성 확보여부를 검토 하여야 한다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 본 교량의 교면포장은 T=50mm의 콘크리트로 시공되어 있으며, 차도는 편도 1차로로 구성되어 있다.

교면포장 전경	교면포장 전경

【사진 1.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

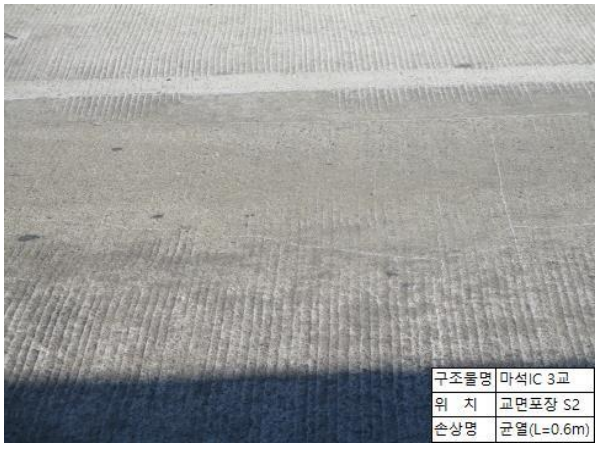
- 교면포장 외관조사 결과, 포장 균열, 토사퇴적 등이 조사되었다.

【표 1.3.14】 교면포장 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
교면 포장	포장균열	m	8.50	6	
	토사퇴적	㎡	160.00	4	

S1 포장 균열(L=2.0m)

S1 포장 토사퇴적(1.0m×40.0m)



S2 포장 균열(L=0.6m)

S4 포장 토사퇴적(1.0m×40.0m)

【사진 1.3.20】 교면포장 손상현황

3) 검토의견

■ 포장균열

포장 균열은 cw=0.3mm미만의 미세균열이고, 연장성이 짧은 것과 손상의 위치 및 기 점검 조사 이력 등을 감안 할 때 시공초기 건조수축이 주된 원인인 것으로 판단된다. 손상규모가 미소하고, 균열부 주위로 추가적인 손상이 없는 점을 감안할 때 주의관찰을 통한 유지관리가 바람직하다.

■ 토사퇴적

교면포장 갓길에서 확인된 토사퇴적은 방치할 경우 체수, 물고임 등을 발생시킬 우려가 있으므로, 원활한 배수기능 확보를 위해 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 마석IC3교 배수시설은 양측 노견측에 설치된 배수구를 통해 집수된 교면수를 하부로 배출하도록 설치되어 있다.

배수구 전경	배수관 전경

【사진 1.3.21】 배수시설 전경

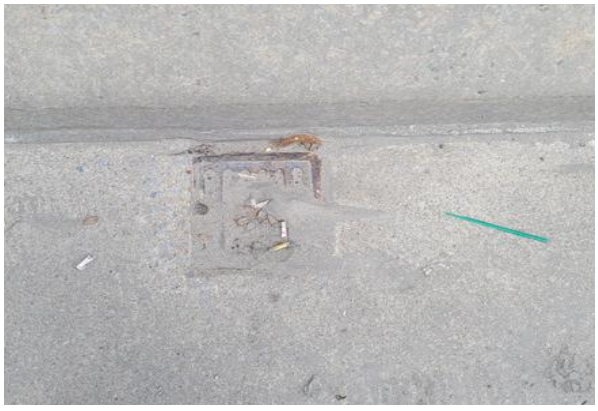
2) 현장조사 결과

- 외관조사 결과 국부적인 배수구 막힘, 그레이팅 파손 등이 조사되었다.

【표 1.3.15】 배수시설 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
배수 시설	배수구 막힘	EA	2.00	2	
	그레이팅 파손	EA	1.00	1	

S4 배수구 막힘 및 그레이팅 파손



S4 배수구 막힘 및 그레이팅 파손

【사진 1.3.22】 배수시설 손상현황

3) 검토의견

- 배수구 막힘, 그레이팅 파손

그레이팅 파손에 의한 배수구 막힘이 발생되어 주행차량의 안전 확보를 위하여 주기적인 청소 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

카. 방호벽

1) 부재의 개요

- 방호벽은 통행차량의 이탈방지, 사고 시 완충작용 등의 기능을 목적으로 하는 부재로서 좌·우측에 철근콘크리트 방호벽이 시공되어 있으며, 우측 방호벽 상단에 방음판이 설치되어 있다. 『도로안전시설 설치 및 관리지침(차량방호 안전시설편, 2021.06)』을 만족하고 있는 것으로 조사되었다.

방호벽 및 방음벽 전경

방호벽 및 방음벽 전경

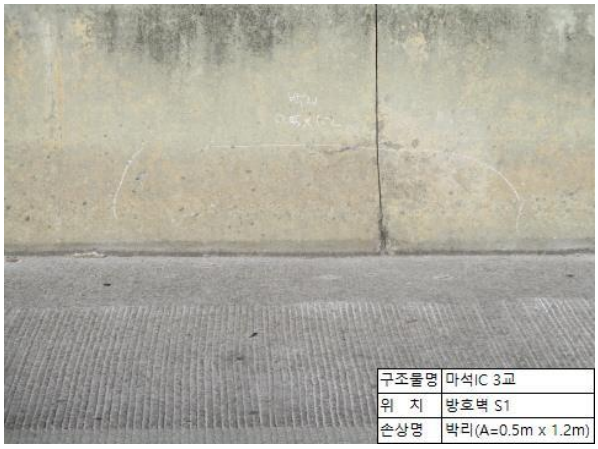
【사진 1.3.23】 방호벽 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 단면손상(박리, 박락, 층분리, 파손), 반사판 파손 등이 조사되었다.

【표 1.3.16】 방호벽 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
방호벽	균열(보수부 포함)(Cw=0.3㎜미만)	m	43.50	41	
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	1.00	1	
	백태	㎡	0.12	1	
	반사판 파손	EA	14.00	14	
	박리(t=10㎜)	㎡	3.50	3	
	단면손상(박락, 층분리, 파손)(t=30㎜)	㎡	8.76	21	

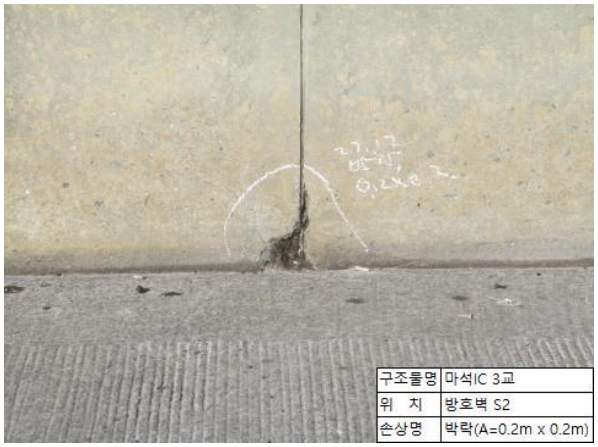


S1 방호벽 박리(0.5m×1.2m)

S1 방호벽 보수부 재균열(Cw=0.2㎜/1.2m)

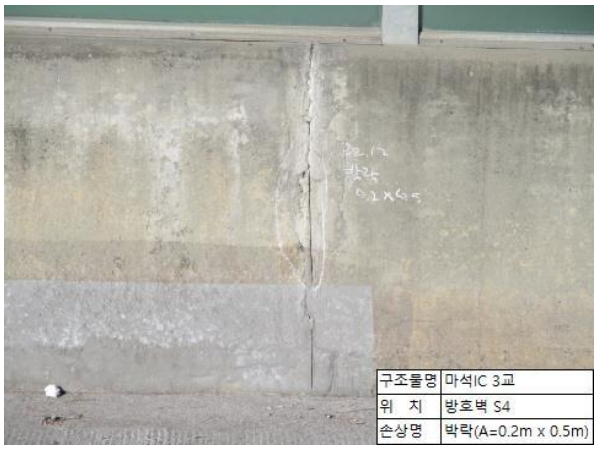
【사진 1.3.24】 방호벽 손상현황

S2 방호벽 망상균열(1.0m×1.0m)



S2 방호벽 박락(0.2m×0.2m)

S3 방호벽 균열(Cw=0.1㎜/1.2m)



S4 방호벽 박락(0.2m×0.5m)

【사진 1.3.24】 방호벽 손상현황(계속)

3) 검토의견

■ 균열, 균열부백태

방호벽 균열 손상은 공용기간 증가와 콘크리트의 재료적 특성 및 부재의 위치적 특성에 따른 우수·일사열 등에 의한 건습반복, 환경적 온도변화 등에 의해 발생된 손상으로 일부 균열은 백태를 동반한 것으로 확인되었다. 균열의 진전 및 확대 방지를 위해 균열폭에 따른 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

■ 단면손상(박리, 박락, 층분리, 파손)

단면손상(박리, 박락, 층분리, 파손)은 외부충격, 다짐부족, 제설제 영향 등에 의해 발생된 손상으로 주의관찰 후 일괄적인 단면보수가 필요한 것으로 판단된다.

■ 반사판 파손

방호벽에 설치된 반사판 파손은 외부 충격 등에 의한 손상으로 향후 주행차량의 안전 확보를 위해 재설치 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 마석IC3교의 점검시설은 교각에 점검통로와 점검사다리가 설치된 상태이며, 교량상부에 설치된 수직형 사다리로 출입이 가능하다.

점검사다리 전경	점검통로 전경

【사진 1.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 본교 교각에 설치된 점검로는 설계지침의 기준에 준하여 설치되었으며, 외관상태 및 고정상태는 전반적으로 양호한 상태이나 방호벽에 설치된 점검사다리가 파손된 것으로 조사되었다.

【표 1.3.17】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	금회		비고
			물량	개소	
점검시설	점검사다리 파손	EA	3.00	3	

점검사다리 파손(1EA)	점검사다리 파손(1EA)

【사진 1.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 검토의견

▪ 점검시설 손상(점검사다리 파손)

점검시설에 발생한 점검사다리 파손은 시공미흡으로 인해 발생한 손상으로 점검을 위해 출입하는 점검자의 안전에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되나, 손상의 진전 및 확대 여부를 주의관찰하고 향후 관리주체의 유지관리계획에 맞추어 적절한 조치가 필요하다.

파. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

추락방지시설 점검결과 점검시설의 설치상태는 전반적으로 양호한 것으로 확인되었으나, 일부 경미한 결함 등이 발생한 상태로 관련 상세내용은 본 장의 “3.1.1 부재별 외관조사 결과(카. 교량점검시설)”에 조사결과를 상세 기술하였다.

2) 도로포장

도로포장 점검결과 차량 주행에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않은 상태이나, 전반적인 포장균열 및 토사퇴적 손상이 발생된 상태로 관련 상세내용은 본 장의 “3.1.1 부재별 외관조사 결과(아. 교면포장)”에 조사결과를 상세 기술하였다.

3) 도로부 신축이음부

도로부 신축이음부 점검결과 유간 토사퇴적, 본체부식, 하부누수, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 조사되었으며, 관련 상세내용은 본 장의 “3.1.1 부재별 외관조사 결과(사. 신축이음장치)”에 조사결과를 상세 기술하였다.

4) 환기구 등의 덮개

환기구 덮개에 해당되는 부재는 없는 것으로 조사되었으며, 공중이 이용하는 부위의 환기구 덮개에 대한 항목은 상태평가에서 제외하였다.

1.3.3 외관조사 총괄표

【표 1.3.18】 금회 점검 손상물량 집계표

부재	손상내용	손상물량			조치방안	비고
		단위	물량	개소		
바닥판 하면	균열(Cw=0.3㎜이상)	m	0.80	1	주입보수	
	데크플레이트 부식 및 백태	㎡	36.11	110	주의관찰	
	열화 및 박리(t=10㎜)	㎡	1.30	4	단면보수(t=10㎜)	
	층분리(t=30㎜)	㎡	0.20	1	단면보수(t=30㎜)	
	철근노출(t=30㎜)	㎡	0.60	1	단면보수+방청(t=30㎜)	
거더외부	상태양호	-	-	-	-	
거더내부	도장미흡	㎡	7.50	8	도장보수	
	볼트부식	㎡	54.00	54	도장보수	
	누수흔적	㎡	12.43	33	주의관찰	
	현장이음부 틈	EA	112.00	112	실링처리	
	조류배설물	㎡	0.93	3	청소	
가로보및세로보	상태양호	-	-	-	-	
교대	균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	1.05	4	표면처리	
	균열(Cw=0.3㎜이상)	m	3.00	2	주입보수	
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	6.75	3	표면처리	
	백태	㎡	2.85	4	표면처리	
	박리(보수부포함)(t=10㎜)	㎡	3.00	3	단면보수(t=10㎜)	
	층분리(t=30㎜)	㎡	0.36	1	단면보수(t=30㎜)	
	토사퇴적	㎡	0.72	1	주의관찰	
	표면오염	㎡	11.72	3	표면처리	

【표 1.3.18】 금회 점검 손상물량 집계표(계속)

부재	손상내용	손상물량			조치방안	비고
		단위	물량	개소		
교각	균열(보수부포함)(Cw=0.3㎜미만)	㎡	5.93	15	표면처리	
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	20.66	9	표면처리	
	백태	㎡	1.80	1	표면처리	
	재료분리(t=30㎜)	㎡	1.13	1	단면보수(t=30㎜)	
	파손(t=30㎜)	㎡	0.02	1	단면보수(t=30㎜)	
	표면오염	㎡	7.50	2	표면처리	
교량받침	균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	0.34	3	표면처리	
	눈금자 고정판 탈락	EA	1.00	1	주의관찰	
신축이음	유간토사퇴적	m	20.85	2	청소	
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	주의관찰	
배수시설	배수구 막힘	EA	2.00	2	청소	
	그레이팅 파손	EA	1.00	1	그레이팅 재설치	
방호벽	균열(보수부포함)(Cw=0.3㎜미만)	㎡	43.50	41	표면처리	
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	1.00	1	표면처리	
	백태	㎡	0.12	1	표면처리	
	반사판 파손	EA	14.00	14	반사판 재설치	
	박리(t=10㎜)	㎡	3.50	3	주의관찰	
	단면손상(박락,층분리,파손)(t=30㎜)	㎡	8.76	21	주의관찰	
교면포장	포장균열	m	12.75	6	주의관찰	
	토사퇴적	㎡	240.00	4	청소	
점검시설	점검사다리 파손	3	3.00	3	주의관찰	

1.3.4 기 점검 결과 비교

【표 1.3.19】 기 점검 결과 비교

구분	손상내용	단위	'21정밀안전점검 손상물량	'23정밀안전점검 손상물량	증감
바닥판 하면	균열(Cw=0.3㎜이상)	m	1.20	0.80	▼ 0.40
	데크플레이트 부식 및 백태	㎡	30.01	36.11	▲ 6.10
	열화 및 박리(t=10㎜)	㎡	–	1.30	▲ 1.30
	층분리(t=30㎜)	㎡	0.20	0.20	– –
	철근노출(t=30㎜)	㎡	0.60	0.60	– –
거더외부	상태양호	–	–	–	– –
거더내부	도장미흡	㎡	7.50	7.50	– –
	볼트부식	EA	54.00	54.00	▲ 2.65
	누수흔적	㎡	9.78	12.43	– –
	현장이음부 틈	EA	112.00	112.00	– –
	체수	㎡	0.75	–	▼ 0.75
	조류배설물	㎡	0.93	0.93	– –
가로보 및 세로보	상태양호	–	–	–	– –
교대	균열(Cw=0.3㎜미만)	m	1.20	2.80	▲ 1.60
	균열(Cw=0.3㎜이상)	m	–	2.00	▲ 2.00
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	–	4.50	▲ 4.50
	백태	㎡	1.90	1.90	– –
	박리(보수부 포함)(t=10㎜)	㎡	2.00	2.00	– –
	층분리(t=30㎜)	㎡	–	0.24	▲ 0.24
	토사퇴적	㎡	0.48	0.48	– –
	표면오염	㎡	3.61	7.81	▲ 4.20
교각	균열(보수부 포함)(Cw=0.3㎜미만)	m	28.40	15.80	▼ 12.60
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	5.00	13.77	▲ 8.77
	백태	㎡	1.20	1.20	– –
	재료분리(t=30㎜)	㎡	0.02	0.75	▲ 0.73
	파손(t=30㎜)	㎡	0.01	0.01	– –
	표면오염	㎡	5.00	5.00	– –

【표 1.3.19】 기 점검 결과 비교(계속)

구분	손상내용	단위	21정밀안전점검 손상물량	23정밀안전점검 손상물량	증감
교량 받침	부식	EA	1.00	–	▼ 1.00
	도장박리	EA	1.00	–	▼ 1.00
	균열(Cw=0.3㎜미만)	m	0.40	0.90	▲ 0.50
	눈금자 고정판 탈락	EA	1.00	1.00	– –
신축 이음	본체부식	㎡	2.28	–	▼ 2.28
	하부누수	m	10.00	–	▼ 10.00
	유간토사퇴적	m	13.90	13.90	– –
	차수판 볼트탈락	EA	1.00	2.00	▲ 1.00
교면 포장	포장균열	m	3.10	8.50	▲ 5.40
	토사퇴적	㎡	164.25	160.00	▼ 4.25
배수 시설	배수구 막힘	EA	9.00	2.00	▼ 7.00
	그레이팅 파손	EA	–	1.00	▲ 1.00
방호벽	균열(보수부 포함)(Cw=0.3㎜미만)	m	39.9	43.50	▲ 3.60
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	㎡	–	1.00	▲ 1.00
	백태	㎡	0.12	0.12	– –
	반사판 파손	EA	–	14.00	▲ 14.00
	박리(t=10㎜)	㎡	2.52	3.50	▲ 0.98
	단면손상(박락, 층분리, 파손)(t=30㎜)	㎡	–	8.76	▲ 8.76
점검 시설	점검사다리 파손	EA	–	3.00	▲ 3.00

1.4 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.

금회 2종 성능평가의 콘크리트 내구성 조사는 전회 정밀안전점검 자료를 활용하였으며, 일부 자료가 미비한 경우 추가조사를 실시하였다.

1.4.1 조사 현황 및 위치

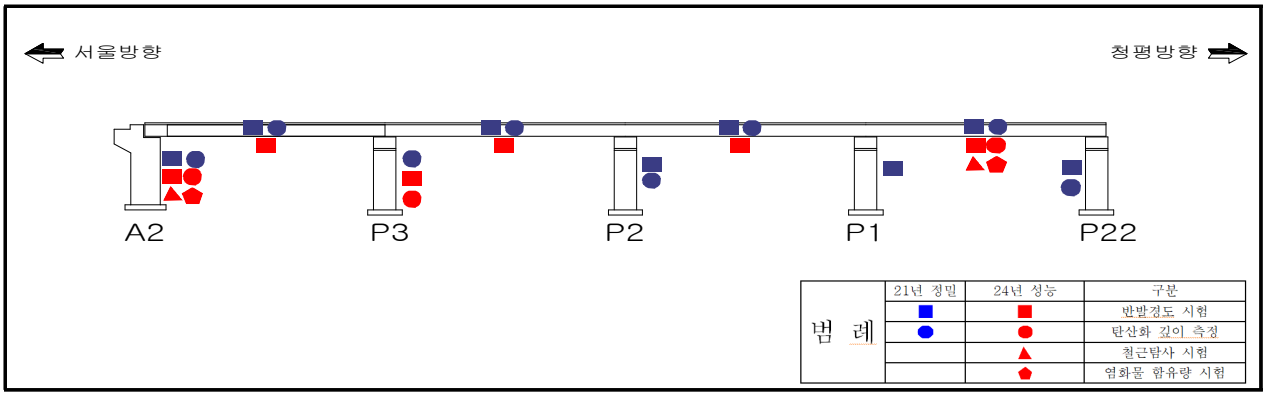
가. 조사 현황

본 구조물에 대한 현장시험은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[교량편](2023. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 위치 및 수량을 결정하였으며, 전차 점검 및 진단 비파괴시험과 비교·검토할 수 있도록 시험 위치를 선정하였다.

【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	• 50m 마다	• 50m 마다	4	4	5	4	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		–	–	2	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		1	1	1	1	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		–	–	1	1	

나. 콘크리트 내구성조사 위치도



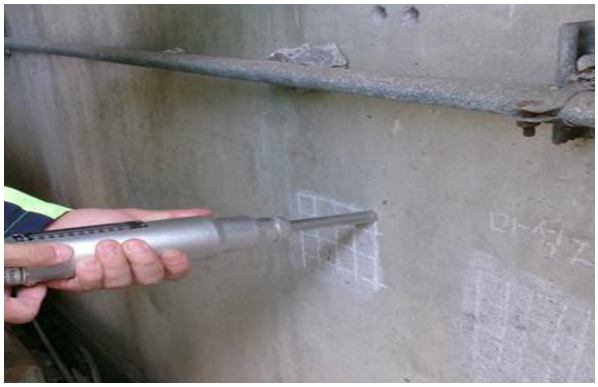
【그림 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

1.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

1) 반발경도법에 의한 비파괴 강도

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물에 이물질을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며, 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본건축학회식과 일본재료학회식를 사용하였다.



반발경도 시험 현황

반발경도 시험 현황

【사진 1.4.1】 반발경도 시험

【표 1.4.2】 상부구조(바닥판) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판 하면	50.1	28.7	28.7	0.63	27.0	건전
	S2 바닥판 하면	59.0	35.9	32.8			건전
	S3 바닥판 하면	50.7	29.2	29.0			건전
	S4 바닥판 하면	51.5	29.9	29.4			건전
	S4 바닥판 하면	50.5	29.1	28.9			비건전

【표 1.4.3】 하부구조(교대, 교각) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	40.7	24.1	26.1	0.63	24.0	건전
	A2 교대	45.3	24.9	26.6			비건전
	P3	48.9	27.8	28.2			건전
	P3	48.4	27.4	28.0			건전

2) 구조물 형식별 콘크리트 추정 비파괴강도

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 28.7~35.9㎫, 하부구조(교대 및 교각) 24.1~28.2㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준강도 압축강도(바닥판하면 : 27.0㎫, 교대 및 교각 24.0㎫)를 상회하는 것으로 확인되었다. 건전부와 비건전부의 검토 결과, 상부구조와 하부구조의 비건전부의 강도가 건전부의 95%이상으로 측정되어 건전부 대비 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다. 따라서, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 없는 것으로 조사되었다.

3) 기 정밀안전점검 결과와 비교

- 기 정밀안전점검 결과와 금회 성능평가 결과를 비교·분석한 결과 측정값에 일부 차이가 있으나 이는 콘크리트 표면 상태 및 시험위치 등의 차이로 인한 것으로 판단되며, 설계기준강도를 상회하는 것으로 분석됨에 따라 콘크리트 강도는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

【표 1.4.4】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	전 회	금 회	설계기준강도
반발경도법	바닥판	30.50 ~ 31.84	28.7 ~ 35.9	27.0
	교대 및 교각	30.52 ~ 31.88	24.1 ~ 28.2	24.0
검토의견		■기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

나. 철근탐사

1) 철근탐사 시험결과

- 철근탐사 시험은 상부 2개소, 하부 2개소를 실시하여, 총 4개소를 실시하였다,
- 철근 피복두께 및 배근간격은 설계치와 비교시 전반적으로 준공도면과 대체로 일치하는 것으로 나타났으며, 일부구간 배근간격이 다소 상이하고, 피복두께도 다소 부족한 것으로 측정되어 구조물에 대한 주의관찰이 요구된다.

철근탐사 시험 현황	철근탐사 시험 현황

【사진 1.4.2】 철근탐사 시험

【표 1.4.5】 철근탐사 결과

구 분	측정위치	철근	측정결과(㎜)		설계도면(㎜)		비고
			피복두께	배근간격	피복두께	배근간격	
상부 구조	S1 바닥판하면	주철근	41	125	40	125	양호
		배력철근	57	120	40	125	
	염화물 S1 바닥판하면	주철근	44	120	40	125	양호
		배력철근	52	110	40	125	
하부 구조	A2 교대	수직철근	48	100	50	125	양호
		수평철근	51	125	50	125	
	염화물 A2 교대	수직철근	57	105	50	125	양호
		수평철근	59	125	50	125	

※ 피복두께는 최저값, 배근간격은 평균값을 사용함.

다. 탄산화 깊이 측정

마석IC3교에서 탄산화시험은 상부구조 1개, 하부구조 2개로 총 3개소 시험을 실시하였으며 결과값은 아래 표에 정리하였다. 분석 결과, 3개소 모두 "탄산화에 의한 부식발생 우려 없음"인 'a' 등급으로 평가되어 실시한 전개소 모두 30년 이상의 잔존수명을 확보하여 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다.

탄산화 시험 현황

탄산화 시험 현황

【사진 1.4.3】 탄산화 시험

【표 1.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이(㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수(A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	7.0	41.0	34.0	a	1.61	100년이상	
하부구조	A2 교대	11.5	48.0	36.5	a	2.64	100년이상	

2)기 정밀안전점검 결과와 비교

- 기 정밀안전점검 결과와 금회 성능평가 결과를 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하지만 금회 측정시 전개소 모두 30년 이상의 잔존수명을 확보하여 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다.

【표 1.4.7】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	전 회			금 회			비 고
	탄산화깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	평가결과	탄산화깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	평가결과	
상부구조	5.2~10.0	30.0~63.8	a	7.0	34.0	a	
하부구조	3.2~5.0	35.0~98.8	a	11.5	36.5	a	
검토의견	▪기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30㎜ 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

라. 내구성조사 결과 요약

【표 1.4.8】 내구성조사 결과 요약

<table>
<tr><th rowspan="2">시 험 명</th><th colspan="2" rowspan="2">시험부위</th><th colspan="2">시험 결과</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>측정결과
(배근간격)</th><th>설계기준
(피복두께)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">비파괴
강도
(㎫)</td><td>상부구조</td><td>바닥판</td><td>28.7 ~ 35.9</td><td>27.0</td><td rowspan="2">■ 설계강도 이상(양호)</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>교대 및 교각</td><td>24.1 ~ 28.2</td><td>24.0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">탄산화
잔여깊이
(㎜)</td><td colspan="2">상부구조</td><td>34.0</td><td>a등급</td><td rowspan="2">■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상
■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음</td></tr>
<tr><td colspan="2">하부구조</td><td>36.5</td><td>a등급</td></tr>
<tr><td rowspan="4">철근탐사
(배근간격/피복두께)
(㎜)</td><td rowspan="2">상부
구조</td><td>수직철근</td><td>120~125</td><td>41~44</td><td rowspan="4">■ 피복두께 및 배근간격은 대체로 설계치와 일치하나 일부구간 배근간격이 다소 상이하고 피복두께도 다소 부족한 것으로 조사됨</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>110~120</td><td>52~57</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부
구조</td><td>수직철근</td><td>100~105</td><td>48~57</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>125</td><td>51~59</td></tr>
<tr><td>종합
평가</td><td colspan="5">• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨
• 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임
• 철근탐사 측정결과 전반적으로 설계값과 일치하는 양호한 상태임</td></tr>
</table>

마. 내구성조사 결과 비교

【표 1.4.9】 내구성조사 결과 비교

<table>
<tr><th rowspan="2">시 험 명</th><th colspan="2" rowspan="2">시험부위</th><th colspan="4">시험 결과</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th colspan="2">전회</th><th colspan="2">금회</th></tr>
<tr><td rowspan="2">비파괴 강도 (MPa)</td><td>상부 구조</td><td>바닥판</td><td colspan="2">35.33 ~ 36.24</td><td colspan="2">28.7 ~ 35.9</td><td rowspan="2">■ 강도저하 없음</td></tr>
<tr><td>하부 구조</td><td>교대 및 교각</td><td colspan="2">29.16 ~ 31.86</td><td colspan="2">24.1 ~ 28.2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">탄산화 잔여깊이 (㎜)</td><td colspan="2">상부구조</td><td>30.0~63.8</td><td>a</td><td>34.0</td><td>a</td><td rowspan="2">■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음</td></tr>
<tr><td colspan="2">하부구조</td><td>35.0~98.8</td><td>a</td><td>36.5</td><td>a</td></tr>
<tr><td rowspan="4">철근탐사 (배근간격/피복두께) (㎜)</td><td rowspan="2">상부 구조</td><td>수직철근</td><td>－</td><td>－</td><td>120~125</td><td>41~44</td><td rowspan="4">■ 배근간격은 측정위치에 따른 편차가 있으나 설계 도면과 유사하게 측정되어 철근배근 상의 문제는 없는 것으로 판단되며 피복두께는 기 진단결과와 마찬가지로 일부구간에서 작거나 크게 시공된 것으로 확인됨</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>－</td><td>－</td><td>110~120</td><td>52~57</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부 구조</td><td>수직철근</td><td>－</td><td>－</td><td>100~105</td><td>48~57</td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>－</td><td>－</td><td>125</td><td>51~59</td></tr>
<tr><td>종합 평가</td><td colspan="7">• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨</td></tr>
</table>

바. 반발경도 시험 보고서

【표 1.4.10】 반발경도 시험 보고서

구 분	내 용	
시험일자	2023년 07월 29일	2024년 04월 04일
시험시간	09:00 ~ 17:00	
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조	
시험 대상 구조물 표본에 대한 설명	기 점검과의 비교 · 평가를 위해 위치를 선정	
콘크리트 설계조건	바닥판하면 : 27.0MPa 교대/교각 : 24.0MPa	
시험 위치의 표면상태	양호	
시험시 온도	29.1℃	15.5℃
콘크리트 재령	3,000일 이상	
콘크리트 내부의 함수상태	기건 상태	기건 상태
반발경도측정기 종류	NR-Type(NR-10)	
타격방향	+90˚ , 0˚	
시험 부위별 반발경도의 평균값	부록 참조	
버린 발발경도의 값 및 위치	부록 참조	

사. 탄산화 시험 보고서

【표 1.4.11】 탄산화 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2024년 04월 04일
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)	부록 참조
연한 적자색 변색 유무	유

아. 철근탐사시험 보고서

【표 1.4.12】철근탐사시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2024년 4월 4일	
	시험시간	09:00 ~ 17:00	
	시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조(철근콘크리트 구조물)	
시험 대상 표본 선정		재료시험 수량에 따른 표본 선정	
시험 한계(잡음원인 및 장애물)		없음	
측정기구	종 류	NJJ-95A(전자파레이더 방식)	
	제품번호	ED72983	
	매개변수	X-axis(측정방식)	레이더 방식
		depth(심도보정)	6~11 0. 1단계
	매개변수	300mm 미만	
시험 대상면에서나 안테나 위치, 방향		측정 대상 철근의 수직방향, 수평방향 측정	
시험을 통한 획득 정보		배근간격 및 피복두께	
전자파를 콘크리트 내로 방사하면 전자파가 콘크리트와 전기적 성질(비유전율·도전율)이 다른 물체(철근, 매설관, 공동 등)와의 경계면에서 반사한다. 이를 수신안테나로 수신하고, 그에 소요되는 왕복전파시간으로부터 반사물체까지의 거리를 구한다. - 콘크리트 내의 전자파속도(V) $V = C / \sqrt{\epsilon_r} \quad (m/s)$ 여기서, C : 진공중에서의 전자파속도 ϵ_r : 콘크리트의 비유전율 - 반사물체까지의 거리(D) $D = VT / 2 \quad (m)$ 여기서, V : 콘크리트 내의 전자파속도 T : 왕복전파시간			
시험 성과표 참조			

자. 염화물함유량시험 보고서

【표 1.4.13】염화물함유량시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2024년 4월 4일	
	시험시간	09:00 ~ 17:00	
	시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조(철근콘크리트 구조물)	
조 사 수 량	상부구조	1개소	바닥판하면 S1
	하부구조	1개소	교대 A2
구조물 경과년수		경과년수 : 19년	
측정면 종류		기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)	
사용 골재의 종류		보통골재	
시험방법		시험부재의 철근깊이까지 10~20mm 단위로 깊이별로 구분하여 KS F 2713의 산-가용성 염화물시험 방법으로 실시	
시험 성과표 참조			

1.5 안전성능 평가

시설물의 상태안전성능평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2023. 12.)』의 상태안전성능평가 기준에 따라 실시한다.

1.5.1 상태안전성능 평가

상태안전성능평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 기존 외관조사망도를 참고하여 부재별로 상세히 상태안전성능평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태안전성능평가 결과를 결정하게 된다.

가. 상태안전성능 평가 결과

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

【표 1.5.1】 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초
–	P22	STB	–	–	–	–	–	–	b	a	b	q
S1	P1	STB	c	b	a	b	a	d	–	a	b	q
S2	P2	STB	b	b	a	b	a	b	–	a	b	q
S3	P3	STB	b	a	a	a	b	b	–	b	b	q
S4	A2	STB	b	a	a	a	b	b	b	b	c	q
평균			0.250	0.150	0.100	0.150	0.150	0.325	0.200	0.140	0.240	–
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	–
(평균×가중치) /가중치합			0.038	0.038	0.004	0.006	0.005	0.007	0.014	0.021	0.060	–
											0.191	
											B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.191) < 0.260

나. 공중이 이용하는 부위 상태안전성능평가

① 추락방지시설

경미한 결함 및 파손이 발생한 상태로 지속적인 관찰 후 보수가 필요한 “b”로 평가됨.

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

② 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 “b” 등급으로 평가됨.

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

③ 도로부 신축이음부

토사퇴적이 발생하여 기능발휘에는 지장이 없는 상태인 “b”로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	ㅇ신축이음부에 손상이 없는 상태
b	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ㅇ신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ신축이음부 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	ㅇ환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ㅇ기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	ㅇ결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 시설물 전체 상태안전성능평가 결과

【표 1.5.2】 시설물 전체 상태안전성능평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태안전 성능평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
마석IC3교	0.191	B	175	1	175	1.000	0.191
합계(∑)			175	1	175	1.000	0.191
1. 평가지수 =							0.191
2. 상태안전성능평가결과 =							B

1.5.2 구조안전성능 평가

금회 과업은 2종 성능평가로써 기 진단(구조해석)자료가 부재한 상태로 설계당시 준공도면, 구조계산서 등 기초자료를 검토하여 구조안전성능평가를 실시하였다.

구조안전성능 항목별 평가방법은 정량적으로 평가하기 어렵거나 또한 다양한 경우가 대부분이므로 상호의 평가결과를 비교하는 것이 필수적이다.

본 장에 기술되지 않은 평가항목으로서 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 구조안전성능 기준을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한, 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

가. 구조안전성능 검토

(1) 설계조건

(가) 교량형식 : 4경간 연속교(강합성)

(나) 교량제원 : L=40.0+2@47.5+40.0=175.0m, B=7.5m

(다) 활하중 : DB-24, DL-24

(라) 충격계수 : I = 15/40+L = 15/(40+39.40) = 0.189

= 15/(40+47.50) = 0.171

(마) 바닥콘크리트와 강형과의 온도차 : ± 10 ℃

(바) 재료물리상수

(1) 콘크리트 바닥판

- 설계기준강도 : fck = 270 kgf/㎠

(2) 강재

- 항복응력 : fy = 4000 kgf/㎠
- 허용응력 : fsa = 1600 kgf/㎠
- 탄성계수 : Es = 2.04E+06 kgf/㎠

(사) 단위중량

- Steel = 7.85 tf/㎥
- con'c = 2.50 tf/㎥
- ASP = 2.30 tf/㎥

1. 설계조건

1) 교량제원

(1) 형 식 : 4경간 연속 STEEL BOX GIRDER교

(2) 교 장 : 40 + 2 @ 47.5 + 40 = 175.0^m

(3) 평면선형 : R = 450^m

(4) 설계하중 : DB-24, DL-24

2) 사용재료

(1) 콘크리트 : σ_{ck} = 270 kg/㎠

γ_c = 2.5 t/㎥

(2) 강 재 : SWS 490 (주부재)

SWS 400 (부부재)

γ_s = 7.85 t/㎥

(3) 철 근 : σ_y = 4000 kg/㎠

3) 참고자료

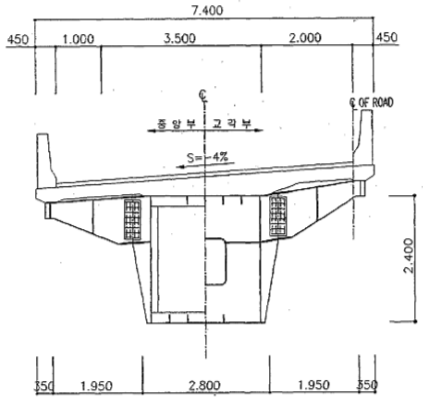
(1) 도로교 표준시방서 - 건설부

(2) 철근 콘크리트 표준시방서 - 건설부

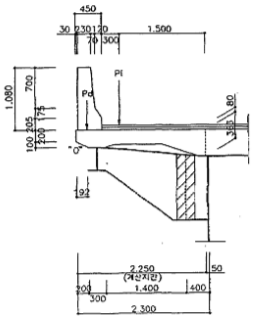
(3) 철근 콘크리트 설계편람 - 건설부

5020

2. 가 정 단 면



3. SLAB 설계



• 방호벽

A = 0.23 x 1.08 + ½ x 0.07 x 0.70
+ 0.07 x 0.175 + ½ x 0.12 x 0.175
+ 0.205 x 0.190 = 0.3346 ㎡

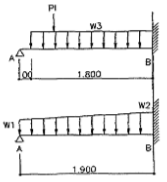
Pd = 0.3346 x 2.50 = 0.837 t/m

Go = 0.23 x 1.08 x (0.03 + 0.23/2)
+ ½ x 0.07 x 0.70 x (0.26 + 0.07/3)
+ 0.07 x 0.175 x (0.26 + 0.07/2)
+ ½ x 0.12 x 0.175 x (0.33 + 0.12/3)
+ 0.205 x 0.19 x (0.26 + 0.19/2)
= 0.0644

∴ 점 "O"로부터 방호벽 도심까지의 거리

x = G/A = 0.0644 / 0.3346 = 0.192 ^{m}

1) 사하중에 의한 부재력



w_1 = 0.25 x 2.50 = 0.625 t/㎡

w_2 = 0.412 x 2.50 = 1.030 t/㎡

w_3 = 0.08 x 2.30 = 0.184 t/㎡

5022

$R_{A1} = \frac{Wb^2}{8 \cdot l^2}(4a + 3b)$

$= \frac{0.184 \times 1.80^2}{8 \times 1.90^3} \times (4 \times 0.10 + 3 \times 1.80)$

= 0.063 t/m

$M_{B1} = R_{A \cdot 1} - \frac{w \cdot a^2}{2}$

= 0.119 $^{t \cdot m}/_m$

$M_{B2} = \frac{w \cdot l^2}{8} + \frac{w \cdot l^2}{15}$

$= \frac{0.625 \times 1.90^2}{8} + \frac{1.030 \times 1.90^2}{15}$

= 0.530 $^{t \cdot m}/_m$

∴ Md = M_{B1} + M_{B2} = 0.649 $^{t \cdot m}/_m$

2) 활하중에 의한 부재력

• 충격계수

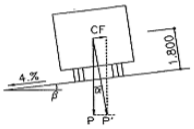
$i = \frac{15}{40 + 1.500}$ = 0.361 > 0.3 ∴ i = 0.3

$Ml = \frac{1.50 + 0.6}{9.6} \times 9.6 \times (1 + 0.3)$

= 2.730 $^{t \cdot m}/_m$

5023

3) 원심하중 (도 · 시 P 70)



$CF = 0.79 \frac{V^2}{R} (\%)$

· 설계속도
V = 60 km/h

· 곡선반경 R = 450.0 m

$CF = 0.79 \frac{60^2}{450.0}$

= 6.32 %

$P' = \sqrt{P^2 + CF^2} = \sqrt{1.0^2 + 0.063^2} = 1.002$

$\alpha = \tan^{-1}(CF/P) = \tan^{-1}(0.063 / 1.0) = 3.605$

$\beta = \tan^{-1} \cdot 0.04 = 2.291$

$e = 1.8 \tan(\alpha - \beta) = 1.8 \tan(3.605 - 2.291)$
$= 0.041$

(원심하중율 : Δ)

$\Delta = \frac{2P'}{P} \times \frac{(0.9+e)}{1.8} - 1$

$= \frac{2 \times 1.002}{1.0} \times \frac{(0.9+0.041)}{1.8} - 1$

$= 0.048$

$M_{CF} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_{24} \times \Delta$

$= \frac{1.50+0.6}{9.6} \times 9.6 \times 0.048$

$= 0.101\ ^{t \cdot m}/_{m}$

4) 충돌하중

· 설계속도 : V = 60 km/h

· 작용점의 높이 : H = 1.00 m

· $Pc = (V/60)^2 \times 0.75 + 0.25 = 1.00$ ton

· $Mc = 1.00 \times 1.0 = 1.00$ t.m

5) 하중조합

· CASE 1 : 1.3D + 2.15 L + 1.3 CF
= 1.3 x 0.649 + 2.15 x 2.730 + 1.3 x 0.101
= 6.845 $^{t.m}/_{m}$

· CASE 2 : 1.3D + 1.3L + 1.3 CF + 1.3 Co
= 1.3 x 0.649 + 1.3 x 2.730 + 1.3 x 0.101 + 1.3 x 1.0
= 5.824 $^{t.m}/_{m}$

∴ CASE 1 적용

6) PIER 지점부 보강철근 검토

(1) 철근비 검토

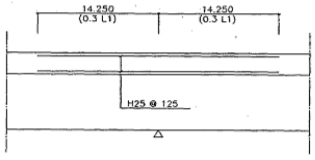
· 사용철근 : H25 @ 125

· 철근비 $P = \frac{40.536 cm^2 \times 2^{EA}}{100 \times 25} = 3.24\% > 2\%$

(2) 주장률 검토

· 철근 1^{EA} 의 주장 : 7.980 cm

· 주장률 : $\frac{8.0 \times 2^{EA} \times 7.980}{100 \times 25} = 0.051 cm/cm^2 > 0.045\ cm/cm^2$



7) 사용성 검토

(1) 단면제원 및 하중

b = 100 cm , dc = 4.0 cm , d= 21.0 cm
Mt = 6.845 t.m
As = H16 × 10EA = 19.860 cm^2
P = As/bd = 0.00946
$K = -np + \sqrt{(np^2 + 2np)} = 0.3206$
$j = 1 - K/3 = 0.89313$

(2) 균열폭에 의한 검토

$Z = \sigma m \sqrt[3]{(dc \cdot A)}$

$\sigma m = \frac{Mt}{p \cdot j \cdot b \cdot d^2} = 1837.084\ kg/cm^2$

$A = 2 \cdot dc \cdot b / N_{bar} = 80\ cm^2$

$\therefore Z = 1837.084 \times \sqrt[3]{4.0 \times 80}$
$= 12565\ kg/cm^2 < 23170\ kg/cm^2$

(2) 단면력, 2차응력, 피로에 의한 영향 검토

11. 최종설계 단면력 및 2차 응력에 의한 주요부재 검토

1) 2차 응력의 산정

CREEP, TEMPERATURE, SHRINKAGE에 의한 작용 MOMENT는 부정정 구조물에 의한 2차 응력이 발생한다. 그러므로 정정 구조계에서 구한 MOMENT에 의한 2차 MOMENT를 산출하여 2차 응력을 검토한다.

2차 응력은 정정 구조계의 MOMENT 가 작용시 변형 일치법에 의해 부정정 구조계의 MOMENT를 산출하는 방법을 사용하여 구하도록 한다.

절점번호		I	CREEP	건조수축	온도차
1 SPAN	1, 2	31456643	51.125	251.665	300.069
	3, 4, 5	38996674	94.989	276.372	346.213
	6,7	36497948	51.574	277.676	332.844
	8, 9,10	27819710	-184.090	240.369	322.594
2 SPAN	11,12	31606096	40.087	220.910	282.951
	13,14,15	38896749	73.594	274.101	344.426
	16,17	23462877	-37.228	235.550	300.466
	18,19	28236565	-169.647	245.375	328.128

5. 荷重組合에 대한 許容應力檢討

鋼種 = SWS50 (單 位 : kg/cm2)

荷 重 組 合 CASE	바닥슬래브의 鐵筋 σru	σrl	鋼 σsu	桁 σsl
CASE 1	-	-	-643	583
CASE 2	-531	-465	-1238	1367
CASE 3	-402	-353	-1152	1258
CASE 4	33	48	-815	946
CASE 5	-836	-755	-1188	1242
CASE 6	-97	-64	-890	1041
CASE 7	-966	-867	-1263	1337
剪斷應力 : τmax = 666				

●許容應力 : σca = 81 kg/cm2, σra = 1600 kg/cm2
σsca= 1900 kg/cm2, σsta= 1900 kg/cm2
τsa = 1100 kg/cm2

●鋼桁의 合成應力 檢討
- UPPER FLG :
(1263 / 1900)**2 + (666 / 1100)**2 = .81 < 1.2 ∴ O.K. !
- LOWER FLG :
(1367 / 1900)**2 + (666 / 1100)**2 = .88 < 1.2 ∴ O.K. !

6. 極限狀態에서의 應力檢討

鋼種 = SWS50 (單 位 : kg/cm2)

荷 重 組 合 CASE	바닥슬래브의 鐵筋 σru	σrl	鋼 σsu	桁 σsl
CASE 1	-	-	-1045	948
CASE 2	-903	-791	-1784	2033
CASE 3	-774	-679	-1698	1924
CASE 4	-339	-278	-1483	1754
CASE 5	-1208	-1081	-1912	2094
CASE 6	-469	-390	-1569	1863
CASE 7	-1338	-1193	-1998	2203

●降伏應力 : σcy= 162 kg/cm2, σry= 4000 kg/cm2
σsy= 3200 kg/cm2

5277

13. 구조물 피로에 의한 영향검토

1) 개 요

MAIN BOX 및 BRACKET , 외측 BEAM 부재의 응점부위에서의 피로응력을 검토하도록하며 사용부재력은 정적해석에서의 산출된 전산출력 결과를 부재력으로 사용하였다.

2) 검토 방법

피로 응력 검토 결과 방법에는 국내 도로교 시방서에 의거한 검토 방법과 최근 제정된 AASHTO LRFD 시방서(1994)에 의한 검토 방법이 있으나 국내시방서에 준하여 검토하였다.

3) 피로 설계 검토 결과

(1) 피로 설계 검토 대상부재의 설정

(2) 활하중 (DB-24 , DL -24)에 의한 단면력 산정 (충격포함)

(3) 응력 변동 산출

(4) 허용 피로 응력 결정

(5) 부재별 피로의 영향 판정

4) 도로교 시방서에 따른 피로 검토

(1) MAIN BOX

i) 피로 설계 검토 대상 부위의 설정

- 응력 변동값이 큰 +Mmax 지점과 -Mmax 지점으로 설정

- SECTION " C "를 기준

ii) 활하중에 의한 단면력 산정 (충격포함)

SECTION	CASE	BENDING MOMENT	AXIAL TORQ	SHEAR FORCE	비 고
C	MAX	393.281	105.800	42.950	
	MIN	-411.777	3.272	227.981	

iii)응력 변동값 산정

- TOP

$$\sigma\,max = \frac{M}{I}Y = \frac{393,281\times10^5}{36497948}\times42.62 = 45.925\,Kg/cm^2$$

$$\sigma\,min = \frac{-411,777\times10^5}{36497948}\times42.62 = -48.084\,Kg/cm^2$$

- BOTTOM

$$\sigma\,max = \frac{393,281\times10^5}{36497948}\times200.38 = 215.917\,Kg/cm^2$$

$$\sigma\,min = \frac{-411,777\times10^5}{36497948}\times200.38 = -226.071\,Kg/cm^2$$

구 분	응 력 위 치	σmax	σmin	△σ
SECTION "C"	TOP	45.925	-48.084	94.009
	BOTTOM	215.917	-226.071	441.988

iv)허용 피로 응력 범위

a)응력 반복 횟수 (도 · 시 P.148)

ADIT	DB - 24	DL - 24	비 고
2500 이상	2 백만	5 십만	○
2500 이하	5 십만	1 십만	

b)허용 피로 응력 범위 (도 · 시 P.142)

주부재이므로 (한 부재의 파괴로 전체구조가 붕괴 우려)

단재하 경로 구조물 적용

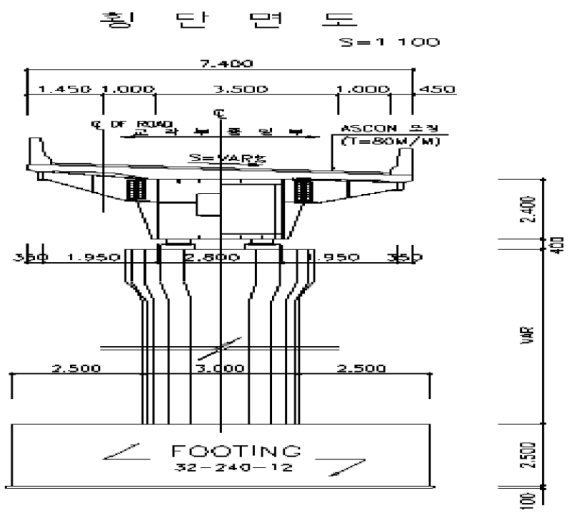
v)부재별 허용 피로 응력 판정

SECTION	△σmax(Kg/㎠)	σsr(Kg/㎠)	판 정
C	4.42	11.2	O · K

※ NOTE : σsr 값은 도 · 시 P 142 표 2.4.1의 단재하 경로 구조물 중에서 응력 범주 "REV B"에 해당하는 값임.

5292

(3) 검토단면, 안전성검토 결과



검토위치	Mu(kN·m)	∅Mn(kN·m)	안전율(S.F)	검토
캔틸레버부	3.152	12.649	**4.013**	O.K
주형외측부	7.367	10.596	**1.438**	O.K

① SECTION 1

구분	하중 경우	STEEL BOX		검 토
		상연(MPa)	하연(MPa)	
1	합성 전	345.435	-337.794	
2	합성 후	31.270	-153.464	
3	활하중	61.557	-302.098	
4	크리프	47.155	12.811	
5	건조수축	150.638	36.375	
6	온도차	167.266	16.344	
7	1+2+3	438.262	-793.356	
	허용응력	1900	-1900	
	안전성 판단	O.K	O.K	
8	1+2+3+4+5	636.056	-744.170	
	허용응력	1.15 fsa= 2185.0	-1900	
	안전성 판단	O.K	O.K	
9	1+2+3+4+5+6	468.790	-727.826	
	허용응력	1.3 fsa=2470.0	-1.15 fsa= -2185.0	
	안전성 판단	O.K	O.K	

② SECTION 2

구분	하중 경우	STEEL BOX		검 토
		상연(MPa)	하연(MPa)	
1	합성 전	284.533	-278.240	
2	합성 후	36.338	-128.471	
3	활하중	87.037	-307.717	
4	크리프	31.631	33.676	
5	건조수축	85.881	91.820	
6	온도차	117.939	127.919	
7	1+2+3	407.909	-714.428	
	허용응력	1900	-1900	
	안전성 판단	O.K	O.K	
8	1+2+3+4+5	525.420	-588.932	
	허용응력	1.15 fsa= 2185.0	-1900	
	안전성 판단	O.K	O.K	
9	1+2+3+4+5+6	407.482	-461.013	
	허용응력	1.3 fsa= 2470.0	-1.15 fsa= - 2185.0	
	안전성 판단	O.K	O.K	

③ SECTION 3

구분	하중 경우	STEEL BOX		검 토
		상연(MPa)	하연(MPa)	
1	합성 전	-631.799	573.245	
2	합성 후	-267.576	303.166	
3	활하중	-421.047	477.051	
4	크리프	-	-	
5	건조수축	76.953	159.844	
6	온도차	316.199	146.724	
7	1+2+3	-1320.422	1353.462	
	허용응력	-1900	1900	
	안전성 판단	O.K	O.K	
8	1+2+3+4+5	-1243.469	1513.306	
	허용응력	-1900	1900	
	안전성 판단	O.K	O.K	
9	1+2+3+4+5+6	-927.270	1206.738	
	허용응력	-1.15fsa=- 2185.0	1.15 fsa= 2185.0	
	안전성 판단	O.K	O.K	

(4) 구조안전성능평가 결과 산정

평가항목		평가	평가
안전성평가	바닥판	S.F(=1.462) > 1.0	a등급
	STEEL BOX GIRDER	S.F(=1.779) > 1.0	a등급
구조안전성능평가 결과			A(0.129)

나. 세굴에 대한 안전성 평가

본 교량은 하천(해상)을 횡단하는 교량은 아니므로 세굴을 포함한 기초안전성 평가방법은 제외하였다.

다. 구조안전성능평가 평가

구조안전성능 평가는 내하력평가와 기초안전성 평가 중 최저등급으로 평가되며, 다음과 같은 결과가 산정되었다.

【표 1.5.3】 구조안전성능평가 결과

평가항목	평가	구조안전성능 평가 = Min(내하력평가, 기초안전성 평가))
내하력평가	a	a (0.129)
기초안전성 평가	-	

1.5.3 안전성능평가 결과

평가대상에 대하여 상태안전성능 및 구조안전성능을 실시한 후 그 결과에 의해 산출된 상태안전성능지수와 구조안전성능지수를 비교하여 작은 값을 최종 안전성능지수로 결정하여 교량의 안전성능 결과를 결정한다.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
마석IC3교	0.191	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과, 최저평가지수인 0.191로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

1.6 내구성능 평가

1.6.1 콘크리트 내구성능 평가

콘크리트의 내구성능 평가항목은 크게 열화진전평가와 열화환경평가로 구분되며, 열화진전평가로는 탄산화 깊이, 염화물 함유량, 피복 콘크리트의 품질이며, 열화환경평가는 비래염분에 의한 염해환경 및 동결융해의 반복에 의한 동해환경이다.

콘크리트 내구성능 평가 결과 산정방법은 내구성능 평가 지표별 결과 중 가장 낮은 등급인 최저등급을 반영한다.

열화진전평가는 각 세부부재별로 정해진 시험수량과 개소에서 실시하며, 열화환경평가는 전체 시설물을 대상으로 실시한다.

열화진전평가와 열화환경평가는 독립적으로 실시하며, 대상 시설물의 내구성능 등급에는 열화진전평가만이 사용되며, 열화환경평가는 종합등급 산정에는 활용하지 않으며 기타 구조물의 유지관리 업무에 활용된다.

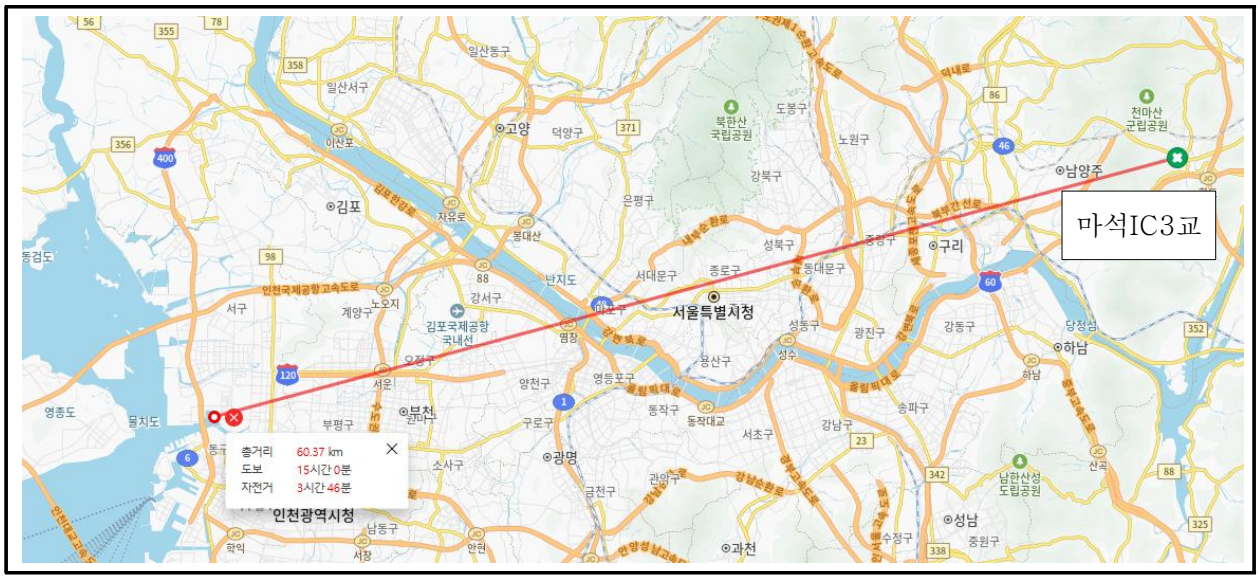
1.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경기도 남양주시 화도읍 녹촌리에 위치하며, 서해안으로부터 약 60.38㎞ 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과, 서해안으로부터 교량까지의 거리가 300m를 초과하여 평가등급은 A등급으로 분석되었다.



【그림 1.6.1】 위치도

【표 1.6.1】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

평가항목	해안	적용지역	해안으로부터 거리 X(m)	평가 등급
해안거리에 따른 비래염분 염해환경	서해안	그 외 지역	300초과	a등급

2) 제설제 염해환경

강설일수는 기상청 기후자료를 참조하였으며, 기상관측소는 남양주에 관측소가 없는 관계로 목측지점 및 자료가 있는 관측소 중 가장 가까운 관측소인 서울 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설 자료 중 2014년부터 2023년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 11.7일로 확인되었고, 평가등급은 B등급으로 분석되었다.

【표 1.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경기도 남양주시 화도읍 녹촌리				
분석기간	2014년 11월 1일 ~ 2024년 3월 31일 (10년)				
2014.11~2015.3	11일	2018.11~2019.3	8일	2021.11~2022.3	12일
2015.11~2016.3	10일	2019.11~2020.3	6일	2022.11~2023.3	10일
2016.11~2017.3	10일	2020.11~2021.3	16일	2023.11~2024.3	17일
2017.11~2018.3	17일	평균 강설일수			11.7일

주) 강설일수는 최근 10년간 최심신적설이 발생한 일수의 연간 평균값, *참고 : 기상자료개방포털 (https://data.kma.go.kr/)

나. 동해환경 평가

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 양평 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

• 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} & {강수량 > 0}인 연평균 일수

• 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃}인 연평균 일수

수분과 미접촉하는 부재의 경우 9.0회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 65.5회로써 동결융해 환경은 “C” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 싸이클이 연평균 9.0회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 1.6.3】 동해환경 평가결과 – 일반부재(수분접촉)

해당지역	경기도 남양주시 화도읍 녹촌리				
분석기간	2014년 11월 1일 ~ 2024년 3월 31일 (10년)				
2014.11~2015.3	79일	2018.11~2019.3	82일	2021.11~2022.3	69일
2015.11~2016.3	65일	2019.11~2020.3	60일	2022.11~2023.3	60일
2016.11~2017.3	77일	2020.11~2021.3	48일	2023.11~2024.3	51일
2017.11~2018.3	64일	동결융해 횟수 (수분접촉)			65.5

【표 1.6.4】 동해환경 평가결과 – 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경기도 남양주시 화도읍 녹촌리				
분석기간	2014년 11월 1일 ~ 2024년 3월 31일 (10년)				
2014.11~2015.3	12일	2018.11~2019.3	5일	2021.11~2022.3	11일
2015.11~2016.3	5일	2019.11~2020.3	8일	2022.11~2023.3	8일
2016.11~2017.3	10일	2020.11~2021.3	11일	2023.11~2024.3	10일
2017.11~2018.3	10일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			9.0일

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 1.6.5】 염화물 함유량 평가

구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/㎥)					평가등급
			0~15㎜	15~30㎜	30㎜~철근			
염화물 함유량	바닥판	S1	0.294	0.263	0.208			a
구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/㎥)					평가등급
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜	60~80㎜	80㎜~철근	
염화물 함유량	교대	A2	0.285	0.231	0.195	0.179	0.154	a

【표 1.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (㎠/year)				
			0~15㎜	15~30㎜	30㎜~철근		
염화물 확산계수	바닥판	S1	-	-	2.990		
계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (㎠/year)				
			0~20㎜	20~40㎜	40~60㎜	60~80㎜	80㎜~철근
염화물 확산계수	교대	A2	-	-	-	-	3.182

【표 1.6.7】 철근부의 전염화물 함유량이 2.5(kg/㎥)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 함유량 C_r가 2.5(kg/㎥)가 되는 시점	바닥판	S1	20년 이하	c
	교대	A2	30년 초과	a

【표 1.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 함유량 평가 결과	철근부 전염화물 함유량 C_r가 2.5(kg/㎥)가 되는 시점	염화물 함유량 최종 평가 등급
바닥판	S1	a	c	c
교대	A2	a	a	a

2) 탄산화 깊이

【표 1.6.9】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (㎜)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S1 바닥판하면	7.0	1.61	30년 초과	a	a
	A2 교대	11.5	2.64	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 1.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	바닥판	S1	106.3	-	a	0.10	a
		S2	121.5	-	a		
		S3	107.4	-	a		
		S4	108.9	-	a		
		S4 (비건전)	-	97.3	a		
	교대 및 교각	A2	100.4	-	a	0.10	a
		A2 (비건전)	-	101.9	a		
		P3	115.8	-	a		
		P3	114.2	-	a		

라. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 1.6.11】 대상교량 제원

교량형식		STB 거더교
경간장 및 경간수		2@40m+2@47.5 = 175m
교폭		6.5m
바닥판의 높이		0.25m
거더 갯수		1개
2차 부재		L=1.8m, 교축방향 4.5m~5.3m 간격 설치
바닥판		데크플레이트
교각		일반 RC
피복 두께		바닥판 : 50mm, 하부구조 : 100mm
공용연수		19년
위치	지역	경기도 남양주시 화도읍 녹촌리
	해안 이격거리	300m 초과

【표 1.6.12】 STB 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(50)	c	a	a	a	0.4
하부	교대/교각(50)	a	a	a	a	0.1
		결함도지수	(0.4×50+0.1×50)/100 = 0.250			
		등급	B			

【표 1.6.13】 열화환경지표의 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해환경		B
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	A
동해환경		C

1.6.3 강재 내구성능 평가

강재 내구성능 평가항목은 크게 내부적 요소(열화진전 요소)와 외부적 요소(열화환경 요소)로 구분되며, 내부적 요소는 발청, 도장열화, 도장두께, 외부적 요소는 해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도 등을 포함하는 대기환경으로 구성된다.

여기서, 도장열화는 박리, 균열, 부풂, 변색·백아화 등 4가지 열화요인에 대해 각각 평가한다. 발청을 포함하여 도장열화에 대한 세부지표 간의 중요도에 따라 합산 및 등급산정을 한다.

평가대상 부재에 대해 내부적 요소와 외부적 요소에 대해 강재 내구성능을 평가한다.

가. 발청 및 도장열화 평가

1) 거더

【표 1.6.14】 거더 발청 및 도장열화 평가

구분		손상면적(㎡)					부재면적(㎡)	비고
		발청	박리	균열	부풂	변색		
거더	S1	–	–	–	–	–	596	
	손상면적율(%)	–	–	–	–	–		
거더	S2	–	–	–	–	–	730	
	손상면적율(%)	–	–	–	–	–		
거더	S3	–	–	–	–	–	730	
	손상면적율(%)	–	–	–	–	–		
거더	S4	–	–	–	–	–	596	
	손상면적율(%)	–	–	–	–	–		
평균 손상면적율(%)		–	–	–	–	–	–	
손상별 등급		a	a	a	a	a		

【표 1.6.15】 거더 발청 및 도장열화 평가 등급

평가지표	발청	박리	균열	부풂	변색/백아화
거더	a	a	a	a	a
확정등급	**a**	**a**	**a**	**a**	**a**

【표 1.6.16】 거더 발청 및 도장열화 평가 점수

평가지표	발청	박리	균열	부풂	변색/백아화	평가점수
등급	a	a	a	a	a	10
점수	5	2	1	1.5	0.5	
발청 및 도장열화 등급						a

■ 거더의 발청 및 도장열화 평가 점수는 부식 및 도장열화로 인한 내구성능 저하를 무시할 수준의 단계인 a등급으로 평가되었다.

2) 2차부재

【표 1.6.17】 2차부재 발청 및 도장열화 평가

구분		손상면적(㎡)					부재면적(㎡)	비고
		발청	박리	균열	부풂	변색		
2차 부재	S1	–	–	–	–	–	118	
	손상면적율(%)	–	–	–	–	–		
2차 부재	S2	–	–	–	–	–	132	
	손상면적율(%)	–	–	–	–	–		
2차 부재	S3	–	–	–	–	–	132	
	손상면적율(%)	–	–	–	–	–		
2차 부재	S4	–	–	–	–	–	118	
	손상면적율(%)	–	–	–	–	–		
평균 손상면적율(%)		–	–	–	–	–	–	
손상별 등급		a	a	a	a	a		

【표 1.6.18】 2차부재 발청 및 도장열화 평가 등급

평가지표	발청	박리	균열	부풂	변색/백아화
2차부재	a	a	a	a	a
확정등급	**a**	**a**	**a**	**a**	**a**

【표 1.6.19】 2차부재 발청 및 도장열화 평가 점수

평가지표	발청	박리	균열	부풂	변색/백아화	평가점수
등급	a	a	a	a	a	10
점수	5	2	1	1.5	0.5	
발청 및 도장열화 등급						a

■ 2차부재의 발청 및 도장열화 평가 점수는 부식 및 도장열화로 인한 내구성능 저하를 무시할 수준의 단계인 a등급으로 평가되었다.

나. 도장두께 평가

- 해당 교량의 구간은 환경조건이 양호한 지역이므로 일반환경을 적용하여 외부도장은 내후성 중방식 도장(우레탄계 : 215㎛)을 적용하고 내부도장은 에폭시 도장(175㎛)을 적용하였다.

1) 거더

【표 1.6.20】 거더 도장두께 평가

측정위치	조사경간	#1	#2	#3	#4	#5	평균	기준	판정
거더외부	S1-G1	265	265	260	255	252	259	215	만족
	S1-G1	245	250	268	272	252	257	215	만족
	S3-G1	221	235	238	225	230	230	215	만족
	S3-G2	230	232	231	232	240	233	215	만족
거더내부	S2-G1	179	180	182	185	183	182	175	만족
	S2-G1	190	178	179	182	178	181	175	만족
거더 도장두께 불만족 비율 = (불만족 거더 개수)/(조사 대상 거더 개수)×100 = 0%(a등급)									

2) 2차부재

【표 1.6.21】 2차부재 도장두께 평가

측정위치	조사경간	#1	#2	#3	#4	#5	평균	기준	판정
2차부재	S1	278	274	278	306	257	279	215	만족
	S4	271	260	275	255	245	261	215	만족
거더 도장두께 불만족 비율 = (불만족 거더 개수)/(조사 대상 거더 개수)×100 = 0%(a등급)									

다. 환경요인 평가

【표 1.6.22】 환경요인 평가

구분	평가지표	측정값	등급
대기 환경	해안 이격거리	60.4km	a
	연간 젖음시간(일)	66.9일	
	이산화황 농도	0.003 ppm	
제설제(강설횟수)		11.7 회	b

<해설>
- 해안 이격거리 : 시설물의 위치로 지도 및 인터넷 정보를 이용하여 최단거리 측정
- 연간 젖음시간(일) : 기상청 기상연보에서 0 ˚C 이상, 상대습도 80% 이상인 관측일 산정
- 이산화황 농도 : 에어코리아(http://www.airkorea.or.kr)에서 제공하는 지역별 10년 평균 농도
- 강설횟수 : 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 상의 동결융해 싸이클 수 참조

1.6.4 강재 내구성능 평가 결과

가. 강재 내구성능 최종 평가

【표 1.6.23】 평가항목별 가중치에 따른 거더의 내구성능

평가지표	등급	점수	가중치	평점/100
발청 및 도장열화	a	0.1	60	0.06
도장두께	a	0.1	20	0.02
대기 환경	a	0.1	10	0.01
강설 횟수	a	0.1	10	0.01
평 점				0.10

【표 1.6.24】 평가항목별 가중치에 따른 2차부재의 내구성능

평가지표	등급	점수	가중치	평점/100
발청 및 도장열화	a	0.1	60	0.06
도장두께	a	0.1	20	0.02
대기 환경	a	0.1	10	0.01
강설 횟수	a	0.1	10	0.01
평 점				0.10

【표 1.6.25】 부재별 가중치에 따른 강재 내구성능 평가

결함도 평가부재		부재별 평점	가중치	평점/100
상부	바닥판	-	-	-
	거더	0.10	77	0.077
	2차 부재	0.10	23	0.023
하부	교각	-	-	-
합 계				0.100
시설물 강재 내구성능 등급				A

1.6.5 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 1.6.26】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.250	b	0.6	0.150
강재내구성능평가 결과	0.100	a	0.4	0.040
결함도점수				0.190
내구성능평가 결과				B

1.7 사용성능 평가

교량의 사용성능 평가는 시설물의 예상수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야할 사용자 편의성 및 계획당시의 설계기준에 근거한 사용목적을 만족하기 위한 성능으로 정의한다.

시설물의 사용성능은 주행성과 기능성으로 구분되며, 주행성은 사용자의 편의를 도모하는 시설의 성능으로 시설물에 대한 이용자의 만족도로 평가하며, 기능성은 시설물이 계획 당시의 목적대로 서비스를 제공할 수 있는 역량과 이를 유지할 수 있는 조건의 충족여부로 평가한다.

각 성능별로 세부지표의 평가 결과를 가중치를 반영하여 최종 평가 등급으로 결정한다.

교량의 세부지표는 성능평가의 정의에 따라 주행성과 기능성으로 구분하고 해당 시설물의 특징을 반영하여 필요 성능을 도출한다.

교량에서는 서비스의 성능에 직접적인 영향을 미치는 시설물의 성능으로 사용자의 만족도 측면에서 주행성과 시설물의 기능유지 측면에서 유지관리성, 수요 및 용량을 선정한다.

1.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 일반도로 포장상태 지수(NHPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 NHPCI를 분석한 결과, 7.39으로 평가되었다.

【표 1.7.1】 포장상태 평가결과

노선명	방향	차로	연장 (km)	포장 형식	평균			NHPCI	평가
					균열률 XCR(%)	소성변형 XRD(mm)	종단평탄성 XIRI(m/km)		
일반국도 46호선	서울	1	0.175	콘크리트	0.16	0.00	2.05	7.39	a
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 NHPCI를 분석한 결과, 7.39으로 산정되어 양호한 상태인 a등급으로 평가되었다.								

나. 교량조명 평가

【표 1.7.2】 교량 조명의 작동유무 평가

평가기준	작동유무	평가
a	모든 조명 사용 가능	○
b	모든 조명의 90% 이상 사용가능	
c	모든 조명의 80% 이상 사용가능	
d	모든 조명의 70% 이상 사용가능	
e	모든 조명의 70% 미만 사용가능	

- 마석IC3교는 8개의 조명이 설치되어 있고, 전체 조명이 정상작동 하고 있는 작동유무 a등급으로 평가되었다.

【표 1.7.3】 도로의 조명기준

도로의 종류	교통의 종류와 자동차 교통량	도로 조명 등급
상하행선이 분리되고 교차부는 모두 입체교차로로서, 출입이 완전히 제한되어 있는 고속돌의 도로, 자동차 전용도로 또는 고속도로	교통량이 많으면서 도로 선형이 복잡한 경우	M1
	교통량이 많거나 도로 선형이 복잡한 경우	M2
	교통량이 적고 도로 선형이 단순한 경우, 또는 주변환경이 어두운 경우	M3
고속의 도로, 상하행선 분리 도로	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 부족함	M1
	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음	M2
주요한 도시 교통로, 간선도로, 국도	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 부족함	M2
	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음	M3
중요도가 낮은 연결 도로, 지방 연결 도로, 주택지역의 주 접근 도로, 사유지골의 접근 도로와 연결 도로	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 부족함	M4
	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음	M5

- 마석IC3교는 국도46호선에 위치한 교량으로 도로 사용자의 분리가 잘되어 있는 교량으로 도로 조명등급 기준 M3에 해당한다.

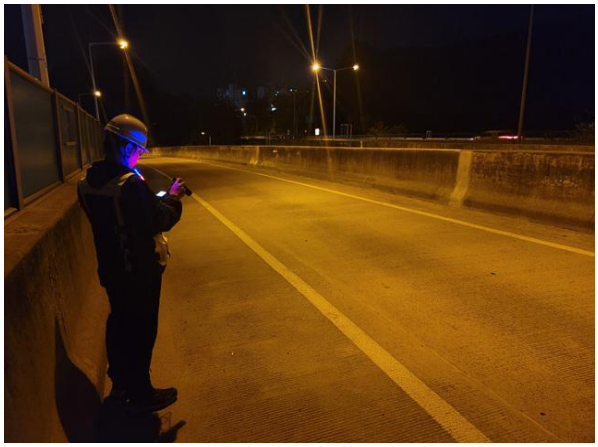
【표 1.7.4】 휘도 측정값

No.	외곽차선 휘도(cd/m^2)	중앙차선 휘도(cd/m^2)
1	0.79	0.33
2	0.85	0.37
3	0.93	0.35
4	0.84	0.56
5	0.78	0.65
6	0.83	0.60
7	0.81	0.56
8	0.79	0.58
9	0.78	0.56
10	0.83	0.65
평균(최댓값, 최소값 제외)	0.82	0.52

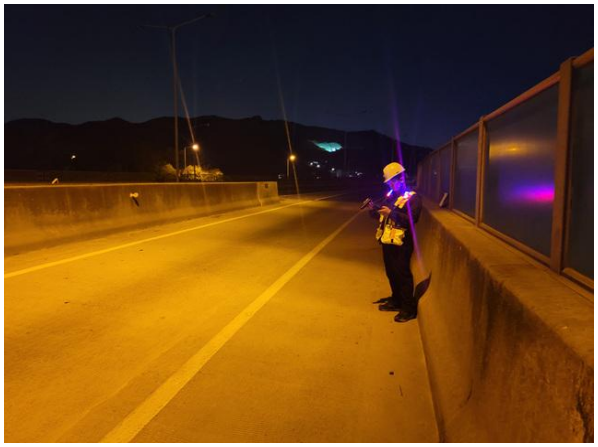
- 해당 도로의 조명 등급은 M3에 해당하며, 평균노면 휘도(최소허용치)는 $1.0cd/m^2$이다. 외과차선 휘도와 중앙차선 휘도 중 낮은 값(0.52)을 적용하면 70%미만으로 e등급에 해당된다.

【표 1.7.5】 교량 조명 성능평가 결과

작동유무평가 ①	설치상태				조명평가등급 MIN(①,②)
	도로조명 휘도기준		측정휘도 (cd/m^2)	설치상태평가 ②	
	도로조명등급	평균 노면휘도(cd/m^2)			
a	M3	1.0	0.52	e	e



휘도 측정 현황



휘도 측정 현황

【사진 1.7.1】 휘도 측정

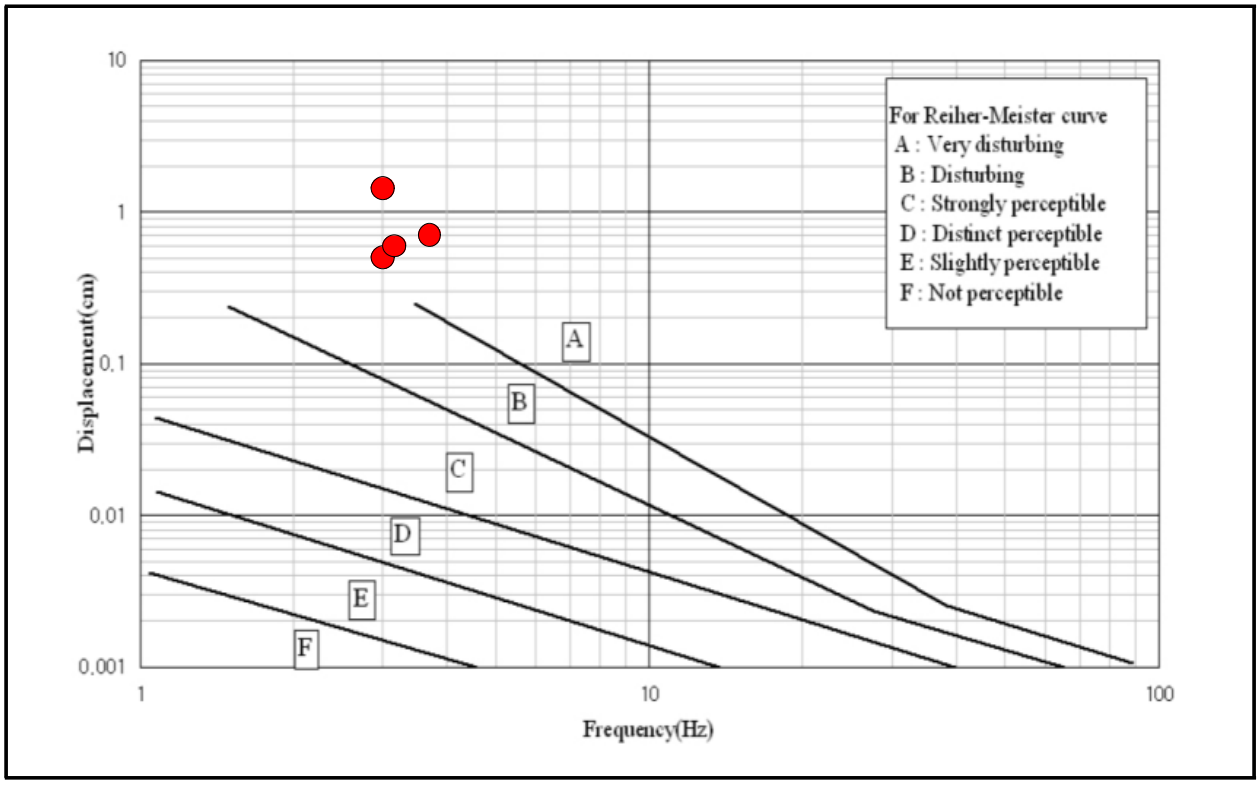
다. 진동사용성 평가

1) 측정

- 해당 교량의 진동사용성 평가를 위하여 교량의 최대 처짐과 고유진동수를 측정하였다.

【표 1.7.6】 진동측정값

No.	Dis(cm)	Fre(Hz)
1	0.72	3.2
2	1.58	2.9
3	0.64	3.1
4	0.88	3.7



【그림 1.7.1】 Reiher-Meister(1931)의 허용곡선

2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 6.361~15.750㎜/s, 2.9~3.7Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

라. 점검시설 평가

해당 교량은 교각 4기에 전개소 점검시설이 설치되어 있는 상태이다.

【표 1.7.7】 점검시설 평가결과

평가 기준	평가내용		평가 결과
	설치 유무	설치상태	
a	점검로가 교각마다 모두 설치 되어 있을 때	점검로가 신설되어 모두 양호한 상태	c
b	점검로가 교각의 80% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로가 모두 양호한 상태	
c	점검로가 교각의 60% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 20% 미만의 수리 및 10% 미만의 교체가 필요 할때	
d	점검로가 교각의 40% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 40% 미만의 수리 및 20% 미만의 교체가 필요 할때	
e	점검로가 교각의 40% 미만으로 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 40% 이상의 수리 및 20% 이상의 교체가 필요한 상태	

- 해당 교량은 일반교량에 설치된 점검시설로 일반교량의 점검시설 성능평가기준에 의거 평가하였으며, 평가결과 점검로가 교각마다 모두 설치 되어있는 a등급과 설치된 점검로의 20%미만의 수리 및 10% 미만의 교체가 필요한 c등급으로 평가되었다. 그 결과, 점검시설의 성능평가는 c등급으로 평가한다.

마. 교통량

대상 시설물의 남양주시 관내 마석-답내간 도로 확장 및 포장공사 환경영향평가서의 교통량 조사 결과, 수요예측 교통량은 34,845/일이며, 소요실제 교통량은 40,016/일(2023년)로 수요예측/수요실제의 비율이 87%로 산정되어 c등급으로 평가되었다.

【표 1.7.8】 교통량의 성능평가

구 분	수요예측(대/일) a	소요실제(대/일) b	대비(%) a/b*100	평가등급	비고
마석IC3교	40,016	34,845	87.0	c등급	2023년 교통량

1.7.2 사용성능평가 결과

【표 1.7.9】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	a	0.1
		조명시설	0.150	e	1.0
		진동사용성	0.202	e	1.0
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	c	0.4
	수요 및 용량	교통량	0.195	c	0.4
				결함도점수	0.537
				등급	D

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, 0.1×0.247(포장상태) + 1.0×0.150(조명시설) + 1.0×0.202(진동사용성) + 0.4×0.206(점검시설의 유무) + 0.4×0.195(교통수요) = 0.537

1.8 종합성능평가

성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합성능등급을 결정하였다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 「세부지침」에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하였다.

【표 1.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	마석IC3교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.191	b	0.68
내구성능 평가	0.190	b	0.19
사용성능 평가	0.537	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) = ∑(성능별 결함도 점수(E_n) × 성능간 가중치(W_n) = 0.191 × 0.68 + 0.190 × 0.19 + 0.537 × 0.13 = 0.236 • 종합 성능평가지수(E) : 0.236 • 종합성능평가 결과 : B등급		

1.9 유지관리 전략제안

1.9.1 성능목표 등급 산정

【표 1.9.1】 성능목표 등급산정

구분		A	B		C	D	E
			상B	하B			
도로 교량	점수	0.10	0.2		0.40	0.70	1.00
			0.16	0.23			
	범위	0≤X<0.13	0.13≤X<0.2	0.2≤X<0.26	0.26≤X<0.49	0.49≤X<0.79	0.79≤X

【표 1.9.2】 평가지표별 가중치 및 성능목표 등급산정 방법

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경			지진 구역계수 (5)	공용 연수 (6)
		동해환경 (2)	해안 이격거리 (3)	강설일수 (4)		
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표 = (1)×0.8 + [{(2)+(3)+(4)}/3]×0.1 + (5)×0.08 + (6)×0.02						

【표 1.9.3】 사용성 및 기능성 성능목표 선정

구분	기준	평가교량	평가등급
일교통량	10,000 대/일 이상	40,016 대/일	하B
중차량 통행량	차선당 1,000 대/일 이상	차선당 1,231 대/일 (1,231 대/일)	
대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상	3.9km	

【표 1.9.4】 주변환경 성능목표 선정

구분	평가교량			평가등급	
동해환경	지속적인 수분접촉		65.5일	A	C
	지속적인 수분접촉 없음		9.0일	C	
해안이격거리	서해안	그 외 지역	300 초과	C	
강설일수	11.7일			B	

【표 1.9.5】 지진구역계수 및 공용연수

구분	평가교량	평가등급
지진구역계수	경기도	A
공용연수	19년	D

【표 1.9.6】 성능목표 등급 산정표

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경			지진 구역계수 (5)	공용 연수 (6)
		동해환경 (2)	해안 이격거리 (3)	강설일수 (4)		
평가등급	하B	C	C	B	A	D
평가점수	0.23	0.40	0.40	0.20	0.10	0.70
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표	= 0.23×0.8 + [{0.40+0.40+0.20}/3]×0.1 + 0.10×0.08 + 0.70×0.02 = 0.239(하B)					

1.9.2 성능평가 실시결과 검토 · 분석

안전성능평가 결과

- 상태안전성능 평가결과
  → B등급(0.191)
- 구조안전성능 평가결과
  → A등급(0.129)

내구성능평가 결과

- 내구성능 평가결과
  → B등급(0.190)

사용성능평가 결과

- 사용성능 평가결과
  → D등급(0.537)

종합평가	B등급
성능목표	B등급
분석결과	• 성능평가 실시 결과, 안전성능 평가 B등급, 내구성능 평가 B등급, 사용성능평가 D등급으로 분석되어 최종 종합평가 등급은 B등급으로 판정되었다. • 이는 시설물의 성능평가 목표치인 B등급으로 “일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준”인 것으로 분석되었다.

1.9.3 성능목표에 따른 보수 · 보강 방법 및 전략제안

가. 보수 개략공사비

【표 1.9.7】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	균열(Cw=0.3㎜이상)	주입보수	0.80	1.20	m	65	78	2순위
	열화및박리(t=10㎜)	단면보수	1.30	1.95	㎡	255	497	2순위
	층분리(t=30㎜)	단면보수	0.20	0.30	㎡	285	85	2순위
	철근노출(t=30㎜)	단면보수+방청	0.60	0.90	㎡	310	279	2순위
거더내부	도장미흡	도장보수	7.50	11.25	㎡	12	135	3순위
	볼트부식	도장보수	56.00	0.56	㎡	12	6	3순위
	현장이음부 틈	실링처리	112.00	112.00	EA	10	1,120	3순위
	조류배설물	청소	0.93	1.40	㎡	70	97	3순위
교대	균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	2.80	1.05	㎡	85	89	2순위
	균열(Cw=0.3㎜이상)	주입보수	2.00	3.00	m	65	195	1순위
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	4.50	6.75	㎡	85	573	2순위
	백태	표면처리	1.90	2.85	㎡	85	242	2순위
	박리(보수부포함)(t=10㎜)	단면보수	2.00	3.00	㎡	230	690	2순위
	층분리(t=30㎜)	단면보수	0.24	0.36	㎡	260	93	2순위
	표면오염	표면처리	7.81	11.72	㎡	85	995	3순위
교각	균열(보수부포함)(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	15.80	5.93	㎡	85	503	2순위
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	13.77	20.66	㎡	85	1,755	2순위
	백태	표면처리	1.20	1.80	㎡	85	153	2순위
	재료분리(t=30㎜)	단면보수	0.75	1.13	㎡	260	292	2순위
	파손(t=30㎜)	단면보수	0.01	0.02	㎡	260	3	2순위
	표면오염	표면처리	5.00	7.50	㎡	85	637	3순위

【표 1.9.7】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	0.90	0.34	㎡	85	28	2순위
신축이음	유간토사퇴적	청소	13.90	20.85	m	70	1,459	1순위
배수시설	배수구 막힘	청소	2.00	2.00	EA	70	140	1순위
	그레이팅 파손	그레이팅재설치	1.00	1.00	EA	50	50	3순위
방호벽	균열(보수부포함)(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	43.50	16.31	㎡	85	1,386	3순위
	망상균열(Cw=0.3㎜미만)	표면처리	1.00	1.50	㎡	85	127	3순위
	백태	표면처리	0.12	0.18	㎡	85	15	3순위
	반사판 파손	반사판 재설치	14.00	14.00	EA	20	280	3순위
	박리(t=10㎜)	단면보수	3.50	5.25	㎡	230	1,207	3순위
	단면손상(박락,층분리,파손)(t=30㎜)	단면보수	8.76	13.14	㎡	260	3,416	3순위
교면포장	토사퇴적	청소	160.00	240.00	㎡	70	16,800	3순위
점검시설	점검사다리 파손	정비	3.00	3.00	EA	100	300	3순위

개략 공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	1,794	5,360	26,572
	재경비 (순공사비의 50%)	897	2,680	13,286
	합계	2,691	8,040	39,858
개략공사비 총계(천원)		50,589		

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

나. 투자우선순위지수 산정

【표 1.9.8】 투자우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
주입보수	0.80	1.20	65	78	균열 (Cw=0.3㎜ 이상)	바닥판	안전 성능	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	1
단면보수	1.30	1.95	255	497	열화 및박리 (t=10㎜)	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	5
단면보수	0.20	0.30	285	85	층분리 (t=30㎜)	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	5
단면보수+방청	0.60	0.90	310	279	철근노출 (t=30㎜)	바닥판	안전 성능	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	1
도장보수	7.50	11.25	12	135	도장미흡	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	3
도장보수	56.00	0.56	12	6	볼트부식	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	3
실링처리	112.00	112.00	10	1120	현장 이음부 틈	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	3
청소	0.93	1.40	70	97	조류배설물	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	3
표면처리	2.80	1.05	85	89	균열 (Cw=0.3㎜ 미만)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
주입보수	2.00	3.00	65	195	균열 (Cw=0.3㎜ 이상)	교대	안전 성능	c	1.00	0.13	0.68	0.18	0.01591	2
표면처리	4.50	6.75	85	573	망상균열 (Cw=0.3㎜ 미만)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	1.90	2.85	85	242	백태	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
단면보수	2.00	3.00	230	690	박리 (보수부포함) (t=10㎜)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
단면보수	0.24	0.36	260	93	층분리 (t=30㎜)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	7.81	11.72	85	995	표면오염	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	15.80	5.93	85	503	균열 (보수부포함) (Cw=0.3㎜ 미만)	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7

【표 1.9.8】 투자우선순위지수 산정(계속)

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
표면처리	13.77	20.66	85	1755	망상균열 (Cw=0.3㎜ 미만)	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	1.20	1.80	85	153	백태	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
단면보수	0.75	1.13	260	292	재료분리 (t=30㎜)	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
단면보수	0.01	0.02	260	3	파손 (t=30㎜)	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	5.00	7.50	85	637	표면오염	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	0.90	0.34	85	28	균열 (Cw=0.3㎜ 미만)	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	5
청소	13.90	20.85	70	1459	유간 토사퇴적	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	10
청소	2.00	2.00	70	140	배수구 막힘	배수시설	안전 성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	16
그레이팅재설치	1.00	1.00	50	50	그레이팅 파손	배수시설	안전 성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	16
표면처리	43.50	16.31	85	1386	균열 (보수부포함)	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	18
표면처리	1.00	1.50	85	127	망상균열 (Cw=0.3㎜ 미만)	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	18
표면처리	0.12	0.18	85	15	백태	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	18
반사판 재설치	14.00	14.00	20	280	반사판 파손	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	18
주의관찰	3.50	5.25	230	1207	박리 (t=10㎜)	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	18
주의관찰	8.76	13.14	260	3416	단면손상 (박락, 층분리,파손) (t=30㎜)	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	18
청소	160.00	240.00	70	16800	토사퇴적	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	15
정비	3.00	3.00	20	60	점검사다리 파손	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	18

【표 1.9.8】 투자우선순위지수 산정(계속)

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
-	-	-	-	-	염화물	바닥판	내구성능	c	1.00	0.33	0.21	0.18	0.01247	4
-	-	-	-	-	염화물	교대	내구성능	a	1.00	0.50	0.21	0.05	0.00525	9
-	-	-	-	-	탄산화	바닥판	내구성능	a	1.00	0.33	0.21	0.05	0.00347	14
-	-	-	-	-	탄산화	거더	내구성능	a	1.00	0.35	0.21	0.05	0.00368	13
-	-	-	-	-	탄산화	교대	내구성능	a	1.00	0.50	0.21	0.05	0.00525	9
-	-	-	-	-	파쇄콘크리트의 품질	바닥판	ㅍ	a	1.00	0.33	0.21	0.05	0.00347	14
-	-	-	-	-	파쇄콘크리트의 품질	거더	내구성능	a	1.00	0.35	0.21	0.05	0.00368	13
-	-	-	-	-	파쇄콘크리트의 품질	교대	내구성능	a	1.00	0.50	0.21	0.05	0.00525	9
-	-	-	-	-	파쇄콘크리트의 품질	교각	내구성능	a	1.00	0.50	0.21	0.05	0.00525	9
-	-	-	-	-	포장상태	-	사용성능	a	0.247	1	0.11	0.05	0.00136	17
-	-	-	-	-	교량조명	-	사용성능	e	0.15	1	0.11	0.38	0.00627	8
-	-	-	-	-	진동사용성	-	사용성능	e	0.202	1	0.11	0.38	0.00844	6
-	-	-	-	-	점검시설	-	사용성능	c	0.206	1	0.11	0.18	0.00408	11
-	-	-	-	-	교통량	-	사용성능	c	0.195	1	0.11	0.18	0.00386	12

마. 유지관리 전략 제안

관리주체는 관할 내 교량의 경제성(교통량, 투입비용, 향후교통량), 검토사항(시공성, 제 3 대상 위험도, 노선, 환경), 사고위험 등을 종합적으로 고려하여 다수의 시설물 중 보수의 우선순위가 높은 시설물을 결정하고, 개별시설물의 비용효과 분석을 통해 선정된 시설물 내의 부재별 보수·보강 우선순위를 결정하여 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

다만, 부재별 우선순위를 선정할 때 부재 내의 손상의 경중을 고려한 것이 아닌, 부재별 총공사비와 해당 부재의 가중치를 비교하여 도출된 결론으로써 부재별 보수·보강의 효율성을 판단하는 것이므로 우선순위가 높은 부재라고 하더라도 그 부재가 주요손상을 포함하고 있다고 할 수는 없다. 그러므로 보수를 실시하고자 할 때 주요 손상에 대해 우선적으로 보수를 하고 순위별로 순차적으로 보수 조치를 취하도록 한다.

해당 교량은 종합성능평가 결과가 B등급(0.236)으로 평가되었으며, 성능목표인 B등급(0.20≤X<0.26)을 만족하고 있는 것으로 조사되었고, 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

1.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경기도 남양주시 화도읍 녹촌리에 위치한 국도46호선 상의 도로교량으로 총 연장 175.0m, 폭 6.5m의 STEEL BOX GIRDER 교량으로, 2005년도에 준공되어 약 19년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태안전성능평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

본 과업은 "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법"(이하 "시설물안전법"이라 한다.)에 따른 성능평가를 시행하여 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

1.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 균열

바닥판하면 단부에서 조사된 균열(cw=0.3mm이상)은 건조수축, 온도변화 등에 의한 비구조적 손상으로 주입보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

- 데크플레이트 부식, 백태

바닥판하면 데크플레이트 부식 및 백태는 이전 점검과 비교하여 진전은 없는 것으로 확인되었으며, 향후 교면포장 상태에 따른 손상의 진전 여부에 대한 주기적인 점검을 실시하고, 손상 진전시 적절한 조치 등이 필요한 것으로 판단된다.

- 단면손상(열화, 박리, 층분리, 철근노출)

바닥판하면 열화 및 박리, 층분리, 철근노출은 국부적 피복두께 부족, 신축이음 하부누수로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보 및 손상진전을 방지하기 위한 단면보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2) 거더외부

- 거더외부는 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 거더내부

- 도장미흡, 볼트부식, 누수흔적

거더내부에서 조사된 도장미흡, 볼트부식, 누수흔적은 공용기간 증가, 우수유입, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 내구성 확보를 위한 도장보수 등이 필요한 것으로 판단된다.

■ 조류배설물 퇴적

점검시 체수는 없는 것으로 확인되었으며, 조류 서식에 따른 조류배설물이 국부적으로 발생하여 청소 등을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

4) 가로보 및 세로보

■ 가로보 및 세로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교대

■ 교대 균열, 망상균열

교대에서 조사된 균열 및 망상균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 비구조적 균열로 균열폭에 따른 표면처리, 주입보수가 필요한 것으로 판단된다.

■ 교대 백태, 박리 및 층분리, 표면오염

백태, 박리 및 층분리, 표면오염은 공용기간 증가, 우수유입(신축이음 하부누수) 등에 의한 손상으로 이전 점검 이후 신축장치 교체가 실시되었으며, 내구성 확보 차원의 단면보수, 표면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

6) 교각

■ 교각 균열, 망상균열

교각에서 조사된 균열 및 망상균열은 발생위치 및 형태로 보아 건조수축 및 온도변화에 의한 비구조적 균열로 표면처리 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

■ 백태, 표면오염

백태 및 표면오염은 신축이음 하부누수 및 공용기간 증가 등에 의해 발생하였으나, 금회 점검시 신축이음장치 교체가 이루어진 것으로 확인되어 손상에 대한 주기적인 검검 및 관찰 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

■ 단면손상(재료분리, 파손)

단면손상(재료분리, 파손)은 다짐부족 및 외부충격 등에 의해 발생된 것으로 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

7) 교량받침

■ 받침콘크리트 균열

받침콘크리트에서 조사된 균열은 cw=0.3mm미만의 균열로 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생한 손상으로 표면처리 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

■ 받침부식, 도장박리

받침부식 및 도장박리는 공용기간 증가 및 지속적인 우수유입에 의한 손상으로 금회 점검시 임시조치(도장보수)를 실시하였으나, 지속적인 점검 및 관찰을 통한 재손상 발생여부에 대한 확인이 필요한 것으로 판단된다.

■ 눈금자 고정핀 탈락

눈금자 고정판 탈락은 효율적인 교량받침 가동상태 파악을 위하여 재설치하는 것이 바람직 할것으로 판단된다.

■ 연단거리 측정결과 '시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(교량편)' 에서 제시하고 있는 연단거리 기준을 만족하는 상태로 조사되었다. 따라서, 안전성을 확보한 상태로 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 판단된다.

■ 받침장치부에 대한 여유량 검토결과 교량받침 전체에서 온도변화에 따른 이동여유량이 확보된 상태로 검토되었다.

8) 신축이음장치

■ 유간 토사퇴적

유간 토사퇴적은 공용기간 증가, 차량반복통행 등에 의해 발생된 것으로 교량의 원활한 신축거동을 위하여 주기적인 청소를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

■ 신축이음 유간측정결과 측정일 일평균온도에서 측정된 신축유간은 신축유간 온도변화에 따른 이론식으로 산정한 결과 전 개소 최소 필요 유간 이상을 확보하고 있는 것으로 평가되어 온도차에 따른 신축거동에는 문제가 없을 것으로 검토되었다.

■ 주기적인 점검을 통한 신축 여유량을 조사하여 구조물 및 차량 안전성 확보여부를 검토 하여야 한다.

9) 교면포장

■ 포장균열

포장 균열은 cw=0.3mm미만의 미세균열이고, 연장성이 짧은 것과 손상의 위치 및 기 점검 조사이력 등을 감안 할 때 시공초기 건조수축이 주된 원인인 것으로 판단된다. 손상규모가 미소하고, 균열부 주위로 추가적인 손상이 없는 점을 감안할 때 주의관찰을 통한 유지관리가 바람직하다.

■ 토사퇴적

교면포장 갓길에서 확인된 토사퇴적은 방치할 경우 체수, 물고임 등을 발생시킬 우려가 있으므로, 원활한 배수기능 확보를 위해 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다.

10) 배수시설

■ 배수구 막힘, 그레이팅 파손

그레이팅 파손에 의한 배수구 막힘이 발생되어 주행차량의 안전 확보를 위하여 주기적인 청소 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

11) 방호벽

■ 균열, 균열부백태

방호벽 균열 손상은 공용기간 증가와 콘크리트의 재료적 특성 및 부재의 위치적 특성에 따른 우수·일사열 등에 의한 건습반복, 환경적 온도변화 등에 의해 발생된 손상으로 일부 균열은 백태를 동반한 것으로 확인되었다. 균열의 진전 및 확대 방지를 위해 균열폭에 따른 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

■ 단면손상(박리, 박락, 층분리, 파손)

단면손상(박리, 박락, 층분리, 파손)은 외부충격, 다짐부족, 제설제 영향 등에 의해 발생된 손상으로 주의관찰 후 일괄적인 단면보수가 필요한 것으로 판단된다.

■ 반사판 파손

방호벽에 설치된 반사판 파손은 외부 충격 등에 의한 손상으로 향후 주행차량의 안전 확보를 위해 재설치 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

12) 교량 점검시설

■ 점검시설 손상(점검사다리 파손)

점검시설에 발생한 점검사다리 파손은 시공미흡으로 인해 발생한 손상으로 점검을 위해 출입하는 점검자의 안전에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되나, 손상의 진전 및 확대 여부를 주의관찰하고 향후 관리주체의 유지관리계획에 맞추어 적절한 조치가 필요하다.

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 28.7~35.9㎫, 하부구조(교대 및 교각) 24.1~28.2㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준강도 압축강도(바닥판하면 : 27.0㎫, 교대 및 교각 24.0㎫)를 상회하는 것으로 확인되었다. 건전부와 비건전부의 검토 결과, 상부구조와 하부구조의 비건전부의 강도가 건전부의 95%이상으로 측정되어 건전부 대비 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다. 따라서, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 없는 것으로 조사되었다.
- 철근탐사 시험은 상부 2개소, 하부 2개소를 실시하여, 총 4개소를 실시하였으며, 철근 피복은 다소의 변동 폭을 보이는 것으로 조사되었으며 이는 시공시 발생된 오차로 판단되며, 철근의 배근간격은 설계도면에 준하는 것으로 조사되었다. 따라서 철근탐사에서 철근의 직경은 파악되지 않으므로, 철근의 직경이 설계도서와 일치한다면, 철근 배근량에 대한 문제는 없는 것으로 판단된다.
- 마석IC3교에서 탄산화시험은 상부구조 1개, 하부구조 2개로 총 3개소 시험을 실시하였으며 결과 값은 아래 표에 정리하였다. 분석 결과, 3개소 모두 “탄산화에 의한 부식발생 우려 없음”인 ‘a’ 등급으로 평가되어 실시한 전개소 모두 30년 이상의 잔존수명을 확보하여 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다.

1.10.2 성능평가 결과

【표 1.10.1】종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	마석IC3교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.191	b	0.68
내구성능 평가	0.190	b	0.19
사용성능 평가	0.537	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) = ∑(성능별 결함도 점수(E_n) × 성능간 가중치(W_n) = 0.191 × 0.68 + 0.190 × 0.19 + 0.537 × 0.13 = 0.236 • 종합 성능평가지수(E) : 0.236 • 종합성능평가 결과 : B등급		

1.10.3 종합결론

- 마석IC3교는 약 19년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 층분리, 철근노출, 거더내부 볼트부식, 교대 및 교각 균열, 박리, 층분리, 파손, 교량받침 받침콘크리트 균열, 방호벽 균열, 박리, 단면손상, 교면포장 포장균열 등의 손상은 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차 손상 발생 우려가 있으므로 구조물의 내구성 및 사용성 향상을 위한 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, B등급(0.236)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : 0.20≤X<0.26)인 성능목표를 달성한 상태이므로 성능평가 보수 우선순위 정보를 활용하여 예산범위 내에서 적절한 보수공사가 지속적으로 시행된다면 성능목표 상태의 시설물 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.

1.10.4 사용제한의 필요성 여부

- 내구성능의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사항은 발생되지 않은 상태로서 시설물의 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

1.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 하부구조 균열, 및 교량받침의 부식의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 등의 유지관리가 필요하다.

1.10.6 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.