

3. 도곡2교

- 3.1 시설물 개요
- 3.2 자료수집 및 분석
- 3.3 현장조사
- 3.4 콘크리트 내구성조사
- 3.5 안전성능 평가
- 3.6 내구성능 평가
- 3.7 사용성능 평가
- 3.8 종합성능평가
- 3.9 유지관리 전략제안
- 3.10 종합결론 및 건의사항

3. 도곡2교

3.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 안성시 양성면 이현리에 위치한 교량으로 총 연장 120.0m, 폭 19.5m, PSCI Beam교로 시공되어 있다.

3.1.1 일반사항

【표 3.1.1】 도곡2교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		도곡2교		시설물번호		BR2005-0000815	
준공년월		2005년 05월 25일		관리번호		-	
시설물위치		경기도 안성시 양성면 이현리 354					
설계하중		DB-24, DL-24 (1등급)		노선명		일반국도45호선	
제원	연장	L=30m@4=120.0m					
	폭	B =19.5m					
구조 형식	상부	PSCI		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교대 - 역T형, 교각 - 다주식			교각	직접기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		A1, P2, A2 : New Finger Joint	
교차시설물		양성로, 도곡천의 지천		통과높이		4.1m	
설 계 사		보람엔지니어링(주)		시 공 사		대림산업(주) 외 14개	
내진설계유무		불명		관리주체		수원국토관리사무소	
부착시설내용		-					
기 타		준공도면 보유 / 구조계산서 보유					

3.1.2 위치도 및 전경사진

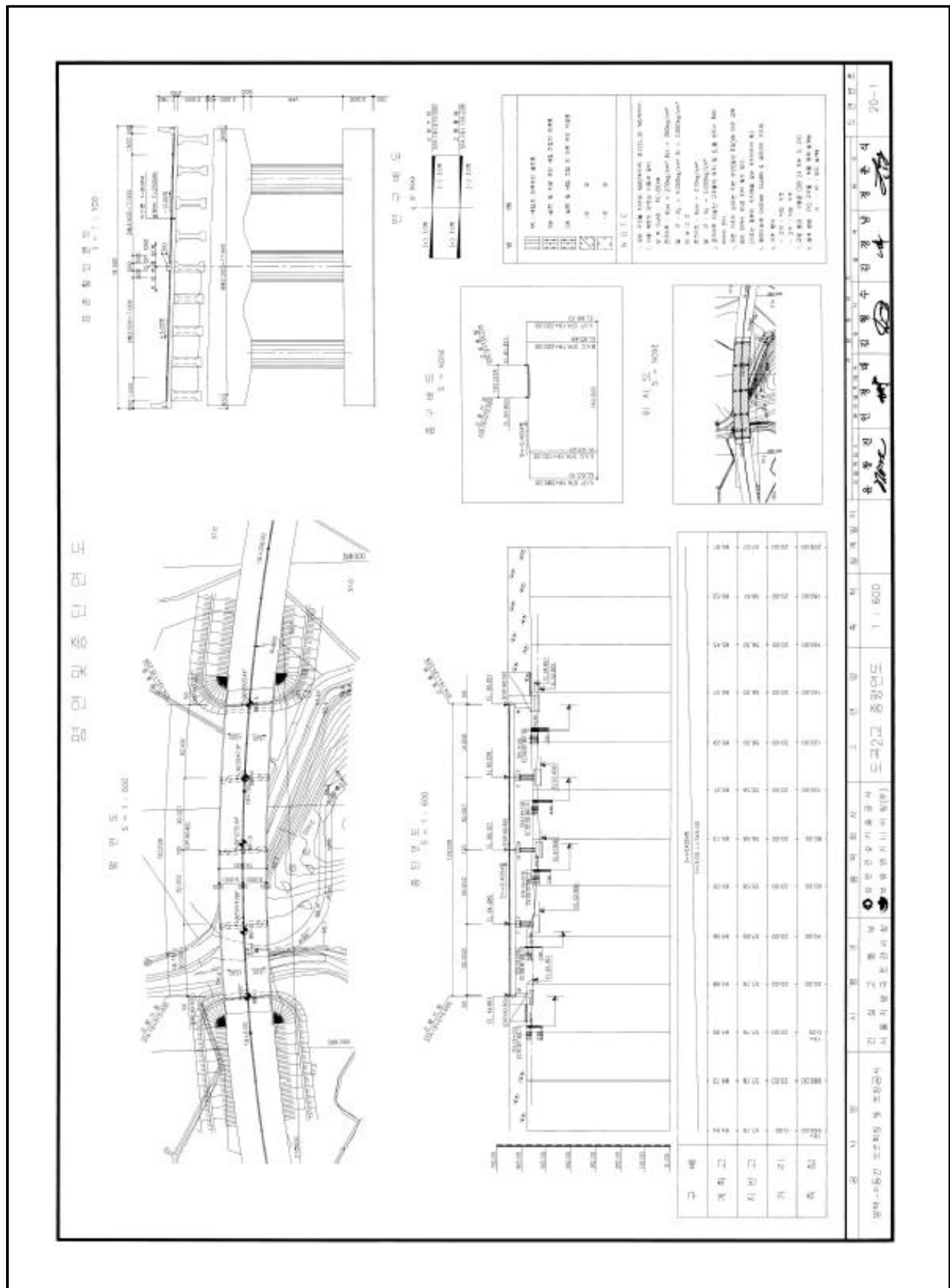


【그림 3.1.1】 위치도

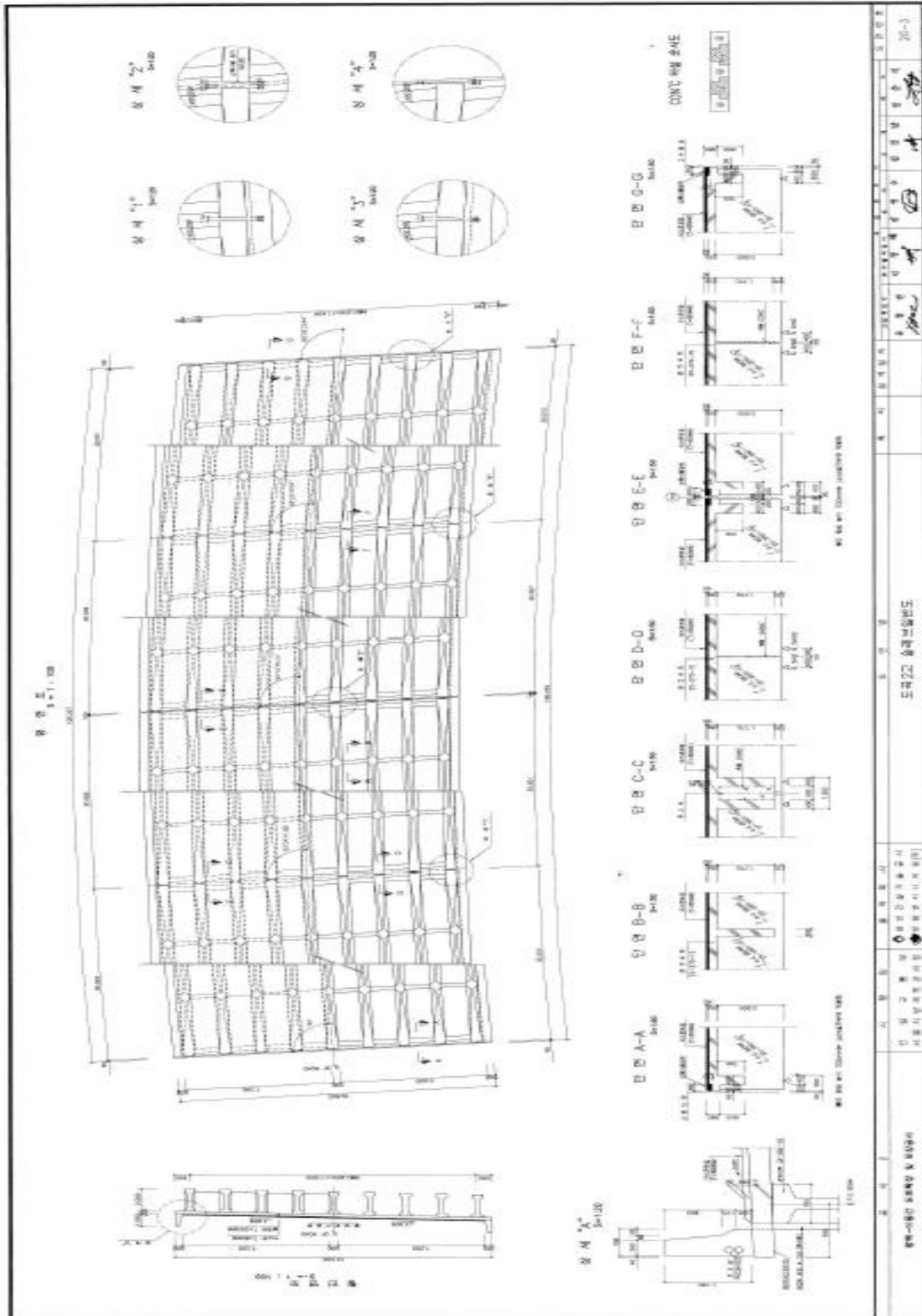
	
교량 상부 전경	교량 측면 전경
	
바닥판하면 전경	연석 및 난간 전경
	
교각 전경	교량받침 전경

【그림 3.1.2】 부재별 현황

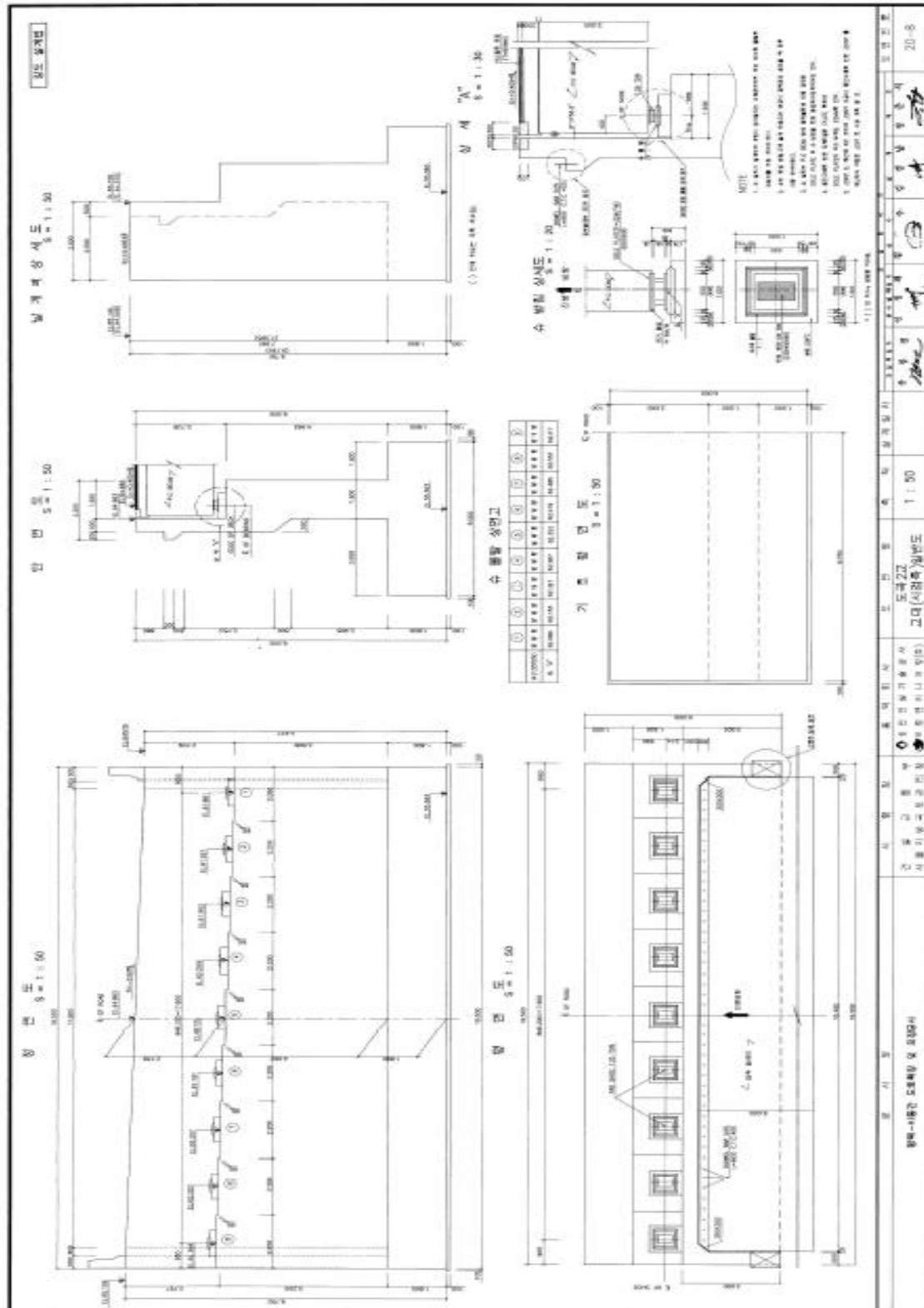
3.1.3 시설물 일반도



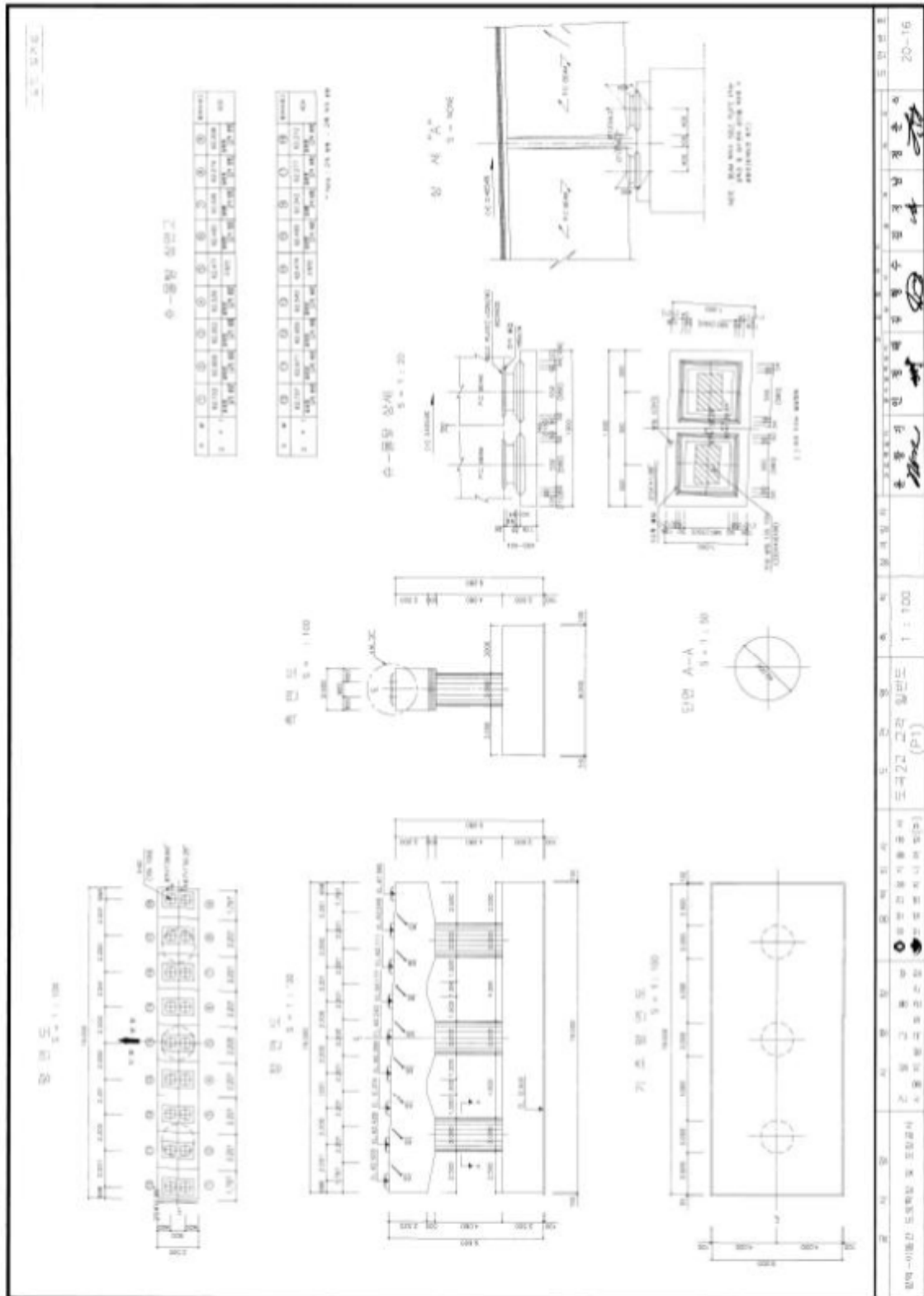
【그림 3.1.3】 종평면도



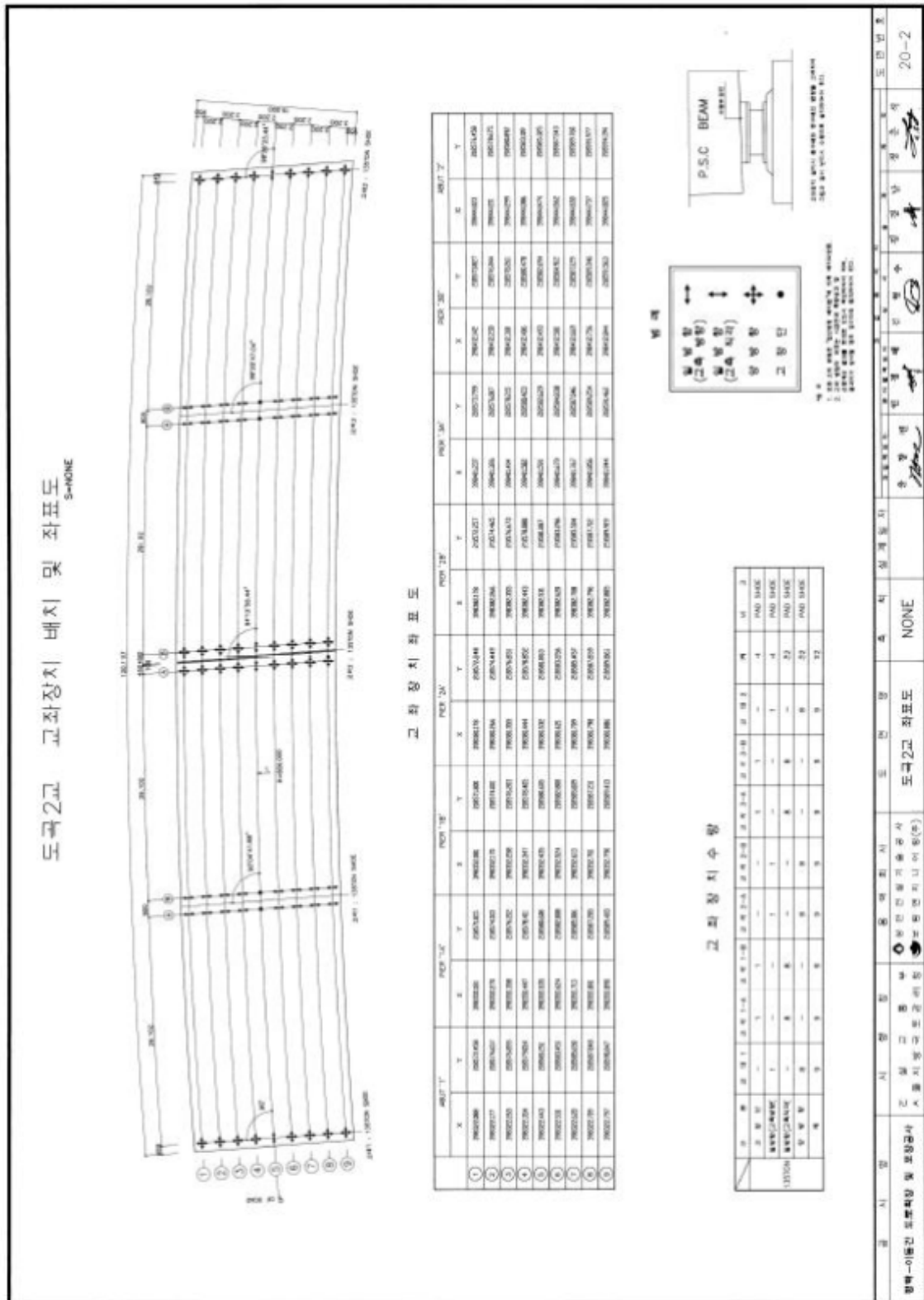
【그림 3.1.4】 슬래브 일반도



【그림 3.1.5】 교대 일반도



【그림 3.1.6】 교각 일반도

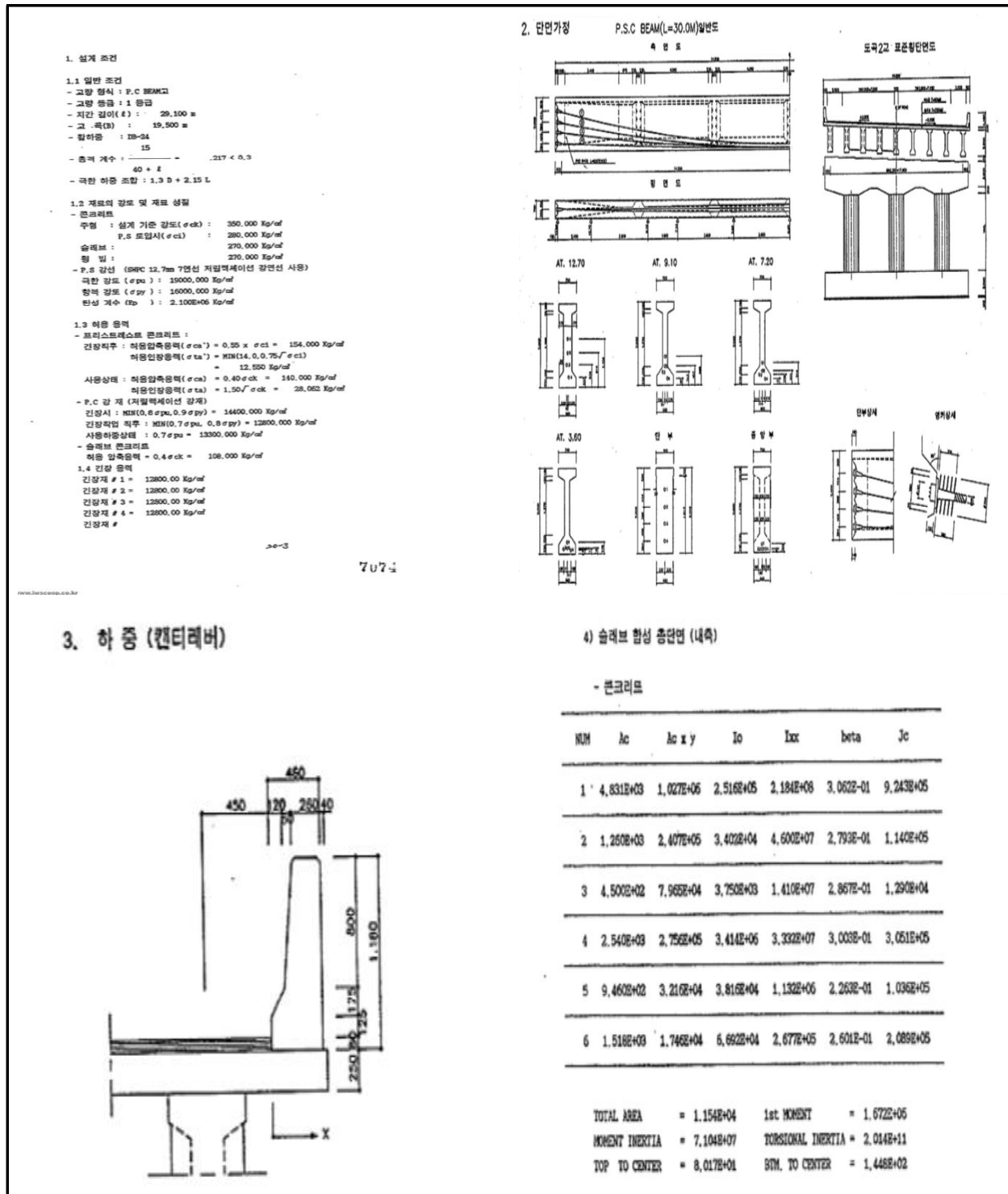


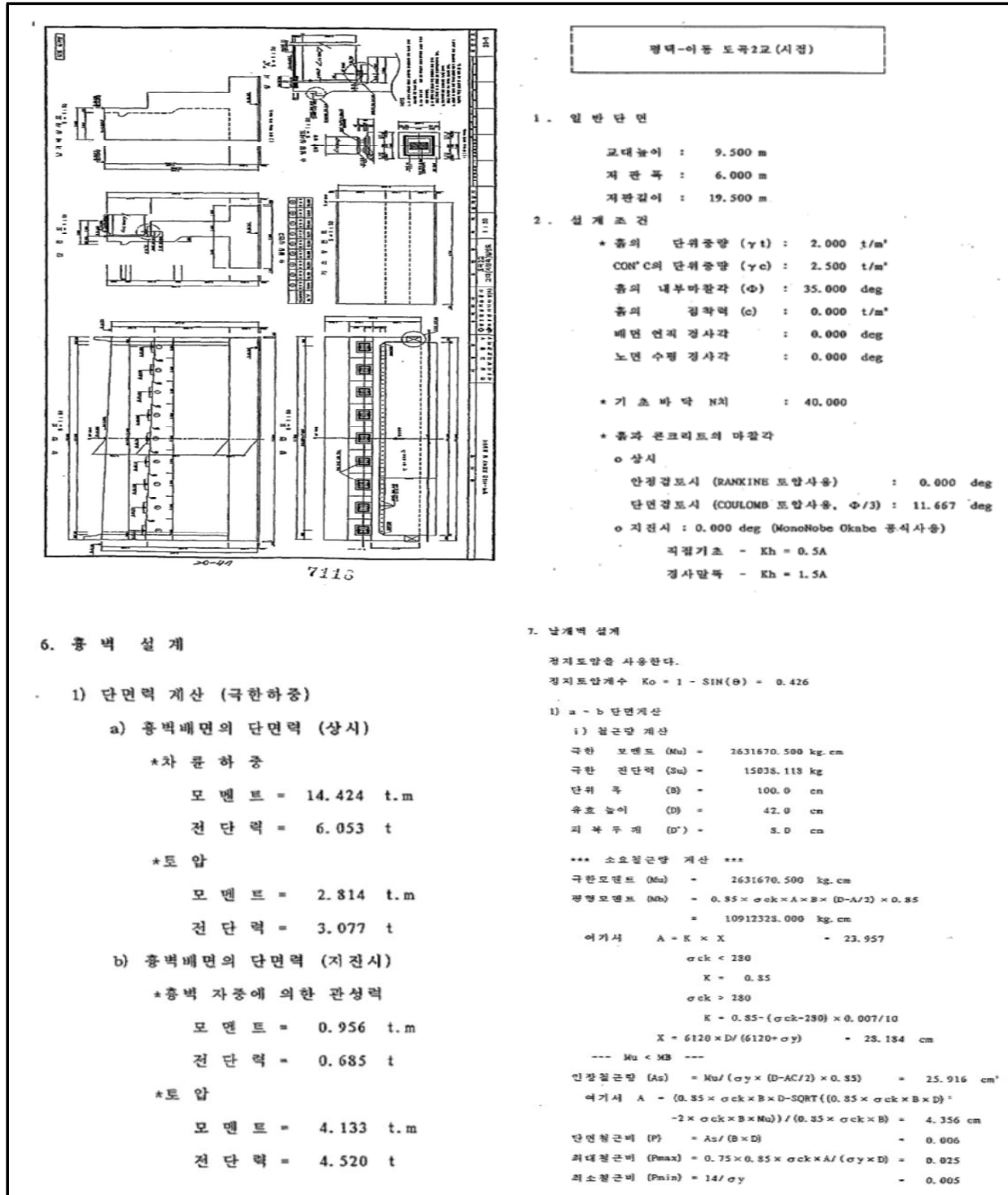
3.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “평택~이동간 도로확장 및 포장공사”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

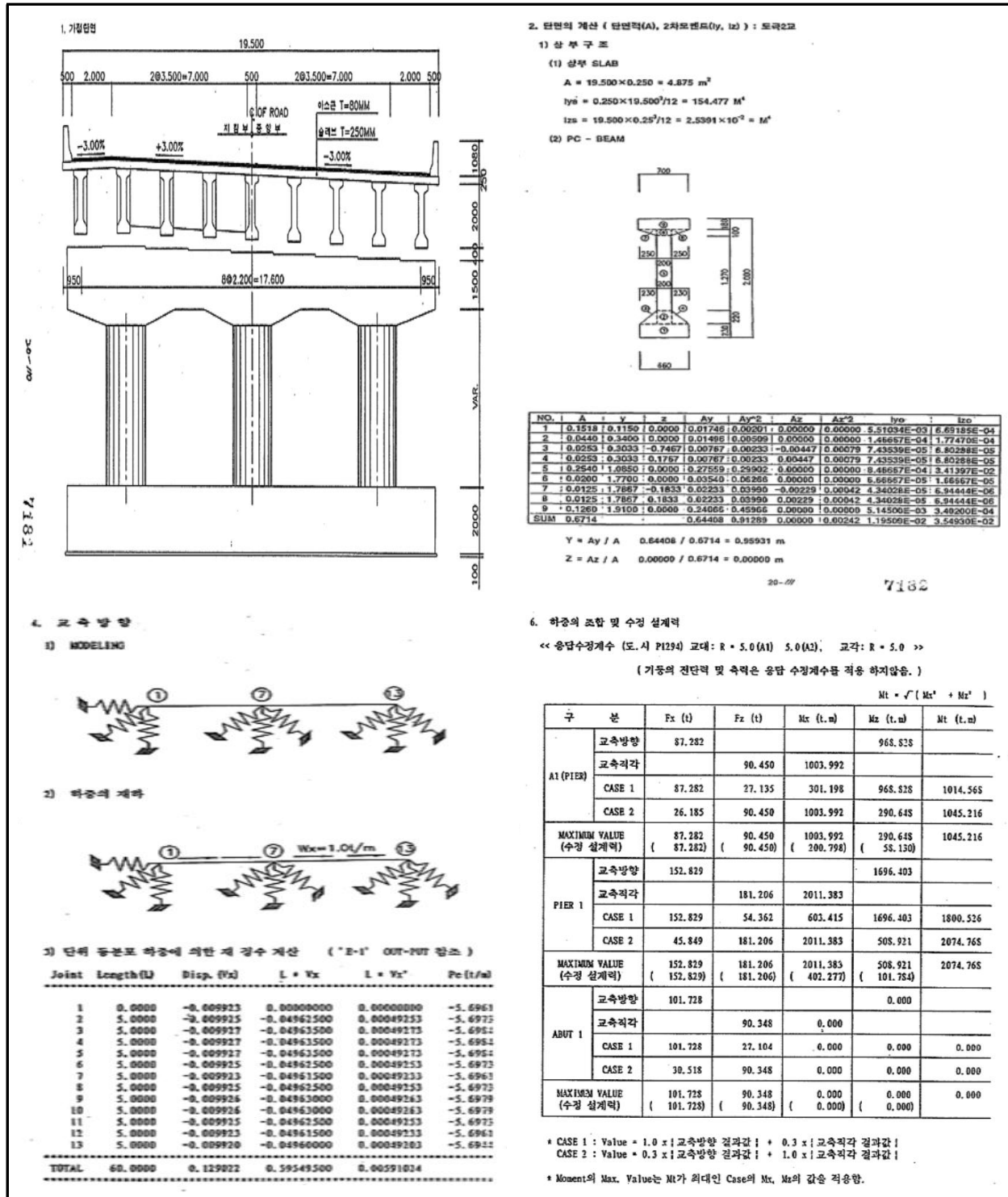
3.2.1 설계자료 검토

가. 구조계산서





나. 내진해석



다. 토질조사

평택~이동간 도로확장 및 포장공사 실시설계
토 질 조사 보고서

1997. 8.

건설교통부
서울지방국토관리청

조사지역	번호	조사위치 (STA.)	표고 (m)	비고
동행교	BB-74 (BB-13)	15 + 147	56.41	
	BB-75 (BB-14)	15 + 177	56.41	
	BB-76 (BB-15)	15 + 207	56.41	
	BB-77 (BB-1)	15 + 725(좌3.0m)	56.41	
양성교	BB-78 (BB-2)	15 + 751(좌4.0m)	55.98	
	BB-79 (BB-3)	15 + 785	54.95	
	BB-80 (BB-4)	15 + 815	50.62	
	BB-81 (BB-5)	15 + 845	51.92	
	BB-82 (BB-6)	15 + 875(우6.0m)	48.95	
	BB-83 (BB-7)	15 + 905	46.65	
	BB-84 (BB-8)	15 + 935	46.62	
	BB-85 (BB-9)	15 + 965(우4.0m)	48.53	
	BB-86 (BB-1)	17 + 305	38.97	
	BB-87 (BB-2)	17 + 348	40.69	
도곡교	BB-88 (BB-1)	17 + 500	38.12	
	BB-89 (BB-2)	17 + 519	38.40	
	BB-90 (BB-3)	17 + 533	37.90	
	BB-91 (BB-4)	17 + 547	38.50	
	BB-92 (BB-5)	17 + 561	38.43	
	BB-93 (BB-6)	17 + 581	38.36	
	BB-94 (BB-1)	18 + 125	44.61	
	BB-95 (BB-2)	18 + 155	43.79	
	BB-96 (BB-1)	19 + 015	57.67	
	BB-97 (BB-2)	19 + 042	58.51	

표 1의 번호는 조감도의 구 번호임

1

13

3.0 조사결과

3.1 지형 및 지질

3.1.1 지형

본 계획노선은 행정 구역상 경기도 평택군 고덕면, 안성군 원곡면 및 양성면 일원으로서 중앙부에는 경부고속도로가 횡단하고 있다.

산계는 노선 시점부로부터 원곡면까지는 함박산(59 m)등이 높지않은 산계를 형성하고 있으나 양성면에서는 고성산(200 m)이 급한 경사의 산 사면을 이루고 있다.

수계는 수지상 수계로서 크고 작은 지류들이 모여 진회천에 합류하여 서유하면서 아산만으로 유입되고 있다.

3.1.2 지질

본 지역의 지질은 신 캄브리아기(Pre-Cambrian)의 흑운모 편마암(Biotite Gneiss), 반상변성 편마암(Porphyroblastic Gneiss), 석영 운모 편암(Quartz Mica Schist) 그리고 제 4기(Quaternary)의 충적층(Alluvium)으로 구성되어 있다.

흑운모 편마암은 어느 정도 일정방향의 열리구조를 보이는 특징을 가지고 있으며 노선 전반부에 걸쳐 분포하고 있다.

본 앞은 변성교대작용을 받아 후에 반상 변성 편마암으로 변화하고 있으며 주 구성 광물은 석영, 장석, 흑운모, 각섬석, 백운모 등으로 구성되어 있다.

반상 변성 편마암은 흑운모 편마암이 변질 교대 작용의 결과로 알카리 성분은 함유되었으나 주로 변성이 많은 것이 특징이며 열리구조와 호상구조가 발달되어 있고 변정들은 무색대를 형성하고 있다.

주 구성 광물은 미사장석, 카리장석, 석영, 사장석, 흑운모, 각섬석 등으로 구성되어 있다.

또한, 석영 운모 편암은 높고 험한 지형을 이루며 방향성이 없는 열리구조를 보이고 있는데 흑운모 편마암과는 정축부를 이루고 있지만 분명한 경계선을 그을 수 없는 현대적인 접촉관계를 가지고 있다.

본 앞의 주 구성 광물은 석영, 흑운모, 규암, 운모 편암, 석영 편암으로 이들이 교호되거나 복합된 상태이다.

31

4.0 성과분석

4.1 토공작업

철도예정지역에서 실시한 시추 및 시험굴조사 결과에 의하면 지층의 분포상태는 지표면으로부터 0.6~7.4 m 정도의 심도까지 토사층인 표토, 풍적토 및 풍화잔류토층이 분포되어 있고 그 하부에 기반암인 풍화암, 연암 및 경암층이 위치하고 있다.

따라서 본 철도지역에서의 토공작업은 토사층과 일반암이 다 해당될 것으로 예상되는데 기반암을 파쇄하고 있는 토사층은 대부분 Dozer작업으로 철회 가능할 것으로 판단된다.

그러나 기반암층의 경우는 굴착방법에 관해서 알질의 종류, 층리, 절리, 균열 등의 발달 여부와 풍화의 정도 등 그 변화요인에 대하여 알고 뚜렷하게 정리된 것이 없어 단정적으로 굴착방법을 규정할 수는 없으나 본 지역에 분포한 기반암에 대한 굴진속도, Core 회수율(TCR), 균열, 절리, 층리 등의 발달상태 등에 따라 굴착방법을 추정하면 다음의 <표 4-1>과 같다.

굴 착 방 법

<표 4-1>

구분	굴 착 방 법	비 고
토 사 층	DOZER	표토층, 풍적토층 및 풍화잔류토층
풍 화 암	RIPPER	
연 암	발 파	균열이 심한 부분은 RIPPER
경 암	발 파	

한편, 참고로 기반암 굴착시의 Ripability는 원축압축강도(Uniaxial Compressive Strength)와 탄성파속도(Sismic P-wave Velocity) 및 절리 또는 불연속면의 간격과 관련하여 추정할 수 있는데 방법을 인용하면 다음의 <그림 4-1, 2>와 같다.

105

3.2.2 시설물 점검이력

【표 3.2.1】 도곡2교 점검이력사항

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
1	정기안전 점검	2023.10.15 ~2023.11.30	자체수행	양호	- 교면포장:포장균열,마모, 접속부아스콘균열및패임 - 배수시설:배수구막힘, 덮개망실,토사퇴적 - 난간및연석: 균열 및 재균열, 보수부 망상균열, 들뜸,파손, 보수부 박리, 텔리네이트 파손, 차광망 탈락, 균열부 백태, 중분대 가드레일 변형 - 신축이음장치:본체부식,토사퇴적,후타재균열,차수판 볼트탈락,누수 - 바닥판:망상균열,박락,파손,보수부박리,철근노출 - 거더:균열,백태,누수흔적,들뜸,박락,파손 - 가로보:균열및재균열,백태,들뜸,보수부박리,박락및철근노출 - 교대및교각:균열(0.3mm미만),균열(0.3mm이상),망상균열,백태,누수흔적,녹오염,표면오염,박리,박락,파손,철근노출,실런트탈락,폐콘크리트퇴적 - 공중이이용이이용하는부위:상태양호
2	정밀안전 점검	2023.04.13 ~2023.09.15	(주)명성엔지니어링	C등급	? 바닥판하면망상균열,박락,파손,박락및철근노출,보수부박리,백업재탈락 ? 거더균열(0.3mm미만),들뜸,박락,파손,백태,누수흔적 ? 가로보재균열(0.3mm미만),균열(0.3mm이상),들뜸,보수부박리,박락및철근노출,백태 ? 교대균열및재균열(0.3mm미만,이상),망상균열,백태,녹오염,누수흔적,박리,박락 - 실런트 탈락, 폐콘크리트 퇴적 ? 교각균열(0.3mm미만),누수흔적,표면오염,박리,박락,파손,철근노출,폐콘크리트퇴적 ? 교량받침받침몰탈균열,박리,파손,플레이트부식 ? 신축이음후타재균열,본체부식,유간토사퇴적,차수판 볼트탈락,하부누수 ? 교면포장아스콘균열,접속부패임,포장균열,마모,망상균열,파손 ? 배수시설배수구막힘,그레이팅덮개망실,배수로토사퇴적 ? 방호벽균열및재균열(0.3mm미만,이상),보수부망상균열,들뜸,파손,보수부박리 - 텔리네이트 파손, 차광망 탈락
3	정기안전 점검	2023.04.11 ~2023.06.12	자체수행	양호	바닥판(균열, 파손), 교량받침(부식, 받침콘크리트 파손)
4	정기안전 점검	2022.10.05 ~2022.12.09	자체수행	양호	양호
5	정기안전 점검	2022.01.01 ~2022.06.30	자체수행	양호	지속관찰

【표 3.2.1】 도곡2교 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
6	정기안전 점검	2021.07.01 ~2021.12.31	자체수행	양호	지속관찰
7	정기안전 점검	2021.01.01 ~2021.06.30	자체수행	양호	지속관찰
8	정밀안전 점검	2021.03.12 ~2021.06.08	다운이엔씨 주식회사	B등급	1) 교면포장:포장균열(0.3mm이상),포장마모,포장파손, 접속부아스콘패임등 2) 배수시설:배수관탈락,배수관길이부족,배수구막힘및 덮개망실등 3) 방호벽및중분대:중분재지주파손,보수부재균열(0.3m m미만),망상균열,보수부박리등 4) 신축이음:후타재균열,부식,토사퇴적,신축이음하부누 수,차수판볼트탈락 5) 바닥판하면:망상균열,박락,박락및철근노출,백업재탈 락 6) 거더/가로보:누수흔적,박락,박리,백태,보수부박락,인 양홀파손,파손등 7) 교량받침:받침콘크리트부식,받침콘크리트박리,받침 콘크리트균열(0.3mm미만) 8) 하부구조:백태,박리,철근노출,그을음,누수흔적,망상 균열,균열(0.3mm이상),녹오염,표면오염,박락,보수부재 균열(0.3mm이상),보수부재균열(0.3mm미만)등
9	정기안전 점검	2020.07.01 ~2020.12.31	자체수행	양호	지속관찰
10	정기안전 점검	2020.01.01 ~2020.06.30	자체수행	양호	지속관찰
11	정기안전 점검	2019.07.01 ~2019.12.31	자체수행	양호	지속관찰
12	2종성능 평가	2019.08.30 ~2019.12.10	반석안전(주)	B등급	-안전성능평가:공용내하력,기초안전성을확보하고있으 며,중대결함이나구조적손상은발생하지않았으나,국부적 으로발생된균열및열화손상에대한보수가필요함 -내구성능평가:염화물,탄산화및콘크리트품질등의열화 진전향목평가결과,콘크리트는전반적으로건전한것으로 평가됨. -사용성능평가:포장상태는보통,교량조명은설치되지않 아해당지표제외.진동사용성은강하게인지할수있는상태 이며,점검로는설치되지않음 -종합성능등급:B등급(양호)으로지정됨

【표 3.2.1】 도곡2교 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
13	정밀안전 점검	2019.08.30 ~2019.12.10	반석안전(주)	B등급	-바닥판 : 균열, 백태, 변색, 파손 -거더/가로보 : 박리, 박락 -교대/교각 : 균열, 망상균열, 백태, 박리, 철근노출, 콘크리트적치, 그을음, 누수흔적, 접속부 실런트 탈락 -교량받침 : 받침콘크리트균열, 몰탈균열, 받침콘크리트파손 -신축이음장치 : 후타재균열, 토사퇴적, 신축이음하부 누수, 차수판볼트탈락 -교면포장 : 균열, 망상균열, 파손, 마모 -난간/연석 : 균열, 망상균열, 텔리네이터파손, 박리, 난간볼트탈락, 차광막탈락 -배수시설 : 배수구 막힘 및 덮개 망실, 배수관탈락, 배수관 길이부족, 배수관 고정불량 -기초부 : 상태양호
14	정기안전 점검	2019.01.01 ~2019.06.30	자체수행	양호	2020년 예산 확보 후 조치 예정
15	정기안전 점검	2018.10.01 ~2018.12.31	자체수행	양호	지속관찰
16	정기안전 점검	2018.04.01 ~2018.06.30	자체수행	양호	지속관찰
17	정기안전 점검	2017.10.01 ~2017.12.31	자체수행	양호	지속관찰
18	정밀안전 점검	2017.10.31 ~2017.12.22	케이에스엠 기술(주)	C등급	-교면포장:포장망상균열,파손,마모 -난간및연석:균열,망상균열,철근노출,박리,텔리네이터 파손 -바닥판하면:균열,균열부백태,망상균열,파손 -거더및가로보:균열,박리,박락,들뜸,철근노출 -교대및교각:균열,균열부백태,백태,박리,철근노출,누수 흔적 -신축이음/교량받침:후타재균열,신축이음단차,받침플레이트부식,가동상태양호 -배수시설:배수구막힘,배수관길이부족
19	정기안전 점검	2017.04.01 ~2017.06.30	자체수행	보통	지속관찰
20	정기안전 점검	2016.10.01 ~2016.12.31	자체수행	보통	2016년 하반기 조치예정
21	정기안전 점검	2016.04.01 ~2016.06.30	자체수행	보통	2016년 하반기 조치예정
22	정기안전 점검	2015.10.01 ~2015.12.31	자체수행	보통	16년 예산 확보 조치예정

【표 3.2.1】 도곡2교 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
23	정밀안전 점검	2015.09.25 ~2015.12.18	(주)동우기 술단	C등급	*바닥판하면: 균열(cw=0.2mm이하), 망상균열, 균열백 태, 백태, 누수흔적, 콘크리트파손, 변색*거더: 콘크리트박 리, 박락, 파손*가로보: 균열(cw=0.2mm이하), 콘크리트 들뜸, 박락, 철근노출*교대및교각: 균열(cw=0.2mm이하 , 균열(cw=0.3mm이상), 보수부재균열, 망상균열, 균열 백태, 백태, 누수흔적, 콘크리트박리, 박락, 파손, 철근노출, 폐콘크리트적치, 그을음, 토사퇴적*교량받침: 받침플레 이트부식, 무수축물탈균열(cw=0.1mm), 받침콘크리트파 손, *신축이음: 유간토사퇴적, 커버플레이트볼트탈락, 후타 재균열(cw=0.2mm이하), 후타재망상균열, 후타재마모, 후타재파손 *교면포장: 아스콘망상균열, 마모 *배수시설: 배수구막힘, 배수관길이부족 *난간 및 연석: 균열(cw=0.2mm이하), 균열(cw=0.3mm이상), 보수부재균열, 망상균열, 철근노출, 텔리네이더파손
24	정기안전 점검	2015.04.01 ~2015.06.30	자체수행	보통	-
25	정기안전 점검	2014.07.01 ~2014.12.31	자체수행	보통	-
26	정기안전 점검	2014.01.01 ~2014.06.30	자체수행	보통	-
27	정기안전 점검	2013.11.01 ~2013.12.31	자체수행	보통	14년 조치예정, 지속관찰
28	정밀안전 점검	2013.04.30 ~2013.07.26	주식회사 남양이엔씨	C등급	교면포장 망상균열, 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 방호벽 균열 및 망상균열, 철근노출, 후타재 균열 및 마모, 파손, 유간토사퇴적, 바닥판하면 균열 및 망상균열, 균열부 백태, 백태, 파손, 받침물탈 균열, 거더 파손, 박락 및 박리, 가로보 균열 및 박리, 교대 균열, 균열부 백태, 백태, 누수흔적, 교각 균열 및 망상균열, 박리 및 박락, 누수흔적, 토사퇴적, 그을음 등이 조사되었다.
29	정기안전 점검	2013.05.01 ~2013.06.30	자체수행	양호	13년 조치예정, 지속관찰
30	정기안전 점검	2012.11.01 ~2012.12.31	자체수행	보통	교면포장(망상균열), 신축이음(후타재 마모, 균열, 파손)
31	정기안전 점검	2012.05.01 ~2012.06.30	자체수행	보통	포장 망상균열, 신축이음 후타재 마모, 균열, 파손
32	정기안전 점검	2011.12.20 ~2011.12.20	자체수행	양호	바닥판 균열 및 백태, 교대교각 균열 및 백태
33	정밀안전 점검	2011.03.28 ~2011.06.25	(주)경호엔 지니어링중 합건축사사 무소	C등급	바닥판 균열, 균열부백태, 망상균열 및 백태, 가로보 들뜸, 교대 균열, 교각 콘크리트 박락, 신축이음 누수, 포트홀, 방호벽균열, 배수구막힘
34	정기안전 점검	2011.06.21 ~2011.06.21	자체수행	양호	신축이음 교체, 교면포장 상태불량
35	정기안전 점검	2010.12.08 ~2010.12.08	수원국도관 리사무소	양호	양호

【표 3.2.1】도곡2교 점검이력사항(계속)

번호	구분	기간	점검업체	등급	주요 점검 결과
36	정기안전 점검	2010.06.15 ~2010.06.15	수원국도관 리사무소	양호	포장파손, 슬래브 바닥판 하면 망상균열
37	정기안전 점검	2010.06.15 ~2010.06.15	수원국도관 리사무소	양호	포장파손, 슬래브 바닥판 하면 망상균열
38	정기안전 점검	2010.01.08 ~2010.01.08	수원국도관 리사무소	양호	포장파손, 슬래브 바닥판 하면 균열
39	정기안전 점검	2009.07.08 ~2009.07.08	수원국도관 리사무소	양호	포장파손, 슬래브 바닥판 하면 망상균열 신축이음 파손
40	정밀안전 점검	2009.02.13 ~2009.04.24	(주)다음기 술단	B등급	내구성은 대체로 유지되고 있는 상태로 측정되었으나, 외관조사시 나타난 교면 배수 설비 부착 불량에 의한 교면 체수 발생 및 바닥판 하면 열화 손상이 비교적 넓은 범위에서 발생되어 있는 상태
41	정기안전 점검	2008.11.03 ~2008.11.03	수원국도관 리사무소	양호	외관상 이상없음
42	정기안전 점검	2008.06.09 ~2008.06.09	수원국도관 리사무소	양호	신축이음, 중앙분리대 파손
43	정기안전 점검	2007.12.07 ~2007.12.07	수원국도유 지건설사무 소	양호	양호
44	정밀안전 점검	2007.06.26 ~2007.09.23	영동이엔지 (주)	B등급	교량의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았음
45	정기안전 점검	2007.05.23 ~2007.06.07	수원국도유 지건설사무 소	양호	포장균열 및 재료분리
46	정기안전 점검	2006.11.22 ~2006.11.22	수원국도유 지건설사무 소	양호	
47	정기안전 점검	2006.06.23 ~2006.06.23	수원국도유 지건설사무 소	양호	양호
48	정기안전 점검	2005.10.31 ~2005.10.31	수원국도유 지건설사무 소	양호	양호
49	긴급안전 점검(특 별)	2005.04.18 ~2005.05.31	에스큐엔지 니어링(주)	A등 급	상태양호

3.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년06월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
포장면	- 본 교량의 포장은 아스콘 포장으로 시공되었으며, 교면포장에 대한 외관조사 결과, 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 포장 균열, 포장 망상균열, 포장 파손, 포장 마모가 조사되었다. - 포장 파손은 손상확대시 차량 사고 발생 우려가 있으므로 보수를 실시하고, 포장 균열, 포장 망상균열, 포장 마모는 손상정도는 경미한 상태이므로, 향후 손상확대 및 진행성 여부를 확인 후 보수를 실시하는 것이 좋을 것으로 판단된다	
배수시설	- 본 교량의 배수시설은 하천형 배수관으로, 배수시설 총 10개소가 시공되어 있다. - 배수시설 점검결과 우수흐름 및 공용기간 증가 등으로 인해 전구간 배수구 막힘이 조사되었으며, 배수관 고정장치 시공미흡으로 인한 배수관 고정불량이 조사되었다. - 전회 점검시 조사된 배수관은 배수관 일부 탈락, 길이부족 및 고정불량이 조사 되었으나 보수를 통한 관리가 진행되어 배수관은 대체로 양호한상태로 조사되었다.	
연석 및 난간	- 본 교량의 방호벽은 좌·우측에 콘크리트로 시공된 상태이며, 중앙분리대는 연석 및 강재난간 및 차광막이 설치되어 있다. - 좌·우측 방호벽 외관조사 결과 온도변화에 의한 건조수축에 의한 보수부 재균열(0.3mm미만), 건조수축 및 공용기간 증가에 의한 보수부 망상균열, 공용기간 증가에 의한 소규모의 보수부 박리, 텔리네이트 파손이 조사되었다. - 중앙분리대 외관조사 결과 외부충격(차량 충돌 등)으로 인한 중앙분리대 지주 파손이 S1경간에서 1개소 조사되어 재설치를 통한 관리가 필요한 것으로 조사되었다.	
신축이음	- 본 교량의 신축이음장치는 New Finger Joint(A1, P2, A2)로 총 23소에 설치되어 있다. - 신축이음 외관조사 결과 차륜하중 반복 및 공용기간 증가로 인한 유간 토사퇴적, 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 후타재 균열, 공용기간 증가 등으로 인한 차수판 볼트 체결불량 등이 발생된 것으로 조사되었다. - 기 발생된 손상은 점검시까지 구조물의 위해를 가할 정도의손상은 아니므로 추후 점검을 통한 손상의 진전여부에 따른 유지관리계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	
바닥판	- 본 교량의 바닥판 하면 외관조사결과 콘크리트로 시공되어 있으며, 외관조사 결과 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 균열, 시공오차 등으로 인한 박락 및 철근노출, 외부충격으로 인한 파손이 조사되어 보수를 통한 관리가 필요한 것으로 판단된다. - 파손, 박락 및 철근노출, 백태는 신축이음 하부에서 발생된 손상으로 백태는 표면 보수를, 파손은 단면보수를, 박락 및 철근노출은 방청 후 단면보수가 필요한 것으로 판단된다.	
거더 및 가로보	- 본 교량의 거더는 경간당 PSCI 거더 9열로 시공되어 있으며, 거더와 거더 사이에 가로보가 시공되어 있다. - 거더 외관조사결과 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 균열(0.3mm미만), 균열부 우수유입으로 인한 박리, 박락, 백태, 신축이음 하부 우수유입으로 인한 누수흔적 등이 조사되었다. - 가로보 외관조사 결과 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 균열(0.3mm이상), 보수미흡으로 인한 박리, 시공오차로 인한 철근노출이 조사되었다	
하부구조	- 본 교량은 교대는 역T형 2기, 교각은 다주식 3기로 시공되어 있다. - 교대 및 교각 점검결과 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 균열부 우수유입으로 인한 백태, 박락, 신축이음 우수유입으로 인한 박리, 외부충격으로 인한 파손, 시공오차에 의한 철근노출이 조사되었다. - 교대 A1구간 콘크리트 백태는 상단부 균열(0.3mm이상)에서 균열부 우수유입으로 인해 발생된 것으로 판단되며 교대A2구체 상면에서 조사된 폭 0.5mm의 균열은 전회점검시와 동일하게 조사되어 손상확대는 없는 것으로 판단된다. 보수를 통한 관리가필요한 것으로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
교량받침	- 본 교량의 받침장치는 탄성받침으로 양방향 32개소, 일방향 36개소, 고정단 4개소로 총 72개소가 시공되어 있다. - 받침장치 외관조사 결과, 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 받침몰탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm이상), 균열부 우수유입으로 인한 받침콘크리트 파손 등이 조사되었다. - 현재까지 확인 결과 교량받침의 기능상에 문제는 없는 것으로 보여지며 지속적인 점검을 통한 손상의 진전유무 및 점검시 이동량 확인 등을 통한 지속적인 관리가 필요한 것으로 판단된다.	
기초	본 구조물의 기초는 시공당시 매립되어 점검시 확인이 불가능한 상태로 외관조사 및 현황조사를 실시할 수 없었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	28.6~31.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	27.6~29.5	21.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	25.5~28.2	b등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조	57.0~74.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 추정 압축강도는 설계기준강도를 상회하며, 주요 구조부재는 재료역학적 건전성을 만족하고 있는 것으로 판단됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
도곡2교	0.258	B	—	—	B
종합평가	•도곡2교 종합평가에 의한 안전등급은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B등급(양호)” 으로 지정되었다.				

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상명	보수보강 방안	손상 물량	보수 물량	단위	공법 단가(원)	개략 공사비(원)	순위
포장 부	접속부Asp패임	아스팔트 팻칭	0.04	0.06	m ²	521,820	31,309	2
	포장균열(0.3mm미만)	표면보수	4.5	1.69	m	40,000	67,600	3
	포장균열(0.3mm이상)	주입보수	19.6	29.40	m	75,000	2,205,000	3
	포장망상균열	표면보수	415.5	623.25	m ²	40,000	24,930,000	3
	포장파손	단면보수	0.1	0.15	m ²	224,919	33,738	2
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면보수	0.3	0.12	m ²	87,947	10,554	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.2	1.80	m	152,339	274,209	2
	난간볼트탈락	재설치	5	5.00	ea	10,000	50,000	3
	델리네이터파손	재설치	15	15.00	ea	35,200	528,000	3
	보수부망상균열	표면보수	5.18	7.77	m ²	87,947	683,350	3
	보수부박리(T=10mm)	단면보수	0.09	0.14	m ²	224,919	31,489	2
	보수부재균열 (0.3mm미만)	표면보수	34.4	12.90	m ²	87,947	1,134,519	3
	중분대지주파손	재설치	1	1.00	식	400,000	400,000	3
배수 시설	배수구막힘및덮개망실	재설치	8	8.00	ea	102,400	819,200	2
	배수로토사퇴적	청소	2.7	4.05	m ²	7,149	28,954	3
바닥판 하면	망상균열	표면보수	4.55	6.83	m ²	93,426	638,100	3
	균열(0.3mm미만)	표면보수	4.2	1.58	m ²	93,426	147,613	3
	박리(T=30mm)	단면보수	0.06	0.09	m ²	464,902	41,841	2
	박리및철근노출(T=50mm)	단면보수 (방청)	0.23	0.35	m ²	719,668	251,884	2
	파손(T=30)	단면보수	0.7	1.05	m ²	464,902	488,147	2
거더	균열(0.3mm미만)	표면보수	1.20	0.45	m ²	124,663	56,098	3
	박리(T=30mm)	단면보수	0.53	0.80	m ²	434,261	347,409	2
	박리(T=10mm)	단면보수	0.11	0.17	m ²	224,919	38,236	2
	백태	표면보수	0.13	0.20	m ²	124,663	24,933	3
	보수부박리(T=10mm)	단면보수	0.06	0.09	m ²	224,919	20,243	2
	인양출파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	434,261	13,028	2
	파손(T=30mm)	단면보수	0.07	0.11	m ²	434,261	47,769	2
가로 보	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.10	4.65	m	152,339	708,374	2
	박리및철근노출(T=30mm)	단면보수 (방청)	0.06	0.09	m ²	501,308	45,118	2
	백태	표면보수	1.07	1.61	m ²	87,947	141,595	3
	보수부박리(T=10mm)	단면보수	0.04	0.06	m ²	234,399	14,064	2
	보수부재균열 (0.3mm미만)	표면보수	0.20	0.08	m ²	87,947	7,036	3
신축 이음	유간토사퇴적	청소	5.7	8.55	m	7,925	67,757	2

구분	손상명	보수보강 방안	손상 물량	보수 물량	단위	공법 단가(원)	개략 공사비(원)	순위
발침 장치	발침물탈균열 (0.3mm미만)	표면보수	4.9	1.84	m ²	87,947	161,823	3
	발침콘크리트균열 (0.3mm미만)	표면보수	1.2	0.45	m ²	87,947	39,576	3
	발침콘크리트균열 (0.3mm이상)	주입보수	3.3	4.95	m	145,476	720,108	2
	발침콘크리트박리(T=10mm)	단면보수	0.01	0.02	m ²	224,919	4,498	2
	발침콘크리트파손(T=30mm)	단면보수	0.6	0.90	m ²	434,261	390,835	2
	발침플레이트부식	재도장	22	22.00	ea	346,692	7,627,220	2
교대	균열(0.3mm미만)	표면보수	11.60	17.40	m ²	87,947	1,530,281	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	5.20	7.80	m	152,339	1,188,241	2
	균열부백태	표면보수	0.40	0.60	m ²	87,947	52,768	3
	망상균열	표면보수	4.16	6.24	m ²	87,947	548,791	3
	박락(T=30mm)	단면보수	0.36	0.54	m ²	434,261	234,501	2
	박리(T=10mm)	단면보수	4.58	6.87	m ²	224,919	1,545,195	2
	백태	표면보수	0.75	1.13	m ²	87,947	99,380	3
	보수부재균열 (0.3mm미만)	표면보수	9.90	3.72	m ²	87,947	327,164	3
	보수부재균열 (0.3mm이상)	주입보수	3.50	5.25	m	152,339	799,777	2
	접속부실린트탈락	실링처리	7.50	11.25	m	1,760	19,800	3
	페콘크리트적치	청소	4.25	6.38	m ²	7,149	45,611	3
교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	3.50	1.32	m ²	87,947	116,090	3
	박락(T=30mm)	단면보수	0.01	0.02	m ²	434,261	8,685	2
	박리(T=10mm)	단면보수	7.15	10.73	m ²	224,919	2,413,383	2
	철근노출(T=50mm)	단면보수 (방청)	0.10	0.15	m ²	707,349	106,102	2
	파손(T=30mm)	단면보수	0.03	0.05	m ²	434,261	21,713	2
	페콘크리트적치	청소	3.75	5.63	m ²	7,153	40,269	3
	표면오염	표면보수	7.50	11.25	m ²	87,947	989,406	3
순공사비(천원)							53,358,384	
제경비(순공사비의50%)(천원)							26,679,192	
개략공사비(제경비 포함)(천원)							80,037,576	
구분	1순위		2순위		3순위			
순공사비(천원)	-		35,024,311		35,024,311			
제경비(순공사비의50%)(천원)	-		17,512,156		17,512,156			
순위별공사비(제경비 포함)(천원)	-		52,536,467		52,536,467			

※ 각 손상물량별로 추가보수 등 여유수량을 감안하여 합증(1.3)을 적용하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상(배수구 덮개 미설치, 받침부식 등) 합증적용을 제외하였음(보수물량 = 손상물량 x 1.3(합증))

※ 본 공사비는 개략공사비로 보수공사시 작업난이도에 따른 부대공 및 가시설비가 증가할 수 있음.

※ 본 개략공사비는 실시설계시 공법변경 및 단가변동에 의해 바뀔 수 있음.

바. 종합결론

- 도곡2교는 경기도 안성시 양성면 이현리 위치한 교량으로 2005년에 준공되어 약 16년간 공용되고 있는 PSCI 형식의 교량으로 항목별(외관조사, 내구성시험, 상태평가 등)로 종합한 결과는 다음과 같다.
- 본 교량에 대한 외관조사 결과 바닥판하면에서 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 균열, 시공오차 등으로 인한 박락 및 철근노출, 외부충격으로 인한 파손이 조사되어 보수를 통한 관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 교대 및 교각 점검결과 온도변화에 의한 건조수축으로 인한 폭 0.2~0.3mm, 망상균열, 균열부 우수유입으로 인한 백태, 박락, 신축이음 우수유입으로 인한 박리, 외부충격으로 인한 파손, 시공오차에 의한 철근노출이 조사되었다. 교대 A1구간 콘크리트 백태는 상단부균열(0.3mm 이상)에서 균열부 우수유입으로 인해 발생한 것으로 판단되며 보수를 통한 관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 도곡2교에 대한 내구성 시험은 국토교통부, 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편)에 의거하여 각 부재 및 항목별로 실시한 결과, 설계기준에 대부분 부합되는 것으로 측정되었다.
- 각 항목별(외관조사, 내구성시험, 상태평가 등)로 종합평가한 결과 본 교량의 안전등급은 “B 등급(양호)”으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태인 것으로 평가되었다.
- 따라서, 도곡2교는 금번 점검시까지 구조물의 내구성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단되며, 교량의 공용기간 증가 등으로 인한 각 부재에 발생한 손상에 대해서는 지속적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 파악하여 유지관리계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 외관조사결과 기 손상인 바닥판 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박락, 박락 및 철근노출, 파손, 교대 및 교각 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 박리, 박락, 철근노출, 누수흔적 등의 손상이 확인 되었고 금회 점검에서는 보수여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부 확인 등에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정기안전점검은 총 38회 정밀안전점검은 총 9회, 2종 성능평가는 총 1회, 특별점검 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

3.2.5 시설물 보수 이력

【표 3.2.3】 도곡2교 보수이력사항

구분	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	국도45호선 도곡2교 등 시설물 보수공사	보수	교면포장(콘크리트 절삭 : 5m ²), 차선도색(2m ²), 표면보수(방호벽 및 중앙분리대 : 52m ²), 단면보수(방호벽 및 중분대 : 210m ²), 표면보수(바닥판 : 735m ²), 배수관교체 : 6EA	(주)세일엔지니어링	(주)에스엔에프 엔지니어링
	2019-09-23 ~ 2019-12-21			137,660	(주)내경엔지니어링
2	국도45호선 도곡2교 등 시설물 보수공사	보수	표면보수(난간 및 연석, 바닥판, 교대 및 교각), 단면보수(난간 및 연석, 바닥판, 천정, 벽체{방청}), 주입보수 : 교대 및 교각 : 9.2m, 교량받침 재도장 : 36개소	(주)세일엔지니어링	(주)건영이엔씨
	2018-12-06 ~ 2019-05-02			108,706	(주)내경엔지니어링
3	국도38호선 신궁1육교 외 2개교 신축이음 교체공사	보수	신축이음(A1 : 19.2m, A2 : 19.2m, 양방향)	수원국토	(주)엘에스에이치건 설
	2014-05-13 ~ 2014-06-24			71,592	동부엔지니어링(주)
4	국도17호선 원대교외 7개소 보수공사	보수	-	수원국토	(주)예단개발 대표 이인환 031)501-3400
	2011-12-07 ~ 2012-03-25			0	(주)다산건설탄트 한광홀
5	국도38호선 청미교(하)외 4개교 교면포장공사	보수	-	이해민	동현토건(주) 우동엽
	2011-09-30 ~ 2011-12-28			0	(주)다산건설탄트 한광홀
6	진위교외 4개소 신축이음장치 교체공사	개량	-	김희존	동성산업개발(주)
	2009-07-27 ~ 2009-11-23			0	김찬화
7	국도39호선 발안교외 8개교 신축이음 보수공사	보수	소파보수	이정일, 김희존	한국화성건설(주)
	2008-06-16 ~ 2008-09-19			0	이종삼

3.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 3.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
—	적용	—	—
• FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미 실시 된 것으로 확인되었다.			

3.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

3.2.8 하중변화 이력

준공이후 하중변화 이력은 없는 것으로 확인되었다.

3.2.9 자료수집 현황

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

3.3 현장조사

3.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 23년 정밀안전점검 현장조사결과를 활용하여 시설물의 상태현황 확인 및 성능평가 추가 조사를 실시하기 위하여 고소점검차를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다. 보고서 작성시 23년 정밀안전점검 외관조사를 활용하여 작성하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보, 고소점검차	2024.03.08.~2024.09.03.	
			
고소작업차 작업전경		고소작업차 작업전경	
			
비파괴시험 작업전경		제원측정 작업전경	

【사진 3.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

3.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 도곡2교의 바닥판하면은 차량하중을 직접적으로 지지하는 동시에 거더에 하중을 분산시키는 역할을 하는 주요 부재로 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장 L=120.0m, 폭 19.5m의 철근 콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면 현장조사 결과, 망상균열, 박락, 파손, 박락 및 철근노출, 보수부 박리, 백업재 탈락 등의 손상이 확인되었다.

【표 3.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	망상균열	m ²	4.55	—	4.55	2	— —	변동없음
	박락, 파손	m ²	0.13	—	0.36	6	▲ 0.23	신규손상
	박락 및 철근노출	m ²	0.23	—	0.23	2	— —	변동없음
	보수부 박리	m ²	—	—	0.21	3	▲ 0.21	신규손상
	백업재 탈락	m ²	1.45	—	0.55	3	▼ 0.90	손상삭제

	
S1 파손(0.4×0.1)	S2 망상균열(0.4×2.0)
	
S2 망상균열(0.4×2.0)	S2 망상균열(1.5×2.5)
	
S2 박락(0.6×0.1)	S2 백업재 탈락

【사진 3.3.3】 바닥판하면 손상현황

	
S3 파손(1.2×0.1)	S3 파손 및 철근노출(0.2×1.0)
	
S3 파손 및 철근노출(0.3×1.0)	S3 파손(0.4×1.0)
	
S4 보수부 박리(0.2×0.3)	S4 보수부 박리(0.3×0.3)

【사진 3.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 검토의견

- 기 손상부인 망상균열, 박락 및 철근노출은 손상의 진전이 없는 상태로 확인되었고, 박락, 파손 구간은 일부 신규 조사되었다, 백업재 탈락의 경우 일부구간 손상이 없는 것으로 확인되어 손상을 삭제하였다.
- 바닥판에 발생한 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 박락, 파손, 박락 및 철근노출, 박락 및 철근노출, 보수부 박리, 백업재 탈락 등의 단면 손상부는 피복부족, 외부 우수유입, 시공시 다짐불량, 보수미흡 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고 손상의 진전시 단면보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단되며, 박락 및 철근노출의 경우 단면보수+방청이 필요할 것으로 판단된다.

나. PSCI Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 PSC I 거더 형식으로 4경간 9열로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 균열, 들뜸, 박리, 박락, 파손, 인양홀 파손, 파손, 보수부 박락 등의 손상이 확인되었다.

【표 3.3.2】 거더 외관조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	균열(0.3mm미만)	m	1.20	—	1.20	1	— —	변동없음
	들뜸, 박락, 파손 등 단면손상	m ²	0.79	—	6.59	40	▲ 5.80	신규손상
	백태	m ²	0.13	—	0.13	2	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	0.90	—	0.90	2	— —	변동없음

	
S1-G1 박리(0.1×0.3)	S1-G1~G9 들뜸 및 박락(1.0×0.3)
	
S2-G7 보수부 박락(0.1×0.2)	S2-G8 보수부 박락(0.2×0.2)
	
S2-G9 인양홀 파손(0.1×0.1)	S2-G2 누수흔적(0.3×1.5)

【사진 3.3.5】 거더 손상현황

	
S2-G2 들뜸(1.0×0.2)	S2-G7 보수부 박락(0.1×0.2)
	
S2-G8 보수부 박락(0.2×0.2)	S3-G1 인양홀 파손(0.1×0.1)
	
S3-G2 박락(0.6×0.1)	S3-G5 박리(0.5×0.1)

【사진 3.3.5】 거더 손상현황(계속)

	
S3-G6 박리(0.1×0.3)	S4-G9 파손(0.6×0.1)
	
S4-G1 박락(1.0×0.2)	S4-G5 균열(0.1mm/1.2m)
	
S4-G5 백태(0.1×0.2)	S4-G5 백태(0.2×1.1)

【사진 3.3.5】 거더 손상현황(계속)

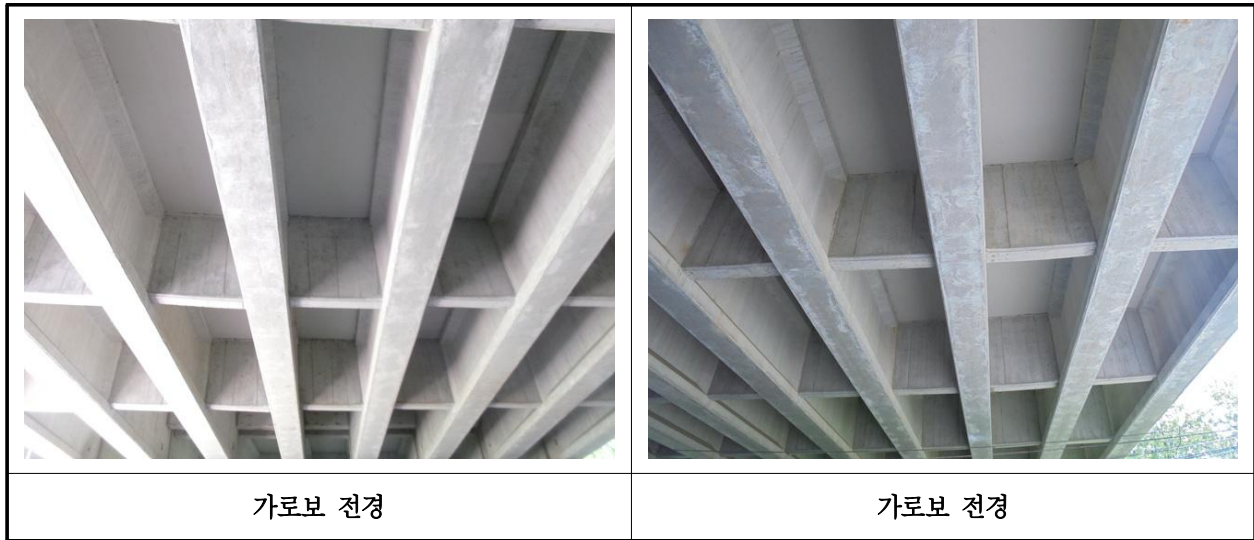
3) 검토의견

- 금회 조사시 균열, 백태, 누수흔적, 들뜸, 박락, 파손, 인양홀 파손, 보수부 박락 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 들뜸 및 박락, 박리 등의 손상이 신규 확인되었다.
- 거더에 발생한 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 거더에 발생한 들뜸, 박락, 파손, 보수부 박락, 들뜸 및 박락, 인양홀 파손 등의 단면손상의 경우 시공미흡, 외부충격, 보수미흡 등에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고, 추가 발생시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다.
- 조사된 백태, 누수흔적의 경우 습기흡착 및 외부 우수유입 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



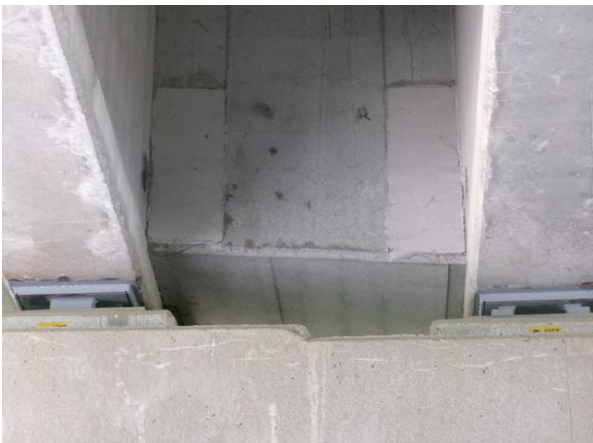
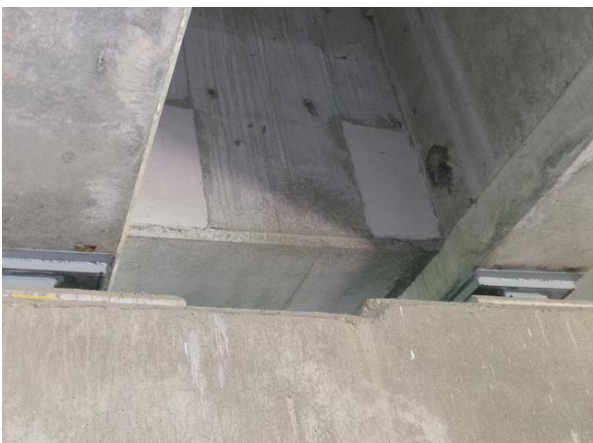
【사진 3.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

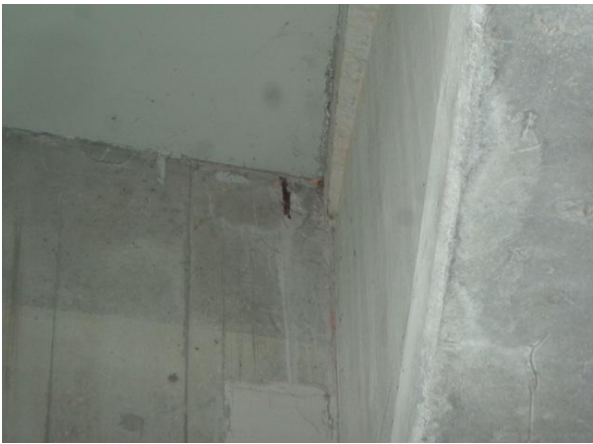
- 가로보에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm이상 균열, 0.3mm미만 재균열, 들뜸, 보수부 박리, 박락 및 철근노출, 백태 등의 손상이 확인되었다.

【표 3.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	재균열(0.3mm미만)	m	0.20	—	0.20	1	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	0.40	—	0.40	2	— —	변동없음
	들뜸, 보수부 박리	m ²	0.04	—	0.94	16	▲ 0.90	신규손상
	박락 및 철근노출	m ²	0.06	—	0.06	1	— —	변동없음
	백태	m ²	1.07	—	1.07	8	— —	변동없음

	
S2 보수부 박리(0.2×0.2)	S1 균열(0.3mm/0.3m)
	
S1 균열(0.3mm/0.3m)	S1 균열(0.3mm/0.3m)
	
S2 들뜸(0.2×0.3)	S2 들뜸(0.2×0.3)

【사진 3.3.7】 가로보 손상현황

	
S2 박락 및 철근노출(0.2×0.3)	S3 균열(0.2mm/0.2m)
	
S7 백태(1.5×0.1)	S7 백태(1.5×0.1)

【사진 3.3.7】 가로보 손상현황(계속)

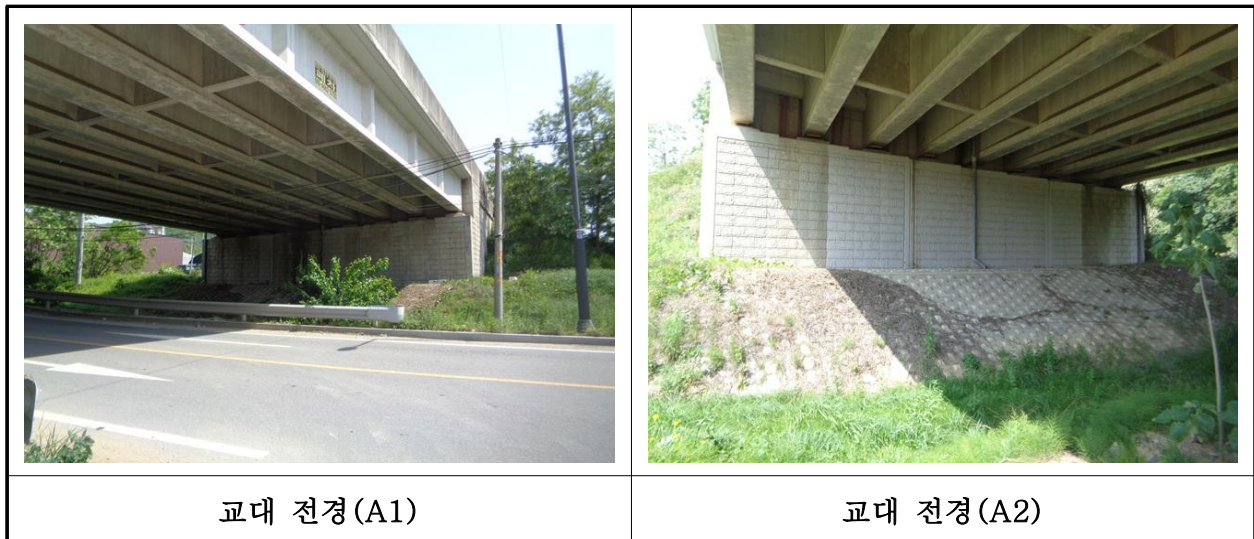
3) 검토의견

- 가로보 외관조사 결과, 재전회 점검에서 확인된 균열 및 재균열, 보수부 박리, 박락 및 철근노출, 백태 등의 손상은 진전이 없는 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 들뜸이 신규 확인되었다.
- 가로보에서 조사된 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 장기공용에 의한 열화, 손상부 우수유입 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 박리, 들뜸, 보수부 박리, 박락 및 철근노출 등의 단면손상의 경우 시공미흡, 다짐불량, 외부충격, 보수미흡 등에 의한 손상으로 현재 손상이 구조적인 손상은 아닌 바, 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 백태의 경우 외부 우수유입, 습기흡착에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고, 추후 표면처리 등의 조치가 필요하며, 가로보의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인, 보수부 재손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 도곡2교 교대는 상부 구조물로부터의 하중을 기초로 전달하는 부재로써, 역T형으로 기초부는 직접기초로 시공되어있다.
- 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



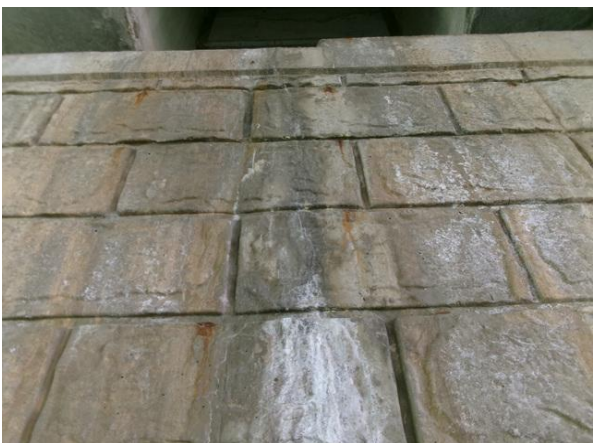
【사진 3.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열 및 재균열, 망상균열, 백태, 녹오염, 누수흔적, 박리, 박락, 실런트 탈락, 페콘크리트 적치 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열 (0.3mm미만)	m	11.60	9	11.60	9	- -	변동없음
	균열 (0.3mm이상)	m	6.40	7	6.40	7	- -	변동없음
	재균열 (0.3mm미만)	m	9.90	4	9.90	4	- -	변동없음
	재균열 (0.3mm이상)	m	3.50	1	3.50	1	- -	변동없음
	망상균열	m ²	4.16	5	4.16	5	- -	변동없음
	백태	m ²	0.75	1	0.75	1	- -	변동없음
	녹오염	m ²	0.30	1	0.30	1	- -	변동없음
	누수흔적	m ²	33.45	11	33.45	11	- -	변동없음
	박리, 박락	m ²	4.93	7	4.93	7	- -	변동없음
	실런트 탈락	m	7.50	3	7.50	3	- -	변동없음
	페콘크리트 적치	m ²	4.25	4	4.25	4	- -	변동없음

	
A1 누수흔적 (0.5×2.2)	A1 백태 (0.3×2.5)
	
A1 재균열 (0.1mm/4.0m)	A1 재균열 (0.2mm/3.5m)
	
A1 재균열 (0.3mm/3.5m)	A1 재균열 (0.3mm/0.5m)

【사진 3.3.9】 교대 손상현황

	
A1 균열(0.5mm/0.8m)	A1 누수흔적(0.5×2.0)
	
A1 실런트 탈락(4.0)	A1 실런트 탈락(2.0)
	
A1 페콘크리트 적치(1.5×1.0)	A2 균열(0.1mm/3.0m)

【사진 3.3.9】 교대 손상현황(계속)

	
A2 균열(0.3mm/0.5m)	A2 녹오염(0.1×3.0)
	
A2 누수흔적(0.5×3.5)	A1 망상균열(0.1×4.0)
	
A2 박락(0.6×0.2)	A1 실런트 탈락(1.5)

【사진 3.3.9】 교대 손상현황(계속)

	
A1 균열(0.2mm/0.5m)	A1 균열(0.2mm/1.5m)
	
A1 균열(0.3mm/0.5m)	A1 망상균열(0.4×1.3)

【사진 3.3.9】 교대 손상현황(계속)

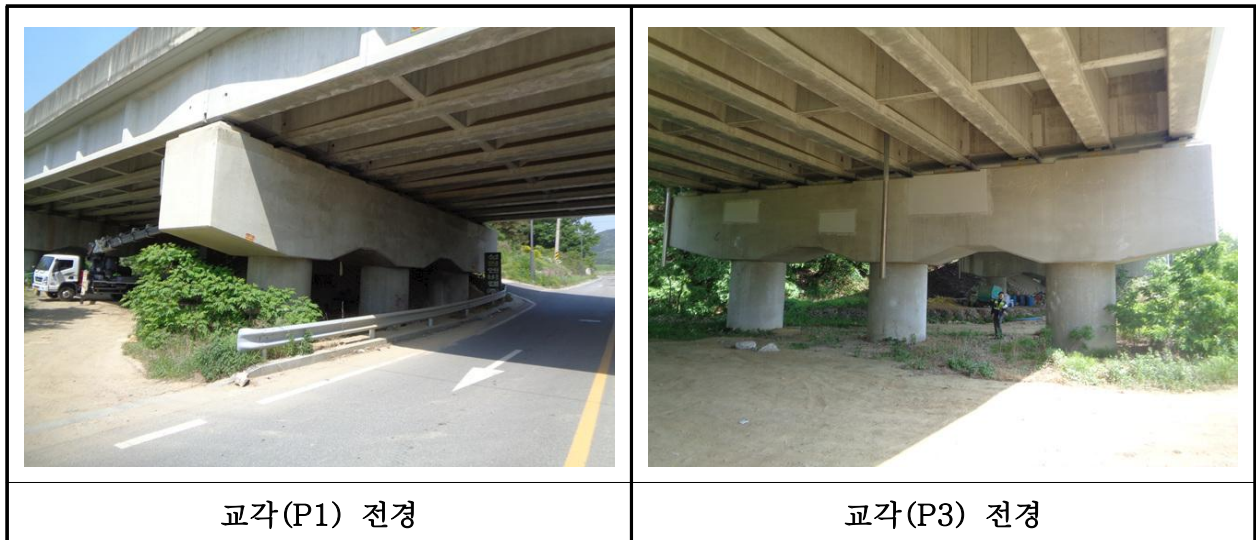
3) 검토의견

- 교대 외관조사 결과, 균열 및 재균열, 망상균열, 백태, 녹오염, 누수흔적, 박리, 박락, 실런트 탈락, 페콘크리트 적치 등의 손상이 조사되었고, 진전은 미미한 상태로 확인되었다.
- 교대에서 조사된 균열, 재균열, 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 장기공용에 의한 열화, 보수미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 박리, 박락은 외부 충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 단면보수 등의 보수가 필요하며, 녹오염, 누수흔적, 체수, 표면오염 등의 손상은 우수유입에 의한 손상으로 시설물에 미치는 영향이 미미하므로, 주의관찰을 실시하고 손상의 진전시 일괄적으로 보수를 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 사료된다.
- 백태의 경우 습기흡착 및 외부 우수유입 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 또한 실런트 탈락의 경우 장기공용에 의한 열화로 실런트 주입을 실시하고, 페콘크리트 적치의 경우 시공 후 정리 미흡에 의한 손상으로 주의관찰이 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 도곡2교의 교각은 다주식 3기로, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 외관조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열, 누수흔적, 표면오염, 박리, 박락, 철근노출, 폐콘크리트 적치 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.3.5】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.30	—	3.30	5	▲ 1.00	신규손상
	누수흔적, 표면오염	m ²	27.95	—	35.95	39	▲ 8.00	신규손상
	박리, 박락, 파손	m ²	7.19	—	12.19	10	▲ 5.00	신규손상
	철근노출	m ²	0.10	—	0.10	1	— —	변동없음
	폐콘크리트 적치	m ²	3.75	—	3.75	1	— —	변동없음

	
P1 균열(0.2mm/1.0m)	P1 파손(0.1×0.1)
	
P1 표면오염(2.5×3.0)	P1 파손(0.1×0.1)
	
P1 균열(0.2mm/0.7m)	P2 누수흔적(1.0×3.0)

【사진 3.3.11】 교각 손상현황

	
P2 균열(0.2mm/0.8m)	P2 균열(0.2mm/1.0m)
	
P2 누수흔적(0.2×2.0)	P2 박락(0.1×0.1)
	
P2 박리(0.1×0.1)	P2 박리(1.0×2.5)

【사진 3.3.11】 교각 손상현황(계속)

	
P2 박리(1.5×2.5)	P2 철근노출(0.2×0.5)
	
P2 폐콘크리트 적치(1.5×2.5)	P3 균열(0.1mm/0.3m)
	
P3 박리(1.5×0.1)	P3 파손(0.1×0.1)

【사진 3.3.11】 교각 손상현황(계속)

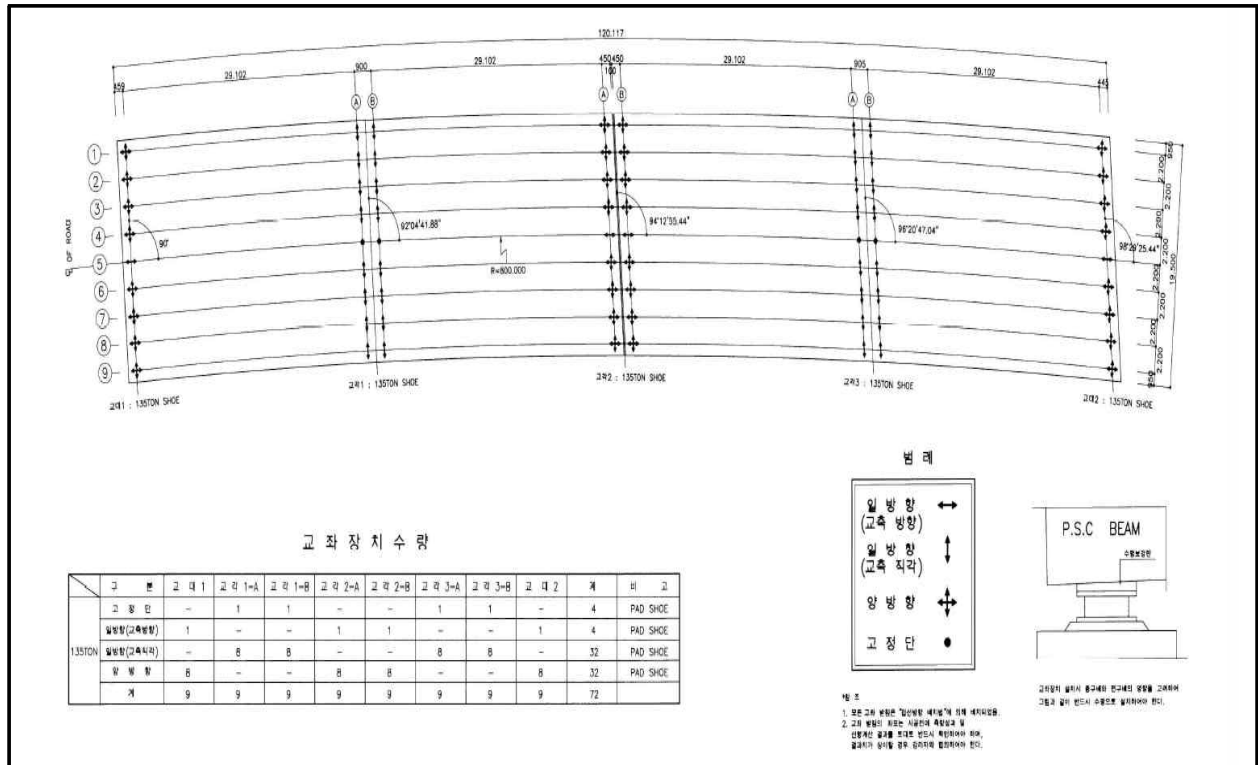
3) 검토의견

- 교각은 기 손상인 균열, 누수흔적, 표면오염, 박리, 박락, 파손, 철근노출, 폐콘크리트 적치 등의 손상은 진전은 미미한 상태로 확인되었으며, 금회 정밀조사로 인한 균열, 누수흔적, 박리 등의 손상이 신규 확인되었다.
- 발생한 균열 및 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 누수흔적, 표면오염의 경우 습기흡착, 외부 우수유입, 공용중 열화에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고, 단면손상인 박리, 박락, 파손, 철근노출 등의 경우 외부충격, 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 피복부족 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 폐콘크리트 적치의 경우 시공시 정리미흡에 의한 것으로 주의관찰을 실시하고, 교각부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

바. 교량반침

1) 부재의 개요

- 본 교량의 반침장치는 탄성반침으로 양방향 32개소, 일방향 36개소, 고정단 4개소로 총 72개소가 시공되어 있다. 반침장치의 순번은 A1을 등지고 좌측부터 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 3.3.1】 교량반침 배치도



【사진 3.3.12】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침콘크리트 및 무수축물탈 균열, 파손, 박리, 재료분리, 본체 부식 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	받침물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.20	—	5.40	36	▲ 4.20	신규손상
	받침물탈 균열(0.3mm이상)	m	3.30	—	4.80	7	▲ 1.50	신규손상
	받침콘크리트 박리, 파손	m ²	0.61	—	1.61	7	▲ 1.00	신규손상
	플레이트 부식	EA	22.00	—	4.00	4	▼ 18.00	일부보수

	
A1-SH3 받침콘크리트 균열(0.3mm/0.4m)	A1-SH3 받침콘크리트 균열(0.3mm/0.5m)
	
A1-SH4 받침콘크리트 파손(0.3×0.8)	A1-SH4 받침콘크리트 박리(0.1×0.1)

【사진 3.3.13】 교량받침 손상현황

	
A1-SH5 받침콘크리트 파손(1.0×0.5)	A1-SH5 받침콘크리트 파손(1.0×0.5)
	
A1-SH5 받침콘크리트 균열(0.3mm/0.4m)	A1-SH6 받침콘크리트 균열(0.3mm/1.0m)
	
P3-SH11 플레이트 부식 보수	P2-SH9,18 플레이트 부식

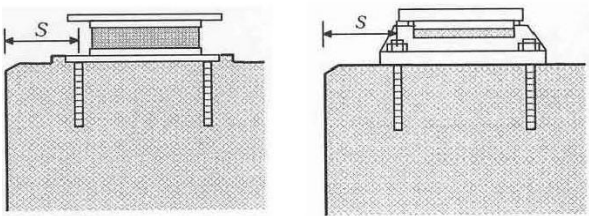
【사진 3.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 검토의견

- 교량받침에서 조사된 받침물탈 균열, 박리, 파손, 플레이트 부식의 진전은 미미한 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 받침물탈 균열, 파손이 추가 확인되었다. 플레이트 부식은 일부 보수된 상태로 확인되었고, 보수상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 조사된 받침물탈 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 외부충격, 다짐미흡, 장기공용, 외부 우수유입에 의한 받침물탈 박리, 파손, 플레이트 부식의 경우, 부재의 내구성 및 사용성 확보 차원의 단면보수, 주의관찰 등의 유지관리가 요구되며, 교량받침의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2009, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.

 (a) 고무받침 (b) 강재받침	
① 거더의 경간길이 100m 이하 : $S(\text{mm})=200+5L$ ② 거더의 경간길이 100m 이상 : $S(\text{mm})=300+4L$ 여기서, S : 받침연단거리(cm), L : 거더의 경간길이(m) • 연단거리 산출 : $200+5 \times 30.0 = 350.0(\text{mm})$	

【그림 3.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

【표 3.3.7】연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단 거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		350	760	750	750	760	765	760	760	760	760	O.K
P1	A1측	350	665	660	650	660	650	650	650	655	655	O.K
	A2측	350	660	660	640	640	640	640	640	640	650	O.K
P2	A1측	350	660	660	650	660	650	650	655	655	650	O.K
	A2측	350	660	660	640	640	640	655	650	645	655	O.K
P3	A1측	350	665	665	665	645	650	650	655	655	650	O.K
	A2측	350	660	660	640	640	640	655	650	645	655	O.K
A2		350	765	755	755	760	765	755	765	760	755	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.

① 설계기준온도(−15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교))에 따른 여유량 검토

【표 3.3.8】교량받침 온도변화에 의한 이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	39.0	11.0	0.00001	30.0	11.7	3.3	
P1	고정단						
P2	39.0	11.0	0.00001	30.0	11.7	3.3	
P3	고정단						
A2	39.0	11.0	0.00001	30.0	11.7	3.3	

1) 조사당시 온도 : 24.0℃(조사일 : 2023년 5월 16일, 평균온도, 수원)
 2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 3.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	-15	39	69	11.7	3.3	±54	O.K
	SH2	-15	39	69			±54	O.K
	SH3	-15	39	69			±54	O.K
	SH4	-15	39	69			±54	O.K
	SH5	-15	39	69			±54	O.K
	SH6	-15	39	69			±54	O.K
	SH7	-15	39	69			±54	O.K
	SH8	-15	39	69			±54	O.K
	SH9	-15	39	69			±54	O.K
P1	고정단							
P2 시점부	SH1	0	54	54	11.7	3.3	±54	O.K
	SH2	0	54	54			±54	O.K
	SH3	0	54	54			±54	O.K
	SH4	0	54	54			±54	O.K
	SH5	0	54	54			±54	O.K
	SH6	0	54	54			±54	O.K
	SH7	0	54	54			±54	O.K
	SH8	0	54	54			±54	O.K
	SH9	0	54	54			±54	O.K
P2 종점부	SH10	0	54	54	11.7	3.3	±54	O.K
	SH11	0	54	54			±54	O.K
	SH12	0	54	54			±54	O.K
	SH13	0	54	54			±54	O.K
	SH14	0	54	54			±54	O.K
	SH15	0	54	54			±54	O.K
	SH16	0	54	54			±54	O.K
	SH17	0	54	54			±54	O.K
	SH18	0	54	54			±54	O.K
P3								
A2	SH1	-5	49	59	11.7	3.3	±54	O.K
	SH2	-5	49	59			±54	O.K
	SH3	-5	49	59			±54	O.K
	SH4	-5	49	59			±54	O.K
	SH5	-5	49	59			±54	O.K
	SH6	-5	49	59			±54	O.K
	SH7	-5	49	59			±54	O.K
	SH8	-5	49	59			±54	O.K
	SH9	-5	49	59			±54	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 받침높이 × 0.3								

※ 실측이동량 : (+)신장, (-)수축

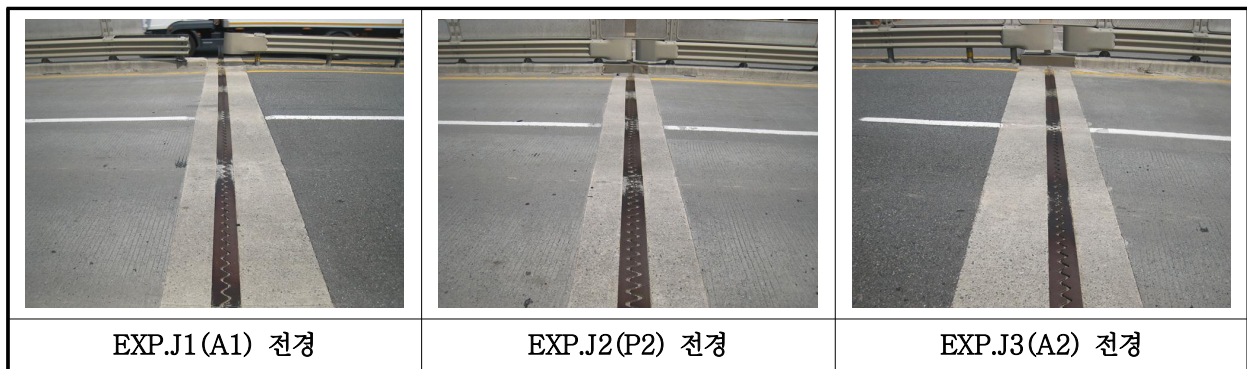
② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과, 받침장치의 이동여유량은 충분한 것으로 평가되었으며 추후에도 지속적으로 관찰 하도록 한다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 신축이음장치는 직접 차량하중을 받는 부재로써, 설계 및 시공의 결함은 차량통행자에게 불편감 및 위협감을 줄 뿐만 아니라 경우에 따라서는 교량구조에도 악영향을 미칠 수 있는 장치이다.
- 본 교량의 신축이음장치는 A1(NO.50), P2(NO.80), A2(NO.50) 뉴핑거조인트로 시공된 상태이다.
- 신축이음의 대한 점검은 도보를 이용하여 육안조사 및 측정을 실시하였다.



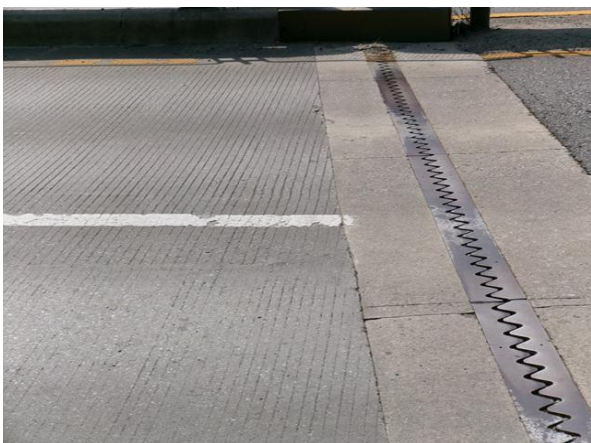
【사진 3.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

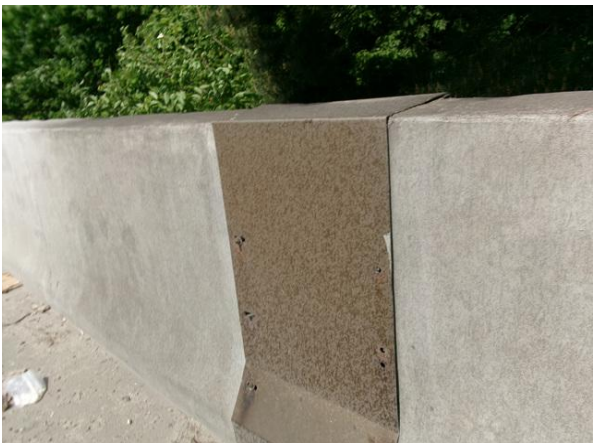
- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열, 유간 토사퇴적, 본체 부식, 차수판 볼트 탈락, 하부누수가 조사되었다.

【표 3.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	후타재 균열	m	17.40	—	17.40	34	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m ²	5.70	—	5.70	3	— —	변동없음
	본체 부식	m	2.88	—	2.88	3	— —	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	19.00	—	19.00	19	— —	변동없음
	하부누수	m ²	4.08	—	4.08	3	— —	변동없음

	
A1 신축이음 하부누수(0.5×2.0)	A2 본체부식(0.2×1.2)
	
A2 유간 토사퇴적(1.9)	A2 차수판 볼트탈락
	
A2 후타재 균열(0.1mm/0.6m)	A2 후타재 균열(0.3mm/0.6m)

【사진 3.3.15】 신축이음장치 손상현황

	
P2 신축이음 하부누수(0.4×0.2)	P2 유간 토사퇴적(1.9)
	
P2 차수판 볼트탈락	P2 후타재 균열(0.1mm/0.3m)
	—
P2 후타재 균열(0.1mm/0.3m)	—

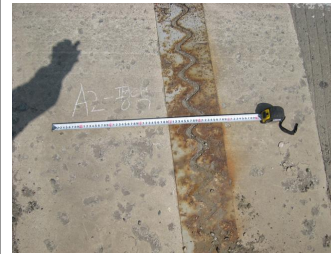
【사진 3.3.15】 신축이음장치 손상현황(계속)

3) 검토의견

- 조사된 후타재 균열, 유간 토사퇴적, 본체부식, 차수판 볼트탈락, 하부누수 등의 손상이 조사되었으며, 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었다.
- 후타재 발생한 균열의 경우, 초기 건조수축 및 다짐미흡, 공용중 열화 등에 의한 손상으로 전회 대비 진전은 없는 것으로 판단되며, 후타재 균열부의 경우 주기적인 점검을 실시하고, 손상의 진전시 표면처리 등의 일괄 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 본체 부식의 경우 공용기간 증가, 차량통행 윤하중, 외부충격, 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 유간 토사퇴적의 경우 신축이음장치의 원활한 기능을 위하여 주기적인 정비 등의 조치를 실시하고, 본체 부식은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 하부 누수의 경우 신축이음 이음부를 통한 우수유입으로 확인되었으며, 주의관찰을 요하며, 추후 신축이음 교체시 정밀한 시공이 필요할 것으로 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5} , α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)				
	- 소요 가동량 산정 조사일 : 2023. 05. 15. 기온 적용: 19.4℃(일평균) ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 19.4^{\circ}\text{C} = 15.6^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-15.0^{\circ}\text{C} - (19.4^{\circ}\text{C}) = 34.4^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (1/℃)
	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}
					

【사진 3.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 3.3.11】 신축이음 온도변화에 의한 변화량 계산

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	39.0	11.0	0.00001	30.0	11.7	3.3	20.0	60.0	140.0	
P2	39.0	11.0	0.00001	60.0	23.4	6.6	18.0	80.0	195.0	
A2	39.0	11.0	0.00001	30.0	11.7	3.3	30.0	70.0	90.0	
1) 조사당시 온도 : 24.0℃(조사일 : 2023년 5월 16일, 평균온도, 수원) 2) 검토온도 : -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)										

【표 3.3.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	11.7	3.3	20.0	50	31.7	16.7	O.K
	바닥판			60.0	-	-	56.7	O.K
	거더			140.0	-	-	136.7	O.K
P2	신축이음	23.4	6.6	18.0	80	41.4	11.4	O.K
	바닥판			80.0	-	-	73.4	O.K
	거더			195.0	-	-	188.4	O.K
A2	신축이음	11.7	3.3	30.0	50	31.7	26.7	O.K
	바닥판			70.0	-	-	66.7	O.K
	거더			90.0	-	-	86.7	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 도곡2교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 LMC포장으로 확인되었다.
- 교면포장의 대한 점검은 도보를 이용하여 육안조사를 실시하였다.



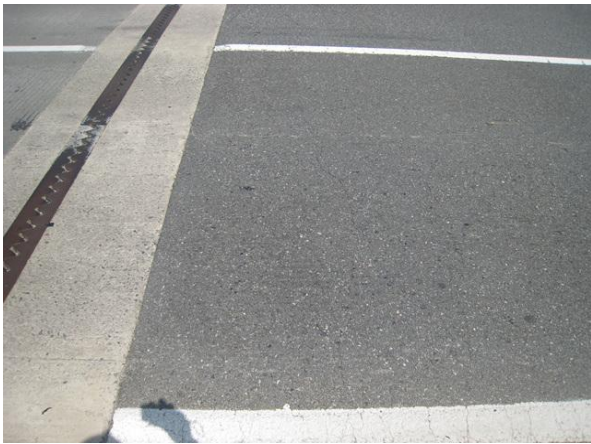
【사진 3.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과, 접속부 아스콘 균열, 접속부 패임, 본선 포장균열 및 망상균열, 포장 마모, 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 3.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
교면포장	아스콘 균열	m	—	—	3.00	1	▲	3.00	신규손상
	접속부 패임	m	0.04	—	0.04	1	—	—	변동없음
	포장 균열	m	24.10	—	24.10	10	—	—	변동없음
	포장 마모	m ²	5.00	—	5.00	1	—	—	변동없음
	포장 망상균열	m ²	415.50	—	415.50	7	—	—	변동없음
	포장 파손	m ²	0.10	—	0.10	1	—	—	변동없음

	
S1 접속부 아스콘 균열(3.0)	S1 접속부 아스콘 패임
	
S1 포장 균열	S1 포장 망상균열
	
S2 포장 망상균열	S3 포장 마모

【사진 3.3.18】 교면포장 손상현황



【사진 3.3.18】 교면포장 손상현황(계속)

3) 검토의견

- 조사된 본선 포장 균열, 마모, 망상균열, 마모의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 접속부 아스콘 균열이 신규 확인되었다,
- 교면포장의 현장조사 결과, 전반적으로 포장 균열 및 망상균열, 파손, 마모 등의 손상이 발생한 상태이며, 장기공용에 의한 열화로 추정되므로 주의관찰을 실시하고, 주기적인 점검을 통해 손상의 진전이 확인시 교면포장의 재포장 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 도곡2교의 교면의 배수를 원활하게 하여 교면포장의 체수로 인한 주행차량의 사고를 방지하고, 우수유입으로 인하여 구조물의 노후화를 방지하는 등 교면의 기능유지와 교통안전에 중요한 역할을 하며 상부에는 그레이팅 덮개로 마감된 배수구가 하부는 하천용 배수관이 총 10개소가 시공되어있고, 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 배수시설이 설치되어 있다.
- 배수시설에 대한 외관조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘, 배수관 덮개망실, 배수로 토사퇴적 등의 손상이 확인되었다.

【표 3.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	8.00	—	9.00	9	▲ 1.00	신규손상
	그레이팅 덮개망실	EA	8.00	—	8.00	8	— —	변동없음
	배수로 토사퇴적	m³	2.70	—	2.70	1	— —	변동없음
	배수관 고정불량	EA	1.00	—	—	—	▼ 1.00	손상삭제

	
P1 배수관 고정볼량(손상 경미)	P1 배수관 고정볼량(손상 경미)
	
S1 그레이팅 망실, 막힘	S2 그레이팅 망실, 막힘

【사진 3.3.20】 배수시설 손상현황

3) 검토의견

- 전회 점검에서 조사된 배수구 막힘, 그레이팅 덮개망실, 배수로 토사퇴적이 조사되었고, 정밀 조사로 인한 배수구 막힘이 일부 추가되었다. 배수관 고정볼량의 경우 손상의 정도가 경미하므로 손상물량에서 제외하였다.
- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘, 그레이팅 덮개망실, 배수로 토사퇴적의 경우 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수 기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.
- 배수시설은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 중앙분리대는 부속시설로 난간이 시공되어 있다.
- 방호벽에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.21】 난간 및 연석 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 균열부백태, 굽힘 및 파손, 가드레일 변형, 텔리네이트 파손, 백태, 철근노출, 표면굽힘 및 열화 등이 조사되었으며, 공용기간 증가 및 근접 상세조사 등으로 일부 손상물량이 증가된 것으로 분석되었다.

【표 3.3.15】 난간 및 연석 외관조사 결과

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
난간 및 연석	균열, 재균열(0.3mm미만)	m	34.70	—	34.70	41	—	—	변동 없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.20	—	1.20	1	—	—	변동 없음
	보수부 망상균열	m ²	5.18	—	5.18	5	—	—	변동 없음
	들뜸, 파손	m ²	0.04	—	0.94	3	▲	0.90	신규 손상
	보수부 박리	m ²	0.09	—	0.09	9	—	—	변동 없음
	텔리네이트 파손	EA	15.00	—	15.00	15	—	—	변동 없음
	차광막 탈락	m	6.00	—	6.00	2	—	—	변동 없음

	
S1 중분대 파손(0.2×0.2)	S1 차광막탈락(2.0)
	
S1 차광막탈락(4.0)	S2 들뜸(0.3×1.0)
	
S2 재균열(0.1mm/0.3m)	S2 재균열(0.2mm/1.5m)

【사진 3.3.22】 난간 및 연석 손상현황

	
S4 균열(0.3mm/1.2m)	S4 보수부 박리(0.1×0.1)
	
S4 균열(0.2mm/0.8m)	S4 접속부 웅벽 균열(0.3mm/1.0m)
	
S4 접속부 보수부 박리(0.1×0.3)	S4 접속부 균열(0.2mm/0.5m)

【사진 3.3.22】 난간 및 연석 손상현황(계속)

	
S1 보수부 망상균열(0.3×2.0)	S1 보수부 망상균열(0.3×2.0)
	
S1 재균열(0.1mm/1.2m)	S1 재균열(0.2mm/1.4m)

【사진 3.3.22】 난간 및 연석 손상현황(계속)

3) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에 발생한 균열, 재균열, 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰을 실시하고, 추후 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 들뜸, 파손, 보수부 박리 등 단면 손상부는 외부 우수유입 시공시 다짐불량, 외부충격, 보수미흡 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고 손상의 진전시 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 외부 충격에 의한 텔리네이트 파손, 차광막 탈락의 경우 정비 등의 주의관찰을 실시하고 추후 일괄보수를 실시하는 유지관리가 요구되며, 방호벽 및 중분대는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 도곡2교는 시설물 점검을 위한 점검시설은 시공되어있지 않은 상태이다.



【사진 3.3.23】 교량 점검시설 전경

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

- 공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 ‘외관조사 결과 - 난간 및 연석’에 기입된 사항으로 미설치된 상태이다.

2) 도로포장

- 공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 ‘외관조사 결과 - 교면포장’에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

- 공중이 이용하는 부위 중 신축이음부는 ‘외관조사 결과 - 신축이음’에 기입된 사항으로 대체하였다.

4) 환기구 등의 덮개

- 공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 없는 것으로 확인되었다.

3.3.3 외관조사 총괄표

【표 3.3.16】금회 점검 손상물량 집계표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	망상균열	m ²	4.55	2	
	박락, 파손	m ²	0.36	6	
	박락 및 철근노출	m ²	0.23	2	
	보수부 박리	m ²	0.21	3	
	백업재 탈락	m ²	0.55	3	
거더	균열(0.3mm미만)	m	1.20	1	
	들뜸, 박락, 파손 등 단면손상	m ²	6.59	40	
	백태	m ²	0.13	2	
	누수흔적	m ²	0.90	2	
가로보	재균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	
	균열(0.3mm이상)	m	0.40	2	
	들뜸, 보수부 박리	m ²	0.94	16	
	박락 및 철근노출	m ²	0.06	1	
	백태	m ²	1.07	8	
교대	균열(0.3mm미만)	m	11.60	9	
	균열(0.3mm이상)	m	6.40	7	
	재균열(0.3mm미만)	m	9.90	4	
	재균열(0.3mm이상)	m	3.50	1	
	망상균열	m ²	4.16	5	
	백태	m ²	0.75	1	
	녹오염	m ²	0.30	1	
	누수흔적	m ²	33.45	11	
	박리, 박락	m ²	4.93	7	
	실런트 탈락	m	7.50	3	
	폐콘크리트 적치	m ²	4.25	4	
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.30	5	
	누수흔적, 표면오염	m ²	35.95	39	
	박리, 박락, 파손	m ²	12.19	10	
	철근노출	m ²	0.10	1	
	폐콘크리트 적치	m ²	3.75	1	

【표 3.3.16】금회 점검 손상물량 집계표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	받침몰탈 균열(0.3mm미만)	m	5.40	36	
	받침몰탈 균열(0.3mm이상)	m	4.80	7	
	받침콘크리트 박리, 파손	m ²	1.61	7	
	플레이트 부식	EA	4.00	4	
신축이음 장치	후타재 균열	m	17.40	34	
	유간 토사퇴적	m ²	5.70	3	
	본체 부식	m	2.88	3	
	차수판 볼트탈락	EA	19.00	19	
	하부누수	m ²	4.08	3	
교면포장	아스콘 균열	m	3.00	1	
	접속부 패임	m	0.04	1	
	포장 균열	m	24.10	10	
	포장 마모	m ²	5.00	1	
	포장 망상균열	m ²	415.50	7	
	포장 파손	m ²	0.10	1	
배수시설	배수구 막힘	EA	9.00	9	
	그레이팅 덮개망실	EA	8.00	8	
	배수로 토사퇴적	m ²	2.70	1	
난간 및 연석	균열, 재균열(0.3mm미만)	m	34.70	41	
	균열(0.3mm이상)	m	1.20	1	
	보수부 망상균열	m ²	5.18	5	
	들뜸, 파손	m ²	0.94	3	
	보수부 박리	m ²	0.09	9	
	텔리네이트 파손	EA	15.00	15	
	차광막 탈락	m	6.00	2	

3.3.4 기 점검 결과 비교

【표 3.3.17】 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	망상균열	m ²	4.55	—	4.55	2	— —	변동없음
	박락, 파손	m ²	0.13	—	0.36	6	▲ 0.23	신규손상
	박락 및 철근노출	m ²	0.23	—	0.23	2	— —	변동없음
	보수부 박리	m ²	—	—	0.21	3	▲ 0.21	신규손상
	백업재 탈락	m ²	1.45	—	0.55	3	▼ 0.90	손상삭제
거더	균열(0.3mm미만)	m	1.20	—	1.20	1	— —	변동없음
	들뜸, 박락, 파손 등 단면손상	m ²	0.79	—	6.59	40	▲ 5.80	신규손상
	백태	m ²	0.13	—	0.13	2	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	0.90	—	0.90	2	— —	변동없음
가로보	재균열(0.3mm미만)	m	0.20	—	0.20	1	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	0.40	—	0.40	2	— —	변동없음
	들뜸, 보수부 박리	m ²	0.04	—	0.94	16	▲ 0.90	신규손상
	박락 및 철근노출	m ²	0.06	—	0.06	1	— —	변동없음
	백태	m ²	1.07	—	1.07	8	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	11.60	9	11.60	9	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	6.40	7	6.40	7	— —	변동없음
	재균열(0.3mm미만)	m	9.90	4	9.90	4	— —	변동없음
	재균열(0.3mm이상)	m	3.50	1	3.50	1	— —	변동없음
	망상균열	m ²	4.16	5	4.16	5	— —	변동없음
	백태	m ²	0.75	1	0.75	1	— —	변동없음
	녹오염	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	33.45	11	33.45	11	— —	변동없음
	박리, 박락	m ²	4.93	7	4.93	7	— —	변동없음
	실런트 탈락	m	7.50	3	7.50	3	— —	변동없음
	폐콘크리트 적치	m ²	4.25	4	4.25	4	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.30	—	3.30	5	▲ 1.00	신규손상
	누수흔적, 표면오염	m ²	27.95	—	35.95	39	▲ 8.00	신규손상
	박리, 박락, 파손	m ²	7.19	—	12.19	10	▲ 5.00	신규손상
	철근노출	m ²	0.10	—	0.10	1	— —	변동없음
	폐콘크리트 적치	m ²	3.75	—	3.75	1	— —	변동없음

【표 3.3.17】 기 점검 결과 비교(계속)

구분	손상 내용	단위	전회		금회		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	받침몰탈균열(0.3mm미만)	m	1.20	—	5.40	36	▲ 4.20	신규손상
	받침몰탈균열(0.3mm이상)	m	3.30	—	4.80	7	▲ 1.50	신규손상
	받침콘크리트 박리, 파손	m ²	0.61	—	1.61	7	▲ 1.00	신규손상
	플레이트 부식	EA	22.00	—	4.00	4	▼ 18.00	일부보수
신축 이음 장치	후타재 균열	m	17.40	—	17.40	34	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m ²	5.70	—	5.70	3	— —	변동없음
	본체 부식	m	2.88	—	2.88	3	— —	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	19.00	—	19.00	19	— —	변동없음
	하부누수	m ²	4.08	—	4.08	3	— —	변동없음
교면 포장	아스콘 균열	m	—	—	3.00	1	▲ 3.00	신규손상
	접속부 패임	m	0.04	—	0.04	1	— —	변동없음
	포장 균열	m	24.10	—	24.10	10	— —	변동없음
	포장 마모	m ²	5.00	—	5.00	1	— —	변동없음
	포장 망상균열	m ²	415.50	—	415.50	7	— —	변동없음
	포장 파손	m ²	0.10	—	0.10	1	— —	변동없음
배수 시설	배수구 막힘	EA	8.00	—	9.00	9	▲ 1.00	신규손상
	그레이팅 덮개망실	EA	8.00	—	8.00	8	— —	변동없음
	배수로 토사퇴적	m ²	2.70	—	2.70	1	— —	변동없음
	배수관 고정볼량	EA	1.00	—	—	—	▼ 1.00	손상삭제
방호벽	균열, 재균열(0.3mm미만)	m	34.70	—	34.70	41	— —	변동 없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.20	—	1.20	1	— —	변동 없음
	보수부 망상균열	m ²	5.18	—	5.18	5	— —	변동 없음
	들뜸, 파손	m ²	0.04	—	0.94	3	▲ 0.90	신규 손상
	보수부 박리	m ²	0.09	—	0.09	9	— —	변동 없음
	텔리네이트 파손	EA	15.00	—	15.00	15	— —	변동 없음
	차광막 탈락	m	6.00	—	6.00	2	— —	변동 없음

3.4 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(23년 06월) 정밀안전점검 자료를 활용하였으며, 일부 자료가 미비한 경우 추가조사를 실시하였다.

3.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

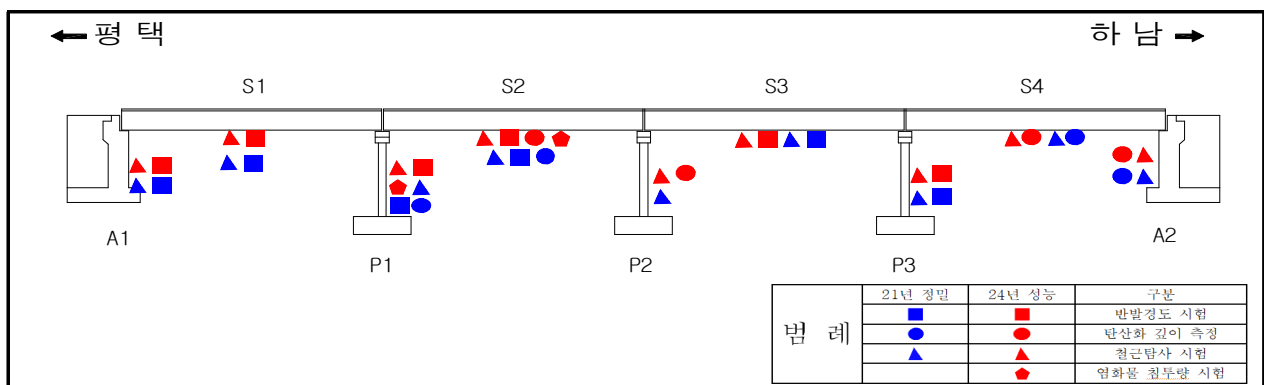
본 구조물에 대한 현장시험은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[성능평가][교량편](2023. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 위치 및 수량을 결정하였으며, 전차 점검 비파괴시험과 비교·검토할 수 있도록 시험 위치를 선정하였다.

【표 3.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	• 50m 마다	• 50m 마다	3	3	7	5	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	4	5	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		2	1	2	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	1	

• 염화물침투량 시험결과는 내구성능평가 파트에 기입하였다.

나. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

3.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

1) 반발경도법에 의한 비파괴 강도

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물에 이물질은 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 보통 콘크리트는 일본건축학회식과 일본재료학회식을 사용하였고, 고강도 콘크리트는 과학기술부식과 한국시설안전공단 식을 사용하였다.



【사진 3.4.1】 반발경도 시험

【표 3.4.2】 상부구조(바닥판 및 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판 하면	50.6	29.1	29.0	0.63	27.0	
	S2 바닥판 하면	52.8	30.9	30.0			
	S3 바닥판 하면	49.7	28.4	28.6			
	S2-가로보	52.1	30.3	29.6			건전
	S2-가로보	50.5	29.0	28.9			비건전

【표 3.4.3】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G2 거더	48.4	38.4	45.7	0.63	35.0	
	S2-G3 거더	48.0	38.1	45.2			

【표 3.4.4】하부구조(교대 및 교각) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대 흥벽	45.9	25.4	26.9	0.63	21.0	
	P1 코핑부	45.1	24.7	26.5			
	P3 코핑부	47.3	26.5	27.5			
	P3 코핑부	47.9	27.0	27.8			건전
	P3 코핑부	47.2	26.4	27.4			비건전

2) 구조물 형식별 콘크리트 추정 비파괴강도

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 및 가로보) 28.4~30.9MPa, 상부구조(거더) 38.1~45.7MPa, 하부구조(교대 및 교각) 24.7~27.8MPa로 측정 되었으며, 설계기준압축강도(바닥판 및 가로보: 27.0MPa, 거더:35.0MPa 교대 및 교각 21.0MPa)를 상회한다. 건전부와 비건전부의 검토 결과, 비건전부의 강도가 건전부의 95%이상으로 측정되어 건전부 대비 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었으며, 설계기준강도를 상회하는 것으로 확인되어 비건전부의 콘크리트 성능저하는 없는 것으로 판단된다. 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 3.4.5】기 정밀안전점검 결과와 비교(반발경도측정결과)

구 분	위치	전회	금회	설계기준강도
반발경도법	바닥판 및 가로보	28.6 ~ 31.6	28.4 ~ 30.9	27.0
	거더	- ~ -	38.1 ~ 45.7	35.0
	교대 및 교각	27.6 ~ 29.5	24.7 ~ 27.8	21.0
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 4개소, 하부 5개소를 실시하여, 총 9개소를 실시하였다.
- 철근 피복두께 및 배근간격은 설계치와 비교시 전반적으로 준공도면과 대체로 일치하는 것으로 나타났으며, 일부구간 피복두께가 다소 부족한 것으로 측정되어 구조물에 대한 주의관찰이 요구된다.



【사진 3.4.2】 철근탐사 시험

【표 3.4.6】 철근탐사 결과

구 분	측정위치	철근	측정결과(mm)		설계도면(mm)		비고
			피복두께	배근간격	피복두께	배근간격	
상부 구조	S1 바닥판 하면	주철근	41	120	60	100	양호
		배력철근	41	172	60	150	
	S2 바닥판 하면	주철근	41	120	60	100	양호
		배력철근	44	171	60	150	
	S3 바닥판 하면	주철근	41	116	60	100	양호
		배력철근	41	170	60	150	
	S4 바닥판 하면	주철근	44	111	60	100	양호
		배력철근	50	171	60	150	
하부 구조	A1 교대 벽체	수직철근	73	123	50	125	양호
		수평철근	82	188	50	200	
	A2 교대 벽체	수직철근	72	133	50	125	양호
		수평철근	80	211	50	200	
	P1 코핑부	수직철근	112	200	100	200	양호
		수평철근	158	153	100	150	
	P2 코핑부	수직철근	105	202	100	200	양호
		수평철근	156	140	100	150	
	P3 코핑부	수직철근	112	181	100	200	양호
		수평철근	160	170	100	150	

※ 피복두께는 최저값, 배근간격은 평균값을 사용함.

다. 탄산화 깊이 측정

- 도곡2교에서 탄산화시험은 상부구조 2개, 하부구조 2개로 총 4개소 시험을 실시하였으며 결과 값은 아래 표에 정리하였다. 분석 결과, 전개소 모두 “탄산화에 의한 부식발생 우려 없음”인 ‘a’ 등급으로 평가되었고 100년 이상의 잔존수명을 확보하여 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다.



【사진 3.4.3】 탄산화 시험

【표 3.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S2 바닥판하면	3.0	41.0	38.0	a	0.69	30년 초과	
	S4 바닥판하면	4.0	44.0	40.0	a	0.92	30년 초과	
하부구조	A2 교대 벽체	7.5	72.0	64.5	a	1.72	30년 초과	
	P1 코핑부	10.0	112.0	102.0	a	2.29	30년 초과	

2) 기 정밀안전점검 결과와 비교

- 기 정밀안전점검 결과와 금회 성능평가 결과를 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하지만 금회 측정시 전개소 모두 100년 이상의 잔존수명을 확보하여 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다.

【표 3.4.8】기 정밀안전점검 결과와 비교(탄산화 깊이 측정)

구 분	전회			금회			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	7.5~15.8	25.5~28.2	b	3.0~4.0	38.0~40.0	a	
하부구조	5.5~13.0	57.0~74.0	a	5.0~7.5	64.5~102.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

라. 내구성조사 결과 요약

【표 3.4.9】내구성조사 결과 요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과 (배근간격)	설계기준 (피복두께)	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 및 가로보	28.4 ~ 30.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	38.1 ~ 45.7	35.0	
	하부구조	교대 및 교각	24.7 ~ 27.8	21.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.0~40.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		64.5~102.0	a등급	
철근탐사 (배근간 격/피복 두께) (mm)	상부 구조	수직철근	111~120	41~44	■ 피복두께 및 배근간격은 대체로 설계치와 일치하나 일부구간 피복두께가 다소 부족한 것으로 조사됨
		수평철근	170~172	41~50	
	하부 구조	수직철근	123~202	72~112	
		수평철근	140~211	80~160	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임 • 철근탐사 측정결과 전반적으로 설계값과 일치하나, 일부구간 피복두께가 다소 부족한 것으로 조사됨				

마. 내구성조사 결과 비교

【표 3.4.10】 내구성조사 결과 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과						비 고
			전회			금회			
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	바닥판 및 가로보	28.6	~	31.6	28.4	~	30.9	■ 강도저하 없음
		거더	-	~	-	38.1	~	45.7	
	하부 구조	교대 및 교각	27.6	~	29.5	24.7	~	27.8	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		25.5~28.2		b	38.0~40.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		57.0~74.0		a	64.5~102.0		a	
철근탐사 (배근간 격/피복 두께) (mm)	상부 구조	수직철근	-	-	-	111~120	41~44	■ 피복두께 및 배근간격은 대체로 설계치와 일치하나 일부구간 피복두께가 다소 부족한 것으로 조사됨	
		수평철근	-	-	-	170~172	41~50		
	하부 구조	수직철근	-	-	-	123~202	72~112		
		수평철근	-	-	-	140~211	80~160		
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

바. 반발경도 시험 보고서

【표 3.4.11】 반발경도 시험 보고서

구 분	내 용	
시험일자	2023년 05월 16일	2024년 04월 03일
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, 가로보 : 27.0MPa 거더 : 35.0MPa 교대/교각 : 21.0MPa	
시험 위치의 표면상태	양호	
시험시 온도	19.4℃	14.7℃
콘크리트 재령	3,000일 이상	
콘크리트 내부의 함수상태	기건 상태	
반발경도측정기 종류	NR-Type(NR-10)	
타격방향	+90°, 0°	
시험 부위별 반발경도의 평균값	부록 참조	
버린 반발경도의 값 및 위치	부록 참조	

사. 탄산화 시험 보고서

【표 3.4.12】 탄산화 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2023년 05월 16일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	부록 참조
연한 적자색 변색 유무	유

아. 철근탐사시험 보고서

【표 3.4.13】 철근탐사 시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2024년 05월 16일	
	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 3.4.14】 염화물함유량 시험 보고서

구 분		내 용	
시 험 조 건	시험일시	2024년 04월 03일	
	시험시간	09:00 ~ 17:00	
	시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조(철근콘크리트 구조물)	
조 사 수 량	상부구조	1개소	바닥판하면 S2
	하부구조	1개소	교각 P1
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			

3.5 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[성능평가](2023. 12.)』의 상태안전성능평가 기준에 따라 실시한다.

3.5.1 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, 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 상태인 ‘C등급’으로 산정되었다.

【표 3.5.1】 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	PSCI	b	c	c	c	c	b	c	c	d	q
S2	P1	PSCI	b	b	a	c	c	b	—	a	b	q
S3	P2	PSCI	b	c	c	c	c	b	c	b	b	q
S4	P3	PSCI	b	a	b	c	c	c	—	b	b	q
—	A2	PSCI							c	c	c	q
평균			0.200	0.275	0.275	0.400	0.400	0.250	0.400	0.260	0.340	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.030	0.069	0.011	0.016	0.012	0.005	0.028	0.039	0.085	—
											0.295	
											C	

■ 결함도 범위 : $0.260 \leq \text{결함도지수}(0.295) < 0.490$

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	○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 “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 불편감을 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

부분적 균열, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태로 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생한 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 상태안전성능평가 결과

【표 3.5.2】 시설물 전체 상태안전성능평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태안전 성능평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
도곡2교	0.295	C	120	4	1,680	1.000	0.295
합계(Σ)			120	4	1,680	1.000	0.295
1. 평가지수 =							0.295
2. 상태안전성능평가결과 =							C

3.5.2 구조안전성능평가

금회 과업은 2중 성능평가로써 설계당시 준공도면, 구조계산서, 전회 2중 성능평가 보고서 등 기초자료를 검토하고, 첨부하여 구조안전성능평가 결과를 산출하였다.

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. 구조검토

제1장 도곡2교				2019년 국도45호선 여주터널(상) 등 4개소 정밀안전점검 및 성능평가용역			
나. 구조안전성능 평가 결과				2) 강도설계법에 의한 극한강도검토			
(가) 용력검토 결과				㉞. 외측 BEAM			
1) 허용용력법에 의한 휨응력 검토				① 설계모멘트 강도 ΦM_n			
<표 1.5-7> 외측 BEAM				: $\Phi M_n = \Phi(A_p \cdot f_{ps} \cdot d_p) \cdot (1 - 0.59 \rho_p \cdot f_{ps} / f_{ck})$			
[단위: kgf/cm ²]				= $0.85 \times (47,380 \times 17,670 \times 214.00) \times (1 - 0.59 \times 0.00108 \times 17,670 / 270)$			
				= $145,936,891 \text{ kgf-cm} = 1,459,369 \text{ tonf-m}$			
				② 극한하중 작용시 휨모멘트 M_u			
				: $M_u = 1.3 \times (\text{주빔} + \text{합성전 고정하중} + \text{합성후 고정하중}) \times 2.15 \times (\text{활하중})$			
				= $1.3 \times (200.141 + 171.490 + 173.808) \times 2.15 \times 201.838$			
				= $1,143,022 \text{ tonf-m}$			
				: $\Phi F_s = \Phi M_n / M_u = 1,459,369 / 1,143,022 = 1.28 > 1.0 \rightarrow \text{OK}$			
				㉟. 내측 BEAM			
				① 설계모멘트 강도 ΦM_n			
				: $\Phi M_n = \Phi(A_p \cdot f_{ps} \cdot d_p) \cdot (1 - 0.59 \rho_p \cdot f_{ps} / f_{ck})$			
				= $0.85 \times (47,380 \times 17,670 \times 214.00) \times (1 - 0.59 \times 0.00101 \times 17,670 / 270)$			
				= $146,369,888 \text{ kgf-cm} = 1,463,699 \text{ tonf-m}$			
				② 극한하중 작용시 휨모멘트 M_u			
				: $M_u = 1.3 \times (\text{주빔} + \text{합성전 고정하중} + \text{합성후 고정하중}) \times 2.15 \times (\text{활하중})$			
				= $1.3 \times (200.141 + 190.021 + 42.870) \times 2.15 \times 252.415$			
				= $1,105,634 \text{ tonf-m}$			
				: $\Phi F_s = \Phi M_n / M_u = 1,463,699 / 1,105,634 = 1.32 > 1.0 \rightarrow \text{OK}$			
				㉡. 결과분석			
				본 교량의 상부구조에 대하여 구조검토를 수행한 결과, 작용 고정하중 및 설계활하중에 의한 주형 상·하연의 응력은 허용응력 이내로 계산되어 구조적 안전성이 확보된 것으로 평가되었으며, 극한모멘트(M_u)와 단면의 설계강도(ΦM_n)를 비교한 결과 파괴안전율($\Phi M_n / M_u$)이 최소 1.28로 계산되어 구조적으로 안전한 것으로 계산되었다.			

제1장 도곡2교

(나) 내하력 평가

1) 응답비

대상구조물에 대한 정적재하시험에 의한 처짐과 유한요소 프로그램을 이용한 구조물의 처짐비는 계산에 사용된 거더의 단면특성치와 탄성계수의 곱으로 표현되는 구조물의 강성과 실측에 의한 구조물의 강성비로 표현될 수 있다. 이는 처짐이 구조물의 강성에 비례하기 때문에 가능하며, 이렇지 못한 처짐비를 계산에 의한 기본내하력을 보정함으로써 구조물의 현재 공용 내하력을 얻을 수 있다. 따라서 처짐에 대한 실측치의 비, 즉 응답비는 거더의 증감할 강성을 대표할 수 있는 단면 중앙부에 설치된 변위계에서 측정된 값을 이용하여 계산하였다.

정적 재하의 경우에 대하여 응답비를 계산하여 각 거더에 차량이 재하된 경우(최대처짐 발생시)에서 응답비를 산정하였고, 공용내하력 계산시 보정계수는 각 측점의 최대 응답비를 내하력 보정계수 K_s 값으로 사용한다.

<표 1.5-9> 허용응력법에 의한 거더의 내하력 평가

구 분		계산변위/실측변위(응답비)					기본내하력
		G1	G3	G5	G7	G9	
1정간	L/C 1	-0.999/-1.771 (0.564)	-0.519/-0.778 (0.667)	-	-	-	0.783
	L/C 2	-0.713/-0.979 (0.728)	-0.573/-0.867 (0.661)	-0.309/-0.419 (0.737)	-	-	
	L/C 3	-	-0.481/-0.661 (0.728)	-0.497/-0.740 (0.672)	-0.285/-0.365 (0.781)	-	
	L/C 4	-	-0.278/-0.362 (0.768)	-0.405/-0.738 (0.671)	-0.506/-0.659 (0.769)	-	
	L/C 5	-	-	-0.319/-0.416 (0.767)	-0.521/-0.865 (0.602)	-0.571/-0.972 (0.587)	
	L/C 6	-	-	-	-0.491/-0.773 (0.635)	-0.861/-1.765 (0.488)	

II - 661

2019년 국도45호선 여주비탈(영) 등 4개소 정밀안전점검 및 성능평가용역

2) 내하율(R.F) 검토

<표 1.5-10> 응력집계

종 류	f_p	f_s	f_t	f_{at}	f_t
외측거더	슬래브 상면	-	-	-19.340	22.460
	거더 상면	-48.515	63.890	52.940	13.540
	거더 하면	161.643	-61.020	-46.250	-32.800
	RC 강선	8,208.354	406.450	306.170	227.730
내측거더	슬래브 상면	-	-	-	4.500
	거더 상면	-47.784	63.890	58.660	3.150
	거더 하면	159.305	-61.020	-51.240	-8.060
	RC 강선	8,085.329	406.450	339.270	56.770

<표 1.5-11> 내하율 산정

종 류		f_a	f_b	$f_t(i+1)$	RF	판정
외측거더	슬래브 상면	108.00	19.34	22.46	3.947	1.303
	거더 상면	140.00	81.86	15.72	3.689	
	거더 하면	-28.00	21.78	-38.20	1.303	
	RC 강선	12,800.00	8,148.70	264.44	13.808	
내측거더	슬래브 상면	108.00	4.55	26.79	3.862	1.418
	거더 상면	140.00	77.92	18.56	3.347	
	거더 하면	-28.00	39.20	-47.38	1.418	
	RC 강선	12,800.00	8,866.82	338.39	11.906	

3) 기본내하력

<표 1.5-12> 기본내하력 검토결과

구 분	내하율	설계하중	기본내하력	비고
외측거더	1.303	24	31.27	-
내측거더	1.418	24	34.03	-

II - 662

제1장 도곡2교

4) 공용내하력

㉑. 응력보정계수 K_s

$$K_s = \frac{\text{계산처짐} \times \frac{1+f_{\text{측}}}{1+f_{\text{설}}}}{\text{실측처짐} \times \frac{1+f_{\text{측}}}{1+f_{\text{설}}}}$$

<표 1.5-13> 응력보정계수 검토결과

구 분		계산변위/실측변위(응답비)					적용 응력보정계수
		G1	G3	G5	G7	G9	
1정간	L/C 1	1.773	1.499	-	-	-	내측 : 1.281 외측 : 1.373
	L/C 2	1.373	1.513	1.256	-	-	
	L/C 3	-	1.374	1.489	1.281	-	
	L/C 4	-	1.302	1.490	1.302	-	
	L/C 5	-	-	1.304	1.680	1.702	
	L/C 6	-	-	-	1.574	2.050	

* 향후 교면포장의 노후도에 따른 충격계수 증가를 고려하여 실측충격계수 적용은 계산 충격계수와 동일할 것으로 간주함

$$\text{㉒. } P_{\text{공용내하력}} = K_s \times P_{\text{기본내하력}}$$

<표 1.5-14> 공용내하력 검토결과

구 분	내하율	응답보정계수	설계하중	공용내하력	비고
외측거더	1.303	1.373	DB24	DB-42.93	-
내측거더	1.418	1.281	DB24	DB-43.59	-

5) 안전성 평가 결과

제하시험 결과에 의한 대상교량의 공용내하력 평가 결과, 공용내하력이 DB-42.93으로 산정되어 설계하중인 DB-24를 상회하는 내하성능을 확보하고 있는 것으로 평가되어 대상교량의 내하성능은 양호한 것으로 평가되었다.

II - 663

2019년 국도45호선 여주비탈(영) 등 4개소 정밀안전점검 및 성능평가용역

(다) 세굴을 포함한 기초안전성

조사시점 현재 교각의 기초는 지중에 근입 되어있으며, 하부에 도둑천의 지원이 흐르고 있지만, 하천에 의한 교각 기초부의 영향이 없는 교각이므로 기초안전성에 대한 안전성 평가는 실시하지 않는다.

(라) 평가결과

도곡2교의 구조안전성능 평가결과는 발생값이 허용값 이내로 구조 안전성능 평가 "A등급"으로 평가되었다.

<표 1.5-15> 강도설계법에 의한 바닥판의 내하력 평가

구 분	허용응력법에 의한 안전율	강도설계법에 의한 안전율	내하율 (R.F)	공용내하력	평가
외측거더	1.43	1.28	1.303	DB-42.93	a등급
내측거더	1.45	1.32	1.418	DB-43.59	a등급
세굴을 포함한 기초안전성	하천에 의한 교각 기초부의 영향이 없으므로 실시하지 않음.				-
구조안전성능 평가결과					A(0.130)

1.5.3 안전성능 평가 결과

도곡2교의 안전성능평가는 안전성능 평가와 구조안전성능 평가 결과를 비교하여 최저등급으로 결정하며, 평가결과는 다음과 같다.

Mini(상태안전성능, 구조안전성능)

II - 664

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 3.5.3】 구조안전성능평가 결과

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

3.5.3 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)

【표 3.5.4】 안전성능평가 결과

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
도곡2교	0.295	c	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과, 최저평가지수인 0.295로 평가 되었으며 평가등급은 C등급으로 산정되었다.				

3.6 내구성능 평가

3.6.1 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.

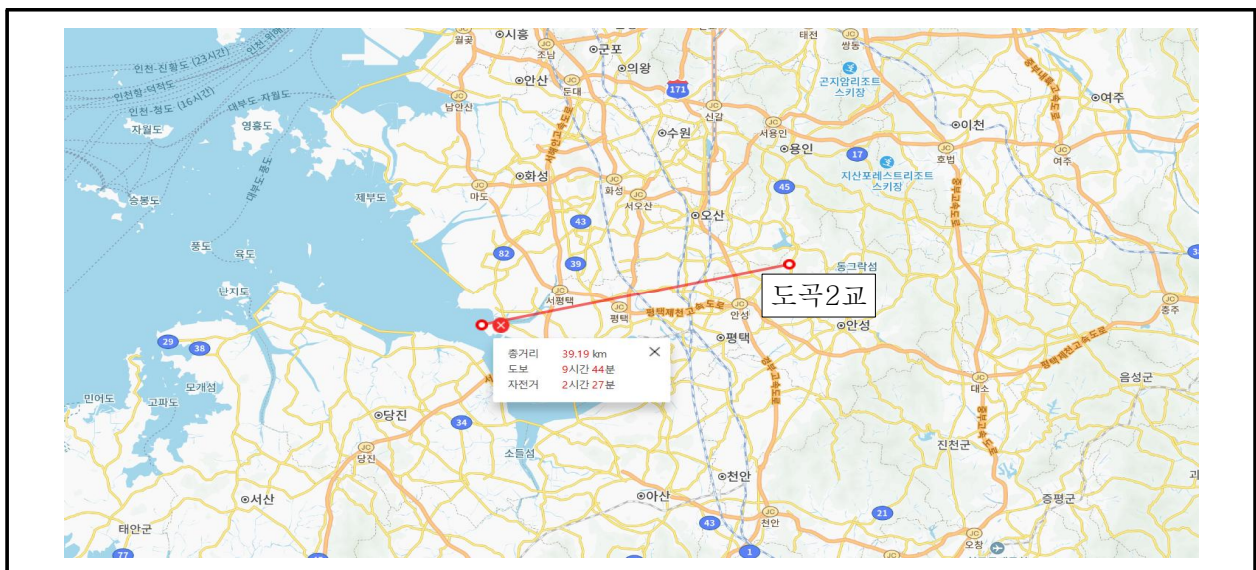
3.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경기도 안성시 양성면 동항리에 위치하며, 서해안으로부터 약 39.19km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 3.6.1】 위치도

【표 3.6.1】 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 안성에 관측소가 없는 관계로 자료가 있는 관측소 중 가장 가까운 관측소인 수원 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최신신적설 자료 중 2014년부터 2023년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 11.3일로 확인되었고, 평가등급은 B등급으로 분석되었다.

【표 3.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경기도 수원시				
분석기간	2014년 11월 1일 ~ 2024년 3월 31일 (10년)				
2014.11~2015.3	8일	2018.11~2019.3	7일	2021.11~2022.3	10일
2015.11~2016.3	14일	2019.11~2020.3	6일	2022.11~2023.3	12일
2016.11~2017.3	9일	2020.11~2021.3	14일	2023.11~2024.3	15일
2017.11~2018.3	18일	평균 강설일수			11.3일

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

나. 동해환경 평가

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 수원 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 10.8회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 58.9회로써 동결융해 환경은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 사이클이 연평균 10.8회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 3.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경기도 수원시				
분석기간	2014년 11월 1일 ~ 2024년 3월 31일 (10년)				
2014.11~2015.3	67일	2018.11~2019.3	67일	2021.11~2022.3	63일
2015.11~2016.3	57일	2019.11~2020.3	51일	2022.11~2023.3	59일
2016.11~2017.3	72일	2020.11~2021.3	37일	2023.11~2024.3	51일
2017.11~2018.3	65일	동결융해 횟수 (수분접촉)			58.9

【표 3.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경기도 수원시				
분석기간	2014년 11월 1일 ~ 2024년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	17일	2017.11~2018.3	5일	2020.11~2021.3	10일
2014.11~2015.3	11일	2018.11~2019.3	7일	2021.11~2022.3	10일
2015.11~2016.3	13일	2019.11~2020.3	10일	2022.11~2023.3	10일
2016.11~2017.3	15일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			10.8일

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 3.6.5】 염화물 함유량 평가(상부구조)

구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S2	0.154	0.084	0.034	a

【표 3.6.6】 염화물 함유량 평가(하부구조)

구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	교각	P1	0.104	0.048	0.020	a

【표 3.6.7】 염화물 확산계수 산출(상부구조)

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S2	—	—	3.182

【표 3.6.8】 염화물 확산계수 산출(하부구조)

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	교각	P1	—	—	3.182

【표 3.6.9】 철근부의 전염화물 함유량이 2.5(kg/m³)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	바닥판	S2	30년 초과	a
	교각	P1	30년 초과	a

【표 3.6.10】염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 함유량 평가 결과	철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	염화물 함유량 최종 평가 등급
바닥판	S2	a	a	a
교각	P1	a	a	a

2) 탄산화 깊이

【표 3.6.11】탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S2 바닥판하면	3.0	0.69	30년 초과	a	a
	S4 바닥판하면	4.0	0.92	30년 초과	a	a
	A2 홍벽	7.5	1.72	30년 초과	a	a
	P1 코핑부	10.0	2.29	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 3.6.12】피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	바닥판	S1	107.3	—	a	0.10	a
		S2	111.0	—	a		
		S3	105.3	—	a		
	거터	S2-G2	109.7	—	a		
		S2-G3	108.8	—	a		
	가로보	S2	109.8	—	a	0.10	a
		S2(비건전부)	—	95.7	a		
	교대	A1	120.9	—	a		
	교각	P1	117.6	—	a		
		P3	126.0	—	a		
		P3	128.7	—	a		
		P3(비건전부)	—	97.8	a		

라. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 3.6.11】 대상교량 제원

교량형식		PSCI 거더교
경간장 및 경간수		4@30.0m = 120.0m
교폭		19.0m
바닥판의 높이		0.25m
거더 갯수		9
2차 부재		L=1.5m, 교축방향 5.0m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		40mm~100mm
공용연수		19년
위치	지역	경기도 안성시 양성면 이현리
	해안 이격거리	300m 초과

【표 3.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	a	a	a	a	0.1
	거더(35)	—	—	a	a	0.1
	2차부재(7)	—	—	a	a	0.1
하부	교대/교각(25)	a	a	a	a	0.1
		결함도지수	$(0.1*33+0.1*35+0.1*7+0.1*25)/100=0.100$			
		등급	a			

【표 3.6.13】 열화환경지표의 평가

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

3.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 3.6.14】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.100	A	1	0.100
결함도점수				0.100
내구성능평가 결과				A

3.7 사용성능 평가

교량의 사용성능 평가는 시설물의 예상수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야할 사용자 편의성 및 계획당시의 설계기준에 근거한 사용목적에 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 특성을 반영하여 필요 성능을 도출한다.

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

3.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 일반도로 포장상태 지수(NHPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 NHPCI를 분석한 결과, 6.54~7.33으로 평가되었다.

【표 3.7.1】 포장상태 평가결과

노선명	방향	차로	연장(km)	포장 형식	평균			NHPCI	평가
					균열률 XCR(%)	소성변형 XRD(mm)	중단평탄성 XIRI(m/km)		
일반국도 45호선	평택	1	0.12	콘크리트	7.33	0.00	2.14	6.54	a
일반국도 45호선	평택	2	0.12	콘크리트	0.08	0.00	2.14	7.33	a
일반국도 45호선	하남	1	0.12	콘크리트	0.40	0.00	2.14	7.29	a
일반국도 45호선	하남	2	0.12	콘크리트	0.89	0.00	2.14	7.23	a
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 NHPCI를 분석한 결과, 6.0초과로 산정되어 매우우수한 상태인 a등급으로 평가되었다.								

나. 교량조명 평가

- 해당 교량에는 조명시설이 설치되어있지 않아 해당항목 평가는 실시하지 않았다.

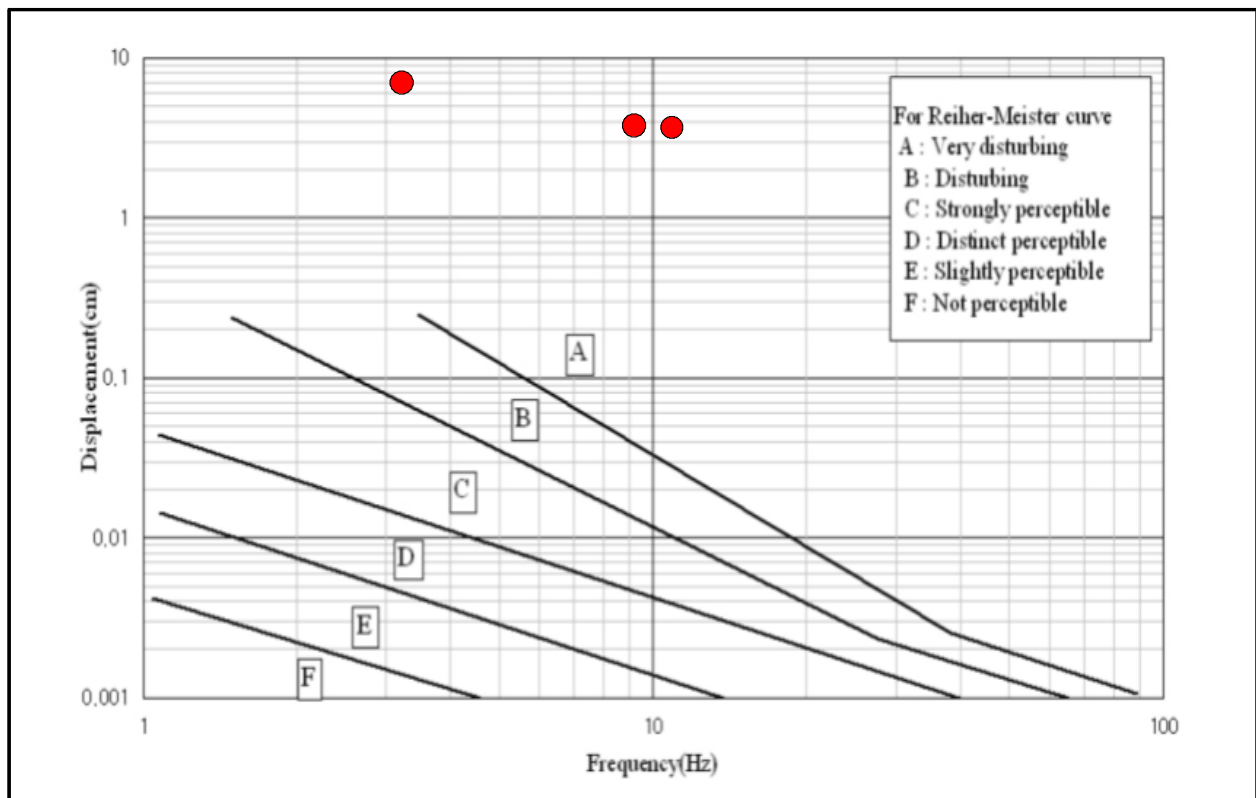
다. 진동사용성 평가

(1) 측정

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

【표 3.7.2】 진동측정값

No.	Dis(cm)	Fre(Hz)
1	6.416	—
2	3.736	9.1
3	6.865	3.3
4	3.728	11.0



【그림 3.7.1】 Reiher-Meister(1931)의 허용곡선

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 3.728~6.865mm/s, 3.3~11.0Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

라. 점검시설 평가

- 해당 교량의 경우 교각은 3기가 시공되어있으며, 점검로의 경우 설치되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 3.7.3】 점검시설 평가결과

평가 기준	평가내용		평가 결과
	설치 유무	설치상태	
a	점검로가 교각마다 모두 설치 되어 있을 때	점검로가 신설되어 모두 양호한 상태	
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	○

- 점검로가 교각의 40% 미만 설치되어 있는 상태인 e등급으로 평가되었다.

마. 교통량 평가

대상 시설물의 평택-이동간 도로확장 및 포장공사(철곡교차로~양성교차로)의 2020년 평균 수요예측 및 일반국도45호선 서안성IC-송전리구간 소요실제 교통량 조사 결과, 수요예측 교통량은 28,270/일이며, 소요실제 교통량은 32,233/일로 수요예측/수요실제의 비율이 87.7%로 산정되어 c등급으로 평가되었다.

【표 3.7.4】 교통량의 성능평가

구 분	수요예측(대/일) a	소요실제(대/일) b	대비(%) $a/b \times 100$	평가등급	비고
도곡2교	28,270	32,233	87.7	c등급	2023년 교통량

3.7.2 사용성능평가 결과

【표 3.7.5】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.290	a	0.1
		조명시설	—	—	—
		진동사용성	0.238	e	1.0
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.242	e	1.0
	수요 및 용량	교통량	0.230	c	0.4
				결합도점수	0.601
				등급	D

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, 0.1×0.290 (포장상태) + 1.0×0.238 (진동사용성) + 1.0×0.242 (점검시설의 유무) + 0.4×0.230 (교통수요) = 0.601

3.8 종합성능평가

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

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

【표 3.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	도곡2교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.295	c	0.68
내구성능 평가	0.100	a	0.21
사용성능 평가	0.601	d	0.11
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.295 \times 0.68 + 0.100 \times 0.21 + 0.601 \times 0.11 = 0.287$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.287 • 종합성능평가 결과 : C등급		

3.9 유지관리 전략제안

3.9.1 성능목표 등급 산정

【표 3.9.1】 등급점수 범위 및 대표점수

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	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.2$	$0.2 \leq X < 0.26$	$0.26 \leq X < 0.49$	$0.49 \leq X < 0.79$	$0.79 \leq X$

【표 3.9.2】 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 3.9.3】 사용성 및 기능성 성능목표 선정

구분	기준	평가교량	평가등급
일교통량	10,000 대/일 이상	32,233 대/일	하B
중차량 통행량	차선당 1,000 대/일 이상	차선당 2,553 대/일 (5,106 대/일)	
대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상	2.2km	

【표 3.9.4】 주변환경 성능목표 선정

구분	평가교량			평가등급	
동해환경	지속적인 수분접촉		58.9일	A	C
	지속적인 수분접촉 없음		10.8일	C	
해안이격거리	서해안	그 외 지역	300 초과	A	
강설일수	11.3일			B	

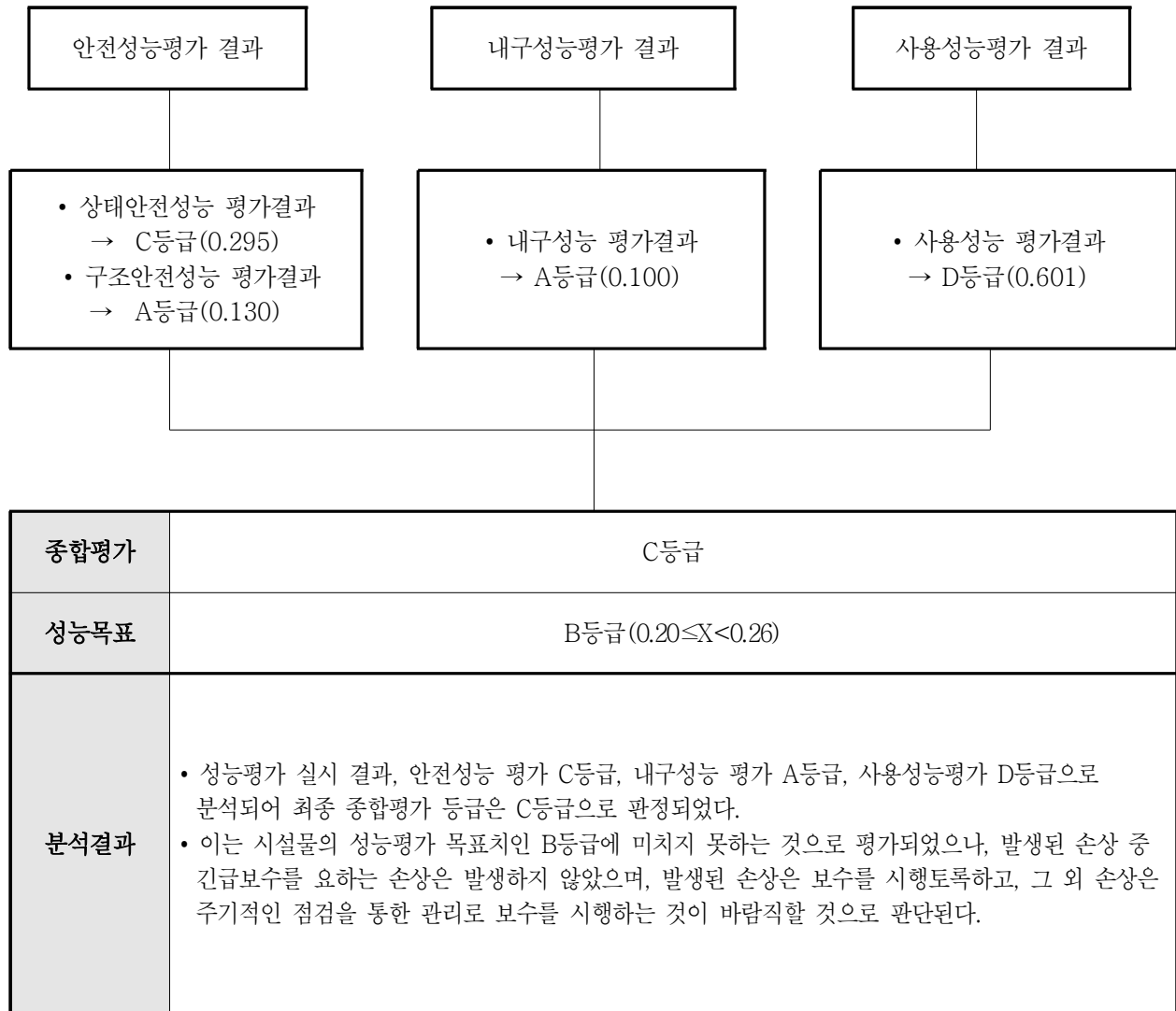
【표 3.9.5】지진구역계수 및 공용연수

구분	평가교량	평가등급
지진구역계수	경기도	A
공용연수	19년	D

【표 3.9.6】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	A	B	A	D
평가점수	0.23	0.40	0.10	0.20	0.10	0.70
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표	= 0.23×0.8 + [{0.40+0.10+0.20}/3]×0.1 + 0.10×0.08 + 0.70×0.02 = 0.229(하B)					

3.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



3.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 보수 개략공사비

【표 3.9.2】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	박락 및 철근노출	단면보수+방청	0.23	0.35	m ²	1,336	468	2순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	11.60	4.35	m ²	250	1,088	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	6.40	9.60	m	103	989	2순위
	재균열(0.3㎜미만)	표면처리	9.90	3.71	m ²	250	928	3순위
	재균열(0.3㎜이상)	주입보수	3.50	5.25	m	103	541	2순위
	망상균열	표면처리	4.16	6.24	m ²	250	1,560	3순위
	백태	표면처리	0.75	1.13	m ²	250	283	3순위
	박리, 박락	단면보수	4.93	7.40	m ²	960	7,104	2순위
	실린트 탈락	실린트충진	7.50	11.25	m	1	11	3순위
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	3.30	1.24	m ²	250	310	3순위
	박리, 박락, 파손	단면보수	12.19	18.29	m ²	960	17,558	3순위
	철근노출	단면보수+방청	0.10	0.15	m ²	1,114	167	2순위
교량 받침	물탈균열(0.3㎜미만)	표면처리	5.40	2.03	m ²	250	507	3순위
	물탈균열(0.3㎜이상)	주입보수	4.80	7.20	m	174	1,253	2순위
	받침콘크리트 박리 파손	단면보수	1.61	2.42	m ²	960	2,323	2순위
신축이 음장치	유간 토사퇴적	정비	5.70	8.55	m	8	68	3순위
배수 시설	배수구 막힘	정비	9.00	9.00	EA	184	1,656	3순위
	그레이팅 덮개망실	정비	8.00	8.00	EA	122	976	3순위
	배수로 토사퇴적	정비	2.70	4.05	m ²	8	32	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		12,845		24,977		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		6,423		12,489		
	합계	0		19,268		37,466		
개략공사비 총계(천원)		56,734						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 투자우선순위지수 산출

【표 3.9.3】 투자우선순위지수 산정

구분	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
				손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
단면보수병형	0.35	1,336	468	박락 및 철근노출	바닥판	안전	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	2
표면처리	4.35	250	1,088	균열(0.3mm미만)	교대	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
주입보수	9.60	103	989	균열(0.3mm이상)	교대	안전	d	1.00	0.13	0.68	0.30	0.02652	1
표면처리	3.71	250	928	재균열(0.3mm미만)	교대	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
주입보수	5.25	103	541	재균열(0.3mm이상)	교대	안전	c	1.00	0.13	0.68	0.18	0.01591	4
표면처리	6.24	250	1,560	망상균열	교대	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
표면처리	1.13	250	283	백태	교대	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
단면보수	7.40	960	7,104	박리, 박락	교대	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
실런트충진	11.25	1	11	실런트 탈락	교대	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
표면처리	1.24	250	310	균열(0.3mm미만)	교각	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
단면보수	18.29	960	17,558	박리, 박락, 파손	교각	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
단면보수병형	0.15	1,114	167	철근노출	교각	안전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	10
표면처리	2.03	250	507	물탈균열(0.3mm미만)	교량받침	안전	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	7
주입보수	7.20	174	1,253	물탈균열(0.3mm이상)	교량받침	안전	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	2
단면보수	2.42	960	2,323	박리, 박락, 파손	교량받침	안전	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	7
정비	8.55	8	68	유간 토사퇴적	산책이음	안전	c	1.00	0.07	0.68	0.18	0.00857	9
정비	9.00	184	1,656	배수구 막힘	배수시설	안전	c	1.00	0.03	0.68	0.18	0.00367	19
정비	8.00	122	976	그레이팅 덮개망실	배수시설	안전	c	1.00	0.03	0.68	0.18	0.00367	19
정비	4.05	8	32	배수로 토사퇴적	배수시설	안전	c	1.00	0.03	0.68	0.18	0.00367	19
-	-	-	-	염화물	바닥판	내구	a	1.00	0.15	0.21	0.05	0.00158	25
-	-	-	-	염화물	바닥판	내구	a	1.00	0.15	0.21	0.05	0.00158	25
-	-	-	-	염화물	교대	내구	a	1.00	0.13	0.21	0.05	0.00137	29
-	-	-	-	탄산화	바닥판	내구	a	1.00	0.15	0.21	0.05	0.00158	25
-	-	-	-	탄산화	거더	내구	a	1.00	0.25	0.21	0.05	0.00263	22
-	-	-	-	탄산화	교대	내구	a	1.00	0.13	0.21	0.05	0.00137	29
-	-	-	-	파복콘크리트의 품질	바닥판	내구	a	1.00	0.15	0.21	0.05	0.00158	25
-	-	-	-	파복콘크리트의 품질	거더	내구	a	1.00	0.25	0.21	0.05	0.00263	22
-	-	-	-	파복콘크리트의 품질	가로보	내구	a	1.00	0.04	0.21	0.05	0.00042	34
-	-	-	-	파복콘크리트의 품질	교대	내구	a	1.00	0.13	0.21	0.05	0.00137	29
-	-	-	-	파복콘크리트의 품질	교각	내구	a	1.00	0.13	0.21	0.05	0.00137	29
-	-	-	-	포장상태	-	사용	a	0.292	1.00	0.11	0.05	0.00161	24
-	-	-	-	진동사용성	-	사용	e	0.237	1.00	0.11	0.38	0.00991	6
-	-	-	-	점검시설	-	사용	e	0.241	1.00	0.11	0.38	0.01007	5
-	-	-	-	교통량	-	사용	a	0.23	1.00	0.11	0.05	0.00127	33

다. 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 0.287로 C등급으로 평가되었으며, 성능목표인 B등급($0.2 \leq X < 0.26$) 이하 수준으로 분석되었다. 따라서, 시설물의 성능유지를 위해 우선순위 산정결과에 따라 순차적으로 보수를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

3.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경기도 안성시 양성면 이현리에 위치한 교량으로 총 연장 120.0m, 폭 19.5m의 PSCI 거더 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.

3.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 기 손상부인 망상균열, 박락 및 철근노출은 손상의 진전이 없는 상태로 확인되었고, 박락, 파손 구간은 일부 신규 조사되었다, 백업재 탈락의 경우 일부구간 손상이 없는 것으로 확인되어 손상을 삭제하였다.
- 바닥판에 발생한 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 박락, 파손, 박락 및 철근노출, 박락 및 철근노출, 보수부 박리, 백업재 탈락 등의 단면 손상부는 피복부족, 외부 우수유입, 시공시 다짐불량, 보수미흡 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고 손상의 진전시 단면보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단되며, 박락 및 철근노출의 경우 단면보수+방청이 필요할 것으로 판단된다.

2) PSCI Girder

- 금회 조사시 균열, 백태, 누수흔적, 들뜸, 박락, 파손, 인양홀 파손, 보수부 박락 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 들뜸 및 박락, 박리 등의 손상이 신규 확인되었다.
- 거더에 발생한 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 거더에 발생한 들뜸, 박락, 파손, 보수부 박락, 들뜸 및 박락, 인양홀 파손 등의 단면손상의

경우 시공미흡, 외부충격, 보수미흡 등에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고, 추가 발생시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다.

- 조사된 백태, 누수흔적의 경우 습기흡착 및 외부 우수유입 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3) 가로보

- 가로보 외관조사 결과, 재전회 점검에서 확인된 균열 및 재균열, 보수부 박리, 박락 및 철근노출, 백태 등의 손상은 진전이 없는 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 들뜸이 신규 확인되었다.
- 가로보에서 조사된 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 장기공용에 의한 열화, 손상부 우수유입 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 박리, 들뜸, 보수부 박리, 박락 및 철근노출 등의 단면손상의 경우 시공미흡, 다짐불량, 외부충격, 보수미흡 등에 의한 손상으로 현재 손상이 구조적인 손상은 아닌 바, 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 백태의 경우 외부 우수유입, 습기흡착에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고, 추후 표면처리 등의 조치가 필요하며, 가로보의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인, 보수부 재손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대 외관조사 결과, 균열 및 재균열, 망상균열, 백태, 녹오염, 누수흔적, 박리, 박락, 실런트 탈락, 패콘크리트 적치 등의 손상이 조사되었고, 진전은 미미한 상태로 확인되었다.
- 교대에서 조사된 균열, 재균열, 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 장기공용에 의한 열화, 보수미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 박리, 박락은 외부 충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 단면보수 등의 보수가 필요하며, 녹오염, 누수흔적, 체수, 표면오염 등의 손상은 우수유입에 의한 손상으로 시설물에 미치는 영향이 미미하므로, 주의관찰을 실시하고 손상의 진전시 일괄적으로 보수를 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 사료된다.

- 백태의 경우 습기흡착 및 외부 우수유입 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 또한 실런트 탈락의 경우 장기공용에 의한 열화로 실런트 주입을 실시하고, 페콘크리트 적치의 경우 시공 후 정리 미흡에 의한 손상으로 주의관찰이 요구된다.

5) 교각

- 교각은 기 손상인 균열, 누수흔적, 표면오염, 박리, 박락, 파손, 철근노출, 페콘크리트 적치 등의 손상은 진전은 미미한 상태로 확인되었으며, 금회 정밀조사로 인한 균열, 누수흔적, 박리 등의 손상이 신규 확인되었다.
- 발생한 균열 및 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 누수흔적, 표면오염의 경우 습기흡착, 외부 우수유입, 공용중 열화에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고, 단면손상인 박리, 박락, 파손, 철근노출 등의 경우 외부충격, 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 피복부족 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면 보수+방청 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 페콘크리트 적치의 경우 시공시 정리미흡에 의한 것으로 주의관찰을 실시하고, 교각부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 받침물탈 균열, 박리, 파손, 플레이트 부식의 진전은 미미한 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 받침물탈 균열, 파손이 추가 확인되었다. 플레이트 부식은 일부 보수된 상태로 확인되었고, 보수상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 조사된 받침물탈 균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 외부충격, 다짐미흡, 장기공용, 외부 우수유입에 의한 받침물탈 박리, 파손, 플레이트 부식의 경우, 부재의 내구성 및 사용성 확보 차원의 단면보수, 주의관찰 등의 유지관리가 요구되며, 교량받침의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과, 받침장치의 이동여유량은 충분한 것으로 평가되

었으며 추후에도 지속적으로 관찰 하도록 한다.

7) 신축이음장치

- 조사된 후타재 균열, 유간 토사퇴적, 본체부식, 차수판 볼트탈락, 하부누수 등의 손상이 조사 되었으며, 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었다.
- 후타재 발생한 균열의 경우, 초기 건조수축 및 다짐미흡, 공용중 열화 등에 의한 손상으로 전회 대비 진전은 없는 것으로 판단되며, 후타재 균열부의 경우 주기적인 점검을 실시하고, 손상의 진전시 표면처리 등의 일괄 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 본체 부식의 경우 공용기간 증가, 차량통행 윤하중, 외부충격, 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 유간 토사퇴적의 경우 신축이음장치의 원활한 기능을 위하여 주기적인 정비 등의 조치를 실시하고, 본체 부식은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 하부 누수의 경우 신축이음 이음부를 통한 우수유입으로 확인되었으며, 주의관찰을 요하며, 추후 신축이음 교체시 정밀한 시공이 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 조사된 본선 포장 균열, 마모, 망상균열, 마모의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 접속부 아스콘 균열이 신규 확인되었다,
- 교면포장의 현장조사 결과, 전반적으로 포장 균열 및 망상균열, 파손, 마모 등의 손상이 발생한 상태이며, 장기공용에 의한 열화로 추정되므로 주의관찰을 실시하고, 주기적인 점검을 통

9) 배수시설

- 전회 점검에서 조사된 배수구 막힘, 그레이팅 덮개망실, 배수로 토사퇴적이 조사되었고, 정밀 조사로 인한 배수구 막힘이 일부 추가되었다. 배수관 고정불량의 경우 손상의 정도가 경미하므로 손상물량에서 제외하였다.
- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘, 그레이팅 덮개망실, 배수로 토사퇴적의 경우 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수 기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.
- 배수시설은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

10) 난간 및 연석

- 방호벽 및 중분대에 발생한 균열, 재균열, 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰을 실시하고, 추후 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 들뜸, 파손, 보수부 박리 등 단면 손상부는 외부 우수유입 시공시 다짐불량, 외부충격, 보수미흡 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 주의관찰을 실시하고 손상의 진전시 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 외부 충격에 의한 텔리네이트 파손, 차광막 탈락의 경우 정비 등의 주의관찰을 실시하고 추후 일괄보수를 실시하는 유지관리가 요구되며, 방호벽 및 중분대는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

11) 교량 점검시설

- 도곡2교는 시설물 점검을 위한 점검시설은 시공되어있지 않은 상태이다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 및 가로보) 28.2~30.9MPa, 상부구조(거더) 38.1~45.7MPa, 하부구조(교대 및 교각) 24.7~27.8MPa로 측정 되었으며, 설계기준압축강도(바닥판 및 가로보: 27.0MPa, 거더:35.0MPa 교대 및 교각 24.0MPa)를 상회한다. 건전부와 비건전부의 검토 결과, 비건전부의 강도가 건전부의 95%이상으로 측정되어 건전부 대비 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었으며, 설계기준강도를 상회하는 것으로 확인되어 비건전부의 콘크리트 성능저하는 없는 것으로 판단된다. 따라서, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도저하가 없는 것으로 조사되었다.
- 철근탐사 시험은 상부 4개소, 하부 5개소를 실시하여, 총 9개소를 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 것

으로 판단된다.

- 도곡2교에서 탄산화시험은 상부구조 2개, 하부구조 2개로 총 4개소 시험을 실시하였으며 결과 값은 아래 표에 정리하였다. 분석 결과, 전개소 모두 “탄산화에 의한 부식발생 우려 없음”인 ‘a’ 등급으로 평가되었고 100년 이상의 잔존수명을 확보하여 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다.

3.10.2 성능평가 결과

【표 3.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	도곡2교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.295	c	0.68
내구성능 평가	0.100	a	0.21
사용성능 평가	0.601	d	0.11
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.295 \times 0.68 + 0.100 \times 0.21 + 0.601 \times 0.11 = 0.287$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.287 • 종합성능평가 결과 : C등급		

3.10.3 종합결론

- 도곡2교는 약 19년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 파손, 교대 및 교각 균열, 파손, 교량받침 재료분리 및 철근노출, 교면포장 망상균열 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, C등급(0.287)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : $0.20 \leq X < 0.26$)인 성능목표치에 미치지 못하는 수준으로 분석되었으며, 시설물의 성능유지를 위해 우선순위 산정결과에 따라 순차적으로 보수를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

3.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

3.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 상부구조 박락 및 철근노출, 하부구조 균열, 철근노출, 교량받침 받침콘크리트 파손의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 등의 유지관리가 필요하다.

3.10.6 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.