

요약보고서

1. 과업의 목적

본 과업은 "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법"(이하 "시설물안전법"이라 한다.)에 따른 정밀안전점검으로서 경험과 기술을 갖춘 자가 육안이나 점검기구 등으로 검사하여 내재되어 있는 위험요인을 조사하여 재해를 예방하고, "지속가능한 기반시설 관리 기본법"(이하 "기본시설법"이라 한다.)에 따른 유지관리 이력정보 작성을 통해 실태조사를 수행하여 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

2. 대상구조물 현황

시설물명	고산자교		시설물번호	BR2005-0001655	
준공년월일	2005년 09월 30일		관리번호	-	
시설물위치	서울특별시 동대문구 청계천로 549~용두동 34-4				
설계하중	DB-24, DL-24		노선명	고산자로	
관리주체	서울특별시 성동도로사업소		시설물종류	도로교량(기타)	
설계자	-		시공자	현대건설(주)	
제원	연장	L=21.75m+2@22.25m+21.75m=88.0m			
	폭	B=43.25m(차도 31.0m + 보도 12.25m, 왕복8차로)			
구조형식	상부	PC 슬래브교(PCS)	기초형식	교대	강관파일
	하부	교대 : 라멘식 벽체 교각 : 다주식 라멘기둥		교각	강관파일
교량받침	탄성받침(A1확장부)		신축이음	-	
교차시설물(철도, 도로, 하천)	청계천 횡단(S2, S3) 내부순환도로(S3 상단)		통과높이	5.7~9.8m	

3. 과업의 범위 및 내용

과업의 범위		과업의 내용	비고
자료수집 및 검토		<ul style="list-style-type: none"> · 설계자료 및 준공자료 수집, 검토, 기존 점검 및 유지관리자료 검토 · 내진설계 여부 확인 및 관련자료 검토, 시설물관리대장 	
현장 조사 및 시험	외관 조사	<ul style="list-style-type: none"> · 교량의 제원 및 시공상태 조사 · 상부구조(바닥판) 외관조사 · 하부구조(교대, 교각, 교량받침 등) 외관조사 · 교면 포장부, 구조물 경계부, 곡선부, 배수구 주변 상세 점검 · 보수·보강부위 하자검사 	
	내구성 조사	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트 강도 조사(반발경도법) · 탄산화 시험 	
상태평가		<ul style="list-style-type: none"> · 외관조사 및 내구성조사의 결과분석 · 부재별 상태등급 평가 · 부재별 중요도에 따른 가중치를 고려하여 전체 상태평가 등급 산정 	
보수·보강 대책수립		<ul style="list-style-type: none"> · 중대결함의 유무, 보강의 필요성 판단 · 기능 회복 및 향상을 위한 보수·보강 공법제시 	
유지관리 대책수립		<ul style="list-style-type: none"> · 효율적인 유지관리를 위한 방안 제시 · 중점 유지관리항목 선정 	
보고서 작성		<ul style="list-style-type: none"> · 과업수행 전 향의 자세하고 상세한 기술 · 유지관리자료 정비(현황판, 안전점검편람, 일상매뉴얼 등) · 최종보고서 작성 및 제출 	

4. 과업수행기간

2023년 04월 07일 ~ 2023년 12월 02일(착수일로부터 240일간)

5. 자료수집 및 분석

5.1 자료수집 목록

구분	자료항목	보관유무	비고
설계도서	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 공통 - 준공내역서, 설계보고서 - 공사시방서 - 구조계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서 	없음	-
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡) - 상부·하부 구조물도, 빔상세도 - 신축이음장치·교량받침 상세도 등 	일부 보유	◦ 청계천 복원 건설공사(제3공구) 준공도면
시설물관리 대장	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기본 현황 및 상세 제원 ◦ 유지관리 이력 	보유	◦ 시설물관리종합시스템(FMS)
시공 관련 자료	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서·품질시험기록 - 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 자료 ◦ 사고기록 	없음	-
안전점검 및 정밀안전진단 자료		일부 보유	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기 정밀안전점검 자료(2019.11) 등 ◦ 시설물관리종합시스템(FMS)
보수·보강 자료		일부 보유	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 보수·보강, 일상유지보수공사 이력 ◦ 시설물관리종합시스템(FMS)

5.2 준공도면 검토

고산자교에 대한 준공도면은 『청계천 복원 건설공사(제3공구) 준공도면(2005년 9월)』에서 발췌하였다.

5.3 점검 및 진단 이력

가. 정기안전점검

번호	점검기간 (점검구분)	점검기관명	안전등급	주요 점검진단결과
1	2020.03.13.~ 2020.06.20 (정기안전점검)	자체점검	보통	◦ 유도배수로 탈락
2	2020.09.10.~ 2020.12.18 (정기안전점검)	자체점검	보통	◦ 특이사항 없음
3	2021.04.13.~ 2021.06.24 (정기안전점검)	자체점검	보통	◦ 특이사항 없음
4	2021-12-03~ 2021-12-24 (정기안전점검)	자체점검	보통	◦ 빗물받이 막힘
5	2022-05-02~ 2022-06-30 (정기안전점검)	자체점검	보통	◦ 빗물받이 막힘
6	2022-07-01~ 2022-12-30 (정기안전점검)	자체점검	양호	◦ 특이사항 없음
7	2023-03-29~ 2023-06-16 (정기안전점검)	자체점검	B	◦ 특이사항 없음

나. 정밀안전점검

번호	점검기간 (점검구분)	점검기관명	안전등급	주요 점검 결과
1	2007.07 (정밀안전점검)	구한건설(주)	A	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 교면포장 소성변형, 조인트부 파손 ◦ 배수구 막힘, 배수관주변 균열/백태, 이음부누수, 종조인트 누수 ◦ 바닥판하면 굽힘, 교대 마감재 백태
2	2009.05 (정밀안전점검)	성동도로관리 사업소	B	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 발생한 누수흔적 및 표면오염 등과 같은 손상들은 발생범위가 크지 않고 구조물의 내구성에 영향을 주는 상태는 아니나, 보행자들의 통행이 많아 구조물의 미관을 고려하 관리가 필요함
3	2011.10 (정밀안전점검)	유동건설(주)	B	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 발생 손상은 공용기간 증가에 따른 일반적인 손상으로 손상의 형태 및 규모에 따라 적당한 보수를 실시하고, 지속적인 유지관리를 시행한다면 대상 시설물의 사용성 및 안전성은 확보될 수 있을 것으로 판단됨
4	2013.10 (정밀안전점검)	(주)제이에스 건설안전	B	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 교면포장의 손상이 다소 증가 하였으나 이는 공용 중 발생한 손상으로 구조적인 문제는 없는 것으로 판단되며, 바닥판 및 기둥에 발생한 손상은 일부 보수가 완료된 상태임
5	2015.09 (정밀안전점검)	고향건설(주)	B	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 교면포장 다수의 망상균열 및 소성변형, 보도부 전반적인 망상균열과 일부 부재 국부적인 열(Cw=0.2~0.3mm), 배수시설 막힘·길이부족 등이 확인됨
6	2017.09 (정밀안전점검)	성동도로관리 사업소	B	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 교면포장 망상균열 및 소성변형, 보도부 망상균열과 일부 부재 국부적인 균열, 배수시설 막힘·길이부족 등이 확인됨

번호	점검기간 (점검구분)	점검기관명	안전등급	주요 점검 결과
7	2019.11 (정밀안전점검)	(주)회덕기술공사 호용종합건설(주)	B	<ul style="list-style-type: none"> 바닥판의 균열, 망상균열, 균열/백태, 백태, 그을음 등이 조사되었으며 교각 미세망상균열, 파손, 교대 누수흔적, 백태, 포장부 아스팔트 균열, 마모, 망상균열, 소성변형 등 보도부 확장부 실링재 파손, 자전거도로 포장 망상균열, 난간연석 변형 배수시설 배수관 길이부족, 배수관막힘 등의 손상이 조사됨
8	2021.12 (정밀안전점검)	(재)한국건설품질 연구원	B	<ul style="list-style-type: none"> 본 교량의 확장부 종조인트와 복개 구조물과 이음부에서 전반적인 누수로 인하여 영향범위내 바닥판하면과 교대측에 백태, 변색 등을 유발하고 있는 상태이고, 바닥판하면을 제외한 부재에서도 균열, 파손, 굽힘 등의 국부적인 결함이 일부 발생된 상태이나 외관조사 및 내구성조사를 토대로 종합적으로 평가해 볼 때, 구조물의 안전성에는 문제가 없는 것으로 평가되어 공용 중의 안전성은 확보되는 것으로 판단되며, 종합평가등급은 『B등급』으로 산정됨 주요 결함으로는 // 바닥판하면, ① 누수, 112m, S1~S4확장이음부, ② 누수, 12m, S1복개접합부, ③ 누수, 10m/2ea, S4복개접합부//교대, ① 변색, 75.8㎡/13ea, A1전면, ② 변색, 18.0㎡/3ea, A2전면등이조사됨

5.4 보수·보강이력

번호	일자	공사구분	보수·보강 이력	시공사
1	2007.10.05~ 2008.05.20	보수	◦ 교량 1차선 일부확장	-
2	2008.07.08~ 2008.08.20	보수	◦ 보도 후퇴 : 10.0㎡ ◦ 교면포장 : 15.0㎡	-
3	2008.07.14~ 2008.08.30	보수	◦ 중앙분리대 도색 : 59.0㎡ ◦ 교면포장 : 25.0㎡	-
4	2008.09.25~ 2008.10.15	보수	◦ 시선유도봉 설치 : 3차로 6개소	-
5	2009.05.01~ 2009.08.26	보수	◦ 빗금도색 : 88.0㎡ ◦ 방호울타리 마감 : 1식	-
6	2010.04~ 2010.05	보수	◦ 소파보수 : 1.0㎡ ◦ 신축이음보수 : 2m	-
7	2010.06~ 2010.07	보수	◦ 반사지 교체 : 1개소	-
8	2011.10~ 2011.11	보수	◦ 차선도색 : 1식	-
9	2012.03~ 2012.10	보수	◦ 단면보수 : 15.4㎡ ◦ 표면보수 : 49.2㎡ ◦ 안전도색 : 96.9㎡	-
10	2013.06~ 2013.08	보수	◦ 시선유도봉 설치 : 2개소 ◦ 실란트보수 : 20m(보도와 차도 사이)	-

번호	일자	공사구분	보수·보강 이력	시공자
11	2014.07~2014.09	보수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 콘크리트 단면보수(t=30mm) : 0.3㎡ ◦ 채광판 교체 : 1개소 ◦ 배수관 재설치 : 4개소 	-
12	2017.12	보수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배수관보수 2ea ◦ 실런트 보수 87m ◦ 재포장 2,160㎡ ◦ 상판보수 11.0㎡(t=30mm) ◦ 난간 및 기초 철거 보수 0.24㎡ 	-
13	2018.12	보수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 조류방지망 설치 18.0㎡ 	-
14	2019.12	보수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 방수포장 630㎡ 	-
15	2020.12	보수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 균열보수 401.9m(0.3mm균열 78개소) ◦ 표면처리 0.6㎡ 	-
16	2021.09.01 2021.10.31	보수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 교량상판 도로소파 0.27㎡ 	에이스톤엔지니어링
17	2022.01.03 2022.12.30	보수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 넝쿨제거 등 	대일건설(주)
18	2023.01.01 2023.07.27	보수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 포장면 페인트칠 	(주)건우구조엔지니어링

5.5 내진설계 여부 확인

고산자교는 시설물관리대장을 확인한 결과 내진설계가 적용된 교량이다. 다만 관련자료 미보유로 인해 내진관련 자료는 없는 것으로 조사되었다. 또한 2010년 5월 서울특별시에서 실시한 내진성능 평가시 예비평가결과 내진보강 유보시설로 평가되었다.

6. 외관조사 및 내구성조사 결과

6.1 외관조사

가. 바닥판 하면

1) 손상발생 현황

바닥판에 대한 외관조사 결과, 폭 0.2mm 이하의 균열, 망상균열(폭0.2mm미만), 백태, 조인트부 누수, 실링재 이격, 표면오염 등이며, 이 외의 단면손상으로 경미한 규모의 박락, 박리, 층분리, 굽힘, 파손 등이 조사되었다.

2) 조사 결과 분석

① 균열

- 고산자교 바닥판 하면에 기 발생한 균열중 폭0.3mm 균열에 대해서는 2020년 전반적인 보수를 실시하였으며 양호한 상태이다. 다만 미 보수된 균열 및 망상균열과 금회 점검 시 추가 발생한 $cw=0.2mm$ 균열이 국부적으로 발생한 것으로 확인되었고, 균열의 형태는 종방향균열이 대부분이며 일부 횡방향 균열도 관찰되었다. 추가 발생한 균열은 전회 점검시 조사누락에 의한 것으로 판단되며, 기 발생한 균열에 대해 면밀히 관찰한 결과 진행성은 없는 것으로 관찰되었다.
- 현재 조사된 균열 대부분은 바닥판 개구부(채광창) 주변에서의 응력집중, 건조수축 및 온도변화 등으로 인한 종방향 형태의 균열이 교각부 주변에서 주로 발생한 상태이다. 이와 같은 형상의 균열은 본 교량이 라멘형식과 동일한 형태로서 하부구조와 바닥판이 일체화된 상태에서 부재간의 구속응력과 시공초기 건조수축, 온도변화 등으로 인해 발생한 비구조적인 균열로 판단된다.
- 금회 점검시 조사된 균열은 폭0.2mm이하의 균열로서 내구성 확보를 위한 표면처리 보수가 필요하며, 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰등 유지관리 실시가 바람직하다.

② 누수 및 백태

- 본 교량은 준공당시 교량구간에 대해 보도부를 확장 시공한 상태이다. 다만 기존구간과 확장구간에 대해 일체화 시공이 아닌 분리된 상태로서, 바닥판하면 종방향 접합부에 종조인트를 시공하였으며, 하천구간을 제외한 육상구간에 누수 대책을 위해 유도배수관을 설치하였다.
- 현재 진행중인 누수는 보도부 확장구간 접속부인 종방향 조인트부위에서 확인되었으며, 누수 위치가 바닥판 하면 중앙부나 단부가 아닌 만큼 교면포장 방수층 파손으로 인해 노면수 유입은 아닌 것으로 판단된다. 또한 누수가 진행됨에 따라 해당부위 주변

에 2차 손상인 백태, 표면 열화 등이 일부 구간 발생 한 것으로 조사되었다.

- 누수가 진행중인 조인트부 상부인 포장부는 보도블럭 및 화강석으로 마감되어 조인트부의 시공상태를 확인할 수 없으나, 현장 여건상 완벽한 차수성이 확보되지 않은 상태에서 보도부 마감재 틈으로 노면수가 유입되어 하부로의 누수가 발생하고 있는 것으로 추정된다.
- 보행자 통행구간중 유도배수관 설치구간(S4) 누수의 경우 유입된 노면수가 배수관 용접 연결부 손상부를 통해 하부로 낙수되는 것으로 확인되었다.
- 따라서 현재 진행중인 누수 대책방법으로는 주된 원인인 상부 포장부에서 누수에 대한 조치를 실시하여야 하나, 보도부 마감재로 인해 차수 조치가 다소 불가한 만큼 바닥판 하면에 유도배수관을 설치하여 유입된 노면수를 유도처리 하는 것이 바람직하다. 또한 유도배수관 손상부와 백태의 경우 재용접 및 표면처리가 요구된다.

③ 단면손상(박리, 박락, 굽힘, 층분리, 파손 등)

- 본 교량의 바닥판 하면에 박락, 박리, 굽힘, 층분리 등의 단면손상이 발생한 상태이다. 박락 및 층분리, 박리 손상은 공용기간중 조인트부를 통한 지속적인 우수유입과 견습반복에 의한 것으로, 우수유입 초기에는 표면열화 형태의 박리단계에서 시간이 경과함에 따라 박락, 층분리 등으로 진행한 것으로 추정된다.
- 굽힘 손상의 경우 시공초기 외부 충격 등 물리적인 요인에 의한 것으로 판단된다.
- 현재 발생한 박락, 층분리, 파손, 굽힘 등의 단면손상은 비교적 규모가 작고 경미한 상태이나, 손상 부위가 원콘크리트와 완전하게 부착되지 않아 조각형태로 하부 낙하시 보행자의 안전사고 위험의 우려가 있으므로 손상부 파취 후 단면복구 등의 조치가 필요하다.

④ 기타손상(그을림, 표면오염, 실링재 이격 등)

- 상기 손상 외에 바닥판하면에 누수흔적에 따른 표면오염, 조인트부 실링재 이격, 그을림 등이 조사되었다. 표면오염은 조인트부위 주변에 발생한 것으로 우수유입에 의한 것이며, 실링재 이격의 경우 노후화에 따른 열화로서 이격부를 통해 하부로 낙수가 유발되고 있는 상태이다. 따라서 기 발생한 손상들에 대해서는 내구성 및 미관을 고려한 실런트 충전, 표면처리 등 적절한 조치가 필요하다.

3) 기 정밀안전점검과의 비교

기존 정밀안전점검(2021년)과 비교시 보수는 미실시된 상태이며, 건조수축, 온도변화, 우수유입, 공용년수 경과 등의 원인에 의한 균열, 박락, 박리, 층분리 등의 손상이 추가 또는 신규 발생하여 다소 증가한 것으로 조사되었다. 그 외 균열부 백태, 망상균열, 표면오염 등은 손상의 변화가 없는 것으로 확인되었다.

나. 교대 및 교각

1) 외관조사 결과

교대 및 교각에 대한 외관조사 결과, 치장벽돌로 마감된 교대는 유입수 접촉에 의한 누수 흔적 및 변색, 백태 등이 발생한 상태이며, 교각의 경우 망상균열($cw=0.3\text{mm}$ 미만), 파손, 굽힘 등이 조사되었다. 또한 현재 고산자교 주변에 금호건설에서 『동부선도시철도 민간투자사업 건설공사(1공구)』 터널공사가 진행중이며, 교대 및 교각 부재에 건물경사계, 건물균열계, 지표침하계, 지중침하계, 지하수위계 등을 설치하여 관리·계측중인 것으로 확인되었다.

2) 조사 결과 분석

① 누수흔적, 표면오염, 백태

- 교대 벽체의 원 콘크리트 상태는 치장벽돌로 마감되어 현재 확인이 불가능한 상태이다. 다만 치장벽돌 표면에 누수흔적에 의한 표면오염, 백태 등이 수직배수관 설치부위와 확장 접합부, 우측 복개BOX 접합부 주변에 발생한 상태이다.
- 누수흔적의 발생원인은 ①조인트부 누수, 배수관 연결부 누수, ②종구배에 의한 교대 우수유입, ③교대 누수흔적 및 표면오염 발생
- 따라서, 유입경로가 되는 바닥판하면 조인트부(기존구간과 확장구간 접합부위) 유도배수관 설치가 필요하며, 유도배수관 설치 시 단부측 밀실한 마감 및 주변배수관과 연결 시공을 통한 배수가 필요하다.
- 백태 손상은 마감재 손상으로 치핑 후 실리콘 발수제 도포를 통하여 차후 재누수 발생 시 우수접촉을 차단하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

② 망상균열, 파손 및 굽힘

- 교각에서 발생한 망상균열은 폭 0.3mm 미만으로 기존 망상균열에 대해 전회점검 이전에 일부 표면처리 보수를 실시한 상태이다. 다만 미 보수된 망상균열이 잔재되어 금회점검시 추가 확인되었으며, 발생 원인으로는 시공시 콘크리트의 장시간 비빔이나 장시간 운반, 부적절한 배합 등으로 인해 발생한 것으로 판단되며, 표면처리 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 파손 및 굽힘은 시공시 및 공용 중 외부충격 등에 의해 발생한 것으로 손상규모가 작은 경미한 손상이나, 내구성 확보차원의 단면보수 실시가 요구된다.

③ 인접공사 관련 계측현황

- 현재 고산자교와 인접하여 금호건설에서 『동부선도시철도 민간투자사업 건설공사(1공구)』 터널공사가 진행중이며 2026년 6월에 준공이 예정 되어있다. 인접공사와 관련하여 금회점검 대상인 고산자교의 교대 및 교각에 건물경사계, 건물균열계, 지표침하계, 지중침하계, 지하수위계 등을 설치하여 관리·계측 중인 것으로 확인되었으며, 시공사인 금호건설로부터 계측관련 자료를 입수하여 현재까지의 계측결과 내용을 수록하였다.

- 계측관련 자료를 분석·검토한 결과 2023년 08월 21일 건물경사계, 건물균열계, 지표침하계, 지하수위계, 지중침하계 모두 안정정인 상태를 보이는 것으로 검토되었다.
- 계측관련 입수자료중 일부만 보고서에 수록하였으며, 그 외 자료는 부록편에 수록함

3) 기 정밀안전점검과의 비교

기존 정밀안전점검(2021년)과 비교시 교대 백태, 교각 망상균열, 파손 등이 추가 발생하였으며, 그 외 손상인 누수흔적, 굽힘 손상의 경우 전회 점검과 비교시 손상의 변화는 없는 것으로 확인되었다.

다. 교량받침

외관조사결과 고무재 손상, 과도한 전단변형, 작동불량, 받침콘크리트 균열 및 파손 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

라. 교면포장

1) 차도측 교면포장

① 외관조사 결과

- 차도측 교면포장에 대한 외관조사 결과 포장 균열, 소성변형, 아스콘 마모, 파손, 패임 등이 조사되었다. 한편, 강우중 교면 체수 여부에 대한 조사결과 체수는 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

② 조사 결과 분석

- 소성변형, 아스콘마모, 망상균열, 패임, 파손 등은 시공시 다짐불량 및 교면포장의 특성상 통행차량 윤택중에 대한 직접적인 손상, 겨울철 제설재 사용, 우수유입 등 환경에 노출되어 공용기간 경과에 따라 일반적으로 발생하는 손상으로서 일부 추가 발생한 것으로 조사되었다. 특히 소성변형은 우기시 일시적 체수의 원인이 될 수 있으므로 각 손상들과 더불어 원활한 주행성 확보를 위해 아스콘실링, 소파보수 등 적합한 보수가 필요하다.

2) 보도측 교면포장

① 외관조사 결과

- 보도부는 확장구간으로서 기존 구간인 차도부와 확장구간인 보도부사이에는 난간 및 연석을 시공하여 보도부와 차도부를 구분하고 있는 것으로 확인되었다. 보도부 포장에 대한 외관조사 결과, 실링재 파손, 포장부 망상균열, 접속도로 침하(A1측) 등이 조사되었다.

② 조사 결과 분석

- 보도부 자전거 전용도로 포장면에 발생한 망상균열은 다짐불량, 장기공용에 따른 경년 열화에 의해 발생한 것으로 판단되며 재포장이 바람직할 것으로 판단된다.

- 접속부 침하의 경우 포장부 하부층 다짐불량, 경년열화 등에 의한 것으로 판단되며 소파 보수가 필요한 상태이다.

3) 기 정밀안전점검과의 비교

기존 정밀안전점검(2021년)과 비교시 차도부 아스콘 망상균열, 파손, 패임, 보도부 접속부 침하 등이 추가 발생하여 다소 증가하였으며, 그 외 손상인 아스콘균열, 소성변형 등은 손상의 변화는 없는 것으로 확인되었다. 한편 차도부 조인트부 균열에 대해 보수를 실시하여 감소한 것으로 확인되었다.

마. 난간 및 연석

1) 외관조사 결과

난간 및 연석에 대한 외관조사 결과, 0.3mm 미만 균열, 파손, 강재 난간 변형 등의 손상이 조사되었다.

2) 조사 결과 분석

- 조사된 균열은 폭0.3mm미만의 균열로서 온도변화, 환경적 영향 등으로 인해 발생한 경미한 상태이나, 내구성 확보차원의 적절한 균열보수 실시가 바람직하다.
- 파손 손상의 경우 차량충돌, 시공당시 관리 미흡, 난간 설치시 앵커볼트 삽입부 주변에 발생한 균열의 진행 등에 의한 것으로 판단되며, 단면보수가 요구된다.
- 외부 충격에 의한 강재 난간 변형은 경미한 상태로서, 난간 사용성에는 큰 영향을 미치지 않는 상태인 바, 보수보다는 주의관찰 후 추가 발생시 적절한 조치가 요구된다.

3) 기 정밀안전점검과의 비교

기존 정밀안전점검(2021년)과 비교시 연석 파손은 추가 발생하여 미소하게 증가하였으며, 그 외 손상인 균열, 난간 변형 손상은 전회 점검과 동일한 것으로 확인되었다.

바. 배수시설

1) 외관조사 결과

배수시설에 대한 외관조사 결과, 주름관 누수, 교대 배수관 하단 체수, 교면 배수구 그레이팅 변형, 집수구 그레이팅 유실 등이 조사되었다.

2) 조사결과 분석

① 주름관 누수

- 교대 A1 벽체에 기존 배수관 연결을 위해 설치한 주름관이 노후화로 인해 누수가 발생되고, 이로 인한 교대 치장벽돌 부위에 누수오염이 발생하고 있어 교체를 통한 보수가 필요하다.

② 체수

- 교대 하부 체수는 교대 주변의 지장물에 의해 원활한 배수 처리가 되지 않은 상태에서 집수구 막힘에 의해 체수가 발생하는 것으로 판단되며, 지장물 제거 및 집수구 청소가 필요하다.

③ 그레이팅 유실

- 배수시설에서의 그레이팅은 배수구 내부에 이물질 유입을 차단하는 철물로서, 현재 일부 구간에 그레이팅이 유실되어 이물질이 퇴적된 상태로서, 원활한 배수기능을 위해 청소 및 그레이팅 설치가 필요하다.

④ 한편 전회 점검시 조사된 배수관 길이부족의 경우 하천구간에 설치된 하천형 배수관으로 설치된 만큼 금회 점검시에서는 손상현황에서 제외하였다.

3) 기 정밀안전점검과의 비교

기존 정밀안전점검(2021년)과 비교시 교면 배수구 청소를 실시함으로써 배수구 막힘은 정비가 완료된 상태이다. 반면 그레이팅 변형 및 유실은 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 주름관 누수, 체수의 경우 전회 점검과 동일한 상태인 것으로 조사되었다.

사. 공중이 이용하는 부위

- 1) 고산자교의 공중이 이용하는 시설은 추락방지시설(보도부 난간), 도로포장이 있다.
- 2) 추락방지시설인 난간 점검결과 양호한 상태이며, 도로포장의 경우 포장 균열, 파손, 패임 등 일부구간 발생한 상태이다.

6.2 내구성조사 결과

구분	내구성조사결과				평가의견
	구분	구조물진단학회	과학기술부	설계 강도	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	49.7 ~ 53.1	47.7 ~ 51.5	40.0	· 콘크리트 강도는 설계강도를 100% 이상 상회하는 것으로 나타남.
	하부구조	43.5 ~ 46.4	41.0 ~ 44.2	40.0	
	시험위치	탄산화깊이	잔여깊이	상태등급	
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	17.0 ~ 21.0	33.0	a	· 잔여깊이가 30mm이상이며, 잔존수명 100년 이상이므로 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음.
	하부구조	15.0 ~ 21.0	32.7 ~ 57.0	a	

7. 상태평가 결과

7.1 상태평가 결과

구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	연장비	환산결함도점수 X 연장비
PSC	0.253	B	88.0	1.000	0.253

1.평가지수 = 0.253

2.상태평가 결과 = B등급

7.2 기 점검 결과 비교

시행년도	점검/진단	결함도 점수	상태평가 등급	비고
2021년	정밀안전점검	0.198	B	
2023년	정밀안전점검	0.253	B	0.055 증가

※ 결함도 점수의 증가 원인은 바닥판의 상태평가(기존 2020년 세부지침 : 콘크리트 바닥판 → 변경 2022년 세부지침 : 프리스트레스 콘크리트 바닥판) 기준이 변경되어 결함도 점수가 증가한 것으로 분석되었다.

8. 종합평가 결과 및 안전등급 지정

8.1 종합평가 결과

시설물 종합평가 결과 산정표				
시설물명	고산자교		표번호	표 6.1.2
평가구분	교량결함지수	평가결과	비고	
상태평가	F=0.253	B	근거표번호	표 6.1.1
안전성평가	-	-	근거표번호	-
종합평가		B		
종합평가결과	교량의 종합평가 결과 : B			

8.2 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C(보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D(미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E(불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

9. 보수·보강 및 유지관리방안

9.1 보수·보강 개략공사비

구분	손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강방안	단가(천원)	공사비(천원)	우선순위	
바닥판 하면	균열(cw=0.2mm이하)	91.4	29.7	m ²	표면처리	25	743	3	
	균열부백태(0.2mm이하)	1.0	0.3	m ²	표면처리	25	7.5	3	
	망상균열(cw=0.2mm미만)	8.5	11.1	m ²	표면처리	25	278	3	
	백태	0.15	0.2	m ²	표면처리	25	5	3	
	누수/백태	0.4	0.5	m ²	표면처리	25	12.5	3	
	누수	129.0	167.7	m	유도배수	130	21,801	2	
	실링보수부 누락	15.0	19.5	m	유도배수	130	2,535	3	
	표면오염	105.6	137.3	m ²	표면처리	25	3,433	3	
	긁힘	1.12	1.5	m ²	단면보수	244	366	1	
	그을림	5	6.5	m ²	표면처리	25	163	3	
	이음부누수	8	10.4	m	유도배수	130	1,352	2	
	박락	1.5	2.0	m ²	단면보수	244	488	1	
	박리	0.2	0.3	m ²	단면보수	244	73	1	
	층분리	0.03	0.1	m ²	단면보수	244	24	1	
	파손	0.02	0.1	m ²	단면보수	244	24	1	
	실링재이격	8	10.4	m	유도배수	130	1,352	2	
	소계								32,656
하부 구조	교대	백태	3.3	4.3	m ²	표면처리	25	108	3
		누수흔적/표면오염	92.8	120.6	m ²	표면처리	25	3,015	3
	교각	망상균열	106.4	138.3	m ²	표면처리	25	3,458	3
		파손	1.83	2.4	m ²	단면보수	244	586	1
		긁힘	0.35	0.5	m ²	단면보수	244	122	1
소계								7,288	

중랑교 등 7개소 도로시설물 정밀안전점검 및 실태조사 용역(고산자교_요약보고서)

구분	손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강방안	단가(천원)	공사비(천원)	우선순위	
교면포장	차도부	아스콘 균열	3.0	3.9	m	아스콘실링	12	47	1
		아스콘 망상균열	50.0	0.65	a	소파보수	3,976	2,584	2
		아스콘 소성변형	18.6	0.24	a	소파보수	3,976	954	2
		아스콘파손	0.08	0.001	a	소파보수	3,976	3,976	1
		아스콘패임	0.02	0.001	a	소파보수	3,976	3,976	1
	보도부	보도확장부 실링재 파손	88.0	114.4	m	실런트충진	5	572	3
		자전거 도로포장 망상균열	96.8	125.8	m²	재포장	127	15,977	1
		접속부침하	3.0	3.9	m	주의관찰	127	495	1
		소계						20,637	
	난간 및 연석	균열(Cw=0.3mm미만)	5	6.5	m²	표면처리	25	163	3
파손		0.45	0.6	m	단면보수	244	146	2	
난간 변형		5	6.5	m²	난간설치	195	1,268	3	
소계							1,576		
배수시설	주름관 누수	1	1	EA	재설치	156	156	2	
	체수	24.0	31.2	m²	집수구청소/주변정리	6	187	2	
	그레이팅 유실	1	1	EA	재설치	10	10	3	
	소계						353		
순위별 공사비(천원)						1순위	18,210		
						2순위	28,533		
						3순위	15,767		
직접공사비(천원)						62,510			
제경비(직접공사비 50%) (천원)						31,255			
개략공사비(천원)						93,765			

※ 보수물량은 교량의 중요도와 보수효과 개선, 손실물량을 고려하여 30%를 할증하였음.

(명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증에서 제외)

※ 균열 및 균열부백태 면적단위로 변환 시 : 길이 × 폭 0.25m

※ 단가는 서울시 2024년 예산편성 기초단가를 참조하였음

※ 상기 개략공사비는 실시설계에 따른 공법선정, 단가의 변동, 현장여건에 따른 부대시설 추가 설치 등으로 변동될 수 있음.

9.2 중점 유지관리방안

가. 바닥판하면

- 바닥판 하면에 발생한 폭0.3mm이상 균열은 보수가 실시된 상태이다. 다만 폭0.3mm미만의 미보수 균열과, 금회 점검시 추가 발생한 균열이 일부 발생된 상태이다. 이는 본 교량이 라멘 형식과 동일한 형태로서 하부구조와 바닥판인 상부구조가 일체화된 상태에서 온도변화 등에 따라 균열의 진전 및 추가발생이 우려되는 만큼 지속적인 점검이 필요하다.
- 확장부 접속부에 발생한 누수는 하부 낙수로 인해 산책로 통행자의 불편 및 민원이 제기 될 수 있으므로 유도배수시설을 설치한 후 점검을 통한 유지관리가 요구된다.
- 일부구간 국부적으로 발생한 단면손상(박리, 층분리 등)은 비교적 규모가 작고 경미한 수준이나, 손상 발생 부위가 원콘크리트와 완전하게 부착되지 않아 공용중 심화될 경우 조각형태로 하부 낙하할 우려가 있으므로, 파취 및 단면복구 후 재손상 여부에 대해 주의 관찰이 요구된다.

항목	내용	
현황사진		
	S3 바닥판하면 종방향 균열(폭0.2mm)	S4 바닥판하면(조인트부) 누수
		
	S1 바닥판하면 층분리	S4 바닥판하면 박락

나. 교대

- 교대의 주요손상인 백태, 누수흔적 및 표면오염은 교대에 부착된 배수관 연결부 주름관에서 유입된 우수와 교대와 복개BOX구조물 접속부, 확장이음부에서 유입된 것으로 판단된다. 따라서 바닥판하면 유도배수 설치, 주름관 정비 등 적절한 보수 조치후 누수 여부에 대한 점검이 필요하다.

항목	내용	
현황사진		
	교대 A1 누수흔적	교대 A2 누수흔적

10. 종합결론

고산자교에 대한 정밀안전점검 결과, 상태평가결과는 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태인 「B등급」으로 평가되었으며, 안전등급은 「B등급」으로 산정되었다.

주요 손상으로는 바닥판 균열, 백태, 단면손상, 누수, 하부구조 망상균열, 파손, 굽힘, 교면포장 아스콘 손상(균열, 파손, 패임, 소성변형), 연석 파손, 배수시설 막힘, 누수 등이 조사되었다.

중대재해와 관련하여 바닥판 하면 단면손상의 경우 원콘크리트와 분리되어 하부낙하시 보행자의 안전사고 위험의 우려가 있는만큼 손상부 파쇄 및 단면복구 등 조속한 조치가 요망된다.

금회 정밀안전점검시 조사된 손상에 대하여 보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 부분에 대한 지속적인 점검 및 유지관리가 필요하다.