

6. 하색교

- 6.1 시설물 개요
- 6.2 자료수집 및 분석
- 6.3 현장조사
- 6.4 콘크리트 내구성조사
- 6.5 상태평가
- 6.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 6.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 6.8 종합결론

6. 하색교

6.1 시설물의 개요

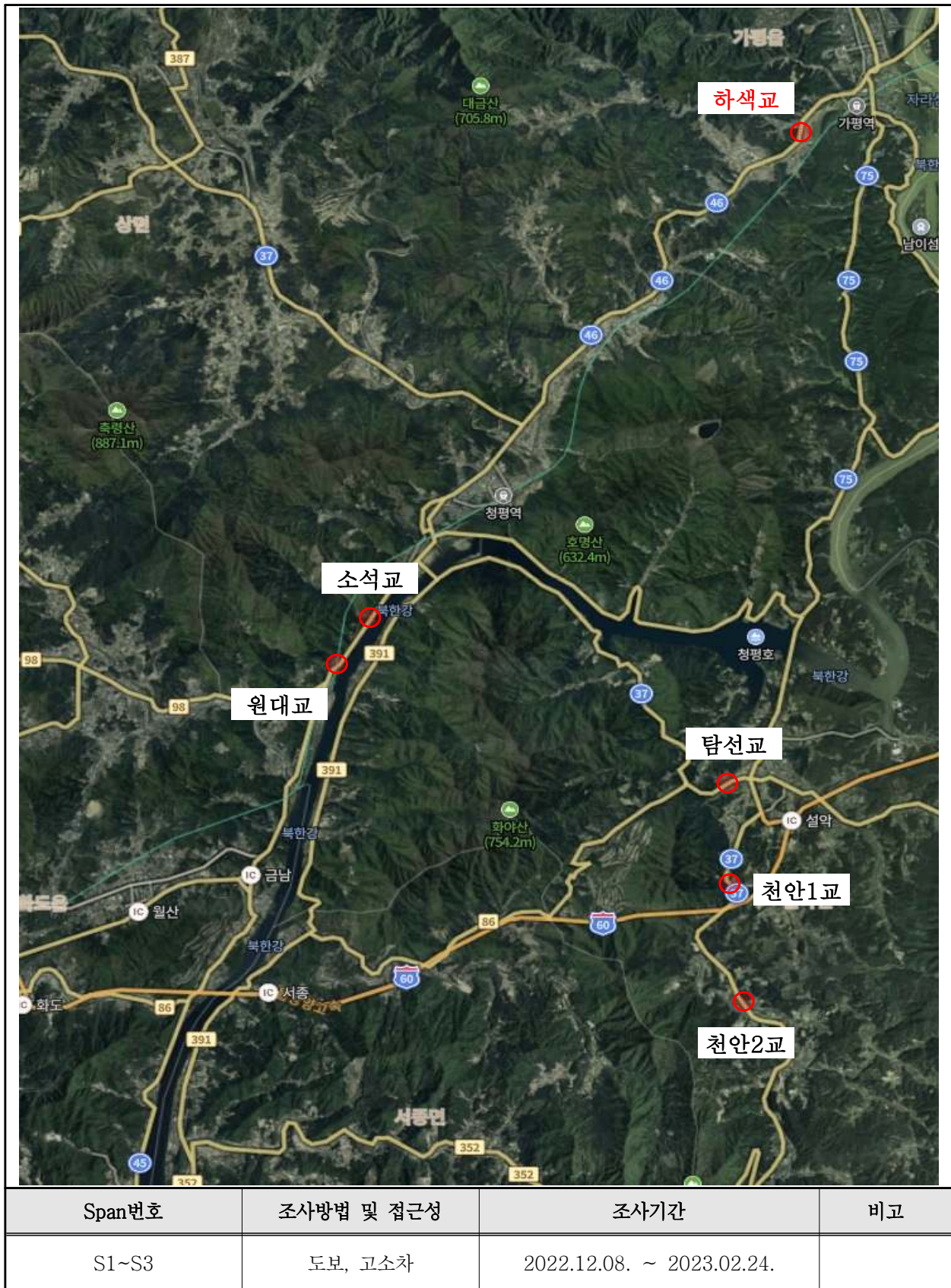
본 시설물은 국도46호선상의 경기도 가평군 가평읍 하색리에 위치한 3중 도로교량으로서, 총 연장 45.0m, 폭 20.0m로 시공되었으며, 1980년 12월에 준공되어 약 43년이 경과된 시설물이다.

6.1.1 일반사항

【표 6.1.1】 하색교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR1980-0000315		관리번호		-	
시설물위치		경기도 가평군 가평읍 하색리		준공년월일		1980. 12. 31	
시점이정		-		노 선 명		국도 46호선	
제원	연장	L=45.0m (3@15=45.0m)					
	폭	B=20.0m, 왕복 4차선					
구조 형식	상부	R.C SLAB		기초 형식	교 대	벽식	
	하부	-			교 각	벽식	
교량받침		탄성받침		신축이음		강평거조인트	
교차시설물		달전천		통과높이		-	
부착시설내용		-		설계하중		DB-24/DL-24	
시 공 자		확인불가		설 계 자		확인불가	
감 리 자		확인불가		관리주체		의정부국토관리사무소	
							
측면 전경				상부 전경			

6.1.2 위치도 및 전경사진

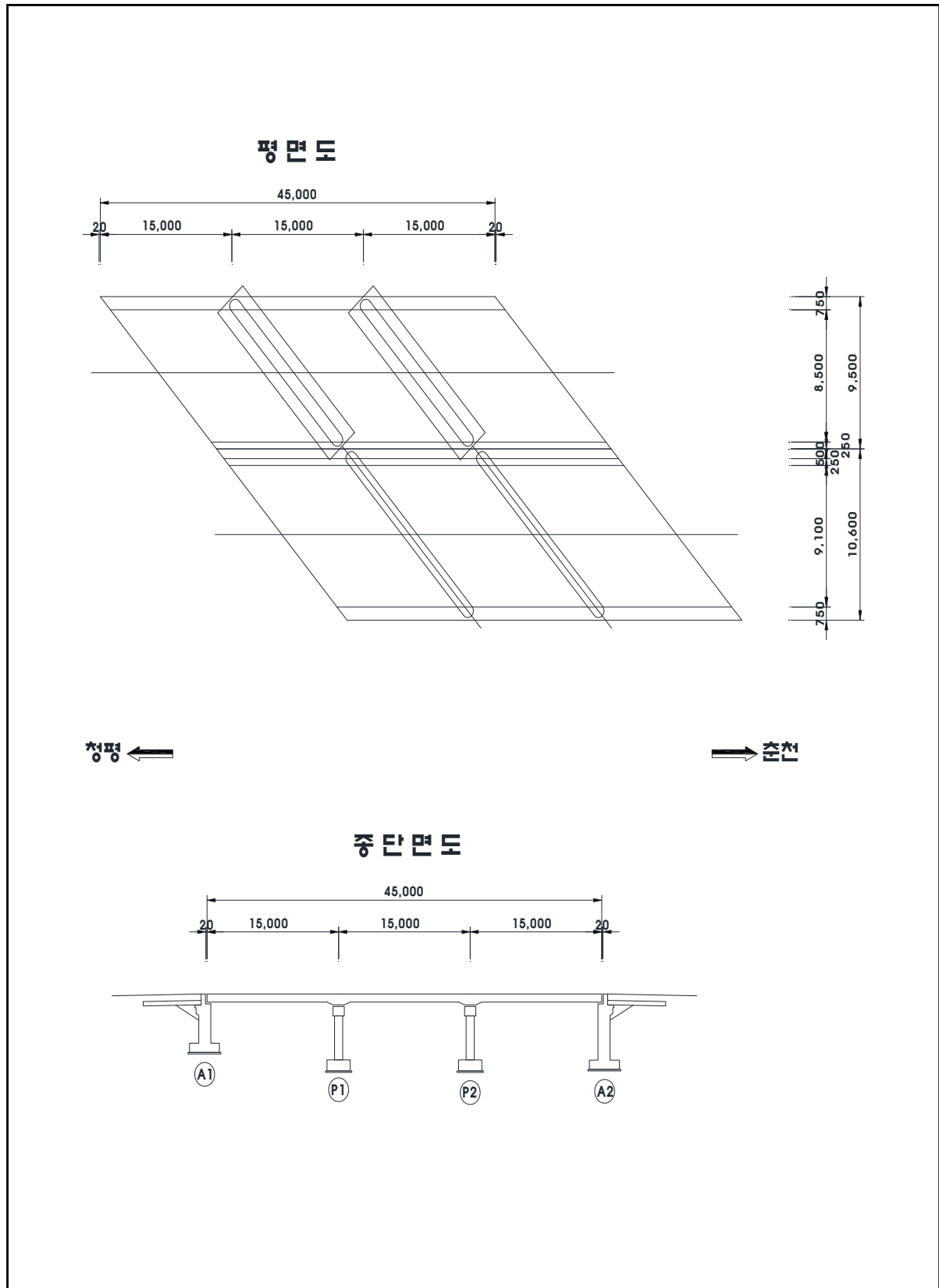


【그림 6.1.1】 위치도

	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	방호벽 외측 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 6.1.2】 부재별 현황

6.1.3 시설물 일반도



【그림 6.1.3】 평면도 및 중단면도

6.2 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 구조물에 대한 안전점검을 위함으로 관리주체에 보관된 건설관련 및 유지관련 자료, 기타자료, 시설물통합정보시스템(FMS) 등을 통해 자료를 수집하였으며 수집목록은 다음과 같다.

【표 6.2.1】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서	○ 공통 － 준공내역서 － 공사시방서 － 각종계산서 － 토질 및 지반조사 보고서 － 기타 특이사항 보고서	－	
	○ 준공도면	○	일부 보유 (FMS)
시설물 관리대장	○ 기본현황 ○ 상제제원 ○ 유지관리 이력	○ ○ ○	일부 보유 (FMS)
시공 관련자료	○ 시공관련 자료 ○ 품질관리 관련자료 － 재료증명서 － 품질시험기록 － 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 － 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ○ 사고기록	－	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	일부 보유
보수보강 자료		○	일부 보유

6.2.1 설계자료 검토

본 과업에 대한 자료조사는 구조물에 대한 안전점검을 위함으로 관리주체에 보관된 건설관련 및 유지관련 자료, 기타자료, 시설물통합정보시스템(FMS) 등을 통해 자료를 수집하였으며 수집목록은 다음과 같다.

가. 지형 및 지질

본 과업대상 구조물의 지형 및 지질 자료가 미보유중인 것으로 확인되었다.

나. 지반 및 지질 조사보고서

본 과업대상 구조물의 지반 및 지질 조사보고서가 미보유중인 것으로 확인되었다.

다. 구조계산서 및 내진설계

본 과업대상 구조물의 구조계산서 및 내진설계 자료가 미보유중인 것으로 확인되었다.

6.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 3종 시설물로서 2007년 정밀안전점검을 실시하였고, 준공이후 2019년 FMS에 등재하여 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 9회, 정밀안전점검을 3회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 6.2.1】 하색교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2007. 06. 26 ~ 2007. 10. 23	정밀안전점검	교량의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았으며 춘천방향 P1교각 기초 부 침식부에 대한 조속한 보수가 필요하며 그 외 배수관 교체, S3경간 하부 통행차량 높이제한시설 설치 등의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급으로 평가되었다.	B
2	2013. 08. 23 ~ 2013. 12. 20	정밀안전점검	포장부 소성변형 및 파손, 연석 열화부 박리, 신축이음 누수 및 후타재 파손, 슬래브하면 균열 및 파손, 교각 수직균열 및 기초침식, 교대 박락 및 철근노출 등은 적절한 보수를 실시하고 주기적인 관찰을 시행한다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다	B
3	2019. 04. 01 ~ 2019. 06. 27	정기안전점검	신축이음 누수 등	B
4	2019. 09. 02 ~ 2019. 12. 13	정기안전점검	대체로 양호	B
5	2019. 09. 23 ~ 2019. 12. 21	정밀안전점검	구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으나, 바닥판 하면의 층분리 손상은 철근방청이 포함된 단면복구공법의 적용이 요구되며, 그 외 손상에 대해서도 내구성, 사용성 유지를 위해 적절한 보수가 요구된다. 시설물의 안전등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태” 인 B(양호)등급으로 판정되었다.	B
6	2020. 02. 01 ~ 2020. 06. 30	정기안전점검	신축이음 누수 등	B
7	2020. 03. 02 ~ 2020. 06. 30	정기안전점검	-바닥판 망상균열 보강재부식, 백태보수재박락 -교대 누수흔적, 박리, 백태, 파손, 철근노출 -교각 보수부망상균열 -교면포장 접속부 침하 및 단차 -배수관 길이부족 -신축이음 지수고무재 열화 및 하부누수 (A1, A2), 유간토사퇴적, 후타재균열	B
8	2020. 11. 17 ~ 2020. 12. 23	정기안전점검	포장 : 균열, 망상균열 / 연석 : 표면열화 바닥판하면 : 접속부 누수, 박락, 보강판부식 교대 / 교각 : 백태, 열화/백태, 균열 기초 : 열화 / 받침 : 부식 신축이음 : 후타재 균열 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 파손	C

【표 6.2.1】 하색교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
9	2021. 03. 18 ~ 2021. 06. 23	정기안전점검 (상반기)	포장 : 균열, 망상균열 연석 : 표면열화 바닥판하면 : 접속부 누수, 박락, 보강판부식 교대 / 교각 : 박락, 철근노출, 균열 기초 : 열화 받침 : 부식 신축이음 : 후타재 균열 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 길이부족	B
10	2021. 06. 24 ~ 2021. 12. 10	정기안전점검 (하반기)	포장 : 균열, 망상균열 연석 : 표면열화 바닥판하면 : 접속부 누수, 박락, 층분리, 백 태, 보강판부식, 균열(0.3mm이상) 교대 / 교각 : 박락, 철근노출, 균열 (0.3mm이상), 백태, 열화 기초 : 열화 받침 : 부식 신축이음 : 후타재 균열, 후타재 파손 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 배수관 파손	B
11	2022. 03. 30 ~ 2022. 06. 20	정기안전점검 (상반기)	점검결과 본 교량의 상태는 교면포장 아스콘 균열, 접속부 망상균열, 토사되 적, 난간 및 연석부 연석표면열화, 배수 시설 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 파 손, 신축이음 상태양호(보수완료), 바닥 판 하면 접속부 누수, 박락 층분리, 보 강판 부식, 균열(0.3mm이상), 백태, 받 침받치 받침부식, 교대 및 교각 박락, 철근노출, 균열(0.3mm이상), 백태, 열화, 기초부 열화 등의 손상에 대해서는 국 부 보수 및 지속적인 점검이 필요함.	B
12	2022. 06. 21 ~ 2022. 12. 22	정기안전점검 (하반기)	점검결과 본 교량의 상태는 교면포장 아스콘 균열, 접속부 망상균열, 토사되 적, 난간 및 연 석부 연석 표면열화, 배 수시설 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 파손, 신축이음 상태양호(보수 완료), 바닥판 하면 접속부 누수, 박락, 층분리, 보강판부식, 균열 (0.3mm이상), 백태, 받침 장치 받침부식, 교대 및 교각 박 락, 철근노출, 균열 (0.3mm이상), 백태, 열화, 기초부 열화 의 손상에 대해서는 국부 보수 및 지속적인 점검이 필요함.	B

6.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	■ 외관조사 결과, 폭 0.3mm 내·외의 균열, 망상균열 및 백태, 재료분리, 철근노출, 층분리 등의 손상이 조사되었다. 조사된 손상들 중 폭 0.3mm 내·외의 균열은 건조수축 및 온도변화, 망상균열 및 백태는 수분유입으로 인한 비구조적인 손상으로서, 손상 정도는 경미하나, 내구성 확보차원에서 표면보수를 실시하고, 재료분리는 다짐불량으로 인한 손상으로 단면보수가 요구된다. 강관보강부 부식은 장기공용으로 인한 손상으로 녹제거 후 도장보수가 필요하며, 철근노출 및 층분리는 피복부족 및 수분유입 등이 원인으로, 내구성 확보 및 내구성 저하 방지를 위한 철근방청이 포함된 단면복구공법의 적용이 요구된다.	
교대	■ 교대는 상부구조에서 전달되는 하중과 토압을 지지하는 옹벽 구조물이며 상부구조에 직접적인 영향을 미치므로 콘크리트 구조의 손상 및 기초지반의 침하, 변형, 활동에 유의하여 점검을 시행하였다. ■ 외관조사 결과, 폭 0.3mm내·외의 균열, 균열부 백태, 박락, 재료분리, 파손, 철근노출, 표면박리, 녹물오염, 침식 등의 손상이 조사되었다. 폭 0.3mm 내·외의 균열, 균열부 백태는 건조수축 및 온도변화가 원인이되는 비구조적 손상으로서, 손상 정도는 경미하나, 내구성 확보 차원에서 표면보수 및 주입보수를 실시하고 파손, 철근노출, 재료분리는 피복두께 부족, 다짐불량, 외부충격 등의 원인으로 손상 증대 방지 및 내구성 확보를 위해 손상에 따른 단면(방청)보수, 단면보수가 요구된다. 침식은 유수의 의한 손상으로 판단되며, 녹물오염은 균열부 우수유입으로 인한 손상으로 판단되어 단면보수가 요구된다.	
교각	■ 외관조사 결과, 폭 0.3mm내·외의 균열, 재료분리, 파손, 침식 등의 손상이 조사되었다. 폭 0.3mm내·외의 균열, 망상균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 손상 정도에 따라 표면보수 및 주입보수가 요구되며, 철근노출은 피복부족 으로 인한 손상이므로 철근방청이 포함된 단면복구공법의 적용이 요구된다. 재료분리는 다짐불량이 원인이며 침식은 유수의 의한 손상으로 판단되며, 단면보수가 필요하다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
교량받침	■ 본 교량의 교량받침은 탄성받침으로 20개소가 설치되어 있으며, 고정단 1개소, 일방향 가동단 7개소, 양방향 가동단 12개소로 구성되어있다. 본 교량의 교량받침은 온도에 따른 이동량 또한 계산 여유량에 비해 적정하여 기능 유지에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 외관조사결과 받침상태는 양호한 것으로 확인되었다. ■ 연단거리 측정 결과, 측정개소 20개소중 교대의 10개소의 실측 연단거리가 계산 연단거리에 부족한 것으로 측정되어 도로교설계기준을 만족하지 못한 것으로 검토되었다. 탄성받침 교체 전의 연단거리는 확보되는 것으로 확인되어, 탄성받침 교체에 따른 제원 변화로 인해 연단거리가 부족한 것으로 판단되었으며, 연단거리 부족으로 인한 교좌면의 전단파괴 등의 손상이 발생할 수 있으므로 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.	
신축이음장치	■ 신축이음장치는 강핑거 조인트 형식으로 외관조사 결과, 후타재 균열, 유간 토사퇴적, 등의 손상이 조사되었다. 건조수축에 의한 후타재 균열 은 차량주행성에 미치는 영향은 경미할 것으로 판단되어 주의관찰 중 손상확대 여부에 따라 일시에 보수하는 것이 바람직하며, 유간 토사퇴적은 공용간 차량통행, 토사유입으로 일반적으로 관찰되는 손상으로써 신축거동상에 따른 문제를 미연에 방지하고자 주기적으로 고압세척을 통한 유지관리가 요구된다.	
교면포장	■ 교면포장은 교통하중에 따른 물리적 영향과 기상작용 및 제설제에 따른 화학적 영향에 따라 열화 되며, 손상이 발생함에 따라 그 범위와 정도가 급속하게 확산되는 특성이 있다. 또한 재료, 시공품질, 외부 환경과 유지관리에 따라 포장의 수명은 크게 달라질 수 있다. ■ 하색교의 교면포장은 콘크리트 포장으로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 토사퇴적, 폭 0.3mm미만의 균열, 망상균열 등의 손상이 조사되었으며, 망상균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 토사퇴적은 차량의 빈번한 교량통행으로 인하여 발생된 손상으로 판단된다. 폭 0.3mm미만의 균열, 망상균열은 주의관찰, 토사퇴적은 교량에 대한 내구성 저하와는 상관없이 없지만, 도로 미관을 훼손하며, 배수구 막힘을 초래할 수 있으므로 청소가 필요하다.	
난간 및 연석	■ 본 교량의 난간 및 연석은 안전지주를 갖는 2단 난간형 알루미늄 가드레일이 설치되어있다. ■ 외관조사 결과, 연석 표면박리 등의 손상이 조사되었다. 조사된 손상인 연석 표면박리는 외기 환경적 영향, 재설제로 인한 손상으로 발생한 것으로 조사되었으며, 연석균열은 초기시공시 건조수축으로 인한 손상으로 판단된다. 연석 표면박리는 단면복구 연석균열은 주입보수 하는 것이 바람직하다.	
배수시설	■ 배수시설은 우수 유입에 의한 열화방지를 위해 일정한 곳으로 물을 배출하기 위한 시설로서, 배수시설은 각각의 경간 상부에 설치된 배수구와 교대 및 교각에 설치된 배수관을 통하여 하부로 배수되도록 설치되어 있다. ■ 외관조사 결과, 배수구 막힘, 배수관 탈락 등의 손상이 조사되었다. 배수구 막힘은 차량통행 등으로 이물질 및 토사가 유입되어 퇴적되어 있는 상태로 청소가 필요하며, 배수관 탈락은 공용중 외부충격에 의해 발생한 손상으로 판단된다. 배수관 탈락으로 인해 백태, 강판보강부 부식 등의 손상이 발생하는 것으로 판단되며 배수관 재설치가 요구된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 27.4	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.2 ~ 24.4	24.0	
		교각	24.1 ~ 24.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~46.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		62.0~74.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
탐선교	0.230	B	—	—	B
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

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

구 분	손상내용	보수방안	손상물량		보수물량		단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
			물량	단위	물량	단위			
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	균열표면보수	11.0	m	4.13	m²	20	83	3
	균열부 백태	균열표면보수	0.05	m	0.02	m	20	0	3
	백태	표면보수	5.00	m²	7.50	m²	60	450	2
	망상균열 및 백태	표면보수	1.50	m²	2.25	m²	60	135	2
	박락	단면보수	0.62	m²	0.93	m²	220	205	2
	보수부 박락	단면보수	1.00	m²	1.50	m²	220	330	2
	강판보강보 부식	도장보수	24	m²	36.00	m²	50	1,800	2
	충분리	단면보수(방청)	2.50	m²	3.75	m²	230	863	1
	재료분리	단면보수	1.60	m²	2.40	m²	220	528	3
	철근노출	단면보수(방청)	0.25	m²	0.38	m²	230	87	1
교대	균열(0.3mm미만)	균열표면보수	1.20	m	0.45	m²	20	9	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.00	m	4.50	m	50	225	1
	누수 및 백태	표면보수	12.72	m	19.08	m	60	1,145	2
	표면박리 및 백태	표면보수	15.0	m²	22.50	m²	220	4,950	2
	재료분리	단면보수	0.21	m²	0.32	m²	220	70	2
	철근노출	단면보수(방청)	26.20	m²	39.30	m²	230	9,039	1
	녹물오염	단면보수	0.24	m²	0.36	m²	220	79	2
	보수부 망상균열	표면보수	1.50	m²	2.25	m²	20	45	3
	침식	단면보수	1.30	m²	1.95	m²	220	429	1
	박락	단면보수	5.44	m²	8.16	m²	220	1,795	2
교각	균열(0.3mm미만)	균열표면보수	2.20	m	0.83	m	20	17	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	4.00	m	6.00	m	50	300	1
	망상균열	표면보수	25.50	m²	38.25	m²	60	2,295	2
	파손	단면보수	0.02	m²	0.03	m²	220	7	2
	재료분리	단면보수	0.24	m²	0.36	m²	220	79	3
	철근노출	단면보수(방청)	0.30	m²	0.45	m²	230	104	1
	단면보강부 침식	단면보수	6.00	m²	9.00	m²	220	1,980	1
	침식	단면보수	5.00	m²	7.50	m²	220	1,650	1
순공사비 합계(천원)							41,056		
제경비(천원, 순공사비 x 50%)							20,528		
순위별 공사비 (천원, 제경비 포함)		단 기(1순위)					22,016		
		중 기(2순위)					20,222		
		장 기(3순위)					19,348		
개략공사비(순공사비+제경비)							61,584		

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 종합결론

• 하색교는 RC슬래브형식의 교량으로 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B”로 평가되어 시설물의 안전등급은 ‘B(양호)’ 등급으로 평가 되었다.

• 금회 정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 정밀안전점검결과, 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으나, 바닥판 하면의 층분리 손상은 철근방청이 포함된 단면복구공법의 적용이 요구되며, 그 외 손상에 대해서도 내구성, 사용성 유지를 위해 적절한 보수가 요구된다.

시설물의 안전등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B(양호)등급으로 판정되었다.

이에 조사된 손상들은 제시한 우선순위에 따라 보수하고 정기적으로 유지관리 한다면 본 교량의 기능유지에 문제가 없을 것으로 판단되며, 추가적인 정밀안전진단 용역 수행은 필요하지 않을 것으로 판단된다.

6.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 시공관련자료 미보유로 현장조사를 통하여 구조물을 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	○ 손상에 대한 전반적인 보수 및 교체가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 금회 점검에서는 시설물의 하중 변화 여부, 신규손상 발생 여부, 비파괴 시험 등에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 함	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 아스콘 포장에서 콘크리트 포장으로 재포장됨.	
점검주기	○ 3중시설물 등록이후 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 확인됨.	

6.2.5 시설물 보수 이력

【표 6.2.2】 탐선교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	포장부	강성포장	2016. 06. 22 ~ 2016. 09. 05	231,843	인우공영(주)	—
2	연석, 바닥판하면, 교대	국토46호선 하색교 시설물 보수공사	2023. 01. 01 ~ 2023. 03. 10	—	(주)백강	—

6.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 6.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y	—	—
- FMS상 내진설계 적용이 확인되었으나, 준공도서 미보유로 확인이 불가하다. - 내진성능평가는 미 실시 된 것으로 확인되었다.			

6.3 현장조사

6.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S3	도보, 고소차	2022.12.08. ~ 2023.02.24.	
			
작업전경		작업전경	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 6.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

6.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 하색교는 총 3경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=45.0m 폭 20.0m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판 하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경(RCS)

바닥판 하면 전경(RCS)

【사진 6.3.2】 바닥판 하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 균열, 균열부백태, 재료분리, 박락, 박리, 백태, 층분리, 철근노출, 망상균열 및 백태 등의 손상이 확인되었다.
- 하색교는 상반기에 바닥판하면에 대해 보수를 실시할 예정으로, 점검당시에는 보수 준비중이었다. 금회 점검 물량에서 보수예정인 손상에 대해서는 보수를 실시한 것으로 하여 보고서를 작성하였다.

【표 6.3.1】 바닥판 하면 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열부 백태 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)	
S1	11.00	8	0.05	1	—	—	0.12	1	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	6.00	2	—	—	1.60	1	4.75	2	7.00	2
합계	17.00	10	0.05	1	1.60	1	4.87	3	7.00	2

【표 6.3.1】 바닥판 하면 현장조사 결과(계속)

구분	박리 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		충분리 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)		망상균열 및 백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	2.50	1	0.25	1	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	7.00	2	2.00	1	7.50	1	0.25	1	1.50	1
합계	7.00	2	2.00	1	10.00	2	0.50	2	1.50	1

	
바닥판 하면 서울방향 S1 균열(Cw=0.3mm미만)	바닥판 하면 서울방향 S1 균열부백태(0.1×0.5)
	
바닥판 하면 서울방향 S2 박리(0.1×0.2)	바닥판 하면 서울방향 S2 백태(0.3×10.0)
	
바닥판 하면 서울방향 S3 망상균열 및 백태(1.0×1.5)	바닥판 하면 서울방향 S3 보수부 박락(4.0×1.0)

【사진 6.3.3】 바닥판 하면 손상현황

	
바닥판 하면 서울방향 S3 파손 및 철근노출(0.5×0.5)	바닥판 하면 춘천방향 S1 철근노출(1.0×0.25)
	
바닥판 하면 춘천방향 S2 보수 실시	바닥판 하면 춘천방향 S3 층분리(0.5×5.0)

【사진 6.3.3】 바닥판 하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판 하면은 기 손상인 균열, 균열부백태, 철근노출, 박리, 박락, 재료분리, 망상균열 및 백태, 층분리가 조사되었고 금회 보수예정으로 일부 손상은 물량이 감소한 것으로 조사되었다. 금회 정밀안전점검 결과 파손 및 철근노출 및 균열, 박리, 층분리 등이 신규 추가되었다.

【표 6.3.2】바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(폭 0.3mm미만)	m	11.00	5	17.00	10	↑ 6.00	신규추가
	균열부백태	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	백태	m ²	5.00	3	2.00	1	↓ 3.00	일부보수
	망상균열 및 백태	m ²	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	박락	m ²	1.62	2	4.87	3	↑ 3.25	신규추가
	박리	m ²	—	—	7.00	2	↑ 7.00	신규손상
	재료분리	m ²	1.60	1	1.60	1	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	0.25	1	0.50	2	↑ 0.25	신규추가
	강판보강부 부식	m ²	45.00	1	—	—	↓ 45.00	보수실시
	충분리	m ²	2.50	1	10.00	2	↑ 7.50	신규추가

4) 검토의견

- 바닥판 하면에 발생한 균열, 백태, 균열부백태, 재료분리, 박락, 박리, 충분리, 철근노출, 망상 균열 및 백태, 강판 보강재 부식은 건조수축 및 온도변화, 우수유입, 다짐불량, 시공미흡, 장기공용으로 인한 손상, 피복부족 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수, 도장보수, 방청 및 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 바닥판 하면에 발생한 기 손상인 백태, 충분리, 강판보강부 부식의 경우 금회 보수를 실시할 예정으로 차기 점검시 보수를 실시한 곳에 대한 확인이 필요할 것으로 판단된다.

나. 교대

1) 부재의 개요

- 하색교 교대는 A1, A2 벽식으로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.4】 교대 전경

2) 현장조사결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 침식, 파손, 재료분리, 누수 및 백태가 조사되었다.
- 하색교는 상반기에 춘천방향 교대 A1, A2에 대해 보수를 실시할 예정으로, 점검당시에는 보수 준비중이었다. 금회 점검 물량에서 보수에정인 손상에 대해서는 보수를 실시한 것으로 하여 보고서를 작성하였다.

【표 6.3.3】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		침식 (m/개소)		파손 (m/개소)		재료분리 (m/개소)		누수 및 백태 (m/개소)	
A1	240	2	—	—	1.30	2	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	300	1	—	—	0.41	2	0.36	2	20.22	4
합계	240	2	300	1	1.30	2	0.41	2	0.36	2	20.22	4

	
서울방향 교대 A1 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)	서울방향 교대 A1 침식(0.1×3.0)
	
서울방향 교대 A2 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상)	서울방향 교대 A2 재료분리(0.3×0.5)
	
서울방향 교대 A2 파손(0.5×0.5)	서울방향 교대 A2 누수 및 백태(1.0×9.0)

【사진 6.3.5】 교대 손상현황



【사진 6.3.5】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 교대는 기 손상인 균열, 침식, 재료분리, 파손, 누수 및 백태가 조사되었고 일부 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 박락, 파손 및 철근노출, 침식, 층분리, 재료분리, 파손 등이 신규 추가되었다.

【표 6.3.4】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(폭 0.3mm미만)	m	1.20	1	2.40	2	↑ 1.20	신규추가
	균열(폭 0.3mm이상)	m	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	박락	m ²	5.44	4	—	—	↓ 5.44	보수실시
	철근노출	m ²	26.20	2	—	—	↓ 26.20	보수실시
	재료분리	m ²	0.21	1	0.36	2	↑ 0.15	신규추가
	침식	m ²	1.30	2	1.30	2	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.41	2	↑ 0.41	신규손상
	표면박리 및 백태	m ²	15.00	1	—	—	↓ 15.00	보수실시
	누수 및 백태	m ²	12.72	2	20.22	4	↑ 7.50	신규추가
	녹물오염	m ²	0.24	1	—	—	↓ 0.24	보수실시
	보수부 망상균열	m ²	1.50	1	—	—	↓ 1.50	보수실시

4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열(폭0.3mm미만,이상), 침식, 파손, 재료분리, 누수 및 백태는 건조수축 및 온도변화, 다짐불량, 시공미흡, 우수유입, 수분침투, 장기공용으로 인한 손상 등에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 및 2차부재 손상 방지를 위해 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 교대에 발생한 기 손상인 층분리, 파손 및 철근노출, 박락, 침식, 백태 및 표면박리의 경우 금회 춘천방향 교대 A1, A2에 대해 보수를 실시할 예정으로 차기 점검시 보수를 실시한 곳에 대한 확인이 필요할 것으로 판단된다.

다. 교각

1) 부재의 개요

- 하색교의 교각은 벽식 2기가 시공되었다. 교각에 대한 외관조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.6】 교각 전경

2) 현장조사 결과

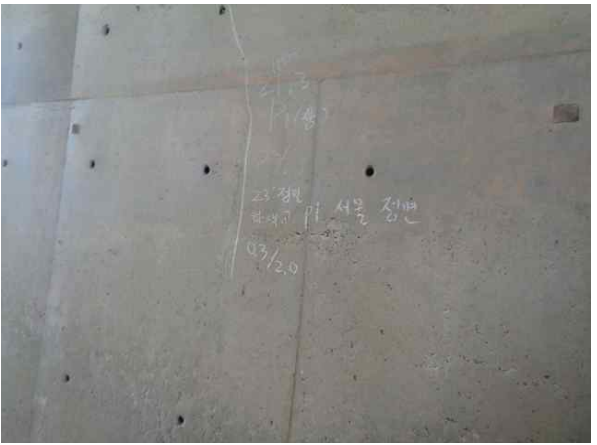
- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 누수흔적, 페콘크리트 퇴적이 조사되었다.

【표 6.3.5】 교각 현장조사 결과

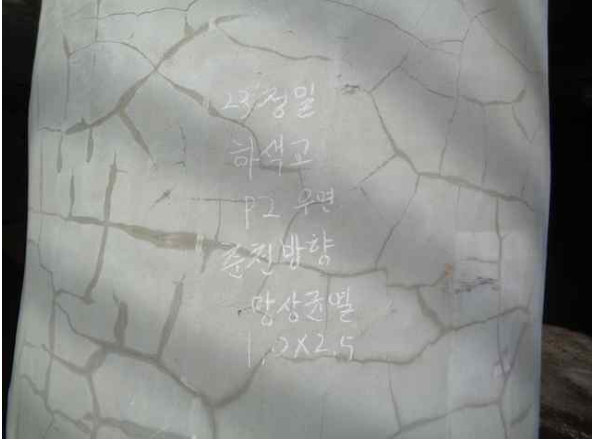
구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
P1	—	—	6.00	2	27.50	4	0.30	1	0.24	1
P2	2.50	2	—	—	14.00	4	—	—	—	—
합계	2.50	2	6.00	2	41.50	8	0.30	1	0.24	1

【표 6.3.5】 교각 현장조사 결과(계속)

구분	재료분리 (㎡/개소)		침식 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
P1	0.24	1	11.00	2	—	—	—	—
P2	—	—	4.50	2	0.60	1	0.02	2
합계	0.24	1	15.50	4	0.60	1	0.02	2

	
교각 P2 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)	교각 P1 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상)
	
교각 P1 철근노출(0.5×0.6)	교각 P2 파손 ($0.1 \times 0.1 \times 2\text{EA}$)
	
교각 P1 망상균열(2.0×4.0)	교각 P1 침식(1.0×5.0)

【사진 6.3.7】 교각 손상현황

	
교각 P2 망상균열 (2.0 × 4.0)	교각 P2 박리 (2.0 × 0.3)
	
교각 P2 박리 (2.0 × 0.3)	교각 P2 망상균열 (1.0 × 2.5)

【사진 6.3.7】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 교각은 기 손상인 균열, 철근노출, 재료분리, 망상균열, 침식 등이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열, 망상균열, 박리 등이 신규 추가되었다.

【표 6.3.6】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증 · 감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(폭 0.3mm미만)	m	2.20	1	2.50	2	↑ 0.30	신규추가
	균열(폭 0.3mm이상)	m	4.00	1	6.00	2	↑ 2.00	신규추가
	망상균열	m ²	25.50	6	41.50	8	↑ 16.00	신규추가
	철근노출	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.24	1	0.24	1	— —	변동없음
	침식	m ²	11.00	3	15.50	4	↑ 4.50	신규추가
	박리	m ²	—	—	0.60	1	↑ 0.60	신규손상
	파손	m ²	0.02	2	0.02	2	— —	변동없음

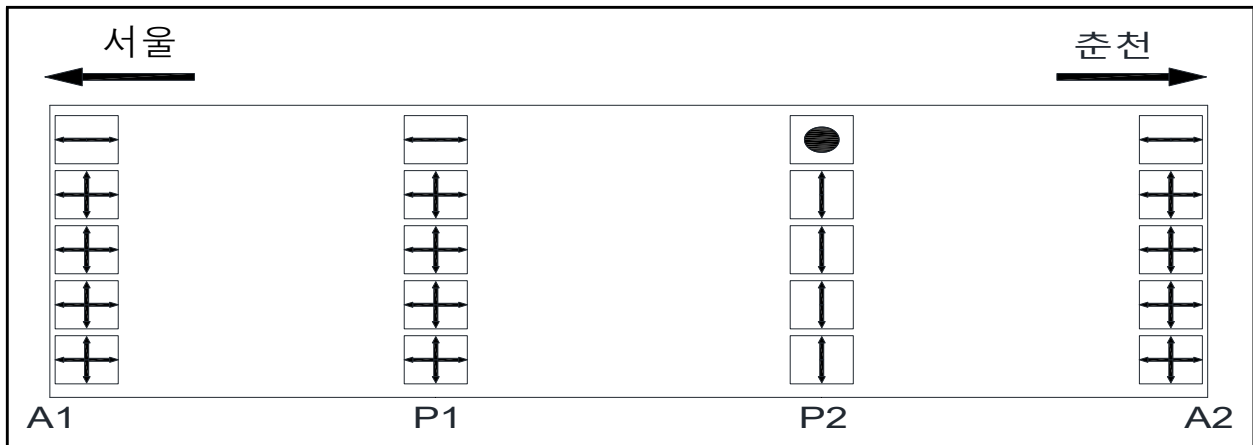
4) 검토의견

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(폭0.3mm미만,이상), 망상균열, 철근노출, 재료분리, 침식, 박리, 파손은 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 시공미흡, 우수유입, 수분침투, 장기공용으로 인한 손상, 피복부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 및 2차부재 손상 방지를 위해 표면처리, 단면보수, 주입보수, 단면보수 및 방청 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

라. 교량받침

1) 부재의 개요

- 하색교의 춘천방향 받침은 탄성받침으로 총 20기가 설치되어 있으며, 서울방향은 면받침으로 시공되어있고, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 6.3.1】 교량받침 배치도(춘천방향)



탄성받침 전경

탄성받침 전경(고정)

탄성받침 전경

【사진 6.3.8】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 6.3.7】 교량받침 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	-	-
P1	-	-
P2	-	-
A2	-	-
합계	-	-



【사진 6.3.9】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교량받침은 기 점검과 동일한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 6.3.8】 교량받침 기 점검 결과 비교

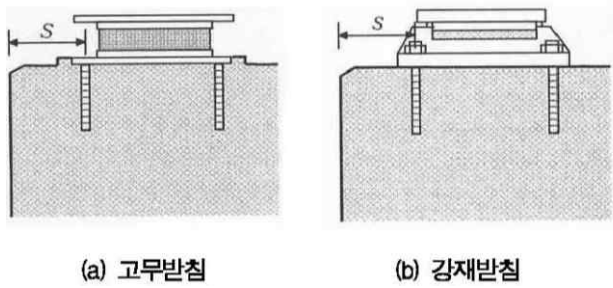
구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
-	상태양호	-	-	-	-	-	- -	

4) 검토의견

- 교량받침은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며 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.



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

【그림 6.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 6.3.10】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=15.0m) : $200 + 5 \times 15.0 = 275(\text{mm})$

【표 6.3.9】 연단거리 측정 결과

구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1(춘천)	275	130	130	130	135	135	N.G
P1 (춘천)	시점	275	520	520	525	525	O.K
	종점	275	520	525	525	525	O.K
P2 (춘천)	시점	275	430	430	430	435	O.K
	종점	275	425	425	425	430	O.K
A2(춘천)	275	140	145	140	145	145	N.G

② 연단거리 검토의견

- 춘천방향 연단거리 측정 결과, 일부 실측 연단거리가 계산 연단거리에 부족한 것으로 측정되어 도로설계기준을 만족하지 못한 것으로 검토되었다. 기존 면받침에서 탄성받침으로 교체됨에 따른 제원 변화로 연단거리가 부족한 것으로 판단되며, 연단거리 부족시 교좌면의 전단파괴 등의 손상이 발생할 수 있으므로 주의관찰 및 유지관리가 필요하다.
- 서울방향 연단거리의 경우 면받침으로 해당사항이 없어 계산에서 제외하였다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다. 서울방향의 교량받침은 면받침으로 시공되어 검토에서 제외하여 탄성받침으로 시공된 춘천방향에 대해서만 검토하였다.



교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 6.3.11】 교량받침 이동량 측정

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

【표 6.3.10】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1(춘천)	16.2	33.8	0.00001	30.0	4.9	10.1	
P1(춘천)	16.2	33.8	0.00001	15.0	2.4	5.1	
P2(춘천)	고정단						
A2(춘천)	16.2	33.8	0.00001	15.0	2.4	5.1	

1) 조사당시 온도 : 1.2℃(조사일 : 2023년 02월 22일, 평균온도, 양평)

2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 6.3.11】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1(춘천)	SH1	-0.5	20.5	21.5	4.9	10.1	±21	O.K
	SH2	-0.5	20.5	21.5			±21	O.K
	SH3	-0.5	20.5	21.5			±21	O.K
	SH4	-0.5	20.5	21.5			±21	O.K
	SH5	-0.5	20.5	21.5			±21	O.K
P1(춘천)	SH1	0	21	21	2.4	5.1	±21	O.K
	SH2	0	21	21			±21	O.K
	SH3	0	21	21			±21	O.K
	SH4	0	21	21			±21	O.K
	SH5	0	21	21			±21	O.K
P2(춘천)	고정단							
A2(춘천)	SH1	0	21	21	2.4	5.1	±21	O.K
	SH2	0	21	21			±21	O.K
	SH3	0	21	21			±21	O.K
	SH4	0	21	21			±21	O.K
	SH5	0	21	21			±21	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 받침높이 × 0.3 = (탄성고무 높이 : 70mm) × 0.3 = 21mm								

② 교량받침 이동량 검토의견

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

마. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 강평거조인트로 시공된 상태이다.



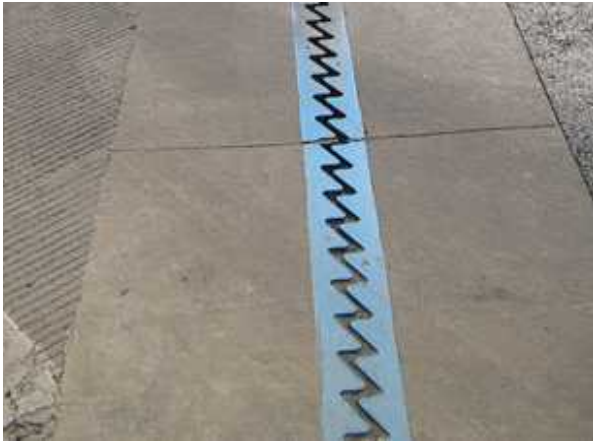
【사진 6.3.12】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 유간부 토사퇴적, 후타재 균열이 조사되었다.

【표 6.3.12】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	유간부 토사퇴적 (㎡/개소)		후타재 균열 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	2.50	2	4.50	9
A2 (EXP J2)	3.00	1	—	—
합계	5.50	3	4.50	9

	
서울방향 신축이음 A1 후타재 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)	춘천방향 신축이음 A1 토사 퇴적(1.0×2.0)
	
서울방향 신축이음 A1 토사 퇴적(0.5×1.0)	춘천방향 신축이음 A2 토사 퇴적(1.0×3.0)

【사진 6.3.13】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음은 기 손상인 유간부 토사퇴적, 후타재 균열이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 금회 정밀안전점검 결과 유간부 토사퇴적 손상이 신규 추가되었다.

【표 6.3.13】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	유간부 토사퇴적	m ²	5.00	2	5.50	3	↑ 0.50	신규추가
	후타재 균열	m	4.50	9	4.50	9	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 조사된 후타재 균열, 토사 퇴적은 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격, 장기 공용으로 인한 손상으로 판단되며 부재의 내구성 확보 및 2차부재 손상 방지를 위해 표면처리, 정비 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

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 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 02. 22. 기온 적용: 1.2℃(일평균) - RC교 ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - (1.2^{\circ}\text{C}) = 33.8^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-15.0^{\circ}\text{C} - (1.2^{\circ}\text{C}) = 16.2^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 6.3.14】 신축이음 유간 측정방법

【표 6.3.14】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기			
A1 (서울)	16.2	33.8	0.00001	30.0	4.9	10.1	35	—	바닥유간 측정불가
A2 (서울)	16.2	33.8	0.00001	15.0	2.4	5.1	30	—	바닥유간 측정불가
A1 (춘천)	16.2	33.8	0.00001	30.0	4.9	10.1	35	10	
A2 (춘천)	16.2	33.8	0.00001	15.0	2.4	5.1	35	140	

1) 조사당시 온도 : 1.2°C (조사일 : 2023년 02월 22일, 평균온도, 양평)
 2) 검토온도 : -15°C ~ 35°C (한랭지방, 콘크리트교)

【표 6.3.15】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1 (서울)	신축이음	4.9	10.1	35	50	39.9	24.9	O.K
	바닥판			—	—	—	—	—
A2 (서울)	신축이음	2.4	5.1	30	50	32.4	24.9	O.K
	바닥판			—	—	—	—	—
A1 (춘천)	신축이음	4.9	10.1	35	50	39.9	24.9	O.K
	바닥판			13	—	—	2.9	O.K
A2 (춘천)	신축이음	2.4	5.1	35	50	37.4	29.9	O.K
	바닥판			140	—	—	134.9	O.K

주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$

6) 신축거동상태 검토의견

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

바. 교면포장

1) 부재의 개요

- 하색교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 콘크리트포장으로 되어있다.



【사진 6.3.15】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 외관조사 결과 망상균열, 토사퇴적 등의 손상이 확인되었다.

【표 6.3.16】 교면포장 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		토사퇴적 (㎡/개소)	
S1	87.50	1	22.50	1
S2	97.50	1	22.50	1
S3	92.50	2	22.50	1
합계	277.50	4	67.50	3

서울방향 교면포장 S2 망상균열 (3.0×15.0)	서울방향 교면포장 S3 망상균열 (5.0×8.0)
춘천방향 교면포장 S1 토사퇴적 (1.0×15.0)	춘천방향 교면포장 S1 망상균열 (3.5×10.0)

【사진 6.3.16】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교면포장은 기 손상인 토사퇴적, 망상균열이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열, 토사퇴적이 일부 보수 되었고 신규 망상균열이 추가되었다.

【표 6.3.17】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	토사퇴적	m ²	112.50	3	67.50	3	↓ 45.00	일부보수
	균열	m	2.00	1	—	—	↓ 2.00	보수실시
	망상균열	m ²	4.00	1	277.50	4	↑ 273.50	신규추가

4) 검토의견

- 교면포장의 현장조사 결과 포장 망상균열, 토사 퇴적은 초기 건조수축, 온도변화, 차량의 운하중, 장기 공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 주행차량의 안전성 확보 및 2차손상 발생 방지를 위해 표면처리, 정비 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

사. 배수시설

1) 부재의 개요

- 하색교의 상부는 배수구, 하부는 육교형 배수관이 시공되어있고, 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 6.3.17】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 파손이 조사되었다.

【표 6.3.18】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 막힘 (EA/개소)		배수관 길이부족 (EA/개소)		배수관 파손 (EA/개소)	
S1	4.00	4	1.00	1	—	—
S2	2.00	2	1.00	1	—	—
S3	2.00	2	1.00	1	1.00	1
합계	8.00	8	3.00	3	1.00	1

	
서울방향 배수시설 S2 배수구 막힘(1EA)	서울방향 배수시설 S3 배수관 파손(1EA)
	
춘천방향 배수시설 S2 배수구 막힘(1EA)	서울방향 배수시설 S1 배수관 길이부족(1EA)

【사진 6.3.18】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상인 배수구 막힘, 배수관 파손 등이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 배수관 탈락이 보수 되었고 신규 배수구 막힘이 추가되었다.

【표 6.3.19】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증 · 감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	6	8.00	8	↑ 2.00	신규추가
	배수구 탈락	EA	3.00	3	—	—	↓ 3.00	보수실시
	배수관 길이부족	EA	—	—	3.00	3	↑ 3.00	신규손상
	배수관 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에 조사된 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 배수관 파손의 경우, 시공 미흡, 공용기간 경과 및 차량통행 등에 의한 원인으로 추가적인 이물질퇴적, 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 정비(청소 및 재설치)를 통한 유지관리가 필요하다.

아. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 2단 난간형 알루미늄 가드레일이 설치되어있다.



【사진 6.3.19】 난간 및 연석 전경

2) 현장조사 결과

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 연석부 표면열화가 조사되었다.
- 하색교의 난간 및 연석은 상반기에 보수를 실시할 예정으로, 점검당시에는 보수 준비중이었다. 금회 점검 물량에서 보수예정인 손상에 대해서는 보수를 실시한 것으로 하여 보고서를 작성하였다.

【표 6.3.20】 난간 및 연석 현장조사 결과

구분	연석부 표면열화 (㎡/개소)	
S1	4.50	1
S2	4.50	1
S3	4.50	1
합계	13.50	3

	
춘천방향 연석 S1 표면열화(0.3×15.0)	춘천방향 연석 S1 표면열화(0.3×15.0)

【사진 6.3.20】 난간 및 연석 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 난간 및 연석은 기 손상인 연석부 표면열화가 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 연석부 표면열화 및 표면열화가 일부 보수된 것이 조사되었다.

【표 6.3.21】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
난간 및 연석	균열(0.3mm이상)	m	15.50	31	—	—	↓ 15.50	보수실시
	연석부 표면열화	m ²	27.00	3	13.50	3	↓ 13.50	일부보수

4) 검토의견

- 난간 및 연석에 발생한 연석부 표면열화는 초기 건조수축, 온도변화, 장기 공용 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 주입보수 및 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 난간 및 연석에 발생한 기 손상인 균열, 연석부 표면열화의 경우 금회 보수를 실시할 예정으로 차기 점검시 보수를 실시한 곳에 대한 확인이 필요할 것으로 판단된다.

자. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

6.3.3 현장조사 총괄표

【표 6.3.13】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	17.00	10	
	균열부백태	m ²	0.05	1	
	재료분리	m ²	1.60	1	
	박락	m ²	4.87	3	
	박리	m ²	7.00	2	
	백태	m ²	2.00	1	
	충분리	m ²	10.00	2	
	철근노출	m ²	0.50	2	
	망상균열 및 백태	m ²	1.50	1	
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.40	2	
	균열(0.3mm이상)	m	3.00	1	
	침식	m ²	1.30	2	
	파손	m ²	0.41	2	
	재료분리	m ²	0.36	2	
	누수 및 백태	m ²	20.22	4	
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	
	균열(0.3mm이상)	m	6.00	2	
	망상균열	m ²	41.50	8	
	철근노출	m ²	0.30	1	
	재료분리	m ²	0.24	1	
	침식	m ²	15.50	4	
	박리	m ²	0.60	1	
	파손	m ²	0.02	2	
신축이음	유간부 토사퇴적	m ²	5.50	3	
	후타재 균열	m	4.50	9	
교면포장	망상균열	m ²	277.50	4	
	토사퇴적	m ²	67.50	3	
배수시설	배수구 막힘	EA	8.00	8	
	배수관 길이부족	EA	3.00	3	
	배수관 파손	EA	1.00	1	
난간 및 연석	연석부 표면열화	m ²	13.50	3	

6.3.4 전회차 손상물량 비교

구분	손상 내용	단위	2019년 정밀점검		2023년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	11.00	8	17.00	10	↑ 6.00	신규추가
	균열부백태	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	백태	m ²	5.00	1	2.00	1	↓ 3.00	일부보수
	망상균열 및 백태	m ²	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	박락	m ²	1.62	1	4.87	3	↑ 3.25	신규추가
	박리	m ²	—	—	7.00	2	↑ 7.00	신규손상
	재료분리	m ²	1.60	1	1.60	1	— —	신규추가
	파손 및 철근노출	m ²	0.25	1	0.50	2	↑ 0.25	신규추가
	강판보강부 부식	m ²	45.00	1	—	—	↓ 45.0	보수됨
	층분리	m ²	2.50	1	10.00	2	↑ 7.50	신규추가
교대	균열(0.3mm미만)	m	1.20	1	2.40	2	↑ 1.20	신규추가
	균열(0.3mm이상)	m	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	침식	m ²	1.30	1	1.30	1	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.41	3	↑ 0.41	신규손상
	박락	m ²	5.44	1	—	—	↓ 5.44	보수됨
	재료분리	m ²	0.21	1	0.36	2	↑ 0.15	신규추가
	누수 및 백태	m ²	12.72	4	20.22	4	↑ 7.50	신규추가
	철근노출	m ²	26.2	5	—	—	↓ 26.20	보수됨
	표면박리 및 백태	m ²	15.00	1	—	—	↓ 15.00	보수됨
	녹물오염	m ²	0.24	1	—	—	↓ 0.24	보수됨
	보수부 망상균열	m ²	1.50	1	—	—	↓ 1.50	보수됨
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	2.50	2	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	4.00	1	6.00	2	↑ 2.00	신규추가
	망상균열	m ²	25.50	7	41.50	8	↑ 16.00	신규손상
	철근노출	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.24	1	0.24	1	— —	변동없음
	침식	m ²	9.50	3	15.50	4	↑ 6.00	신규추가
	박리	m ²	—	—	0.60	1	↑ 0.60	신규손상
	파손	m ²	0.02	2	0.02	2	— —	변동없음
신축이음	유간부 토사퇴적	m ²	5.50	3	5.50	3	— —	변동없음
	후타재 균열	m	4.50	9	4.50	9	— —	변동없음
교면포장	망상균열	m ²	—	—	277.50	4	↑ 277.50	신규손상
	토사퇴적	m ²	67.50	3	67.50	3	— —	변동없음
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	6	8.00	8	↑ 2.00	신규추가
	배수관 길이부족	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	배수관 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
난간 및 연석	균열(0.3mm이상)	m	15.50	31	—	—	↓ 15.50	보수됨
	연석부 표면열화	m ²	27.00	3	13.50	1	↓ 13.50	일부보수

6.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

6.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 6.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	50m 마다	연장 50m마다	1	1	3	3	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

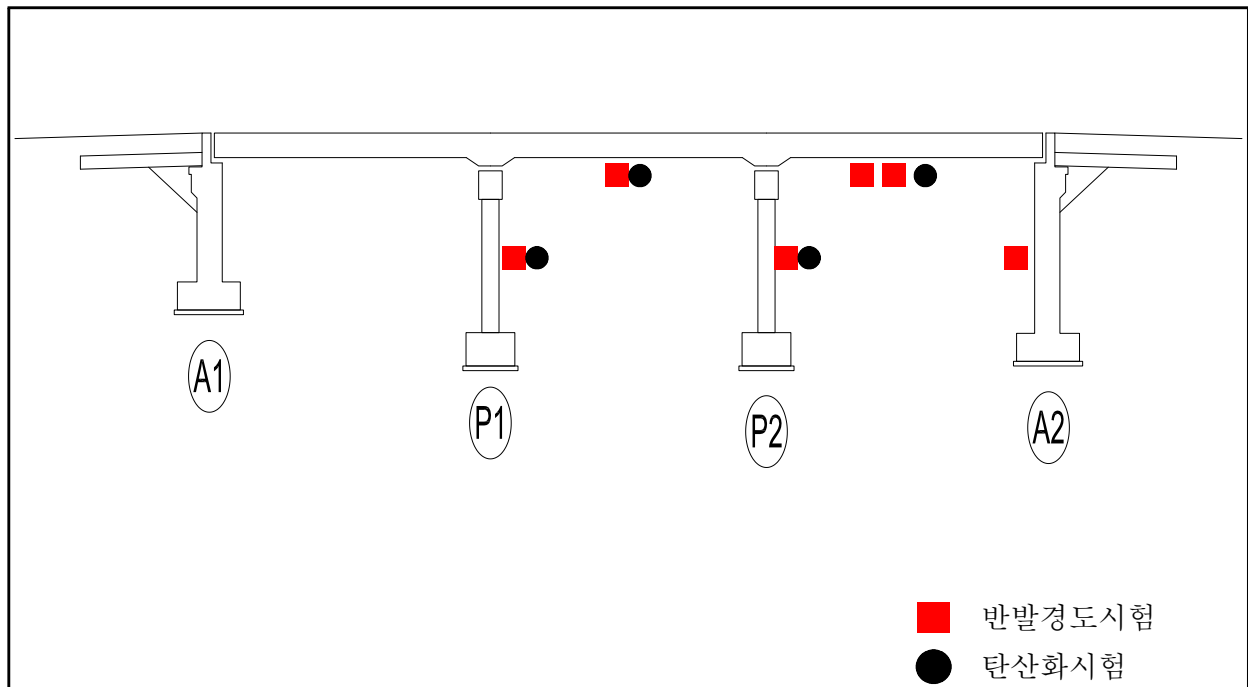
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 6.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 6.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

6.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 6개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 6.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	서울방향 S2 바닥판	50.9	29.4	29.1	0.63	27.0	
	춘천방향 S3 바닥판	50.0	28.6	28.7			
	춘천방향 S3 바닥판	54.9	32.6	30.9			

【표 6.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	서울방향 P2 교각	47.1	26.3	27.4	0.63	24.0	
	서울방향 A2 교대	50.3	28.9	28.8			
	춘천방향 P1 교각	57.6	34.7	32.1			

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 28.6~32.6MPa, 하부구조 교대 28.8~28.9MPa, 교각 26.3~34.7MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(상부구조: 27.0MPa, 하부구조: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 6.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.6~32.6	27.0	106.1~120.8
하부구조	교대 및 교각	26.3~34.7	24.0	109.6~144.6

② 기 점검결과와의 비교

【표 6.4.5】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분		2019년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
상부구조	바닥판하면	27.2 ~ 27.4	28.6 ~ 32.6	27.0
하부구조	교대 및 교각	24.1 ~ 24.4	26.3 ~ 34.7	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

나. 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 6.4.6】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부 구조	서울방향 S3 바닥판하면	1.5	47.0	45.5	a	0.23	100년이상	
	춘천방향 S2 바닥판하면	3.0	38.0	35.0	a	0.46	100년이상	
하부 구조	서울방향 A2 교대	2.0	79.0	77.0	a	0.30	100년이상	
	춘천방향 P2 교각	1.5	84.0	82.5	a	0.23	100년이상	

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 6.4.7】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.5~3.0	35.0~45.5	
하부구조	1.5~2.0	77.0~82.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 6.4.8】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2019년 정밀안전점검			금회 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	2.0~12.0	36.0~46.0	a	1.5~3.0	35.0~45.5	a	
하부구조	7.0~10.0	62.0~74.0	a	1.5~2.0	77.0~82.5	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.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 6.4.9】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.6~32.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	26.3~34.7	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0~45.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		77.0~82.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 6.4.10】기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2019년 정밀안전점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 27.4		28.6 ~ 32.6		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대 및 교각	24.1 ~ 24.4		26.3 ~ 34.7		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~46.0	a	35.0 ~ 45.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		62.0~74.0	a	77.0 ~ 82.5	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

6.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2022. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

6.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

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

가. 개별교량 상태평가 결과

【표 6.5.1】 서울방향 상태평가 결과표 (RCS)

부재의 분류			상부구조	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
											상부	하부
S1	A1	RCS	b	a	c	b	b	a	b	q	-	-
S2	P1	RCS	a	c	c	b	-	a	c	b	-	-
S3	P2	RCS	c	c	c	b	-	a	b	b	a	-
	A2	RCS					b	a	c	q	-	a
평균			0.233	0.300	0.400	0.200	0.200	0.100	0.300	0.200	0.100	0.100
가중치			34	7	3	2	10	10	20	7	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.079	0.021	0.012	0.004	0.020	0.010	0.060	0.014	0.004	0.003
											0.227	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.227) < 0.260$

【표 6.5.2】춘천방향 상태평가 결과표 (RCS)

부재의 분류			상부구조	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
											상부	하부
S1	A1	RCS	c	d	b	a	b	a	a	q	—	—
S2	P1	RCS	a	c	b	a	—	a	c	c	a	—
S3	P2	RCS	b	c	b	a	—	a	c	c	—	a
	A2	RCS					b	a	a	q	—	—
평균			0.233	0.500	0.200	0.100	0.200	0.100	0.250	0.400	0.100	0.100
가중치			34	7	3	2	10	10	20	7	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.079	0.035	0.006	0.002	0.020	0.010	0.050	0.028	0.004	0.003
											0.237	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.237) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 6.5.3】시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
하색교(서울방향)	0.227	B	45.0	2	90.0	0.500	0.114
하색교(춘천방향)	0.237	B	45.0	2	90.0	0.500	0.119
합계(Σ)			90.0	4	180.0	1.000	0.233
1. 평가지수							0.233
2. 상태평가결과 =							B

6.5.2 기 점검 결과와의 비교

- 기존 정밀안전점검 이후 바닥판 및 교대에 일부 보수가 실시되었으나 금회 정밀조사로 인한 바닥판 균열, 층분리, 재료분리, 파손 및 철근노출, 교대 균열, 파손, 재료분리, 누수 및 백태, 교각 균열, 망상균열, 침식, 박리, 교면포장 망상균열, 배수시설 배수구 막힘 등의 신규 손상이 조사되었다.

【표 6.5.4】 전회 진단과 상태평가 결과 비교·분석

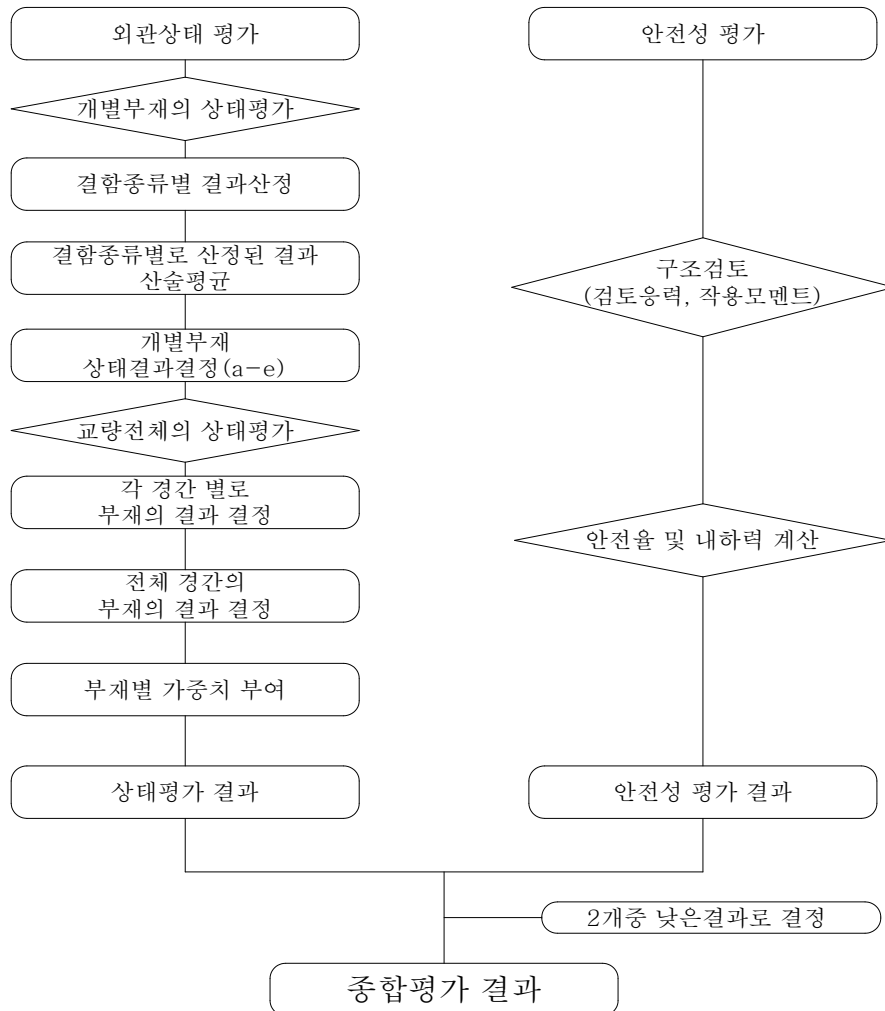
구 분	2019년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.230	0.233
상태평가결과	B	B
총 평	●금회 정밀안전점검 결과, 환산결함도점수 0.233, 등급 “B” 로 산정되었다. ●전회(2019년) 정밀안전점검과 비교분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.230에서 0.233로 0.003 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. ●환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 신규손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

6.6 종합평가 및 안전등급 지정

6.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 6.6.1】 종합평가 결과 산정절차

6.6.2 종합평가 결과

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

【표 6.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
하색교	0.233	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

6.6.3 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.

【표 6.6.2】 안전등급 지정

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

6.7 보수·보강 및 유지관리방안

6.7.1 보수·보강 방안

【표 6.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	17.00	10	표면처리	2순위
	균열부백태	m ²	0.05	1	표면처리	2순위
	재료분리	m ²	1.60	1	단면보수	2순위
	박락	m ²	4.87	3	단면보수	2순위
	박리	m ²	7.00	2	단면보수	2순위
	백태	m ²	2.00	1	표면처리	2순위
	층분리	m ²	10.00	2	단면보수	2순위
	철근노출	m ²	0.50	2	단면보수(방청)	2순위
	망상균열 및 백태	m ²	1.50	1	표면처리	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.40	2	표면처리	2순위
	균열(0.3mm이상)	m	3.00	1	주입보수	2순위
	침식	m ²	1.30	2	단면보수	2순위
	파손	m ²	0.41	2	단면보수	2순위
	재료분리	m ²	0.36	2	단면보수	2순위
	누수 및 백태	m ²	20.22	4	표면처리	2순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	표면처리	2순위
	균열(0.3mm이상)	m	6.00	2	주입보수	2순위
	망상균열	m ²	41.50	8	표면처리	2순위
	철근노출	m ²	0.30	1	단면보수(방청)	2순위
	재료분리	m ²	0.24	1	단면보수	2순위
	침식	m ²	15.50	4	단면보수	2순위
	박리	m ²	0.60	1	단면보수	2순위
	파손	m ²	0.02	2	단면보수	2순위
신축이음	유간부 토사퇴적	m ²	5.50	3	정비, 청소	3순위
	후타재 균열	m	4.50	9	주의관찰	3순위
교면포장	망상균열	m ²	277.50	4	표면처리	3순위
	토사퇴적	m ²	67.50	3	정비, 청소	3순위
배수시설	배수구 막힘	EA	8.00	8	정비, 청소	3순위
	배수관 길이부족	EA	3.00	3	주의관찰	4순위
	배수관 파손	EA	1.00	1	주의관찰	4순위
난간 및 연석	연석부 표면열화	m ²	13.50	3	주의관찰	4순위

6.7.2 개략공사비

【표 6.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열 (0.3mm미만)	표면처리	17.00	6.38	m ²	85	542.3	2순위
	균열부백태	표면처리	0.05	0.08	m ²	85	6.8	2순위
	재료분리	단면보수	1.60	2.40	m ²	260	624	2순위
	박락	단면보수	4.87	7.31	m ²	260	1,900.6	2순위
	박리	단면보수	7.00	10.50	m ²	260	2,730	2순위
	백태	표면처리	2.00	3.00	m ²	85	255	2순위
	층분리	단면보수	10.00	15.00	m ²	260	3,900	2순위
	철근노출	단면보수(방청)	0.50	0.75	m ²	320	240	2순위
	망상균열 및 백태	표면처리	1.50	2.25	m ²	85	191.25	2순위
교대	균열 (0.3mm미만)	표면처리	2.40	0.90	m ²	85	76.5	2순위
	균열 (0.3mm이상)	주입보수	3.00	3.00	m	65	195	2순위
	침식	단면보수	1.30	1.95	m ²	260	507	2순위
	파손	단면보수	0.41	0.62	m ²	260	161.2	2순위
	재료분리	단면보수	0.36	0.54	m ²	260	140.4	2순위
	누수 및 백태	표면처리	20.22	30.33	m ²	85	2,578.05	2순위
교각	균열 (0.3mm미만)	표면처리	2.50	0.94	m ²	85	79.9	2순위
	균열 (0.3mm이상)	주입보수	6.00	6.00	m	65	390	2순위
	망상균열	표면처리	41.50	62.25	m ²	85	5,291.25	2순위
	철근노출	단면보수(방청)	0.30	0.45	m ²	320	144	2순위
	재료분리	단면보수	0.24	0.36	m ²	260	93.6	2순위
	침식	단면보수	15.50	23.25	m ²	260	6,045	2순위
	박리	단면보수	0.60	0.90	m ²	260	234	2순위
	파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	260	7.8	2순위
신축이음	유간부 토사퇴적	정비, 청소	5.50	8.25	m ²	32	264	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	277.50	416.25	m ²	85	35,381.25	3순위
	토사퇴적	정비, 청소	67.50	101.25	m ²	32	3,240	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비, 청소	8.00	8.00	EA	60	480	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	-		26,330		39,365		
	재경비 (순공사비의 50%)	-		13,165		19,682		
	합계	-		39,495		59,047		
개략공사비 총계(천원)		98,542						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

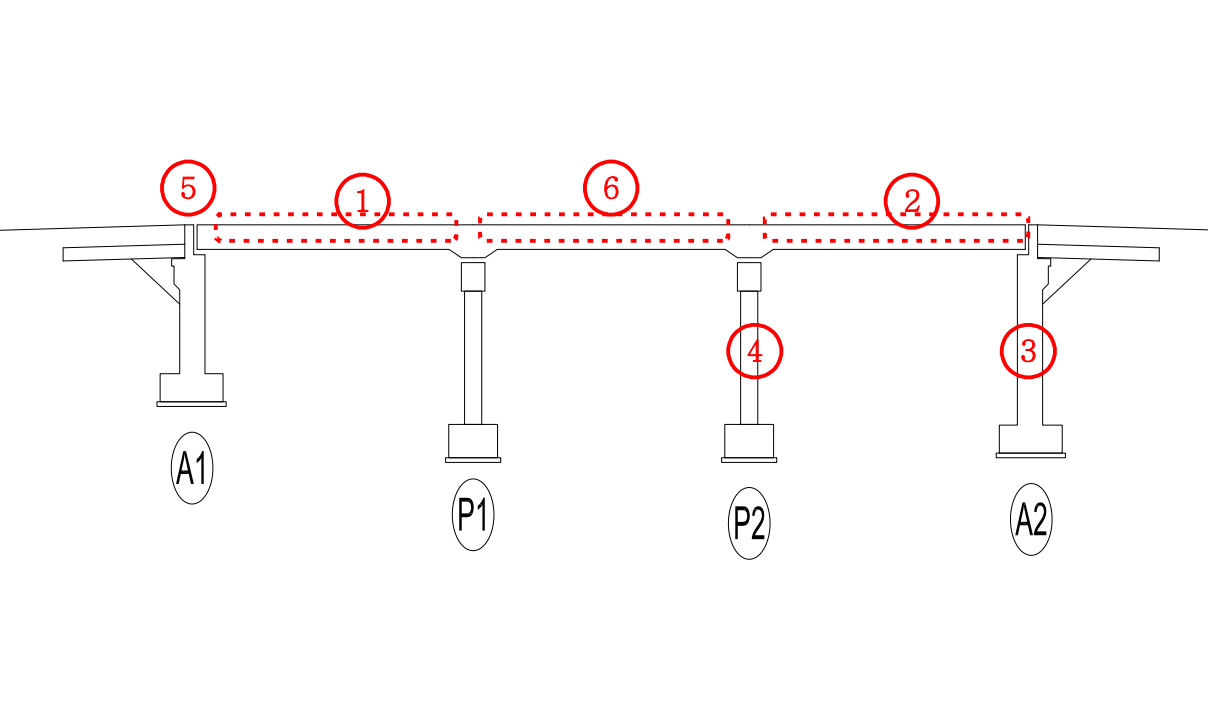
6.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 6.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 바닥판 하면 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인	② 바닥판 하면 층분리 - 진전 여부확인	③ 하부구조 박락 및 철근노출 - 진전 여부확인
		
④ 하부구조 망상균열 - 진전 여부확인	⑤ 신축이음 후타재 균열 - 진전 여부확인	⑥ 교면포장 망상균열 - 진전 여부확인
		

6.8 종합결론

본 시설물은 경기도 가평군 가평읍 하색리에 위치한 교량으로 총 연장 45.0m, 폭 20.0m의 RCS교량으로, 1980년도에 준공되어 약 43년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

6.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면에 발생한 균열, 백태, 균열부백태, 재료분리, 박락, 박리, 층분리, 철근노출, 망상 균열 및 백태, 강판 보강재 부식은 건조수축 및 온도변화, 우수유입, 다짐불량, 시공미흡, 장기공용으로 인한 손상, 피복부족 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수, 도장보수, 방청 및 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 바닥판 하면에 발생한 기 손상인 백태, 층분리, 강판보강재 부식의 경우 금회 보수를 실시할 예정으로 차기 점검시 보수를 실시한 곳에 대한 확인이 필요할 것으로 판단된다.

2) 교대

- 교대에 조사된 균열(폭0.3mm미만,이상), 침식, 파손, 재료분리, 누수 및 백태는 건조수축 및 온도변화, 다짐불량, 시공미흡, 우수유입, 수분침투, 장기공용으로 인한 손상 등에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 및 2차부재 손상 방지를 위해 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 교대에 발생한 기 손상인 층분리, 파손 및 철근노출, 박락, 침식, 백태 및 표면박리의 경우 금회 춘천방향 교대 A1, A2에 대해 보수를 실시할 예정으로 차기 점검시 보수를 실시한 곳에 대한 확인이 필요할 것으로 판단된다.

3) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(폭0.3mm미만,이상), 망상균열, 철근노출, 재료분리, 침식, 박리, 파손은 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 시공미흡, 우수유입, 수분침투, 장기공용으로 인한 손상, 피복부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 및 2차부재 손상 방지를 위해 표면처리, 단면보수, 주입보수, 단면보수 및 방청 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

4) 교량받침

- 교량받침은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 연단거리 측정 결과, 일부 실측 연단거리가 계산 연단거리에 부족한 것으로 측정되어 도로설계기준을 만족하지 못한 것으로 검토되었다. 기존 면받침에서 탄성받침으로 교체됨에 따른 제원 변화로 연단거리가 부족한 것으로 판단되며, 연단거리 부족시 교좌면의 전단파괴 등의 손상이 발생할 수 있으므로 주의관찰 및 유지관리가 필요하다.
- 연단거리의 경우 면받침의 경우 해당사항이 없어 탄성받침만 계산하였다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

5) 신축이음장치

- 신축이음에 조사된 후타재 균열, 토사 퇴적은 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격, 장기 공용으로 인한 손상으로 판단되며 부재의 내구성 확보 및 2차부재 손상 방지를 위해 표면처리, 정비 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

6) 교면포장

- 교면포장의 현장조사 결과 포장 망상균열, 토사 퇴적은 초기 건조수축, 온도변화, 차량의 운하중, 장기 공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 주행차량의 안전성 확보 및 2차손상 발생 방지를 위해 표면처리, 정비 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

7) 배수시설

- 배수시설에 조사된 배수구 막힘, 배수관 길이부족, 배수관 파손의 경우, 시공 미흡, 공용기간 경과 및 추량통행 등에 의한 원인으로 추가적인 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 정비(청소 및 재설치)를 통한 유지관리가 필요하다.

8) 난간 및 연석

- 난간 및 연석에 발생한 연석부 표면열화는 초기 건조수축, 온도변화, 장기 공용 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 주입보수 및 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 난간 및 연석에 발생한 기 손상인 균열, 연석부 표면열화의 경우 금회 보수를 실시할 예정으로 차기 점검시 보수를 실시한 곳에 대한 확인이 필요할 것으로 판단된다.

9) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 도로포장, 도로부 신축이음부, 추락방지시설은 본문의 교면포장, 신축이음장치, 교량 점검시설에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

10) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 28.6~32.6MPa, 하부구조 교대 28.8~28.9MPa, 교각 26.3~34.7MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(상부구조: 27.0MPa, 하부구조: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 하색교의 상태평가 결과는 환산결합도 점수가 0.233, “B” 로 산정되었다.

다. 결론

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

6.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

6.8.3 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.

