

4. 단월교

- 4.1 시설물 개요
- 4.2 자료수집 및 분석
- 4.3 현장조사
- 4.4 콘크리트 내구성조사
- 4.5 상태평가
- 4.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 4.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 4.8 종합결론

4. 단월교

4.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 양평군 단월면 보룡리에 위치한 교량으로 2000년 3월 1일에 준공되어 약 23년이 경과한 시설물로 총 연장 180.0m, 폭 19.5m의 왕복 4차로로 시공되어 있다.

4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 단월교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2000-0000018		관리번호		-	
시설물위치		경기도 양평군 단월면 보룡리		준공년월일		2000년 03월 01일	
시점이정		-		노 선 명		일반국도 6호선	
제원	연장	L = 180.0m (40.0+2@50.0+40.0 = 180.0m)					
	폭	B = 19.5m (왕복 4차로)					
구조 형식	상부	STB거더		기초 형식	교 대	말뚝기초	
	하부	교대: 역T형 교각: 라멘식(Ra)			교 각	직접기초	
교량받침		포트받침		신축이음		Finger Joint	
교차시설물		농어촌도로, 부안천		통과높이		5.0m	
부착시설내용		-		설계하중		DB-24/DL-24	
시 공 자		풍림산업(주)		설 계 자		대한콘설탄트	
감 리 자		두산엔지니어링(주)		관리주체		의정부국토관리사무소	
							
측면 전경				상부 전경			

4.1.2 위치도 및 전경사진

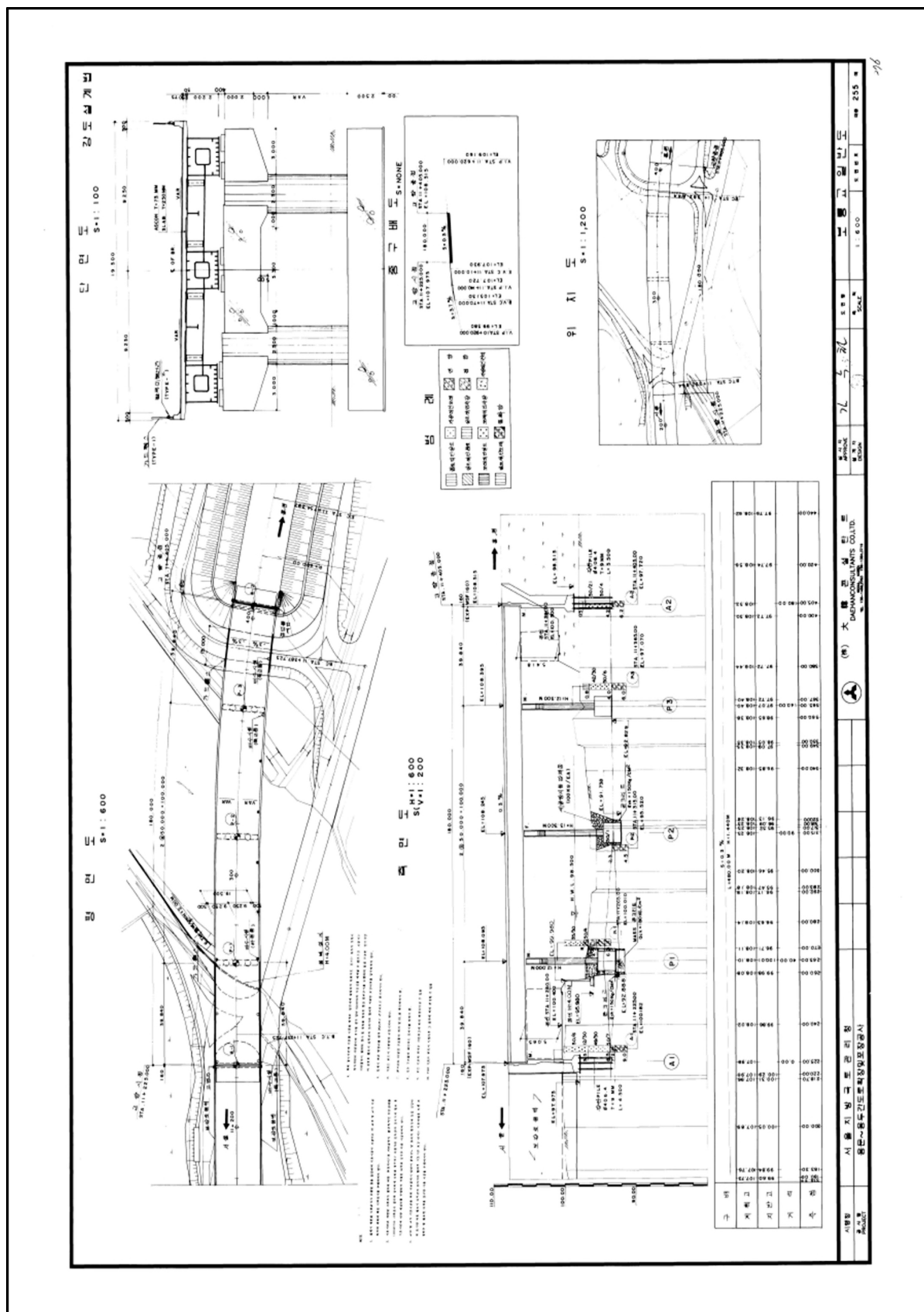


【그림 4.1.1】 위치도

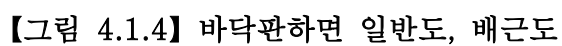
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
방호벽 및 난간 전경	거더외부 전경
	
교대 전경	거더내부 전경
	
교각 전경	교량받침 전경

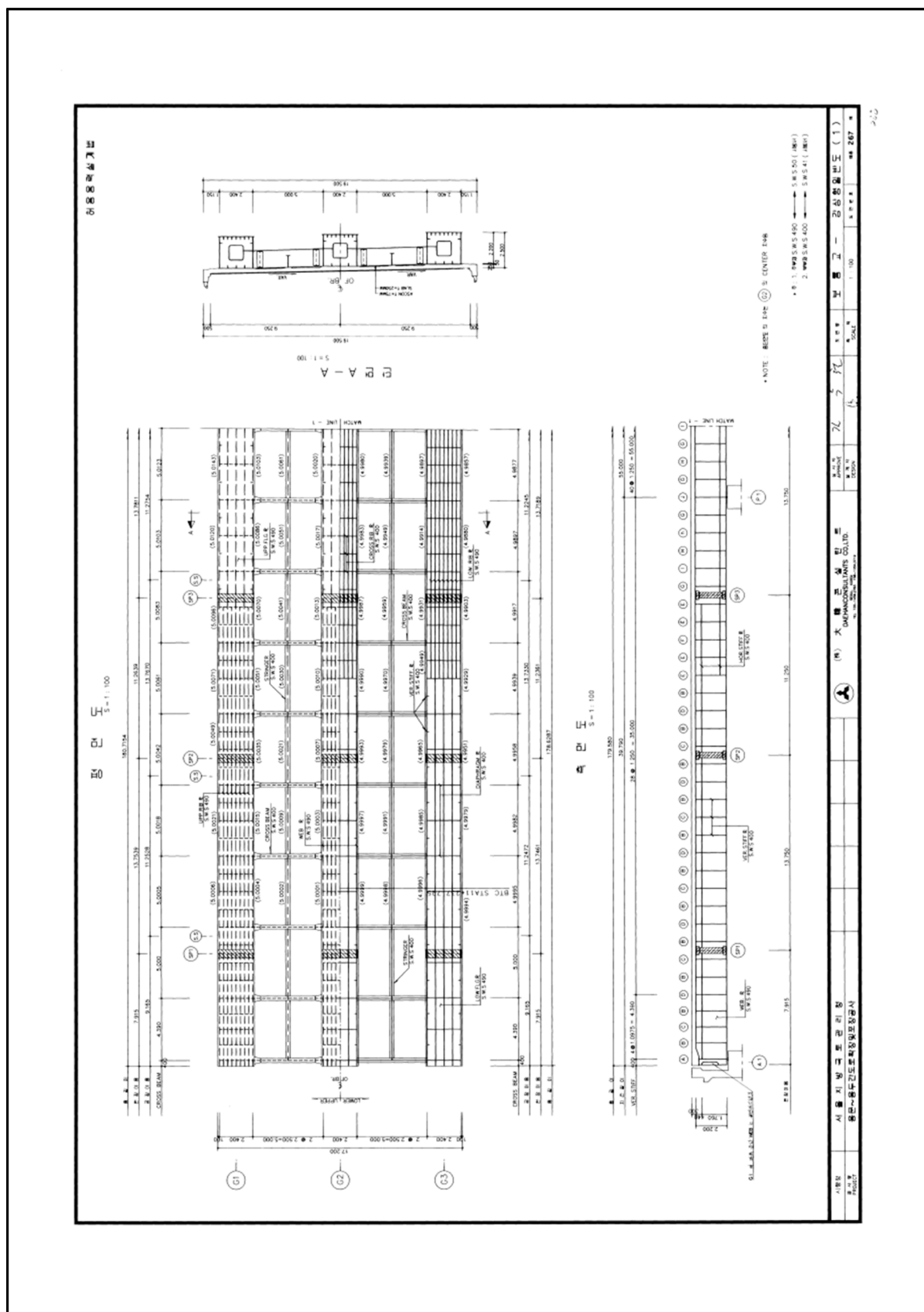
【그림 4.1.2】 부재별 전경 및 작업사진

4.1.3 시설물 일반도

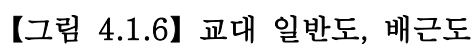


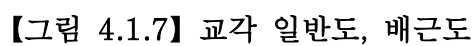
【그림 4.1.3】 평면 및 종단면도

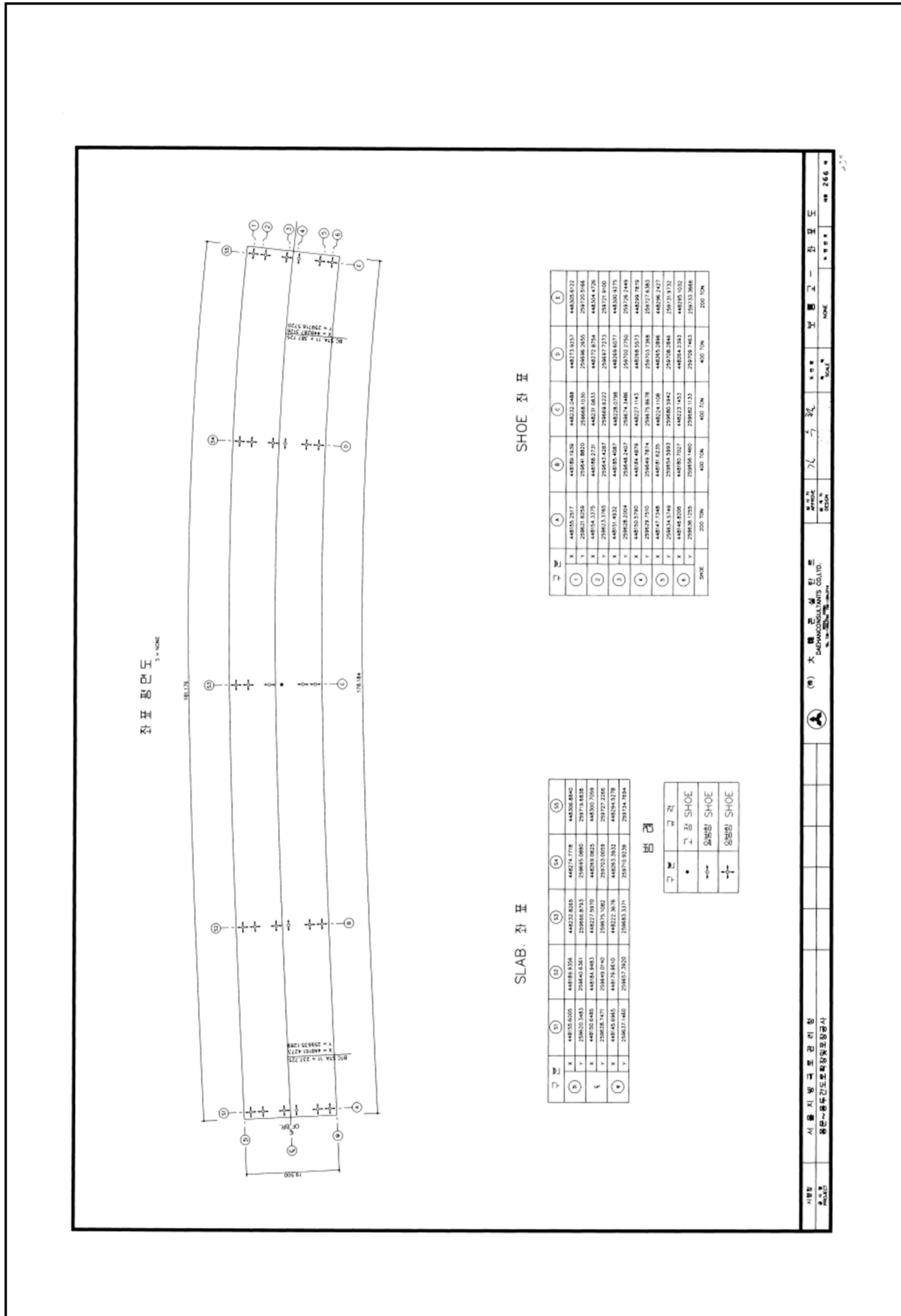




【그림 4.1.5】 강상형 일반도







【그림 4.1.8】 교량받침 좌표도

4.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “용문-용두간 도로확장 및 포장공사”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

4.2.1 설계자료 검토

본 과업대상 구조물의 건설관련자료, 유지관리자료, 기타자료 등에 검토를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

구 분	자료수집 대상 자료	보관유무	목 록
건설관련 자 료	1) 준공보고서 2) 준공도면 3) 시공상세도 4) 구조계산서 5) 공사 및 특별시방서 6) 감리보고서 7) 품질관리 관련자료 8) 기타관련자료(지반조사서) 4) 건설공사 안전점검 보고서 10) 건설공사 초기점검보고서 11) 주요설계변경 내역 등 12) 기타	있음 있음 있음 있음 없음 없음 없음 없음 없음 없음 있음 —	—FMS 일부 보유
유지관련 자 료	1) 시설물관리대장 2) 기존 정밀점검 자료 3) 보수·보강 및 용도변경 자료 4) 계측관리 관련 자료	있음 있음 있음 없음	—FMS 일부 보유
기타자료	1) 시설물 인접굴착 자료 2) 관리주체 자체 점검 자료 3) 관리주체 중점관리 구간 자료 4) 관리주체 시설물 관리 기준 5) 관리주체 유지관리 시스템 및 방안 자료 6) 기타	없음 없음 없음 없음 없음 없음	— — — — — —
검토분석 결 과	· 본 과업대상 구조물은 2종 시설물로 정기안전점검 및 정밀안전점검에 대한 자료를 FMS상 보관되어 있는 것으로 확인되었고, 건설관련자료는 일부 보유중인 것으로 확인되었다.		

4.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 2021년 정밀안전진단을 실시하였고, 준공이후 기준에 따라 정기 안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정밀안전점검 11회, 2종 성능평가 1회를 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 4.2.1】 단월교 점검이력사항

번호	기간	점검기관	구분	점검 결과	안전 등급
1	2002-05	명도보강기술(주)	정밀안전점검	- 외관조사, 비파괴검사	B
2	2002-03-25 ~ 2002-05-23	명도엔지니어링(주)	정밀안전점검	- 하차보수	A
3	2004-03-15 ~ 2004-05-13	(주)효성타이씨	정밀안전점검	- 방호벽 수직균열, 교대, 교각 수직균열 국부적 발생	B
4	2006-03-20 ~ 2006-06-16	(주)한조엔지니어링	정밀안전점검	- 전체 상태평가등급은 B등급으로써 일부 손상을 제외한 전반적인 외관상태는 양호함	B
5	2008-04-22 ~ 2008-06-21	자체수행	정밀안전점검	- 대체로 양호 포장마모 및 소성변형	B
6	2010-03-09 ~ 2010-07-06	영도이앤지(주)	정밀안전점검	- 아스콘 마모 및 패임, 균열 및 철근노출, 배수구 막힘, 그레이팅 파손 및 배수관 탈락, 신축이음 차수관 미설치, 후타재 균열, 바닥판 슬래브 균열, 데크플레이트 부식 Steel Box Girder 부식 및 도장박리, 받침물탈미세 파손, 교대 교각 균열 및 철근노출	B
7	2011-04-28 ~ 2011-11-23	(주)다음기술단	정밀안전진단	- 단월교에 대한 외관조사 및 내구성 조사를 바탕으로 한 점검결과, 전반적으로 양호하나 중앙분리대에 일부 파손이 발생되어 향후 운전자의 안전사고 발생이 우려되어 신속한 보수가 필요할 것으로 판단된다	B
8	2013-04-17 ~ 2013-06-30	(주)대한이앤씨	정밀안전점검	- 상태평가 결과는 "B", 종합평가 결과는 "B" 로 결정되며, 안전등급을 "B"등급으로 지정함	B
9	2015-06-26 ~ 2015-09-23	(주)유원이앤씨	정밀안전점검	- 교면포장에 균열, 망상균열, 포트홀, 방호울타리에 균열, 보수미흡(균열), 콘크리트 들뜸, 파손, 철근노출, 배수시설에 배수관탈락, 그레이팅 망실, 신축이음에 본체부식, 유간토사퇴적, 후타재 파손, 차수덮개 미설치, 바닥판에 균열(누수), 거더내부 조명등 파손, 교량받침의 부식, 교대 및 교각에 균열, 누수흔적, 콘크리트 단면손상(철근노출 포함)이 조사됨	B

【표 4.2.1】 단월교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검기관	구분	점검 결과	안전 등급
10	2016-04-05 ~ 2016-07-26	(주)동우기술단	정밀안전진단	- 외측 바닥 하판에서 0.3mm 내외의 균열 및 박테 들뜸이 국부적으로 발생됨 - 내측 바닥(D&B)의 전측부에서 조짐 - 거터 및 가로에서 도장박리 및 부식 국부적으로 발생하였으며 가로에서 변형 개조됨 - 하부구조(교대 및 교각) 0.3mm 미만 균열 다수, 0.3mm 이상 균열 철근출 등의 단면손상이 조짐 - 산책이음장치 후타계단열(cw=0.3mm 미만), 유근부 토사타파이 조짐 - 반침장치에서 국부적인 부식 및 반침 몰탈균열 파손 박락 등의 손상이 조파되었으며 일부 반침(A1-SH1~4, 6)에서 하절기(산책) 가동량이 부족한 것으로 개조됨 - 방호울타리 및 중앙분리대에서 수직균열(cw=0.3mm 미만), 철근출 등의 단면손상이 국부적으로 발생됨 - 교대판상에서 들뜸 손상변형 등의 포장손상이 발생됨 - 배수구 교체방수실 배수구막힘 배수관 연결부 탈락 잡수구 월류(P3) 등이 조파됨	B
11	2018-07-05 ~ 2018-11-01	(주)한국시설안전기술원	정밀안전점검	- 외관조사 결과 전반적으로 구조물의 사용성에 문제가 될 만한 손상이나 중요결함은 없는 상태로서 일부 부재에 전체 포장부 마모, 신축이음 부식 및 노후화, 배수관 탈락 및 이격, 부식, 도장박리 등이 조사되었다. 이에 따라서, 안전등급은 “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” 인 “C등급” 으로 산정되었다	C
12	2019-06-13 ~ 2019-10-10	(주)산우기술	정밀안전점검	- 정밀외관조사 항목별 재차검을 통한 정밀안전진단 결과 - 구조적으로 문제가 될 만한 손상 결함 양상은 조파되었으며 - 안전율은 1.0 이상 내력 또한 B-2 이상을 확보하는 것으로 평가됨 - 내산상평판에서 반침장치를 제외한 기초 가동부는 내산상등을 만족하였지만 반침장치에서 NG로 평가되었으며, 타성변형교체가 필요한 것으로 평가되었다 - 시설물의 안전등급은 “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” 인 B(양호)등급으로 판정되었다. 이에 제시한 손상들은 우선순위에 따라 보수하고 정기적으로 유지관리 한다면 교량으로서의 기능 유지에 문제가 없을 것으로 판단된다.	B

【표 4.2.1】 단월교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검기관	구분	점검 결과	안전 등급
13	2020-03-17 ~ 2020-06-24	(주)삼우아이엠씨	정밀안전점검	- 바닥판 : 균열(cw0.3mm미만), 백태, 녹물, 박락, 들뜸, 보수부 박리, 데트플레이트 부식 - 거 더 : 부식, 도장박리, 도장 긁힘, 용접불량, 이물질 퇴적, 조명등 파손 - 2차부재 : 부식 - 교대·교각 : 균열(cw0.3mm미만), 균열(cw0.3mm 이상), 박리 및 백태, 백태 누수흔적, 파손, 들뜸, 박리, 철근노출, 재료분리, 철선노출, 채수, 호안 블록 파손, 강판부식 - 교량받침 : Plate 및 볼트 부식, 도장박리, 받침 몰탈 및 콘크리트 균열(cw0.3mm미만), 몰탈 파손, 콘크리트 박락, 박리, 들뜸, 재료분리, 철선노출 - 신축이음 : 유간 토사퇴적, 거푸집 미제거, 후타재 균열(cw0.3mm미만), 차수판 볼트탈락, 차수판 측 누수 - 교면포장 : 접속부 포장 패임 - 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 막힘, 그레이팅 미설치, 배수관 접합부 부식 - 방호벽 및 중앙분리대 : 균열 및 보수부 재균열(cw0.3mm미만), 균열(cw0.3mm 이상), 파손, 박락, 들뜸, 철근노출, 긁힘, 표면마모, 난간변형, 가드레일 설치불량, 교명주 기초 박락 및 철근노출 - 점검시설 : 자물쇠 미설치, 점검로 변형	B
14	2021-03-29 ~ 2021-07-26	(주)다음기술단	정밀안전진단	- 정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 정밀안전진단 결과 - 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으며 - 안전율은 1.0이상, 내하력 또한 DB-24이상을 확보하는 것으로 평가되었고 - 내진성능평가에서 받침장치를 제외한 기초기둥부는 내진성능을 만족하였지만 받침장치에서 NG로 평가되었으며, 탄성받침교체가 필요한 것으로 평가되었다. - 시설물의 안전등급은 “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” 인 B(양호)등급으로 판정되었다. 이에 제시한 손상들은 우선순위에 따라 보수하고 정기적으로 유지관리 한다면 교량으로서의 기능유지에 문제가 없을 것으로 판단된다.	B

4.2.3 전차 정밀안전진단 실시결과

구분	종합결론	비고
정밀안전진단 실시결과 종합결론	정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 정밀안전진단 결과 - 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으며 - 안전율은 1.0이상, 내하력 또한 DB-24이상을 확보하는 것으로 평가되었고 - 내진성능평가에서 받침장치를 제외한 기초 기둥부는 내진성능을 만족하였지만 받침 장치에서 NG로 평가되었으며, 탄성받침교체가 필요한 것으로 평가되었다. - 시설물의 안전등급은 “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” 인 B(양호)등급으로 판정되었다. 이에 제시한 손상들은 우선순위에 따라 보수하고 정기적으로 유지관리 한다면 교량으로서의 기능유지에 문제가 없을 것으로 판단된다.	

구분	정밀점검 결과	비고
바닥판하면	• 캔틸레버에서 조사된 횡방향 균열의 형태는 미세균열과 동시에 연속성이 없으며, 국부적으로 발생하였다. 발생위치 및 형상을 고려하였을 때 온도응력 및 건조수축에 의한 비구조적인 균열로 판단되며, 균열보수를 통한 유지관리가 필요하다. • 바닥판하면에서 전경간에 걸쳐 조사된 데크플레이트 부식은 2008년 정밀안전점검부터 조사된 손상이며, 포장손상에 따른 교면 방수층 손상, 슬래브의 관통균열을 통한 누수로 판단하여 2010년 12월과 2020년 6월에 전면 재포장한 보수이력이 있다. • 2016년 정밀안전진단시 바닥판의 열화 상태를 점검하기 위해 데크플레이트 일부를 절취하여 육안점검 실시 후 콘크리트 염화물채취를 하여 평가결과 b등급으로 조사되었으며, 데크플레이트가 바닥판의 구조내력에 기여하지 않는 기타부재를 감안하여 내구성 저하를 가져올 정도는 아니므로 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통해 부식 진행성유무를 관찰하는 것이 바람직하다.	
거더내부	• 거더내부에 조사된 Pit(용접불량 및 용입부족)은 용접 시공시 자세불량, 과대전류, 과속전류에 의해 발생하게 되는데 용접결함은 대부분은 보강재에 발생하였으며, 결함주변으로 강재균열 및 도장탈락은 없는 상태이므로 주의관찰을 통한 지속적인 관리가 필요하다. • 도장박리는 공용기간 증가에 따라 도막과 도막사이에 부착력 저하와 시공불량에 의한 것으로 추정되며 추가적인 손상방지를 위하여 도장보수가 필요하다. • 거더내부에 발생한 부식 및 볼트부식은 Splice 부위에서 조사되었으며, Splice접 부위에 실런트 주입을 통한 차수조치와 부식 손상 진전방지를 위하여 도장보수가 필요하다. • 거더내부에 조류의 서식으로 인하여 발생된 이물질퇴적은 금회 조사시 청소를 실시하였다.(사체, 배설물 등) • 이외 조명등 파손은 차륜진동하중 및 외부충격에 의해 발생한 것으로 추정되며, 재설치를 통한 유지관리가 요구된다.	
거더외부	• 거더외부에 발생한 도장박리 및 긁힘은 거더 거치시 외부충격 및 부주의에 기인한 것으로 보이며, 유지관리차원에서 도장보수를 실시하는 것이 적절하다. • 거더외부 부식 및 볼트부식은 장기공용에 따른 도장의 노후화 및 우수유입 등 방식기능이 저하되어 부식으로 진행된 것으로 추정되며 도장보수를 통한 유지관리가 필요하다.	
가로보	• 가로보의 부식은 장기공용에 따른 도장의 노후화 및 우수유입 등 방식기능이 저하되어 부식으로 진행된 것으로 추정되며 도장보수를 통한 유지관리가 필요하다.	

구분	정밀점검 결과	비고
교대	- 교대에 발생한 균열의 폭은 0.1mm~0.3mm정도이며 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려할 때 구조적인 균열이기보다는 시공초기 콘크리트의 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 것으로 판단된다. 금회 교대(A2)홍벽 0.3mm균열 대상으로 균열깊이를 검토한 결과 균열깊이가 피복까지 진행되지 않아 내부 철근부식발생에 의한 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 저하방지를 위해 균열 폭에 따른 균열보수가 필요하다. - 교대에 조사된 박리 백태 누수흔적 체수 등은 신축이음 누수가 손상의 원인으로 신축이음 재설치를 통한 누수차단이 필요하며 이후 손상에 대한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. - 교대에 조사된 철선노출은 시공미흡에 의한 피복두께부족, 마감미흡 등의 원인으로 추정되며 내구성 확보를 위해 방청 후 단면복구가 필요한 상태이다. - 교대 법면보호블록파손은 신축이음부 차수판측 지속적인 누수 및 외부충격에 의한 것으로 현재 손상정도가 블록 교체까지 필요하지 않은 것으로 판단되므로 주의관찰 후 추가 손상발생시 교체하는 것이 적절할 것으로 사료된다.	
교각	- 교각에 발생한 균열의 폭은 0.1mm~0.3mm정도이며 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려할 때 콘크리트 타설에서 발생하는 건조수축 및 단면변화부 응력 집중 등의 원인으로 판단되며, 0.3mm균열 대상으로 균열깊이를 검토한 결과 균열깊이가 피복까지 진행되지 않아 내부 철근부식 발생에 의한 손상은 아닌 것으로 판단되며, 균열 폭에 따른 보수가 필요하다. - 교각P3에 조사된 층분리는 전차점검에서 폭0.3mm 균열이었으나, 공용 중 동결융해 등으로 인하여 발생한 것으로 추정되며, 공용기간 증가에 의한 손상 진전 및 내구성 저하방지를 위해 방청 후 단면복구가 필요하다. - 코핑부에 조사된 파손은 시공 중 외부충격에 의한 것으로 추정되며 내구성확보를 위해 단면복구가 필요하다. - 교각(P2)하단부는 하천에 위치하여 세굴방지를 위한 보호강판이 설치되어있으며, 일부 유수에 의한 부식이 확인되어 내구성 확보차원에서 도장보수를 실시하는 것이 적절하다.	
교량받침	- 받침플레이트부식 및 볼트부식, 도장박리는 장기공용에 따른 도장의 노후화 및 외부 환경 우수 접촉에 의하여 방식기능이 저하되어 부식으로 진행된 것으로 판단되며, 도장보수를 통해 내구성을 확보하는 것이 장기공용에 유리할 것으로 판단된다. - 받침콘크리트 및 몰탈에 조사된 균열은 온도 및 건조수축에 의하여 발생한 손상으로 전차 점검에서 비교시 진행성은 없는 것으로 조사되었으며, 구조물에 미치는 영향은 미미하나 사용성 및 내구성 확보차원에서 균열보수가 필요할 것으로 판단된다. - 받침몰탈 파손은 시공당시 거더의 거치 공정중 횡 방향력 또는 외부의 물리적 충격에 의한 것으로 판단되며 단면복구를 통한 내구성 확보가 필요하다. - 받침콘크리트 철선노출은 다짐불량, 피복두께 부족에 의한 손상으로 방청 후 단면복구를 통한 내구성 확보가 필요하다.	
교면포장	단월교는 2020년 6월 교면포장 개량공사가 시행되었으며 과업기간 초기(7월 이전) 1차 현장조사는 기존 구간과 교면재포장(서울방향 2차로) 구간 모두 양호한 상태를 유지하고 있었으나 후시기인 7월 중순 2차 조사시 홍천방향과 서울방향 모두 전 구간에(S1~S4) 포트홀, 포장패임 등이 관찰되었고 특히, 2차로에서는 소성변형이 다수 발생한 것으로 조사되었다. 연성포장의 손상원인은 재료, 배합, 시공 등의 내적원인과 교통량, 온도변화 등 외적요인으로 구분할 수 있다. 내적요인을 세분화하면 연한 아스팔트의 사용, 아스팔트량 과다, 혼합물 입도불량, 다짐불량, 반복하중 등으로 나눌 수 있고 외적요인은 과적차량의 통행, 교통정체, 급커브 등으로 요약할 수 있다. 이 외 사용환경에서의 환경적 요인으로는 하절기 기온상승, 손상부를 통한 장마철 지속적인 우수유입 등이 있다. 단월교의 포장손상 원인은 1차조사시에 손상이 발견되지 않은 점으로 미루어볼 때 재료적, 시공적, 환경적인 요인이 복합적으로 작용된 것으로 판단되며 이는 보수공사시의 급속 시공 및 교통개방에 따른 양생조건의 배려에 한계가 있는 상태에서 중차량의 빈번적인 통행, 후시기 온도상승에 따른 영향, 바닥판의 열화 등으로 2차조사시 손상이 발견된 것으로 추정된다. 따라서, 포장부 2차로에 대한 우선보수를 실시하고 1차로는 손상의 진행정도를 관찰 후 부분보수 및 재포장 유·무를 결정하는 것이 적절하며 절삭 시 바닥판의 열화가 확인된다면 단면보수를 병행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	

구분	정밀점검 결과	비고
신축이음장치	• 신축이음 하부의 거푸집은 신축이음 시공시 설치한 것으로 판단되며 차수판측 누수 등 교대 콘크리트 상태 유지관리차원에서 신축이음재설치가 필요한 것으로 판단된다. • 신축이음장치의 후타재에서 발생한 균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화, 차륜반복 하중에 의한 손상으로 추정된다. • 신축이음장치 A1, A2에서 조사된 하부누수는 하부구조의 2차 손상을 야기할 수 있으므로 신축이음교체가 적절하겠다.	
배수시설	• 배수구 그레이팅 미설치는 시공미흡 및 설치오류에 의한 것으로 추정되며 배수구 내의 이물질 유입방지를 위해 재설치가 요구된다. • 배수관 접합부 부식 및 배수관 부식은 교면수 유입 및 공용기간 증가로 인하여 발생하였으며 손상정도가 경미한 상태이므로 주의관찰이 적절하다. • 배수구 막힘은 육교형 배수시설에서 발생하였고 교면포장 우수유입 등으로 인한 이물질퇴적이 발생하였으며 배수구 및 배수관에 대한 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.	
방호벽 및 중분대	• 방호벽 및 중앙분리대는 직접적인 하중작용이 없는 부재이므로 발생한 콘크리트 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 손상에 해당하며 균열이 존재한다 하더라도 구조적으로 문제가 발생하지는 않는다. 다만 방호벽은 기상조건과 온도변화의 영향을 지속적으로 받는 구조물이므로 부재의 내구성유지 및 손상확대방지를 위해 균열 및 보수부 재균열에 대해서는 유지관리 측면에서 균열보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다. • 방호벽에 들뜸, 철근노출은 피복두께부족에 의한 손상으로 교량 안전성에 직접적인 영향은 없으나 내구성 확보차원에서 방청 후 단면복구가 필요하다. • 난간변형은 공용 중 차량충돌에 의해 발생한 것으로 사료되며, 변형정도가 심하지 않아 지속적인 주의관찰이 필요하다. • 표면마모는 공용열화에 의해 발생한 것으로 사료되며 보수보다는 지속적인 주의관찰이 적절할 것으로 판단된다. 그리고 교명주 기초 박락 및 철근노출은 단면복구를 통한 유지보수가 요구된다. • 이외 조사된 가드레일 설치불량 교량측 방호벽 볼트고정은 접속부 가드레일(A2) 설치시 시공미흡에 의한 것으로 추정되며 이로 인해 교량의 신축거동에 영향을 주기 때문에 교량측 고정볼트부에 신축거동을 위해 홈을 파서 신축 거동을 할 수 있도록 하는 것이 적절할 것으로 판단된다. • 접속부에서 발생한 손상 및 열화는 조속한 보수는 요하지 않으나 추후 유지관리차원에서 일괄적인 보수계획을 수립하여 보수를 하는 것이 적합하다.	
검침시설	• 교대(A1) 하부 수직형 출입시설 사다리 변형 및 사다리 디딤대 탈락은 차량 충돌에 의한 것으로 추정되며 조속한 보수는 요하지 않으나 향후 관리주체에 유지관리계획에 따라 재설치가 바람직하다. • 그 외 교대(A1), 교각(P1, P3)에 발생한 앵커너트, 볼트 플레이트부식은 공용기간 중 우수유입에 의해 발생한 것으로 조속한 보수는 요하진 않지만 주기적인 점검이 필요하다. • 교각(P1) 점검통로에서 발생한 볼트, 너트탈락은 시공불량 및 차륜진동에 의하여 발생한 것으로 추정되며, 볼트 재체결 및 너트 재체결이 필요하다. • 금회 조사시 발생한 손상들로 미루어 보았을 때 출입시설 및 점검통로는 일부 경미한 결함 및 손상이 발생하였으나 사용제한 및 안전성이 문제는 발견되지 않았으므로 점검시설은 유지상태가 적합하며, 향후 지속적인 주의관찰이 필요하다.	
접속부 옹벽	• 국부적으로 발생한 균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 균열이다. 구조물의 안전성 저하에 미치는 영향이 적어 현 시점에서 보수보다는 지속적인 주의관찰이 적절하다. • 그 외 재질열화(재료분리, 박리, 철근노출, 층분리)는 공용기간 중 발생할 수 있는 손상이며, 규모 또한 미세하게 국부적으로 발생하였으므로 조속한 보수는 요하진 않지만 주기적인 점검이 필요하다. • 접속부 옹벽 기울기 검토 결과 기울기는 구조적인 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

가. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	26.1 ~ 28.0	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	23.6 ~ 27.2	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.5 ~ 46.1	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		49.2 ~ 69.8	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

나. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
단월교	0.255	B	1.523	A	B
종합평가	• 상태평가와 안전성평가 결과 중 최저평가 등급을 적용(상태평가:B, 안전성평가:A) • 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B”로 평가됨 • 종합평가 결과, “B”로 평가됨				

다. 안전등급 지정

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

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	망상균열	부분보수 및 재포장	-					하자
	소성변형							
	토사퇴적							
	포장폐임							
	포트홀(보수불량)							
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	78.10	29.29	m²	70	2,050	3
	보수부 균열(0.3mm미만)	표면처리	9.00	3.38	m²	70	236	3
	망상균열	표면처리	12.25	18.38	m²	70	1,286	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	17.70	26.55	m	64	1,699	2
	철근노출	단면복구(양측)	0.55	0.83	m²	400	330	2
	가드레일 설치불량	신축홈 파기	2	2	EA	200	400	3
중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.40	0.90	m²	70	63	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	4.30	6.45	m	64	413	2
	균열(0.5mm이상)	주입보수	8.20	12.30	m	64	787	2
	균열(1.0mm이상)	주입보수	4.80	7.20	m	64	461	2
	보수재 박락	단면복구	0.25	0.38	m²	250	94	2
배수시설	배수구 그레이팅 미설치	재설치	7	7	EA	140	980	3
	배수구 막힘	청소	1	1	EA	32	32	3
	배수관 막힘	청소	1	1	EA	32	32	3
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	19.60	7.35	m²	75	551	3
	충분리	단면복구(양측)	0.05	0.08	m²	500	40	2
	박리	단면복구	0.08	0.12	m²	300	36	3
	파손	단면복구	0.34	0.51	m²	300	153	2
거더외부	굽힘	재도장	0.01	0.02	m²	110	2	3
	도장박리	재도장	0.32	0.48	m²	110	53	3
	볼트부식	재도장	12	0.18	m²	55	10	3
	부식	재도장	2.76	4.14	m²	110	455	3
거더내부	도장박리	재도장	0.21	0.32	m²	110	35	3
	볼트부식	재도장	141	2.12	m²	55	117	3
	부식	재도장	0.26	0.39	m²	110	43	3
	실런트 미설치	셀링재처리	15	15	EA	10	150	3
	조명등 파손	재설치	13	13	EA	60	780	3
2차부재	부식	재도장	0.03	0.05	m²	110	5	3
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	31.40	11.78	m²	70	824	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	64	96	1
	백태	표면처리	0.04	0.06	m²	70	4	3
	박리 및 백태	단면복구	5.00	7.50	m²	250	1,875	2
	박락	단면복구	0.19	0.29	m²	250	72	2
	충분리	단면복구(양측)	0.08	0.12	m²	400	48	1
	철선노출	단면복구(양측)	41	0.62	m²	400	248	1
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	82.00	30.75	m²	70	2,153	2
	보수부재균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m²	70	53	3
	망상균열	표면처리	1.08	1.62	m²	70	113	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	5.80	8.70	m	64	557	1
	충분리	단면복구(양측)	0.30	0.45	m²	400	180	1
	파손	단면복구	0.02	0.03	m²	250	8	2
	굽힘	단면복구	0.01	0.02	m²	250	5	2
점검시설	강판부식	재도장	15.00	22.50	m²	110	2,475	3
	너트탈락	너트재체결	1	1	EA	10	10	2
	볼트탈락	볼트 재체결	1	1	EA	10	10	2

구 분	손상내용	보수방안	보수물량	직공 (천원)	관급자재대 (천원)	개략공사비 (직공x1.5+관급자재대) (천원)		우선 순위
교 량 반 침	반침플레이트 부식, 반침 도장박리, 반침볼트 부식, 반침콘크리트 균열(3mm미만), 반침콘크리트 균열(3mm이상), 반침몰탈 균열(3mm미만), 반침몰탈 망상균열, 반침몰탈 파손, 반침콘크리트 철선노출 내진성능부족	반침교체 P1~P3-4300KN A1~A2-2000KN	4300kN (18ea)	44,400	20,400	87,000	346,200	1
			2000kN (12ea)	136,800	54,000	259,200		
신 축 이 음	거푸집 미제거, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락, 차수판측 누수, 신축이음하부 누수, 후타재 균열	신축이음교체 A1(N6160)-195m A2(N6160)-195m	39.0m	39,000	42,900	101,400		1
개 략 공 사 비 (천 원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	22,133		8,110			10,785	
	재경비 (순공사비의 50%)	11,067		4,055			5,393	
	관급자재대	117,300		-			-	
	합계	449,294		12,165			16,178	
개략공사비 총계(천원)		477,637						

주1) 각 손상물량별로 추가보수 등 여유수량을 감안하여 할증을 적용하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증 적용을 제외하였음. * 보수물량 = 손상물량 × 1.2(할증)

주2) 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

마. 종합결론

- 대상시설물은 준공(2000.03) 후 약 21년이 경과한 4경간의 STB 교량이다.
- 정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 정밀안전진단 결과 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으며 안전율은 1.0이상, 내하력 또한 DB-24이상을 확보하는 것으로 평가되었고 내진성능평가에서 받침장치를 제외한 기초 기둥부는 내진성능을 만족하였지만 받침장치에서 NG로 평가되었으며, 탄성받침교체가 필요한 것으로 평가되었다.
- 시설물의 안전등급은 “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” 인 B(양호)등급으로 판정되었다. 이에 제시한 손상들은 우선순위에 따라 보수하고 정기적으로 유지관리 한다면 교량으로서의 기능유지에 문제가 없을 것으로 판단된다.

4.2.4 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	○ 시공관련자료를 보유하고 있지 않은 것으로 확인되었음	
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	○ 점검이력을 검토하여 기존 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 이전점검 자료를 확인한 결과, 일부 손상이 확인되었고 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정밀안전점검은 총12회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

4.2.5 시설물 보수 이력

【표 4.2.2】 단월교 보수이력사항

구 분	기 간	공 사 명	공사 내용
1	2022.06.27.~2022.10.26.	○ 국도45호선 팔당대교 등 시설물보수공사	소파보수
2	2021.03.23.~2021.07.21.	○ 국도46호선 가평2교(구) 등 시설물보수공사	단면보수, 표면보수
3	2020.01.01.~2020.06.01.	○ 연성포장	교면포장 연성포장
4	2018.08.20.~2018.12.20.	○ 배수시설 정비	배수시설 정비
5	2016.06.23.~2016.09.15.	○ 단면보수	교면포장 단면보수
6	2013.06.04.~2013.11.30.	○ 소파보수, 교면방수 배수시설정비 1식	교면포장, 배수시설
7	2010.12.06.~2010.12.27.	○ 교면포장 및 방수	교면포장
8	2008.09.23.~2008.11.24.	○ 내진보강	받침, 교각 내진보강
9	2003.06.13.~2003.08.27.	○ 부대시설 보수공사	부대시설 보수공사
10	2002.08.16.~2002.10.30.	○ 팻칭공법, 단면보수, 균열보수, 표면처리	교면포장, 바닥판, 난간, 연석, 신축이음

4.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 4.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
—	Y	—	—
• FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 2021년 정밀안전진단에 실시한 것으로 확인되었다.			

4.3 현장조사

4.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 굴절차 및 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~S4	도보, 굴절차, 고소차	2023.03.17.~2023.09.12.	
			
도보 조사		굴절점검차 조사	
			
고소점검차 조사		비파괴시험	

【사진 4.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

4.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 단월교의 바닥판하면은 차량하중을 직접적으로 지지하는 동시에 거더에 하중을 분산시키는 역할을 하는 주요 부재로 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장 L=180.0m, 폭 19.5m의 철근콘크리트로 외측 캔틸레버, 내측 데크플레이트가 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면 현장조사 결과 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 데크플레이트부식, 박리, 파손, 백태, 보수재 박리, 층분리, 차수판측누수, 철근노출, 거푸집미제거가 확인되었고, 균열, 철근노출 등 손상은 일부 보수된 것이 확인되었다.

【표 4.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		데크플레이트부식 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	8.50	14	—	—	400.00	32	—	—	0.34	2
S2	6.00	6	—	—	500.00	40	—	—	—	—
S3	5.40	7	1.20	2	500.00	40	—	—	—	—
S4	14.40	24	0.50	1	400.00	32	0.08	1	—	—
합계	34.30	51	1.70	3	1800.00	144	0.08	1	0.34	2

【표 4.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과(계속)

구분	백태 (㎡/개소)		보수재 박리 (㎡/개소)		충분리 (㎡/개소)		차수판측누수 (m/개소)		철근노출 (㎡/개소)		거푸집미제거 (EA/개소)	
S1	—	—	40.00	1	0.05	1	2.00	2	0.01	1	1.00	1
S2	0.03	1	50.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	0.04	2	50.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	2.00	2	0.21	21	1.00	1
합계	0.07	3	140.00	3	0.05	1	4.00	4	0.22	22	2.00	2

			
손상현황	• S1 균열(폭 0.3mm미만)	손상현황	• S3 균열(폭 0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• S2 데크플레이트 부식(2.5×5.0×20EA)	손상현황	• S3 데크플레이트 부식(2.5×5.0×20EA)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 장기공용, 우수유입
조치방안	• 주의관찰 후 조치	조치방안	• 주의관찰 후 조치

【사진 4.3.3】 바닥판하면 손상현황

			
손상현황	• S4 박리(0.4×0.2)	손상현황	• S1 파손(0.3×0.3)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 망상균열(0.3×40.0)	손상현황	• S2 백태(0.1×0.3)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용	원 인	• 장기공용, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• S2 보수재박리(50.0×1.0)	손상현황	• S3 보수재박리(50.0×1.0)
원 인	• 장기공용, 시공미흡, 표면열화	원 인	• 장기공용, 시공미흡, 표면열화
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 4.3.3】바닥판하면 손상현황(계속)

			
손상현황	• S1 층분리(0.5×0.1)	손상현황	• S1 차수판측누수(1EA)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡	원 인	• 시공시 마감미흡, 장기공용
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰 후 조치
			
손상현황	• S4 차수판측누수(1EA)	손상현황	• S4 철근노출(0.1×0.1×16EA)
원 인	• 시공시 마감미흡, 장기공용	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격
조치방안	• 주의관찰 후 조치	조치방안	• 단면보수(방청)
			
손상현황	• S1 거푸집미제거(1EA)	손상현황	• S3 철근노출 보수
원 인	• 시공시 마감미흡	원 인	•
조치방안	• 주의관찰 후 정비	조치방안	• 보수상태 양호

【사진 4.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만), 층분리, 데크플레이트 부식, 박리, 파손, 층분리 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검 결과 신규 손상으로 균열(0.3mm이상), 백태, 보수재 박리, 차수판 측누수, 철근노출, 거푸집미제거 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 4.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	19.60	25	34.30	51	▲ 14.70	신규추가
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	1.70	3	▲ 1.70	신규추가
	데크플레이트부식	m ²	1800.00	144	1800.00	144	— —	변동없음
	박리	m ²	0.08	1	0.08	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.34	2	0.34	2	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.07	3	▲ 0.07	신규추가
	보수재 박리	m ²	—	—	140.00	3	▲ 140.00	신규추가
	층분리	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	차수판측누수	m	—	—	4.00	4	▲ 4.00	신규추가
	철근노출	m ²	—	—	0.22	22	▲ 0.22	신규추가
	거푸집미제거	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규추가

4) 검토의견

- 바닥판하면 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 보수재 박리, 박리, 파손, 층분리의 경우 시공초기 다짐미흡, 마감미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태의 경우 장기공용, 시공미흡, 습기흡착, 우수유입등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 공용기간 증가 및 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전시, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 데크플레이트 부식 경우 장기공용, 마감미흡, 우수유입 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 공용기간 증가 및 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전시, 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 차수판측누수, 거푸집미제거의 경우 장기공용, 마감미흡, 우수유입 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주

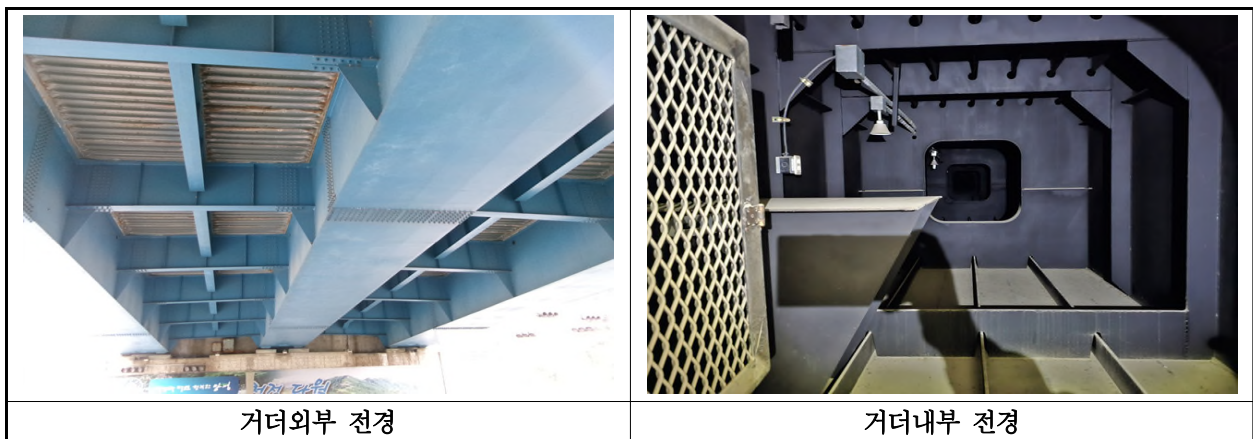
의관찰을 실시하고, 공용기간 증가 및 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전시, 내구성 확보 차원의 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 조사된 철근노출의 경우 시공초기 다짐미흡, 마감미흡, 지속적인 균열부 우수유입, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

나. STB Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 Steel Box 거더 형식으로 4경간 3열로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 거더외부는 굽힘, 도장박리, 부식, 볼트부식 등의 손상이 조사되었으며, 거더내부는 도장박리, 부식, 볼트부식, 실란트 미설치, PIT, 조명등미설치 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.3】 거더외부 현장조사 결과

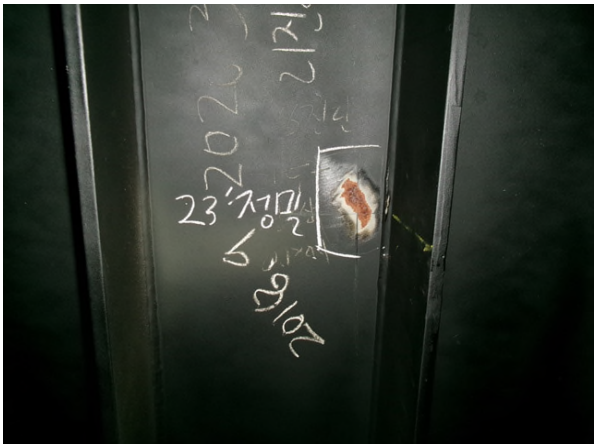
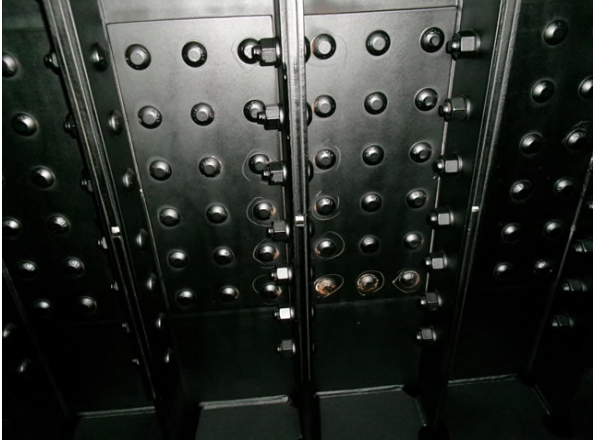
구분	굽힘 (㎡/개소)		도장박리 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		볼트부식 (EA/개소)	
S1	0.01	1	—	—	0.07	4	6.00	6
S2	—	—	0.31	5	2.10	17	—	—
S3	—	—	0.02	2	0.70	9	6.00	6
S4	—	—	0.14	3	0.30	5	—	—
합계	0.01	1	0.47	10	3.17	38	12.00	12

【표 4.3.4】 거더내부 현장조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		볼트부식 (EA/개소)		실란트미설치 (EA/개소)		PIT (EA/개소)		조명등파손 (EA/개소)	
S1	—	—	0.02	2	25.00	25	1.00	1	—	—	4.00	4
S2	0.19	2	—	—	26.00	26	—	—	3.00	3	3.00	3
S3	0.01	1	—	—	46.00	46	4.00	4	3.00	3	3.00	3
S4	0.01	1	0.24	1	44.00	44	1.00	1	3.00	3	3.00	3
합계	0.21	4	0.26	3	141.00	141	6.00	6	9.00	9	13.00	13

			
손상현황	• S1 G2 도장긁힘 (0.1×0.1)	손상현황	• S2 G3 도장박리 (0.1×0.5)
원 인	• 외부충격	원 인	• 장기공용에 의한 열화, 시공미흡
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장
			
손상현황	• S2 G3 부식 (0.1×0.6)	손상현황	• S2 G3 부식 (0.1×0.6)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 장기공용, 우수유입
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장
			
손상현황	• S3 G3 부식 (0.2×0.6)	손상현황	• S1 G3 볼트부식 (6EA)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 장기공용, 우수유입
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장

【사진 4.3.5】 거더 손상현황

	
손상현황 • S3 G1 도장박리(0.1×0.1)	손상현황 • S1 G2 부식(0.1×0.1)
원 인 • 장기공용에 의한 열화, 시공미흡	원 인 • 장기공용, 우수유입
조치방안 • 주의관찰 후 재도장	조치방안 • 주의관찰 후 재도장
	
손상현황 • S3 G2 볼트부식(19EA)	손상현황 • S4 G1 실런트미설치(1EA)
원 인 • 장기공용, 우수유입	원 인 • 장기공용, 우수유입
조치방안 • 주의관찰 후 재도장	조치방안 • 주의관찰 후 재도장
	
손상현황 • S2 G1 PIT(3EA)	손상현황 • S1 G1 조명등파손(1EA)
원 인 • 시공시 마감미흡	원 인 • 시공시 마감미흡, 외부충격
조치방안 • 주의관찰 후 조치	조치방안 • 주의관찰 후 조치

【사진 4.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열, 백태, 철근노출, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검의 신규 손상으로 백태, 박리, 파손, 보수부 들뜸, 파손 및 철근노출 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 4.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	균함	m	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	도장박리	m ²	0.32	8	0.47	10	▲ 0.15	신규추가
	부식	m ²	2.76	32	3.17	38	▲ 0.41	신규추가
	볼트부식	EA	12.00	12	12.00	12	- -	변동없음
거더내부	도장박리	m ²	0.21	4	0.21	4	- -	변동없음
	부식	m ²	0.26	3	0.26	3	- -	변동없음
	볼트부식	EA	141.00	141	141.00	141	- -	변동없음
	실런트미설치	EA	15.00	15	6.00	6	▼ 6.00	일부보수
	PIT	EA	9.00	9	9.00	9	- -	변동없음
	조명등파손	EA	13.00	13	13.00	13	- -	변동없음

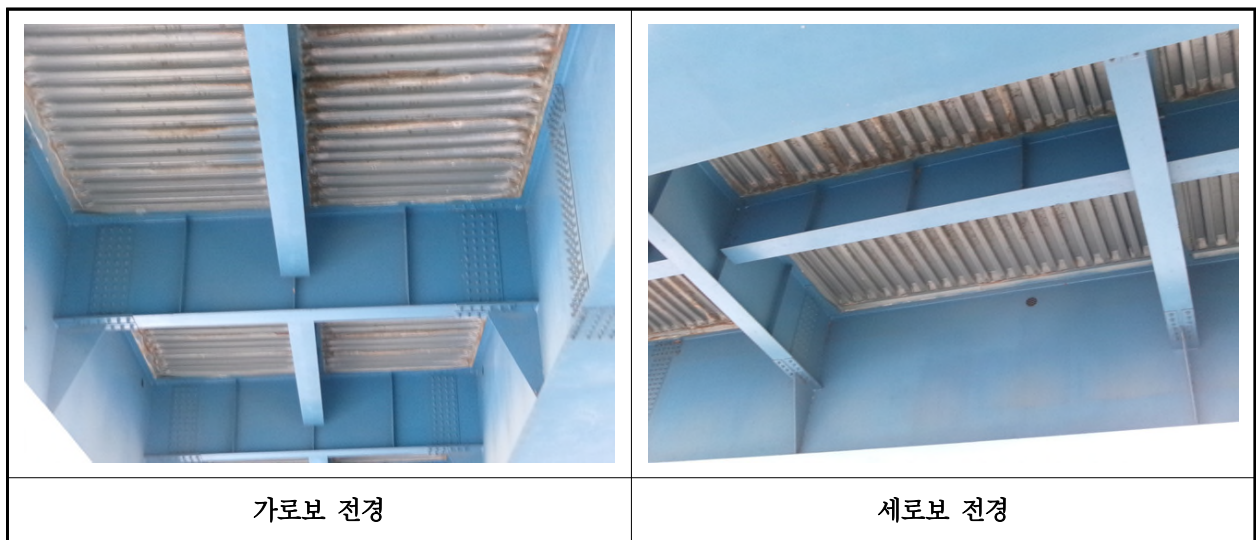
4) 검토의견

- 거더외부에 발생한 균함, 도장박리, 부식, 볼트부식은 장기공용, 시공미흡, 우수유입, 외부충격에 의한 손상으로 확인되었다. 상기손상은 구조물에 영향을 미칠 정도의 손상은 아니므로 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 재도장을 실시하는 유지관리가 바람직하다.
- 거더내부에 발생한 도장박리, 부식, 볼트부식은 장기공용, 시공미흡, 우수유입, 외부충격에 의한 손상으로 확인되었다. 상기손상은 구조물에 영향을 미칠 정도의 손상은 아니므로 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 재도장을 실시하는 유지관리가 바람직하다.
- 거더내부에 조사된 실런트미설치, PIT, 조명등파손의 경우 시공 초기 마감미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 구조물에 영향을 미칠 정도의 손상은 아니므로 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 정비를 실시하는 유지관리가 바람직하다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보 및 세로보는 강제로 시공되어 있다.
- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



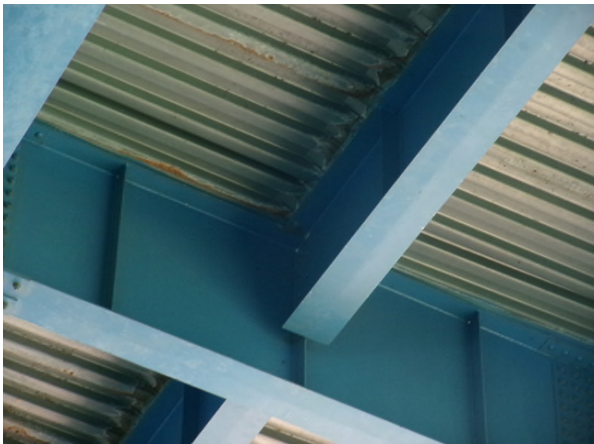
【사진 4.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 가로보에 부식 등의 손상이 조사되었으며, 세로보는 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.

【표 4.3.6】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	부식 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	0.03	3
S4	—	—
합계	0.03	3

			
손상현황	• S3 부식(0.1×0.1)	손상현황	• S3 부식(0.1×0.1)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 장기공용, 우수유입
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장

【사진 4.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 부식 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검의 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 4.3.7】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	부식	m ²	0.03	3	0.03	3	- -	변동없음

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 부식은 장기공용, 습기흡착, 우수유입 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단된다. 상기 손상은 주의관찰을 실시하고, 추후 재도장을 실시하는 것이 바람직하다.
- 세로보의 경우, 현재 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 단월교 교대는 상부 구조물로부터의 하중을 기초로 전달하는 부재로써, 역T형으로 A1, A2은 말뚝기초로 시공되어있다.
- 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 기존손상인 균열, 보수부 재균열, 망상균열, 균열부백태, 파손, 목재박힘, 누수흔적, 호안블럭 박리 및 박락 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검의 신규 손상으로 균열, 파손, 보수부 박락 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 4.3.8】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		박리 및 백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		철선노출 (EA/개소)	
A1	14.20	12	1.00	1	22.50	5	0.34	4	5.00	1	0.04	1	16.00	16
A2	17.20	9	—	—	21.00	6	—	—	—	—	—	—	27.00	27
합계	31.40	21	1.00	1	43.50	11	0.34	4	5.00	1	0.04	1	43.00	43

구분	채수 (㎡/개소)		충분리 (㎡/개소)		호안블럭 파손 (㎡/개소)		파손, 들뜸 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)		법면균열 (m/개소)	
A1	2.00	2	0.08	1	—	—	0.40	2	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	1.00	1	—	—	0.30	1	0.50	1	6.00	3
합계	2.00	2	0.08	1	1.00	1	0.40	2	0.30	1	0.50	1	6.00	3

			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• A1 누수흔적(1.0×5.0)	손상현황	• A1 박락(0.2×0.4)
원 인	• 우수유입, 습기흡착	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A1 박리 및 백태(5.0×1.0)	손상현황	• A1 철선노출(0.1×0.2×16EA)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 우수유입	원 인	• 시공미흡, 마감미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 4.3.9】 교대 손상현황

			
손상현황	• A1 체수(1.0×1.0)	손상현황	• A1 층분리(0.1×0.8)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격
조치방안	• 주의관찰 후 정비	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A2 호안블럭 박리 및 박락(1.0×1.0)	손상현황	• A1 파손(0.2×0.5)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A2 균열부백태(0.2×1.5)	손상현황	• A2 법면균열(L=2.0m×3EA)
원 인	• 시공미흡, 마감미흡, 우수유입, 습기흡착	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 4.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열, 누수흔적, 박락, 박리 및 백태, 백태, 철선노출, 체수, 충분리, 호안블럭 파손 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검의 신규 손상으로 박락, 파손, 들뜸, 망상균열, 균열부백태, 법면균열 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 4.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	31.40	21	31.40	21	- -	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	누수흔적	m ²	43.50	11	43.50	11	- -	변동없음
	박락	m ²	0.19	3	0.34	4	▲ 0.15	신규추가
	박리 및 백태	m ²	5.00	1	5.00	1	- -	변동없음
	백태	m ²	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	철선노출	EA	41.00	41	43.00	43	▲ 2.00	물량변동
	체수	m ²	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	충분리	m ²	0.08	1	0.08	1	- -	변동없음
	호안블럭 파손	m ²	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	파손, 들뜸	m ²	-	-	0.40	2	▲ 0.40	신규추가
	균열부백태	m ²	-	-	0.30	1	▲ 0.30	신규추가
	망상균열	m ²	-	-	0.50	1	▲ 0.50	신규추가
	법면균열	m	-	-	6.00	3	▲ 6.00	신규추가

4) 검토의견

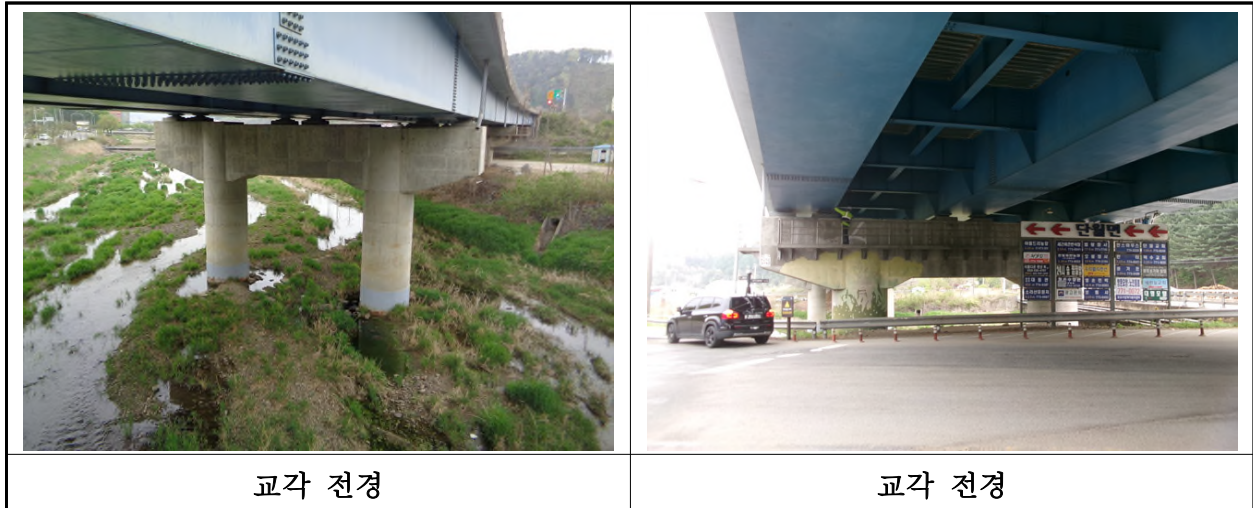
- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태, 균열부백태의 경우 시공미흡, 우수유입, 습기흡착 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 박락, 박리 및 백태, 파손, 들뜸, 호안블럭 파손, 충분리의 경우 시공미흡, 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 마감미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 체수, 누수흔적의 경우 신축이음 하부 누수, 교대 인근 배수시설 월류, 마감불량 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가시 일괄적으로 내구성 확보 차원의 정비, 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 조사된 철심노출의 경우 시공미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철심노출의 경우 시공미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 법면균열 경우 시공미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가 시 일괄적으로 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 단월교의 교각은 RA형 3기로, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 외관조사는 도보 및 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 기존상인 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부재균열(0.3mm미만), 망상균열, 층분리, 파손, 굽힘, 강판부식 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검에서 들뜸, 파손, 강판부식이 신규조사 되었다.

【표 4.3.10】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		보수부재균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		층분리 (m²/개소)	
P1	24.60	34	—	—	—	—	0.56	3	—	—
P2	30.80	44	3.00	1	—	—	—	—	—	—
P3	26.60	38	1.50	4	2.00	3	0.52	2	0.30	1
합계	82.00	116	4.50	5	2.00	3	1.08	5	0.30	1

【표 4.3.10】 교각 현장조사 결과(계속)

구분	파손 (㎡/개소)		균열 (㎡/개소)		강판부식 (㎡/개소)		들뜸 (㎡/개소)	
P1	0.17	3	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	0.01	1	22.50	3	—	—
P3	3.70	4	—	—	—	—	1.00	2
합계	3.87	7	0.01	1	22.50	3	1.00	2

			
손상현황	• P1 균열(폭 0.3mm미만)	손상현황	• P2 균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집조기탈거, 온도변화	원 인	• 건조수축, 거푸집조기탈거, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 균열(폭 0.3mm이상)	손상현황	• P3 보수부재균열(폭 0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집조기탈거, 온도변화	원 인	• 건조수축, 거푸집조기탈거, 온도변화
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 표면처리

【사진 4.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P1 망상균열(0.4×0.5)	손상현황	• P2 긁힘(0.1×0.1)
원 인	• 건조수축, 거푸집조기탈거, 온도변화	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3 층분리(0.1×3.0)	손상현황	• P3 파손(0.1×2.0)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3 들뜸(1.5×0.5)	손상현황	• P2 강판부식(2.5×3.0)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격	원 인	• 장기공용, 마감미흡, 수분침투
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 재도장

【사진 4.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부 채균열(0.3mm미만), 망상균열, 충분리, 파손, 굽힘, 강판부식, 들뜸 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검에서 기 손상인 균열(0.3mm이상)이 일부 보수된 것이 확인되었다. 신규 손상으로는 파손, 강판부식, 들뜸이 추가되었다.

【표 4.3.11】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	82.00	116	82.00	116	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	5.80	7	4.50	5	▼ 1.30	일부보수
	보수부채균열(0.3mm미만)	m	2.00	3	2.00	3	— —	변동없음
	망상균열	m ²	1.08	5	1.08	5	— —	변동없음
	충분리	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.02	2	3.87	7	▲ 3.85	신규추가
	굽힘	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	강판부식	m ²	15.00	2	22.50	3	▲ 7.50	신규추가
	들뜸	m ²	—	—	1.00	2	▲ 1.00	신규추가

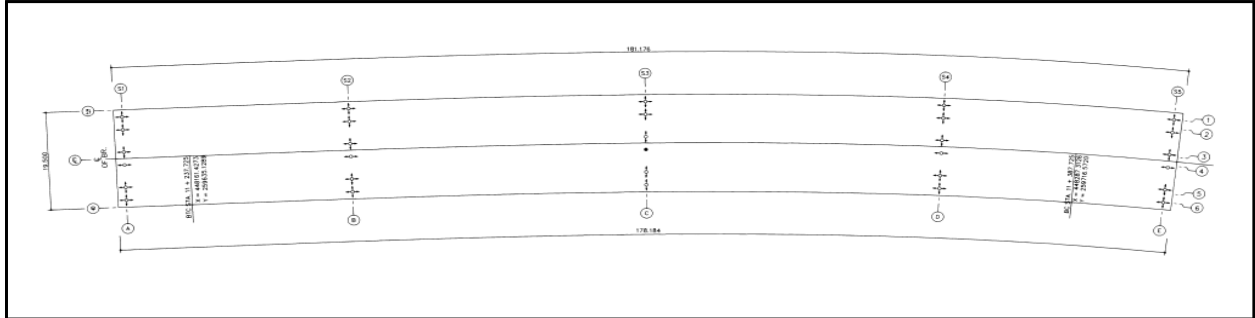
4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 보수부채균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수접촉, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손, 충분리, 들뜸, 굽힘의 경우 장기공용, 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 강판부식의 경우 장기공용 및 하부 하천의 습기흡착 으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가시 일괄적으로 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 단월교의 받침은 포트받침으로 총 30기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 4.3.1】 교량받침 배치도



【사진 4.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침물탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만, 이상), 받침물탈 망상균열, 파손, 받침콘크리트 박리, 재료분리, 파손, 철선노출이 조사되었다.

【표 4.3.12】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침물탈균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트균열(0.3mm이상) (m/개소)		받침물탈망상균열 (m²/개소)		받침물탈파손 (m²/개소)	
A1	0.10	1	—	—	—	—	0.10	1	—	—
P1	0.40	2	1.60	10	—	—	—	—	—	—
P2	0.40	2	1.90	6	1.20	3	—	—	—	—
P3	0.80	3	2.90	9	—	—	—	—	0.04	4
A2	1.20	3	2.10	5	—	—	—	—	0.02	2
합계	2.90	12	8.50	30	1.20	3	0.10	1	0.06	6

【표 4.3.12】 교량반침 현장조사 결과(계속)

구분	받침콘크리트박리 (m ² /개소)		받침콘크리트재료분리 (m ² /개소)		받침콘크리트파손 (m ² /개소)		철선노출 (EA/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	—	—	0.02	2	0.02	1	—	—
P2	0.15	1	—	—	—	—	—	—
P3	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	2.00	2
합계	0.15	1	0.02	2	0.02	1	2.00	2

			
손상현황	• P1 SH6 받침물탈균열(0.3mm미만)	손상현황	• P2 SH4 받침물탈균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 SH6 받침콘크리트균열(0.3mm미만)	손상현황	• P2 SH6 받침콘크리트균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 4.3.13】 교량반침 손상현황

	
손상현황 • A1 SH6 받침물탈망상균열(1.0×0.1) 원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용 조치방안 • 표면처리	손상현황 • P3 SH4 받침물탈파손(0.1×0.1×4EA) 원 인 • 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격 조치방안 • 주의관찰 후 단면보수
	
손상현황 • P2 SH5 받침콘크리트바리(0.1×0.1) 원 인 • 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격 조치방안 • 주의관찰 후 단면보수	손상현황 • P1 SH4 받침콘크리트재료분리(0.1×0.1×2EA) 원 인 • 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격 조치방안 • 주의관찰 후 단면보수
	
손상현황 • P1 SH1 받침콘크리트파손(0.1×0.2) 원 인 • 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부 충격 조치방안 • 주의관찰 후 단면보수	손상현황 • A2 SH1 철선노출(1EA) 원 인 • 시공미흡, 마감미흡 조치방안 • 단면보수(방청)

【사진 4.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 받침부식, 받침물탈균열이 조사되었으며, 금회 점검의 신규 손상으로 받침물 탈균열이 추가로 확인되었다. 기 손상인 받침플레이트 부식, 받침 도장 박리, 받침 볼트부식의 경우 보수된 것이 확인되었다.

【표 4.3.13】 교량받침 기 점검 결과 비교

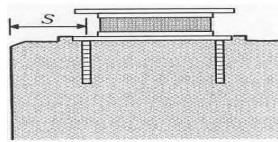
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침물탈균열(0.3mm미만)	m	2.70	11	2.90	12	▲ 0.20	신규추가
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	8.50	28	8.50	28	— —	변동없음
	받침콘크리트균열(0.3mm이상)	m	0.70	2	1.20	3	▲ 0.50	신규추가
	받침물탈망상균열	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	받침물탈파손	m ²	0.02	2	0.06	6	▲ 0.04	신규추가
	받침콘크리트박리	m ²	—	—	0.15	1	▲ 0.15	신규추가
	받침콘크리트재료분리	m ²	—	—	0.02	2	▲ 0.02	신규추가
	받침콘크리트파손	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규추가
	철선노출	EA	4.00	4	2.00	2	▼ 2.00	물량변경
	받침플레이트부식	m ²	0.41	7	—	—	▼ 0.41	보수됨
	받침도장박리	m ²	0.50	2	—	—	▼ 0.50	보수됨
	받침볼트부식	EA	12.00	12	—	—	▼ 12.00	보수됨

4) 검토의견

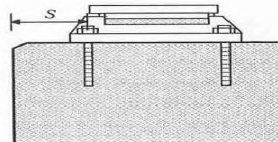
- 교량받침에 조사된 받침물탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만, 이상), 받침물탈 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수접촉, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침물탈파손, 받침콘크리트박리, 재료분리, 파손의 경우 장기공용, 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가시 일괄적으로 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철심노출의 경우 시공미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

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

- 거더의 경간길이 100m 이하

$$: S(\text{mm}) = 200 + 5L$$

- 거더의 경간길이 100m 이상

$$: S(\text{mm}) = 300 + 4L$$

여기서, L은 경간길이(m)

【그림 4.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 4.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=40.0m) : $200 + 5 \times 40.0 = 400.0(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450.0(\text{mm})$

【표 4.3.14】 연단거리 측정 결과

구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)						검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	
A1	400	460	460	460	450	450	450	O.K
P1	A1측	400	700	710	710	700	710	O.K
	A2측	450	730	730	730	725	725	O.K
P2	A1측	450	750	750	750	750	750	O.K
	A2측	450	750	750	750	750	760	O.K
P3	A1측	450	820	820	825	825	825	O.K
	A2측	400	760	760	755	755	755	O.K
A2	400	490	490	490	490	500	500	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 4.3.15】교량받침 이동량 측정

【표 4.3.15】받침장치의 이동량 산정시 온도변화 및 선팅창계수

교량의 종류	온도변화		선팅창계수
	보통지방	한랭 지방	
PSC교, RC교	-5℃ ~ +35℃	-15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}
강교(하로교 및 강바닥판교)	-10℃ ~ +50℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

① 설계기준온도(-20℃ ~ +40℃(한랭지방, 강교))에 따른 여유량 검토

【표 4.3.16】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	36.3	23.7	0.000012	90.0	39.2	25.6	
P1	36.3	23.7	0.000012	50.0	21.8	14.2	
P2	고정단						
P3	36.3	23.7	0.000012	50.0	21.8	14.2	
A2	36.3	23.7	0.000012	90.0	39.2	25.6	
1) 조사당시 온도 : 16.3℃(조사일 : 2023년 05월 04일, 평균온도, 양평)							
2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방, 강교(상로교))							

【표 4.3.17】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	+60	140	20	39.2	25.6	±80
	SH2	+60	140	20			±80
	SH3	+60	140	20			±80
	SH4	+60	140	20			±80
	SH5	+70	150	10			±80
	SH6	+70	150	10			±80
P1	SH1	0	80	80	21.8	14.2	±80
	SH2	0	80	80			±80
	SH3	+5	85	75			±80
	SH4	+5	85	75			±80
	SH5	0	80	80			±80
	SH6	0	80	80			±80
P2(고정단)	고정단						
P2	SH1	+5	85	75	21.8	14.2	±80
	SH2	0	80	80			±80
	SH3	0	80	80			±80
	SH4	0	80	80			±80
	SH5	0	80	80			±80
	SH6	0	80	80			±80
A2	SH1	+10	90	70	39.2	25.6	±80
	SH2	+10	90	70			±80
	SH3	+10	90	70			±80
	SH4	+10	90	70			±80
	SH5	+10	90	70			±80
	SH6	+10	90	70			±80
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

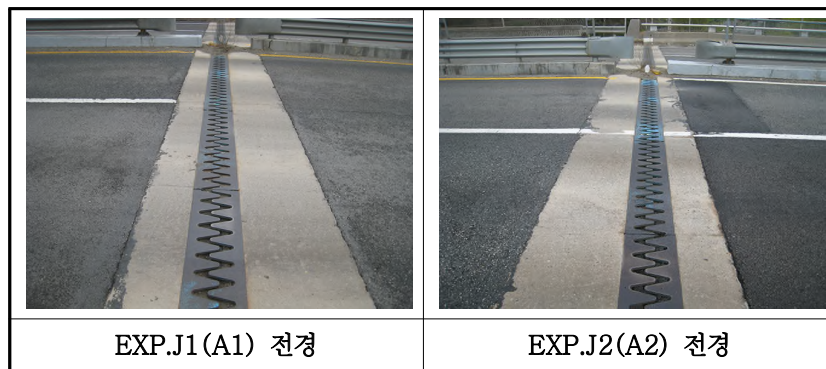
② 교량받침 이동량 검토의견

- 교량받침 이동량의 비교 · 검토결과 대부분의 교량받침에서 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으나, A1측 교량받침의 최대신장시에 가동여유량이 충분하지 않은 것으로 조사되었다. 해당 받침의 외관조사 결과 받침물탈 및 받침콘크리트 파손 등의 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되며, 주의관찰을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

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, A2 핑거조인트로 시공된 상태이다.
- 신축이음의 대한 점검은 도보를 이용하여 육안조사 및 측정을 실시하였다.



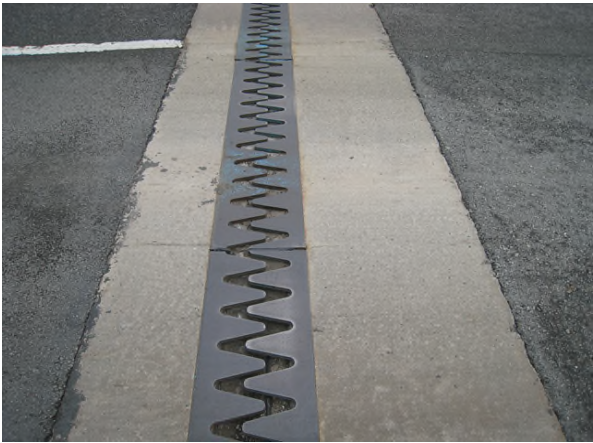
【사진 4.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 유간토사및이물질퇴적, 차수판볼트탈락, 신축이음 하부 누수, 후타재 균열 등의 손상이 조사되었다.

【표 4.3.18】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	유간토사및이물질퇴적 (m/개소)		차수판볼트탈락 (EA/개소)		신축이음 하부 누수 (m/개소)		후타재균열 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	19.00	1	2.00	2	19.50	1	19.10	30
A2 (EXP J2)	19.00	1	3.00	3	19.50	1	15.80	26
합계	38.00	2	5.00	5	39.00	2	34.90	56

			
손상현황	• A1 유간토사퇴적 (L=19.0m)	손상현황	• A2 차수판볼트탈락 (2EA)
원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 시공미흡	원 인	• 공용기간증가, 시공미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 주의관찰 후 조치
			
손상현황	• A1 후타재 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• A2 후타재 균열 (0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화	원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• A1 신축이음 하부 누수 (L=19.5m)	손상현황	• A2 신축이음 하부 누수 (L=19.5m)
원 인	• 장기공용, 열화, 우수유입	원 인	• 장기공용, 열화, 우수유입
조치방안	• 주의관찰 후 조치	조치방안	• 주의관찰 후 조치

【사진 4.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 조사된 유간토사및이물질퇴적, 차수판볼트탈락, 신축이음 하부 누수, 후타재균열 등의 손상이 조사되었고, 거푸집미제거, 차수판측누수는 손상이없고 양호한것으로 확인되었다. 금회 점검결과 후타재 균열이 신규 조사되었다.

【표 4.3.19】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

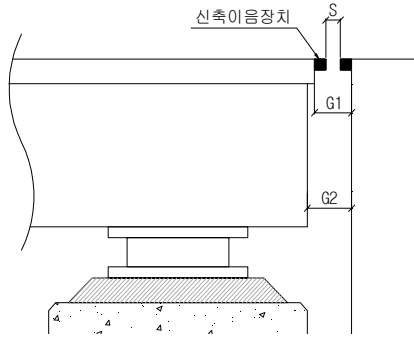
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증 · 감	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	유간토사및이물질퇴적	m	38.00	2	38.00	2	— —	변동없음
	차수판볼트탈락	EA	5.00	5	5.00	5	— —	변동없음
	신축이음 하부 누수	m	39.00	2	39.00	2	— —	변동없음
	후타재 균열	m	31.30	49	34.90	56	▲ 3.50	신규추가
	거푸집미제거	EA	2.00	2	—	—	▼ 2.00	손상없음
	차수판측누수	EA	4.00	4	—	—	▼ 4.00	손상없음

4) 검토의견

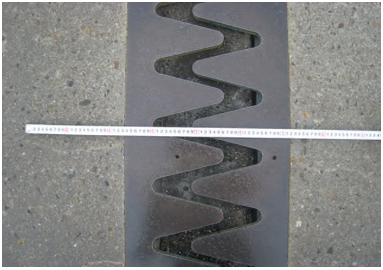
- 신축이음 후타재에 발생한 후타재 균열은 건조수축, 차량의 반복운하중, 장기공용, 표면열화에 의하여 발생한 것으로 상기손상으로 인해 구조물에 미치는 영향이 미미하므로 주의관찰을 실시한 후 손상의 추가발생, 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- 조사된 유간 토사퇴적 및 이물질퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량통행 비산먼지 퇴적, 시공 미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 상기 손상은 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 조사된 차수판볼트탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 상기손상으로 인해 구조물에 미치는 영향이 미미하므로 주의관찰을 실시한 후 손상의 추가발생, 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- 조사된 신축이음 하부 누수의 경우 공용기간 증가, 시공초기 고무재 마감 미흡, 외부 충격 등에 의한 우수 유입으로 판단되며, 상기손상으로 인해 구조물에 미치는 영향이 미미하므로 주의관찰을 실시한 후 손상의 추가발생, 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 이론 신축량 및 유간거리 측정방법

구분	계산방법
이론 신축량	- 이론 신축량 계산 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)
유간거리 측정방법	 S : 신축 유간, G1 : 바닥판 유간, G2 : 거터 유간

【그림 4.3.3】 신축이음 유간 측정방법

		
A1 신축이음 유간(S)	A1 바닥판 유간(G1)	A1 거터 유간(G2)

【사진 4.3.18】 신축이음 유간측정전경

【표 4.3.20】 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)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	33.4	26.6	0.000012	90	36.1	28.7	90	100	180	
A2	33.4	26.6	0.000012	90	36.1	28.7	90	170	330	
1) 조사당시 온도 : 13.4°C (조사일 : 2023년 04월 25일, 평균온도, 양평)										
2) 검토온도 : -20°C ~ 40°C (한랭지방, 강교(상로교))										

【표 4.3.21】 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	36.1	28.7	90	160	126.1	61.3	O.K
	바닥판			100	-	-	71.3	O.K
	거더			180	-	-	151.3	O.K
A2	신축이음	36.1	28.7	90	160	126.1	61.3	O.K
	바닥판			170	-	-	141.3	O.K
	거더			330	-	-	301.3	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

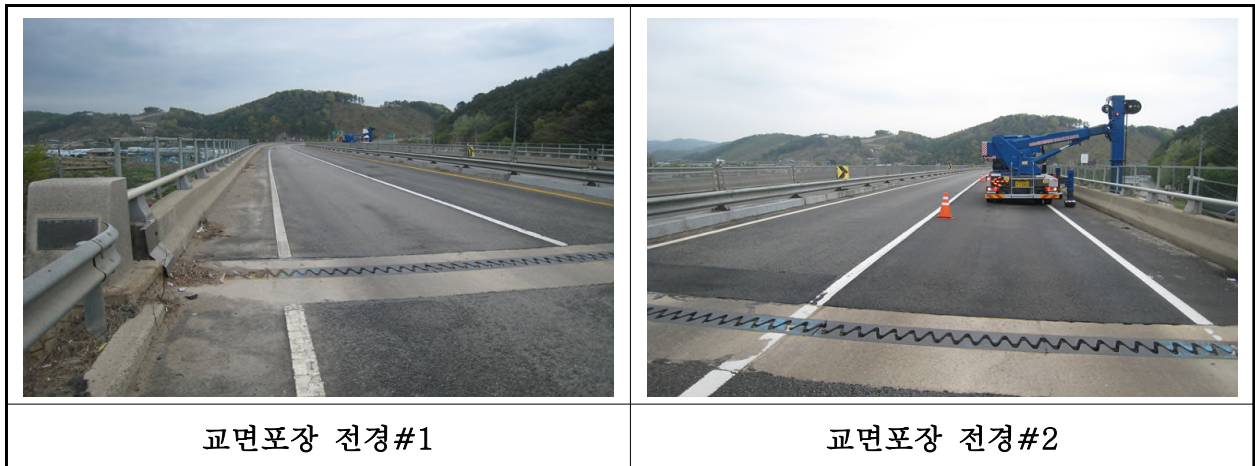
6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 전구간 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



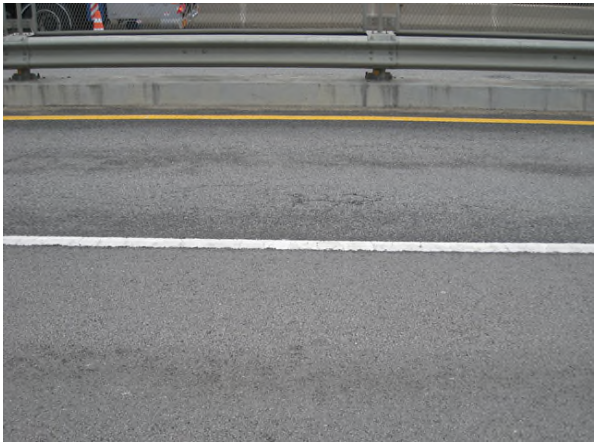
【사진 4.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과, 토사퇴적, 포트홀, 포장파손, 아스콘균열, 아스콘박리가 조사되었다.

【표 4.3.22】 교면포장 현장조사 결과

구분	토사퇴적 (m/개소)		포트홀 (㎡/개소)		아스콘파손 (㎡/개소)		아스콘균열 (m/개소)		아스콘박리 (㎡/개소)	
S1	16.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	3.75	1	5.00	2	2.00	1
S3	—	—	0.09	1	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	1.50	1	—	—
합계	16.00	1	0.09	1	3.75	1	6.50	3	2.00	1

			
손상현황	• S1 서울방향 토사퇴적(40.0×0.4)	손상현황	• S2 서울방향 포트홀(0.3×0.3)
원 인	• 우수유입, 이물질퇴적	원 인	• 장기공용, 차량윤하중, 다짐불량
조치방안	• 주의관찰 후 조치	조치방안	• 아스콘패칭
			
손상현황	• S2 서울방향 아스콘파손(1.5×2.5)	손상현황	• S2 서울방향 아스콘균열
원 인	• 장기공용, 차량윤하중, 다짐불량	원 인	• 장기공용, 우수유입, 차량윤하중
조치방안	• 아스콘패칭	조치방안	• 아스콘패칭
			
손상현황	• S4 홍천방향 아스콘균열	손상현황	• S2 서울방향 아스콘바리(1.0×2.0)
원 인	• 장기공용, 우수유입, 차량윤하중	원 인	• 장기공용, 차량윤하중, 다짐불량
조치방안	• 아스콘패칭	조치방안	• 아스콘패칭

【사진 4.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 조사된 포트홀, 토사퇴적, 포장망상균열 등이 조사되었고, 재포장으로 인한 포장패임, 망상균열, 소성변형, 포트홀이 보수된 것이 확인되었다. 금회 점검결과 포트홀, 아스콘파손, 아스콘균열, 아스콘박리가 신규 조사되었다.

【표 4.3.23】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	토사퇴적	m ²	16.00	1	16.00	1	— —	변동없음
	포트홀	m ²	0.26	3	0.09	1	▼ 0.15	일부보수
	아스콘파손	m ²	—	—	3.75	1	▲ 3.75	신규추가
	아스콘균열	m	—	—	6.50	3	▲ 6.50	신규추가
	아스콘박리	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규추가
	포장패임	m ²	5.51	36	—	—	▼ 5.51	보수됨
	망상균열	m ²	1.80	1	—	—	▼ 1.80	보수됨
	소성변형	m ²	14.25	9	—	—	▼ 14.25	보수됨

4) 검토의견

- 교면포장에 조사된 아스콘 균열, 아스콘 파손, 아스콘 박리, 포트홀은 차량의 반복운하중, 장기공용, 우수유입에 의한 손상으로 신축이음 후타재에 손상을 유발할 수 있으므로, 아스콘 패칭 등의 보수가 요망된다.
- 조사된 토사퇴적의 경우 우천시 우수 및 토사유입으로 인한 배수구 막힘 손상의 영향으로 판단되며, 구배불량에 의한 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 본 손상은 시설물의 원활한 배수를 위하여 배수시설의 배수구 막힘 손상과 연계한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 단월교의 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 시공되어있고, 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 배수시설이 설치되어 있다.
- 배수시설에 대한 외관조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 그레이팅 미설치, 배수관 부식, 배수관 접합부 부식, 배수구 막힘, 배수관 막힘 등 손상이 조사되었다.

【표 4.3.24】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 그레이팅 미설치 (EA/개소)		배수관 부식 (㎡/개소)		배수관 접합부 부식 (㎡/개소)		배수구 막힘 (EA/개소)		배수관 막힘 (EA/개소)	
S1	1.00	1	—	—	—	—	5.00	5	—	—
S2	2.00	2	0.04	1	0.08	2	2.00	2	—	—
S3	2.00	2	—	—	0.04	1	2.00	2	—	—
S4	2.00	2	—	—	—	—	2.00	2	1.00	1
합계	7.00	7	0.04	1	0.12	3	11.00	11	1.00	1

			
손상현황	• S1 배수구 막힘(1EA)	손상현황	• S2 배수구 막힘(1EA)
원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입	원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S4 배수구 막힘(1EA)	손상현황	• S2 배수관 부식(1EA)
원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입	원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S2 배수관 접합부 부식(1EA)	손상현황	• S3 배수관 접합부 부식(1EA)
원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입	원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 4.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 기존 손상인 배수구 그레이팅 미설치, 배수관 부식, 배수관 접합부 부식, 배수구 막힘. 막힘이 조사되었으며, 금회 점검결과 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 4.3.25】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 그레이팅 미설치	EA	7.00	7	7.00	7	- -	변동없음
	배수관 부식	m ²	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	배수관 접합부 부식	m ²	0.12	3	0.12	3	- -	변동없음
	배수구 막힘	EA	1.00	1	11.00	11	▲ 10.00	신규추가
	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘, 배수관 막힘, 배수관 부식, 배수관 접합부 부식은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 교량 인근 사면 및 성토부에서의 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.
- 배수시설에서 조사된 배수구 그레이팅 미설치는 공용기간 경과 및 시공시 마감 미흡 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 4.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부재균열(0.3mm미만), 가드레일설치불량, 난간변형, 낙물흔적, 방호벽분리, 파손 및 철근노출, 보수재박락, 표면마모, 중앙분리대 파손, 텔리네이트 파손, 망상균열, 보수부박락 등이 조사되었다.

【표 4.3.26】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		보수부재균열(0.3mm미만) (m/개소)		가드레일설치불량 (EA/개소)		난간변형 (m/개소)	
S1	11.50	13	4.60	5	6.00	6	—	—	1.00	1
S2	5.00	7	7.10	7	3.00	3	—	—	1.00	1
S3	26.10	27	5.80	7	—	—	—	—	2.00	1
S4	22.60	25	15.80	16	—	—	2.00	2	—	—
합계	65.20	72	33.30	35	9.00	9	2.00	2	4.00	3

구분	낙물흔적 (㎡/개소)		방호벽 박리 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)		보수재박락 (㎡/개소)		표면마모 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
S1	—	—	0.04	1	—	—	—	—	20.00	1	12.00	1
S2	—	—	—	—	0.18	9	—	—	25.00	1	—	—
S3	0.18	1	—	—	—	—	9.29	2	25.00	1	—	—
S4	—	—	—	—	0.02	1	—	—	20.00	1	—	—
합계	0.18	1	0.04	1	0.20	10	9.29	2	90.00	4	12.00	1

			
손상현황	• S1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S1 중분대 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• S1 중분대 균열(0.3mm이상)	손상현황	• S3 중분대 보수재 박락(0.4×23.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용	원 인	• 장기공용, 다짐미흡, 시공미흡
조치방안	• 주의관찰 후 주입보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 방호벽 외측 망상균열(0.3×40.0)	손상현황	• S1 방호벽 외측 망상균열(0.3×40.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거, 장기공용
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 4.3.24】 방호벽 손상현황

			
손상현황	• S3 중분대 보수재 박락(0.4×23.0)	손상현황	• S1 난간변형(L=1.0m)
원 인	• 장기공용, 다짐미흡, 시공미흡	원 인	• 장기공용, 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰 후 조치
			
손상현황	• S3 난간변형(L=2.0m)	손상현황	• S1 박리(0.2×0.2)
원 인	• 장기공용, 외부충격	원 인	• 장기공용, 다짐미흡, 시공미흡
조치방안	• 주의관찰 후 조치	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2 철근노출(0.1×0.1×5EA)	손상현황	• S2 철근노출(0.1×0.2)
원 인	• 장기공용, 시공미흡, 다짐미흡	원 인	• 장기공용, 시공미흡, 다짐미흡
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 4.3.24】 방호벽 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 파손, 들뜸, 중앙분리대 변형, 파손, 앵커볼트 보수불량 등의 손상이 조사되었으며, 균열, 파손 및 철근노출, 망상균열 등의 손상은 일부 보수된 것이 확인되었다. 금회 점검결과 신규 손상으로 박리, 박락 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 4.3.27】 방호벽 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	80.50	99	15.30	72	▼ 65.20	일부보수
	균열(0.3mm이상)	m	35.00	38	33.30	35	▼ 1.70	일부보수
	보수부재균열(0.3mm미만)	m	9.00	9	9.00	9	- -	변동없음
	가드레일설치불량	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	난간변형	m	4.00	3	4.00	3	- -	변동없음
	녹물흔적	m ²	0.18	1	0.18	1	- -	변동없음
	방호벽 박리	m ²	-	-	0.04	1	▲ 0.04	신규추가
	파손 및 철근노출	m ²	0.55	46	0.20	10	▼ 0.35	일부보수
	보수재박락	m ²	0.25	2	9.29	2	▲ 9.04	신규추가
	표면마모	m ²	90.00	4	90.00	4	- -	변동없음
	망상균열	m ²	12.25	2	12.00	1	▼ 0.25	일부보수

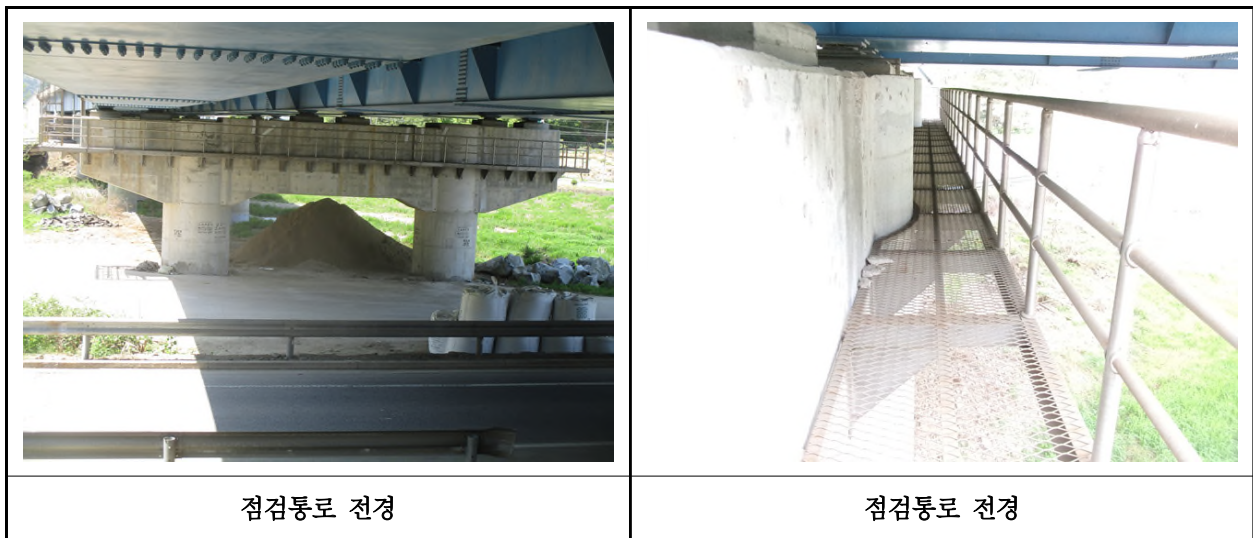
4) 검토의견

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부재균열(0.3mm미만), 방호벽 박리, 표면마모, 파손, 재료분리, 보수부박락의 경우 장기공용, 시공미흡, 다짐미흡, 외부충격, 표면열화에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철근노출, 파손 및 철근노출, 녹물흔적의 경우 장기공용, 시공미흡, 외부충격, 우수유입, 습기흡착에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 가드레일설치불량, 난간변형의 경우 장기공용, 외부충격에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰을 하고 추후 일괄보수를 실시하는 것이 바람직하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 단월교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입이 가능하며, A2는 콘크리트 점검계단, A1, P1, P3는 강재+알루미늄 재질의 점검사다리가 방호벽에 수직으로 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 및 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 4.3.28】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	점검사다리 변형 (EA/개소)	
A1	1.00	1
P1	—	—
P3	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1 점검사다리 변형	손상현황	• 점검통로 상태양호
원 인	• 장기공용, 외부충격	원 인	•
조치방안	• 주의관찰 후 조치	조치방안	•

【사진 4.3.26】교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 금회 점검에서도 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 4.3.29】교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		중 · 감	비고
			물량	개소	물량	개소		
점검시설	점검사다리 변형	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 점검시설에 조사된 점검사다리 변형은 차량 충격으로 인한 변형으로 확인되었으며, 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰을 하고 추후 재설치 등 일괄 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과, 난간 및 연석”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

4.3.3 외관조사 총괄표

【표 4.3.30】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열 (0.3mm미만)	m	34.30	51	
	균열 (0.3mm이상)	m	1.70	3	
	데크플레이트부식	m ²	1800.00	144	
	박리	m ²	0.08	1	
	파손	m ²	0.34	2	
	백태	m ²	0.07	3	
	보수재 박리	m ²	140.00	3	
	충분리	m ²	0.05	1	
	차수관측누수	m	4.00	4	
	철근노출	m ²	0.22	22	
	거푸집미제거	EA	2.00	2	
거더외부	긁힘	m ²	0.01	1	
	도장박리	m ²	0.47	10	
	부식	m ²	3.17	38	
	볼트부식	EA	12.00	12	
거더내부	도장박리	m ²	0.21	4	
	부식	m ²	0.26	3	
	볼트부식	EA	141.00	141	
	실린트미설치	EA	6.00	6	
	PIT	EA	9.00	9	
	조명등파손	EA	13.00	13	
가로보 및 세로보	부식	m ²	0.03	3	
교대	균열 (0.3mm미만)	m	31.40	21	
	균열 (0.3mm이상)	m	1.00	1	
	누수흔적	m ²	43.50	11	
	박락	m ²	0.34	4	
	박리 및 백태	m ²	5.00	1	
	백태	m ²	0.04	1	
	철선노출	EA	43.00	43	
	체수	m ²	2.00	2	
	충분리	m ²	0.08	1	
	호안블럭 파손	m ²	1.00	1	
	파손, 들뜸	m ²	0.40	2	
	균열부백태	m ²	0.30	1	
	망상균열	m ²	0.50	1	
	법면균열	m	6.00	3	
교각	균열 (0.3mm미만)	m	82.00	116	
	균열 (0.3mm이상)	m	4.50	5	
	보수부재균열 (0.3mm미만)	m	2.00	3	
	망상균열	m ²	1.08	5	
	충분리	m ²	0.03	1	
	파손	m ²	3.87	7	
	긁힘	m ²	0.01	1	
	강판부식	m ²	22.50	3	
	들뜸	m ²	1.00	2	

【표 4.3.30】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	받침몰탈균열(0.3㎜미만)	m	2.90	12	
	받침콘크리트균열(0.3㎜미만)	m	8.50	30	
	받침콘크리트균열(0.3㎜이상)	m	1.20	3	
	받침몰탈망상균열	m ²	0.10	1	
	받침몰탈파손	m ²	0.06	6	
	받침콘크리트박리	m ²	0.15	1	
	받침콘크리트재료분리	m ²	0.02	2	
	받침콘크리트파손	m ²	0.02	1	
	철선노출	EA	2.00	2	
신축이음	유간토사및이물질퇴적	m	38.00	2	
	차수판볼트탈락	EA	5.00	5	
	신축이음 하부 누수	m	39.00	2	
	후타재균열	m	34.90	56	
교면포장	토사퇴적	m	16.00	1	
	포트홀	m ²	0.09	1	
	아스콘파손	m ²	3.75	1	
	아스콘균열	m	6.50	3	
	아스콘박리	m ²	2.00	1	
배수시설	배수구 그레이팅 미설치	EA	7.00	7	
	배수관 부식	m ²	0.04	1	
	배수관 접합부 부식	m ²	0.12	3	
	배수구 막힘	EA	11.00	11	
	배수관 막힘	EA	1.00	1	
방호벽 및 중앙분리대	균열(0.3㎜미만)	m	65.20	72	
	균열(0.3㎜이상)	m	33.30	35	
	보수부재균열(0.3㎜미만)	m	9.00	9	
	가드레일설치불량	EA	2.00	2	
	난간변형	m	4.00	3	
	녹물흔적	m ²	0.18	1	
	방호벽 박리	m ²	0.04	1	
	파손 및 철근노출	m ²	0.20	10	
	보수재박락	m ²	9.29	2	
	표면마모	m ²	90.00	4	
	망상균열	m ²	12.00	1	
교량 점검시설	점검사다리 변형	EA	1.00	1	

4.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 4.3.31】 기 점검과의 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	19.60	25	34.30	51	▲ 14.70	신규추가
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	1.70	3	▲ 1.70	신규추가
	데크플레이트부식	m ²	1800.00	144	1800.00	144	— —	변동없음
	박리	m ²	0.08	1	0.08	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.34	2	0.34	2	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.07	3	▲ 0.07	신규추가
	보수재 박리	m ²	—	—	140.00	3	▲ 140.00	신규추가
	충분리	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	차수관측누수	m	—	—	4.00	4	▲ 4.00	신규추가
	철근노출	m ²	—	—	0.22	22	▲ 0.22	신규추가
	거푸집미제거	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규추가
거더외부	굽힘	m	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	도장박리	m ²	0.32	8	0.47	10	▲ 0.15	신규추가
	부식	m ²	2.76	32	3.17	38	▲ 0.41	신규추가
	볼트부식	EA	12.00	12	12.00	12	— —	변동없음
거더내부	도장박리	m ²	0.21	4	0.21	4	— —	변동없음
	부식	m ²	0.26	3	0.26	3	— —	변동없음
	볼트부식	EA	141.00	141	141.00	141	— —	변동없음
	실런트미설치	EA	15.00	15	6.00	6	▼ 6.00	일부보수
	PIT	EA	9.00	9	9.00	9	— —	변동없음
	조명등파손	EA	13.00	13	13.00	13	— —	변동없음
가로보	부식	m ²	0.03	3	0.03	3	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	31.40	21	31.40	21	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	43.50	11	43.50	11	— —	변동없음
	박락	m ²	0.19	3	0.34	4	▲ 0.15	신규추가
	박리 및 백태	m ²	5.00	1	5.00	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	철선노출	EA	41.00	41	43.00	43	▲ 2.00	물량변동
	체수	m ²	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	충분리	m ²	0.08	1	0.08	1	— —	변동없음
	호안블럭 파손	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	파손, 들뜸	m ²	—	—	0.40	2	▲ 0.40	신규추가
	균열부백태	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규추가
	망상균열	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규추가
	법면균열	m	—	—	6.00	3	▲ 6.00	신규추가
교각	균열(0.3mm미만)	m	82.00	116	82.00	116	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	5.80	7	4.50	5	▼ 1.30	일부보수
	보수부재균열(0.3mm미만)	m	2.00	3	2.00	3	— —	변동없음
	망상균열	m ²	1.08	5	1.08	5	— —	변동없음
	충분리	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.02	2	3.87	7	▲ 3.85	신규추가
	굽힘	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	강판부식	m ²	15.00	2	22.50	3	▲ 7.50	신규추가
	들뜸	m ²	—	—	1.00	2	▲ 1.00	신규추가

【표 4.3.31】 기 점검과의 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침몰탈균열(0.3mm파면)	m	2.70	11	2.90	12	▲ 0.20	신규추가
	받침콘크리트균열(0.3mm파면)	m	8.50	28	8.50	28	— —	변동없음
	받침콘크리트균열(0.3mm이상)	m	0.70	2	1.20	3	▲ 0.50	신규추가
	받침몰탈망상균열	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	받침몰탈파손	m ²	0.02	2	0.06	6	▲ 0.04	신규추가
	받침콘크리트박리	m ²	—	—	0.15	1	▲ 0.15	신규추가
	받침콘크리트재료분리	m ²	—	—	0.02	2	▲ 0.02	신규추가
	받침콘크리트파손	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규추가
	철선노출	EA	4.00	4	2.00	2	▼ 2.00	물량변경
	받침플레이트부식	m ²	0.41	7	—	—	▼ 0.41	보수됨
	받침도장박리	m ²	0.50	2	—	—	▼ 0.50	보수됨
	받침볼트부식	EA	12.00	12	—	—	▼ 12.00	보수됨
신축이음	유간토사및이물질퇴적	m	38.00	2	38.00	2	— —	변동없음
	차수판볼트탈락	EA	5.00	5	5.00	5	— —	변동없음
	신축이음 하부 누수	m	39.00	2	39.00	2	— —	변동없음
	후타재 균열	m	31.30	49	34.90	56	▲ 3.50	신규추가
	거푸집미제거	EA	2.00	2	—	—	▼ 2.00	손상없음
	차수판측누수	EA	4.00	4	—	—	▼ 4.00	손상없음
교면포장	토사퇴적	m ²	16.00	1	16.00	1	— —	변동없음
	포트홀	m ²	0.26	3	0.09	1	▼ 0.15	일부보수
	아스콘파손	m ²	—	—	3.75	1	▲ 3.75	신규추가
	아스콘균열	m	—	—	6.50	3	▲ 6.50	신규추가
	아스콘박리	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규추가
	포장패임	m ²	5.51	36	—	—	▼ 5.51	보수됨
	망상균열	m ²	1.80	1	—	—	▼ 1.80	보수됨
	소성변형	m ²	14.25	9	—	—	▼ 14.25	보수됨

【표 4.3.31】 기 점검과의 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전진단		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 그레이팅 미설치	EA	7.00	7	7.00	7	— —	변동없음
	배수관 부식	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	배수관 접합부 부식	m ²	0.12	3	0.12	3	— —	변동없음
	배수구 막힘	EA	1.00	1	11.00	11	▲ 10.00	신규추가
	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	80.50	99	15.30	72	▼ 65.20	일부보수
	균열(0.3mm이상)	m	35.00	38	33.30	35	▼ 1.70	일부보수
	보수부재균열(0.3mm미만)	m	9.00	9	9.00	9	— —	변동없음
	가드레일설치불량	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	난간변형	m	4.00	3	4.00	3	— —	변동없음
	녹물흔적	m ²	0.18	1	0.18	1	— —	변동없음
	방호벽 박리	m ²	—	—	0.04	1	▲ 0.04	신규추가
	파손 및 철근노출	m ²	0.55	46	0.20	10	▼ 0.35	일부보수
	보수재박락	m ²	0.25	2	9.29	2	▲ 9.04	신규추가
	표면마모	m ²	90.00	4	90.00	4	— —	변동없음
	망상균열	m ²	12.25	2	12.00	1	▼ 0.25	일부보수
교량 점검시설	점검사다리 변형	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4.4 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.

4.4.1 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 4.4.1】 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	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	1	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

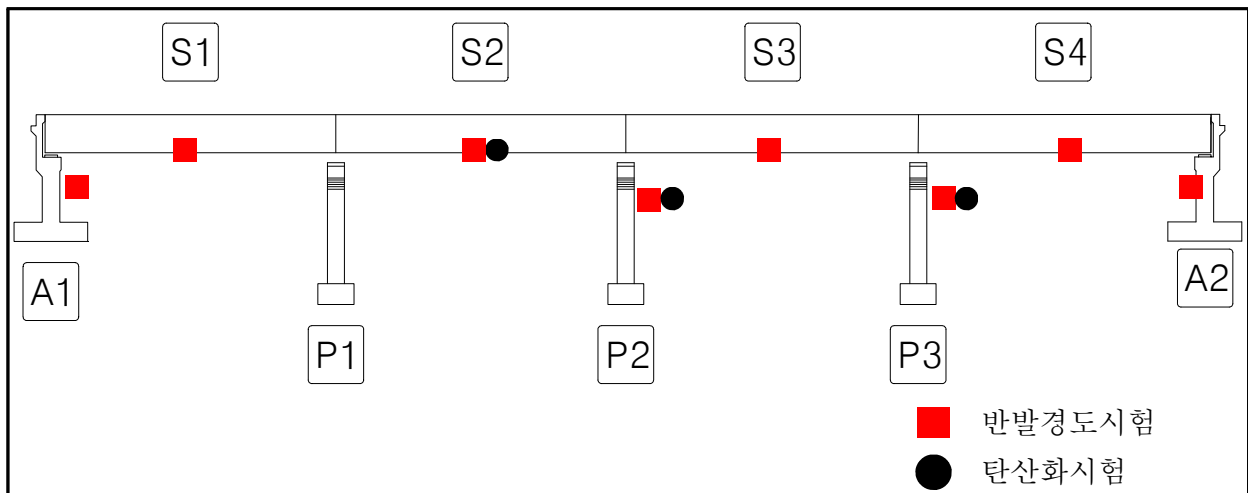
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 4.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 4.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

4.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(각 4개소)을 실시하였으며, 검토결과 는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 4.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	55.0	30.5	29.7	0.63	27.0	
	S2	바닥판	51.0	29.5	29.2			
	S3	바닥판	55.5	33.1	31.2			
	S4	바닥판	56.5	33.9	31.6			

【표 4.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대 및 교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	교대	48.5	27.4	28.0	0.63	24.0	
	A2	교대	49.2	28.0	28.3			
	P2	교각	55.9	33.4	31.4			
	P3	교각 (비건전)	55.7	33.2	31.3			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 29.2~33.9MPa, 하부구조 교대, 교각 27.4~33.4MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(상부구조: 27.0MPa, 하부구조: 24.0MPa) 를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 4.4.4】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면	29.2~33.9	27.0	108.1% ~ 125.6%
하부구조	교대, 교각	27.4~33.4	24.0	114.2% ~ 139.2%

② 기 점검결과와의 비교

【표 4.4.5】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	전회 2021년 정밀안전진단	금회 2023년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	26.1~28.3	29.2~33.09	27.0
	교대, 교각	23.6~27.2	27.4~33.4	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 설계피복두께를 적용하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 4.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화잔여깊이 (mm)	탄산화속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S2 바닥판	1.0	41.0	40.0	0.21	100년이상	a
하부구조	P2 코평부	4.0	65.0	61.0	0.83	100년이상	a
	P3 코평부	5.0	76.0	71.0	1.04	100년이상	a

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0~5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 4.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.0	40.0	
하부구조	4.0~5.0	61.0~71.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 4.4.8】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	전회 2021년 정밀안전진단			금회 2023년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	3.5~12.3	31.5~46.1	a	1.0	40.0	a	
하부구조	7.4~19.8	49.2~69.8	a	4.0~5.0	61.0~71.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 대부분 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 4.4.9】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.2~33.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	27.4~33.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		40.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		61.0~71.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 4.4.10】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			전회 2021년 정밀안전진단		금회 2023년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	26.1~28.3		29.2~33.9		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대 및 교각	23.6~27.2		27.4~33.4		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.5~46.1	a	40.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		49.2~69.8	a	61.0~71.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

4.5 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.

4.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 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 4.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	STB	c	b	a	b	b	c	b	b	c	q	a	—
S2	P1	STB	c	b	a	b	b	c	—	b	b	q	—	—
S3	P2	STB	c	b	b	b	b	c	—	c	c	q	—	a
S4	P3	STB	c	b	a	b	b	c	—	b	c	q	—	a
	A2								b	b	c	q	—	—
평균			0.400	0.200	0.125	0.200	0.200	0.400	0.200	0.240	0.360	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.072	0.040	0.006	0.014	0.006	0.008	0.018	0.022	0.072	—	0.004	0.003
													0.265	
													C	

■ 결함도 범위 : $0.260 \leq \text{결함도지수} (0.265) < 0.490$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 4.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
단월교	0.265	C	180.0	4	720	1.000	0.265
합계(Σ)			180.0	4	720	1.000	0.265
1. 평가지수 =							0.265
2. 상태평가결과 =							C

4.5.2 기 점검 결과와의 비교

- 기존 정밀안전점검 이후 거더내부 실런트미설치, 교대 균열, 교량받침 받침부식, 교면포장 포트홀, 망상균열, 소성변형 등의 손상에 대한 보수가 일부 실시되었고, 금회 정밀조사로 인한 도장박리, 파손, 보수재 박리, 박락, 강판 부식, 철근노출, 아스콘 파손, 배수구 막힘 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 4.5.3】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

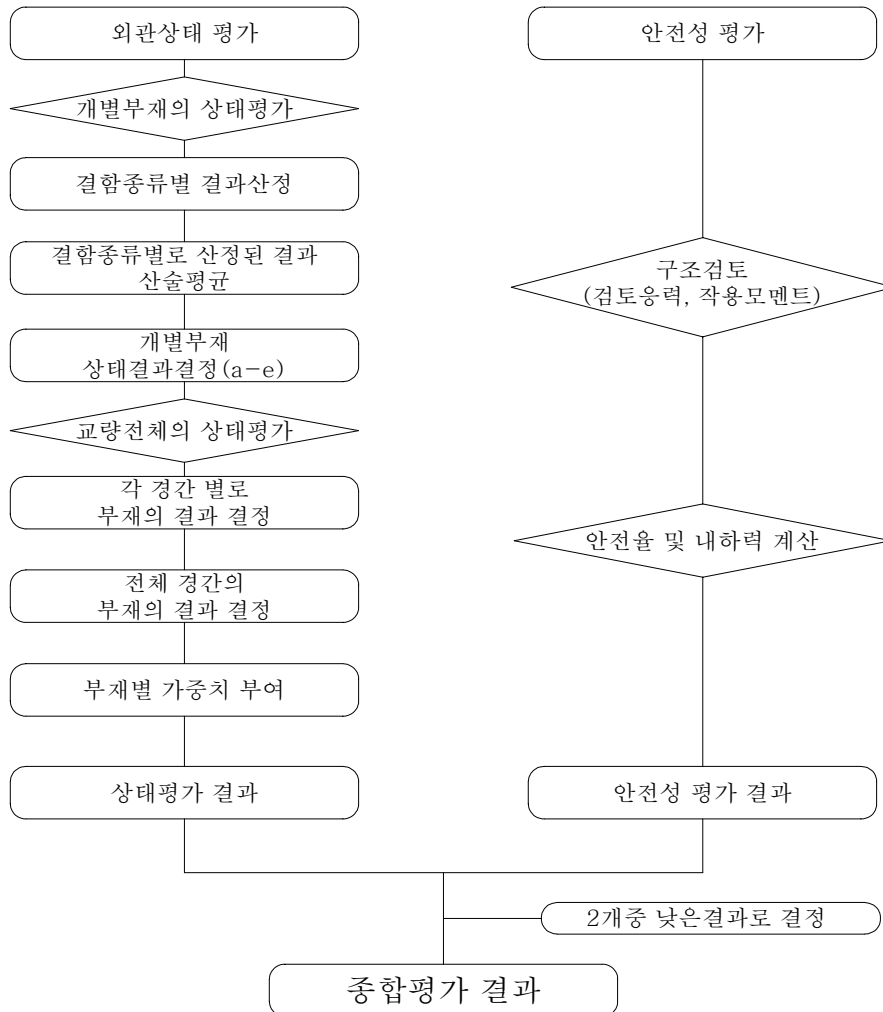
구 분	2021년 정밀안전진단	2023년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.255	0.265
상태평가결과	B	C
총 평	●금회 정밀안전점검 결과, 환산결함도점수 0.265, 등급 “C” 로 산정되었다. ●전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.255에서 0.265으로 0.026 증가하였으며, 상태평가 등급은 “C” 로 평가되었다. ●환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 금회 정밀조사로 인한 도장박리, 파손, 보수재 박리, 박락, 강판 부식, 철근노출, 아스콘 파손, 배수구 막힘 등의 손상이 추가로 조사되어 결함점수는 전회차 대비 증가하였고, 등급도 “B” 에서 “C” 로 하락한 것으로 확인되었다.	

4.6 종합평가 및 안전등급 지정

4.6.1 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 4.6.1】 종합평가 결과 산정절차

4.6.2 종합평가 결과

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

【표 4.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
단월교	0.265	C	—	—	C
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 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 “C” 로 평가됨 •종합평가 결과, “C” 로 평가됨				

4.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『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』인 “C등급” 으로 지정하였다.

【표 4.6.2】 안전등급 지정

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

4.7 보수·보강 및 유지관리방안

4.7.1 보수·보강 방안

【표 4.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	솔상	개소	분수	불상	보수방안	순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	34.30	51	m ²	12.86	표면처리	2순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.70	3	m	2.55	주입보수	1순위
	데크플레이트부식	m ²	1800.00	144	m ²	2700.00	주의관찰	—
	박리	m ²	0.08	1	m ²	0.12	단면보수	2순위
	파손	m ²	0.34	2	m ²	0.51	단면보수	2순위
	백태	m ²	0.07	3	m ²	0.11	주의관찰	—
	보수재 박리	m ²	140.00	3	m ²	210.00	단면보수	2순위
	충분리	m ²	0.05	1	m ²	0.08	단면보수	2순위
	차수판측누수	m	—	—	m	4.00	주의관찰	—
	철근노출	m ²	—	—	m ²	0.22	단면보수(방청)	1순위
	거푸집미제거	EA	—	—	EA	2.00	주의관찰	—
거더외부	굽힘	m ²	0.01	1	m ²	0.02	주의관찰	—
	도장박리	m ²	0.47	10	m ²	0.71	주의관찰	—
	부식	m ²	3.17	38	m ²	4.76	주의관찰	—
	볼트부식	EA	12.00	12	EA	12.00	주의관찰	—
거더내부	도장박리	m ²	0.21	4	m ²	0.32	주의관찰	—
	부식	m ²	0.26	3	m ²	0.39	주의관찰	—
	볼트부식	EA	141.00	141	EA	141.00	주의관찰	—
	실린트미설치	EA	6.00	6	EA	6.00	주의관찰	—
	PIT	EA	9.00	9	EA	9.00	주의관찰	—
	조명등파손	EA	13.00	13	EA	13.00	주의관찰	—
가로보	부식	m ²	0.03	3	m ²	0.05	주의관찰	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	31.40	21	m ²	12.86	표면처리	2순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	m	1.50	주입보수	1순위
	누수흔적	m ²	43.50	11	m ²	65.25	표면처리	2순위
	박락	m ²	0.34	4	m ²	0.51	단면보수	2순위
	박리 및 백태	m ²	5.00	1	m ²	7.50	표면처리	2순위
	백태	m ²	0.04	1	m ²	0.06	표면처리	2순위
	철선노출	EA	43.00	43	m ²	0.65	단면보수(방청)	1순위
	체수	m ²	2.00	2	m ²	3.00	주의관찰	—
	충분리	m ²	0.08	1	m ²	0.12	단면보수	2순위
	호안블럭 파손	m ²	1.00	1	m ²	1.50	단면보수	2순위
	파손, 들뜸	m ²	0.40	2	m ²	0.60	단면보수	2순위
	균열부백태	m ²	0.30	1	m ²	0.45	표면처리	2순위
	망상균열	m ²	0.50	1	m ²	0.75	표면처리	2순위
	법면균열	m	6.00	3	m ²	9.00	주의관찰	—
교각	균열(0.3mm미만)	m	73.90	105	m ²	12.86	표면처리	2순위
	균열(0.3mm이상)	m	4.50	5	m	6.75	주입보수	1순위
	보수부재균열(0.3mm미만)	m	1.20	2	m ²	12.86	표면처리	2순위
	망상균열	m ²	0.96	4	m ²	1.44	표면처리	2순위
	충분리	m ²	0.03	1	m ²	0.05	단면보수	2순위
	파손	m ²	3.87	7	m ²	5.81	단면보수	2순위
	굽힘	m ²	0.01	1	m ²	0.02	단면보수	2순위
	강판부식	m ²	22.50	3	m ²	33.75	주의관찰	—
	들뜸	m ²	1.00	2	m ²	1.50	단면보수	2순위

【표 4.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	슬상	개소	분류	불량	보수방안	순위
교량받침	받침몰탈균열(0.3㎜미만)	m	2.90	12	m ²	1.09	표면처리	2순위
	받침콘크리트균열(0.3㎜미만)	m	8.50	30	m ²	3.19	주입보수	1순위
	받침콘크리트균열(0.3㎜이상)	m	1.20	3	m	1.80	표면처리	2순위
	받침몰탈망상균열	m ²	0.10	1	m ²	0.15	표면처리	2순위
	받침몰탈파손	m ²	0.06	6	m ²	0.09	주의관찰	—
	받침콘크리트박리	m ²	0.15	1	m ²	0.23	주의관찰	—
	받침콘크리트재료분리	m ²	0.02	2	m ²	0.03	주의관찰	—
	받침콘크리트파손	m ²	0.02	1	m ²	0.03	주의관찰	—
	철선노출	EA	2.00	2	EA	2.00	단면보수(방청)	1순위
신축이음	유산토사밋이물질퇴적	m	38.00	2	m	57.00	정비	3순위
	차수판볼트탈락	EA	5.00	5	EA	5.00	주의관찰	—
	신축이음 하부 누수	m	39.00	2	m ²	58.50	주의관찰	—
	후타재균열	m	34.90	56	m ²	13.09	주의관찰	—
교면포장	토사퇴적	m	16.00	1	m	24.00	정비	3순위
	포트홀	m ²	0.09	1	m ²	0.14	아스콘패칭	2순위
	아스콘파손	m ²	3.75	1	m ²	5.63	아스콘패칭	2순위
	아스콘균열	m	6.50	3	m ²	9.75	아스콘패칭	2순위
	아스콘박리	m ²	2.00	1	m ²	3.00	아스콘패칭	2순위
배수시설	배수구 그레이팅 미설치	EA	7.00	7	EA	7.00	정비	3순위
	배수관 부식	m ²	0.04	1	m ²	0.06	정비	3순위
	배수관 접합부 부식	m ²	0.12	3	m ²	0.18	정비	3순위
	배수구 막힘	EA	11.00	11	EA	11.00	정비	3순위
	배수관 막힘	EA	1.00	1	EA	1.00	정비	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	m	65.20	72	m ²	24.45	표면처리	2순위
	균열(0.3㎜이상)	m	33.30	35	m	49.95	주입보수	1순위
	보수부재균열(0.3㎜미만)	m	9.00	9	m ²	3.38	표면처리	2순위
	가드레일설치불량	EA	2.00	2	EA	2.00	주의관찰	—
	난간변형	m	4.00	3	m	6.00	주의관찰	—
	녹물흔적	m ²	0.18	1	m ²	0.27	단면보수(방청)	1순위
	방호벽 박리	m ²	0.04	1	m ²	0.06	단면보수	2순위
	파손 및 철근노출	m ²	0.20	10	m ²	0.30	단면보수(방청)	1순위
	보수재박락	m ²	9.29	2	m ²	13.94	단면보수	2순위
	표면마모	m ²	90.00	4	m ²	135.00	단면보수	2순위
	망상균열	m ²	12.00	1	m ²	18.00	주의관찰	—
교량첨설	점검사다리 변형	EA	1.00	1	EA	1.50	주의관찰	—

4.7.2 개략공사비

【표 4.7.2】 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략공 사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	34.30	12.86	m ²	85	1,093	2순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.70	2.55	m	65	166	1순위
	박리	단면보수	0.08	0.12	m ²	260	31	2순위
	파손	단면보수	0.34	0.51	m ²	260	133	2순위
	보수재 박리	단면보수	140.00	210.00	m ²	260	54,600	2순위
	충분리	단면보수	0.05	0.08	m ²	260	21	2순위
	철근노출	단면보수(방청)	4.00	6.00	m ²	320	1,920	1순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	31.40	11.78	m ²	70	825	2순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.00	1.50	m	64	96	1순위
	누수흔적	표면처리	43.50	65.25	m ²	70	4,568	2순위
	박락	단면보수	0.34	0.51	m ²	250	128	2순위
	박리 및 백태	표면처리	5.00	7.50	m ²	70	525	2순위
	백태	표면처리	0.04	0.06	m ²	70	4	2순위
	철선노출	단면보수(방청)	43.00	0.65	m ²	320	208	1순위
	충분리	단면보수	0.08	0.12	m ²	260	31	2순위
	호안블럭 파손	단면보수	1.00	1.50	m ²	260	390	2순위
	파손, 들뜸	단면보수	0.40	0.60	m ²	260	156	2순위
	균열부백태	표면처리	0.30	0.45	m ²	85	38	2순위
	망상균열	표면처리	0.50	0.75	m ²	85	64	2순위
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	82.00	30.75	m ²	85	2,614	2순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	4.50	6.75	m	65	439	1순위
	보수부재균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.00	3.00	m ²	85	255	2순위
	망상균열	표면처리	1.08	1.62	m ²	85	138	2순위
	충분리	단면보수	0.30	0.45	m ²	260	117	2순위
	파손	단면보수	3.87	5.81	m ²	260	1,511	2순위
	굽힘	단면보수	0.01	0.02	m ²	260	5	2순위
	들뜸	단면보수	22.50	33.75	m ²	260	8,775	2순위
교량받침	반침몰탈균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.00	1.09	m ²	85	93	2순위
	반침몰균열(0.3㎜미만)	주입보수	8.50	3.19	m ²	85	271	1순위
	반침몰균열(0.3㎜이상)	표면처리	1.20	1.80	m	65	117	2순위
	반침몰탈망상균열	표면처리	0.10	0.15	m ²	85	13	2순위
신축이음	유산토사및이물질퇴적	정비	38.00	57.00	m	70	3,990	3순위

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

【표 4.7.2】 개략공사비(계속)

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략공 사비 (천원)	우선 순위
교면포장	토사퇴적	정비	16.00	24.00	m	70	1,680	3순위
	포트홀	아스콘패칭	0.09	0.14	m ²	90	13	2순위
	아스콘파손	아스콘패칭	3.75	5.63	m ²	90	507	2순위
	아스콘균열	아스콘패칭	6.50	9.75	m ²	90	878	2순위
	아스콘박리	아스콘패칭	2.00	3.00	m ²	90	270	2순위
배수시설	배수구 그레이팅 미설치	정비	7.00	7.00	EA	70	490	3순위
	배수관 부식	정비	0.04	0.06	m ²	70	4	3순위
	배수관 접합부 부식	정비	0.12	0.18	m ²	70	13	3순위
	배수구 막힘	정비	11.00	11.00	EA	70	770	3순위
	배수관 막힘	정비	1.00	1.00	EA	70	70	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	65.20	24.45	m ²	85	2,078	2순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	33.30	49.95	m	65	3,247	1순위
	보수부재균열(0.3㎜미만)	표면처리	9.00	3.38	m ²	85	287	2순위
	녹물흔적	단면보수(방청)	0.18	0.27	m ²	320	86	1순위
	방호벽 박리	단면보수	0.04	0.06	m ²	260	16	2순위
	파손 및 철근노출	단면보수(방청)	0.20	0.30	m ²	320	96	1순위
	보수재박락	단면보수	9.29	13.94	m ²	260	3,624	2순위
	표면마모	단면보수	90.00	135.00	m ²	260	35,100	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		18.00		3순위		
	순공사비	6,529		119,015		7,017		
	재경비 (순공사비의 50%)	3,265		59,508		3,509		
	합계	9,794		178,523		10,526		
개략공사비 총계(천원)		198,843						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

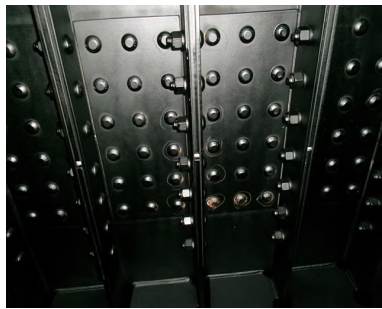
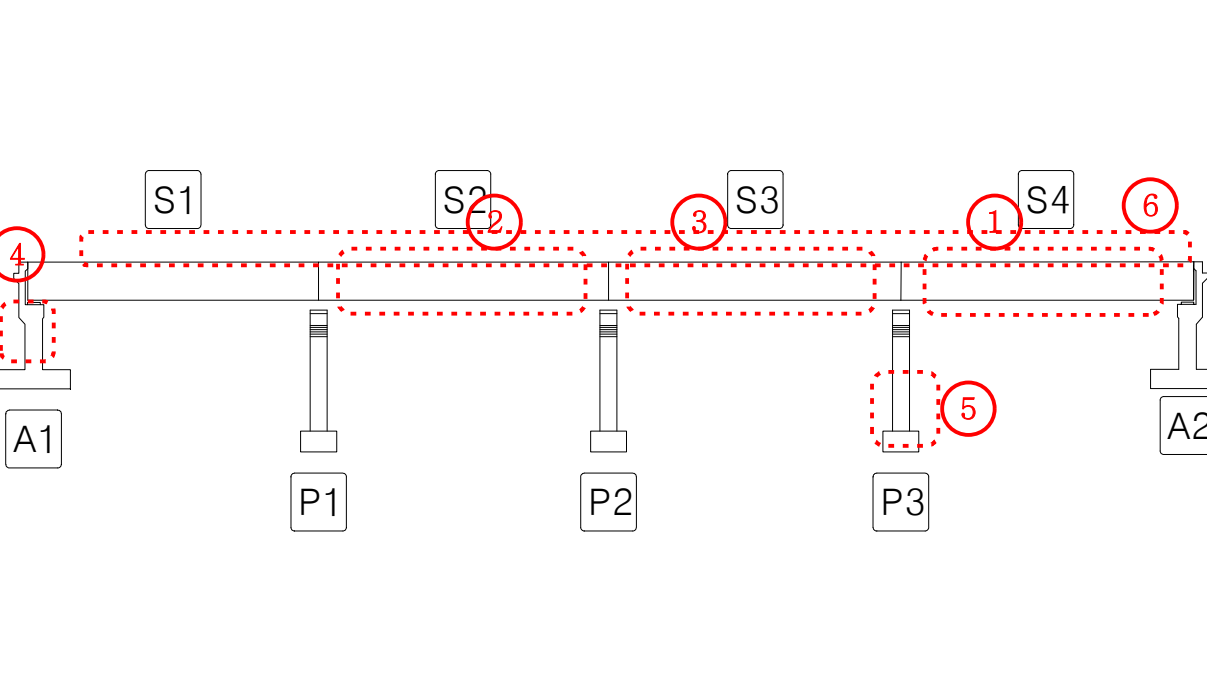
4.7.3 유지관리방안

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 31.7.3】 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 바닥판하면 보수재박리, 철근노출 등 - 진전 여부확인	② 거더외부 부식 - 진전 여부확인	③ 거더내부 볼트부식 - 진전 여부확인
		
④ 교대 균열철선노출 - 진전 여부확인	⑤ 교각 균열(0.3mm이상) - 진전 여부확인	⑥ 방호벽 표면마모, 보수재 들뜸등 - 진전 여부확인
		

4.8 종합결론

본 시설물은 경기도 양평군 단월면 보룡리에 위치한 교량으로 2000년 3월 1일에 준공되어 약 23년이 경과한 시설물로 총 연장 180.0m, 폭 19.5m의 왕복 4차로로 시공되어 있으며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

4.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면 현장조사 결과 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 데크플레이트부식, 박리, 파손, 백태, 보수재 박리, 층분리, 차수판측누수, 철근노출, 거푸집미제거가 확인되었고, 균열, 철근노출 등 손상은 일부 보수된 것이 확인되었다.
- 바닥판하면 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 보수재 박리, 박리, 파손, 층분리의 경우 시공초기 다짐미흡, 마감미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태의 경우 장기공용, 시공미흡, 습기흡착, 우수유입등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 공용기간 증가 및 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전시, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 데크플레이트 부식 경우 장기공용, 마감미흡, 우수유입 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 공용기간 증가 및 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전시, 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 차수판측누수, 거푸집미제거의 경우 장기공용, 마감미흡, 우수유입 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 공용기간 증가 및 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전시, 내구성 확보 차원의 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철근노출의 경우 시공초기 다짐미흡, 마감미흡, 지속적인 균열부 우수유입, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나 외부에

서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

2) STB Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과 거더외부는 굽힘, 도장박리, 부식, 볼트부식 등의 손상이 조사되었으며, 거더내부는 도장박리, 부식, 볼트부식, 실란트 미설치, PIT, 조명등미설치 등의 손상이 조사되었다.
- 거더외부에 발생한 굽힘, 도장박리, 부식, 볼트부식은 장기공용, 시공미흡, 우수유입, 외부충격에 의한 손상으로 확인되었다. 상기손상은 구조물에 영향을 미칠 정도의 손상은 아니므로 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 재도장을 실시하는 유지관리가 바람직하다.
- 거더내부에 발생한 도장박리, 부식, 볼트부식은 장기공용, 시공미흡, 우수유입, 외부충격에 의한 손상으로 확인되었다. 상기손상은 구조물에 영향을 미칠 정도의 손상은 아니므로 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 재도장을 실시하는 유지관리가 바람직하다.
- 거더내부에 조사된 실란트미설치, PIT, 조명등파손의 경우 시공 초기 마감미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 구조물에 영향을 미칠 정도의 손상은 아니므로 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 정비를 실시하는 유지관리가 바람직하다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 가로보에 부식 등의 손상이 조사되었으며, 세로보는 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.
- 가로보에 발생한 부식은 장기공용, 습기흡착, 우수유입 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단된다. 상기 손상은 주의관찰을 실시하고, 추후 재도장을 실시하는 것이 바람직하다.
- 세로보의 경우, 현재 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 기존손상인 균열, 보수부 재균열, 망상균열, 균열부백태, 파손, 목재박힘, 누수흔적, 호안블럭 박리 및 박락 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검의 신규 손상으로 균열, 파손, 보수부 박락 등의 손상이 추가로 조사되었다.
- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 조사된 백태, 균열부백태의 경우 시공미흡, 우수유입, 습기흡착 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 박락, 박리 및 백태, 파손, 들뜸, 호안블럭 파손, 층분리의 경우 시공미흡, 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 마감미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 체수, 누수흔적의 경우 신축이음 하부 누수, 교대 인근 배수시설 월류, 마감불량 등으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가시 일괄적으로 내구성 확보 차원의 정비, 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철심노출의 경우 시공미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철심노출의 경우 시공미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 법면균열 경우 시공미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가시 일괄적으로 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 기존상인 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부재균열(0.3mm미만), 망상균열, 층분리, 파손, 굽힘, 강판부식 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검에서 들뜸, 파손, 강판부식이 신규조사 되었다.
- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 보수부재균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수접촉, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손, 층분리, 들뜸, 굽힘의 경우 장기공용, 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 조사된 강판부식의 경우 장기공용 및 하부 하천의 습기흡착 으로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가시 일괄적으로 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침몰탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만, 이상), 받침몰탈 망상균열, 파손, 받침콘크리트 박리, 재료분리, 파손, 철심노출이 조사되었다.
- 교량받침에 조사된 받침몰탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만, 이상), 받침몰탈 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수집축, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침몰탈파손, 받침콘크리트박리, 재료분리, 파손의 경우 장기공용, 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가시 일괄적으로 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철심노출의 경우 시공미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되나 외부에서의 지속적인 우수유입 등으로 인한 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 교량받침 이동량의 비교·검토결과 대부분의 교량받침에서 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으나, A1측 교량받침의 최대신장시에 가동여유량이 충분하지 않은 것으로 조사되었다. 해당 받침의 외관조사 결과 받침몰탈 및 받침콘크리트 파손 등의 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되며, 주의관찰을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 유간토사및이물질퇴적, 차수판볼트탈락, 신축이음 하부 누수, 후타재 균열 등의 손상이 조사되었다.
- 신축이음 후타재에 발생한 후타재 균열은 건조수축, 차량의 반복운하중, 장기공용, 표면열화에 의하여 발생한 것으로 상기손상으로 인해 구조물에 미치는 영향이 미미하므로 주의관찰을

실시한 후 손상의 추가발생, 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.

- 조사된 유간 토사퇴적 및 이물질퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량통행 비산먼지 퇴적, 시공 미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 상기 손상은 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 조사된 차수관볼트탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 상기손상으로 인해 구조물에 미치는 영향이 미미하므로 주의관찰을 실시한 후 손상의 추가발생, 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- 조사된 신축이음 하부 누수의 경우 공용기간 증가, 시공초기 고무재 마감 미흡, 외부 충격 등에 의한 우수 유입으로 판단되며, 상기손상으로 인해 구조물에 미치는 영향이 미미하므로 주의관찰을 실시한 후 손상의 추가발생, 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 전구간 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장 현장조사 결과, 토사퇴적, 포트홀, 포장파손, 아스콘균열, 아스콘박리가 조사되었다.
- 교면포장에 조사된 아스콘 균열, 아스콘 파손, 아스콘 박리, 포트홀은 차량의 반복운하중, 장기공용, 우수유입에 의한 손상으로 신축이음 후타재에 손상을 유발할 수 있으므로, 아스콘 패칭 등의 보수가 요망된다.
- 조사된 토사퇴적의 경우 우천시 우수 및 토사유입으로 인한 배수구 막힘 손상의 영향으로 판단되며, 구배불량에 의한 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 본 손상은 시설물의 원활한 배수를 위하여 배수시설의 배수구 막힘 손상과 연계한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 그레이팅 미설치, 배수관 부식, 배수관 접합부 부식, 배수구 막힘, 배수관 막힘 등 손상이 조사되었다.
- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘, 배수관 막힘, 배수관 부식, 배수관 접합부 부식은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 교량 인근 사면 및 성토부에서의 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.
- 배수시설에서 조사된 배수구 그레이팅 미설치는 공용기간 경과 및 시공시 마감 미흡 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부재균열(0.3mm미만), 가드레일설치불량, 난간변형, 녹물흔적, 방호벽분리, 파손 및 철근노출, 보수재박락, 표면마모, 중앙분리대 파손, 텔리네이트 파손, 망상균열, 보수부박락 등이 조사되었다.
- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 보수부재균열(0.3mm미만), 방호벽 박리, 표면마모, 파손, 재료분리, 보수부박락의 경우 장기공용, 시공미흡, 다짐미흡, 외부충격, 표면열화에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철근노출, 파손 및 철근노출, 녹물흔적의 경우 장기공용, 시공미흡, 외부충격, 우수유입, 습기흡착에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 가드레일설치불량, 난간변형의 경우 장기공용, 외부충격에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰을 하고 추후 일괄보수를 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

- 교대 및 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설에 조사된 점검사다리 변형은 차량 충격으로 인한 변형으로 확인되었으며, 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰을 하고 추후 재설치 등 일괄보수를 실시하는 것이 바람직하다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 29.2~33.9MPa, 하부구조 교대, 교각 27.4~33.4MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(상부구조: 27.0MPa, 하부구조: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0~5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 단월교의 상태평가 결과는 “C”로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 단월교에 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 「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」인 「C」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.

4.8.2 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.

4.8.3 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.