

요 약 문

1. 과업의 목적

본 용역은 ‘시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법’ 대상 시설물에 대한 정밀점검 및 성능평가를 전문진단기관에 의뢰하여 시설물의 기능 및 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가함으로써 이에 대한 적절한 조치를 취하여 사고를 예방하고 시설물의 과학적이고 체계적인 유지관리 하는데 그 목적이 있다.

2. 과업의 범위

- (1) 자료 수집 및 분석
- (2) 현장조사 및 시험
- (3) 안전성능평가
- (4) 내구성능평가
- (5) 사용성능평가
- (6) 종합성능평가
- (7) 유지관리 전략 제언
- (8) 보고서 작성

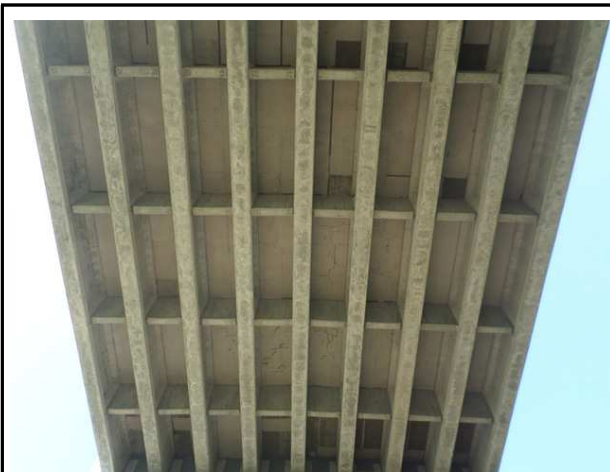
3. 과업의 기간

2019. 08. 28 ~ 2019. 12. 16 (착수일로부터 111일)

4. 동향교

4.1 과업대상 시설물 현황

구 분			내 용		구 분		내 용	
시설물명			동향교		시설물번호		BR2005-0000812	
준공년월일			2005년 05월 25일		관리번호		-	
시설물위치			경기도 안성시 양성면 동향리					
설계하중			1등교(DB-24)		노선명(이정)		국도 45호선	
본 교	제 원	연장	L = 30.0+2@30.0m+3@30.0m+3@30.0m+3@30.0m+2@30.0m = 420.0m					
		폭	B = 19.5m~22.7m , 왕복 4차로					
	구 조 형 식	상부	PSC I		기 초 형 식	교대	직접기초	
		하부	교각 - 다주식(3주) 교대 - 역T형			교각	직접기초	
교량받침			탄성받침		신축이음		A1, A2 : New Monocell Joint P1, P3, P6, P12 : Finger Joint	
교차시설물 (도로, 철도, 하천)			동원산업진입로		통과높이		14.0m	
								
<상부 전경>			<하부 전경>					



< 바닥판 전경 >



< 거더 및 가로보 전경 >



< 교량받침 전경 >



< 신축이음 전경 >



< 방호벽 전경 >



< 배수시설 전경 >

4.2 외관조사 결과

부 재		외관조사 결과분석
상부 구조	바닥판 하면	• 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 폭 0.3mm 미만 균열, 박리, 들뜸, 철근노출, 백태, 보수재 박리 등의 손상이 조사되었다. • 바닥판 하면에 발생한 손상에 대하여 전회 점검과 비교한 결과, 일부 손상(균열, 균열부 백태, 파손, 철근노출)에 대하여 일부 및 전반적인 보수가 실시되었으며, 공용 중 경년열화에 따른 추가 손상이 부분적으로 발생한 상태이다. 현재 발생한 손상들은 대부분 콘크리트의 재료적·시공적 요인 및 환경적인 요인에 따른 일반적인 손상으로 점검일 현재 구조적인 문제로 인한 신규 손상은 발생되지 않은 것으로 판단된다.
	거더 및 가로보	• 거더 및 가로보에 대한 외관조사 결과, 폭 0.1mm 균열, 보수부 재균열, 박리, 박락, 들뜸, 백태, 재료분리 등의 손상이 조사되었다. • 균열의 경우 균열 폭이 경미하며, 불규칙적인 형상으로 보아 건조수축 등 콘크리트의 재료적 요인에 의한 비구조적인 균열로 판단되며, 표면처리를 통한 보수 조치가 요구된다. • 거더 지점부에서 주로 발생한 콘크리트 들뜸, 박락은 공용 중 교량받침 Sole Plate 녹발생으로 주변 콘크리트의 부착력 저하되면서 발생한 손상으로 녹제거 후 단면복구를 통한 유지관리가 필요하다. • 배수관 및 유공관 미설치 구간으로 노면수 및 우수가 반복 유입되어 박리, 시공시 다짐 및 양생미흡으로 인해 발생한 재료분리, 들뜸은 시설물의 내구성 측면에서 보수를 실시하고 보수 후에도 지속적인 점검으로 보수 부위 재손상 여부에 대하여 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.
하부 구조	교대 및 교각	• 교대 및 교각에 대한 외관조사 결과, 전회 점검 이후 폭 0.3mm에 대하여 전반적인 보수가 되었으며, 폭 0.1~0.2mm 균열, 파손, 박리, 페콘크리트 적치의 경우 부분적인 보수가 실시된 상태이다. 금회 점검에서는 미 보수된 폭 0.1~0.2mm 균열, 망상균열, 박리, 박락, 재료분리, 파손, 굽힘, 들뜸, 표면박리, 누수흔적, 콘크리트 적치, 법면 보호블록 탈락 및 들뜸, 수목 전도 우려 등의 손상이 조사되었다. • 현재 발생한 손상 중 균열 및 경미한 단면손상(박리, 박락, 파손, 재료분리, 들뜸)의 경우 콘크리트의 재료적·시공적 요인 및 공용 중 반복 우수유입에 따른 손상으로 시설물의 내구성 향상 측면에서 표면처리 및 단면복구를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다. • 교대 A1측에서 확인된 법면 보호블록 탈락 및 들뜸은 법면 뒤채움 콘크리트의 시공미흡으로 블록의 부착력이 저하되면서 발생한 손상으로 기능성 측면에서 재설치가 필요하며, A1 우측 법면에 자생 중인 관목이 기울어지면서 주변 배수로 파손 및 전신주 케이블을 간섭하고 있으므로 벌목 조치를 하는 것이 바람직하다.
	교량받침	• 연단거리 및 받침의 가동상태는 적정한 것으로 검토됨 • 받침장치에 대한 외관조사 결과, 전회 점검 이후 본체 부식에 대하여 전반적인 도장보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 금회 점검에서는 본체 도장보수 부위 재손상, 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 폭 0.1mm 균열, 받침콘크리트 들뜸, 박락 등의 손상이 추가 조사되었다. • 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열의 경우 건조수축 등에 의해 발생한 손상으로 균열 폭이 경미하며, 기능 발휘에 문제는 없으므로 주의관찰을 실시하는 것이 요구되며, 본체 부식의 경우 도장보수 시 바탕면 처리미흡 및 신축이음 하부 누수로 인해 발생한 손상으로 도장보수를 통한 보수 조치를 하는 것이 요구된다. 또한 시공시 다짐·양생미흡 및 경년열화로 인해 발생한 받침콘크리트 들뜸, 박락은 내구성 및 사용성 측면에서 단면복구를 통한 유지관리를 실시하는 것이 필요하다.

부 재		외관조사 결과분석
기타 부재	신축 이음	• 신축이음부는 적절한 유간을 확보하고 있는 상태로 검토됨 • 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 본체 부식, 유간 토사퇴적, 하부 누수, 폭 0.1~0.2mm 후타재 균열, 마모, 박리, 박락, 파손, 차수판 망실, 덮개 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다. • 신축이음의 경우 A1, A2 교대 측을 제외한 P1, P3, P6, P9, P12 신축이음 하부에서 공용 중 노면수 및 우수가 반복 유입되고 있으며, 하부 부재인 교량받침 및 교각 코핑부의 손상(본체 부식, 코핑 박리, 박락, 누수흔적 등)을 초래하고 있으며, 향후 동절기 제설제 등을 포함한 노면수의 추가 유입으로 인해 손상의 진전이 가속화될 우려가 있으므로 신축이음의 기능성 및 사용성 측면에서 적정시기에 신축이음 교체를 통한 보수 조치를 실시하는 것이 바람직하다. 또한 본체 부식 및 토사퇴적, 후타재 손상, 차수판 볼트탈락, 중앙분리대측 차수판 망실의 경우 보수 시 반복되는 윤하중 및 충격으로 인해 보수재 탈락 등 보수효과가 미흡하므로 신축이음 교체 시기에 일괄 보수를 통한 유지관리를 하는 것이 요구된다.
	교면 포장	• 교면포장의 경우 전회 점검 이후 접속도로 아스팔트 포장 파손, 마모는 전반적인 보수, 본선구간 콘크리트 포장 망상균열에 대하여 부분적인 보수 조치가 실시된 상태이다. 금회 점검에서는 다수의 미세 망상균열, 국부적인 포장 균열이 추가 조사되었다. • 조사된 포장 손상은 대부분 포장 시공시 온도 및 품질관리 등 시공적 요인 및 공용 중 중차량 반복통행, 차량 접지부에 의한 표면마모 등에 의한 손상으로 점검일 현재 바닥판과 연계하여 점검을 실시한 결과, 방수 기능에는 큰 문제는 없는 것으로 확인되고 있으므로 발생한 포장 균열 및 파손의 경우 주입보수 및 부분포장을 실시하는 것이 바람직하며, 이 외 손상들은 균열 폭 등 손상의 정도가 미미하며, 주행차량의 안전성에 큰 문제가 되지 않으므로 주의관찰 하는 것이 바람직하다.
	방호벽	• 방호벽에 대한 외관조사 결과, 폭 0.1~0.2mm 균열 및 보수부 재균열, 균열부 백태, 파손, 델리네이터 파손, 중앙분리대 난간변형 등의 손상이 조사되었다. • 현재 발생한 균열, 백태의 경우 건조수축 및 온도변화 등 콘크리트의 재료적인 특성에 의해 발생한 균열 부위에 공용 중 수분침투로 백태가 초래된 상태이며, 시설물의 기능성 및 미관 등을 고려하여 표면처리 보수가 필요하다. • 공용 중 차량충돌 등 외부충격에 의해 발생한 중앙분리대 난간변형은 기능발휘에 큰 문제는 없는 상태이므로 주의관찰을 실시하고, 파손의 경우 단면복구가 요구된다. 또한 델리네이터 파손은 재설치를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.
	배수 시설	• 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수구 및 배수관 막힘, 부식, 그레이팅 망실, 배수관 미설치, 유공관 길이부족, 배수로 파손 등의 손상이 조사되었다. • 교면포장에 설치된 배수구의 경우 공용 중 토사 등이 퇴적되어 전구간 막혀있는 상태이며, 일부구간에서는 배수관 내부까지 토사가 퇴적되어 연결부위에 식생 및 부식을 초래하고 있는 것으로 확인되었다. 또한 점검기간 중 우천 시 배수상태를 조사한 결과, 배수 기능이 현저히 저하되어 유출량이 미미하였으며, 배수관 막힘 구간에서는 연결 부위 틈으로 노면수가 역류되고 있는 것이 관찰되었다. 향후 원활한 배수기능 확보 측면에서 주기적인 청소 및 배수관 내부 이물질 제거를 실시하는 것이 요구되며, 이 외 손상들의 경우 그레이팅 재설치, 배수관 재설치, 배수로 재설치 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
부속 시설	점검로	• 점검로에 대한 외관조사결과, 전반적으로 설치 및 부착상태는 양호한 것으로 조사되었으나, P9 점검로 고정핀 탈락이 신규 확인되어 유지관리 시 안전사고를 초래할 수 있으므로 재설치를 통한 정비 조치가 필요하다.

4.3 내구성조사 및 시험

구 분	시험 결과			결과 분석	
압 축 강 도 시험 (MPa)	구분	반발경도법	추정설계기준강도	• 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정결과, 양호한 상태로 평가됨	
	바닥판 하면	31.9	27.0		
	가로보	27.4	27.0		
	거더	46.6	35.0		
	교대, 교각	28.9	21.0		
탄산화 시험 (mm)	구 분	탄산화깊이	잔여피복	내구연한	• 탄산화에 의한 잔여피복두께는 모두 34.7~74.0mm로(평가 : a) 양호한 상태로 평가됨
	바닥판 하면	4.7~6.8	34.7~40.6	100년 이상	
	교대, 교각	3.3~5.5	42.1~74.0	100년 이상	
철근 탐사	구 분	배근간격	피복두께		• 설계도면과 유사함
	상부	설계도면과 유사	설계도면과 유사		
	하부				

4.4 상태안전성능평가

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간,연석	신축이음	교광받침	하부	기초
S1/A1	PSCI	a	b	a	c	c	b	c	b	b	Q
S2/P1	PSCI	a	b	b	c	b	b	c	b	c	Q
S3/P2	PSCI	b	b	b	c	c	b	-	b	b	Q
S4/P3	PSCI	b	b	b	c	c	b	c	c	b	Q
S5/P4	PSCI	a	a	a	c	b	b	-	b	b	Q
S6/P5	PSCI	a	b	b	c	c	b	-	b	b	Q
S7/P6	PSCI	a	b	a	c	b	b	c	b	b	Q
S8/P7	PSCI	a	a	a	c	c	b	-	b	b	Q
S9/P8	PSCI	a	b	a	c	b	a	-	b	b	Q
S10/P9	PSCI	b	b	b	c	c	a	c	b	b	Q
S11/P10	PSCI	b	b	b	c	c	b	-	b	b	Q
S12/P11	PSCI	c	b	b	c	c	b	-	b	b	Q
S13/P12	PSCI	c	b	b	b	c	b	c	b	b	Q
S14/P13	PSCI	b	b	b	b	c	a	-	b	b	Q
A2	PSCI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	b	a	Q
평균		0.179	0.186	0.164	0.371	0.343	0.179	0.400	0.213	0.213	N/A
가중치		15	25	4	4	3	2	7	15	25	N/A
(평균×가중치)/가중치합		0.027	0.046	0.007	0.015	0.010	0.004	0.028	0.032	0.053	N/A
환산결함도점수									0.222		
상태평가결과									B		

4.5 구조안전성능평가

평가항목	평가	구조안전성능 평가 = Min(내하력평가, 기초안전성 평가)
내하력평가	a	a (0.130)
기초안전성 평가	-	

4.6 안전성능평가

평가항목	평가	안전성능 평가 = Min(상태안전성능, 구조안전성능)
상태안전성능 평가	b (0.222)	b (0.222)
구조안전성능 평가	a (0.130)	

4.7 내구성능평가

4.7.1 열화진전 평가

부재 그룹	세부부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 침투량	탄산화깊이	피복 콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	a	a	a	a	0.10
	거더(35)	-	-	a	a	0.10
	가로보(7)	-	-	b	b	0.20
하부	교각/교대(25)	a	a	a	a	0.10
		결합도지수	$(0.10 \times 33 + 0.10 \times 35 + 0.20 \times 7 + 0.10 \times 25) / 100 = 0.107$			
		등급	A			

4.7.2 열화환경 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해환경		B
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	A
동해환경		C
- A 등급 : 양호한 열화환경으로서 내구성능 저하의 가속요인이 거의 없는 상태 - B 등급 : 대상 열화환경에 의하여 내구성능 저하가 생길 수 있는 상태 - C 등급 : 대상 열화환경에 의하여 내구성능 저하가 가속될 수 있는 상태		

4.8 사용성능평가

성능의 구분	세부부재명(가중치, %)	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	c	0.40
		진동사용성	0.202	d	0.70
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	c	0.40
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.10
결합도지수			0.342		
등급			C		

4.9 종합평가 및 종합성능등급 지정

시설물 종합성능등급 결과 산정표				
시설물명	동향교			
평가구분	성능별 결합도 점수 (E_n)	평가등급	성능간 가중치 (W_n)	비 고
안전성능 평가	0.222	B	0.680	
내구성능 평가	0.107	A	0.210	
사용성능 평가	0.342	C	0.110	
종합성능평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결합도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.222 \times 0.680 + 0.107 \times 0.210 + 0.342 \times 0.110 = 0.211$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.211 • 종합성능평가 결과 : B등급			

종합성능등급		
B (양호)		
안전성능등급	내구성능등급	사용성능등급
B (양호)	A (우수)	C (보통)

4.10 유지관리 전략 제안

4.10.1 결함별 보수·보강 방안

구 분	손상내용	보수·보강	손상	보수	단위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.60	0.78	m
	백태	표면처리	0.15	0.20	m²
	박리	단면복구 (T=10mm)	8.60	11.18	m²
	들뜸	단면복구 (T=30mm)	0.03	0.04	m²
	철근노출	단면복구(방청) (T=30mm)	0.10	0.13	m²
	보수재 박리	표면처리	1.80	2.34	m²
거더	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.10	2.73	m
	박리, 보수부 박리	단면복구 (T=10mm)	16.28	21.16	m²
	박락, 들뜸, 보수부 들뜸	단면복구 (T=30mm)	1.32	1.72	m²
	백태	표면처리	0.15	0.20	m²
가로보	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.00	3.90	m
	들뜸, 재료분리	단면복구 (T=30mm)	2.11	2.74	m²
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	62.00	80.60	m
	망상균열	표면처리	74.75	97.18	m²
	누수흔적	표면처리	125.95	163.74	m²
	박리, 굽힘	단면복구 (T=10mm)	50.13	65.17	m²
	박락, 파손, 재료분리, 들뜸	단면복구 (T=30mm)	2.65	3.45	m²
	페콘크리트 적치	청소	0.09	0.09	m²
	법면 보호블록 탈락 및 들뜸	법면 보호블록 재설치	11.25	11.25	m²
	수목 전도우려	벌목	1	1	ea
받침장치	본체부식	도장보수	12	12	ea
	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	주의관찰	84.30	-	m
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	주의관찰	3.40	-	m
	받침콘크리트 들뜸, 박락	단면복구 (T=30mm)	0.56	0.73	m²

※ 보수물량은 손상물량의 30% 할증(표면처리, 주입보수, 단면복구)

구 분	손상내용	보수 · 보장	손상	보수	단위
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	표면처리	103.00	54.34	m
	후타재마모, 박락, 박리, 파손	단면복구 (T=30mm)	4.36	1.29	m ²
	본체부식	주의관찰	4.00	-	m
	유간토사퇴적	청소	126.00	36.00	m
	신축이음 하부 누수	신축이음 교체 (Finger No.120)	94.40	94.40	m
	차수판망실	차수덮개 재설치	3	3	ea
	덮개볼트 탈락	볼트 재체결	3	3	ea
교면포장	포장균열	주입보수(습식)	179.30	179.30	m
	포장망상균열	주의관찰	485.50	-	m ²
	포장파손	LMC 부분포장	1.20	1.20	m ²
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면처리	137.90	179.27	m
	균열부백태	표면처리	2.50	3.25	m
	파손	단면복구 (T=30mm)	0.50	0.65	m ²
	난간변형	주의관찰	0.70	-	m
	델리네이터파손	델리네이터 재설치	12	12	ea
배수시설	배수구 막힘	청소	30	30	ea
	배수관 막힘	고압청소	9	9	ea
	배수관 부식, 유공관 부식	주의관찰	9	-	ea
	배수관 미설치, 유공관 길이부족	배수관 재설치	10	10	ea
	그레이팅 망실	그레이팅 재설치	4	4	ea
	배수로 파손	배수로 재설치	0.50	0.50	m
점검로	고정핀 탈락	고정핀 재설치	1	1	ea

※ 보수물량은 손상물량의 30% 할증(표면처리, 주입보수, 단면복구)

4.10.2 우선순위 및 개략 공사비

구 분		비용 Cost (천 원)	부재 가중치			성능별 효과지수				우선순위 지수PI (EI/Cost)	순 위
			안전성능 (E1)	내구성능 (E2)	사용성능 (E3)	안전성능 (E1×P1)	내구성능 (E2×P2)	사용성능 (E3×P3)	합계 (EI)		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	10	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.021474	5
	백태	10	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.021474	6
	박리	1,319	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.000163	22
	들뜸	8	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.026843	3
	철근노출	28	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.007669	9
	보수재 박리	117	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.001835	11
거더	균열(0.3mm미만)	34	24.7%	27.5%	-	0.168	0.058	0.000	0.226	0.006639	10
	박리, 보수부 박리	2,497	24.7%	27.5%	-	0.168	0.058	0.000	0.226	0.000090	24
	박락, 들뜸	362	24.7%	27.5%	-	0.168	0.058	0.000	0.226	0.000624	14
	백태	10	24.7%	27.5%	-	0.168	0.058	0.000	0.226	0.022571	4
가로보	균열(0.3mm미만)	49	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.000881	13
	들뜸, 재료분리	579	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.000075	26
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	1,008	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000218	21
	망상균열	4,859	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000045	31
	누수흔적	8,187	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000027	33
	박리, 굽힘	7,690	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000029	32
	박락, 파손, 재료분리, 들뜸	727	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000302	18
	페콘크리트 적치	3	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.073123	2
	법면 보호블럭 탈락 및 들뜸	574	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000382	17
	수목 전도유려	2	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.109685	1
	본체부식	1,632	13.3%	-	-	0.090	0.000	0.000	0.090	0.000055	29
	반침콘크리트 들뜸, 박락	154	13.3%	-	-	0.090	0.000	0.000	0.090	0.000587	15
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	679	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.000062	27
	후타재박락	272	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.000155	23
	유간토사퇴적	1,800	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.000023	34
	신축이음 하부 누수	151,040	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.000000	40
	유간토사퇴적	930	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.000045	30
	차수판망실	3	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.014053	8
교면포장	포장균열	10,023	3.5%	-	29.7%	0.024	0.000	0.033	0.056	0.000006	38
	포장파손		3.5%	-	29.7%	0.024	0.000	0.033	0.056	0.000261	20
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	2,241	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000005	39
	균열부백태	41	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000299	19
	파손	137	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000089	25
	델리네이터파손	204	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000060	28
배수시설	배수구 막힘	1,800	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000010	36
	배수관 막힘	1,323	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000014	35
	배수관 미설치, 유공관 길이부족	1,880	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000010	37
	그레이팅 망실	12	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.001530	12
	배수로 파손	39	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000471	16
접접로	고정핀 탈락	1	-	-	15.6%	0.000	0.000	0.017	0.017	0.017160	7

※ 성능별 가중치는 일반국도에 해당하는 P1=68%, P2=21%, P3=11%를 적용하였음

4.11 종합결론

대상시설물은 성능목표 등급(B등급)과 종합성능 평가 등급(B등급)이 서로 부합되고 있는 것으로 평가되었으며, 향후 시설물의 성능향상 및 유지관리 측면에서 우선순위에 맞는 순차적인 보수를 실시한다면 시설물의 내구연한을 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.

5. 양성교(상)

5.1 과업대상 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		양성교(상)		시설물번호		BR2005-0000813	
준공년월일		2005년 05월 25일		관리번호		-	
시설물위치		경기도 안성시 양성면 석화리					
설계하중		1등교(DB-24)		노선명(이정)		국도 45호선	
제원	연장	L = 3@30.0m+3@30.0m+2@30.0m = 240.0m					
	폭	B = 13.3m , 편도 3차로					
구조 형식	상부	PSC I		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교각 - II형 교대 - 역T형			교각	직접기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		A1, P3, P6, A2 : Finger Joint	
교차시설물 (도로,철도,하천)		마을 진입도로		통과높이		4.5m	
							
<상부 전경>				<하부 전경>			



< 바닥판 전경 >



< 거더 및 가로보 전경 >



< 교량받침 전경 >



< 신축이음 전경 >



< 방호벽 전경 >



< 배수시설 전경 >

5.2 외관조사 결과

부 재		외관조사 결과분석
상부 구조	바닥판 하면	• 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 폭 0.1~0.2mm 균열, 망상균열, 균열부 백태, 파손, 종조인트 누수 및 물끓기흠 미시공 등의 손상이 조사되었다. • 균열의 경우 대부분 횡방향 균열 및 망상균열로 균열 폭이 경미하고, 전회 점검과 비교 시 진행성이 없는 상태인 것으로 보아 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 균열부 백태는 현재 습윤기가 없는 건조한 상태로 확인되어 교면포장 방수층에는 문제는 없는 것으로 사료되므로 내구성 측면에서 표면처리를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 기존 신축이음 교체 시 충격 등에 의한 파손의 경우 단면복구를 실시하고, 종조인트부 구간으로 우천 시 누수가 진행되고 있으므로 물끓기흠 설치가 요구된다.
	거더 및 가로보	• 거더 및 가로보에 대한 외관조사결과, 박리, 박락, 파손, 들뜸, 재료분리, 철근노출 등의 손상이 조사되었다. • 신축이음 하부로 노면수가 반복 유입되면서 박리가 발생되었으며, 교량받침 Sole Plate 녹발생에 따른 주변 콘크리트의 박락, 들뜸이 확인되었다. 또한 시공 시 외부충격으로 인해 인양홀 주변 파손이 일부 개소 조사되었으며, 다짐·양생미흡 등 시공 시 부주의로 인해 가로보 들뜸, 재료분리, 철근노출이 발생한 상태이다. 시설물의 내구성 및 사용성 측면에서 손상에 적절한 단면복구 및 방청 등을 통한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
하부 구조	교대 및 교각	• 교대 및 교각에 대한 외관조사결과, 폭 0.1~0.2mm 균열, 망상균열, 균열부 백태, 박리, 파손, 균열, 재료분리, 철근노출, 누수흔적, 표면박리, 오염, 폐콘크리트 적치 등의 손상이 발생한 상태이다. • 현재 발생한 손상 및 결함은 대부분 콘크리트의 재료적·시공적 요인 및 공용 중 우수 및 노면수의 반복 유입 등 경년열화, 외부 충격에 의해 발생한 것으로 판단되며, 표면처리, 단면복구, 방청, 청소 조치를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다. 특히, 교대 홍벽에 발생한 파손, 철근노출의 경우 철근부식으로 인한 2차적인 손상(콘크리트 박락, 들뜸 등)을 초래할 수 있으므로 단기적인 차원의 보수가 요구된다.
교량받침		• 연단거리 및 받침의 가동상태는 적절한 것으로 검토됨 • 받침장치에 대한 외관조사결과, 본체 부식, 폭 0.1mm 무수축물탈 균열, 폭 0.2mm 받침콘크리트 균열가 조사되었다. • 본체 부식의 경우 공용 중 외부 우수유입 및 신축이음 하부 노면수의 반복 유입으로 인해 발생한 손상으로 바탕면 처리에 유의하여 도장보수를 실시하는 것이 바람직하며, 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열은 건조수축 및 열팽창계수 차이에 의한 균열로 경미한 상태이므로 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다.

부 재		외관조사 결과분석
기타 부재	신축 이음	• 신축이음부는 적절한 유간을 확보하고 있는 상태로 검토됨 • 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 본체 유간 토사퇴적, 하부 누수, 후타재 균열, 마모, 덮개 탈락, 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다. • 신축이음 하부 누수의 경우 점검기간 중 우천 시 확인한 결과, 전개소에서 누수가 확인되고 있으며, 하부 부재인 교대 및 교각, 교량받침의 손상(누수흔적, 오염, 박리, 본체 부식 등)을 초래하고 있으므로 신축이음의 기능성 및 하부 부재의 내구성 측면에서 적정시기에 신축이음 교체를 통한 보수 조치가 요구된다. • 본체 유간 내에 퇴적된 토사퇴적의 경우 주기적인 청소를 실시하는 것이 필요하며, 후타재 균열, 마모의 경우 신축이음 교체 시기에 일괄보수를 실시하는 것이 바람직하다. 또한 차수판 덮개 탈락, 볼트탈락은 재설치 및 재체결을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.
	교면 포장	• 교면포장은 2014년 재포장(P3~A2)을 실시하였으며, 전회 점검 이후 P1 부근에서 P3까지 콘크리트 재포장이 실시되어 기 발생된 균열, 망상균열, 포장파손, 보수불량, 포장용기에 대하여 전반적인 보수가 실시된 상태이다. • 금회 점검에서는 아스팔트 포장 및 콘크리트 포장이 접하는 구간에서 아스팔트 파손이 1개소 신규 발생된 상태이나, 경미한 상태이며 주행차량의 안전성에 문제가 되지 않으므로 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.
	방호벽	• 방호벽에 대한 외관조사 결과, 폭 0.1~0.2mm 균열 및 보수부 재균열, 균열부 백태, 들뜸, 파손, 델리네이터 파손, 교각명판 탈락 등의 손상이 조사되었다. 전회 점검 이후 손상의 진전 및 확대 여부는 없었으나, 기존 보수 부위의 몰탈 들뜸이 추가 조사되었다. • 시공초기 건조수축 및 온도변화, 보수재 열화, 균열부 수분침투에 따른 균열, 백태의 경우 표면처리를 실시하고, 공용 중 차량충돌 등 외부 충격 및 앵커볼트 설치미흡 등에 따른 들뜸, 파손은 시설물의 기능성 및 미관 등을 고려하여 단면복구를 통한 보수 조치를 하는 것이 요구된다. 또한 외부충격 및 설치미흡으로 인한 델리네이터 파손, 교각명판 탈락 구간의 경우 사용성 측면에서 재설치 등의 정비 조치를 하는 것이 바람직하다.
	배수 시설	• 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수구 및 배수관 막힘, 그레이팅 망실, 배수관 길이부족, 배수로 침하 등의 손상이 조사되었다. • 점검일 현재 배수 집수구 주변으로 토사 등이 다량 퇴적되어 대부분 막혀 있으므로 주기적인 청소를 실시하여야 하며, P6 배수관 막힘의 경우 우천 시 연결 부위로 역류하면서 부식을 초래하고 있으므로 고압청소를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다. 또한 그레이팅 망실은 토사퇴적을 가속화 시키고 있으므로 재설치가 필요하며, 배수관 길이부족의 경우 주변 부재의 손상을 초래할 수 있으므로 연결시공을 통한 정비 조치가 요구된다. A2측 교대 법면에 설치된 배수로 하부 토사유실로 인해 발생된 배수로 침하의 경우 원활한 배수 기능 확보 측면에서 배수로 재설치를 실시하는 것이 바람직하다.
부속시설		• 부속시설에 대한 외관조사결과, 8경간에서 통행 차량 등에 의한 외부충격으로 인해 웬스 파손이 1개소 신규 조사되어 재설치를 통한 정비 조치가 필요한 상태이다.

5.3 내구성조사 및 시험

구 분	시험 결과			결과 분석	
압 축 강 도 시험 (MPa)	구분	반발경도법	설계강도	• 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정결과, 양호한 상태로 평가됨	
	바닥판 하면	29.4	27.0		
	가로보	24.3	27.0		
	거더	39.7	35.0		
	교대, 교각	27.0	24.0		
탄산화 시험 (mm)	구 분	탄산화깊이	잔여피복	내구연한	• 탄산화에 의한 잔여피복두께는 모두 34.3~68.3mm로(평가 : a) 양호한 상태로 평가됨
	바닥판 하면	4.7~7.8	34.3~43.2	100년 이상	
	교대, 교각	4.6~5.7	34.4~68.3	100년 이상	
철근 탐사	구 분	배근간격	피복두께		• 설계도면과 유사함
	상부	설계도면과 유사	설계도면과 유사		
	하부				

5.4 상태안전성능 평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간, 연석	신축이음	교량 받침	하부	기초
S1/A1	PSCI	b	b	c	b	c	b	c	b	b	Q
S2/P1	PSCI	b	a	c	a	a	b	x	b	b	Q
S3/P2	PSCI	b	b	c	a	a	b	x	b	b	Q
S4/P3	PSCI	b	b	a	b	b	c	c	b	b	Q
S5/P4	PSCI	b	a	b	b	b	b	x	a	a	Q
S6/P5	PSCI	b	b	b	b	c	b	x	a	b	Q
S7/P6	PSCI	b	b	b	b	b	b	c	b	c	Q
S8/P7	PSCI	b	b	b	b	b	b	x	a	b	Q
A2	PSCI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	b	c	Q
평균		0.200	0.175	0.263	0.175	0.225	0.225	0.400	0.167	0.233	N/A
가중치		15	25	4	4	3	2	7	15	25	N/A
(평균×가중치) /가중치합		0.030	0.044	0.011	0.007	0.007	0.005	0.028	0.025	0.058	N/A
환산결함도점수									0.214		
상태평가결과									B		

5.5 구조안전성능평가

평가항목	평가	구조안전성능 평가 = Min(내하력평가, 기초안전성 평가)
내하력평가	a	a (0.130)
기초안전성 평가	-	

5.6 안전성능평가

평가항목	평가	안전성능 평가 = Min(상태안전성능, 구조안전성능)
상태안전성능 평가	b (0.214)	B (0.214)
구조안전성능 평가	a (0.130)	

5.7 내구성능평가

5.7.1 열화진전 평가

부재 그룹	세부분재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 침투량	탄산화깊이	피복 콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	a	a	a	a	0.10
	거더(35)	-	-	a	a	0.10
	가로보(7)	-	-	b	b	0.20
하부	교각/교대(25)	a	a	a	a	0.10
		결함도지수	$(0.10 \times 33 + 0.10 \times 35 + 0.20 \times 7 + 0.10 \times 25) / 100 = 0.107$			
		등급	A			

5.7.2 열화환경 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해환경		B
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	A
동해환경		C
- A 등급 : 양호한 열화환경으로서 내구성능 저하의 가속요인이 거의 없는 상태 - B 등급 : 대상 열화환경에 의하여 내구성능 저하가 생길 수 있는 상태 - C 등급 : 대상 열화환경에 의하여 내구성능 저하가 가속될 수 있는 상태		

5.8 사용성능평가

성능의 구분	세부부재명(가중치, %)	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	a	0.10
		진동사용성	0.202	d	0.70
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	e	1.00
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.10
			결합도지수	0.392	
			등급	C	

5.9 종합평가 및 종합성능등급 지정

시설물 종합성능등급 결과 산정표				
시설물명	양성교(상)			
평가구분	성능별 결합도 점수 (E_n)	평가등급	성능간 가중치 (W_n)	비 고
안전성능 평가	0.214	B	0.680	
내구성능 평가	0.107	A	0.210	
사용성능 평가	0.392	C	0.110	
종합성능평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결합도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.214 \times 0.680 + 0.107 \times 0.210 + 0.392 \times 0.110 = 0.211$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.211 • 종합성능평가 결과 : B등급			

종합성능등급		
B (양호)		
안전성능등급	내구성능등급	사용성능등급
B (양호)	A (우수)	C (보통)

5.10 유지관리 전략 제안

5.10.1 결합별 보수·보강 방안

구 분	손상내용	보수·보강	손상	보수	단위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	380.20	494.26	m
	균열부백태	표면처리	19.20	24.96	m
	망상균열	표면처리	12.70	16.51	m ²
	파손	단면복구 (T=30mm)	0.18	0.23	m ²
	중조인트누수 및 물끊기홈 미시공	물끊기홈 설치	240.00	240.00	m
거더	박락, 파손, 들뜸	단면복구 (T=30mm)	1.94	2.52	m ²
	박리	단면복구 (T=10mm)	0.10	0.13	m ²
가로보	들뜸, 재료분리	단면복구 (T=30mm)	6.34	8.24	m ²
	철근노출	단면복구(방청) (T=30mm)	0.38	0.49	m ²
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	9.10	11.83	m
	망상균열	표면처리	1.50	1.95	m ²
	균열부백태	표면처리	2.00	2.60	m
	박리, 긁힘	단면복구 (T=10mm)	11.40	14.82	m ²
	파손, 재료분리	단면복구 (T=30mm)	0.52	0.68	m ²
	철근노출	단면복구(방청) (T=30mm)	0.12	0.16	m ²
	누수흔적, 표면오염	표면처리	179.35	233.16	m ²
	페콘크리트 적치	청소	2	2	ea
	본체부식	도장보수	28	28	ea
받침장치	무수축물탈균열(0.3mm미만)	주의관찰	0.60	-	m
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	주의관찰	0.40	-	m

※ 보수물량은 손상물량의 30% 할증(표면처리, 주입보수, 단면복구)

구 분	손상내용	보수 · 보강	손상	보수	단위
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	주의관찰	16.50	-	m
	후타재마모	주의관찰	0.50	-	m ²
	유간토사퇴적	주의관찰	52.00	-	m
	신축이음 하부 누수	신축이음 교체 (Finger No.50)	12.50	12.50	m
		신축이음 교체 (Finger No.80)	12.50	12.50	m
		신축이음 교체 (Finger No.100)	12.50	12.50	m
		신축이음 교체 (Finger No.120)	12.50	12.50	m
	덮개볼트 탈락	볼트 재체결	1	1	ea
	덮개 탈락	차수덮개 재설치	2	2	ea
교면포장	포장파손	주의관찰	0.04	-	m ²
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면처리	67.90	88.27	m
	균열부백태	표면처리	0.80	1.04	m
	백태	표면처리	1.28	1.66	m ²
	들뜸, 파손	단면복구 (T=30mm)	0.93	1.21	m ²
	텔레네이터파손	텔레네이터 재설치	5	5	ea
	교각명판 탈락	교각명판 재설치	1	1	ea
배수시설	배수구 막힘	청소	7	7	ea
	그레이팅 망실	그레이팅 재설치	2	2	ea
	배수관 막힘	고압청소	1	1	ea
	배수관 길이부족	배수관 재설치	1	1	ea
	배수로 침하	배수로 재설치	1.00	1.00	m
부속시설	웬스파손	웬스 재설치	6.00	6.00	m

※ 보수물량은 손상물량의 30% 할증(표면처리, 주입보수, 단면복구)

5.10.2 우선순위 및 개략 공사비

구 분		비용 Cost (천 원)	부재 가중치			성능별 효과지수				우선순위 지수PI (EI/Cost)	순 위
			안전성능 (E1)	내구성능 (E2)	사용성능 (E3)	안전성능 (E1×P1)	내구성능 (E2×P2)	사용성능 (E3×P3)	합계 (EI)		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	6,178	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.000035	17
	균열부백태	312	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.000688	13
	망상균열	826	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.000260	16
	파손	49	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.004382	5
	중조인트누수 및 물끊기홈 미시공	5,280	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.000041	26
거더	바라, 파손, 들뜸	532	24.7%	27.5%	-	0.168	0.058	0.000	0.226	0.000424	14
	바리	15	24.7%	27.5%	-	0.168	0.058	0.000	0.226	0.015047	2
가로보	들뜸, 재료분리	1,739	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.000025	28
	철근노출	107	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.000404	15
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	148	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.001482	10
	망상균열	98	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.002238	8
	균열부백태	33	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.006648	3
	바리, 굽힘	1,749	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000125	20
	파손, 재료분리	143	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.001534	9
	누수흔적, 표면오염	34	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.006452	4
	철근노출	11,658	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000019	31
	폐콘크리트 적치	64	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.003428	6
받침 장치	본체부식	3,808	13.3%	-	-	0.090	0.000	0.000	0.090	0.000024	30
신축이음	신축이음 하부 누수	66,201	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.000001	33
	덮개볼트 탈락	1	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.042160	1
	덮개 탈락	620	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.000068	23
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	1,103	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000011	32
	균열부백태	13	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000942	12
	백태	83	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000147	18
	들뜸, 파손	255	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000048	24
	델리네이터파손	85	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000144	19
	교각명판 탈락	10	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.001224	11
배수시설	배수구 막힘	420	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000044	25
	그레이팅 망실	6	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.003060	7
	배수관 막힘	147	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000125	21
	배수관 길이부족	188	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000098	22
	배수로 침하	78	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000235	17
부속시설	웬스 파손	720	-	-	15.6%	0.000	0.000	0.017	0.017	0.000024	29

※ 성능별 가중치는 일반국도에 해당하는 P1=68%, P2=21%, P3=11%를 적용하였음

5.11 종합결론

대상시설물은 성능목표 등급(B등급)과 종합성능 평가 등급(B등급)이 서로 부합되고 있는 것으로 평가되었으며, 향후 시설물의 성능향상 및 유지관리 측면에서 우선순위에 맞는 순차적인 보수를 실시한다면 시설물의 내구연한을 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.

6. 양성교(하)

6.1 과업대상 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		양성교(하)		시설물번호		BR2005-0000814	
준공년월일		2005년 05월 25일		관리번호		-	
시설물위치		경기도 안성시 양성면 석화리					
설계하중		1등교(DB-24)		노선명(이정)		국도 45호선	
제원	연장	L = 3@30.0m+3@30.0m+2@30.0m = 240.0m					
	폭	B = 13.3m , 편도 3차로					
구조 형식	상부	PSC I		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교각 - II형 교대 - 역T형			교각	직접기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		A1, P3, P6, A2 : Finger Joint	
교차시설물 (도로,철도,하천)		마을 진입도로		통과높이		4.5m	
							
<상부 전경>				<하부 전경>			



< 바닥판 전경 >



< 거더 및 가로보 전경 >



< 교량받침 전경 >



< 신축이음 전경 >



< 방호벽 전경 >



< 배수시설 전경 >

6.2 외관조사 결과

부 재		외관조사 결과분석
상부 구조	바닥판 하면	• 바닥판 하면에 대한 외관조사결과, 폭 0.1~0.2mm 균열, 망상균열, 균열부백태, 그을음, 파손, 종조인트 누수 및 물끓기흠 미시공 등의 손상 및 결함이 조사되었다. • 균열의 경우 균열 폭이 경미한 상태이며, 전회 점검과 비교 시 균열 폭 및 길이의 진전 여부는 없는 것으로 보아 건조수축 및 온도변화 등 콘크리트의 재료적인 특성에 의한 비구조적인 균열로 판단되며, 국부적으로 수분접촉에 따른 균열 부위 백태가 확인되었으나, 점검일 현재 건조한 상태로 관찰되어 교면 방수층에는 문제가 없는 것으로 판단된다. 기 발생한 손상에 대하여 내구성 측면에서 표면처리 보수를 실시하고, 외부 충격에 의한 파손은 단면복구, 종조인트 누수구간은 물끓기흠 설치를 통한 유지관리를 실시하는 것이 요구된다. 또한 그을음의 경우 교량 주변에 위치한 인가에서 인위적으로 불을 피워 발생한 것으로 콘크리트 표면에 생긴 그을음으로 보수 보다는 주의관찰 및 화재 경고 등의 조치를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
	거더 및 가로보	• 거더 및 가로보에 대한 외관조사결과, 폭 0.1mm 균열, 박리, 박락, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 손상이 발생한 상태이다. • 현재 발생한 손상들은 대부분 콘크리트의 재료적인 특성 및 시공 시 부주의(다짐·양생미흡 등), 신축이음 하부 노면수 반복 유입 등에 의한 손상으로 시설물의 내구성 및 사용성 측면에서 표면처리 및 단면복구, 방청 등의 보수 조치를 실시하는 것이 바람직하다.
하부 구조	교대 및 교각	• 교대 및 교각에 대한 외관조사 결과, 폭 0.1~0.2mm 균열 및 망상균열, 콘크리트 단면손상(박리, 박락, 파손, 철근노출, 피복두께부족 등), 누수흔적, 오염, 폐콘크리트 적치, 법면 보호블록 침하 등의 손상이 조사되었다. • 균열의 경우 균열 폭이 경미하며, 발생 패턴을 보아 건조수축 및 온도변화 등 재료적 요인에 의한 손상으로 판단되며, 공용 중 우수접촉으로 인해 일부구간에서 균열부 백태가 발생되어 표면처리를 통한 보수가 필요하다. 또한 신축이음 하부 노면 수 및 외부 우수유입, 외부 충격, 피복두께부족 등에 의한 단면손상(박리, 박락, 파손, 철근노출 등)의 경우 시설물의 내구성 측면에서 단면복구 및 방청을 실시하는 것이 바람직하다. • 교대 법면에 발생한 보호블록 침하의 경우 다짐미흡으로 토사유실 및 뒷채움 콘크리트가 침하되면서 발생한 손상으로 내부 유실 구간의 높이가 약 30cm이며, 공용 중 도수로를 통해 노면수 및 우수가 반복 유입될 경우 손상의 진전 및 확대, 안전사고의 우려가 있으므로 보호블록 재설치 등의 정비 조치를 통한 유지관리가 요구된다.
교량받침		• 연단거리 및 받침의 가동상태는 적정한 것으로 검토됨 • 받침장치에 대한 외관조사결과, 본체 부식, 폭 0.1mm 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 단면손상(파손, 들뜸, 재료분리)이 조사되었다. • 본체 부식은 공용 중 외부 우수 및 신축이음 하부로 노면수가 반복 유입되면서 발생한 손상으로 장기적인 사용성 확보 측면에서 바탕면 처리 후 도장보수를 통한 유지관리가 필요하며, 받침콘크리트 단면손상은 외부 충격, 신축이음 하부 누수 등 경년열화에 따른 손상으로 내구성 측면에서 단면복구를 실시하는 것이 요구된다. 또한 건조수축 및 열팽창계수 차이 등에 따른 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열은 균열 폭이 경미하며, 받침의 기능 발휘에 문제가 되지 않으므로 보수 보다는 주의관찰을 실시하는 것이 적절하다.

부 재		외관조사 결과분석
기타 부재	신축 이음	• 신축이음부는 적절한 유간을 확보하고 있는 상태로 검토됨 • 신축이음장치에 대한 외관조사결과, 본체 유간 토사퇴적, 하부 누수, 폭 0.1~0.2mm 후타재 균열, 망상균열, 박리, 차수판 덮개 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다. • 본체 유간 내에 토사가 다량 퇴적되어 동·하절기 온도변화에 따른 유간 변화를 간섭하고 있으므로 주기적인 청소를 실시하는 것이 요구되며, 신축이음장치 전구 간 하부에서 누수가 되어 하부 부재인 교대 및 교각, 교량받침의 손상(콘크리트 박리, 오염, 본체 부식 등)을 초래하고 있으며, 향후 동절기 제설제를 포함한 노면수가 추가 유입될 경우 손상이 가속화될 우려가 있으므로 적정시기에 교체 보수를 통한 유지관리를 실시하는 것이 요구된다. 이 외 후타재 손상은 신축이음 교체시기에 일괄보수를 하는 것이 바람직하며, 차수판 덮개 볼트탈락은 기능성 측면에서 재체결이 필요하다.
	교면 포장	• 교면포장에 대한 점검결과, 포장 균열 및 망상균열, 포장 경미한 패임이 발생된 상태이다. • 현재 발생된 균열 및 망상균열, 패임은 포장시공 시 온도관리 및 품질관리와 같이 시공 상태와 중차량 반복통행 및 차량통행빈도 등 복합적인 요인에 의한 손상으로 대부분 갓길측에 발생된 상태로 바닥판의 누수·백태(진행성)는 없는 것으로 보아 포장 방수층의 기능성에는 큰 문제는 없는 것으로 판단되며, 주행 차량의 안전성에 문제가 되지 않으므로 주의관찰 후 적정시기에 재포장을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
	방호벽	• 방호벽에 대한 외관조사결과, 폭 0.1~0.2mm 균열 및 보수부 재균열, 백태, 망상균열, 보수부 들뜸, 박리, 철근노출, 파손, 층분리, 텔리네이터 파손, 방음판 파손 등의 손상이 조사되었다. • 방호벽에 발생된 손상 및 결함은 대부분 콘크리트의 재료적, 시공적 요인 및 공용 중 외부충격, 경년열화 등에 의한 비구조적인 손상으로 표면처리 및 단면복구, 재설치를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하며, 방음판 파손의 경우 손상의 정도가 경미한 상태이므로 보수 보다는 주의관찰이 요구된다.
	배수 시설	• 배수시설에 대한 외관조사결과, 배수구 막힘, 배수관 및 유공관 길이부족, 배수관 부식, 도수로 파손 및 공동 등의 손상이 조사되었다. • 현재 발생된 손상들은 시공미흡 및 공용 중 발생된 손상으로 원활한 배수기능 확보 측면에서 주기적인 청소 및 배수관 재설치를 통한 유지관리가 요구된다. 또한 배수관 부식의 경우 기능 발휘에 문제는 없으므로 주의관찰을 실시하고, A2 교대 법면에 설치된 도수로 파손 부위로 노면수 및 우수가 반복 유입되면서 법면 내부의 토사유실, 뒷채움 콘크리트 침하, 공동 등을 초래하고 있으므로 재설치를 실시하는 것이 바람직하다.
부속시설		• 부속시설에 대한 외관조사결과, 인근 공장에서 인위적으로 웬스를 훼손시켜 자재 등을 적재하는 등 불법 점용을 하고 있는 것으로 확인되었다. 또한 화재 우려가 있는 인화성 물질들이 다수 적치되어 있는 상태이다.

6.3 내구성조사 및 시험

구 분	시험 결과			결과 분석	
압 축 강 도 시험 (MPa)	구분	반발경도법	설계강도	• 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정결과, 양호한 상태로 평가됨	
	바닥판 하면	30.5	27.0		
	가로보	25.0	27.0		
	거더	49.8	35.0		
	교대, 교각	28.6	24.0		
탄산화 시험 (mm)	구 분	탄산화깊이	잔여피복	내구연한	• 탄산화에 의한 잔여피복두께는 모두 33.3~54.7mm로(평가 : a) 양호한 상태로 평가됨
	바닥판 하면	4.7~5.8	34.5~44.3	100년 이상	
	교대, 교각	1.7~5.4	33.3~54.7	100년 이상	
철근 탐사	구 분	배근간격		피복두께	• 설계도면과 유사함
	상부	설계도면과 유사		설계도면과 유사	
	하부				

6.4 상태안전성능평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간, 연석	신축이음	교량 받침	하부	기초
S1/A1	PSCI	b	b	c	b	c	b	c	b	b	Q
S2/P1	PSCI	b	a	c	b	b	b	x	b	a	Q
S3/P2	PSCI	b	b	c	b	c	b	x	b	b	Q
S4/P3	PSCI	b	b	c	c	b	b	c	b	c	Q
S5/P4	PSCI	b	a	b	c	b	c	x	a	a	Q
S6/P5	PSCI	b	b	c	c	c	b	x	a	b	Q
S7/P6	PSCI	b	b	b	b	b	b	c	b	c	Q
S8/P7	PSCI	b	b	b	c	b	c	x	a	b	Q
A2	PSCI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	b	c	Q
평균		0.200	0.175	0.325	0.300	0.275	0.250	0.400	0.167	0.244	N/A
가중치		15	25	4	4	3	2	7	15	25	N/A
(평균×가중치) /가중치합		0.030	0.044	0.013	0.012	0.008	0.005	0.028	0.025	0.061	N/A
환산결함도점수									0.226		
상태평가결과									B		

6.5 구조안전성능평가

평가항목	평가	구조안전성능 평가 = Min(내하력평가, 기초안전성 평가)
내하력평가	a	a (0.130)
기초안전성 평가	-	

6.6 안전성능평가

평가항목	평가	안전성능 평가 = Min(상태안전성능, 구조안전성능)
상태안전성능 평가	b (0.226)	B (0.226)
구조안전성능 평가	a (0.130)	

6.7 내구성능평가

6.7.1 열화진전 평가

부재 그룹	세부부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 침투량	탄산화깊이	피복 콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	a	a	a	a	0.10
	거더(35)	-	-	a	a	0.10
	가로보(7)	-	-	b	b	0.20
하부	교각/교대(25)	a	a	a	a	0.10
		결함도지수	(0.10×33+0.10×35+0.20×7+0.10×25)/100=0.107			
		등급	A			

6.7.2 열화환경 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해환경		B
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	A
동해환경		C
- A 등급 : 양호한 열화환경으로서 내구성능 저하의 가속요인이 거의 없는 상태 - B 등급 : 대상 열화환경에 의하여 내구성능 저하가 생길 수 있는 상태 - C 등급 : 대상 열화환경에 의하여 내구성능 저하가 가속될 수 있는 상태		

6.8 사용성능평가

성능의 구분	세부부재명(가중치, %)	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	c	0.40
		진동사용성	0.202	d	0.70
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	e	1.00
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.10
결합도지수			0.466		
등급			C		

6.9 종합평가 및 종합성능등급 지정

시설물 종합성능등급 결과 산정표				
시설물명	양성교(하)			
평가구분	성능별 결합도 점수 (E_n)	평가등급	성능간 가중치 (W_n)	비 고
안전성능 평가	0.226	B	0.680	
내구성능 평가	0.107	A	0.210	
사용성능 평가	0.466	C	0.110	
종합성능평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결합도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.226 \times 0.680 + 0.107 \times 0.210 + 0.466 \times 0.110 = 0.227$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.227 • 종합성능평가 결과 : B등급			

종합성능등급		
B (양호)		
안전성능등급	내구성능등급	사용성능등급
B (양호)	A (우수)	C (보통)

6.10 유지관리 전략 제안

6.10.1 결합별 보수·보강 방안

구 분	손상내용	보수·보강	손상	보수	단위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	144.20	187.46	m
	망상균열	표면처리	1.00	1.30	m ²
	균열부 백태	표면처리	22.40	29.12	m
	그을음 발생	주의관찰	37.50	37.50	m ²
	중조인트누수 및 물뚫기홈 미시공	물뚫기홈 설치	240.00	240.00	m
	파손	단면복구 (T=30mm)	0.33	0.43	m ²
거더	박리	단면복구 (T=10mm)	0.16	0.21	m ²
	파손, 박락, 들뜸	단면복구 (T=30mm)	2.68	3.48	m ²
가로보	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.65	m
	망상균열	표면처리	0.12	0.16	m ²
	들뜸, 박락	단면복구 (T=30mm)	4.15	5.40	m ²
	박리	단면복구 (T=10mm)	0.75	0.98	m ²
	철근노출	단면복구(방청) (T=30mm)	0.81	1.05	m ²
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.90	3.77	m
	균열부백태	표면처리	1.50	1.95	m
	망상균열	표면처리	3.00	3.90	m ²
	박리, 긁힘	단면복구 (T=10mm)	15.92	20.70	m ²
	박락, 파손	단면복구 (T=30mm)	0.47	0.61	m ²
	누수흔적, 표면오염	표면처리	172.50	224.25	m ²
	철근노출, 피복두께부족	단면복구(방청) (T=30mm)	2.03	2.64	m ²
	페콘크리트 적치	청소	2	2	ea
	법면 보호블록 침하	법면 보호블록 재설치	18.00	18.00	m ²
받침장치	무수축물탈균열(0.3mm미만)	주의관찰	0.60	0.60	m
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	주의관찰	0.80	0.80	m
	받침콘크리트 파손, 들뜸, 재료분리	단면복구 (T=30mm)	0.06	0.08	m ²
	본체부식	도장보수	35	35	ea

※ 보수물량은 손상물량의 30% 할증(표면처리, 주입보수, 단면복구)

구 분	손상내용	보수·보강	손상	보수	단위
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	주의관찰	15.20	-	m
	후타재 망상균열	주의관찰	0.60	-	m ²
	후타재 박리	주의관찰	0.36	-	m ²
	유간토사퇴적	주의관찰	52.00	-	m ²
	신축이음 하부 누수	신축이음 교체 (Finger No.50, No.80, No.100, No.120)	50.00	50.00	m
	덮개볼트 탈락	볼트 재체결	3	2	ea
교면포장	포장균열	주의관찰	78.60	-	m ²
	포장망상균열	주의관찰	127.50	-	m ²
	포장패임	주의관찰	0.40	-	m ²
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면처리	8.40	10.92	m
	망상균열	표면처리	1.33	1.73	m ²
	백태	표면처리	0.04	0.05	m ²
	균열부백태	표면처리	50.80	66.04	m
	박리	단면복구 (T=10mm)	0.04	0.05	m ²
	보수부들뜸, 파손, 층분리	단면복구 (T=30mm)	2.63	3.42	m ²
	철근노출	단면복구(방청) (T=30mm)	0.01	0.01	m ²
	텔리네이터 파손	텔리네이터 재설치	6	6	ea
	방음판 파손	주의관찰	0.02	0.02	m ²
배수시설	배수구 막힘	청소	9	9	ea
	배수관, 유공관 길이부족	배수관 재설치	3	3	ea
	배수관 부식	주의관찰	1	1	ea
	도수로 파손 및 공동	배수로 재설치	1.00	1.00	m
부속시설	웬스 파손	웬스 재설치	8.00	8.00	m

※ 보수물량은 손상물량의 30% 할증(표면처리, 주입보수, 단면복구)

6.10.2 우선순위 및 개략 공사비

구 분		비용 Cost (천 원)	부재 가중치			성능별 효과지수				우선순위 지수PI (EI/Cost)	순 위
			안전성능 (E1)	내구성능 (E2)	사용성능 (E3)	안전성능 (E1×P1)	내구성능 (E2×P2)	사용성능 (E3×P3)	합계 (EI)		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	2,343	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.000092	25
	망상균열	65	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.003304	11
	균열부백태	364	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.000590	16
	중조인트누수 및 물끊기흙 미시공	5,280	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.000041	28
	파손	91	20.4%	36.2%	-	0.139	0.076	0.000	0.215	0.002360	12
거더	박리	25	24.7%	27.5%	-	0.168	0.058	0.000	0.226	0.009028	3
	파손, 박락, 들뜸	735	24.7%	27.5%	-	0.168	0.058	0.000	0.226	0.000307	19
가로보	균열(0.3mm미만)	8	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.005398	5
	망상균열	8	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.005398	6
	들뜸, 박락	1,138	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.000038	29
	박리	115	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.000375	18
	철근노출	229	5.3%	3.4%	-	0.036	0.007	0.000	0.043	0.000189	22
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	47	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.004667	7
	균열부백태	24	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.009140	2
	망상균열	195	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.001125	15
	박리, 균열	2,442	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000090	26
	박락, 파손	129	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.001701	14
	누수흔적, 표면오염	11,213	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000020	32
	철근노출, 피복두께부족	573	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000383	17
	폐콘크리트 적치	64	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.003428	10
	법면 보호블록 침하	918	22.1%	32.9%	-	0.150	0.069	0.000	0.219	0.000239	20
받침 장치	받침콘크리트 파손, 들뜸, 재료분리	16	13.3%	-	-	0.090	0.000	0.000	0.090	0.005653	4
	본체부식	4,760	13.3%	-	-	0.090	0.000	0.000	0.090	0.000019	33
신축이음	신축이음 하부 누수	66,201	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.000001	37
	덮개 볼트탈락	2	6.2%	-	-	0.042	0.000	0.000	0.042	0.021080	1
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	137	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000089	27
	망상균열	86	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000142	23
	백태	3	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.004080	8
	균열부백태	826	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000015	36
	박리	6	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.002040	13
	보수부들뜸, 파손, 층분리	721	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000017	35
	철근노출	3	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.004080	9
	델리네이터 파손	102	1.8%	-	-	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000120	24
배수시설	배수구막힘	540	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000034	30
	배수관, 유공관 길이부족	564	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000033	31
	도수로 파손 및 공동	78	2.7%	-	-	0.018	0.000	0.000	0.018	0.000235	21
부속시설	웬스 파손	960	-	-	15.6%	0.000	0.000	0.017	0.017	0.000018	34

※ 성능별 가중치는 일민국도에 해당하는 P1=68%, P2=21%, P3=11%를 적용하였음

6.11 종합결론

대상시설물은 성능목표 등급(B등급)과 종합성능 평가 등급(B등급)이 서로 부합되고 있는 것으로 평가되었으며, 향후 시설물의 성능향상 및 유지관리 측면에서 우선순위에 맞는 순차적인 보수를 실시한다면 시설물의 내구연한을 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.