

제1장 황방2육교

- 1.1. 점검의 목적
- 1.2. 시설물의 개요 및 이력사항
- 1.3. 외관조사 결과 및 분석
- 1.4. 내구성조사 결과 및 분석
- 1.5. 시설물의 상태평가 결과
- 1.6. 종합평가 결과
- 1.7. 안전등급 지정
- 1.8. 보수·보강 및 유지관리방안
- 1.9. 종합결론 및 건의

1.1. 점검의 목적

본 과업은 골약동지역 교량에 대하여 시설물안전관리에 관한 특별법 제6조에 의거 정밀점검을 실시하여 교량의 물리적·기능적 결함 및 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 조치 방법을 제시하여 향후 유지관리의 효율성을 제고코자 금회 예산범위 내에서 도급으로 시행코자 함.

1.2. 시설물의 개요 및 이력사항

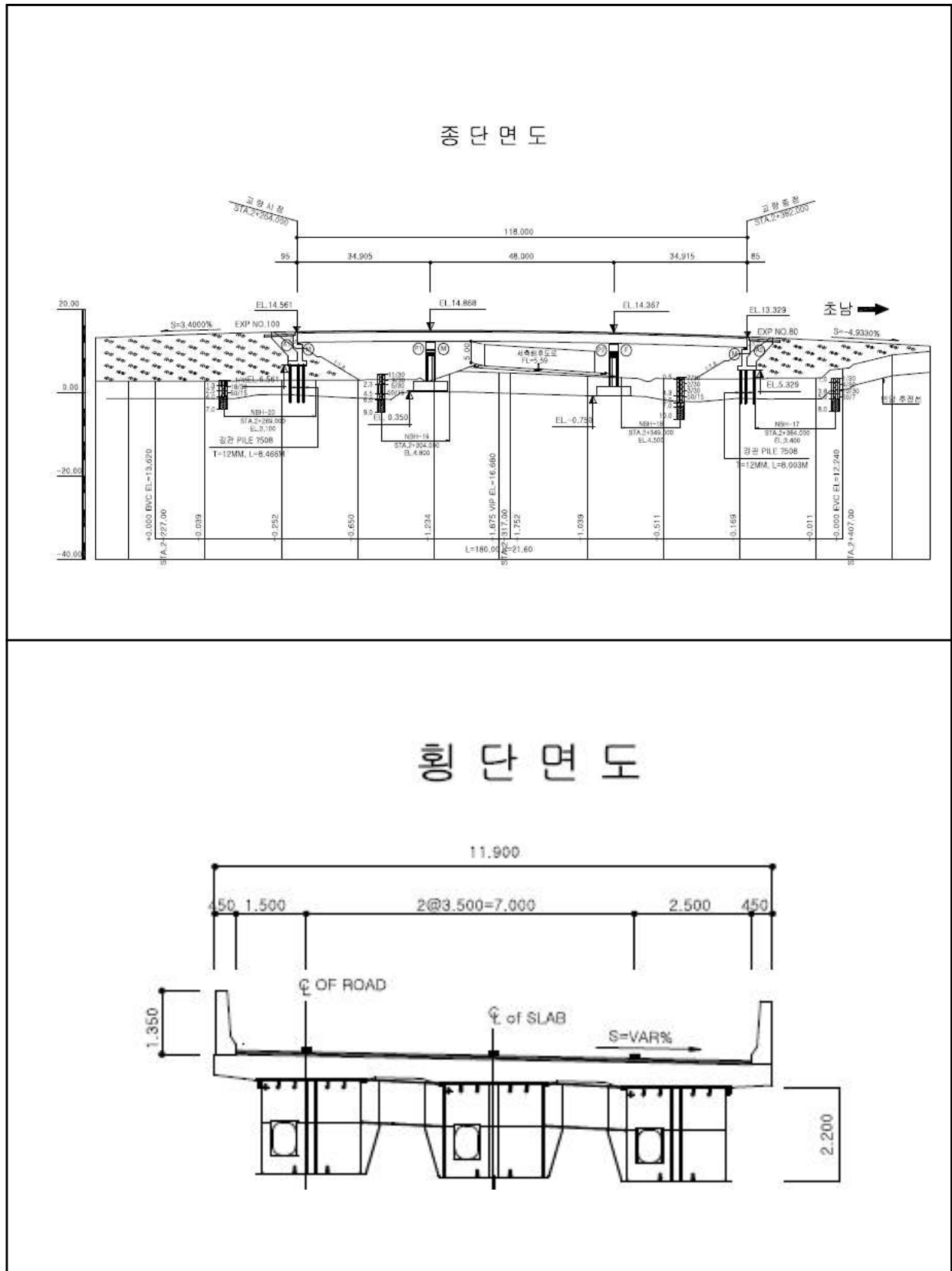
1.2.1. 시설물의 개요

정밀점검 대상시설물인 황방2육교의 현황은 <표 1.2.1>과 같다.

<표 1.2.1> 황방2육교의 현황

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		황방2육교	시설물번호		BR2007-0000463
준공년월일		2007년 02월	관리번호		-
시설물위치		전라남도 광양시 중동 1816-1			
설계하중		DB-24.0	노선명(이정)		항만로
제원	연장	L = 118.0m (35.0+48.0+35.0)			
	폭	B = 11.9m (2차로)			
구조 형식	상부	Steel Box Girder교	기초 형식	교대	말뚝기초
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형		교각	말뚝기초
교량받침		탄성받침	신축이음		레일 Joint
교차시설물		광양항 서측배후도로	형하고		5.0m
부착시설내용		- 콘크리트 방호벽, 강제휨스			
기 타		- 관리주체 : 광양시 도로관리사업소			

1.2.2. 주요도면



1.2.3. 관련자료 수집 및 분석현황

구조물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 구조물 시공당시의 모든 설계도서와 구조물 준공 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 및 내역 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 중요하다.

본 과업 대상구조물에 대해 발주처인 광양시 도로관리사업소에서 제공받은 자료는 시설물관리대장(교량)이며, 이를 토대로 <표 1.2.2>와 같이 조사하였다.

과업지시서에 관련된 내용에 대하여 사전답사와 사전검토를 시행하였으며, 발주처와 협의하여 과업에 대한 세부계획을 수립하였다.

정밀점검의 과업지시서 및 관련 자료에 대한 사전검토 등의 세부내용은 부록편에 수록하였다.

<표 1.2.2> 이력조사 관련자료 현황

구 분	주요이력 및 조사대상	비 고
시설물관리대장	- 있음.	
점검 및 진단이력	- 자체정기점검 : 총 10회 - 정밀점검 : 총 3회. - 정밀안전진단 : 없음.	
보수·보강이력	- 없음.	

1.2.4. 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과

과업 대상구조물은 공용기간동안 관리주체에서 유지관리를 위해 시행한 정밀점검, 정밀안전진단 등의 이력사항은 관리주체에서 제공한 교량관리대장을 확인하였다.

그 결과, 정기점검은 매 반기별 자체수행 중에 있으며, 아래의 <표 1.2.3>과 같이 시행한 것으로 확인되었다. 정밀점검은 등급에 따라 수행 중에 있으며, 아래의 <표 1.2.4>과 같이 시행한 것으로 확인되었다.

<표 1.2.3> 자체 정기점검이력

구 분	점검·진단 시행시기	점검·진단 기 관 명	등 급	주 요 내 용
자체 정기점검	2007-12-10~ 2007-12-19	정광성	양호	- 상태양호
	2008-02-26~ 2008-03-07	홍근순	양호	- 상태양호
	2008-06-03~ 2008-06-13	홍근순	양호	- 상태양호
	2009-02-27~ 2009-03-11	홍근순	양호	- 상태양호
	2013-06-24~ 2013-06-28	자체수행 (도로정비담당)	양호	- 외관조사 실시
	2013-12-23~ 2013-12-31	자체수행 (도로정비담당)	양호	- 외관조사 실시 이상없음
	2014-06-02~ 2014-06-30	자체수행 (양명훈)	양호	- 주요 외관조사 실시
	2014-12-30~ 2014-12-31	자체수행 (도로정비담당)	양호	- 주요부재 외관상태 확인
	2015-03-02~ 2015-03-13	자체수행 (이형철)	양호	- 주요 부재 외관조사 실시
	2015-09-14~ 2015-10-02	자체수행 (이형철)	양호	- 주요 부재 외관조사 실시

<표 1.2.4> 정밀점검이력

구 분	점검·진단 시행시기	점검·진단 기 관 명	등 급	주 요 내 용
정밀점검	2006-12-21~ 2007-02-25	(주)미승씨엔에스검사 (김명훈)	A등급	- 상태양호
	2009-04-02~ 2009-12-23	(주)에스큐엔지니어링 (김기철)	B등급	- 균열(폭:0.3mm이상), 도장탈락 및 발청, 균열 및 백태
	2011-03-25~ 2011-11-19	(주)에스큐엔지니어링 (이래철)	B등급	- 기존 손상에 대한 보수실시로 결함도지수의 상향이 발생

1.2.5. 보수 · 보강이력

과업 대상구조물의 주요 보수 · 보강 이력사항은 시설물관리대장을 검토한 결과, 보수 · 보강 이력사항은 <표 1.2.5>과 같이 시행한 것으로 확인되었다.

<표 1.2.5> 보수 · 보강이력

구 분	보수 · 보강 시행시기	보수 · 보강 시 공 자	공사비(천원)	보수 · 보강 내역
보수·보강 이력	-	-	-	-

1.2.6. 시설물의 내진설계 여부 확인

발주처에서 제공한 시설물관리대장을 검토한 결과, 과업 대상구조물의 내진설계는 적용 된 것으로 확인되었다.

1.3. 외관조사 결과 및 분석

1.3.1. 교면포장

과업 대상교량의 총 폭은 11.9m이며, 2차선으로 구성되어 있고, 아스콘 포장으로 시공되어 있다. 외관조사 결과, 교면포장에서 공용기간 증대로 인한 아스콘 균열이 조사되어 실링보수가 요구된다.



(S2) 아스콘 포장 균열



(S3) 아스콘 포장 균열

<사진 1.3.1> 교면포장의 결함 및 손상현황

<표 1.3.1> 교면포장의 결함 및 손상현황

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
교면포장	아스콘 균열	차륜이동	S1,S2,S3	88.00m	아스콘 실링보수

1.3.2. 방호벽

과업 대상교량의 방호벽은 콘크리트+투척 방지망으로 시공 되어 있으며, 방어벽 외측에 균열 및 열화 등의 손상이 다수 조사되었다. 방호벽은 전반적으로 공용기간 증대에 따른 노후화로 열화가 발생된 상태이며, 조사된 손상에 대해 내구성 확보를 위한 적절한 보수가 필요할 것으로 판단된다.



(S2) 방호벽 균열 및 백태 (CW=0.3/L=2.5)



(S2) 방호벽 균열(CW=0.2/L=2.0)

<사진 1.3.2> 방호벽의 결함 및 손상현황

<표 1.3.2> 방호벽의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
방호벽	균열(0.3mm미만)	건조수축	S1,S2	69.90m	표면처리
	균열(0.3mm이상)	건조수축	S1,S2,S3	84.90m	주입보수
	Con'C열화	공공년 증대	S1,S2	61.20m ²	단면보수(T=10mm)
	균열 및 백태 (0.3mm이상)	건조수축	S2	2.50m	백태제거+표면처리

1.3.3. 배수시설

과업 대상교량의 유도배수관의 연결불량, 지지철물의 파손은 없는 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나, 토사퇴적으로 인한 배수구 막힘이 조사되었다. 이물질 및 토사퇴적으로 배수구 막힘으로 인한 교량상면의 체수는 하부로 누수 및 상면 포장부의 내구성 저하를 발생시킬 수 있는 요인으로 주기적인 청소를 통하여 원활한 배수가 되도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.



배수구 막힘



배수관 길이 양호

<사진 1.3.3> 배수시설의 결함 및 손상현황

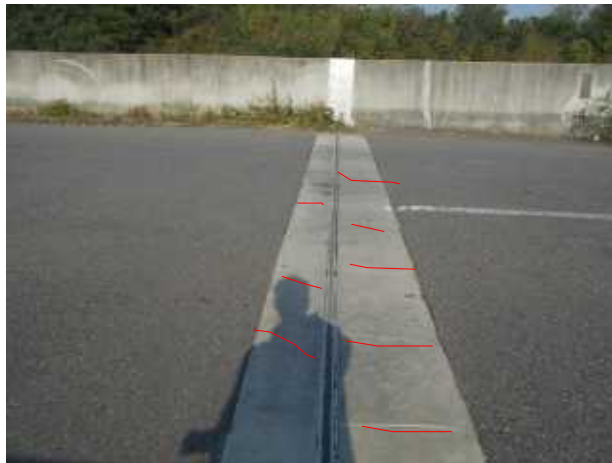
<표 1.3.3> 배수시설의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
배수시설	배수구 막힘	차륜이동	S1,S2,S3	14.00EA	청소(주의관찰)

1.3.4. 신축이음

본 교량의 신축이음장치는 Rail Joint 형식으로 A1, A2에 각각 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 전개소 신축유간에 토사가 퇴적되어 있어 신축이음장치의 원활한 신축작용을 저해 하고 고무재 파손의 원인이 될 수 있으므로 주기적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

또한 후타재의 경우 균열이 다수 조사되어 후타재 균열에 대한 균열보수를 통하여 차륜이동에 대한 균열의 진전을 방지해야 할 것으로 사료된다.



후타재(A1) 균열(0.3mm미만)(CW=0.2/L=0.4)



이물질 퇴적(A1)

<사진 1.3.4> 신축이음의 결함 및 손상현황

<표 1.3.4> 신축이음의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
신축이음 장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	차륜 영향	A2	14.20m	표면처리
	후타재 균열 (0.3mm이상)	차륜 영향	A1	12.80m	주입보수
	토사퇴적	청소 미흡	A1,A2	20.00m ²	청소(주의관찰)

■ 신축유간 측정 및 신축여유량 검토

대상 교량 A1, A2 구간의 신축유간을 측정하고 온도변화시 상부구조의 신축량을 산정하고 대상 교량의 신축 여유량을 검토하였다.

가) 검토조건

- (1) 검토위치 : 신축이음장치(A1, A2)
- (2) 신축유간 측정 대기온도 : 18.6℃
- (3) 검토온도 : -10~40(보통지방-STB)
-5~35(보통지방-PSCI, RC Slab)
- (4) 선팽창계수(강재) : 1.2×10^{-5}
선팽창계수(콘크리트) : 1.0×10^{-5}
- (5) 기본신축량 : 온도신축

나) 검토조건 계산 결과

- (1) 검토위치 : 신축이음장치(A1, A2)
- (2) 신축유간 측정기준 : 18.6℃
- (4) 검토온도 :
- 최대 수축시 : $18.6^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 28.6^{\circ}\text{C}$
- 최대 팽창시 : $40.0^{\circ}\text{C} - (18.6^{\circ}\text{C}) = 21.4^{\circ}\text{C}$
- (4) 선팽창계수 : 1.2×10^{-5} (강재), 1.0×10^{-5} (콘크리트)
- (5) 기본신축량 : $\Delta l = \text{온도변화}(\Delta T) \times \text{선팽창계수}(\alpha) \times \text{신축틀보 길이}(L)$
- (6) 기본신축량 산정

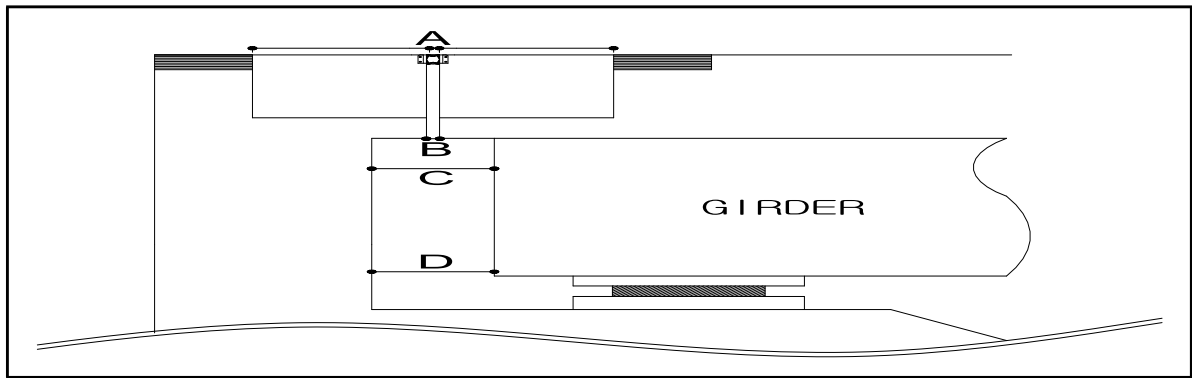
$$L=83.0\text{m기준, 수축 } \Delta l = 28.6 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (83 \times 1000) = 28.5\text{mm}$$

$$\text{신장 } \Delta l = 21.4 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (83 \times 1000) = 21.3\text{mm}$$

<표 1.3.5> 신축여유량 계산

구분		신축장 (m)	측정 대기 온도(℃)	계산신축량 (mm)		계산 가동량(mm)		비 고
				하절기	동절기	하절기	동절기	
				신장	수축	유간	여유량	
황방2육교	A1	83.0	18.6	21.3	28.5	22.0	58.0	
	A2	35.0		9.0	12.0	35.0	65.0	

다) 신축유간 측정 개요도



<표 1.3.6> 신축량 검토결과

위 치	신축장 (m)	실축유간 (mm)	계산신축량(mm)		신축여유량(mm)		검 토
			하절기	동절기	하절기	동절기	
			신장	수축	유간	여유량	
A1(Rail Joint)	83.0	22.0	21.3	28.5	22.0	58.0	만족
A2(Rail Joint)	35.0	35.0	9.0	12.0	35.0	65.0	만족



신축이음 유간거리 측정



신축이음 유간거리 측정

<사진 1.3.5> 신축이음 유간거리 측정

라) 검토결과

각 구간에 설치되어 있는 신축이음장치 신축유간 확보상태에 대한 검토결과, 전체적으로 신축여유량을 만족하는 것으로 조사되었다.

1.3.5. 바닥판 하면

대상 교량의 바닥판 하면은 Steel Box형식으로 바닥판 하면은 콘크리트로 되어 있는 상태로 외관조사결과 균열 및 망상균열, 백태 등의 결함이 조사되었다. 상기결함은 건조수축에 의한 결함들로 시설물의 내구성 증진을 위해 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.



(S1) 바닥판 하면 균열(CW=0.2/L=1.0)



(S1) 바닥판 하면 균열 및 백태

<사진 1.3.6> 바닥판하면의 결함 및 손상현황

<표 1.3.7> 바닥판하면의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	건조수축	S1	3.50m	표면처리
	균열 및 백태 (0.3mm미만)	건조수축	S1	0.40m	백태제거+표면처리
	망상균열	건조수축	S1,S2,S3	102.96m ²	표면처리
	백태	건조수축	S1	1.08m ²	백태제거+표면처리

1.3.6. 주형 및 가로보

과업 대상교량의 중균육교는 Steel Box 구조로 시공되어 있으며 최대 경간장은 48m로 총3개의 거더로 이루어져 있으며 강재 가로보가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

외관조사 결과 내부 플랜지와 웨브에서의 기공은 공장제작시 발생된 것으로 판단되며 보수의 필요성은 없으나 정기적인 점검에 의한 주의관찰이 필요할 것으로 사료된다.

외부 일부구간 도장탈락 및 도장박리가 조사되었다. 상기결함은 시설물의 내구성 증진을 위한 부분재도장이 필요할 것으로 사료된다.



(S3 G1) 도장박리(A=0.3m×0.3m)



(S3 G2) S.T BOX 내부 상태양호

<사진 1.3.7> 주형 및 가로보의 결함 및 손상현황

<표 1.3.8> 주형 및 가로보의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
거더 및 가로보	기공	시공불량	S1,S2	4.00EA	주의관찰
	볼트체결불량	공공년 증대	S2	3.00EA	주의관찰
	도장탈락 및 발청	공공년 증대	S1	0.20m ²	주의관찰

1.3.7. 교량받침

과업 대상교량의 받침장치는 전경간 포트 받침이 설치되어 있으며, 외관조사 결과, PLATE부식 상태로 조사되어 재도장이 요구된다.



(A2 Sh1) PLATE 부식



(P1 Sh1) PLATE 부식

<사진 1.3.8> 교량받침의 결함 및 손상현황

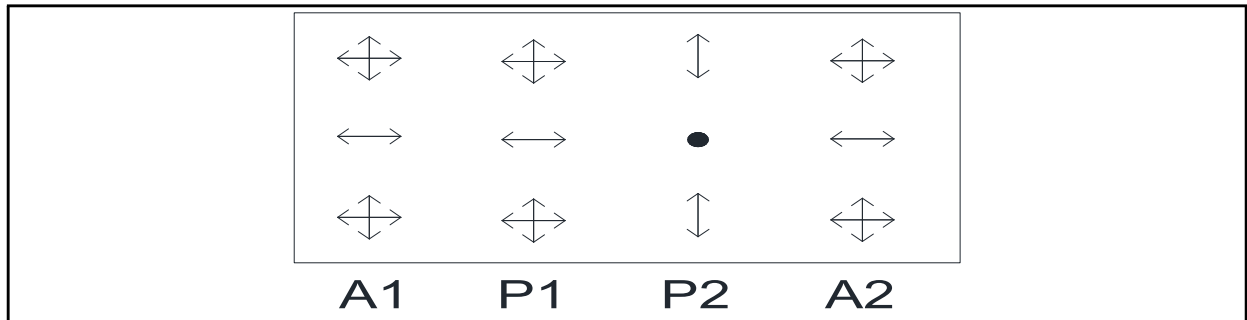
<표 1.3.9> 교량받침의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
받침장치	플레이트 부식	공공년 증대	A1,P1,P2,A2	8.00EA	재도장(중성화방지)

■ 연단거리 측정

대상교량의 받침장치와 하부구조 정부 연단 사이의 거리를 산정하고 각 지점에서 측정된 연단거리를 측정 비교·검토하였다.(도로교설계기준 5.4.2항 참조-2010)

가) 교량받침 배치도



연단거리 측정



연단거리 측정

<사진 1.3.9> 연단거리 측정

나) 연단거리 산정

(1) 연단거리 산정기준

- 거더의 경간길이 100m이하 : $S=20+(0.5 \times L)$
- 거더의 경간길이 100m이상 : $S=30+(0.4 \times L)$

(2) 연단거리 산정

- $L=35.0\text{m}$ 기준, $S=20+(0.5 \times 35.0) = 37.5\text{cm}$

<표 1.3.10> 교량받침 연단거리 검토결과

구분			경간장(m)	계산 연단거리(cm)	실측 연단거리(cm)		비 고
황방 2육교	A1	Sh1 ~ Sh3	35.0	37.5	전면	58.0 ~ 60.0	확보
	P1(전)	Sh1 ~ Sh3	35.0	37.5	전면	74.0 ~ 75.0	
	P1(후)	Sh1 ~ Sh3	48.0	44.0	배면	74.0 ~ 76.0	
	P2(전)	Sh1 ~ Sh3	48.0	44.0	전면	89.0 ~ 90.0	
	P2(후)	Sh1 ~ Sh3	35.0	37.5	배면	94.0 ~ 95.0	
	A2	Sh1 ~ Sh3	35.0	37.5	전면	63.0 ~ 65.0	

(3) 검토결과

하부구조 정부에서는 내진상 충분한 연단거리를 확보하여 상부구조의 낙교시 붕괴되지 않도록 지방에서 최소기준을 두고 있다.

대상교량의 받침연단거리를 측정한 결과, 받침장치의 연단거리가 도로교설계기준에 전반적으로 연단거리를 확보하고 있다.

■ 가동 여유량 검토

대상 교량 받침장치의 대기온도 변화를 고려하여 상부 주형의 신축 변화량을 산정하고 각 지점에서 측정된 받침장치 가동량을 측정 비교·검토하였다.(도로설계요령 P316 참조-한국도로공사)

가) 검토조건

- (1) 검토위치 : 가동단(A1, P1, A2), 고정단(P2)
- (2) 신축유간 측정 대기온도 : 18.6℃
- (3) 검토온도 : -10~40(보통지방-STB)
-5~35(보통지방-PSCI, RC Slab)

- (4) 선팽창계수(강재) : 1.2×10^{-5}

선팽창계수(콘크리트) : 1.0×10^{-5}

- (5) 기본신축량 : 온도신축

나) 검토조건 계산 결과

- (1) 검토위치 : 가동단(A1, P1, A2), 고정단(P2)
- (2) 신축유간 측정기준 : 18.6℃
- (4) 검토온도 :
 - 최대 수축시 : $(-10^{\circ}\text{C}) - 18.6^{\circ}\text{C} = -28.6^{\circ}\text{C}$
 - 최대 팽창시 : $(40.0^{\circ}\text{C}) - (18.6^{\circ}\text{C}) = 21.4^{\circ}\text{C}$
- (4) 선팽창계수 : 1.2×10^{-5} (강재), 1.0×10^{-5} (콘크리트)
- (5) 기본신축량 : $\Delta l = \text{온도변화}(\Delta T) \times \text{선팽창계수}(\alpha) \times \text{신축들보 길이}(L)$
- (6) 기본신축량 산정

$$L=35.0\text{m기준, 수축 } \Delta l = 28.6 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (35 \times 1000) = 12.0\text{mm}$$

$$\text{신장 } \Delta l = 21.4 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (35 \times 1000) = 9.0\text{mm}$$

<표 1.3.11> 받침 신축 계산 가동량

구분	신축장(m)	측정대기 온도(℃)	적용 온도(℃)		계산 가동량(mm)		비 고
			신장	수축	신장	수축	
A1, A2	35.0	18.6	40.0	-10.0	9.0	12.0	
P1	48.0		40.0	-10.0	12.3	16.5	

<표 1.3.12> 받침 신축 여유량 검토결과

구분		신축장(mm)	실측이동량(mm)	계산 가동량(㎜)		측정 여유량(㎜)		검토
				신장	수축	신장	수축	
A1	Sh1	35.0	40.0	9.0	12.0	10.0	90.0	만족
	Sh2	35.0	35.0	9.0	12.0	15.0	85.0	
	Sh3	35.0	40.0	9.0	12.0	10.0	90.0	
	Sh4	35.0	30.0	9.0	12.0	20.0	80.0	
P1	Sh1	48.0	0	12.3	16.5	50.0	50.0	
	Sh2	48.0	0	12.3	16.5	50.0	50.0	
	Sh3	48.0	0	12.3	16.5	50.0	50.0	
	Sh4	48.0	0	12.3	16.5	50.0	50.0	
P2	고정단							
A2	Sh1	35.0	30.0	9.0	12.0	20.0	80.0	만족
	Sh2	35.0	35.0	9.0	12.0	15.0	85.0	
	Sh3	35.0	35.0	9.0	12.0	15.0	85.0	
	Sh4	35.0	40.0	9.0	12.0	10.0	90.0	

(7) 검토결과

대상교량의 받침장치 가동 여유량을 측정한 결과 받침장치의 가동 여유량은 도로교설계기준에 모두 만족하고 있는 것으로 조사되었다.

1.3.8. 교대 및 교각

본 교량의 하부구조 교대는 역T형으로 시공되었으며, 교각은 T형으로 시공되어 있으며 외관조사결과 건조수축에 의한 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상)의 결함이 조사되어 표면처리보수 및 주입보수가 요구된다.



(A2) 교대 균열(CW=0.2/L=0.6)



(P1) 교각 균열(CW=0.2/L=1.0)

<사진 1.3.10> 교대 · 교각 결함 및 손상현황

<표 1.3.13> 교대 · 교각의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	건조수축	A1,P1,A2	6.60m	표면보수
	균열(0.3mm이상)	건조수축	A1	5.00m	주입보수

1.3.9. 외관조사결과 요약

<표 1.3.14> 외관조사결과 요약

구 분	결함 및 손상내용	위치	손상물량	개선방안	비 고
교면 포장	아스콘 균열	S1,S2,S3	88.00m	아스콘 실링보수	
방호벽	균열(0.3mm미만)	S1,S2	69.90m	표면처리	
	균열(0.3mm이상)	S1,S2,S3	84.90m	주입보수	
	Con'C열화	S1,S2	61.20m ²	단면보수(T=10mm)	
	균열 및 백태 (0.3mm이상)	S2	2.50m	백태 제거+표면처리	
배수 시설	배수구 막힘	S1,S2,S3	14.00EA	청소(주의관찰)	
신축 이음 장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	S3	14.20m	표면처리	
	후타재 균열 (0.3mm이상)	S1	12.80m	주입보수	
	토사퇴적	S1,S3	20.00m ²	청소(주의관찰)	
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	S1	3.50m	표면처리	
	균열 및 백태 (0.3mm미만)	S1	0.40m	백태 제거+표면처리	
	망상균열	S1,S2,S3	102.96m ²	표면처리	
	백태	S1	1.08m ²	백태 제거+표면처리	
거더 및 가로보	기공	S1,S2	4.00EA	주의관찰	
	볼트체결불량	S2	3.00EA	주의관찰	
	도장탈락 및 발청	S1	0.20m ²	주의관찰	
받침 장치	플레이트 부식	A1,P1,P2,A2	8.00EA	재도장(중성화방지)	
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	A1,P1,A2	6.60m	표면보수	
	균열(0.3mm이상)	A1	5.00m	주입보수	

1.3.10. 외관조사결과 전차 자체점검 비교·분석

<표 1.3.15> 외관조사결과 전차 자체 점검 비교·분석

구 분	금회 결함 및 손상내용	수 량	전차 결함 및 손상내용	수 량	비 고
교면 포장	아스콘 균열	88.00m	상태양호	-	-
방호벽	균열(0.3mm미만)	69.90m	균열(0.3mm미만)	60.20m	-
	균열(0.3mm이상)	84.90m	균열(0.3mm이상)	71.60m	-
	Con'C열화	61.20m ²	Con'C열화	61.20m ²	-
	균열 및 백태 (0.3mm이상)	2.50m	-	-	-
배수시설	배수구 막힘	14.00EA	상태양호	-	-
신축이음	후타재 균열 (0.3mm미만)	14.20m	후타재 균열 (0.3mm미만)	18.30m	-
	후타재 균열 (0.3mm이상)	12.80m	-	-	-
	토사퇴적	20.00m ²	-	-	-
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	3.50m	균열(0.3mm미만)	3.50m	-
	균열 및 백태 (0.3mm미만)	0.40m	균열(0.3mm이상)	628.50m	-
	망상균열	102.96m ²	균열 및 백태 (0.3mm미만)	1.50m	-
	백태	1.08m ²	-	-	-
거더 및 가로보	기공	4.00EA	기공	4.00EA	-
	볼트체결불량	3.00EA	실링재 충전불량	0.05m	-
	도장탈락 및 발청	0.20m ²	도장탈락 및 발청	0.20m ²	-
교량받침	플레이트 부식	8.00EA	받침 콘크리트 파손	0.25m ²	-
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	6.60m	균열(0.3mm미만)	10.00m	
	균열(0.3mm이상)	5.00m	균열(0.3mm이상)	39.00m	
	-	-	파손	0.25m ²	
	-	-	망상균열	3.50m ²	

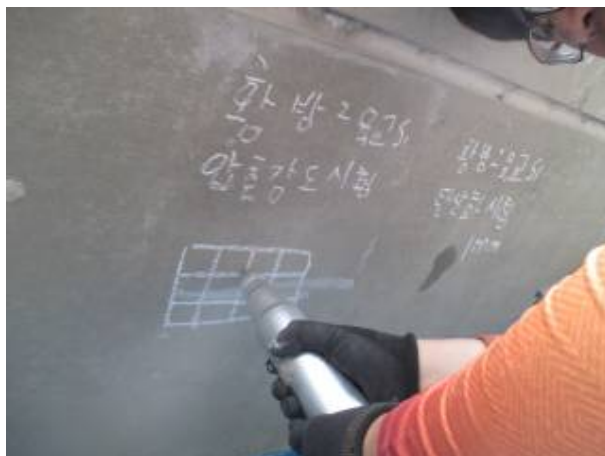
1.4. 내구성조사 결과 및 분석

1.4.1. 시험현황

본 과업에서는 대상 시설물의 주요 부재에 대한 콘크리트의 품질상태를 평가하기 위하여 <표 1.4.1>과 같이 현장시험을 수행하였다.

<표 1.4.1> 내구성조사 현황

측정부위 \ 시험항목	반발경도시험 (고강도식)	콘크리트 탄산화시험	비 고
상부구조	5EA	5EA	
하부구조	5EA	5EA	
계	10EA	10EA	



반발경도 시험



철근 피복두께 측정



콘크리트 탄산화시험(드릴)



콘크리트 탄산화시험(탄산화 깊이측정)

<사진 1.4.1> 내구성조사 전경

1.4.2. 콘크리트 반발경도 시험

반발경도 측정은 철근탐사 후 철근이 없는 부위를 선정 한 후, 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며, 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 반발경도 값은 각 측정부위에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 산정하였다.

과업 대상구간에 대한 측정반발경도 분석결과, 평균 상부구조 36.1~36.5MPa, 하부구조 36.5~37.0MPa로서, 이는 설계기준강도(상부구조 35.0MPa, 하부구조 35.0MPa) 90%이상인 것으로 분석되어 콘크리트 비파괴 강도는 건전한 것으로 평가되었다.

과업대상 시설물의 콘크리트 비파괴 반발경도의 세부 시험결과는 <표 1.4.2>와 같다.

<표 1.4.2> 위치별 비파괴강도

(단위:MPa)

시 험 위 치		반발경도법 (MPa)	설계기준 강 도 (MPa)	건 전 도 (측정/설계)	비 고
상부 구조 (고강 도식)	S1 슬래브 하면	36.2	35.0	103.5	건 전
	S1 캔틸레버 하면	36.3	35.0	103.8	건 전
	S2 슬래브 하면	36.1	35.0	103.1	건 전
	S3 슬래브 하면	36.4	35.0	104.0	건 전
	S3 캔틸레버 하면	36.5	35.0	104.3	건 전
	평 균	36.30	35.00	103.74	건 전
하부 구조 (고강 도식)	A1 교대 전면 벽체	36.6	35.0	104.5	건 전
	A2 교대 전면 벽체	36.8	35.0	105.2	건 전
	P1 교각 코핑	36.5	35.0	104.3	건 전
	P2 교각 전면 중앙	36.7	35.0	104.9	건 전
	P3 교각 전면 중앙	37.0	35.0	105.7	건 전
	평 균	36.72	35.00	104.92	건 전

1.4.3. 탄산화 시험

본 시설물에서는 측정위치에 드릴링 공구를 이용하여 국부적으로 파손시킨 면에 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하여 콘크리트의 탄산화 깊이를 측정하였으며 ‘안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편, 한국시설안전공단, 2013.04), 탄산화 상태평가 기준’에 준하여 평가하였다.

탄산화깊이 측정시험을 실시한 결과, 상·하부구조에서 측정된 탄산화 깊이는 각각 1.0~2.0mm, 1.0~3.0mm의 범위로 진행되었으며, 과업 대상교량의 상부구조 및 하부구조의 탄산화 상태평가결과는 “a”등급으로 철근 부식 우려가 없는 양호한 상태인 것으로 평가되었다.

<표 1.4.3> 탄산화 깊이의 측정결과

시 험 위 치		탄산화 깊 이 (mm)	측정최소 피복두께 (mm)	탄 산 화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수	상태평가 결 과	비 고
상부 구조	S1 슬래브 하면	1.0	50.0	49.0	0.333	A	드릴
	S1 캔틸레버 하면	2.0	50.0	48.0	0.667	A	
	S2 슬래브 하면	2.0	48.0	46.0	0.667	A	
	S3 슬래브 하면	2.0	49.0	47.0	0.667	A	
	S3 캔틸레버 하면	1.0	50.0	49.0	0.333	A	
하부 구조	A1 교대 전면 벽체	3.0	85.0	83.0	1.000	A	
	A2 교대 전면 벽체	1.0	87.0	86.0	0.333	A	
	P1 교각 코핑	2.0	87.0	85.0	0.667	A	
	P2 교각 전면 중앙	2.0	88.0	86.0	0.667	A	
	P3 교각 전면 중앙	3.0	84.0	81.0	1.000	A	

1.4.4. 도막두께 측정

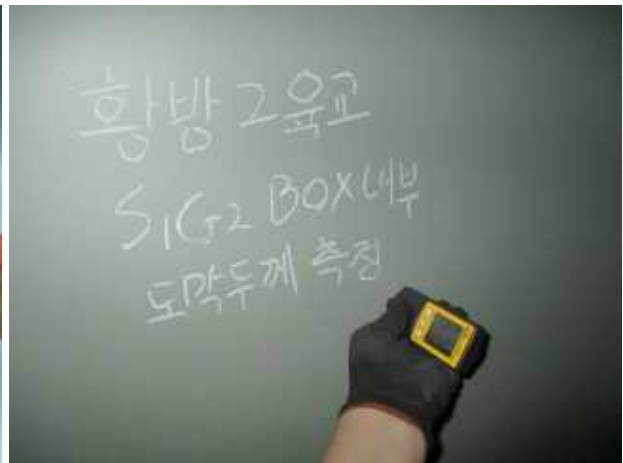
대상 교량에 대해서는 거더 내·외부에 대한 도막두께 측정을 실시하였으며, 검사기준에 따라 측정개소 10m²당 3개소 이상 2회 측정하여 평균값을 적용한 결과 측정위치 별로 다소 차이는 있으나, 전반적으로 도막상태는 양호한 것으로 측정되었다.

<표 1.4.4> 도막두께 측정결과

위치		측정결과(μm)	표준도막두께(μm)	비고
황방2육교	내부	195	150	만족
	외부	207	195	만족



거더 외부 도막두께 측정



거더 내부 도막두께 측정

<사진 1.4.2> 도막두께 측정

1.4.5. 내구성조사 전차 정밀점검 비교·분석

<표 1.4.5> 내구성조사 전차 정밀점검 비교·분석

구 분		전차 정밀점검	금회 정밀점검
용역 현황	용역사	(주)에스큐엔제니어링	(주)덕림이앤씨
내 구 성 조 사	콘크리트 반발 경도 시험	평균 상부구조 32.6~35.7MPa, 하부구조 35.2~35.9MPa로서, 이는 설계기준강도(상부구조 35.0MPa, 하부구조 35.0MPa) 90%이상인 것으로 분석되어 콘크리트 비파괴 강도는 건전한 것으로 평가되었다.	평균 상부구조 36.1~36.5MPa, 하부구조 36.5~37.0MPa로서, 이는 설계기준강도(상부구조 35.0MPa, 하부구조 35.0MPa) 90%이상인 것으로 분석되어 콘크리트 비파괴 강도는 건전한 것으로 평가되었다.
	탄산화 시험	상·하부구조에서 측정된 탄산화 깊이는 각각 1.3~1.5mm, 0.8~1.9mm의 범위로 진행되었으며, 과업 대상교량의 상부구조 및 하부구조의 탄산화 상태평가결과는 “a”등급으로 철근 부식 우려가 없는 양호한 상태인 것으로 평가되었다.	상·하부구조에서 측정된 탄산화 깊이는 각각 1.0~2.0mm, 1.0~3.0mm의 범위로 진행되었으며, 과업 대상교량의 상부구조 및 하부구조의 탄산화 상태평가결과는 “a”등급으로 철근 부식 우려가 없는 양호한 상태인 것으로 평가되었다.
	종합 의견	■ 전차 정밀점검과의 비교·분석 결과 전차 정밀점검에서는 반발경도시험결과 상부 및 하부구조에서 평균반발강도가 추정설계기준강도 대비 90%이상으로 양호한 강도를 확보하고 있는 것으로 평가됨. 탄산화깊이 측정결과 상·하부구조에서 “a”등급으로 평가되어 탄산화에 따른 급격한 성능저하는 없는 것으로 평가되었다. 금회 반발경도시험결과 상부 및 하부구조에서 평균반발강도가 추정설계기준강도 대비 90%이상으로 양호한 강도를 확보하고 있는 것으로 평가됨. 탄산화깊이 측정결과 상부 및 하부구조에서 탄산화 잔여깊이 30mm 이상으로 “a”등급으로 평가되어 탄산화에 따른 급격한 성능저하는 없는 것으로 평가되었다.	

1.5. 시설물의 상태평가 결과

1.5.1. 구조별 결과

<표 1.5.1> 구조형식별 결과

부재분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
경간	지점	바닥판	거더	가로보	교면	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	염화물
S1	A1	b	b	b	b	b	c	b	b	c	N/A	a	N/A
S2	P1	b	b	a	b	b	c	N/A	b	b	N/A	a	N/A
S3	P2	b	b	a	b	b	c	N/A	b	a	N/A	a	N/A
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	b	b	N/A	a	N/A
평 균		0.200	0.200	0.133	0.200	0.200	0.400	0.200	0.200	0.225	0.000	0.100	0.000
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	7	0
(평균×가 중치) /가중치합		0.036	0.040	0.007	0.014	0.006	0.008	0.018	0.018	0.045	0.000	0.007	0.000
1. 환산결합도 점수 =												0.199	
2. 상태평가 결과 =												B	

1.5.2. 개별교량 결과

<표 1.5.2> 개별교량 결과

구 분	구조형식	환산결합도점수	상태평가결과	연장(m)	연장비	환산결합도점수 × 연장비
황방2육교	Steel Box Girder	0.199	b	118.0	1.000	0.199
합계(Σ)				118.0	1.000	0.199
1. 환산결합도 점수 =						0.199
2. 상태평가 결과 =						B

1.5.3. 전체교량 결과

대상 구조물인 “**황방2육교**”에 대한 상태평가를 수행한 결과, 상태 평가지수가 **0.199**로서 상태평가 결과는 “b”에 해당되는 것으로 평가되었다.

(a, $0.13 \leq F=0.199 < 0.26$)

<표 1.5.3> 전체교량 결과

교량명	환산결합도점수	상태평가등급	연장(m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산결합도점수 × 연장비
황방2육교	0.199	b	118.0	2	236	1.000	0.199
합계(Σ)			118.0	-	236	1.000	0.199
1. 평가지수 =							0.199
2. 상태평가 결과 =							B

1.6. 종합평가 결과

과업 대상구조물인 “황방2육교”에 대한 외관조사 결과 및 내구성조사 결과를 토대로 개별 구조부재의 결함 및 손상 정도에 따른 상태평가결과를 종합적으로 비교·분석하여 종합평가결과를 산정하였다.

종합평가 결과 산정 세부내용은 다음과 같다.

- 1) 상태평가 결과 : b, ∴ 결함도 범위: $0.13 \leq 0.199 < 0.26$
- 2) 종합평가 결과 : B

1.7. 안전등급 지정

과업 대상구조물인 “황방2육교”에 대한 정밀점검 결과는 상태평가 결과를 종합적으로 평가하였다.

<표 1.7.1> 안전등급

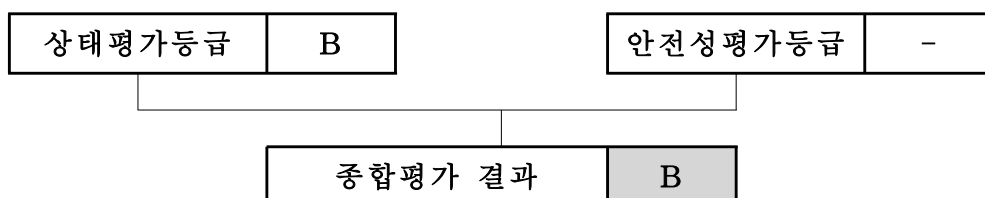
안전등급	시설물의 상태	안전등급 지정
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	B등급

(1) 시설물 상태평가

본 교량의 시설물 상태평가 등급은 B등급(결함지수:0.199)으로 산정되었으며, 기 발생된 손상에 대하여 보수를 실시하면 특별한 문제가 없는 양호한 상태의 교량으로 판단된다.

(2) 종합평가 및 안전등급 지정

- ① 종합평가 결과 = min(상태평가 결과, 안전성평가 결과)



【표 1.7.2】 종합평가 결과

1.8. 보수 · 보강 및 유지관리방안

1.8.1. 대상 시설물의 보수 · 보강방안

1) 결함 내용별 보수 · 보강방안

대상 시설물인 “황방2육교”에 대한 외관조사, 내구성조사 등의 결과를 종합적으로 판단할 때 구조물의 내구성 저하방지를 위해 손상 및 결함개소에 대해서는 경제성을 고려하여 보수효과가 기대되는 방법을 종합적으로 검토하여 각각의 일반적인 방안을 검토하여 수록하였다.

<표 1.8.1> 보수 · 보강 일람표

구 분	결함 및 손상내용	손상물량	보수물량 (할증20%)	개선방안	비 고
교면 포장	아스콘 균열	88.00m	105.60m	아스콘 실링보수	
방호벽	균열(0.3mm미만)	69.90m	83.88m ²	표면처리	
	균열(0.3mm이상)	84.90m	101.88m	주입보수	
	Con`C열화	61.20m ²	73.44m ²	단면보수(T=10mm)	
	균열 및 백태 (0.3mm이상)	2.50m	3.00m	백태제거+표면처리	
배수 시설	배수구 막힘	14.00EA	14.00EA	청소(주의관찰)	
신축 이음 장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	14.20m	17.04m ²	표면처리	
	후타재 균열 (0.3mm이상)	12.80m	15.36m	주입보수	
	토사퇴적	20.00m ²	24.00m ²	청소(주의관찰)	
바닥관 하면	균열(0.3mm미만)	3.50m	4.20m ²	표면처리	
	균열 및 백태 (0.3mm미만)	0.40m	1.00m ²	백태제거+표면처리	
	망상균열	102.96m ²	123.55m ²	표면처리	
	백태	1.08m ²	1.30m ²	백태제거+표면처리	
거더 및 가로보	기공	4.00EA	4.00EA	주의관찰	
	볼트 체결불량	3.00EA	3.60EA	주의관찰	
	도장탈락 및 발청	0.20m ²	1.00m ²	주의관찰	
받침 장치	플레이트 부식	8.00EA	8.00EA	채도장(중성화방지)	
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	6.60m	7.92m ²	표면보수	
	균열(0.3mm이상)	5.00m	6.00m	주입보수	

2) 보수·보강 개략공사비

대상 시설물의 개략공사비 산출은 상세한 설계에 의한 것이 아니며, 향후 소요 예산의 개략적인 추정을 위하여 실시하였다. 각 보수·보강의 일반적인 공법 적용 시 단위 평균 공사비를 적용하였으므로 순공사비와 부대공사비의 차이가 있다.

<표 1.8.2> 보수 개략공사비 산정

구 분	결합 및 손상내용	개선방안	손상물 량	보수물량 (할증20%)	단가 (원)	금액 (원)	우선 순위
교면 포장	아스콘 균열	아스콘 실링보수	88.00m	105.60m	58,000	6,124,800	②
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	69.90m	83.88m ²	51,000	4,277,880	②
	균열(0.3mm이상)	주입보수	84.90m	101.88m	32,000	3,260,160	②
	Con'C열화	단면보수(T=10mm)	61.20m ²	73.44m ²	120,000	8,812,800	②
	균열 및 백태 (0.3mm이상)	백태제거+표면처리	2.50m	3.00m	32,000	96,000	②
배수 시설	배수구 막힘	청소(주의관찰)	14.00EA	14.00EA	8,000	112,000	②
신축 이음 장치	후타재 균열 (0.3mm미만)	표면처리	14.20m	17.04m ²	51,000	869,040	①
	후타재 균열 (0.3mm이상)	주입보수	12.80m	15.36m	32,000	491,520	①
	토사퇴적	청소(주의관찰)	20.00m ²	24.00m ²	8,000	192,000	②
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.50m	4.20m ²	51,000	214,200	①
	균열 및 백태 (0.3mm미만)	백태제거+표면처리	0.40m	1.00m ²	51,000	51,000	①
	망상균열	표면처리	102.96m ²	123.55m ²	51,000	6,301,050	①
	백태	백태제거+표면처리	1.08m ²	1.30m ²	51,000	66,300	①
거더 및 가로보	기공	주의관찰	4.00EA	4.00EA	-	-	-
	볼트체결불량	주의관찰	3.00EA	3.60EA	-	-	-
	도장탈락 및 발청	주의관찰	0.20m ²	1.00m ²	60,000	60,000	①
받침 장치	플레이트 부식	재도장(중성화방지)	8.00EA	8.00EA	60,000	480,000	①
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	6.60m	7.92m ²	51,000	403,920	①
	균열(0.3mm이상)	주입보수	5.00m	6.00m	32,000	192,000	①
직접 공사비					32,004,670		
제 경비(직접 공사비×50%)					16,002,335		
총 공사비용					48,007,005		

1.9. 종합결론 및 건의

본 과업은 “골약동지역 정밀점검”에 대하여 시설물안전관리에 관한 특별법 제6조에 의거 정밀점검을 실시하여 교량의 물리적·기능적 결함 및 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 조치 방법을 제시하여 향후 유지관리의 효율성을 제고코자 하는데 그 목적이 있다.

금번 시행한 “황방2육교”에 대한 정밀점검 결과를 정리하면 다음과 같다.

1.9.1. 정밀점검 실시결과의 종합결론

- 황방2육교에 대한 정밀점검결과 현장조사 및 현장시험을 통한 상태평가를 실시한 결과 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B”로 평가되었다.
- 본 과업대상 교량인 황방2육교에 발생한 손상은 그 정도가 비교적 경미하고, 구조적으로 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않은 것으로 판단되어 손상부에 대해 장기적인 사용성 및 내구성 확보를 위해 본 보고서에서 제시한 보수대책 수립 및 효율적인 유지관리가 이루어진다면 공용기간동안 구조물의 사용성과 안전성은 확보될 것으로 판단된다.

1.9.2. 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 과업 대상시설물인 “황방2육교”에 대한 정밀점검 수행결과, 구조물의 내구성 및 안전성 등은 확보된 것으로 판단되며, 정밀안전진단 및 사용제한 여부 등의 조치는 필요하지 않을 것으로 평가되었다.

1.9.3. 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 과업 대상교량의 배수구의 상태는 양호한 상태로 조사되어 주의관찰이 요구되나, 교면에서 차륜통행으로 인한 아스콘 균열 및 망상균열이 조사되어 실링 및 패칭보수가 요구되며, 연석부에서 일부 건조수축으로 인한 미세균열이 조사되어 표면처리보수가 요구되며, 바닥판하면에서 망상균열 및 미세균열이 조사되어 표면보수가 요구되며, 받침장치에서 전체적으로 Plate부식이 조사되어 재도장이 요구되며, 하부구조에서 재료분리가 요구되어 단면복구가 요구된다.

1.9.4. 기타 필요한 사항

“황방2육교”에 대한 주기적인 점검과 보수·보강 등의 효율적인 유지관리가 이루어진다면, 교량의 기능 및 성능유지는 지속적으로 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

1.9.5. 중점 유지관리 방안

과업 대상 교량에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서 유지관리 시 대상 교량의 중점적인 유지관리 항목을 다음 표에 제시하였다.

[표 1.9.1] 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	중점 점검사항
교면포장	- 균열, 단차 및 함몰 발생 유무 - 소성변형, 포트홀 등 발생 유무
방호벽	- 균열 보수부 균열 발생유무 - 난간 및 중분대 파손, 탈락 및 부식 등 추가발생 유무 - 공용기간 증가에 따른 연석 상면 열화 발생 유무
배수시설	- 원활한 배수상태 확보를 위한 청소 등의 일상적인 유지관리 필요
신축이음	- 공용기간 증가 시 본체 차수기능상실 등의 손상에 의한 하부구조 우수유입 유무 - 후타재 균열 보수 후 추가발생 유무, 단차발생 유무
바닥판 하면	- 바닥판 하면 균열, 백태 및 재료분리 등 추가 발생 유무 - 연속 지점부의 균열, 박리·박락 발생 유무
받침장치	- 본체 파손 및 부식 발생 유무 - 받침대 콘크리트 균열 보수부 추가 손상발생 유무 - 교량의 신축에 따른 제 기능 확보 여부
교대 및 교각	- 교대 및 교각 균열보수 후 균열진전 및 추가손상발생 유무 - 교각 기둥부 침식 및 세굴, 하상변위 등의 발생 유무