

제 II 편 시 설 물 편

제1장 대근대교(하)

- 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

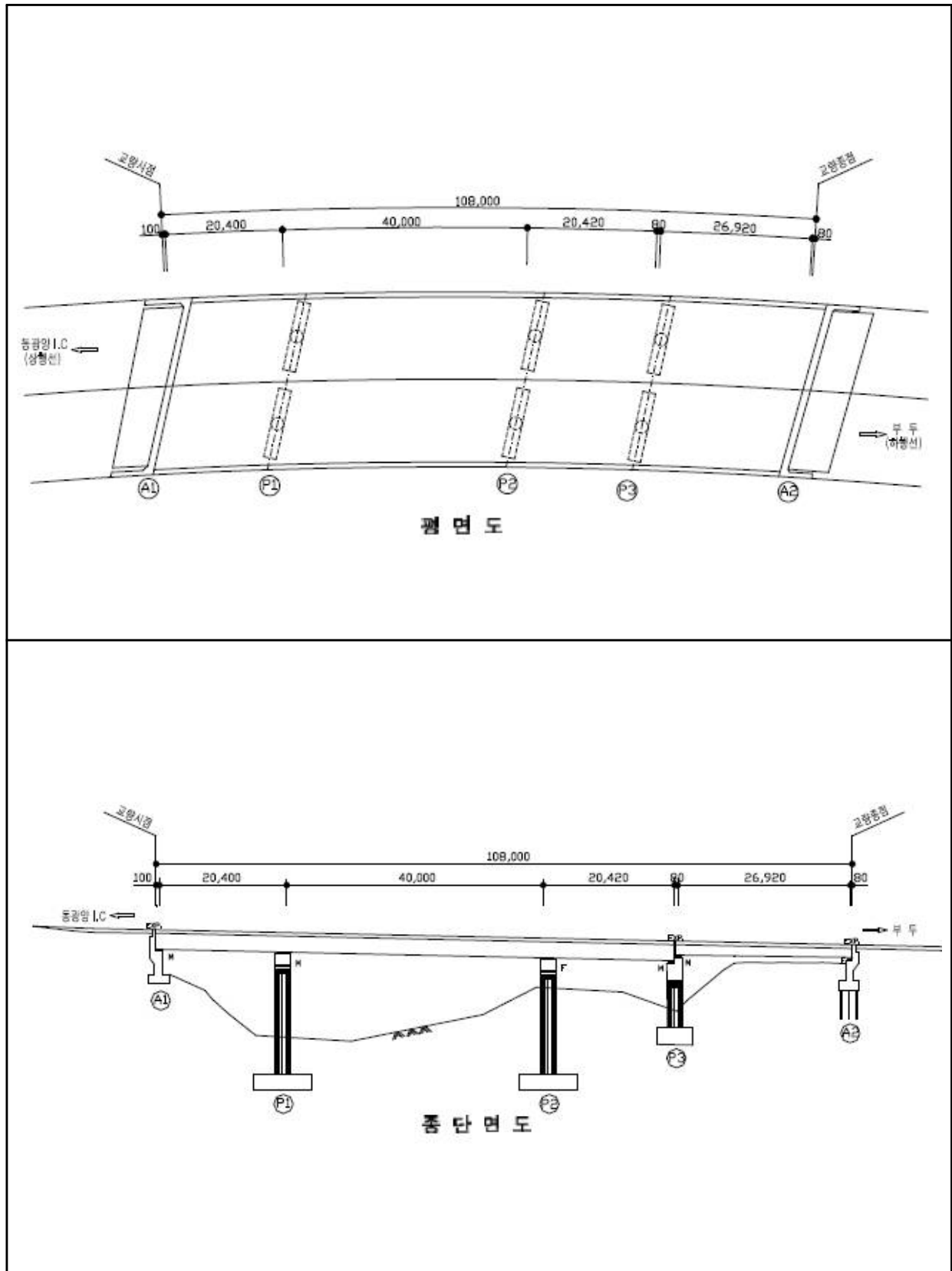
1.2.1. 시설물의 개요

정밀점검 대상시설물인 대근대교(하)의 현황은 <표 1.2.1>과 같다.

<표 1.2.1> 대근대교(하)의 현황

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		대근대교(하)	시설물번호		BR1999-0000273
준공년월일		1999년 12월 30일	관리번호		-
시설물위치		전라남도 광양시 중동 1211-9			
설계하중		DB-24.0	노선명(이정)		-
제원	연장	L = 108.0m (20.5+40.0+20.5+27.0)			
	폭	B = 11.6m (2차로)			
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)	기초 형식	교대	직접기초
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형		교각	직접기초
교량받침		Pot Bearing	신축이음		A1 : 앵글보강 Joint A2 : 앵글보강 Joint
교차시설물		도로	형하고		30.0m
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	- 시설물관리대장 - 설계도면	
점검 및 진단이력	- 자체정기점검 : 총 29회 - 정밀점검 : 총 6회. - 정밀안전진단 : 없음.	
보수·보강이력	- 콘크리트 균열 보수	

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 1.2.5>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	2001-03-01~ 2001-03-31	자체수행	양호	- 상태양호
	2001-07-01~ 2001-07-31	자체수행	양호	- 상태양호
	2002-03-01~ 2002-03-31	자체수행	양호	- 상태양호
	2002-06-05~ 2002-07-10	정덕환 외 2명	양호	- 상태양호
	2003-02-25~ 2003-03-10	박민채	보통	- 상태양호
	2003-06-10~ 2003-07-10	조한일	보통	- 상태양호
	2004-03-05~ 2004-03-20	이병홍	양호	- 상태양호
	2005-03-14~ 2005-03-28	이병홍	양호	- 상태양호
	2005-06-27~ 2005-07-26	이병홍	양호	- 상태양호
	2006-03-20~ 2006-04-03	이병홍	양호	- 상태양호
	2006-06-26~ 2006-07-14	이병식 외 1명	양호	- 상태양호
	2007-03-12~ 2007-03-28	강기선	양호	- 상태양호
	2007-06-04~ 2007-06-11	정광성	양호	- 상태양호
	2007-09-10~ 2007-09-18	정광성	양호	- 상태양호
	2007-12-10~ 2007-12-19	홍근순	양호	- 상태양호
	2008-02-26~ 2008-03-07	홍근순	보통	- 시설상태 전반적으로 양호하나 노후화 진행중 - 정밀점검 실시 - 종합평가 B등급 - 내구성 양호

<표 1.2.3> 자체 정기점검이력-계속

구 분	점검·진단 시행시기	점검·진단 기 관 명	등 급	주 요 내 용
자체 정기점검	2008-06-03~ 2008-06-13	홍근순	보통	- 시설상태 전반적으로 양호하나 노후화 진행중 - 정밀점검 실시 - 종합평가 B등급 - 내구성 양호
	2008-11-27~ 2008-12-10	홍근순	보통	- 균열0.2mm이하, 재료분리, 용접불량
	2009-02-27~ 2009-03-11	홍근순	보통	- 균열0.2mm이하, 재료분리, 용접불량
	2010-03-03~ 2010-03-12	자체수행 (홍근순)	양호	- 상태양호
	2010-05-25~ 2010-06-15	자체수행 (홍근순)	양호	- 상태양호
	2010-11-08~ 2010-11-19	자체수행 (홍근순)	양호	- 상태양호
	2011-03-10~ 2011-03-17	자체수행 (도로정비담당)	보통	- 주요 부재 외관상태 확인 - 정기점검 실시
	2013-06-24~ 2013-06-28	자체수행 (도로정비담당)	양호	- 외관조사 실시 - 정기적인 점검 실시
	2013-12-23~ 2013-12-31	자체수행 (도로정비담당)	양호	- 외관조사 실시 이상없음 - 주기적인 정기점검 실시
	2014-06-23~ 2014-06-27	자체수행 (양명훈)	양호	- 하반기 정기점검 실시 - 주기적인 점검 실시
	2014-12-30~ 2014-12-31	자체수행 (도로정비담당)	양호	- 교대 및 교각 상태양호 - 연석부 상태양호 - 신축이음 상태양호 - 슬래브 상태양호 - 지속적인 점검 실시
	2015-03-02~ 2015-03-13	자체수행 (이형철)	양호	- 주요 부재 외관조사 실시 - 정기적인 점검 실시
	2015-09-14~ 2015-10-02	자체수행 (이형철)	양호	- 주요 부재 외관조사 실시 - 지속적인 정기점검 실시

<표 1.2.4> 정밀점검이력

구 분	점검·진단 시행시기	점검·진단 기 관 명	등 급	주 요 내 용
정밀점검	2002-05-15~ 2002-12-27	쌍용엔지니어링 (이래철)	B등급	- 내구성 확보차원 일부 손상부위 보수
	2002-05-15~ 2002-12-27	(주)한국시설안전연구원 (이래철)	B등급	-
	2004-04-29~ 2004-12-21	(재)한국건설품질연구원 (엄경득)	B등급	- 기 발생된 손상들은 시급한 보수가 요구되지는 않지만 향후 교량의 공용수명을 단축시킬 우려가 있음.
	2006-04-03~ 2006-11-21	(주)에스큐엔지니어링 (신광식)	B등급	- 교명판 유실, 균열(0.2mm이하), 도장박리, 재료분리
	2008-06-10~ 2008-12-23	(주)에스큐엔지니어링 (김기철)	B등급	- 균열0.2mm이하, 재료분리, 용접불량
	2010-05-26~ 2011-01-20	(재)한국건설품질연구원 (김인식)	B등급	-

1.2.6. 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	2006-08-02~ 2006-11-15	(주)상경기업 (김형진)	7,664	- 콘크리트 균열 보수

1.2.7. 시설물의 내진설계 여부 확인

발주처에서 제공한 시설물관리대장을 검토한 결과, 과업 대상구조물의 내진설계는 적용되지 않은 것으로 확인되었다.

1.3. 외관조사 결과 및 분석

1.3.1. 교면포장

과업 대상교량의 총 폭은 11.6m이며, 2차선으로 구성되어 있고, 아스콘 포장으로 시공되어 있다. 외관조사 결과, 교면포장은 아스콘 포장에서 전체적으로 양호한 상태로 조사되었다.



포장면 상태양호



포장면 상태양호

<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
교면 포장	포장면 상태양호	-	-	-	-

1.3.2. 방호벽, 중앙분리대

과업 대상교량의 방호벽의 외관조사 결과, 균열, Con'C박락 등의 손상이 조사되었다. 상기 결함들은 건조수축에 의한 결함들로 적절한 보수조치가 필요할 것으로 판단된다.



S1 방호벽 Con'C박락



S2 방호벽 균열(0.3mm미만)

<사진 1.3.2> 방호벽, 중앙분리대의 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,S3,S4	18.00m	표면보수
	콘크리트 박락	공용기간증대	S1	0.08m ²	단면보수(T=10mm)

1.3.3. 배수시설

본 교량의 배수관은 강관파이프 설치되어 있으며 외관조사 결과, 배수관 상태는 양호한 것으로 조사 되었으나, 배수구는 교면 상면에서 이물질 퇴적에 의한 배수구 막힘이 조사 되었다.



배수관 길이 양호



배수구 막힘

<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	이물질퇴적	S1,S2,S3,S4	4.00EA	청소(주의관찰)

1.3.4. 신축이음

본 교량의 신축이음장치는 앵글보강 JOINT 형식으로 A1, P3, A2에 각각 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 신축이음 본체 상태는 토사퇴적이 조사되어 주의관찰이 요구되며, 후타재는 차륜 이동량에 의한 균열이 조사되어 표면처리보수가 요구된다.



A1 후타재 균열



A2 후타재 균열

<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)	차륜이동	A1,A2	14.80m	표면보수
	접속도로 이격	차륜이동	A1,A2	12.50m	아스콘 팻칭보수
	토사퇴적	차륜이동	A1,P3,A2	5.00m	청소(주의관찰)

■ 신축유간 측정 및 신축여유량 검토

대상 교량 A1, P3, A2 구간의 신축유간을 측정하고 온도변화시 상부구조의 신축량을 산정하고 대상 교량의 신축 여유량을 검토하였다.

가) 검토조건

- (1) 검토위치 : 신축이음장치(A1, P3, A2)
- (2) 신축유간 측정 대기온도 : 19.1℃
- (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, P3, A2)
- (2) 신축유간 측정기준 : 19.1℃
- (4) 검토온도 :
 - 최대 수축시 : $19.1^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 29.1^{\circ}\text{C}$
 - 최대 팽창시 : $40.0^{\circ}\text{C} - (19.1^{\circ}\text{C}) = 20.9^{\circ}\text{C}$
- (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

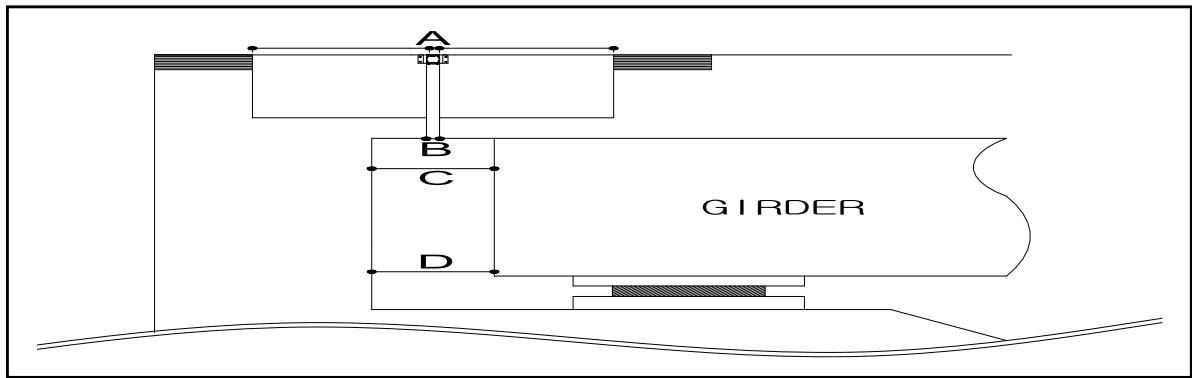
$$L=60.0\text{m기준, 수축 } \Delta l = 29.1 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (60 \times 1000) = 21.0\text{mm}$$

$$\text{신장 } \Delta l = 20.9 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (60 \times 1000) = 15.0\text{mm}$$

<표 1.3.5> 신축여유량 계산

구분		신축장 (m)	측정대기온도 (℃)	계산신축량(mm)		신축여유량(mm)		비 고
				하절기	동절기	하절기	동절기	
				신장	수축	유간	여유량	
대근대교 (하)	A1	60.0	19.1	15.0	21.0	27.0	26.0	
	P3	20.0		5.0	7.0	20.0	33.0	
	A2	27.0		6.8	9.4	23.0	30.0	

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(앵글보강 Joint)	60.0	27.0	15.0	21.0	27.0	26.0	만족
P3(앵글보강 Joint)	20.0	20.0	5.0	7.0	20.0	33.0	만족
A2(앵글보강 Joint)	27.0	23.0	6.8	9.4	23.0	30.0	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 콘크리트 바닥판 하면으로 시공되어 있으며, 바닥판 하면 및 캔틸레버 하면 외관조사 결과, 미세균열이 조사되어 표면보수 및 주입보수가 요구된다.



S2 바닥판 하면 균열(0.3mm이상)



S3 바닥판 하면 균열(0.3mm미만)

<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	S2,S3,S4	7.00m	표면보수
	균열(0.3mm이상)	건조수축	S2	13.60m	주입보수

1.3.6. STEEL BOX 및 가로보

과업 대상교량의 주형은 STEEL BOX 형식으로 외관조사 결과, BOX 내부 상태는 기공 및 도장박리가 조사되어 주의관찰이 요구되며, BOX외부에서 볼트탈락 결함이 조사되어 주의관찰이 요구된다. 결함에 따른 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.



(S2 G2) 강거더 볼트탈락



(S4 G1) 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
Steel Box	기공	시공불량	S1,S2,S3,S4	14.00EA	주의관찰
	도장박리	공용기간증대	S2	0.01m ²	재도장
	볼트탈락	공용기간증대	S2	1.00EA	주의관찰

1.3.7. 교량받침

과업 대상교량의 받침장치 점검결과, 대상교량의 교량받침은 포트받침으로 구성되어있으며 A1, P1, P2, P3, A2에 총 16기 시공되어 있다. 외관조사 결과, PLATE부식, 볼트체결불량, 받침Con'C균열이 조사되어 재도장 및 표면보수가 요구된다.



P1 Sh3 받침 볼트체결불량



A2 Sh1 받침Con'C 균열

<사진 1.3.8> 교량받침의 결함 및 손상현황

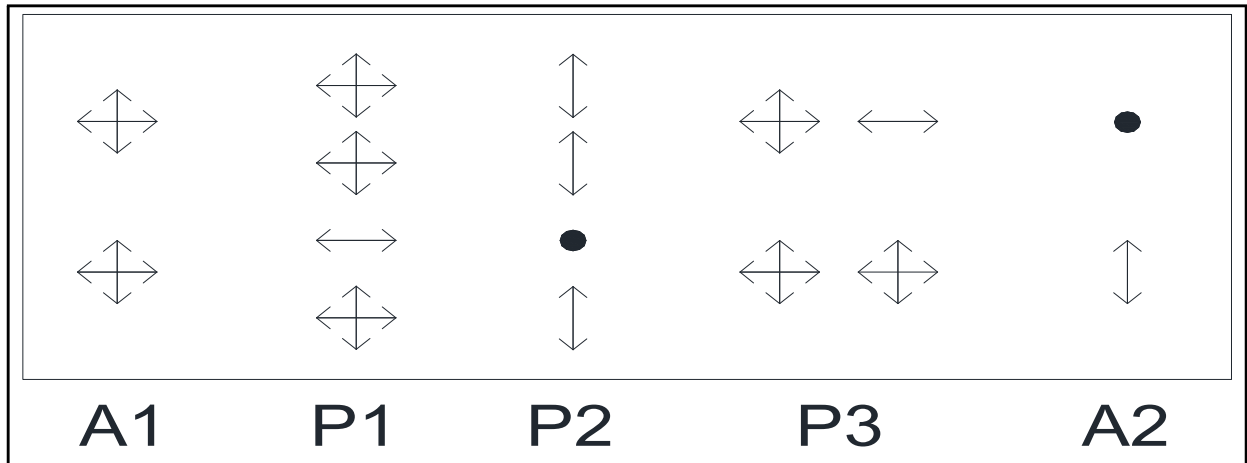
<표 1.3.9> 교량받침의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
받침 장치	Plate 부식	공용기간증대	A1,A2,P1, P2,P3	6.00EA	재도장 (중성화방지도장)
	볼트체결불량	공용기간증대	A1,A2,P1	8.00EA	주의관찰
	균열(0.3mm미만)	건조수축	A2	0.10m	표면보수

■ 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

- $L=40.0\text{m}$ 기준, $S=20+(0.5 \times 40.0) = 40.0\text{cm}$

<표 1.3.10> 교량받침 연단거리 검토결과

구분			경간장(m)	계산 연단거리(cm)	실측 연단거리(cm)		비 고
대근대교 (하)	A1	Sh1 ~ Sh2	20.5	30.3	전면	48.0 ~ 49.0	확 보
	P1(전)	Sh1 ~ Sh4	20.5	30.3	전면	108.0 ~ 110.0	
	P1(후)	Sh1 ~ Sh4	40.0	40.0	배면	106.0 ~ 107.0	
	P2(전)	Sh1 ~ Sh4	40.0	40.0	전면	98.0 ~ 101.0	
	P2(후)	Sh1 ~ Sh4	20.5	30.3	배면	100.0 ~ 102.0	
	P3(전)	Sh1 ~ Sh2	20.5	30.3	전면	60.0 ~ 62.0	
	P3(후)	Sh3 ~ Sh4	27.0	33.5	배면	61.0 ~ 64.0	
	A2	Sh1 ~ Sh2	27.0	33.5	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), 고정단(P2, A2)
- (2) 신축유간 측정 대기온도 : 19.1℃
- (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), 고정단(P2, A2)
- (2) 신축유간 측정기준 : 19.1℃
- (4) 검토온도 :
 - 최대 수축시 : $(-10^{\circ}\text{C}) - 19.1^{\circ}\text{C} = -29.1^{\circ}\text{C}$
 - 최대 팽창시 : $(40.0^{\circ}\text{C}) - (19.1^{\circ}\text{C}) = 20.9^{\circ}\text{C}$
- (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

$$L=40.0\text{m기준, 수축 } \Delta l = 29.1 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (40 \times 1000) = 14.0\text{mm}$$

$$\text{신장 } \Delta l = 20.9 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (40 \times 1000) = 10.0\text{mm}$$

<표 1.3.11> 받침 신축 계산 가동량

구분	신축장(m)	측정대기온도(℃)	적용 온도(℃)		계산 가동량(mm)		비 고
			신장	수축	신장	수축	
A1,P1(전),P3	21.0	19.1	40.0	-10.0	5.3	7.3	
P1(후)	40.0		40.0	-10.0	10.0	14.0	

<표 1.3.12> 받침 신축 여유량 검토결과

구분		신축장(m)	실측이동량(mm)	계산 가동량(mm)		측정 여유량(mm)		검토
				신장	수축	신장	수축	
A1	Sh1	21.0	30.0	5.3	7.3	20.0	80.0	만족
	Sh2	21.0	30.0	5.3	7.3	20.0	80.0	
P1(전)	Sh1	21.0	10.0	5.3	7.3	40.0	60.0	
	Sh2	21.0	10.0	5.3	7.3	40.0	60.0	
P1(후)	Sh3	40.0	0	10.0	14.0	50.0	50.0	
	Sh4	40.0	0	10.0	14.0	50.0	50.0	
P2	고정단							
P3(전)	Sh1	21.0	10.0	5.3	7.3	40.0	60.0	만족
	Sh2	21.0	10.0	5.3	7.3	40.0	60.0	
P3(후)	Sh3	21.0	5.0	5.3	7.3	45.0	55.0	
	Sh4	21.0	5.0	5.3	7.3	45.0	55.0	
A2	고정단							

(7) 검토결과

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

1.3.8. 교대 및 교각

교대 및 교각에 대한 외관상태 조사결과, 교대 및 교각은 역T형, T형으로 시공되어 있으며 외관조사결과 건조수축으로 인한 균열 및 표면오염 등의 조사되어 표면처리보수 및 주의관찰이 요구된다.



A2 교대 표면오염



A2 교대 균열(0.3mm미만)

<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	1.60m	표면보수
	표면 오염	신축이음 고무재 손상	A1,A2	0.40m ²	주의관찰

1.3.9. 외관조사결과 요약

<표 1.3.14> 외관조사결과 요약

구 분	결함 및 손상내용	위치	손상물량	개선방안	비고
교면 포장	포장면 양호	-	-	-	
방호벽	균열(0.3mm미만)	S1,S2,S3,S4	18.00m	표면보수	
	콘크리트 박락	S1	0.08m ²	단면보수(T=10mm)	
배수시설	배수구 막힘	S1,S2,S3,S4	4.00EA	청소(주의관찰)	
신축이음 장치	후타재 균열(0.3mm미만)	A1,A2	14.80m	표면보수	
	접속도로 이격	A1,A2	12.50m	아스콘 팻칭보수	
	토사퇴적	A1,P3,A2	5.00m	청소(주의관찰)	
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	S2,S3,S4	7.00m	표면보수	
	균열(0.3mm이상)	S2	13.60m	주입보수	
Steel Box	기공	S1,S2,S3,S4	14.00EA	주의관찰	
	도장박리	S2	0.01m ²	주의관찰	
	볼트탈락	S2	1.00EA	볼트조임	
받침장치	Plate 부식	A1,A2,P1, P2,P3	6.00EA	재도장 (중성화방지도장)	
	볼트 체결불량	A1,A2,P1	8.00EA	주의관찰	
	균열(0.3mm미만)	A2	0.10m	표면보수	
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	A1,P1	1.60m	표면보수	
	표면 오염	A1,A2	0.40m ²	주의관찰	

1.3.10. 외관조사결과 전차 정밀점검 비교·분석

<표 1.3.15> 외관조사결과 전차 정밀점검 비교·분석

구 분	금회 결함 및 손상내용	수 량	전차 결함 및 손상내용	수 량	비 고
교면 포장	포장면 양호	-	상태양호	-	-
방호벽	균열(0.3mm미만)	18.00m	상태양호	-	-
	콘크리트 박락	0.08m ²	-	-	-
배수시설	배수구 막힘	4.00EA	배수구 막힘	4.00EA	-
신축이음 장치	후타재균열 (0.3mm미만)	14.80m	-	-	-
	접속도로 이격	12.50m	접속도로부 이격	12.50m	-
	토사퇴적	5.00m	토사퇴적	5.00m	-
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	7.00m	균열(0.3mm미만)	3.00m	-
	균열(0.3mm이상)	13.60m	균열(0.3mm이상)	14.80m	-
거더 및 가로보	기공	14.00EA	기공	16.00EA	-
	도장박리	0.01m ²	도장박리	0.01m ²	-
	볼트탈락	1.00EA	볼트탈락	1.00EA	-
교량받침	Plate 부식	6.00EA	상태양호	-	-
	볼트체결불량	8.00EA	-	-	-
	균열(0.3mm미만)	0.10m	-	-	-
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	1.60m	균열(0.3mm미만)	1.00m	-
	표면 오염	0.40m 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	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, 상부구조 27.8~28.1MPa, 하부구조 24.6~24.9MPa로서, 이는 설계기준강도(상부구조 27.0MPa, 하부구조 24.0MPa) 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	S1 캔틸레버 하면	27.8	27.0	102.8	건 전
	S2 캔틸레버 하면(1)	28.0	27.0	103.6	건 전
	S2 캔틸레버 하면(2)	27.8	27.0	103.1	건 전
	S3 캔틸레버 하면(1)	28.1	27.0	104.0	건 전
	S3 캔틸레버 하면(2)	28.0	27.0	103.8	건 전
	평 균	27.94	27.00	103.46%	건 전
하부 구조	A1 교대 전면 벽체	24.7	24.0	102.9	건 전
	A2 교대 전면 벽체	24.9	24.0	103.6	건 전
	P1 교각 코핑	24.7	24.0	103.0	건 전
	P2 교각전면 중앙부	24.8	24.0	103.2	건 전
	P3 교각 코핑	24.6	24.0	102.6	건 전
	평 균	24.74	24.00	103.06%	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 4.0~6.0mm, 4.0~5.0mm의 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

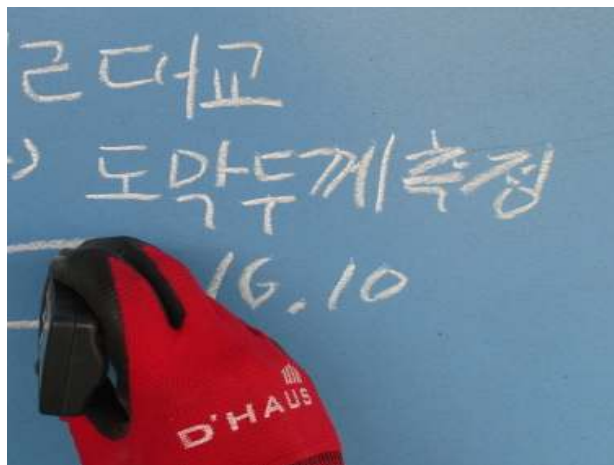
시 험 위 치		탄산화 깊 이 (mm)	측정최소 피복두께 (mm)	탄 산 화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수	상태평가 결 과	비 고
상부 구조	S1 캔틸레버 하면	4.0	45	42	0.970	A	드릴
	S2 캔틸레버 하면(1)	4.0	44	39	0.970	A	
	S2 캔틸레버 하면(2)	5.0	44	40	1.213	A	
	S3 캔틸레버 하면(1)	6.0	45	41	1.455	A	
	S3 캔틸레버 하면(2)	4.0	43	38	0.970	A	
하부 구조	A1 교대 전면 벽체	5.0	94	90	1.213	A	
	A2 교대 전면 벽체	4.0	94	88	0.970	A	
	P1 교각 코핑	5.0	93	88	1.213	A	
	P2 교각 전면 중앙	4.0	94	90	0.970	A	
	P3 교각 코핑	5.0	95	91	1.213	A	

1.4.4. 도막두께 측정

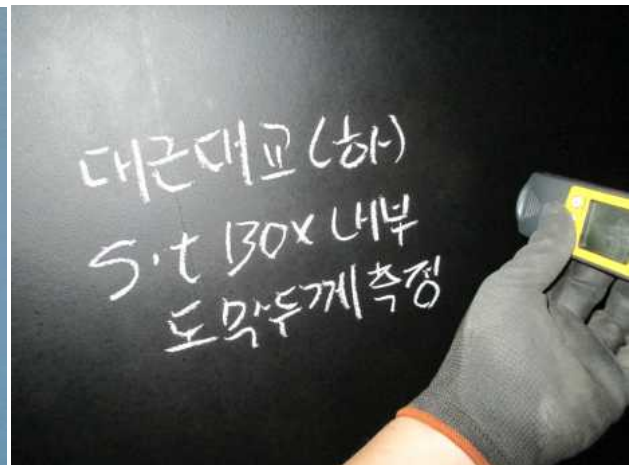
대상 교량에 대해서는 거더 내·외부에 대한 도막두께 측정을 실시하였으며, 검사기준에 따라 측정개소 10m²당 3개소 이상 2회 측정하여 평균값을 적용한 결과 측정위치 별로 다소 차이는 있으나, 전반적으로 도막상태는 양호한 것으로 측정되었다.

<표 1.4.4> 도막두께 측정결과

위치		측정결과(μm)	표준도막두께(μm)	비고
대근대교(하)	내부	168	150	만족
	외부	202	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	(재)한국건설품질연구원	(주)덕림이앤씨
내 구 성 조 사	콘크리트 반발경도 시험	평균 상부구조28.1~29.2MPa, 하부구조25.5~27.9MPa로서, 이는 설계기준강도(상부구조 27.0MPa, 하부구조 24.0MPa) 90%이상인 것으로 분석되어 콘크리트 비파괴 강도는 건전한 것으로 평가되었다.	평균 상부구조 27.8~28.1MPa, 하부구조 24.6~24.9MPa로서, 이는 설계기준강도(상부구조 27.0MPa, 하부구조 24.0MPa) 90%이상인 것으로 분석되어 콘크리트 비파괴 강도는 건전한 것으로 평가되었다.
	탄산화 시험	상·하부구조에서 측정된 탄산화 깊이는 각각 1.0~2.0mm, 1.5~8.5mm의 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 4.0~6.0mm, 4.0~5.0mm의 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 비파괴시험반발경도시험결과 상부 및 하부구조에서 평균반발강도가 추정설계기준강도 대비 90%이상으로 양호한 강도를 확보하고 있는 것으로 평가됨. 탄산화깊이 측정결과 상부구조 및 하부구조에서 탄산화 잔여깊이 30mm 이상으로 “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 상부구조 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	a	b	a	a	b	b	b	c	b	N/A	a	N/A
S2	P1	c	b	a	a	b	b	N/A	c	b	N/A	a	N/A
S3	P2	b	b	a	a	b	b	N/A	b	a	N/A	a	N/A
S4	P3	b	b	a	a	b	b	b	a	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		0.225	0.200	0.100	0.100	0.200	0.200	0.200	0.260	0.160	0.000	0.100	0.000
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	7	0
(평균×가 중치) /가중치합		0.041	0.040	0.005	0.007	0.006	0.004	0.018	0.023	0.032	0.000	0.007	0.000
1. 환산결합도 점수 =												0.183	
2. 상태평가 결과 =												B	

1.5.2. 개별교량 결과

<표 1.5.2> 개별교량 결과

구 분	구조형식	환산결함도점수	상태평가결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 × 연장비
대근대교(하)	Steel Box Girder	0.183	b	108	1.000	0.183
합계(Σ)				108	1.000	0.183
1. 환산결함도 점수 =						0.183
2. 상태평가 결과 =						B

1.5.3. 전체교량 결과

대상 구조물인 “대근대교(하)”에 대한 상태평가를 수행한 결과, 상태 평가지수가 0.183로서 상태평가 결과는 “b”에 해당되는 것으로 평가되었다.

(a, $0.13 \leq F=0.183 < 0.26$)

<표 1.5.3> 전체교량 결과

교량명	환산결함도점수	상태평가등급	연장(m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산결함도점수 × 연장비
대근대교(하)	0.183	b	108	2	216	1.000	0.183
합계(Σ)			108	-	216	1.000	0.183
1. 평가지수 =							0.183
2. 상태평가 결과 =							B

1.6. 종합평가 결과

과업 대상구조물인 “대근대교(하)”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: $0.13 \leq 0.183 < 0.26$
- 2) 종합평가 결과 : B

1.7. 안전등급 지정

과업 대상구조물인 “대근대교(하)”에 대한 정밀점검 결과는 상태평가 결과를 종합적으로 평가하였다.

<표 1.7.1> 안전등급

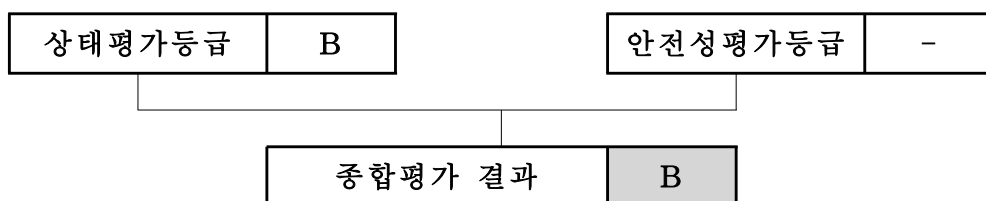
안전등급	시설물의 상태	안전등급 지정
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	B등급

(1) 시설물 상태평가

본 교량의 시설물 상태평가 등급은 B등급(결함지수:0.183)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 “대근대교(하)”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	비고
교면 포장	포장면 양호	-	-	-	
방호벽	균열(0.3mm미만)	18.00m	21.60m ²	표면보수	
	콘크리트 박락	0.08m ²	1.00m ²	단면보수(T=10mm)	
배수시설	배수구 막힘	4.00EA	4.00EA	청소(주의관찰)	
신축이음장치	후타재균열 (0.3mm미만)	14.80m	17.76m ²	표면보수	
	접속도로 이격	12.50m	15.00m	아스콘 팻칭보수	
	토사퇴적	5.00m	6.00m	청소(주의관찰)	
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	7.00m	8.40m ²	표면보수	
	균열(0.3mm이상)	13.60m	16.32m	주입보수	
거더 및 가로보	기공	14.00EA	14.00EA	주의관찰	
	도장박리	0.01m ²	1.00m ²	재도장	
	볼트탈락	1.00EA	1.00EA	주의관찰	
받침장치	Plate 부식	6.00EA	6.00EA	재도장 (중성화방지도장)	
	볼트체결불량	8.00EA	8.00EA	주의관찰	
	균열(0.3mm미만)	0.10m	1.00m ²	표면보수	
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	1.60m	1.92m ²	표면보수	
	표면 오염	0.40m ²	1.00m ²	주의관찰	

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	손상물량	보수물량 (할증20%)	단가 (원)	금액 (원)	우선 순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면보수	18.00m	21.60m ²	51,000	1,101,600	②
	콘크리트 박락	단면보수 (T=10mm)	0.08m ²	1.00m ²	120,000	120,000	②
배수 시설	배수구 막힘	청소(주의관찰)	4.00EA	4.00EA	8,000	32,000	②
신축 이음 장치	후타재균열 (0.3mm미만)	표면보수	14.80m	17.76m ²	51,000	905,760	①
	접속도로 이격	아스콘 패칭보수	12.50m	15.00m	60,000	900,000	②
	토사퇴적	청소(주의관찰)	5.00m	6.00m	8,000	48,000	②
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면보수	7.00m	8.40m ²	51,000	428,400	①
	균열(0.3mm이상)	주입보수	13.60m	16.32m	32,000	522,240	①
Steel Box	기공	주의관찰	14.00EA	14.00EA	-	-	-
	도장박리	재도장	0.01 m ²	1.00m ²	60,000	60,000	①
	볼트탈락	주의관찰	1.00EA	1.00EA	-	-	-
받침 장치	Plate 부식	재도장(중성화 방지도장)	6.00EA	6.00EA	60,000	360,000	①
	볼트체결불량	주의관찰	8.00EA	8.00EA	-	-	-
	균열(0.3mm미만)	표면보수	0.10m	1.00m ²	51,000	51,000	①
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	1.60m	1.92m ²	51,000	97,920	①
	표면 오염	주의관찰	0.40m ²	1.00m ²	-	-	-
직접공사비					4,626,920		
제경비(직접공사비x50%)					2,313,460		
총공사비용					6,940,380		

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 “대근대교(하)”에 대한 정밀점검 결과를 정리하면 다음과 같다.

1.9.1. 정밀점검 실시결과의 종합결론

- 과업대상 교량에 대한 정밀점검결과, 구조적 안전성 확보한 상태로 분석되었으나, 외관 조사 및 비파괴시험 결과 바닥판 하면 균열, 주형(STB) 외부 도장박리 및 배수 유입구 막힘, 신축이음장치 후타재 균열 및 물받이 파손으로 인한 누수, 교량받침 PLATE부식, 하부구조(교대/교각)의 콘크리트 균열, 박리, 박락 등의 손상이 발생되었다. 이와 같은 손상은 구조물의 안전성에 심각한 영향을 미치지 않으나, 내구성 증진 및 기능성 확보 차원에서 결함별 적절한 보수가 필요하다고 하겠다.

1.9.2. 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 과업 대상시설물인 “대근대교(하)”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 교면에서 전체적으로 상태양호로 조사되어 방호벽에서 미세균열 및 Con`C박락이 조사되어 단면보수가 요구되며, 배수시설에서 배수구 막힘이 조사되어 주의관찰이 요구되며, 신축이음 본체에서 토사퇴적이 조사되어 주의관찰이 요구되며, 후타재에서 미세균열이 조사되어 표면보수가 요구된다. 바닥판하면에서 미세균열이 조사되어 표면보수 및 주입보수가 요구되며, Steel Box에서 기공, 도장박리, 볼트탈락이 조사되어 주의관찰 및 재도장이 요구되며, 받침장치에서 Plate부식 및 미세균열이 조사되어 재도장 및 표면보수가 요구되며, 하부구조에서 미세균열 및 표면오염이 조사되어 표면보수 및 주의관찰이 요구된다.

1.9.4. 기타 필요한 사항

“대근대교(하)”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
거더 및 가로보	- 도장상태 및 강재부식 - 보강재 및 리브의 변형 및 좌굴여부 - 용접부 피로균열 발생 여부 - 볼트 현장연결부 볼트이완 등 볼트체결 상태 - 처짐 및 변형 여부
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