

제Ⅱ편 시 설 물 편

제1장 정산2교(상)

- 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 동측배후도로지역 정밀점검에 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

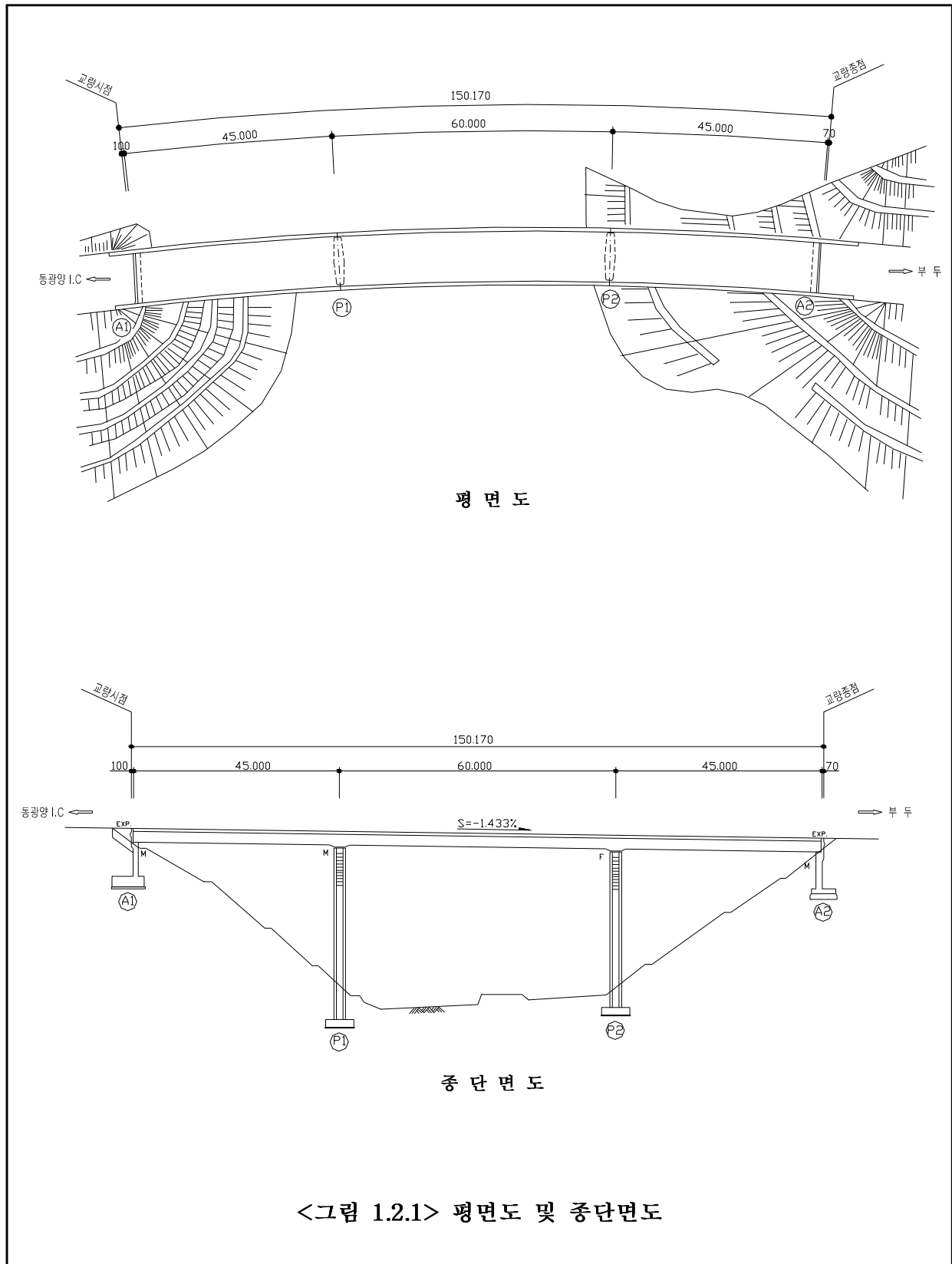
1.2.1. 시설물의 개요

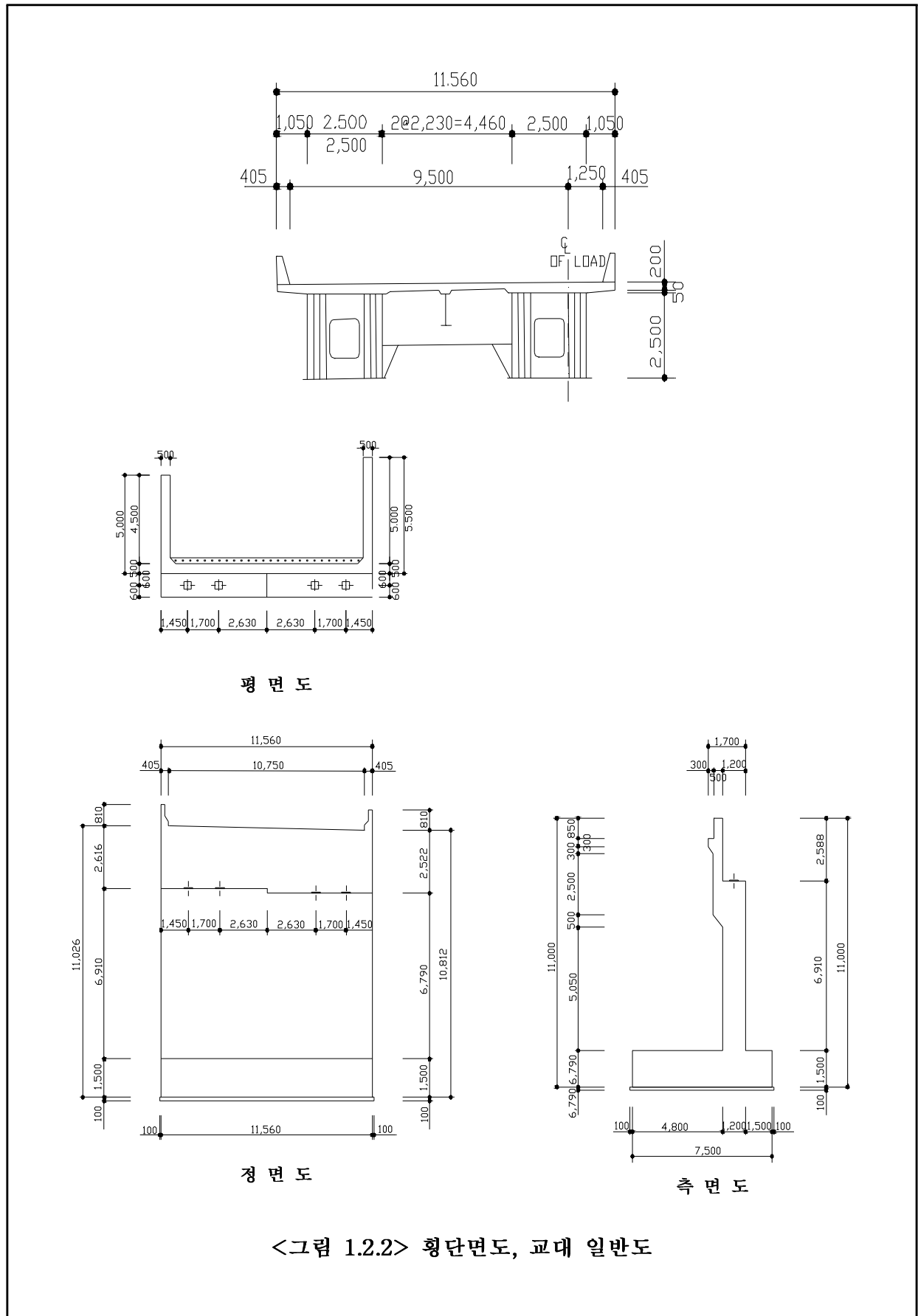
정밀점검 대상시설물인 정산2교(상)의 현황은 <표 1.2.1>과 같다.

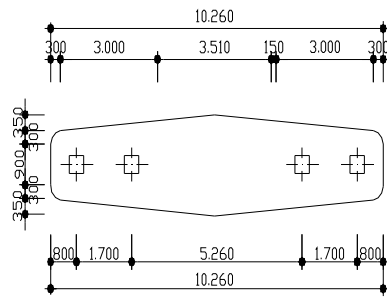
<표 1.2.1> 정산2교(상)의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		정산2교(상)		시설물번호		BR1998-0000298	
준공년월일		1998년 12월 30일		관리번호		-	
시설물위치		전라남도 광양시 성황동 산52-30					
설계하중		DB-24.0		노선명(이정)		-	
제원	연장	L = (45.0+60.0+45.0m) 150.0 (3경간)					
	폭	B = 11.56m (2차선)					
구조 형식	상부	Steel Box		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	직접기초	
교량받침		POT Bearing		신축이음		앵글보강 Joint	
교차시설물		-		형하고		30.0m	
부착시설내용		-					
기 타		- 발 주 자 : 여수지방해양수산청 - 시 공 자 : 현대건설(주) - 관리주체 : 광양시 도로관리사업소					

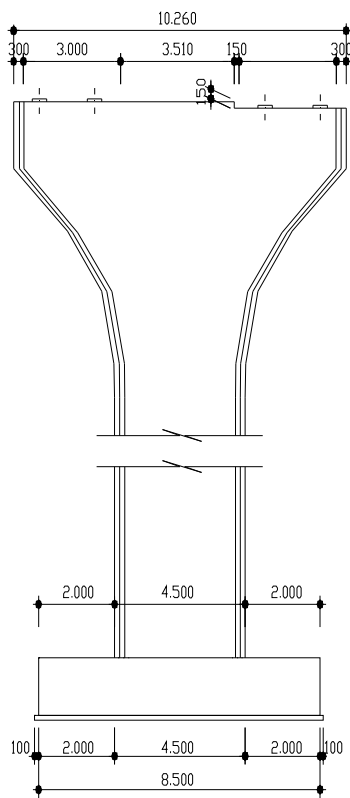
1.2.2. 주요도면



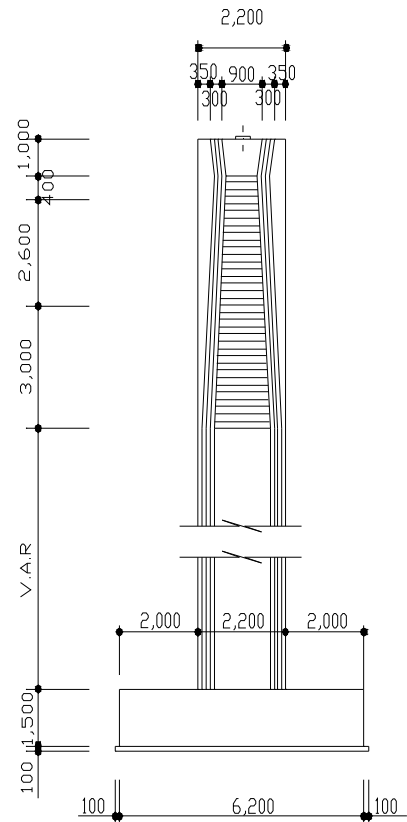
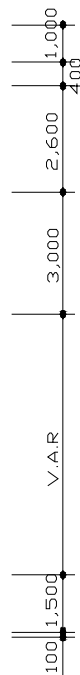




평 면 도



정 면 도



측 면 도

<그림 1.2.3> 교각 일반도(1)

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 29회 - 정밀점검 : 총 6회. - 정밀안전진단 : 없음.	
보수·보강이력	- 교량내부도장 - 교량외부도장 - 부분보수의 1종	

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 정기 점검	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	양호	- 상태양호
	2003-06-10~ 2003-07-10	조한일	양호	- 상태양호
	2004-03-05~ 2004-03-20	송장현	양호	- 상태양호
	2005-03-14~ 2005-03-28	송장현	양호	- 상태양호
	2005-06-27~ 2005-07-26	송장현	양호	- 상태양호
	2006-03-20~ 2006-04-03	송장현	양호	- 상태양호
	2006-06-26~ 2006-07-14	송장현 외 1명	양호	- 상태양호
	2007-03-12~ 2007-03-28	정광성	보통	- 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	정광성	양호	- 상태양호
	2008-02-26~ 2008-03-07	홍근순	양호	- 전반적으로 양호하나 노후화 진행 중 - 방호벽 균열 등 - 종합평가 B등급 - 내구성 양호

<표 1.2.3> 자체 정기점검이력 -계 속-

구 분	점검·진단 시행시기	점검·진단 기 관 명	등 급	주 요 내 용
자체 정기 점검	2008-06-03~ 2008-06-13	홍근순	양호	- 전반적으로 양호하나 노후화 진행중 - 방호벽 균열 등 - 종합평가 B등급 - 내구성 양호
	2008-11-27~ 2008-12-10	홍근순	양호	- 전반적으로 양호하나 노후화 진행중 - 방호벽 균열 등 - 종합평가 B등급 - 내구성 양호
	2009-02-27~ 2009-03-11	홍근순	양호	- 전반적으로 양호하나 노후화 진행중 - 방호벽 균열 등 - 종합평가 B등급 - 내구성 양호
	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)	양호	- 주요 부재 외관상태 확인
	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)	보통	- 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
정밀 점검	2002-05-15~ 2002-12-27	(주)한국시설안전연구원 (이래철)	B등급	-
	2002-05-15~ 2002-12-31	쌍용엔지니어링 (이래철)	B등급	- 지속적 일상점검 및 유지관리 실시
	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), 균열(0.3mm이상)
	2008-06-10~ 2008-12-23	(주)에스큐엔지니어링 (김기철)	B등급	- 균열0.2mm이하, 균열0.3mm이상, 강재변형, 부식
	2010-05-26~ 2011-01-20	(재)한국건설품질연구원 (김인식)	B등급	-

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)	공 사 명
				보수·보강 내역
보수· 보강 이력	2002-10-28~ 2002-12-31	(주)신흥건설	241,030	- 교량내부도장
	2002-12-20~ 2003-03-20	(주)유성건설	621,100	- 교량외부도장
	2006-08-02~ 2006-11-15	(주)상경기업 (김형진)	5,493	- 부분 보수 외 1종

1.2.6. 시설물의 내진설계 여부 확인

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

1.3. 외관조사 결과 및 분석

1.3.1. 교면포장

과업 대상교량의 총 폭은 11.56m이며, 2차선으로 구성되어 있고, 아스콘 포장으로 시공되어 있다. 외관조사 결과, 교면포장은 아스콘 포장에서 차륜통행 증대로 인한 아스콘 균열 조사되어 실링보수가 요구된다.



S1 아스콘 균열



S2 아스콘 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	차륜통행	S1,S2	100.00m	아스콘 실링보수

1.3.2. 방호벽, 중앙분리대

과업 대상교량의 방호벽에서 일부 건조수축으로 인한 미세균열, 망상균열 및 콘크리트 들뜸이 조사되어 표면처리 및 주입보수가 요구된다.



S1 연석 균열(0.3mm미만)



S3 연석 망상균열

<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	19.60m	표면처리
	균열(0.3mm이상)	건조수축	S1,S2,S3	2.80m	주입보수
	망상균열	건조수축	S3	0.40m ²	표면처리
	콘크리트 들뜸	건조수축	S1	0.60m ²	주의관찰

1.3.3. 배수시설

과업 대상교량의 점검일 현재 배수시설에 점검결과, 배수관 상태는 청소미흡으로 인한 배수구 막힘으로 조사되었다.



S1 배수구 막힘



S3 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	청소미흡	S1,S2,S3	3.00EA	청소(주의관찰)

1.3.4. 신축이음

본 교량의 신축이음장치는 앵글보강 Joint 형식으로 A1, A2에 각각 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 후타재에서 건조수축으로 인한 균열, 망상균열이 조사되어 표면처리보수가 요구되며, 중차량 통행으로 인한 후타재 파손이 조사되어 단면보수가 요구된다.



A1 후타재 균열(0.3mm미만)



A1 후타재 파손

<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	후타재균열 (0.3mm미만)	건조수축	A1,A2	19.60m	표면처리
	망상균열	건조수축	A2	0.82m ²	표면처리
	후타재 파손	중차량 통행	A1	0.04m ²	단면보수(T=10mm)

■ 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 : 20.2℃
- (3) 검토온도 : -10~40(보통지방-STB)
-5~35(보통지방-PSCI, RC Slab)
- (4) 선팅창계수(강재) : 1.2×10^{-5}
선팅창계수(콘크리트) : 1.0×10^{-5}
- (5) 기본신축량 : 온도신축

나) 검토조건 계산 결과

- (1) 검토위치 : 신축이음장치(A1, A2)
- (2) 신축유간 측정기준 : 20.2℃
- (4) 검토온도 :
 - 최대 수축시 : $(20.2^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C})) = 30.2^{\circ}\text{C}$
 - 최대 팽창시 : $(40.0^{\circ}\text{C} - (20.2^{\circ}\text{C})) = 19.8^{\circ}\text{C}$
- (4) 선팅창계수 : 1.2×10^{-5} (강재), 1.0×10^{-5} (콘크리트)
- (5) 기본신축량 : $\Delta l = \text{온도변화}(\Delta T) \times \text{선팅창계수}(\alpha) \times \text{신축들보 길이}(L)$
- (6) 기본신축량 산정

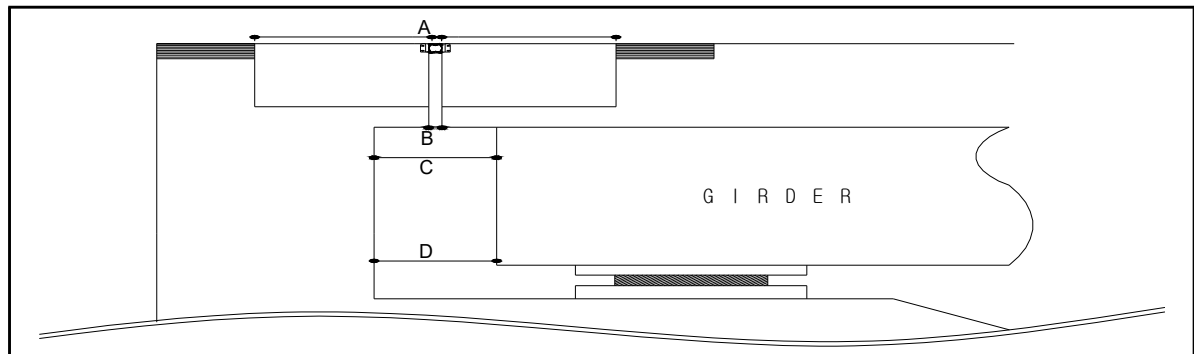
$$L=105.0\text{m기준, 수축 } \Delta l=30.2 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (105 \times 1000) = 38.1\text{mm}$$

$$\text{신장 } \Delta l=19.8 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (105 \times 1000) = 24.9\text{mm}$$

<표 1.3.5> 신축여유량 계산

구분		신축장(m)	측정대기 온도(℃)	계산신축량(mm)		계산 가동량(mm)		비 고
				하절기	동절기	하절기	동절기	
				신장	수축	유간	여유량	
정산2교 (상)	A1	105.0	20.2	24.9	38.1	45.0	30.0	
	A2	45.0		10.7	16.3	15.0	38.0	

다) 신축유간 측정 개요도



<표 1.3.6> 신축량 검토결과

위 치	신축장 (m)	실측 유간 (mm)	계산신축량(mm)		신축여유량(mm)		검 토
			하절기	동절기	하절기	동절기	
			신장	수축	유간	여유량	
A1(앵글보강 Joint)	105.0	45.0	24.9	38.1	45.0	30.0	만족
A2(앵글보강 Joint)	45.0	15.0	10.7	16.3	15.0	38.0	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 신축 여유량을 만족하는 것으로 조사되었다.

1.3.5. 바닥판 하면

대상 교량의 바닥판 하면은 DECK으로 시공되어 있으며, 바닥판 하면 및 캔틸레버 하면 외관조사 결과, 물끓기 흠 불량이 조사되어 주의관찰이 요구된다



바닥판 하면(DECK)



캔틸레버부 물끓기 흠불량

<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	물끓기 흠불량	시공불량	S3	0.50m	주의관찰

1.3.6. 주형(Steel Box)

과업 대상교량의 주형은 STEEL BOX Girder교로 외관조사 결과, BOX 하부플렌지 변형 상태로 조사되어 주의관찰이 요구된다.



Steel Box 전경



(S1 G1) 강거더 변형

<사진 1.3.7> 주형 및 가로보의 결합 및 손상현황

<표 1.3.8> 주형 및 가로보의 결합 및 손상내용

구 분	결합 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
Steel Box	변형	시공불량	S1,S2	2.40m ²	주의관찰

1.3.7. 교량받침

과업 대상교량의 받침장치 점검결과, 대상교량의 교량받침은 POT 받침으로 구성되어있으며 가동단(A1, P1, A2) 12기, 고정단(P2) 4기로 총 16기로 시공되어 있다. 외관조사 결과, Plate부식 및 가동여유량 부족 상태로 조사되어 재도장 및 받침교체가 요구된다.



(P1 Sh2) PLATE 부식



(P1 Sh4) 가동 여유량 부족

<사진 1.3.8> 교량받침의 결함 및 손상현황

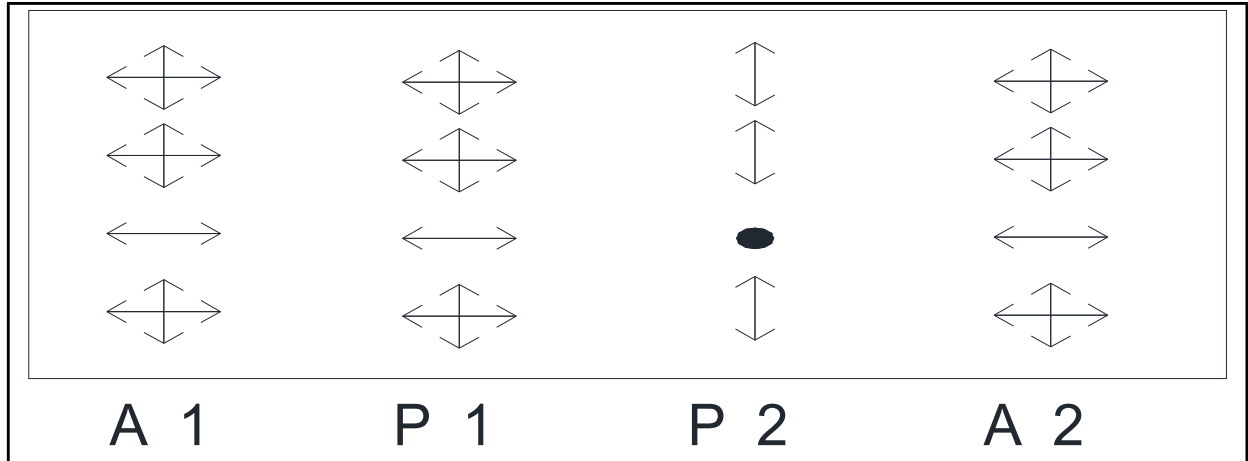
<표 1.3.9> 교량받침의 결함 및 손상내용

구 분	결함 및 손상내용	손상원인	위 치	수 량	개선방안
받침 장치	Plate 부식	공공년 증대	P1	2.00EA	재도장(중성화방지)
	가동 여유량부족	중차량 통행	P1,A2	4.00EA	받침교체+교량인상

■ 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

- $L=45.0\text{m}$ 기준, $S=20+(0.5 \times 42.0) = 42.5\text{cm}$
- $L=60.0\text{m}$ 기준, $S=20+(0.5 \times 60.0) = 50.0\text{cm}$

<표 1.3.10> 교량받침 연단거리 검토결과

구분			경간장(m)	계산 연단거리(cm)	실측 연단거리(cm)		비 고
정산2교 (상)	A1	Sh1 ~ Sh4	45.0	42.5	전면	48.0 ~ 50.0	확보
	P1(전)	Sh1 ~ Sh4	45.0	42.5	전면	70.0 ~ 78.0	
	P1(후)	Sh1 ~ Sh4	60.0	50.0	배면	52.0 ~ 58.0	
	P2(전)	Sh1 ~ Sh4	60.0	50.0	전면	60.0 ~ 68.0	
	P2(후)	Sh1 ~ Sh4	45.0	42.5	배면	54.0 ~ 66.0	
	A2	Sh1 ~ Sh4	45.0	42.5	전면	46.0 ~ 48.0	

(3) 검토결과

하부구조 정부에서는 내진상 충분한 연단거리를 확보하여 상부구조의 낙교시 붕괴되지 않도록 시방에서 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 : 20.2℃
- (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 : 20.2℃
- (4) 검토온도 :
 - 최대 수축시 : $(-10^{\circ}\text{C}) - 20.2^{\circ}\text{C} = -30.2^{\circ}\text{C}$
 - 최대 팽창시 : $(40.0^{\circ}\text{C}) - (20.2^{\circ}\text{C}) = 19.8^{\circ}\text{C}$
- (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

$$L=45.0\text{m기준, 수축 } \Delta l = 30.2 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (45.0 \times 1000) = 16.3\text{mm}$$

$$\text{신장 } \Delta l = 19.8 \times 1.2 \times 10^{-5} \times (45.0 \times 1000) = 10.7\text{mm}$$

<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	45.0	20.2	40.0	-10.0	10.7	16.3	
P1	60.0		40.0	-10.0	14.3	21.7	

<표 1.3.12> 받침 신축 여유량 검토결과

구분		신축장(m)	실측이동량(mm)	계산 가동량(mm)		측정 여유량(mm)		검토	
				신장	수축	신장	수축	하절	동절
A1	Sh1	45.0	30.0	10.7	16.3	20.0	80.0	만족	
	Sh2	45.0	35.0	10.7	16.3	15.0	85.0		
	Sh3	45.0	35.0	10.7	16.3	15.0	85.0		
	Sh4	45.0	30.0	10.7	16.3	20.0	80.0		
P1	Sh1	60.0	50.0	14.3	21.7	0.0	100.0	만족	
	Sh2	60.0	50.0	14.3	21.7	0.0	100.0		
	Sh3	60.0	60.0	14.3	21.7	-10.0	110.0	NG	만족
	Sh4	60.0	60.0	14.3	21.7	-10.0	110.0	NG	만족
P2	고정단								
A2	Sh1	45.0	15.0	10.7	16.3	35.0	65.0	만족	
	Sh2	45.0	15.0	10.7	16.3	35.0	65.0		
	Sh3	45.0	20.0	10.7	16.3	30.0	70.0		
	Sh4	45.0	10.0	10.7	16.3	40.0	60.0		

(7) 검토결과

대상교량의 받침장치 가동 여유량을 측정한 결과 받침장치의 가동 여유량은 도로교설계기준에 교각(P1) SH3, SH4 제외한 나머지 모두 만족하고 있는 것으로 조사되었다.

1.3.8. 교대 및 교각

교대 및 교각에 대한 외관상태 조사결과, 교대 및 교각은 역T형 및 T형으로 시공되어 있으며 외관조사결과 건조수축으로 인한 미세균열, 표면오염으로 조사되어 표면처리 및 주입보수가 요구된다.



P1 교각 균열(0.3mm미만)



P1 교각 균열(0.3mm이상)

<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	P1	2.00m	표면처리
	균열(0.3mm이상)	건조수축	P1	3.60m	주입보수
	표면오염	우수에 의한	P1,P2,A2	11.92m ²	주의관찰

1.3.9. 외관조사결과 요약

<표 1.3.14> 외관조사결과 요약

구 분	결함 및 손상내용	위치	손상물량	개선방안	비 고
교면포장	아스콘 균열	S1,S2	100.00m	아스콘 실링보수	
방호벽	균열(0.3mm미만)	S1,S2,S3	19.60m	표면처리	
	균열(0.3mm이상)	S1,S2,S3	2.80m	주입보수	
	망상균열	S3	0.40m ²	표면처리	
	콘크리트 들뜸	S1	0.60m ²	주의관찰	
배수시설	배수구 막힘	S1,S2,S3	3.00EA	청소(주의관찰)	
신축이음	후타재균열 (0.3mm미만)	A1,A2	19.60m	표면처리	
	망상균열	A2	0.82m ²	표면처리	
	후타재 파손	A1	0.04m ²	단면보수 (T=10mm)	
바닥판하면	물끊기 흠볼량	S3	0.50m	주의관찰	
STEEL BOX	변형	S1,S2	2.40m ²	주의관찰	
받침장치	Plate 부식	P1	2.00EA	재도장 (중성화방지)	
	가동 여유량부족	P1,A2	4.00EA	받침교체+ 교량인상	
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	P1	2.00m	표면처리	
	균열(0.3mm이상)	P1	3.60m	주입보수	
	표면오염	P1,P2,A2	11.92m ²	주의관찰	

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	100.00m	상태양호	-	-
방호벽	균열(0.3mm미만)	19.60m	-	-	-
	균열(0.3mm이상)	2.80m	-	-	-
	망상균열	0.40m ²	-	-	-
	콘크리트 들뜸	0.60m ²	콘크리트 들뜸	0.60m ²	-
배수시설	배수구 막힘	3.00EA	배수구 막힘	2.00EA	-
신축이음	-	-	신축 유간 부족	10.00m	-
	후타재 균열(0.3mm미만)	19.60m	-	-	-
	망상균열	0.82m ²	-	-	-
	후타재 파손	0.04m ²	-	-	-
바닥판 하면	물끓기 홈불량	0.50m	물끓기 홈 불량	0.50m	-
STEEL BOX	변형	2.40m ²	변형	2.40m	-
교량받침	가동 여유량부족	4.00EA	가동 여유량 부족	4.00EA	-
	Plate 부식	2.00EA	-	-	-
교대 및 교각	균열(0.3mm이상)	3.60m	균열(0.3mm이상)	3.00m	-
	균열(0.3mm미만)	2.00m	-	-	-
	표면오염	11.92m 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, 평균 상부구조 27.8~28.5MPa, 하부구조 24.7~25.0MPa로서, 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	103.1	건 전
	S2 캔틸레버 하면(1)	27.9	27.0	103.4	건 전
	S2 캔틸레버 하면(2)	28.0	27.0	103.7	건 전
	S3 캔틸레버 하면(1)	28.2	27.0	104.4	건 전
	S3 캔틸레버 하면(2)	28.5	27.0	105.5	건 전
	평 균	28.08	27.00	104.02	건 전
하부 구조	A1 교대 정면 벽체	25.0	24.0	104.1	건 전
	A2 교대 정면 벽체	24.7	24.0	103.0	건 전
	P1 교각 코핑	24.8	24.0	103.4	건 전
	P2 교각 코핑	24.8	24.0	103.2	건 전
	P2 교각 전면 중앙	25.0	24.0	104.3	건 전
	평 균	24.86	24.00	103.60	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, 1.0~2.0mm의 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

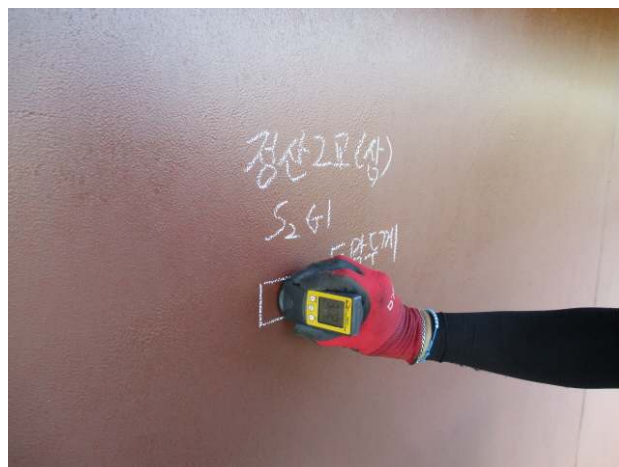
시 험 위 치		탄산화 깊 이 (mm)	측정최소 피복두께 (mm)	탄 산 화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수	상태평가 결 과	비 고
상부 구조	S1 캔틸레버 하면	2.0	33	31	0.485	A	드릴
	S2 캔틸레버 하면(1)	1.0	33	32	0.243	A	
	S2 캔틸레버 하면(2)	1.0	34	33	0.243	A	
	S3 캔틸레버 하면(1)	2.0	33	31	0.485	A	
	S3 캔틸레버 하면(2)	1.0	32	31	0.243	A	
하부 구조	A1 교대 전면 벽체	2.0	85	83	0.485	A	
	A2 교대 전면 벽체	1.0	85	84	0.243	A	
	P1 교각 코핑	2.0	86	84	0.485	A	
	P2 교각 코핑	1.0	86	85	0.243	A	
	P2 교각 전면 중앙	1.0	85	84	0.243	A	

1.4.4. 도막두께 측정

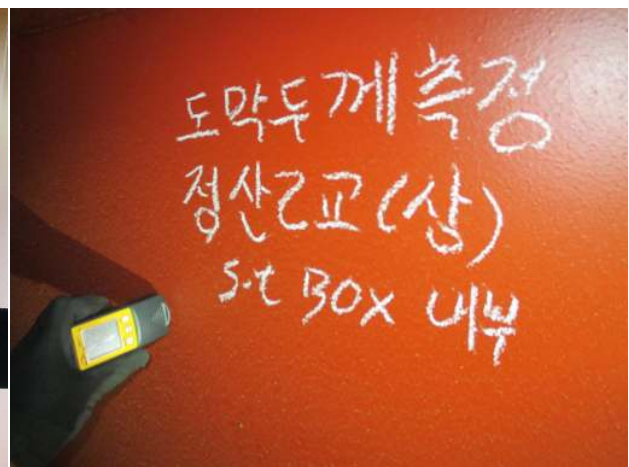
대상 교량에 대해서는 거더 내·외부에 대한 도막두께 측정을 실시하였으며, 검사기준에 따라 측정개소 10m²당 3개소 이상 2회 측정하여 평균값을 적용한 결과 측정위치 별로 다소 차이는 있으나, 전반적으로 도막상태는 양호한 것으로 측정되었다.

<표 1.4.4> 도막두께 측정결과

위치		측정결과(μm)	표준도막두께(μm)	비고
정산2교(상)	내부	168	150	만족
	외부	302	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 반발 경도 시험	평균 상부구조 28.2~30.3MPa, 하부구조 27.2~29.3MPa로서, 이는 설계기준강도(상부구조 27.0MPa, 하부구조 24.0MPa) 90%이상인 것으로 분석되어 콘크리트 비파괴 강도는 건전한 것으로 평가되었다.	평균 상부구조 27.8~28.5MPa, 하부구조 24.7~25.0MPa로서, 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 0.0~0.5mm, 2.5~3.5mm의 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 1.0~2.0mm, 1.0~2.0mm의 범위로 진행되었으며, 과업 대상교량의 상부구조 및 하부구조의 탄산화 상태평가결과는 “a”등급으로 철근 부식 우려가 없는 양호한 상태인 것으로 평가되었다.
	종합 의견	■ 전차 자체점검과의 비교·분석 결과 전차 자체점검에서는 비파괴시험 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. 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	a	b	d	b	b	b	c	a	a	N/A	a	N/A
S2	P1	a	b	d	b	c	b	N/A	e	c	N/A	a	N/A
S3	P2	b	b	d	b	c	b	N/A	a	b	N/A	a	N/A
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	a	d	N/A	a	N/A
평 균		0.133	0.200	0.700	0.200	0.333	0.200	0.300	0.325	0.350	0.000	0.100	0.000
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	13	7	7	0
(평균×가 중치) /가중치합		0.024	0.040	0.035	0.014	0.010	0.004	0.027	0.029	0.046	0.000	0.007	0.000
1. 환산결함도 점수 =												0.236	
2. 상태평가 결과 =												B	

1.5.2. 개별교량 결과

<표 1.5.2> 개별교량 결과

구 분	구조형식	환 산 결함도점수	상태평가 결 과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 × 연장비
정산2교 (상)	Steel Box Girder	0.236	b	150.0	1.000	0.236
합계(Σ)				150.0	1.000	0.236
1. 환산결함도 점수 =						0.236
2. 상태평가 결과 =						B

1.5.3. 전체교량 결과

대상 구조물인 “정산2교(상)”에 대한 상태평가를 수행한 결과, 상태 평가지수가 0.236로서 상태평가 결과는 “b”에 해당되는 것으로 평가되었다.

(a, $0.13 \leq F=0.236 < 0.26$)

<표 1.5.3> 전체교량 결과

교량명	환 산 결함도점수	상태평가 등 급	연장 (m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산결함도점수 × 연장비
정산2교 (상)	0.236	b	150.0	2	300	1.000	0.236
합계(Σ)			150.0	-	300	1.000	0.236
1. 평가지수 =							0.236
2. 상태평가 결과 =							B

1.6. 종합평가 결과

과업 대상구조물인 “정산2교(상)”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: $0.13 \leq 0.236 < 0.26$
- 2) 종합평가 결과 : B

1.7. 안전등급 지정

과업 대상구조물인 “정산2교(상)”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:0.236)으로 산정되었으며, 기 발생한 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 “정산2교(상)”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
교면포장	아스콘 균열	100.00m	120.00m	아스콘 실링보수	
방호벽	균열(0.3mm미만)	19.60m	23.52m	표면처리	
	균열(0.3mm이상)	2.80m	3.36m	주입보수	
	망상균열	0.40m ²	1.00m ²	표면처리	
	콘크리트 들뜸	0.60m ²	1.00m ²	주의관찰	
배수시설	배수구 막힘	3.00EA	3.00EA	청소(주의관찰)	
신축이음	후타재균열 (0.3mm미만)	19.60m	23.52m	표면처리	
	망상균열	0.82m ²	1.00m ²	표면처리	
	후타재 파손	0.04m ²	1.00m ²	단면보수 (T=10mm)	
바닥판하면	물끊기 홈불량	0.50m	1.00m	주의관찰	
STEEL BOX	변형	2.40m ²	2.88m ²	주의관찰	
받침장치	Plate 부식	2.00EA	2.00EA	재도장 (중성화방지)	
	가동 여유량부족	4.00EA	4.00EA	받침교체+ 교량인상	
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	2.00m	2.40m	표면처리	
	균열(0.3mm이상)	3.60m	4.32m	주입보수	
	표면오염	11.92m ²	14.30m 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	손상 물량	보수물량 (할증20%)	단가 (원)	금액 (원)	우선 순위
교면 포장	아스콘 균열	아스콘 실링보수	100.00m	120.00m	58,000	6,960,000	②
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	19.60m	23.52m	51,000	1,199,520	②
	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.80m	3.36m	32,000	107,520	②
	망상균열	표면처리	0.40m ²	1.00m ²	51,000	51,000	②
	콘크리트 들뜸	주의관찰	0.60m ²	1.00m ²	-	-	-
배수 시설	배수구 막힘	청소(주의관찰)	3.00EA	3.00EA	8,000	24,000	②
신축 이음	후타재균열 (0.3mm미만)	표면처리	19.60m	23.52m	51,000	1,199,520	①
	망상균열	표면처리	0.82m ²	1.00m ²	51,000	51,000	①
	후타재 파손	단면보수 (T=10mm)	0.04m ²	1.00m ²	120,000	120,000	①
바닥판 하면	물끓기 흠불량	주의관찰	0.50m	1.00m	-	-	-
Steel Box	변형	주의관찰	2.40m ²	2.88m ²	-	-	-
받침 장치	Plate 부식	재도장 (중성화방지)	2.00EA	2.00EA	60,000	120,000	①
	가동 여유량부족	받침교체+ 교량인상	4.00EA	4.00EA	450,000	1,800,000	①
교대 및 교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00m	2.40m	51,000	122,400	①
	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.60m	4.32m	32,000	138,240	①
	표면오염	주의관찰	11.92m ²	14.30m ²	-	-	-
직접공사비					11,893,200		
제경비(직접공사비×50%)					5,946,600		
총공사비용					17,839,800		

1.9. 종합결론 및 건의

본 과업은 “동측배후도로지역 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 “정산2교(상)”에 대한 정밀점검 결과를 정리하면 다음과 같다.

1.9.1. 정밀점검 실시결과의 종합결론

- 본 교량은 상태등급 산정결과, 교량전체의 평가지수가 0.236로서 상태평가 산정기준에 의해 대상교량의 상태평가 결과는 “b등급”에 해당되는 것으로 평가되었다.
- 안전등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 “B등급”으로 평가되었다.
- 금회 정밀점검 외관조사 결과, 교면포장은 아스콘 균열이 조사되었으며, 방호벽에서 미세균열, 망상균열이 조사되었다. 배수시설 상태는 배수구막힘으로 조사되었다. 신축이음 본체는 양호한 상태로 조사되었으며, 후타재에서 미세균열, 망상균열 파손이 조사되었으며, STEEL BOX에서 변형이 조사되었다. 받침장치에서 Plate부식 및 가동 여유량 부족이 조사되었다. 교대 및 교각에서 미세균열 및 표면오염이 조사되었다.
- 과업 대상구간에 대한 측정반발경도 분석결과, 평균 상부구조 27.8~28.5MPa, 하부구조 24.7~25.0MPa로서, 이는 설계기준강도(상부구조 27.0MPa, 하부구조 24.0MPa) 90%이상인 것으로 분석되어 콘크리트 비파괴 강도는 건전한 것으로 평가되었으며, 탄산화깊이 측정시험을 실시한 결과, 상·하부구조에서 측정된 탄산화 깊이는 각각 1.0~2.0mm, 1.0~2.0mm의 범위로 진행되었으며, 과업 대상교량의 상부구조 및 하부구조의 탄산화 상태평가결과는 “a”등급으로 철근 부식 우려가 없는 양호한 상태인 것으로 평가되었다.
- 과업 대상교량인 “정산2교(상)”의 개별부재에서 조사된 결함 및 손상은 적절한 보수를 통한 구조물의 내구성 및 사용성 등의 확보가 필요하다.

1.9.2. 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 과업 대상시설물인 “정산2교(상)”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 공공년 증대로 인한 아스콘 균열이 조사되어 아스콘 실링 보수가 요구되며, 방호벽에서 일부 건조수축으로 인한 미세균열, 망상균열이 조사되어 표면처리 및 주입보수가 요구되며, 배수구에서 청소미흡으로 인한 배수구 막힘이 조사되어 주의관찰이 요구되며, 신축이음장치 본체는 양호한 상태로 조사되었으며, 바닥판하면에서 시공불량으로 인한 물뚫기 흠 불량에 조사되어 주의관찰이 요구되며, STEEL BOX에서 시공불량으로 인한 변형이 조사되어 주의관찰이 요구된다. 받침장치에서 공공년 증대에 의한 PLATE부식, 중차량 증대에 의한 가동 여유량 부족이 조사되어 재도장 및 받침교체가 요구되며, 교대 및 교각에서 건조수축으로 인한 미세균열이 조사되어 표면처리 및 주입보수가 요구된다.

1.9.4. 기타 필요한 사항

“정산2교(상)”에 대한 STEEL BOX 부식에 대한 부식물이 발생한 것에 주민들의 민원 발생으로 인하여 주의 깊게 점검 한 결과, 구조물 구조상 문제점은 없는 것으로 판단되나, 우선순위에 따라 보수가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 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