

제 출 문

천안논산고속도로 주식회사 귀중

귀사와 2017년 10월 16일자로 계약을 체결한 “논산천안고속도로 1종시설물 정밀안전진단 용역(2구역)”을 성실히 수행하고 논산천교의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2018년 06월

(주)한 국 구 조 물 안 전 연 구 원

이 채 규



(주)한 맥 기 술

이 기 상



논산천교 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2018년 논산천안고속도로 1종시설물 정밀안전진단 용역	진단기간	2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30(255일)		
관리주체명	천안논산고속도로(주)	대표자	이 선 관		
공동수급	(주)한국구조물안전연구원, (주) 한 맥 기 술	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	교 량	종 류	도로교량	종 별	1종
준공일	2002년 12월 23일	진단금액 (천원)	38,050	안전등급	B
시설물 위치	충남 논산시 성동면 삼호리 (고속국도25호선 206.725k)	시설물 규모	L=550.0m, B=24.6m(4차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결합	■ 없음				
진단 주요결과	■ 바닥판 하면 및 거더 내·외부 전구간에 걸쳐 0.1~0.3mm 균열 ■ 교대 및 교각 0.1~0.3mm 수직균열, 백태, 박리, 박락, 파손, 철근노출 ■ 교량받침 부식, 받침콘크리트 균열 ■ 방호울타리 균열, 균열부 백태, 박리, 박락, 철근노출, 방음벽 부식				
주요 보수·보강	■ 폭 0.1~0.2mm 균열 표면보수, 백태 표면보수 ■ 폭 0.3mm균열 주입보수 ■ 박리, 박락, 파손, 철근노출 단면보수				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	서 중 태	2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30		특급기술자	
분야별책임	오 판 수	2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30		특급기술자	
	최 진 선	2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30		특급기술자	
분야별참여	전 국 현	2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30		특급기술자	
	유 창 수	2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30		특급기술자	
참여기술자	이 상 훈 외 23인	2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30		고급기술자 등	
라. 참고사항					

논산천교 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
○ 논산천교는 16년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 PSC BOX 거더와 바닥판, 하부구조에는 구조적 손상은 조사되지 않은 상태이다. 일부 발생한 손상들은 교량의 내구성 저하 방지를 위한 국부적인 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 평가되었다. ○ 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』으로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 하자보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 서 중 태 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	b~c	- 균열(0.2mm이하) - 균열(0.3mm) - 망상균열, 백태	- 표면보수 - 주입보수 - 표면보수
	거더 내·외부	b~c	- 균열(0.2mm이하) - 균열(0.3mm) - 망상균열 - 들뜸	- 표면보수 - 주입보수 - 표면보수 - 단면보수
하부구조	교대	c	- 균열(0.2mm이하) - 박리 - 철근노출 - 백태, 표면열화	- 표면보수 - 단면보수 - 단면보수(방청) - 표면보수
	교각	b	- 균열(0.2mm이하), 망상균열 - 박락	- 표면보수 - 단면보수
교량받침		b	- 부식 - 받침콘크리트 균열(0.2mm이하)	- 재도장 - 표면보수

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
신축이음장치	a	- 후타재 균열	- 표면보수
교면포장	a	- 포장 패임, 균열	- 주의관찰
기타부재	배수시설	- 배수구 이물질 퇴적	- 청소
	난간 및 연석	- 균열(0.3mm) - 균열(0.2mm이하), 균열부 백태 - 굽힘, 박리, 파손 - 철근노출	- 주입보수 - 표면보수 - 단면보수 - 단면보수(방청)

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
PSC거더	허용응력법	최소 안전율 1.174으로 양호	1.0이상	A
	강도설계법	최소 안전율 1.022으로 양호	1.0이상	
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.267으로 양호	1.0이상	
교각	강도설계법	최소 안전율 3.132으로 양호	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
-	Y	적용	당초 설계에 내진 반영

※ “제2장 자료수집 및 분석” 편에 상세히 기술함.

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험) - 천안방향

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			평균	설계	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	반발경도	36.1~49.1	40.0	■ 설계기준강도의 90%를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	37.6~51.0		
	하부구조	반발경도	23.0~26.5	24.0	
		초음파	22.3~34.9		
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	105~135	125.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	36~55	37.5	
	하부구조	배근간격	275~305	300	
		피복두께	89~107	92.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~41.0		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		36.0~92.0		
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부, 하부구조		0.129~0.212		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
균열깊이 (mm)	상부구조		14.80~15.20		■ 철근피복두께를 초과하지 않은 상태로 분석됨.
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. - 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단됨. - 염화물 함유량의 경우 a등급으로 평가되었으므로, 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.				

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험) - 논산방향

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			평균	설계	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	반발경도	36.4~48.5	40.0	■ 설계기준강도의 90%를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	37.2~47.1		
	하부구조	반발경도	23.4~26.2	24.0	
		초음파	25.9~33.2		
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	110~135	125.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	38~47	37.5	
	하부구조	배근간격	275~310	300	
		피복두께	89~107	92.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		34.5~42.1		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		32.2~90.5		
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부, 하부구조		0.110~0.155		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
균열깊이 (mm)	상부, 하부구조		4.40~14.90		■ 철근피복두께를 초과하지 않은 상태로 분석됨.
종합 평가	• 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. • 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단됨. • 염화물 함유량의 경우 a등급으로 평가되었으므로, 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.				

논산천교 현황표

작성일 : 2018년 02월 01일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		논산천교		시설물번호		BR2003-0001983	
준공년월		2002년 12월 23일		관리번호		논산천안교량-07	
시설물위치		충청남도 논산시 성동면 삼호리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도25호선 (순천기점 206.725k)	
제원	연장	L=550.0m, (11@50=550.0m)					
	폭	B=24.6m, 4차로					
구조 형식	상 부	PSC상자형교(PSCB)		기초 형식	교대	RCD PILE	
	하 부	교대-역T형(RTA) 교각-라멘식(RAP)			교각	RCD PILE	
교량받침		LRB		신축이음		FINGER JOINT	
교차시설물		논산천		교 고		6.0m	
설 계 사		금호엔지니어링(주)		시 공 사		금호산업(주), 이수건설(주)	
내진설계유무		내진설계적용		관리주체		천안논산고속도로(주)	
부착시설내용		-					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 중앙분리대 : 콘크리트 - 난간유형 : 콘크리트 방호벽					

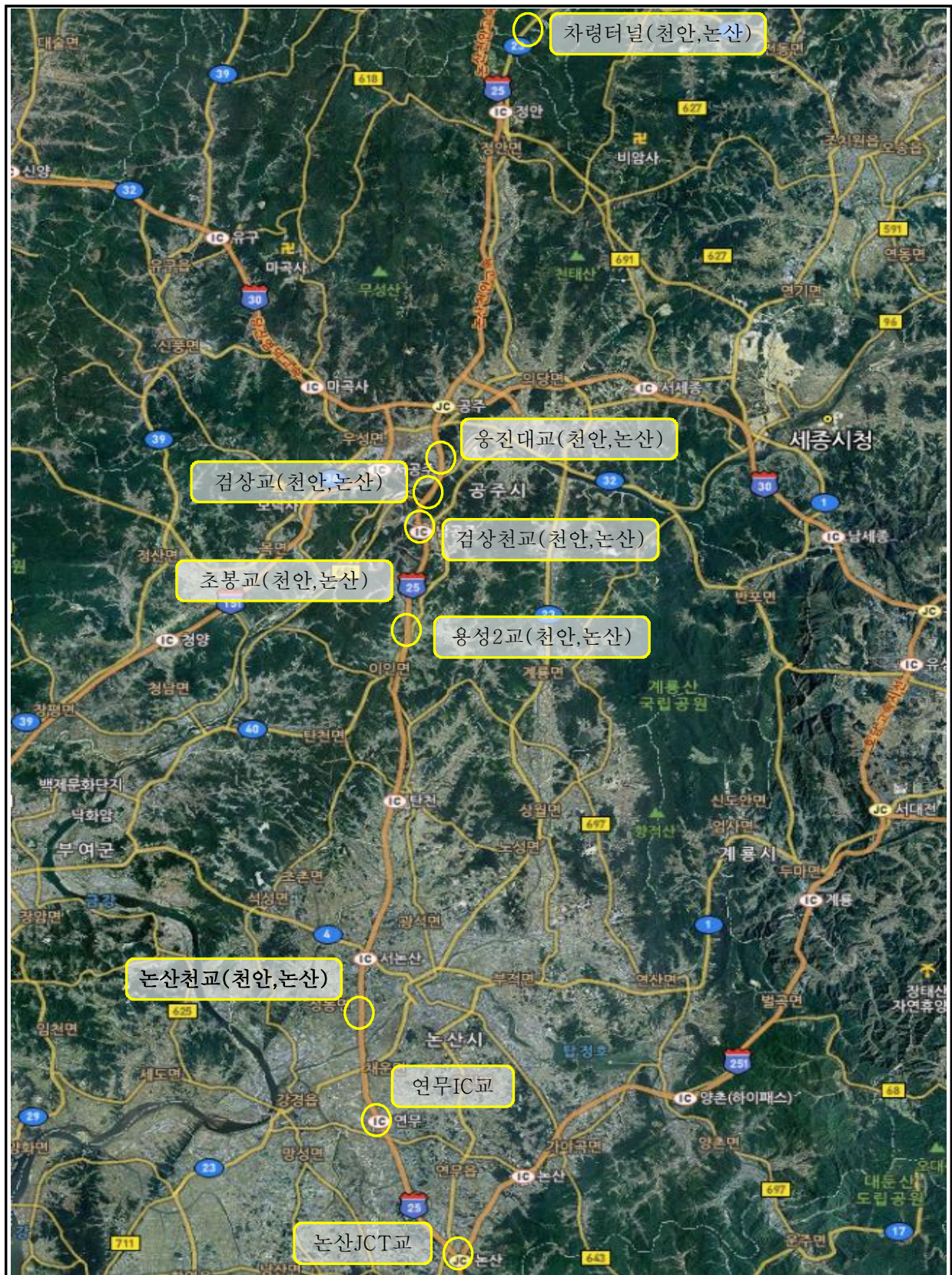
정밀안전진단 참여기술진(1)

참여구분	참여분야	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
책임기술자	사업책임	(주)한국구조물안전연구원	부원장	서종태	10월19일~06월30일 (255일)	
분야별 책임기술자	재료시험분야	(주)한국구조물안전연구원	부원장	오관수	10월19일~06월30일 (127일)	
	자료분석분야	(주)한맥기술	사장	최진선	10월19일~06월30일 (127일)	
분야별 참여기술자	재료시험분야	(주)한국구조물안전연구원	부원장	전국현	10월19일~06월30일 (127일)	
	자료분석분야	(주)한국구조물안전연구원	부원장	유창수	10월19일~06월30일 (127일)	
참여기술자	재료시험분야	〃	부장	김정대	10월19일~06월30일 (255일)	
		〃	차장	곽호정	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	차장	박선영	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	차장	최희림	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	차장	김충희	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	과장	김세열	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	차장	이덕주	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	과장	김정훈	10월19일~06월30일 (255일)	
		〃	과장	마권동	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	과장	현지홍	10월19일~06월30일 (127일)	

정밀안전진단 참여기술진(2)

참여구분	참여분야	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
참여기술자	재료시험분야	(주)한국구조물안전연구원	부장	이상훈	10월19일~06월30일 (255일)	
		〃	대리	이주형	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	대리	차광희	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	대리	김영학	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	사원	김재홍	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	사원	김호섭	10월19일~06월30일 (255일)	
		〃	사원	김인하	10월19일~06월30일 (127일)	
		〃	부장	양승필	05월01일~06월30일 (61일)	
		〃	이사	이택수	06월01일~06월30일 (30일)	
		(주)한맥기술	부장	김승제	10월19일~06월30일 (255일)	
		〃	부장	김건훈	10월19일~03월22일 (155일)	
		〃	과장	박지훈	10월19일~06월08일 (233일)	
		〃	사원	김치엽	10월19일~06월30일 (255일)	
		〃	부사장	고삼암	03월23일~06월30일 (100일)	

시설물의 위치도





○ 시설물 위치 : 충청남도 논산시 성동면 삼호리 (고속국도25호선 206.725km)

시설물의 전경사진(1)



상부전경



측면전경

시설물의 전경사진(2)



바닥판하면 및 거더 외부 전경



PSC BOX 내부 전경

시설물의 전경사진(3)



교대 전경(A1)



교각 전경(P6)

시설물의 전경사진(4)



신축이음장치 전경(A1)



교량받침 전경(A1)

시설물의 전경사진(5)



방호울타리 전경



교면포장 전경

시설물의 전경사진(6)



교량판 전경



교량설명판 전경

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”(이하 “시설물안전법”이라 한다.) 제7조 및 동법 시행령 제8조에 의한 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위

가. 정밀안전진단

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가
- 5) 종합평가 및 안전등급 지정
- 6) 보수·보강방법 및 유지관리방안 제시
- 7) 보고서 작성

나. 수중점검 : 해당사항 없음

다. 과업기간

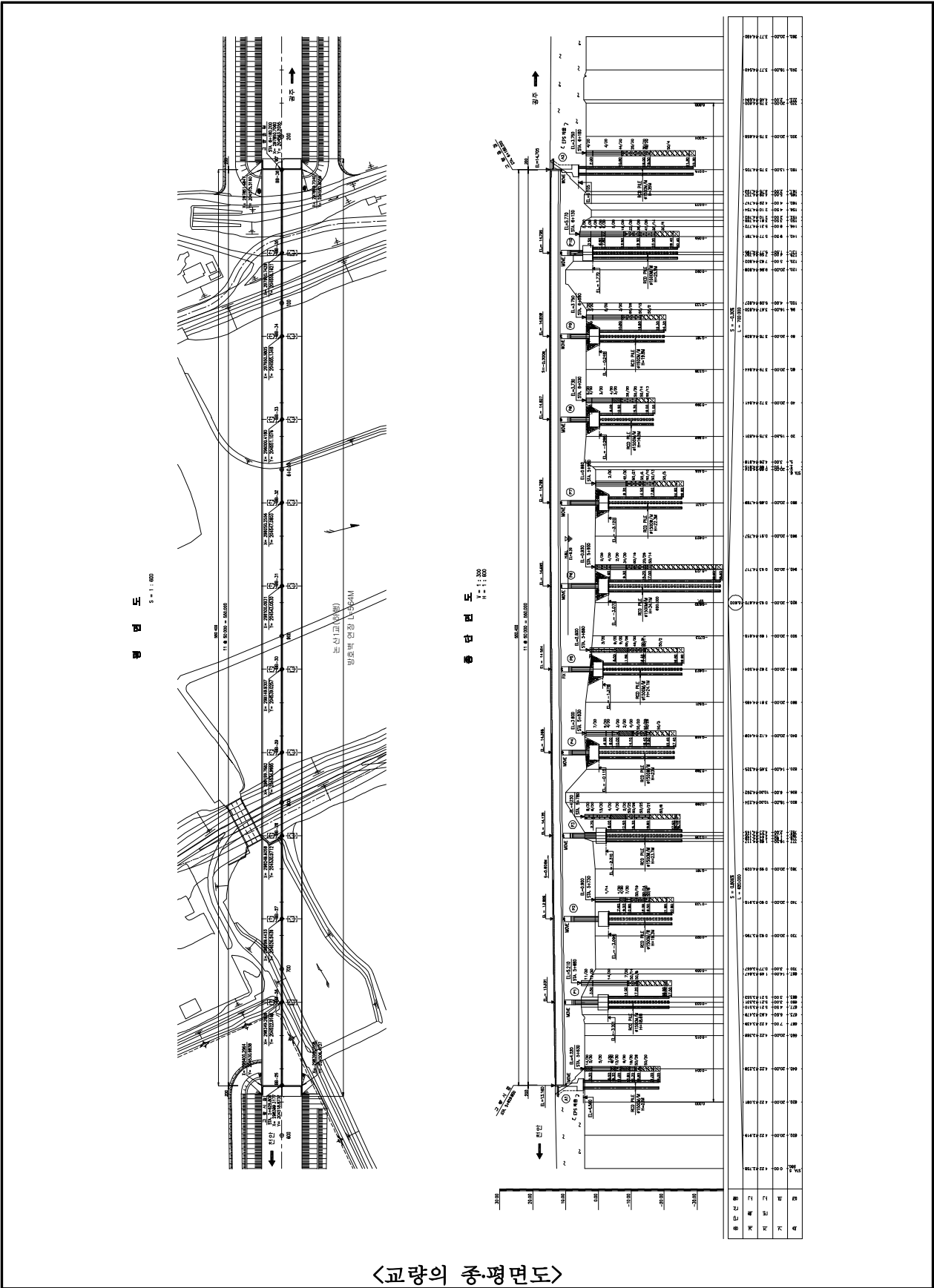
2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30(착수일로부터 255일간)

1.3 시설물의 개요

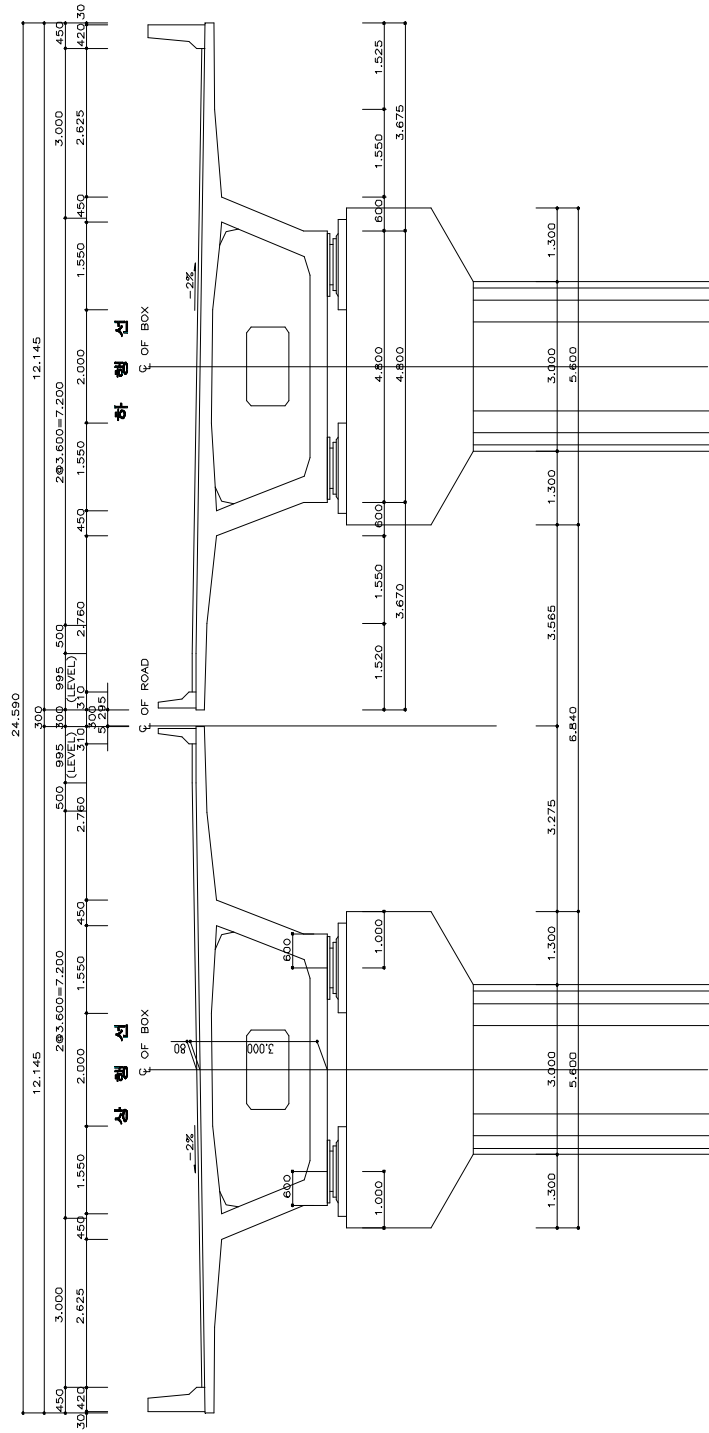
가. 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		논산천교		시설물번호		BR2003-0001983	
준공년월		2002년 12월 23일		관리번호		논산천안교량-07	
시설물위치		충청남도 논산시 성동면 삼호리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도25호선 (순천기점 206.725k)	
제원	연장	L=550.0m, (11@50=550.0m)					
	폭	B=24.6m, 4차로					
구조 형식	상 부	PSC상자형교(PSCB)		기초 형식	교대	RCD PILE	
	하 부	교대-역T형(RTA) 교각-라멘식(RAP)			교각	RCD PILE	
교량받침		LRB		신축이음		FINGER JOINT	
교차시설물		논산천		교 고		6.0m	
설 계 사		금호엔지니어링(주)		시 공 사		금호산업(주), 이수건설(주)	
내진설계유무		내진설계적용		관리주체		천안논산고속도로(주)	
부착시설내용		-					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 중앙분리대 : 콘크리트 - 난간유형 : 콘크리트 방호벽					

나. 시설물의 주요도면



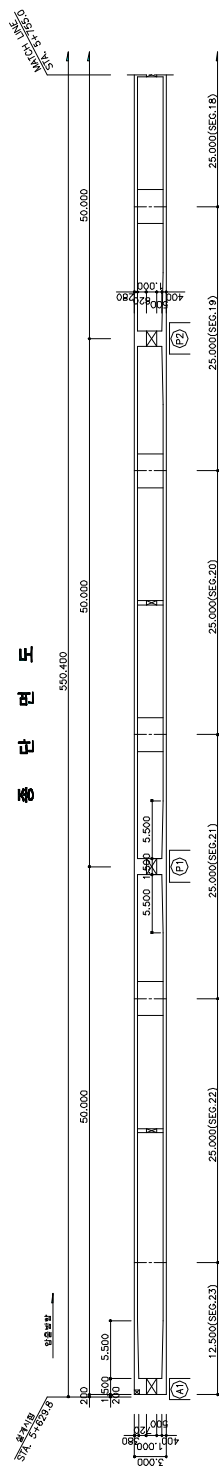
나
자
자
자
자
자



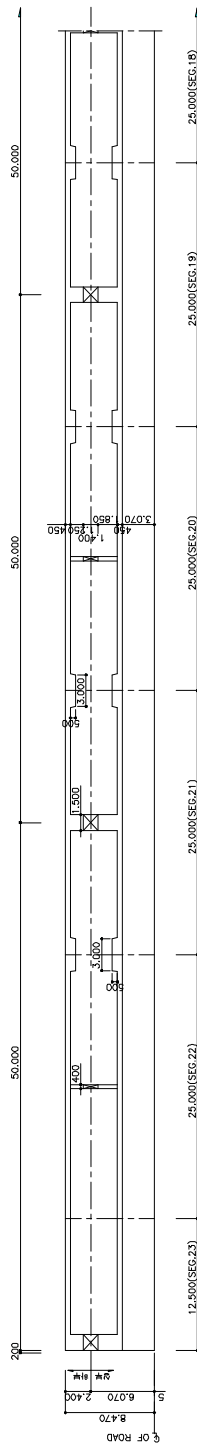
〈횡단면도〉

<상부구조 일반도>

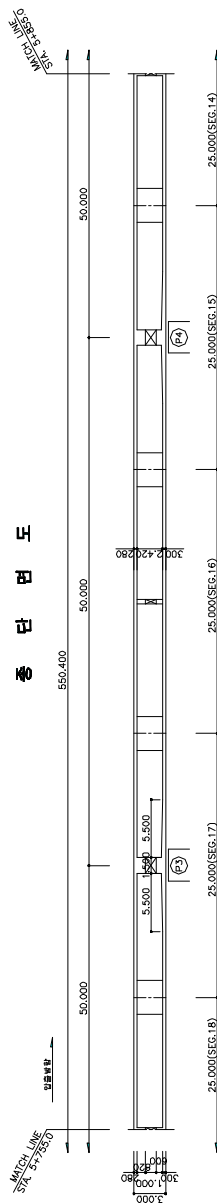
진안~논산간 고속도로(진안~논산간)건설공사
제 6 공구 : 광석 ~ 논산



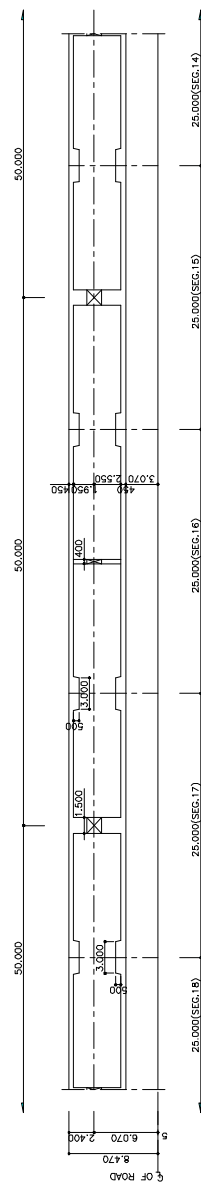
종 단 면 도



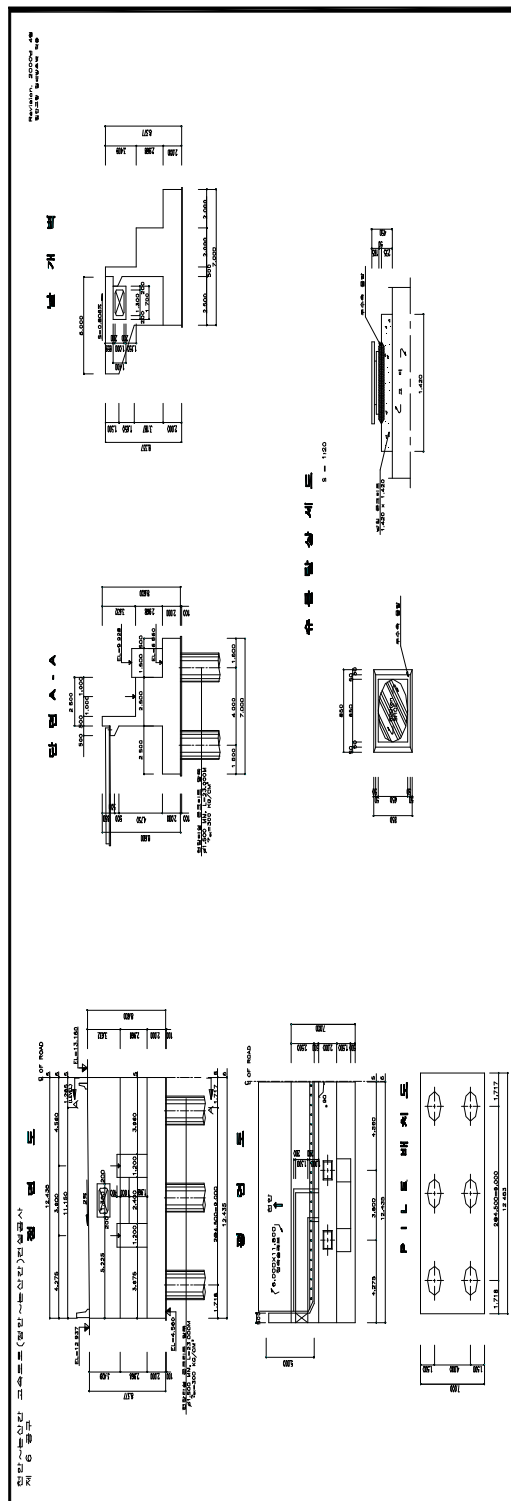
종 단 면 도



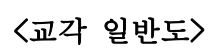
평 면 도



* 상기 표시된 세우는 구조를 철거 시도함.



〈교대 일반도〉



2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

일 자	내 용	물 량	비 고
04년 04월	교량받침 재도장	7개소	천안방향 : A1, P1, A2 논산방향 : A1, A2
09년 11월	방호울타리 균열보수 거더 출입문 재도장 교량받침 재도장	1개소 1개소 14개소	천안방향 S1 A1 A1-SH2
14년 07월	신축이음 교체 받침장치 재도장	2개소 -	A1, A2 -
15년 12월	신축이음 후타재 보수	2개소	A1, A2
16년 07월	배수관 교체	-	-

2.2 점검 및 진단이력

번 호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
1	초기점검	2003.04	나우이엔씨(주)	전반적인 상태등급은 'A' 등급에 해당되며, 설계하중에 대한 단면력을 충분히 확보하고 있고 공용내하력도 설계내하력(DB-24) 이상 이므로 적절한 보수와 향후유지관리가 이루어진다면 공용기간중 교량의 건전성과 사용성을 충분히 유지할 수 있을것으로 사료된다.	A
2	정기점검	2003.12	나우이엔씨(주)	향후 유지관리를 통한 관리와 손상부위의 내구성확보를 위한 보수가 이루어져야 할 것으로 사료된다.	-
3	정기점검	2004.6	(주)아워브레인	양호	-
4	정기점검	2004.12	(주)아워브레인	양호	-
5	정밀점검	2005.6	(주)한길종합 엔지니어링	전반적으로 양호한 상태이며, 주요 및 보조 부재 미세균열(0.1mm)등 경미한 손상에 대한 주의관찰, 교대측 공동구 균열 및 백태에 대한 보수가 필요한 상태임.	A
6	정기점검	2005.12	(주)한길종합 엔지니어링	신축이음장치 연결부 누수로 인하여 교대부 체수 및 콘크리트 표면 변색이 조사되었으며, 받침콘크리트 박리 및 균열, 받침 고정 볼트 체결 불량 등이 조사되었다. 또한 공동구 시공이음부 및 천정부에 건조수축 등으로 균열 및 누수, 백태 등의 손상이 진전되고 있는 상태이다. 따라서 구조물의 유지관리를 위해 손상 발생부에 대하여는 보수를 실시하여 구조물의 유지관리에 만전을 기하여야 한다.	-

번호	구분	점검/진단기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	상태등급
7	정기점검	2006.6	(주)아워브레인	전반적으로 양호한 상태임.	-
8	정기점검	2006.12	(주)아워브레인	교량 전반에 공용년수 증가로 인하여 경미한 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상현황으로는 주형 내부 바닥판하면에 종방향균열($Cw \leq 0.2mm$), 공동구 균열 및 백태, 하부구조에 균열($Cw \leq 0.2mm$) 및 체수, 받침장치 균열 및 국부적인 플레이트 부식, 교대 접속부 침하로 인한 점검계단 파손 현황이 발생한 상태이다. 기 발생된 손상현황은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 현재 교대 접속부측에 침하가 장기간 진전중이므로 지속적인 관찰 및 유지관리가 필요하다.	
9	정밀점검	2007.6	(주)아워브레인	본 교량에 대한 상태등급 판정결과 상태평가등급은 B등급으로 부재에 경미한 손상이 발생되었으나, 기능상에는 문제점이 없는 양호한 상태로서 일부 부재에 대한 보수가 필요한 상태인 것으로 평가되었다. 주요손상은 주형 균열, 하부구조 균열, 교좌장치 부식, 공동구 균열 및 백태, 점검로 볼트 누락 및 탈락등으로 일부부재에 대해서는 내구성 확보차원의 보수가 필요하며, 기타부재들에 대해서는 주의관찰이 필요하다.	B
10	정기점검	2007.12	(주)아워브레인	2007년 하반기 정기점검 결과, 교량 다수 부재에서 공용년수 증가로 인하여 경미한 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상현황으로는 주형 내부 상부슬래브 균열, 외부 복부 및 하부슬래브 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 들뜸, 공동구 균열 및 백태, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 표면열화, 받침장치 무수축물탈 균열 및 PLATE 부식, 교대 점검계단 침하 미치 이격, 점검로 볼트 누락 및 풀림 등의 현황이 발생한 상태이다. 기 발생된 손상현황은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 확보를 위한 일부 보수를 실시하며 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
11	정기점검	2008.06	(주)아워브레인	2008년 상반기 정기점검 결과, 받침장치 부식부에 재도장이 실시된 상태이나, 공용년수 증가로 인하여 일부 부재에서 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상현황으로는 주형 내부 상부슬래브 균열, 외부 복부 및 하부슬래브 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 들뜸, 공동구 균열 및 백태, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 표면열화, 받침장치 무수축물탈 균열, 교대 점검계단 침하 및 이격, 점검로 볼트 누락 및 풀림 등의 현상이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 확보를 위한 일부 보수를 실시하며 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
12	정기점검	2008.12	(주)아워브레인	2008년 하반기 정기점검 결과, 받침장치 부식부에 재도장이 실시된 상태이나, 공용년수 증가로 인하여 일부 부재에서 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상현황으로는 주형 내부 상부슬래브 균열, 외부 복부 및 하부슬래브 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 들뜸, 공동구 균열 및 백태, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 표면열화, 받침장치 무수축물탈 균열, 신축이음 하부 지지대 볼트 탈락, 교대 점검계단 침하 및 이격, 점검로 볼트 누락 및 풀림 등의 현상이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황은 전회와 비교시 진전은 미미한 상태이나, 구조물의 내구성 확보를 위하여 일부 보수를 실시하며, 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
13	정밀점검	2009.06	(주)한길종합 엔지니어링	전반적으로 상부구조 및 하부구조의 상태는 양호하나, 일부 국부적인 손상이 조사되어 내구성 측면에서의 보수가 필요하며, 신축이음장치에 대한 여유량 검토결과 신축장치의 수축여유량이 수축계산량 이하로 검토되어 주의관찰이 필요하며, 받침장치의 경우 기준 온도 이상에서도 수축거동된 상태로 정기점검시 지속적인 관찰이 필요함.	B

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
14	정기점검	2009.12	(주)한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 대상 시설물의 상태는 '양호'인 것으로 판단되며 주요 손상으로는 PSC BOX 외부에 발생된 균열 및 박락, 하부구조에 발생된 균열(폭 0.3mm) 및 파손 등의 손상이 있으며, 신축이음장치의 간격조절장치 스프링 연결 볼트 탈락에 대한 조치가 필요하다. 그리고 받침장치의 경우 고정단(P5)을 중심으로 표준온도(15℃) 이상에서 수축방향으로 약 1~4.5cm의 편기량이 조사되었다. 특히 P2, P9지점에서 과다하게 편기가 발생한 상태이며, 건조수축 및 크리프의 영향으로 영구적인 수축변형이 발생된 것으로 판단되며, 정기점검시 지속적인 주의관찰을 실시토록 한다.	-
15	정기점검	2010.06	(주)한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 본 교량은 1종 교량시설물로써 점검일 현재 일부 손상에 대한 보수 등의 조치가 이뤄진 상태이다. 주요 손상으로는 배수시설 유공관 길이부족 및 배수관 연결고리 탈락, 주형 내·외부 균열, 하부구조 단면 파손 및 균열, 받침장치 무수축 몰탈 균열, 신축이음장치 볼트 탈락 등의 손상이 있다. 이 중에서 하자담보기간이 남아 있고 구조적으로 문제가 되지 않는 손상에 대하여는 추후 하자보수를 실시하는 것으로 하며, 신축이음장치 및 배수시설에 대한 교체 및 정비 등의 조치가 필요하다. 받침장치의 경우 편기량이 과다 측정되었지만 초기 건조수축 및 크리프의 영향으로 발생된 것으로 판단되며 전회차 외의 비교 검토에서 큰 변화는 없는 것으로 조사되었다. 추후 정기점검 등을 통하여 지속적인 주의관찰이 요구된다.	-
16	정기점검	2010.12	(주)한길종합 엔지니어링	2010년 하반기 점검결과, 전회 점검과 비교 시 일부 부재에서 손상의 진전이 있는 것으로 조사되었다. 주요 손상으로는 교면포장 소성변형, PSC 거더 외부 및 내부 균열 및 백태, 하부구조 균열 및 파손, 신축이음장치 연결볼트 탈락, 교량받침 편기발생 등의 손상이 있다. 점검일 현재 구조물의 구조적인 안전에는 문제가 없으며, 공용중 내구성 증진을 위해 일부 손상에 대한 보수 및 교체 등의 조치가 필요하다. 추후 정기적인 점검 등을 통하여 지속적인 주의관찰을 실시한다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
17	정밀점검	2011.06	(주)아워브레인	정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 본 시설물은 구조적인 안전성과 관련된 손상이 없는 양호한 상태로 일부 부재에 손상이 조사되어 내구성 측면에서의 보수가 필요하다. 발생한 주요 손상으로는 신축이음장치 여유량 부족, 바닥판 캔틸레버부 A2지점부에 균열, 하부구조 균열 등이다. 신축이음장치에 대한 여유량 검토결과 수축여유량이 부족한 것으로 검토되어 주의관찰이 필요하며, 바닥판하면 캔틸레버부의 균열은 내구성 저하 방지를 위한 보수가 필요하다. 대상 교량은 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 판단되며 외관조사에서 나타난 손상에 대하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등급 교로써의 교량 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.	B
18	정기점검	2011.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상 시설물의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 양호한 상태이다. 전 회 점검 이후 신축이음 하부 볼트 탈락에 대한 전구간 보수가 실시된 상태이며, 현재 교량하부의 공사로 인해 일부 부재에 손상이 발생하여 주의관찰이 필요한 상태이다. 발생한 주요 손상으로는 교면포장 소성변형, PSC 주형 외부 및 내부 균열 및 백태, 하부구조 균열 및 파손, 교량 받침 몰탈 균열 및 파손, 점검로 파손 등이 있다. 기 발생한 손상은 교량의 안전성에 큰 문제는 없으나, 내구성 저하방지를 위한 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
19	정기점검	2012.06	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 '양호'한 상태로 판단된다. 다만, 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 발생한 상태이다. 이전 점검이후 배수관 교체 및 교대벽체 균열보수, BOX내부 이물질 적치 정비가 실시된 상태이며, 발생한 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 손상, PSC BOX 내·외부 균열, 하부구조 균열 등이다. 기 발생한 손상에 대해서도 내구성 저하방지를 위한 일부 보수를 실시하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 교량의 기능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.	-
20	정밀안전 진단	2013.06	(주)동우기술단	거더 균열, 박락, 재료분리, 파손, 교량받침 부식, 받침콘크리트 및 받침모르타르 균열, 박락, 신축이음 하부 누수, 교대 및 교각 균열, 박락, 재료분리, 철근노출	C
21	정기점검	2013.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 '양호'한 상태로 판단된다. 다만, 신축이음의 하부 횡빔의 볼트가 풀리거나 파단되어 진동 및 소음이 발생되고 있어 볼트 풀림은 재체결을 실시하여 추가손상을 방지하여야 하며, 볼트파단은 재체결을 통한 보수가 불가하여 주의관찰후 신축이음의 교체 시 일괄적인 보수가 필요하다. 또한 기 발생한 손상에 대해서도 내구성 저하방지를 위한 일부 보수를 실시하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 교량의 기능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
22	정밀점검	2014.06	(주)아워브레인	정기점검 결과 조사된 주요 손상으로는 교면 포장의 국부적인 파손, 망상균열, 바닥판 및 거더, 하부구조의 0.3mm균열 등이 조사되었다. 상기 손상의 경우 발생범위, 위치 등 을 감안할 때 비구조적 손상으로 판단되며 내구 정확보 차원의 보수가 일부 필요하고 향후 손상진전에 대한 지속적인 점검이 요망된다.	B
23	정기점검	2014.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 전반적인 시설물의 안전성에 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다. 기 발생된 주요 손상 중 바닥판 및 교대 등의 균열에 대한 보수를 실시하는 것이 필요하며 그 외 발생된 일반적인 손상은 발생부위가 국부적이며 표면적인 것으로 판단되며 효율 적인 유지관리를 위하여 지속적인 관찰 후 진전이 확인될시 보수를 고려하는 바람직하다.	-
24	정밀점검	2015.06	(주)동우기술단	논산천교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생 하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내 구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 이전 점검 이후 바닥판, 거더, 하부구조에서 균열 및 열화손상, 배수구막힘이 일부 신규 로 조사되었으며, 발생한 손상들은 구조물의 안전성에는 영향을 미치지 않는 비구조적 손 상으로 판단된다. 조사된 손상중 배수구 막 힘은 교면포장에 체수를 유발 하여 통행량의 안전성저하의 원인이 될 수 있으므로 청소가 필요하며 기타 손상의 경우 진전여부를 지속 적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 구 조물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단 된다.	B
25	정기점검	2015.12	(주)동우기술단	정기점검결과 조사된 손상은 대부분이 기존 에 발생된 것으로서 일부 손상은 보수가 실 시되었으며 기존 손상의 진전은 미미한 상태 이다. 발생한 손상은 시급한 보수가 필요하 지 않으며 전반적인 교량의 안전성에 문제가 될 만한 손상은 조사되지 않았다. 이에 정기 적인 점검을 통해 손상의 진전유무를 관찰하 고 지속적인 유지관리를 실시하는 것이 바람 직하다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
26	정기점검	2016.06	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 거더 내,외부 균열 및 들뜸, 하부구조 균열, 배수구 막힘 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 일부 발생한 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통해 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
27	정기점검	2016.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 기 실시된 점검이후 일부 부재에 발생한 손상에 대한 보수가 시행되었으며, 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 거더 내,외부 균열 및 들뜸, 하부구조 균열, 배수구 막힘 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 내구성 저하방지차원에서 보수를 요하는 손상이 발생한 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
28	정밀점검	2017.06	(주)아워브레인	논산천교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 저하방지를 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 점검결과 포장면은 국부적 보수가 수행되었으며 일부 길어깨부에 균열 등의 손상이 조사되었다. 거더 및 바닥판에 발생한 손상은 선별적 보수가 이루어졌으며 기존 점검자료와 비교해 볼 때 주요 진행사항은 없는 것으로 파악되었다. 주요 발생한 손상으로는 거더 내부 종방향 균열(균열폭 0.1mm) 및 종방향 이음부의 균열 등이다. 연단거리, 신축이음장치 신축유간 여유량 검토결과 문제점은 없었으며 교량받침 이동량 또한 허용 받침량 이내로 가동상태는 양호한 것으로 평가되었다. 부재별 반발경도법에 의한 콘크리트 강도시험을 실시한 결과 콘크리트 부재의 강도상의 문제점은 없었으며 탄산화 깊이를 측정 한 결과 또한 탄산화 잔여깊이가 30mm 이상으로 탄산화에 의한 성능저하 및 부식의 발생위험은 없는 것으로 나타났다.	B

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
29	정기점검	2017.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 망상균열, 거더 내,외부 균열, 하부구조 균열, 배수구 막힘 등의 손상이 국부적으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 내구성 저하방지차원에서 보수를 요하는 손상이 발생한 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-

2.3 자료수집 및 분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 천안-논산간 고속도로 건설공사 제6공구 - 공사시방서 - 구조계산서 - 일반보고서 - 토질조사보고서 - 초기점검보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 설계도면과 실측 제원 비교시 주요 부재에 대하여 전반적으로 동일 ◇ 점검시설의 경우 설치하는 것으로 제시되었으나 현재 미설치 된 것으로 검토됨	◇ 본 과업은 구조물 정밀 안전진단이므로 외관조사망도의 정비 및 면밀한 외관조사 실시
유 지 관 리 자 료	◇ 정기점검 및 정밀점검 정밀안전진단 ◇ 보수·보강 이력	◇ 15년간 공용하면서 별다른 문제가 없는 양호한 상태 ◇ 일부 발생한 손상에 대하여 보수 필요 ◇ 보수 및 보강 이력은 관리주체에 제공받아 검토됨	

3. 현장조사 및 시험

3.1 외관조사 결과요약

가. 천안방향

구 분		주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		• 거더 내부 상부측에 종방향 균열 다수 발생 • 캔틸레버 배수관 주변 백태 및 망상균열 발생	• 대부분 미세균열(폭 0.3mm 미만)로 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띄고 있고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 구조적인 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함 • 배수구와 바닥판 이음부에서 우수유입에 의한 손상으로 진행은 없는 상태지만 미관 및 내구성 증대를 위하여 보수가 필요함
거더	내부	• 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 복부 및 격벽에 국부적으로 균열이 발생	• 대부분 미세균열(폭 0.3mm 미만)로 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띄고 있고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 구조적인 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함
	외부	• 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 복부 및 하부에 국부적으로 균열이 발생	• 대부분 미세균열(폭 0.3mm 미만)로 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띄고 있고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 구조적인 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함
교대		• 폭 0.3mm 미만 수직균열 • 신축이음부 누수에 의한 누수흔적 • 공동구 내부에 백태 및 철근노출 발생	• 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 시공초기 건조수축에 의한 손상이며 지속적인 주의관찰이 필요함 • 누수흔적 및 공동구 내부 손상은 경미한 상태로써 주의관찰이 필요함
교각		• 폭 0.3mm 미만 균열과 망상균열	• 균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생된 균열로 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보차원의 보수 필요함
교량받침		• 받침콘크리트 폭 0.3mm 미만의 균열 • 받침 부식, 볼트 풀림 • 받침콘크리트 박락, 파손	• 시공초기 건조수축 균열로서 지속적인 관찰이 필요 • 받침 가동에는 문제가 없는 상태로 받침 본체에 발생한 손상에 대해서 주의관찰이 필요

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
신축이음	• 손상이 발생되지 않은 양호한 상태	-
교면포장	• 아스콘 패임 및 균열, 침하 발생	• 차량의 반복하중에 의해 발생한 손상으로 경미한 상태로 조사되어 주의관찰이 필요
배수시설	• 배수구 이물질 퇴적	• 주기적 청소 및 유지관리가 필요
난간 (방호벽)	• 균열 및 균열부 백태 발생 • 긁힘 및 박리, 파손	• 시공초기 건조수축 균열로서 지속적인 관찰이 필요 • 교량의 안전성 및 차량의 주행 안전성에 별 다른 영향을 미치지 않는 손상이므로, 지속적인 관찰이 필요

나. 노산방향

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		• 거더 내부 상부측에 종방향 균열 다수 발생 • 캔틸레버 배수관 주변 백태 및 망상균열 발생 • 보수재 박리	• 대부분 미세균열(폭 0.3㎜ 미만)로 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띄고 있고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 구조적인 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함 • 배수구와 바닥판 이음부에서 우수유입에 의한 손상으로 진행은 없는 상태지만 미관 및 내구성 증대를 위하여 보수가 필요함 • 공용중 노후화로 인한 손상으로 경미한 상태이며 지속적인 관찰이 필요
거더	내부	• 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 복부 및 격벽에 국부적으로 균열이 발생	• 대부분 미세균열(폭 0.3㎜ 미만)로 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띄고 있고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 구조적인 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함
	외부	• 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 복부 및 하부에 국부적으로 균열이 발생	• 대부분 미세균열(폭 0.3㎜ 미만)로 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띄고 있고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 구조적인 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위한 보수 및 지속적인 주의관찰이 필요함
교대		• 폭 0.3㎜ 미만 수직균열 • 신축이음부 누수에 의한 누수혼적 • 공동구 내부에 백태 및 이음부 누수혼적 발생	• 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼때 시공초기 건조수축에 의한 손상이며 지속적인 주의관찰이 필요함 • 누수혼적 및 공동구 내부 손상은 경미한 상태로써 주의관찰이 필요함

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교각	• 폭 0.3mm 미만 균열과 망상균열	• 균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생된 균열로 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보차원의 보수 필요함
교량받침	• 받침콘크리트 폭 0.3mm 미만의 균열 • 받침 부식, 볼트 풀림 • 받침콘크리트 박락	• 시공초기 건조수축 균열로서 지속적인 관찰이 필요 • 받침 가동에는 문제가 없는 상태로 받침 본체에 발생한 손상에 대해서 주의관찰이 필요
신축이음	• 후타재 균열 발생	• 시공초기 건조수축 균열로서 지속적인 관찰이 필요
교면포장	• 잡철물 삽입 발생	• 초기 발생한 손상으로 경미한 상태로 조사되어 주의관찰이 필요
배수시설	• 배수구 막힘	• 주기적 청소 및 유지관리가 필요
난간 (방호벽)	• 균열 및 균열부 백태 발생 • 긁힘 및 박리, 파손	• 시공초기 건조수축 균열로서 지속적인 관찰이 필요 • 교량의 안전성 및 차량의 주행 안전성에 별다른 영향을 미치지 않는 손상이므로, 지속적인 관찰이 필요

3.2 내구성 결과요약

가. 천안방향

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			평균	설계	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	반발경도	36.1~49.1	40.0	■ 설계기준강도의 90%를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	37.6~51.0		
	하부구조	반발경도	23.0~26.5	24.0	
		초음파	22.3~34.9		
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	105~135	125.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	36~55	37.5	
	하부구조	배근간격	275~305	300	
		피복두께	89~107	92.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~41.0		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		36.0~92.0		
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부, 하부구조		0.129~0.212		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
균열깊이 (mm)	상부, 하부구조		14.80~15.20		■ 철근피복두께를 초과하지 않은 상태로 분석됨.
종합 평가	• 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. • 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단됨. • 염화물 함유량의 경우 a등급으로 평가되었으므로, 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.				

나. 노산방향

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			평균	설계	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	반발경도	36.4~48.5	40.0	■ 설계기준강도의 90%를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	37.2~47.1		
	하부구조	반발경도	23.4~26.2	24.0	
		초음파	25.9~33.2		
철근탐사 (mm)	상부구조	배근간격	110~135	125.0	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	38~47	37.5	
	하부구조	배근간격	275~310	300	
		피복두께	89~107	92.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		34.5~42.1		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		32.2~90.5		
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부, 하부구조		0.110~0.155		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
균열깊이 (mm)	상부구조		4.40~14.90		■ 철근피복두께를 초과하지 않은 상태로 분석됨.
종합 평가	• 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. • 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단됨. • 염화물 함유량의 경우 a등급으로 평가되었으므로, 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.				

4. 시설물의 상태평가

4.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 천안방향

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥 판	거더	가로 보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하 부	기 초	상 부	하 부	상 부	하 부
1	PSC I	b	b	b	a	b	b	a	b	b	q	a	a	a	a
2	PSC I	b	b	b	a	a	b	×	b	b	q	a	a	-	a
3	PSC I	b	c	b	a	a	c	×	b	b	q	-	-	-	-
4	PSC I	b	b	b	a	a	b	×	b	b	q	-	-	-	-
5	PSC I	b	b	b	a	a	a	×	b	b	q	a	-	-	-
6	PSC I	c	b	c	b	a	c	×	b	b	q	a	-	-	-
7	PSC I	c	b	b	a	a	c	×	b	b	q	-	-	-	-
8	PSC I	b	b	b	a	a	c	×	b	b	q	-	-	-	-
9	PSC I	b	b	b	a	a	b	×	b	b	q	-	-	-	-
10	PSC I	b	b	b	a	a	b	×	b	b	q	-	-	-	-
11	PSC I	b	b	b	b	a	c	a	b	b	q	-	a	-	-
									b	b	q		-		-
평균		0.236	0.209	0.218	0.118	0.109	0.282	0.100	0.200	0.200	0.000	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균X가 중치) /가중치합		0.043	0.042	0.011	0.008	0.003	0.006	0.009	0.018	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001

결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.188) \leq 0.260$

0.188

B

나. 논산방향

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥 판	거더	가로 보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하 부	기 초	상 부	하 부	상 부	하 부
1	PSC I	b	a	b	b	b	b	b	a	c	q	a	a	a	a
2	PSC I	a	a	b	a	a	b	×	b	b	q	a	a	-	a
3	PSC I	b	a	a	a	a	b	×	c	c	q	-	-	-	-
4	PSC I	b	b	a	a	a	b	×	b	b	q	-	-	-	-
5	PSC I	b	a	b	a	a	b	×	b	b	q	a	-	-	-
6	PSC I	b	b	b	a	a	c	×	b	b	q	a	-	-	-
7	PSC I	c	b	b	a	a	c	×	b	b	q	-	-	-	-
8	PSC I	b	b	b	a	a	b	×	b	b	q	-	-	-	-
9	PSC I	b	b	b	a	a	b	×	b	b	q	-	-	-	-
10	PSC I	b	a	c	a	a	c	×	b	b	q	-	-	-	-
11	PSC I	b	b	b	a	a	b	a	b	b	q	-	a	-	-
									b	c	q		-		-
평균		0.209	0.155	0.173	0.109	0.109	0.255	0.150	0.208	0.250	0.000	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균X가 중치) /가중치합		0.038	0.031	0.009	0.008	0.003	0.005	0.014	0.019	0.050	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001

결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.182) \leq 0.260$

0.182

B

5. 안전성평가

5.1 PSC박스 거더 (허용응력설계법)

조합 케이스	허용응력	S1 지점부(P1)		S10 지점부(P9)		S1 중앙부		S10 중앙부	
		합응력	S.F	합응력	S.F	합응력	S.F	합응력	S.F
1	16.000	13.630	1.174	12.420	1.288	9.984	1.603	8.568	1.867
2	16.000	13.630	1.174	12.420	1.288	9.985	1.602	8.568	1.867
3	18.400	13.580	1.355	12.330	1.492	9.914	1.856	8.497	2.165
4	18.400	13.580	1.355	12.330	1.492	9.915	1.856	8.497	2.165
5	18.400	13.720	1.341	12.450	1.478	10.040	1.833	8.632	2.132
6	18.400	13.720	1.341	12.450	1.478	10.040	1.833	8.632	2.132
7	18.400	13.580	1.355	12.330	1.492	9.914	1.856	8.497	2.165
8	18.400	13.580	1.355	12.330	1.492	9.914	1.856	8.497	2.165
9	18.400	13.720	1.341	12.450	1.478	10.040	1.833	8.632	2.132
10	18.400	13.720	1.341	12.450	1.478	10.040	1.833	8.632	2.132
최소 안전율		1.174		1.288		1.602		1.867	

$$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}} = \frac{16.000}{13.630} = 1.174 \quad 『A』$$

5.2 PSC박스 거더 (강도설계법)

위 치	Mu (kN·m)	ϕM_n (kN·m)	안전율
외측경간 지점부 P10, 130요소	-93133.98	140608.52	1.510
외측경간 중앙부 S1, 6요소	88223.25	137248.36	1.556
내측경간 지점부 P8, 117요소	-80843.88	124723.65	1.543
내측경간 중앙부 S2, 20요소	59490.89	137248.36	2.307

위 치(경간위치, 부재번호)	Vu (kN)	ϕV_n (kN)	안전율
외측경간 최대 (P1, 12)	12246.14	12513.63	1.022
내측경간 최대 (P2, 25)	10697.92	11995.47	1.121

$$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi M_n}{M_u} = \frac{140608.52}{93133.98} = 1.510 \quad 『A』$$

$$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi V_n}{V_u} = \frac{12513.63}{12246.14} = 1.022 \quad 『A』$$

5.3 횡방향검토 (강도설계법)

부 재	A_s	M_u (kN · m)	ϕM_n (kN · m)	안전율
캔틸레버부 단부	H25 @125	331.25	419.75	1.267
내부슬래브 중앙부	H19 @125	77.80	168.73	2.169

$$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi M_n}{M_u} = \frac{419.75}{331.25} = 1.267 \quad 『A』$$

5.4 하부구조 (강도설계법)

$$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi P_n}{P_u} = \frac{78262.938}{24987.698} = 3.132 \quad 『A』$$

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

가. 천안방향

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
논산천교	0.188	B	1.022(거더)	A	B
종합평가	- 논산천교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨 - 안전성평가 결과 양방향 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨 - 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 논산천교는 “B”로 평가됨				

나. 논산방향

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
논산천교	0.182	B	1.022(거더)	A	B
종합평가	- 논산천교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨 - 안전성평가 결과 양방향 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨 - 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 논산천교는 “B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	논산천교	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 천안방향

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판		균열(0.3mm미만)	표면보수	2,710.40	1,016.40	m ²	50	50,820	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	4.50	1.69	m ²	75	127	2
		망상균열	표면보수	1.35	2.03	m ²	50	101	3
		백태	표면보수	4.35	6.53	m ²	50	327	3
거 더	내부	균열(0.3mm미만)	표면보수	266.47	99.93	m ²	50	4,997	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	0.70	0.26	m ²	75	20	2
		망상균열	표면보수	1.00	1.50	m ²	50	75	3
	외부	균열(0.3mm미만)	표면보수	44.00	16.50	m ²	50	825	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	1.90	0.71	m ²	75	53	2
		들뜸	단면보수	0.26	0.39	m ²	230	90	3
하 부 구 조	교대	균열(0.3mm미만)	표면보수	13.00	4.88	m ²	50	244	3
		계단변형	주의관찰	1.00	1.00	ea	-	-	-
		도수로파손	주의관찰	0.18	0.27	m ²	-	-	-
		박리	단면보수	0.80	1.20	m ²	230	276	3
		백태	표면보수	1.98	2.97	m ²	50	149	3
		식생	주의관찰	14.00	21.00	m ²	-	-	-
		실린트 파손	주의관찰	6.00	9.00	m	-	-	-
		누수흔적	주의관찰	0.10	0.15	m ²	-	-	-
		이음부 누수흔적	주의관찰	1.00	1.00	ea	-	-	-
		철근노출	단면보수(방청)	0.25	0.38	m ²	250	95	2
		표면열화	표면보수	3.60	5.40	m ²	50	270	3
		교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	50.60	18.98	m ²	50	949
	망상균열		표면보수	2.00	3.00	m ²	50	150	3
	박락		단면보수	0.09	0.14	m ²	230	32	3
	굽힘		단면보수	0.72	1.08	m ²	230	248	3
	점검로 볼트탈락		볼트 재결합	7.00	7.00	ea	100	700	3
	점검로 지지대파손		지지대 보수	1.00	1.00	ea	200	200	3
		표지판 탈락	주의관찰	2.00	2.00	ea	-	-	-

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	균열(0.3mm미만)	표면보수	20.90	7.84	m ²	50	392	3
	받침부식	재도장	7.00	7.00	ea	45	315	3
	받침콘크리트 박락	단면보수	0.85	1.27	m ²	230	292	3
	받침콘크리트 파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	230	7	3
	고정볼트 풀림	주의관찰	12.00	12.00	ea	-	-	-
교면포장	아스콘 패임	주의관찰	0.10	0.15	m ²	-	-	-
	아스콘 균열 및 침하	주의관찰	7.00	10.50	m	-	-	-
배수시설	배수구 이물질퇴적	청소	1.00	1.00	ea	10	10	3
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면보수	8.90	3.34	m ²	50	167	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	6.10	2.29	m ²	75	172	3
	균열부 백태(0.3mm미만)	표면보수	1.30	0.49	m ²	50	25	3
	균열부 백태(0.3mm이상)	주입보수	2.00	0.75	m ²	75	56	3
	방음벽 부식	주의관찰	3.22	4.83	m ²	-	-	-
	굽힘	단면보수	1.10	1.65	m ²	230	380	3
	박리	단면보수	0.04	0.06	m ²	230	14	3
	파손	단면보수	0.88	1.32	m ²	230	304	3
	철근부식	단면보수(방청)	3.90	5.85	m ²	250	1,463	3
순공사비 합계(천원)						63,345,000원		
제경비(순공사비×50%)						32,173,000원		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위				-		
		2순위				443,000원		
		3순위				96,075,000원		
유지보수 개략공사비 총계						96,518,000원		

※ 순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 포함한 개략공사비 합산금액이며, 부대비
용은 현장여건에 따라 금액이 변경될 수 있음.

※ 유지보수 개략공사비 총계는 부대공을 포함하여 합산한 금액임.

※ 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

나. 노산방향

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	
바닥판		균열(0.3mm미만)	표면보수	1,386.80	520.05	m ²	50	26,002	3	
		균열(0.3mm이상)	주입보수	0.30	0.11	m ²	75	8	2	
		누수흔적	주의관찰	0.01	0.02	m ²			-	
		망상균열	표면보수	10.80	16.20	m ²	50	810	3	
		박리	단면보수	2.25	3.38	m ²	230	777	3	
		박락	단면보수	0.08	0.12	m ²	230	28	3	
		백태	표면보수	10.36	15.54	m ²	50	777	3	
거 더	내부	균열(0.3mm미만)	표면보수	60.60	22.73	m ²	50	1,137	3	
		균열(0.3mm이상)	주입보수	0.70	0.26	m ²	75	20	2	
		망상균열	표면보수	0.80	1.20	m ²	50	60	3	
	외부	균열(0.3mm미만)	표면보수	61.70	23.14	m ²	50	1,157	3	
		망상균열	주입보수	2.00	0.75	m ²	50	38	3	
하 부 구 조		교대	균열(0.3mm미만)	표면보수	10.90	4.09	m ²	50	205	3
			균열(0.3mm이상)	주입보수	1.80	0.68	m ²	75	51	2
			망상균열	표면보수	10.9	1.00	m ²	50	50	3
			누수흔적	주의관찰	0.40	0.60	m ²			-
			백태	표면보수	0.72	1.08	m ²	50	54	3
			보수부 들뜸	주의관찰	0.10	0.15	m ²			-
			보수재 박리	주의관찰	0.64	0.96	m ²			-
			식생	주의관찰	14.00	21.00	m ²			-
			이음부 누수흔적	주의관찰	2.00	2.00	ea			-
			표면열화	표면보수	1.20	1.00	m ²	50	50	3
		교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	70.70	26.51	m ²	50	1,326	3
			균열(0.3mm이상)	주입보수	0.30	0.11	m ²	75	8	2
			망상균열	표면보수	2.25	0.84	m ²	50	42	3
			박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	230	5	3
			마감불량	주의관찰	2.00	3.00	m ²			-
			점검로 지지대파손	지지대 보수	1.00	1.00	ea	200	200	3
교 량 받 침		균열(0.3mm미만)	표면보수	17.70	6.64	m ²	50	332	3	
		균열(0.3mm이상)	주입보수	0.60	0.22	m ²	75	17	3	
		받침부식	재도장	5.00	5.00	ea	45	225	3	
		받침콘크리트 박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	230	5	3	
		도장박리	재도장	0.08	0.12	m ²	45	5	3	
		고정볼트 풀림	주의관찰	13.00	13.00	ea			-	

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	표면보수	0.30	0.11	m ²	50	6	3
교면포장	잡철물 삽입	주의관찰	0.01	0.02	m ²			-
배수시설	배수구 막힘	청소	1.00	1.00	ea	10	10	3
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면보수	24.10	9.04	m ²	50	452	3
	균열(0.3mm이상)	주입보수	8.80	3.30	m ²	75	248	3
	재료분리	표면보수	10.15	15.23	m ²	50	762	3
	굽힘	단면보수	3.56	5.34	m ²	230	1,228	3
	박락	단면보수	3.22	4.83	m ²	230	1,111	3
	파손	단면보수	0.12	0.18	m ²	230	41	3
	철근노출	단면보수(방청)	0.02	0.03	m ²	250	8	3
	철근부식	단면보수(방청)	0.10	0.15	m ²	250	38	3
	방음벽 파손	주의관찰	0.30	0.45	m ²			-
순공사비 합계(천원)						37,293,000원		
제경비(순공사비×50%)						18,647,000원		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위						
		2순위				54,000원		
		3순위				55,886,000원		
유지보수 개략공사비 총계						55,940,000원		

※ 순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 포함한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장여건에 따라 금액이 변경될 수 있음.

※ 유지보수 개략공사비 총계는 부대공을 포함하여 합산한 금액임.

※ 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

7.2 유지관리방안

부재구분	중 점 점 검 내 용
바닥판	• 폭 0.1~0.3mm 균열, 망상균열 • 배수구 주변 백태 추가 손상 발생 여부 중점관찰
거더	• 내·외부 폭 0.1~0.3mm 균열 • 받침부 들뜸 진전 여부
교대	• 신축이음 누수에 따른 2차 손상 발생 여부 • 공동구 내부 백태 및 철근노출, 보수부 박리 진전 여부
교각	• 폭 0.1~0.2mm 균열 • 점검로 볼트탈락, 지지대 파손 진전 여부
교량받침	• 폭 0.1mm 균열 • 받침부식, 및 받침콘크리트 박락, 파손 진전 여부
신축이음장치	• 손상발생 여부
교면포장	• 포장부 패임 및 균열 진전 여부
배수시설	• 배수구 막힘에 따른 체수 발생 여부
난간 및 연석	• 방호울타리 균열 및 균열부 백태 진전 여부 • 방음벽 부식 및 파손 진전 여부

8. 종합결론

논산천교(천안, 논산)는 논산천안고속도로(이정 : 206.7km)에 위치하며 2002년 12월에 준공된 교량이다. 행정구역상으로 충청남도 논산시 성동면 삼호리에 위치하고 교량 하부로는 논산천이 통과하고 있다.

본 과업은 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 결과

- 상부구조인 바닥판과 거더 내·외부는 구조적인 손상 및 결함이 없는 양호한 상태를 확보하고 있으며, 외관조사 결과 전 구간에 걸쳐 폭 0.1~0.3mm의 균열이 발생한 상태이다. 조사된 손상은 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위한 적절한 보수가 요구되며, 보수 후에도 보수부의 재손상 발생여부를 주기적으로 점검하는 것이 바람직하다.
- 교대 및 교각에 발생한 수직균열은 폭 0.1~0.3mm의 균열로서 이는 건조수축 및 온도균열 등에 의한 것으로서 횡방향 균열 등과 같은 구조적 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. 기타 경미한 백태, 박리, 박락, 파손, 철근노출, 신축이음부 누수에 의한 누수흔적 등이 발생하였으며, 기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 교량받침의 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며 일부 신축이음 누수에 따른 부식, 건조수축에 의한 받침콘크리트 균열 등이 발생한 상태이다. 발생한 손상에 대하여 적절한 보수를 통한 유지관리가 바람직할 것이다.
- A1과 A2에 강 FINGER 형식으로 설치된 신축이음 장치는 본체에 손상이 발생되지 않는 양호한 상태로 조사되었으며 지속적인 유지관리가 요구된다.
- 교면포장은 패임 및 균열이 일부 발생하였으나 전반적으로 양호한 상태이며, 추 후 점검을 통한 손상의 발생여부 파악 등의 유지관리가 필요하다.
- 배수시설은 막힘이 1개소 발생하였으나 전반적으로 양호한 상태이며, 주기적인 청소를 통한 유지관리를 실시하여 현 상태를 유지하는 것이 바람직하다.
- 방호울타리의 외관조사 결과, 균열, 균열부 백태, 굽힘, 박리, 박락, 파손, 철근노출, 방음벽 부식 등의 손상이 조사되었으며, 균열(폭 0.3mm이상)부는 손상의 진전 방지를 위한 주입보수를, 그 외 기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다.

나. 시험 및 측정 결과

- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도의 90%를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가되었다.
- 철근탐사결과, 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사한 것으로 분석되었다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단된다.

- 염화물 함유량의 경우 a등급으로 평가되었으므로, 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가되었다.
- 균열폭 0.3mm의 균열에 대해서 균열깊이를 측정한 결과 철근피복두께를 초과하지 않은 상태로 분석되었다.

다. 상태평가 결과

- 논산천교의 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B등급” 으로 평가되었다.

라. 안전성평가 결과

- 상부구조에 대한 구조검토결과, PSC BOX의 경우 최소안전율이 1.022로, 캔틸레버부의 경우는 최소안전율이 1.267로 안전율 1.0을 상회하는 것으로 평가되었다. 하부구조에 대한 구조검토결과, 최소안전율 3.132로서 안전율 1.0을 초과하며 내하력 평가결과, 기본 내하력이 설계활하중인 DB-24를 상회하여 구조물이 전반적으로 구조적 안전성을 확보한 것으로 판단되며 최종적인 안전성 평가등급은 A등급이다.

마. 결론

- 논산천교는 16년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 PSC BOX 거더와 바닥판, 하부구조에 구조적 손상은 조사되지 않은 상태이다. 일부 발생한 손상들은 교량의 내구성 저하 방지를 위한 국부적인 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 평가되었다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◎정밀안전진단 결과 요약문

제 1장 정밀안전진단 개요	3
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.2.1 과업의 범위	3
1.2.2 과업수행기간	3
1.2.3 과업의 내용	4
1.3 과업수행 절차 및 일정	5
1.3.1 과업수행 절차	5
1.3.2 과업수행 일정	6
1.4 대상교량의 현황	7
1.4.1 현황	7
1.4.2 교량 주요도면	8
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황	14
1.6 교량기호의 정의	15
제 2장 자료수집 및 분석	19
2.1 자료수집 현황	19
2.1.1 자료수집 현황	19
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	20
2.2.1 일반보고서	20
2.2.2 일반보고서(실시설계)	22
2.2.3 기 정밀안전진단 분석	35
2.2.4 시공관련 자료검토	46
2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약	47
2.4 보수·보강 이력	55

2.5 시설물의 내진설계 여부	55
2.6 자료분석 결과요약	56

제 3장 현장조사 및 시험59

3.1 개 요	59
3.2 외관조사(천안방향)	61
3.2.1 상부구조	61
3.2.2 하부구조	69
3.2.3 교량받침	74
3.2.4 신축이음장치	83
3.2.5 교면포장	86
3.2.6 기타부재	88
3.3 외관조사(논산방향)	94
3.3.1 상부구조	94
3.3.2 하부구조	102
3.3.3 교량받침	107
3.3.4 신축이음장치	117
3.3.5 교면포장	121
3.2.6 기타부재	123
3.4 콘크리트 내구성조사	129
3.4.1 개 요	129
3.4.2 시험내용 및 평가기준	131
3.4.3 시험결과 및 분석	144
3.5 현장조사 및 시험 결과요약	165
3.5.1 현장조사 결과	165
3.5.2 시험 및 측정 결과	169

제 4장 시설물의 상태평가175

4.1 개요	175
4.2 상태평가 항목 및 기준	175
4.2.1 부재별 상태평가 적용범위	175

4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치	176
4.2.3 상태평가 결과 결정	177
4.3 상태평가 결과	178
4.3.1 시설물 상태평가 결과(천안방향)	178
4.3.2 시설물 상태평가 결과(논산방향)	184

제 5장 시설물의 안전성 평가193

5.1 개요	193
5.2 해석조건	194
5.2.1 교량 제원	194
5.2.2 재료의 물성치 및 허용응력	194
5.2.3 하중조건	196
5.2.4 하중조합	200
5.3 종방향 구조해석	201
5.3.1 검토 방법	203
5.3.2 허용응력에 의한 안전성 평가	203
5.3.3 강도설계법에 의한 안전성 평가	209
5.4 횡방향 구조해석	216
5.4.1 개 요	216
5.4.2 구조해석 모델링	216
5.4.3 횡방향 해석 결과	217
5.4.4 단면력 검토	219
5.5 하부구조 검토	220
5.5.1 개 요	220
5.6 내하력 평가	225
5.6.1 개요	225
5.6.2 종방향 내하력 평가	226
5.6.3 횡방향 내하력 평가	227
5.7 안전성평가 등급 산정	227
5.7.1 개요	227
5.7.2 안전성 평가결과	228

제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정	233
6.1 종합평가 산정절차	233
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	233
6.2 종합평가 결과	234
6.3 안전등급 지정	235
6.3.1 안전등급기준	235
6.3.2 안전등급 지정	235
 제 7장 보수·보강 및 유지관리방안	 239
7.1 개요	239
7.2 보수·보강 방안	240
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	240
7.2.2 결함내용별 보수·보강방안	242
7.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법	245
7.3 보수·보강 개략공사비	253
7.3.1 논산천교(천안방향)	253
7.3.2 논산천교(논산방향)	255
7.4 유지관리방안	257
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	257
7.4.2 유지관리시 점검요령	259
 제 8장 종합결론	 271
8.1 종합결론	271
8.2 현장조사 결과	271
8.3 시험 및 측정 결과	272
8.4 상태평가 결과	272
8.5 안전성평가 결과	272
8.6 결 언	273

◎ 부 록

1. 과업지시서
2. 외관조사망도
3. 상태평가 결과자료
4. 측정, 시험, 계측 성과표
5. 안정성평가 결과자료
6. 현장조사 사진첩
7. 시설물관리대장
8. 사용장비 및 기기의 사진
9. 사전조사 자료 일체

표 목 차

【표 1.1】 과업의 내용	4
【표 1.2】 정밀안전진단 과업수행 일정	6
【표 1.3】 논산천교 현황표	7
【표 1.4】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항	14
【표 1.5】 교량기호의 정의	15
【표 2.1】 자료수집 현황	19
【표 2.2】 설계구간	20
【표 2.3】 과업기간	20
【표 2.4】 장래교통량	21
【표 2.5】 논산천교 교량 현황	22
【표 2.6】 본선 횡단구성	23
【표 2.7】 연결로 횡단구성	23
【표 2.8】 곡선반경별 편구배기준	24
【표 2.9】 접속 설치율 및 접속설치 길이	24
【표 2.10】 곡선부 길어깨 횡단구배	25
【표 2.11】 기하구조기준	25
【표 2.12】 연결로 기하구조	26
【표 2.13】 노즈부근의 기하구조	26
【표 2.14】 본선 기하구조	26
【표 2.15】 가감속 차로장	27
【표 2.16】 종단구배구간의 가감속 차로길이 보정율	27
【표 2.17】 콘크리트 사용기준	28
【표 2.18】 콘크리트 사용기준-계속	29
【표 2.19】 철근 사용기준	30
【표 2.20】 콘크리트 탄성계수	30
【표 2.21】 P.C 강재의 종류에 따른 겉보기 리락세이션율	31
【표 2.22】 마찰손실	31
【표 2.23】 교형비교(안)	29
【표 2.24】 하부형식비교(안)	30
【표 2.25】 하부구조 점검시설 설치 현황	32
【표 2.26】 교면포장 비교표	32
【표 2.27】 I.L.M 공법 허용힘 압축인장응력	33
【표 2.28】 논산천교 점검 및 진단이력	47
【표 2.29】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)	48
【표 2.30】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)	49

【표 2.31】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)	50
【표 2.32】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)	51
【표 2.33】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)	52
【표 2.34】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)	53
【표 2.35】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)	54
【표 2.36】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)	55
【표 2.37】 논산천교 보수·보강 이력	55
【표 2.38】 자료분석 결과요약	56
【표 3.1】 각 부재 별 조사방법 및 기간	60
【표 3.2】 바닥판 외관조사 결과(천안방향)	62
【표 3.3】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(천안방향)	63
【표 3.4】 거더내부 외관조사 결과(천안방향)	65
【표 3.5】 거더 내부 기 점검 결과 비교(천안방향)	66
【표 3.6】 거더외부 외관조사 결과(천안방향)	67
【표 3.7】 거더 외부 기 점검 결과 비교(천안방향)	68
【표 3.8】 교대 외관조사 결과(천안방향)	70
【표 3.9】 교대 외관조사 결과(천안방향)-계속	70
【표 3.10】 교대 외관조사 결과(천안방향)	71
【표 3.11】 교각 외관조사 결과(천안방향)	73
【표 3.12】 교각 외관조사 결과(천안방향)	74
【표 3.13】 교량받침 현황	75
【표 3.14】 교량받침 외관조사 결과(천안방향)	76
【표 3.15】 교량받침 외관조사 결과(천안방향)	77
【표 3.16】 교대 및 교각 받침부(천안) 연단거리 조사결과	79
【표 3.17】 교량받침 가동상태 검토결과(천안방향)	80
【표 3.18】 교량받침 이동량 산정	81
【표 3.19】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(천안방향)	81
【표 3.20】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(천안방향)-계속	82
【표 3.21】 교량받침 이동량(기상청 통계자료) 검토결과(천안방향)	82
【표 3.22】 교량받침 이동량(기상청 통계자료) 검토결과(천안방향)	83
【표 3.23】 신축이음 유간 측정결과(천안방향)	84
【표 3.24】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(천안방향)	85
【표 3.25】 신축이음 신축이동량(설계기준 온도) 산정	85
【표 3.26】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(설계기준 온도) 검토결과(천안방향)	85
【표 3.27】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(기상청 통계자료) 검토결과(천안방향)	86
【표 3.28】 교면포장 외관조사 결과(천안방향)	87
【표 3.29】 교면포장 외관조사 결과(천안방향)	88
【표 3.30】 배수시설 외관조사 결과(천안방향)	89
【표 3.31】 배수시설 외관조사 결과(천안방향)	90
【표 3.32】 난간 및 연석 외관조사 결과(논산방향)	91
【표 3.33】 난간 및 연석 외관조사 결과(논산방향)	91

【표 3.34】 방호울타리 외관조사 결과(천안방향)	93
【표 3.35】 바닥판 외관조사 결과(논산방향)	95
【표 3.36】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교(논산방향)	97
【표 3.37】 거더내부 외관조사 결과(논산방향)	99
【표 3.38】 거더 내부 기 점검 결과 비교(논산방향)	100
【표 3.39】 거더외부 외관조사 결과(논산방향)	101
【표 3.40】 거더 외부 기 점검 결과 비교(논산방향)	102
【표 3.41】 교대 외관조사 결과(논산방향)	103
【표 3.42】 교대 외관조사 결과(논산방향)-계속	103
【표 3.43】 교대 외관조사 결과(논산방향)	104
【표 3.44】 교각 외관조사 결과(논산방향)	106
【표 3.45】 교각 외관조사 결과(논산방향)	107
【표 3.46】 교량받침 현황	108
【표 3.47】 교량받침 외관조사 결과(논산방향)	109
【표 3.48】 교량받침 외관조사 결과(논산방향)	110
【표 3.49】 교량받침 외관조사 결과(논산방향)	111
【표 3.50】 교대 및 교각 받침부(논산) 연단거리 조사결과	112
【표 3.51】 교량받침 가동상태 검토결과(논산방향)	113
【표 3.52】 교량받침 가동상태 검토결과(논산방향)	114
【표 3.53】 교량받침 이동량 산정	114
【표 3.54】 교량받침 이동량 산정(계속)	115
【표 3.55】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(논산방향)	115
【표 3.56】 교량받침 이동량(기상청 통계자료) 검토결과(논산방향)	116
【표 3.57】 신축이음장치 외관조사 결과(논산방향)	117
【표 3.58】 신축이음장치 외관조사 결과(논산방향)	118
【표 3.59】 신축이음 유간 측정결과(논산방향)	119
【표 3.60】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(논산방향)	119
【표 3.61】 신축이음 신축이동량(설계기준 온도) 산정	120
【표 3.62】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(설계기준 온도) 검토결과(논산방향)	120
【표 3.63】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(기상청 통계자료) 검토결과(논산방향)	121
【표 3.64】 교면포장 외관조사 결과(논산방향)	122
【표 3.65】 교면포장 외관조사 결과(논산방향)	123
【표 3.66】 배수시설 외관조사 결과(논산방향)	124
【표 3.67】 배수시설 외관조사 결과(논산방향)	125
【표 3.68】 난간 및 연석 외관조사 결과(논산방향)	126
【표 3.69】 난간 및 연석 외관조사 결과(논산방향)	126
【표 3.70】 방호울타리 외관조사 결과(논산방향)	128
【표 3.71】 콘크리트 비파괴시험 현황	129
【표 3.72】 보정반발경도(Ro)	132
【표 3.73】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	133
【표 3.74】 재령계수 α 값	133

【표 3.75】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	136
【표 3.76】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	140
【표 3.77】 탄산화 상태평가 기준	141
【표 3.78】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))	142
【표 3.79】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))	142
【표 3.80】 상부구조(슬래브) 콘크리트 비파괴강도 시험결과	144
【표 3.81】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과	145
【표 3.82】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과	146
【표 3.83】 비파괴강도 시험결과 분석	147
【표 3.84】 상부구조 철근탐사 시험결과	148
【표 3.85】 하부구조 철근탐사 시험결과	150
【표 3.86】 하부구조 철근탐사 시험결과 (계속)	151
【표 3.87】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	152
【표 3.88】 염화물 함유량 시험결과 및 평가	153
【표 3.89】 균열깊이 조사결과	154
【표 3.90】 상부구조(슬래브) 콘크리트 비파괴강도 시험결과	155
【표 3.91】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과	156
【표 3.92】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과	157
【표 3.93】 비파괴강도 시험결과 분석	158
【표 3.94】 상부구조 철근탐사 시험결과	158
【표 3.95】 하부구조 철근탐사 시험결과	160
【표 3.96】 하부구조 철근탐사 시험결과	161
【표 3.97】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	162
【표 3.98】 염화물 함유량 시험결과 및 평가	163
【표 3.99】 균열깊이 조사결과	164
【표 3.100】 금회 진단 외관조사 결과 요약(천안방향)	165
【표 3.101】 금회 진단 외관조사 결과 요약(천안방향)(계속)	166
【표 3.102】 기 점검 외관조사 결과 비교(천안방향)	166
【표 3.103】 금회 진단 외관조사 결과 요약(논산방향)	167
【표 3.104】 금회 진단 외관조사 결과 요약(논산방향)(계속)	168
【표 3.105】 기 점검 외관조사 결과 비교(논산방향)	168
【표 3.106】 금회 진단 내구성조사 결과요약(천안방향)	169
【표 3.107】 기 진단 내구성조사 결과요약(천안방향)	170
【표 3.108】 금회 진단 내구성조사 결과요약(천안방향)	171
【표 3.109】 기 진단 내구성조사 결과요약	172
【표 4.1】 부재별 상태평가 적용 범위	175
【표 4.2】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	176
【표 4.3】 결함도 점수 범위에 따른 기준	177
【표 4.4】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(천안방향)	178
【표 4.5】 거더 상태평가 결과(천안방향)	178
【표 4.6】 가로보 상태평가 결과(천안방향)	179

【표 4.7】 콘크리트 교대 상태평가 결과(천안방향)	179
【표 4.8】 콘크리트 교각 상태평가 결과(천안방향)	179
【표 4.9】 기초 상태평가 결과(천안방향)	180
【표 4.10】 교량받침 상태평가 결과(천안방향)	180
【표 4.11】 신축이음 상태평가 결과(천안방향)	181
【표 4.12】 교면포장 상태평가 결과(천안방향)	181
【표 4.13】 배수시설 상태평가 결과(천안방향)	181
【표 4.14】 난간 및 연석 상태평가 결과(천안방향)	182
【표 4.15】 탄산화 상태평가 결과(천안방향)	182
【표 4.16】 염화물 상태평가 결과(천안방향)	182
【표 4.17】 상태평가 결과표(천안방향)	183
【표 4.18】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(논산방향)	184
【표 4.19】 거더 상태평가 결과(논산방향)	184
【표 4.20】 가로보 상태평가 결과(논산방향)	185
【표 4.21】 콘크리트 교대 상태평가 결과(논산방향)	185
【표 4.22】 콘크리트 교각 상태평가 결과(논산방향)	185
【표 4.23】 기초 상태평가 결과(논산방향)	186
【표 4.24】 교량받침 상태평가 결과(논산방향)	186
【표 4.25】 신축이음 상태평가 결과(논산방향)	187
【표 4.26】 교면포장 상태평가 결과(논산방향)	187
【표 4.27】 배수시설 상태평가 결과(논산방향)	187
【표 4.28】 난간 및 연석 상태평가 결과(논산방향)	188
【표 4.29】 탄산화 상태평가 결과(논산방향)	188
【표 4.30】 염화물 상태평가 결과(논산방향)	188
【표 4.31】 상태평가 결과표(논산방향)	189
【표 5.1】 하중조합	200
【표 5.2】 하중조합에 따른 지점부 상·하연 응력	207
【표 5.3】 하중조합에 따른 중앙부 상·하연 응력	208
【표 5.4】 허용응력법에 의한 안전율 산정	209
【표 5.5】 설계하중 작용시 검토단면의 최대 단면력	213
【표 5.6】 설계하중 작용 시 외측·내측경간 최대 전단력	214
【표 5.7】 횡방향 구조해석 하중조합	218
【표 5.8】 하중조합에 따른 위치별 단면력 모멘트검토	219
【표 5.9】 극한강도 검토시 하중조합	221
【표 5.10】 부재력 요약	221
【표 5.11】 임계하중 산정 결과	222
【표 5.12】 세장비 검토 결과	222
【표 5.13】 확대모멘트계수 산정 결과	223
【표 5.14】 확대모멘트 산정 결과	223
【표 5.15】 단면력 산출결과 요약	223
【표 5.16】 P-M 상관도에 의한 기둥 안전성 평가 결과 요약	224

【표 5.17】 허용응력법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력평가	226
【표 5.18】 극한강도법에 의한 거더의 종방향 내하율 및 내하력 평가	226
【표 5.19】 횡방향 각 단면에 대한 내하력 평가	227
【표 5.20】 구조물의 안전성 평가기준	228
【표 5.21】 허용응력법에 의한 안전율 산정	228
【표 5.22】 설계하중 작용시 검토단면의 최대 단면력	229
【표 5.23】 설계하중 작용 시 외측·내측경간 최대 전단력	229
【표 5.24】 하중조합에 따른 위치별 단면력 모멘트검토	229
【표 5.25】 안전성 평가결과	230
【표 6.1】 종합평가 결과(천안방향)	234
【표 6.2】 종합평가 결과(논산방향)	234
【표 6.3】 시설물의 안전등급	235
【표 6.4】 안전등급 지정	235
【표 7.1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	240
【표 7.2】 보수·보강 우선순위 결정 기준	241
【표 7.3】 보수·보강 일람표	243
【표 7.4】 보수·보강 일람표(계속)	244
【표 7.5】 보수·보강 일람표	233
【표 7.6】 보수·보강 일람표	234
【표 7.7】 수지주입공법의 종류	236
【표 7.8】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	236
【표 7.9】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	236
【표 7.10】 에폭시계 수지의 규격	237
【표 7.11】 주입공법 공법비교안	238
【표 7.12】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	241
【표 7.13】 단면복구(보수) 공법비교안	242
【표 7.14】 보수·보강 개략공사비	243
【표 7.15】 보수·보강 개략공사비(계속)	244
【표 7.16】 보수·보강 개략공사비	245
【표 7.17】 보수·보강 개략공사비(계속)	246
【표 7.18】 부재별 유지관리 중점사항	248

그림 목 차

【그림 1.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	5
【그림 1.2】 종·평면도	8
【그림 1.3】 횡단면도	9
【그림 1.4】 상부구조 일반도(1)	10
【그림 1.5】 상부구조 일반도(2)	11
【그림 1.6】 교대 일반도	12
【그림 1.7】 교각 일반도	13
【그림 2.1】 본선 일반구간 표준횡단면도	21
【그림 2.2】 본선 교량구간 표준횡단면도	21
【그림 3.1】 부재별 구분	61
【그림 3.2】 교량받침 배치도	75
【그림 3.3】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	78
【그림 3.4】 부재별 구분	94
【그림 3.5】 교량받침 배치도	108
【그림 3.6】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	111
【그림 3.7】 콘크리트 내구성조사 위치도	130
【그림 3.8】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	131
【그림 3.9】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	134
【그림 3.10】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	134
【그림 3.11】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	135
【그림 3.12】 철근탐사 측정원리	137
【그림 3.13】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	137
【그림 3.14】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	139
【그림 3.15】 -법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법	143
【그림 3.16】 상부구조(슬래브) 평균압축강도 추정결과	145
【그림 3.17】 상부구조(거더) 평균압축강도 추정결과	146
【그림 3.18】 하부구조 평균압축강도 추정결과	147
【그림 3.19】 탄산화 깊이 측정결과	152
【그림 3.20】 염화물시험 측정결과	153
【그림 3.21】 상부구조(슬래브) 평균압축강도 추정결과	155
【그림 3.22】 상부구조(거더) 평균압축강도 추정결과	156
【그림 3.23】 하부구조 평균압축강도 추정결과	157
【그림 3.24】 탄산화 깊이 측정결과	162
【그림 3.25】 염화물시험 측정결과	163
【그림 4.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법	177

【그림 5.1】 종 · 평면도	193
【그림 5.2】 활하중 재하경우	197
【그림 5.3】 해석모델	201
【그림 5.4】 강연선 배치도	201
【그림 5.5】 강연선 배치도(계속)	202
【그림 5.6】 상·하연 발생응력도	204
【그림 5.7】 상·하연 발생응력도 (계속)	205
【그림 5.8】 상·하연 발생응력도 (계속)	206
【그림 5.9】 고정하중에 의한 모멘트도(kN·m)	212
【그림 5.10】 활하중에 의한 모멘트도(kN·m)	212
【그림 5.11】 하중조합에 의한 극한모멘트도(kN·m)	213
【그림 5.12】 하중조합을 고려한 교축방향 최대·최소 극한모멘트도(kN·m)	213
【그림 5.13】 하중조합을 고려한 교축방향 최대·최소 전단력도(kN)	213
【그림 5.14】 하중조합을 고려한 교축방향 최대·최소 비틀림 모멘트도(kN · m)	213
【그림 5.15】 논산천교 처짐도	215
【그림 5.16】 모델링	216
【그림 5.17】 하중재하도	217
【그림 5.18】 고정하중에 의한 모멘트도(kN·m)	217
【그림 5.19】 활하중에 의한 모멘트도(kN·m)	217
【그림 5.20】 CASE1의 휨모멘트도(kN·m)	218
【그림 5.21】 CASE2의 휨모멘트도(kN·m)	218
【그림 5.22】 CASE1의 전단력도(kN)	219
【그림 5.23】 CASE2의 전단력도(kN)	219
【그림 5.24】 해석단면	220
【그림 6.1】 종합평가 결과 산정절차	233
【그림 7.1】 보수·보강방안 추진방향	241
【그림 7.2】 콘크리트 표면처리 시공순서도	245
【그림 7.3】 균열 보수공법 개요도	247
【그림 7.4】 단면복구(보수) 상세도	250

사 진 목 차

【사진 3.1】 논산천교 장비접근 현황	60
【사진 3.2】 바닥판 전경	61
【사진 3.3】 바닥판 손상현황	62
【사진 3.4】 바닥판 손상현황	63
【사진 3.5】 PSC BOX 거더 전경	65
【사진 3.6】 거더 손상현황	66
【사진 3.7】 거더 손상현황	68
【사진 3.8】 교대 전경	69
【사진 3.9】 교대 손상현황	70
【사진 3.10】 교대 손상현황	71
【사진 3.11】 교각 전경	72
【사진 3.12】 교각 손상현황	73
【사진 3.13】 교량받침 손상현황	77
【사진 3.14】 교량받침 가동량 측정 전경	80
【사진 3.15】 신축이음장치 전경	83
【사진 3.16】 신축이음 유간 측정방법	84
【사진 3.17】 교면포장 전경	86
【사진 3.18】 교면포장 손상현황	87
【사진 3.19】 배수구 및 배수관 전경	88
【사진 3.20】 배수시설 손상현황	89
【사진 3.21】 난간 및 연석 전경	90
【사진 3.22】 난간 및 연석 손상현황	92
【사진 3.23】 바닥판 전경	94
【사진 3.24】 바닥판 손상현황	95
【사진 3.25】 바닥판 손상현황	96
【사진 3.26】 PSC BOX 거더 전경	98
【사진 3.27】 거더 손상현황	99
【사진 3.28】 거더 손상현황	101
【사진 3.29】 교대 전경	102
【사진 3.30】 교대 손상현황	103
【사진 3.31】 교대 손상현황	104
【사진 3.32】 교각 전경	105
【사진 3.33】 교각 손상현황	106
【사진 3.34】 교량받침 손상현황	110
【사진 3.35】 교량받침 가동량 측정 전경	113

【사진 3.36】 신축이음장치 전경	117
【사진 3.37】 신축이음장치 손상현황	118
【사진 3.38】 신축이음 유간 측정방법	119
【사진 3.39】 교면포장 전경	121
【사진 3.40】 교면포장 손상현황	122
【사진 3.41】 배수구 및 배수관 전경	123
【사진 3.42】 배수시설 손상현황	124
【사진 3.43】 난간 및 연석 전경	125
【사진 3.44】 난간 및 연석 손상현황	127
【사진 3.45】 콘크리트 내구성조사 전경	130

