

제 출 문

천안논산고속도로 주식회사 귀중

귀사와 2017년 10월 16일자로 계약을 체결한 “논산천안고속도로 1종시설물 정밀안전진단 용역(2구역)”을 성실히 수행하고 용성2교의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2018년 06월

(주)한국구조물안전연구원

이채규



(주)한맥기술

이기상



용성2교 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2018년 논산천안고속도로 1종시설물 정밀안전진단 용역	진단기간	2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30		
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)	25,166	안전등급	B
시설물 위치	충청남도 공주시 이인면 용성리 (고속국도25호선 227.932k)	시설물 규모	L=165.0m, B=24.3m(4차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	■ 없음				
진단 주요결과	■ 바닥판 하면 폭 0.1~0.3mm 균열, 캔틸레버 박락 및 철근노출 ■ 거더내부 일부 부식 및 기공, 스플라이스 틈 우수유입 ■ 거더외부 일부 부식, 도장박리 ■ 하부구조 폭 0.1~0.2mm 균열, 백태 ■ 교량받침 플레이트 부식, 신축이음 본체 부식, 후타재 파손, 이격 ■ 교면포장 아스콘 균열 및 패임, 소성변형				
주요 보수·보강	■ 폭 0.1~0.2mm 균열 및 백태 표면보수, 폭 0.3mm균열 주입보수 ■ 콘크리트 박락 및 철근노출부 단면보수(방청) ■ 교면포장 아스콘 재포장				
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					

용성2교 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
○ 용성2교는 16년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 강박스 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 보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 서 종 태 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수보강(안)
상부구조	바닥판	b~c	- 균열(0.3mm이하) - 박락 및 철근노출	- 표면보수, 주입보수 - 단면보수
	거더 내부	b	- 부식, 도장박리 - 기공	- 재도장 - 주의관찰
	거더 외부	b	- 부식, 도장박리	- 재도장
	가로보 및 세로보	b	- 부식	- 재도장
하부구조	교대	b	- 균열(0.3mm미만) - 백태	- 표면보수 - 표면보수
	교각	b	- 균열(0.3mm미만)	- 표면보수
교량받침		a~b	- 부식 - 콘크리트 균열, 박락	- 재도장 - 표면보수, 단면보수

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
신축이음장치	a~c	- 후타재 균열 - 유간 이물질 퇴적 - 본체 부식	- 표면보수 - 청소 - 주의관찰
교면포장	b	- 포장 균열, 망상균열 - 패임	- 아스콘 썰링, 재포장 - 아스콘 재포장
기타부재	배수시설	a~c	- 정비
	난간 및 연석	b~c	- 표면보수, 주입보수 - 단면보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
강박스거더	허용응력법	최소 안전율 1.160으로 양호	1.0이상	A
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.237으로 양호	1.0이상	
하부구조	강도설계법	최소 안전율 3.374으로 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)	상부 구조	반발경도	30.0~31.3	27.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	31.0~31.6		
	하부 구조	반발경도	25.7~26.9	24.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	27.3~28.2		
철근탐사 (mm)	상부 구조	배근간격	113~250	120~250	■ 전반적으로 철근간격 및 피복 두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	44~89	40	
	하부 구조	배근간격	117~312	100~300	
		피복두께	47~97	50~100	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		32.5~37.0		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		44.0~86.0		
염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부구조		0.2557~0.2693		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
	하부구조		0.1290		
초음파 탐상시험 (개소)	거더내부		1등급: 12개소		■ 맞대기이음부의 용접상태는 양호함.
도막두께 측정결과 (μm)	거더외부		224~235	215	■ 표준도막두께를 상회함.
	거더내부		191~200	175	
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. - 탄산화 깊이측정 및 염화물 함유량시험 결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단됨. - 초음파탐상 시험 및 도막두께측정 결과, 전 개소에서 맞대기이음부의 용접상태 및 도막두께는 양호한 것으로 판단됨				

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험) - 노산방향

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			평균	설계	
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	29.6~32.4	27.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	30.5~32.3		
	하부 구조	반발경도	25.5~26.2	24.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	27.5~28.4		
철근탐사 (mm)	상부 구조	배근간격	125~257	120~250	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	33~96	40	
	하부 구조	배근간격	112~303	100~300	
		피복두께	64~104	50~100	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	31.0~36.0		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.	
	하부구조	74.5~78.0			
염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부구조	0.2716~0.2738		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.	
	하부구조	0.1380			
초음파 탐상시험 (개소)	거더내부	1등급: 12개소		■ 맞대기이음부의 용접상태는 양호함.	
도막두께 측정결과 (µm)	거더외부	223~228	215	■ 표준도막두께를 상회함.	
	거더내부	193~194	175		
종합 평가	• 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. • 탄산화 깊이측정 및 염화물 함유량시험 결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단됨. • 초음파탐상 시험 및 도막두께측정 결과, 전 개소에서 맞대기이음부의 용접상태 및 도막두께는 양호한 것으로 판단됨				

용성2교 현황표

작성일 : 2018년 02월 01일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		용성2교		시설물번호		BR2003-0001995	
준공년월		2002년 12월 23일		관리번호		논산천안교량-19	
시설물위치		충청남도 공주시 이인면 용성리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도 25호선 순천기점 227.932K	
제원	연장	L = 165.0 m, (48.5 + 68.0 + 48.5 = 165.0 m)					
	폭	B = 24.3 m, 4차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교 대	강관 PILE	
	하 부	교대 : 역T형식(RTA) 교각 : T형식(TP)			교 각	강관 PILE	
교량받침		POT BEARING		신축이음		J(1) : MS JOINT(천안) NEW MONOCELL(논산) J(2) : RAIL JOINT(천안) MS JOINT(논산)	
교차시설물		도로 횡단		교 고		16.0 m	
설 계 사		한국해외기술공사		시 공 사		(주)한화건설, 롯데건설(주) 삼정건설(주)	
내진설계유무		내진설계적용		관리주체		천안논산고속도로(주)	
부착시설내용		- 없음					
기 타		- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 중점 점검사항(붕괴유발부재, 보수·보강 부위 등을 기재)					

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 공주시 이인면 용성리 (고속국도25호선 227.932km)

시설물의 전경사진(1)



측면전경



상부전경

시설물의 전경사진(2)



바닥판하면 및 거더 외부 전경



강박스 내부 전경

시설물의 전경사진(3)

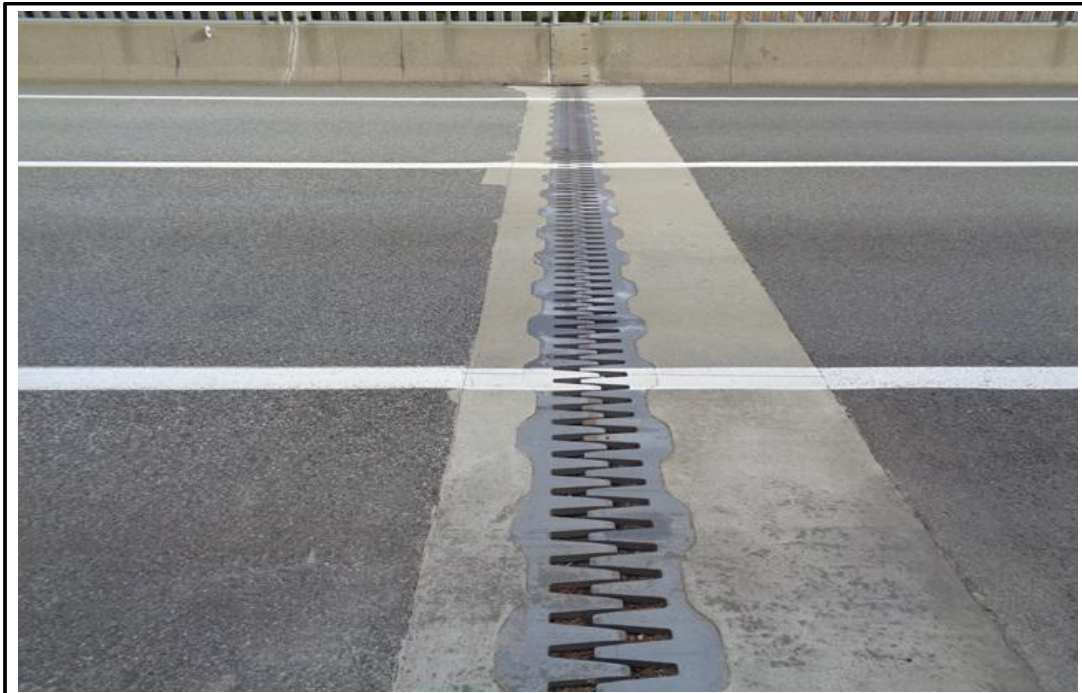


교대 전경(A2)



교각 전경

시설물의 전경사진(4)



신축이음장치 전경(A2)



교량받침 전경(P1)

시설물의 전경사진(5)



방호울타리 전경



중앙분리대 전경

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전 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

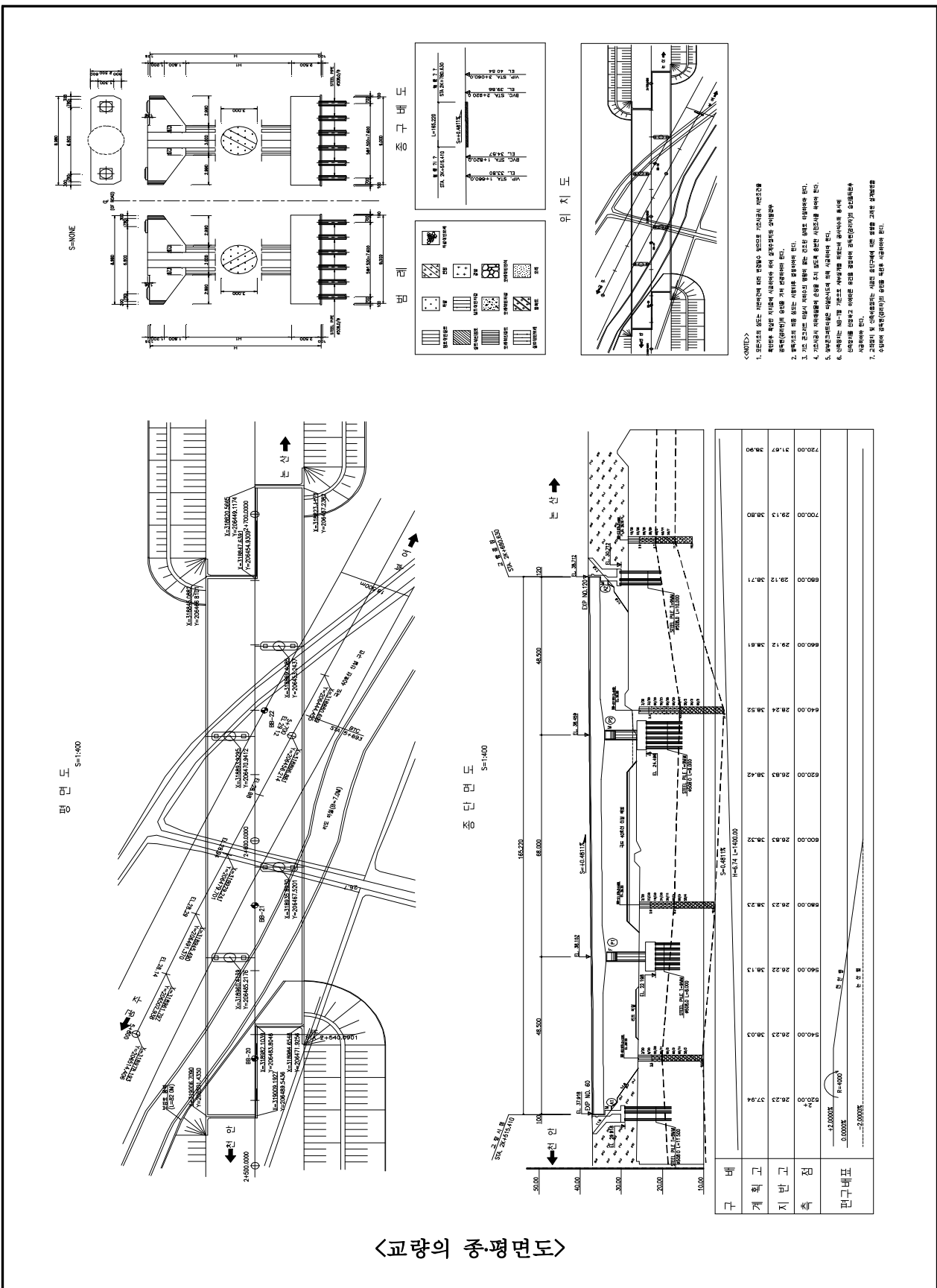
다. 과업기간

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

1.3 시설물의 개요

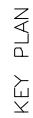
가. 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		용성2교		시설물번호		BR2003-0001995	
준공년월		2002년 12월 23일		관리번호		논산천안교량-19	
시설물위치		충청남도 공주시 이인면 용성리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도 25호선 순천기점 227.932K	
제원	연장	L = 165.0 m, (48.5 + 68.0 + 48.5 = 165.0 m)					
	폭	B = 24.3 m, 4차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교 대	강관 PILE	
	하 부	교대 : 역T형식(RTA) 교각 : T형식(TP)			교 각	강관 PILE	
교량받침		POT BEARING		신축이음		J(1) : MS JOINT(천안) NEW MONOCELL(논산) J(2) : RAIL JOINT(천안) MS JOINT(논산)	
교차시설물		도로 횡단		교 고		16.0 m	
설 계 사		한국해외기술공사		시 공 사		(주)한화건설, 롯데건설(주) 삼정건설(주)	
내진설계유무		내진설계적용		관리주체		천안논산고속도로(주)	
부착시설내용		- 없음					
기 타		- 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 중점 점검사항(붕괴유발부재, 보수·보강 부위 등을 기재)					

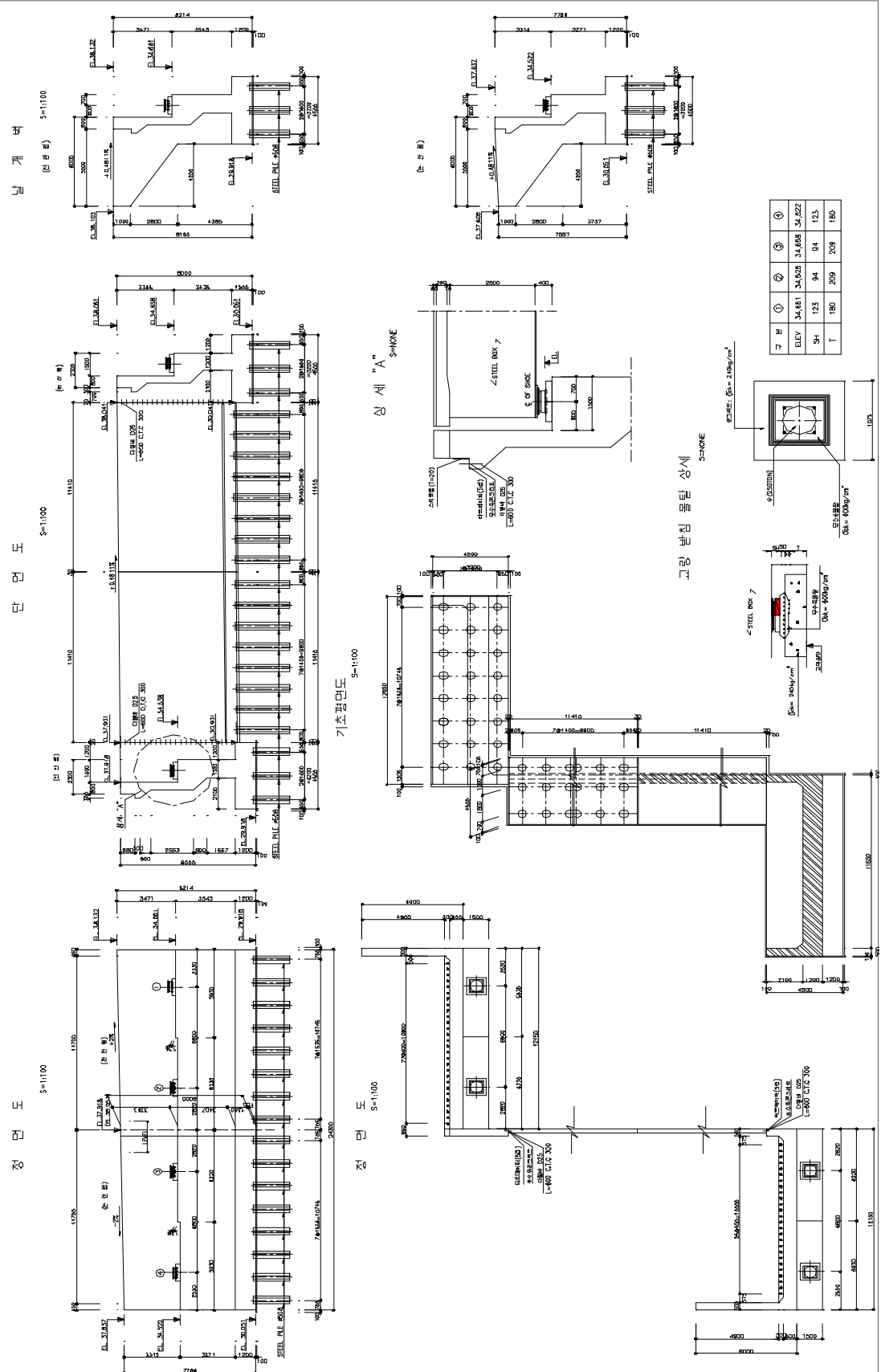


The figure consists of four main parts: a plan view and three cross-sections.

- Plan View (Top):** Shows the bridge deck layout with dimensions. The total length is 165000. The deck width is 48500. The centerline of the road is marked. The bridge is divided into sections with dimensions: 1515, 2600, 2100, 2100, 2600, 1515. The bridge is labeled with 'C OF ROAD' and '11110'.
- Cross-Section A-A (Left):** Shows the bridge deck and support structure. The deck width is 48500. The bridge is labeled with 'C OF ROAD' and '11110'. The bridge is divided into sections with dimensions: 1515, 2600, 2100, 2100, 2600, 1515. The bridge is labeled with 'C OF ROAD' and '11110'.
- Cross-Section B-B (Middle):** Shows the bridge deck and support structure. The deck width is 48500. The bridge is labeled with 'C OF ROAD' and '11110'. The bridge is divided into sections with dimensions: 1515, 2600, 2100, 2100, 2600, 1515. The bridge is labeled with 'C OF ROAD' and '11110'.
- Cross-Section C-C (Right):** Shows the bridge deck and support structure. The deck width is 48500. The bridge is labeled with 'C OF ROAD' and '11110'. The bridge is divided into sections with dimensions: 1515, 2600, 2100, 2100, 2600, 1515. The bridge is labeled with 'C OF ROAD' and '11110'.

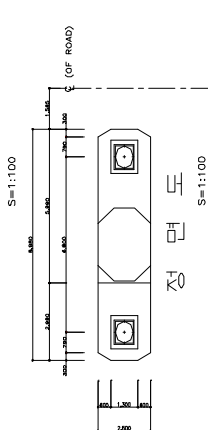


설계 : 김기영, 김기영
 검토 : 김기영, 김기영
 날짜 : 2020.07.01

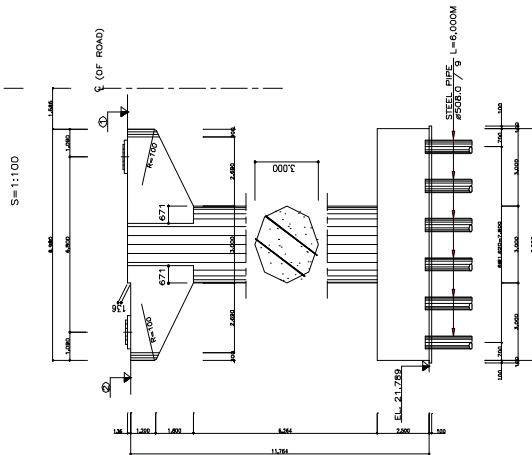


<교대 일반도>

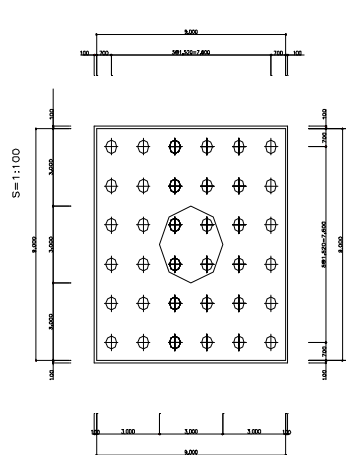
평면도



정면도



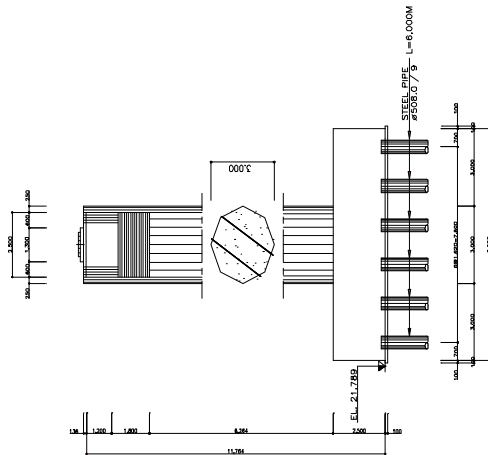
저판



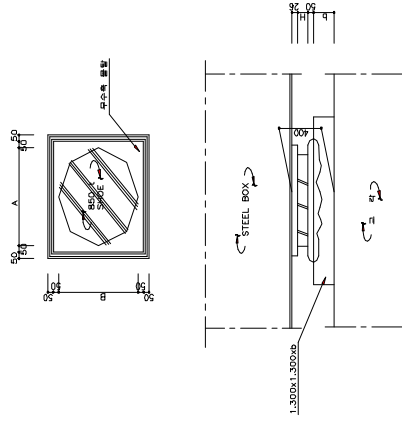
<교각 일반도>

교각 일반도

측면도
S=1:100



교좌받침 몰탈상세도
S=1:20



교좌받침규격 및 ELEVATION

구분	1	2	비고
SHOE	교	형	850 t
A	790	790	
B	790	950	
H	187	185	
b	157	139	
교좌면 EL.	34.089	33.923	

NOTE : 1) 설계법은 강도설계법이다.
2) 교대구체 CON'C 강도는 $\sigma_{ck}=240\text{kg/Cm}^2$, 철근의 강도는 $\sigma_y=3000\text{kg/Cm}^2$ 이다.
3) 기초구체기 CON'C 강도는 $\sigma_{ck}=150\text{kg/Cm}^2$ 이다.
4) 수 설계시 정확히 SETTING 되어야 하고 설계후 상단면은 수평을 유지해야 한다.
5) 무수속 몰탈과 규제가 접속하는 면은 CHIPPING 하여 시공시 정확히 양호하도록 하여야한다.

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

일 자	내 용	물 량	비 고
06년 09월	배수파이프 연결	<1개소>	A2-천안방향
07년 04월	배수시설 곡관설치	L=1.8m<1개소>	A1-천안방향
		L=2.9m<1개소>	A1-논산방향
		L=2.8m<1개소>	A2-논산방향
08년 04월	신축이음 교체	L=7.2m	A1-천안방향, 논산방향 〈Monocell-〉N.M.C JOINT〉
	신축이음 후타재 보수	1.1㎡	A2-논산방향
10년 10월	배수관 행거교체	80EA	S1~S3-양방향
	유도배수관설치	L=50m<1개소>	국도부 종조인트
11년 10월	신축이음 교체	L=7.8m	A1-천안방향
13년 10월	신축이음 교체	L=12.3m	A1-양방향
14년 04월	신축이음 후타재 보수		A2-논산방향
15년 07월	신축이음 교체	L=12.3m	A1-논산방향
16년 05월	신축이음 후타재 보수		A1-천안방향
16년 11월	신축이음 교체	L=12.3m MS JOINT 60	A1-천안방향
		L=12.3m MS JOINT 160	A2-논산방향

2.2 점검 및 진단이력

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
1	초기점검	2003.04	(주)아워브레인	주요 손상은 방호벽, 받침받침, 교각 미세 균열. 주의관찰.	A
2	정기점검	2003.12	(주)아워브레인	주요 손상은 바닥판 파손, 받침 고무재 파손, 종방향 접속부 누수 발생. 주의관찰.	-
3	정기점검	2004.6	(주)아워브레인	주요 손상은 바닥판 파손, 받침 고무재 파손, 종방향 접속부 누수 발생. 주의관찰.	-
4	정기점검	2004.7	(주)아워브레인	주요 손상은 A1 배수관 연결부 이격, 신축이음 본체 변형 및 손상, 주형 도장박락, 받침 볼트부식, 교대누수, 하부구조 미세균열 발생. 주의관찰	-
5	정밀점검	2005.4	(주)한길종합 엔지니어링	주요 손상은 배수관 이격, 방호벽 전기시설 덮개망실, 바닥판하면 파손 및 철근노출, 신축이음 본체변형 및 후타재 균열, 파손, 받침 플레이트부식, 하부구조 균열 발생. 보수 및 주의관찰.	A
6	정기점검	2005.7	(주)한길종합 엔지니어링	주요 손상은 배수관 이격, 방호벽 전기시설 덮개망실, 바닥판하면 파손 및 철근노출, 신축이음 본체변형 및 후타재 균열, 파손, 받침 플레이트부식, 하부구조 균열 발생. 보수 및 주의관찰.	-
7	정기점검	2006.3	(주)아워브레인	전반적으로 방호벽 및 하부구조에 균열보수가 실시된 양호한 상태이나, 바닥판하면 A2 조인트부근에 콘크리트탈락, 주형 내외부에 국부적인 도장손상, 신축이음 본체 마모 및 파손, 후타재 박락등의 손상이 발생한 상태이며 보수 및 주의관찰 필요.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
8	정기점검	2006.10	(주)아워브레인	기 발생한 손상현황으로는 바닥판하면 A2 조인트부근에 콘크리트탈락, 주형 내외부에 국부적인 도장손상, 신축이음 본체 마모 및 파손, 후타재 박락등이 발생하여 하부구조에 우수유입으로 콘크리트 표면 열화등의 추가 손상이 발생한 상태임. 현재 신축이음부에 발생한 손상현황은 기능상에 큰 문제는 없는 것으로 사료되나, 누수로 인한 하부구조 및 교량받침에 추가현황을 발생시키므로 기 발생한 손상부는 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요함.	-
9	정밀점검	2007.6	(주)아워브레인	본 교량에 대한 상태등급 판정결과 상태평가등급은 B등급으로 보조 부재에 경미한 손상이 발생되었으나 기능상에는 문제점이 없는 양호한 상태로서 일부 부재에 대한 보수가 필요한 상태인 것으로 평가되었다. 주요손상은 교면포장 아스콘파손, 방호벽 전기시설 덮개 망실, 신축이음 본체 및 후타재 파손, 하부구조 균열(폭0.1 ~ 0.3mm), 교량받침 플레이트부식, 바닥판하면 파손등으로 일부부재에 대해서는 내구성 확보차원의 보수가 필요하며, 기타부재들에 대해서는 주의관찰이 필요하다.	B
10	정기점검	2007.12	(주)아워브레인	공용연수 증가로 인한 경미한 손상현황이 일부 조사되었고, 하부구조 일부에서 균열보수가 실시되었다. 기 발생한 손상현황으로는 교면포장 아스콘 손상, 바닥판하면 콘크리트 탈락 및 철근노출, 주형 내·외부의 국부적인 도장손상, 신축이음 사용성 증대로 인한 본체 고무재 파손, 후타재 국부적인 박리 및 파손 등이 조사되었다. 신축이음의 손상현황은 기능상에 문제는 없으나, 우수 유입으로 인한 교대 콘크리트 표면열화, 교량받침 도장 손상 등의 추가 손상을 유발하고 있는 상태이다. 현재 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
11	정기점검	2008.6	(주)아워브레인	공용연수 증가로 인한 손상현황이 일부 조사되었고, 신축이음부에 보수가 실시되었다. 기 발생한 손상현황으로는 교면포장 접속부 아스콘 손상, 바닥판하면 콘크리트 탈락 및 누수, 주형 내·외부의 국부적인 도장손상, 하부구조 균열등의 손상이 조사되었다. 현재 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-

번호	구분	점검/진단기간	점검/진단기관	주요점검/진단결과	상태등급
12	정기점검	2008.12	(주)아워브레인	공용연수 증가로 인한 손상현황이 일부 조사되었고, 신축이음부에 보수가 실시되었다. 기 발생된 손상현황으로는 바닥판하면 콘크리트 탈락 및 누수, 주형 내·외부의 국부적인 도장손상, 하부구조 균열등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상현황은 전회와 비교시 진전은 미미한 상태이나, 구조물의 내구성 확보를 위하여 일부 보수를 실시하며, 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
13	정밀점검	2009.06	(주)한길종합엔지니어링	본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 전반적으로 상부구조 및 하부구조의 상태는 양호하며, 신축이음 및 교량받침의 작동상태도 양호한 것으로 나타났다. 대상 구조물의 주요 손상현황은 중방향 시공이음부 유도배수관 탈락의 위험이 있으며, 바닥판하면 박락 및 백태 발생, 주형외부 및 내부 도장손상 및 우수유입, 하부구조 수직방향 균열, PLATE 도장 부식 등의 손상이 조사되었다. 구조물의 공용중 내구성 증진을 위해 일부 손상에 대하여 보수가 필요하며, 정기점검을 통하여 지속적인 주의관찰을 한다.	B
14	정기점검	2009.12	(주)한길종합엔지니어링	전반적으로 양호하나 구조적으로 문제가 되는 손상은 없는 것으로 조사되었으며 주형 외부에 도장 긁힘 및 박리, 유도배수관 행거로드 부식 등이 추가적으로 발생하였다. 또한 기 손상의 진전은 미미하며 일부 손상에 대해서는 보수를 실시한 것으로 관찰되었다. 주요 손상으로 아스팔트 패임 및 긁힘, 접속부 아스팔트 균열, 유도배수관 탈락, 유도배수관 행거로드 부식, 방호벽 균열, 바닥판에 박락 및 균열, 백태, 주형내부에 우수유입 및 도장손상, 주형외부 도장박리 및 긁힘, 신축이음 본체 갈라짐 및 마모, 후타재 박락, 하부구조에 균열 등이 조사되었으며 내구성 및 사용성 확보를 위해 보수 및 지속적인 관찰을 실시한다면 현 상태를 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.	-
15	정기점검	2010.06	(주)한길종합엔지니어링	전반적으로 양호하나 바닥판하면, 주형 및 가로보, 하부구조 등에 발생된 손상에 대하여 하자담보기간 내에 통보 후 하자보수가 필요하다. 본 교량은 상·하 분리 교량으로써 엇교로 설계 및 시공되었으며, 중앙분리대도 일체형이 아닌 분리형으로 설계되었다. 하지만, 중앙분리대의 경우 일체형으로 시공된 것으로 현장조사에서 확인되었다. 이로 인하여 접속부 침하 및 바닥판하면 단부 파손, 신축이음장치 후타재 파손 등의 손상으로 이어지고 있다. 따라서 상·하행선의 교량이 신축거동시 서로 달리 거동할 수 있도록 신축이음부 사이 중앙분리대를 이동식 중앙분리대 등으로 탈거 후 재설치가 필요하다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
16	정기점검	2010.12	(주)한길종합 엔지니어링	전회 점검과 비교 시 행거로드 파손 및 유도배수판 탈락에 대한 보수가 실시되었으며, 보수부의 상태는 양호하다. 본 교량은 상·하 분리 교량으로써 엇교로 설계 및 시공되었으며, 중앙분리대도 일체형이 아닌 분리형으로 설계되었다. 하지만, 중앙분리대의 경우 일체형으로 시공된 것으로 현장조사에서 확인되었다. 이로 인하여 접속부 침하 및 바닥판하면 단부 파손, 신축이음장치 후타재 파손 등의 손상으로 이어지고 있다. 따라서 상·하행선의 교량이 신축거동 시 서로 달리 거동할 수 있도록 신축이음부 사이 중앙분리대를 이동식 중앙분리대 등으로 탈거 후 재설치가 필요하다.	-
17	정밀점검	2011.06	(주)아워브레인	주요 손상현황은 교면포장 중앙분리대측의 아스콘 파손, 신축이음부 이격 및 단차, 바닥판 캔틸레버부 하면 백태 및 박락 발생, 주형외부 및 내부 도장손상 및 우수유입, 하부구조 균열, 교량받침 PLATE 부식 등이 조사되었다. 구조물의 공용중 내구성 증진을 위해 일부 손상에 대하여 보수가 필요하며, 정기점검을 통하여 지속적인 주의관찰을 실시한다면, 구조물의 사용성 및 공용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	B
18	정기점검	2011.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상 시설물의 상태는 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없으며 교량의 전반적인 신축거동 또한 양호한 상태로 나타났다. 다만, 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 발생한 상태이며, 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 손상, 바닥판하면 캔틸레버측 균열, 백태, 콘크리트 파손, 방호벽 균열, 주형 국부 파손, 가로보 손상, 하부구조 균열 및 콘크리트 파손, 누수흔적, 교량받침 균열, 신축이음 본체 파손 및 후타재 박락, 박리 등이 발생한 상태이다. 현재 교량의 안전성 및 사용성에 큰 문제는 없으나, 기 발생한 손상에 대해서는 교량의 내구성 확보차원의 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
19	정기점검	2012.06	(주)아워브레인	대상시설물의 상태는 ‘양호’ 인 것으로 판단되며, 일부 부재에 기 발생된 손상의 진전은 미미한 상태이나 공용중 지속적인 우수유입에 의하여 내구성 저하가 우려되는 일부 손상이 발생되고 있는 상태이다. 기 발생된 주요 손상으로는 포장면 중분대측 손상부 및 방호벽 외측 하단부 누수로 우수 및 제설재 등이 유입되어 철근부식에 의한 박락이 일부 발생되고 있는 상태이다. 따라서, 장기적으로 상부 포장면의 방수처리 후 해당손상에 대한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 또한, 논산방향 A1측은 바닥판 유간부족, 웅벽이격 등 측방유동으로 추정되는 손상이 일부 발생되어 지속적인 관찰을 통해 진행성여부 판단후 바닥판 절삭 등의 조치를 실시하는 것이 필요하다. 그 외 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 일부 보수와 진전여부의 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.	-
20	정밀 안전진단	2013.06	(주)동우기술단	구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으나, 내측 캔틸레버에 발생된 철근부식은 우선적으로 보수를 실시해야 하고, 측방이동이 발생된 것으로 추정되는 양방향 교대 A1에 대하여 주기적인 계측 및 점검을 실시해야 할 것이다.	B
21	정기점검	2013.12	(주)동우기술단	정기점검결과, 대상시설물의 상태는 ‘양호’ 인 것으로 판단된다. 일부 부재에 기 발생된 손상의 진전은 미미한 상태이며 A1측에서 바닥판 유간확보를 위한 절단과 신축이음교체가 이루어진 상태이며 보수부에 대한 재손상 발생여부의 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다. 그 외 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 일부 보수와 진전여부의 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.	-

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
22	정기 점검	2014.06	(주)동우기술단	정기점검결과 조사된 주요손상은 경년열화, 시공부주의, 신축이음 누수 등에 의해 발생한 바닥판 하면의 균열, 박락, 거더 내·외부 도장손상, 부식, 하부구조 균열, 박락, 신축이음 고무재 변형, 배수관 누수 등이 발생되었다. 상기손상의 경우 공용중 노후화, 경년열화 등에 의해 발생한 손상으로 그 발생범위가 국부적이고, 열화상태가 경미하므로 금회 조사된 내용에 따른 일부 보수 및 정기적인 점검을 통한 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.	-
23	정기 점검	2014.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 ‘양호’인 것으로 판단된다. 전회 점검이후 배수시설 정비, 바닥판하면 균열 및 단면손상 보수, 교대 표면열화 보수, 교각 콘크리트 단면보수가 시행된 상태이며, 주요 손상으로는 바닥판 하면의 균열, 박락, 거더 내·외부 도장손상, 부식, 하부구조 균열, 박락, 신축이음 후타재 균열 등이 발생되었다. 이전 점검이후 손상의 진전은 미미한 상태이나, 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 내구성 저하 및 사용성 향상을 위한 일부 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	-
24	정밀 점검	2015.06	(주)동우기술단	정밀점검 결과, 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없는 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 금회 조사된 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 균열, 방호울타리 및 중앙분리대 균열, 바닥판 균열, 박락, 철근노출, 거더 도장박리, 부식, 우수유입, 가로보 부식, 신축이음 본체부식, 후타재 균열, 교량받침 콘크리트 균열, 교대 및 교각 균열 등이 발생한 상태이다. 금회 추가 조사된 손상과 기 발생한 손상은 구조물 안전성 및 사용성에 큰 영향을 미칠 손상은 아니므로 지속적인 관찰을 실시한다면 원활한 기능발휘에 지장이 없을 것으로 판단된다.	B
25	정기 점검	2015.12	(주)동우기술단	정기점검결과 조사된 손상은 대부분이 기존에 발생한 것으로서 일부 손상은 보수가 실시되었으며 기존 손상의 진전은 미미한 상태이다. 발생한 일부 손상은 유지관리차원에서 보수가 필요하며 전반적인 교량의 안전성에 문제가 될 만한 손상은 조사되지 않았다. 이에 정기적인 점검을 통해 손상의 진전유무를 관찰하고 지속적인 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.	

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
26	정기 점검	2016.06	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 주요 손상으로는 교면포장 접속부 파손, 중분대측 아스콘 파손, 바닥판하면 박락 및 철근노출, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 사용성 및 내구성 확보 차원에서 보수를 요하는 손상이 일부 발생된 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통해 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
27	정기 점검	2016.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 기 실시된 점검이후 거더외부 도장손상, 신축이음 후타재 균열, 박리에 대한 일부 보수가 시행되었으며, 주요 손상으로는 교면포장 접속부 및 중분대측 아스콘 파손, 바닥판하면 박락 및 철근노출, 중앙분리대 파손, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 사용성 및 내구성 확보 차원에서 일부 보수가 필요한 상태이다. 특히 국도가 횡단하는 구간의 유도배수시설 탈락 위험에 대해서는 시급한 조치가 필요한 것으로 판단된다. 그 외 손상에 대해서는 주기적인 점검을 통해 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
28	정밀 점검	2017.06	(주)아워브레인	정밀점검 결과 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없는 상태인 B 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 균열 및 탈락, 방호벽 균열, 바닥판 박락 및 철근노출, 거더 도장박리 및 부식, 가로보 부식, 하부구조 균열 등이 발생한 상태이다. 이전 점검이후 일부구간의 신축이음 교체 및 거더내부 도장보수가 시행되었으며, 그 외 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상에 대해서는 내구성 저하방지 및 사용성 확보를 위한 일부 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 원활한 교량의 기능발휘에 지장이 없을 것으로 판단된다.	B
29	정기 점검	2017.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태이나, 시설물의 유지관리 차원에서 일부 보수가 필요한 상태이다. 기 실시된 점검이후 배수구 막힘, 바닥판 박락 및 철근노출 교대 홍벽 백태 등에 대한 일부 보수가 시행되었으며, 조사된 주요 손상으로는 교면포장 접속부 및 중분대측 아스콘 파손, 바닥판하면 박락 및 철근노출, 중앙분리대 파손, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 사용성 및 내구성 확보 차원에서 일부 보수가 필요한 상태이다. 그 외 손상에 대해서는 주기적인 점검을 통해 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 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 5공구 - 공사시방서 - 구조계산서 - 일반보고서 - 토질조사보고서 - 초기점검보고서	◇ 구조계산서 및 구조물 도, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작 성된 것으로 확인됨 ◇ 설계도면과 실측 제원 비교시 주요 부재에 대 하여 전반적으로 동일 ◇ 점검시설의 경우 설치하 는 것으로 제시되었으나 현재 미설치 된 것으로 검토됨	◇ 금회 점검시 내진성능평 가 항목 추가 분석 실시
유 지 관 리 자 료	◇ 정기점검 및 정밀점검 정밀안전진단 ◇ 보수·보강 이력	◇ 16년간 공용하면서 별다 른 문제가 없는 양호한 상태 ◇ 일부 발생한 손상에 대 하여 보수 필요 ◇ 보수 및 보강 이력은 관 리주체에 제공받아 검토 됨	◇ 본 과업은 구조물 정밀 안전진단이므로 외관조 사망도의 정비 및 면밀 한 외관조사 실시

3. 현장조사 및 시험

3.1 외관조사 결과요약(천안방향)

구 분		주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		- 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과 콘크리트 바닥판에 폭 0.1~0.2mm의 균열, 일부구간 폭 0.3mm 이상 균열이 발생함. - 캔틸레버 물끊기 불량, 누수흔적, 박락 및 철근부식이 발생.	- 균열은 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띠고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 시공초기 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단됨. 주의관찰 후 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직함. - 박락 및 철근노출 구간은 캔틸레버 하면에서 누수되는 비산수 및 피복부족으로 인해 발생된 것으로 판단됨. 부재의 내구성 확보차원의 단면보수+방청 등의 조치가 요구됨.
거더	내부	일부 부식 및 도장박리, 우수유입흔적	- 도장손상은 장기 공용에 의한 열화로 추정되며, 현재 경미한 상태로 확인됨. 주기적인 점검을 통한 진전여부 확인 후 조치가 요구됨. - 스플라이스 틈으로 유입된 우수는 추가 우수 유입 및 거더의 부식 발생 방지를 위하여 실링재 마감을 실시하는 것이 바람직함.
	외부	일부 부식, 도장 탈락 및 박리	- 부식은 시공당시 먼지, 녹 등 도장 전처리 미흡에 의해 도장이 박리됨에 따라 부식으로 진전된 것으로서 손상은 현재 경미한 상태이므로 주의관찰 후 조치. - 도장손상은 장기 공용, 외부충격에 의한 열화로, 전면적 대비 일부 손상으로 손상의 진전시 재도장 등의 조치가 필요함.
가로보 및 세로보		경미한 부식	부식은 시공 당시 먼지, 녹 등 도장 전처리 미흡에 의해 도장이 박리됨에 따라 부식으로 진전된 것으로서 현재 경미한 상태이므로 주의관찰.
교대		- 폭 0.3mm 미만 균열, 백태 - 망상균열 - 우수유입에 의한 누수흔적	- 구조물의 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보 차원의 보수 필요함 - 주로 신축이음부를 통한 우수유입이 주원인으로 방치 시 콘크리트 열화 및 강재 부식을 유발하므로 주의관찰 후 조치필요.
교각		폭 0.3mm 미만 균열	균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생된 균열로 안전성에는 문제가 없으나 손상의 진전시 내구성 확보차원의 보수 필요함.

구 분	주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	- 받침콘크리트 폭 0.3mm 미만의 균열, 박락 및 철근노출 - 플레이트 부식	- 공용년수 경과에 의한 노후화로 인해 발생한 균열, 박락으로서 내구성 확보를 위한 보수 필요함. - 받침 가동에는 문제가 없는 상태로 지속적인 주의관찰 후 장기적인 대책 수립 필요함.
신축이음	- 후타재 균열, 파손, 이격, 단차 - 본체 부식, 이물질퇴적	- 후타재 균열, 파손은 시공초기 건조수축과 반복적인 윤하중에 의한 것으로 내구성 확보차원의 보수 필요함 - 끝단에 발생한 부식은 퇴적된 이물질에 의하여 장기간 체수가 지속됨에 따라 발생한 것으로, 주기적인 정비가 필요함.
교면포장	- 아스콘 균열 및 패임, 탈락 - 아스콘 소성변형	통행차량의 주행성 저하를 유발하는 정도는 아니므로 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰 후 장기적인 대책 수립 필요함
배수시설	연결핀 부식, 이음부 파손	배수시설의 기능에는 문제가 없으나 주의관찰 후 사용성 확보 차원에서 보수 필요함.
난간 (방호벽)	폭 0.3mm이하의 균열, 균열부 백태, 부식	교량의 안전성에 영향이 없는 부재이나 내구성 및 미관 확보를 위한 보수 필요함.

3.2 외관조사 결과요약(논산방향)

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		- 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과 콘크리트 바닥판에 폭 0.1~0.2mm의 균열, 일부구간 폭 0.3mm 이상 균열이 발생함. - 캔틸레버 누수흔적, 박락 및 백태 발생.	- 균열은 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띄고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 시공초기 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단됨. 주의관찰 후 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직함. - 박락 구간은 캔틸레버 하면에서 누수되는 비산수 및 피복부족으로 인해 발생된 것으로 판단됨. 부재의 내구성 확보차원의 단면보수 등의 조치가 요구됨.
거더	내부	- 일부 부식 및 도장박리, 우수유입흔적 - 기공	- 도장손상은 장기 공용에 의한 열화로 추정되며, 현재 경미한 상태로 확인됨. 주기적인 점검을 통한 진전여부 확인 후 조치가 요구됨. - 스플라이스 틈으로 유입된 우수는 추가 우수 유입 및 거더의 부식 발생 방지를 위하여 실링재 마감을 실시하는 것이 바람직함.
	외부	일부 부식, 도장 박리	- 부식은 시공당시 먼지, 녹 등 도장 전처리 미흡에 의해 도장이 박리됨에 따라 부식으로 진전된 것으로서 손상은 현재 경미한 상태이므로 주의관찰 후 조치. - 도장손상은 장기 공용, 외부충격에 의한 열화로, 전면적 대비 일부 손상으로 손상의 진전시 재도장 등의 조치가 필요함.
가로보 및 세로보		경미한 부식	부식은 시공 당시 먼지, 녹 등 도장 전처리 미흡에 의해 도장이 박리됨에 따라 부식으로 진전된 것으로서 현재 경미한 상태이므로 주의관찰.
교대		- 폭 0.3mm 미만 균열, 백태 - 실란트 파손 - 우수유입에 의한 누수흔적	- 구조물의 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보 차원의 보수 필요함 - 주로 신축이음부를 통한 우수유입이 주원인으로 방치 시 콘크리트 열화 및 강재 부식을 유발하므로 주의관찰 후 조치필요.
교각		폭 0.3mm 미만 균열	균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생된 균열로 안전성에는 문제가 없으나 손상의 진전시 내구성 확보차원의 보수 필요함.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	• 받침콘크리트 폭 0.3mm 미만의 균열	• 공용년수 경과에 의한 노후화로 인해 발생된 균열로서 진전시 내구성 확보를 위한 보수 필요함.
신축이음	• 후타재 균열, 들뜸	• 후타재 균열, 들뜸은 시공초기 건조수축과 반복적인 운하중에 의한 것으로 내구성 확보차원의 보수 필요함
교면포장	• 아스콘 균열 및 패임 • 아스콘 파손	• 통행차량의 주행성 저하를 유발하는 정도는 아니므로 진전여부에 대한 지속적인 주의관찰 후 장기적인 대책 수립 필요함
배수시설	• 고정고리탈락 • 배수로 파손	• 배수시설의 기능에는 문제가 없으나 주의관찰 후 사용성 확보 차원에서 보수 필요함.
난간 (방호벽)	• 폭 0.3mm미만의 균열, 균열부 백태 • 콘크리트 파손, 탈락	• 교량의 안전성에 영향이 없는 부재이나 내구성 및 미관 확보를 위한 보수 필요함.

3.3 내구성 결과요약(천안방향)

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			평균	설계	
비파괴강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	30.0~31.3	27.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	31.0~31.6		
	하부 구조	반발경도	25.7~26.9	24.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	27.3~28.2		
철근탐사 (mm)	상부 구조	배근간격	113~250	120~250	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	44~89	40	
	하부 구조	배근간격	117~312	100~300	
		피복두께	47~97	50~100	
탄산화잔여깊이 (mm)	상부구조		32.5~37.0		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		44.0~86.0		
염화물함유량 시험 (kg/m³)	상부구조		0.2557~0.2693		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
	하부구조		0.1290		
초음파탐상시험 (개소)	거더내부		1등급: 12개소		■ 맞대기이음부의 용접상태는 양호함.
도막두께 측정결과 (μm)	거더외부		224~235	215	■ 표준도막두께를 상회함.
	거더내부		191~200	175	
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. - 탄산화 깊이측정 및 염화물 함유량시험 결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단됨. - 초음파탐상 시험 및 도막두께측정 결과, 전 개소에서 맞대기이음부의 용접상태 및 도막두께는 양호한 것으로 판단됨				

3.4 내구성 결과요약(논산방향)

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			평균	설계	
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	29.6~32.4	27.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	30.5~32.3		
	하부 구조	반발경도	25.5~26.2	24.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	27.5~28.4		
철근탐사 (mm)	상부 구조	배근간격	125~257	120~250	■ 전반적으로 철근간격 및 피복 두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	33~96	40	
	하부 구조	배근간격	112~303	100~300	
		피복두께	64~104	50~100	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.0~36.0		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		74.5~78.0		
염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부구조		0.2716~0.2738		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
	하부구조		0.1380		
초음파 탐상시험 (개소)	거더내부		1등급: 12개소		■ 맞대기이음부의 용접상태는 양호함.
도막두께 측정결과 (μm)	거더외부		223~228	215	■ 표준도막두께를 상회함.
	거더내부		193~194	175	
종합 평가	- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. - 탄산화 깊이측정 및 염화물 함유량시험 결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 검토되어 양호한 상태로 판단됨. - 초음파탐상 시험 및 도막두께측정 결과, 전 개소에서 맞대기이음부의 용접상태 및 도막두께는 양호한 것으로 판단됨				

4. 시설물의 상태평가

4.1 시설물 전체 상태평가 결과(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	STB	c	b	b	b	c	c	b	b	b	q	b	q	a	x
2	STB	c	b	b	b	a	b	x	b	b	q	b	q	a	a
3	STB	c	b	b	b	c	c	x	a	b	q	b	q	a	a
4	STB							c	a	b	q	b	q	x	a
평균		0400	0200	0200	0200	0300	0333	0300	0150	0200	0100	0200	0100	0100	0100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	20	0	2	2
(평균X가중치) /가중치합		0072	0040	0010	0014	0009	0007	0027	0014	0040	0000	0040	0000	0002	0002

결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도 지수(0.239) ≤ 0.260

0.239

B

4.2 시설물 전체 상태평가 결과(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	STB	b	b	b	b	c	c	a	a	b	q	a	a	a	x
2	STB	c	b	b	b	a	b	x	b	b	q	a	a	a	a
3	STB	b	b	b	b	a	c	x	b	b	q	a	a	x	x
4	STB							c	a	b	q	x	x	x	x
평균		0267	0200	0200	0200	0200	0333	0250	0150	0200	0100	0100	0100	0100	0100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0048	0040	0010	0014	0006	0007	0023	0014	0040	0000	0002	0002	0002	0001

결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도 지수(0.208) ≤ 0.260

0.208

B

5. 안전성평가

부 재		SF(안전율)	등 급
강박스 거더	천안방향	1.160	A
	논산방향	1.214	A
바닥판	천안방향	1.237	A
	논산방향	1.940	A
하부구조	천안방향	3.671	A
	논산방향	3.374	A

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
용성2교	0.239	B	1.160(강거더)	A	B
종합평가	•용성2교(천안방향)의 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 용성2교(천안방향)는 “B” 로 평가됨				

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
용성2교	0.208	B	1.214(강거더)	A	B
종합평가	•용성2교(논산방향)의 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 용성2교(논산방향)는 “B” 로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	용성2교	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비(천안방향)

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판		균열(0.3mm미만)	표면보수	3.3	4.95	m ²	50	248	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	1.0	1.50	m	75	113	2
		박락, 철근노출	단면보수(방청)	4.71	7.07	m ²	250	1,768	1
		물끓기흙 불량	주의관찰	0.24	0.36	m ²	-	-	-
		백태	표면보수	9.9	14.85	m ²	50	743	3
거 더	내부	Splice 틈	주의관찰	10	15.00	ea	-	-	-
		부식, 점부식	재도장	0.58	0.87	m ²	9	8	3
		도장 들뜸, 박리	재도장	1.74	2.61	m ²	9	23	3
		이물질퇴적	정비	2.5	3.75	m ²	10	38	3
		환풍구 볼트풀림	정비	2	3.00	ea	10	30	3
	외부	도장박리, 탈락	재도장	2.24	3.36	m ²	45	151	3
가로보 및 세로보		부식	재도장	0.65	0.98	m ²	45	44	3
하부 구조	교대	균열(폭 0.3mm미만)	표면보수	7.2	2.70	m ²	50	135	3
		채수, 누수흔적	주의관찰	6.7	10.05	m ²	-	-	-
		망상균열	표면보수	9.0	13.50	m ²	50	675	3
		백태	표면보수	1.5	2.25	m ²	50	113	3
	교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	24.4	9.15	m ²	50	458	3
		망상균열	표면보수	9.0	13.50	m ²	50	675	3
교량 받침		받침콘크리트 균열	표면보수	0.3	0.45	m	50	23	3
		Plate부식	주의관찰	1	1.50	ea	-	-	-

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축 이음		균열(0.3mm미만)	표면보수	1.4	0.52	m ²	50	26	3
		후타재 파손	단면보수	0.1	0.15	m ²	230	35	2
		토사퇴적	정비	4.0	6.00	m	10	60	3
		이격, 단차	주의관찰	2.8	4.20	m	-	-	-
		부식	주의관찰	2.0	3.00	m	-	-	-
교면 포장		아스콘 패임, 굽힘	아스콘패칭	0.27	0.41	m ²	75	31	2
		아스콘균열	아스콘씰링	112.6	168.90	m	19	3,209	2
		소성변형	재포장	0.65	0.98	m ²	6	6	2
		아스콘탈락	아스콘패칭	0.2	0.30	m ²	75	23	2
		아스콘망상균열	재포장	3.0	4.50	m ²	6	27	2
		체수	주의관찰	10.0	15.00	m ²	-	-	-
기타 시설	배수 시설	이음부 부식, 파손	정비	3	4.50	ea	10	45	3
	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면보수	29.8	11.18	m ²	50	559	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	6.5	9.75	m	75	731	3
		철근부식	단면보수(방청)	6.0	9.00	m ²	250	2,250	3
		균열백태	표면보수	16.8	25.20	m ²	50	1,260	3
		망상균열	표면보수	0.61	0.92	m ²	50	46	3
		차수판 볼트탈락	주의관찰	5	7.50	ea	-	-	-
순공사비 합계(천원)							13,553		
제경비(순공사비×50%)(천원)							6,777		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위(천원)				2,652		
			2순위(천원)				5,166		
			3순위(천원)				12,512		
유지보수 개략공사비 총계(천원)							20,330		

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

※ 유지보수 개략공사비 총계는 부대공을 포함하여 합산한 금액임.

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

7.2 보수·보강 및 개략공사비(논산방향)

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판		균열(0.3mm미만)	표면보수	35.9	13.46	m ²	50	673	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	3.0	4.50	m	75	338	2
		들뜸, 박락, 파손	단면보수	1.16	1.74	m ²	230	400	1
		백태	표면보수	0.3	0.45	m ²	50	23	3
거 더	내부	Splice 틈	주의관찰	15	22.50	ea	-	-	-
		기공	주의관찰	5	7.50	ea	-	-	-
		부식, 도장박리	재도장	0.08	0.12	m ²	9	1	3
		이물질퇴적	정비	1.74	2.61	m ²	10	26	3
		전기시설파손	정비	2	3.00	ea	10	30	3
	외부	도장박리, 부식	재도장	1.65	2.47	m ²	45	111	3
가로보 및 세로보		부식	재도장	0.11	0.17	m ²	45	8	3
하부 구조	교대	균열(0.3mm미만)	표면보수	4.9	1.84	m ²	50	92	3
		누수흔적	주의관찰	2.6	3.90	m ²	-	-	-
		도수로 파손	단면보수	0.4	0.60	m ²	230	138	3
		들뜸	단면보수	0.16	0.24	m ²	230	55	2
		백태	표면보수	5.71	8.57	m ²	50	429	3
		실란트파손	주의관찰	3.0	4.50	m	-	-	-
	교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	16.5	6.19	m ²	50	310	3
교량 받침		받침콘크리트 균열	표면보수	0.6	0.22	m ²	50	11	3

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축 이음		균열(0.3mm미만)	표면보수	0.8	0.30	m ²	50	15	3
		후타재 들뜸	단면보수	0.09	0.14	m ²	230	32	3
교면 포장		아스콘패임, 굽힘	아스콘패칭	1.28	1.92	m ²	75	144	2
		아스콘균열	아스콘셀링	99.5	149.25	m	19	2,836	2
		아스콘파손	아스콘패칭	29.0	43.50	m ²	75	3,263	2
		콘크리트파손	단면보수	0.05	0.08	m ²	230	18	3
기타 시설	배수 시설	배수로 파손	단면보수	1.0	0.38	m ²	230	87	3
		고정고리탈락	정비	1	1.50	ea	10	15	3
	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	표면보수	12.5	4.69	m ²	50	235	3
		균열백태	표면보수	59.3	88.95	m ²	50	4,448	3
		망상균열	표면보수	2.55	3.83	m ²	50	192	3
		차수판 볼트탈락	정비	1	1.50	ea	10	15	3
		콘크리트파손, 탈락	단면보수	1.13	1.69	m ²	230	389	3
	순공사비 합계(천원)							14,334	
제경비(순공사비×50%)(천원)							7,167		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위(천원)				600		
			2순위(천원)				9954		
			3순위(천원)				10,947		
유지보수 개략공사비 총계(천원)							21,501		

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

※ 유지보수 개략공사비 총계는 부대공을 포함하여 합산한 금액임.

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

7.3 유지관리방안

부재구분	중 점 점 검 내 용
바닥판	• 폭 0.1~0.3mm 균열 • 캔틸레버 우수 유입 • 균열부 백태, 박락, 철근노출 추가 손상 발생 여부 중점관찰
거더	• 스플라이스 우수 유입에 따른 부식 발생 여부
가로보 및 세로보	• 도장박리 및 부식
교대	• 신축이음 누수에 따른 2차 손상 발생 여부
교각	• 폭 0.1~0.2mm 균열의 진전 여부
교량받침	• 플레이트 부식, 콘크리트 균열 등의 발생 여부
신축이음장치	• 하절기 유간부족에 대한 주기적인 점검, 부식발생 여부 확인
교면포장	• 포장부 균열 진전 여부
배수시설	• 배수구 주변 누수에 따른 2차 손상 발생 여부
난간 및 연석	• 방호울타리 망상균열 및 백태 진전 여부

8. 종합결론

본 과업 대상 교량인 용성2교는 논산천안고속도로(이정 : 순천기점 227.932km)에 위치하며 2002년 12월에 준공된 교량이다. 행정구역상으로 충청남도 공주시 이인면 용성리에 위치하고 하부에 도로가 교차·횡단하고 있다.

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

가. 현장조사 결과

- 상부구조인 강박스 거더와 바닥판은 구조적인 손상 및 결함이 없는 양호한 상태를 확보하고 있으며, 균열은 깊이가 얇은 표면균열 형태를 띠고, 균열의 형상, 방향성, 발생위치 등을 고려해 볼 때 시공초기 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단됨. 주의관찰 후 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직함.
- 강박스 거더, 가로보 및 세로보는 전반적으로 양호한 상태이며, 도장손상, 부식은 장기공용에 의한 열화로, 기공은 시공불량으로 인한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 확인됨. 주기적인 점검을 통한 진전여부 확인 후 조치가 요구됨.
- 교대 및 교각은 균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생한 균열로 안전성에는 문제가 없으나 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 보수 필요함.
- 교량받침의 외관조사 결과 받침 가동에는 문제가 없는 상태로 지속적인 주의관찰 후 장기적인 대책 수립 필요함.
- 신축이음 끝단에 발생한 부식은 퇴적된 이물질에 의하여 장기간 체수가 지속됨에 따라 발생한 것으로, 주기적인 정비가 필요함.
- A2 하절기 신축이음 여유량이 부족한 것으로 나타났으나, 현재 이로 인한 2차 손상이 발생하지 않았으므로, 하절기에 주의관찰을 실시하고, 손상 발생시 교체를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 교면포장 및 배수시설은 기능에는 문제가 없으나 주의관찰 후 사용성 확보 차원에서 보수 필요함.
- 방호울타리는 안전성에 영향이 없는 부재이나 내구성 및 미관 확보를 위한 보수 필요함.

나. 시험 및 측정 결과

- 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년 수 경과에 따른 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨.
- 철근탐사결과, 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
- 탄산화 잔여깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 양호한 상태로 판단됨.
- 염화물 함유량시험 결과, 전 개소에서 상태평가 “a” 로 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
- 강재비파괴 시험 결과, 용접상태, 도막두께의 상태는 모두 양호한 것으로 나타남.

다. 상태평가 결과

- 상태평가 결과, 양호의 상태인 “B등급” 으로 평가되었으나, 결함지수가 C등급에 근접한 상태이므로, 바닥판에 발생한 균열, 박락, 철근노출과 하부구조에 발생한 균열 등의 손상을 보수하여 양호한 상태의 구조물로서 유지관리 하는 것이 바람직할 것이다.

라. 안전성평가 결과

- 상부구조에 대한 구조검토결과, 바닥판의 경우 최소안전율이 1.237로, 거더의 경우는 최소안전율이 1.160로 안전율 1.0을 상회하는 것으로 평가되었다. 하부구조의 경우 최소안전율 3.374로서 안전율 1.0을 초과하며 내하력 평가결과, 기본내하력이 설계활하중인 DB-24를 상회하여 구조물이 전반적으로 구조적 안전성을 확보한 것으로 판단되며 최종적인 안전성 평가등급은 A등급이다.

마. 결론

- 용성2교는 16년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 강박스 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)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◎정밀안전진단 결과 요약문

제 1장 정밀안전진단 개요	1
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	13
1.6 교량기호의 정의	14
 제 2장 자료수집 및 분석	15
2.1 자료수집 현황	17
2.1.1 자료수집 현황	17
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	18
2.2.1 일반보고서	18
2.2.2 일반보고서(실시설계)	20
2.2.3 구조계산서 검토	24
2.2.4 토질 및 지반조사 자료검토	28
2.2.5 기 정밀안전진단 분석	30
2.2.6 시공관련 자료검토	42

2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약	43
2.4 보수·보강 이력	50
2.5 시설물의 내진설계 여부	50
2.6 자료분석 결과요약	51

제 3장 현장조사 및 시험 53

3.1 개 요	55
3.2 외관조사(천안방향)	57
3.2.1 상부구조	57
3.2.2 하부구조	66
3.2.3 교량받침	71
3.2.4 신축이음장치	79
3.2.5 교면포장	85
3.2.6 기타부재	87
3.3 외관조사(논산방향)	91
3.3.1 상부구조	91
3.3.2 하부구조	100
3.3.3 교량받침	104
3.3.4 신축이음장치	111
3.3.5 교면포장	116
3.3.6 기타부재	118
3.4 콘크리트 내구성조사	123
3.4.1 개 요	123
3.4.2 시험내용 및 평가기준	125
3.4.3 시험결과 및 분석	139
3.5 강재 내구성 조사	153
3.5.1 개 요	153
3.5.2 시험내용 및 평가기준	155
3.5.3 용접부에 발생하는 대표적인 결함	159
3.5.4 시험결과 및 분석	160
3.6 현장조사 및 시험 결과요약	162

3.6.1 현장조사 결과	162
3.6.2 시험 및 측정 결과	168

제 4장 시설물의 상태평가 173

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 천안방향	178
4.3.2 논산방향	183

제 5장 시설물의 안전성 평가 189

5.1 개요	191
5.2 구조해석(천안방향)	192
5.2.1 구조해석 및 절차	192
5.2.2 교량 제원	192
5.2.3 설계기준	192
5.2.4 단면특성	193
5.2.5 해석모델	194
5.2.6 하중산정	194
5.2.7 해석결과	198
5.2.8 바닥판 안전성 검토	210
5.2.9 바닥판 균열 검토	213
5.2.10 하부구조 검토	216
5.3 구조해석(논산방향)	222
5.3.1 구조해석 및 절차	222
5.3.2 교량 제원	222
5.3.3 설계기준	222
5.3.4 단면특성	223

5.3.5 해석모델	224
5.3.6 하중산정	224
5.3.7 해석결과	228
5.3.8 바닥판 안전성 검토	241
5.3.9 바닥판 균열 검토	243
5.3.10 하부구조 검토	245
5.4 내하력 평가	251
5.4.1 개 요	251
5.4.2 기본 내하력 평가	258
5.4.3 고찰	254
5.5 안전성평가 등급 산정	255
5.5.1 개 요	255
5.5.2 안전성 평가결과	256

제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정 259

6.1 종합평가 산정절차	261
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	261
6.2 종합평가 결과	262
6.3 안전등급 지정	263
6.3.1 안전등급기준	263
6.3.2 안전등급 지정	263

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안 265

7.1 개 요	267
7.2 보수·보강 방안	268
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	268
7.2.2 결함내용별 보수·보강방안	270
7.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법	274
7.3 보수·보강 개략공사비	282
7.4 유지관리방안	286
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	286

7.4.2 유지관리시 점검요령	289
------------------------	-----

제 8장 종합결론	299
8.1 종합결론	301
8.2 현장조사 결과	301
8.3 시험 및 측정 결과	302
8.4 상태평가 결과	302
8.5 안전성평가 결과	302
8.6 결 언	303

◎ 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. 사전검토보고서 및 과업수행계획서
10. 심의의견 및 조치결과

표 목 차

【표 1.1】 과업의 내용	4
【표 1.2】 정밀안전진단 과업수행 일정	6
【표 1.3】 용성2교 현황표	7
【표 1.4】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항	13
【표 1.5】 교량기호의 정의	14
【표 2.1】 자료수집 현황	17
【표 2.2】 설계구간	18
【표 2.3】 과업기간	18
【표 2.4】 장래교통량	19
【표 2.5】 용성2교 교량 현황	20
【표 2.6】 교량 형식별 분류	22
【표 2.7】 용성2교 구조검토 조건	24
【표 2.7】 용성2교 구조검토 조건(계속)	25
【표 2.7】 용성2교 구조검토 조건(계속)	26
【표 2.8】 용성2교 상부구조 구조검토 결과요약	27
【표 2.9】 용성2교 하부구조 구조검토 결과요약	27
【표 2.10】 용성2교 지역의 지층구성상태	28
【표 2.11】 용성2교 점검 및 진단이력	43
【표 2.11】 용성2교 점검 및 진단이력(계속)	44
【표 2.11】 용성2교 점검 및 진단이력(계속)	45
【표 2.11】 용성2교 점검 및 진단이력(계속)	46
【표 2.11】 용성2교 점검 및 진단이력(계속)	47
【표 2.11】 용성2교 점검 및 진단이력(계속)	48
【표 2.11】 용성2교 점검 및 진단이력(계속)	49
【표 2.12】 자료분석 결과요약	51
【표 3.1】 각 부재 별 조사방법 및 기간	56
【표 3.2】 바닥판 외관조사 결과	57
【표 3.3】 바닥판 외관조사 결과(천안방향)	59
【표 3.4】 거더내부 외관조사 결과	61
【표 3.5】 거더내부 외관조사 결과(천안방향)	62
【표 3.6】 거더외부 외관조사 결과	63
【표 3.7】 거더외부 외관조사 결과(천안방향)	64
【표 3.8】 가로보 및 세로보 외관조사 결과	65
【표 3.9】 가로보 및 세로보 외관조사 결과(천안방향)	65
【표 3.10】 교대 외관조사 결과	67

【표 3.11】 교대 외관조사 결과(천안방향)	68
【표 3.12】 교각 외관조사 결과	69
【표 3.13】 교각 외관조사 결과(천안방향)	70
【표 3.14】 교량받침 현황	72
【표 3.15】 교량받침 외관조사 결과	73
【표 3.16】 교량받침 외관조사 결과(천안방향)	73
【표 3.17】 교대 및 교각 받침부(천안방향) 연단거리 조사결과	75
【표 3.18】 교량받침 가동상태 검토결과(천안방향)	76
【표 3.19】 교량받침 이동량 산정	77
【표 3.20】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(천안방향)	77
【표 3.21】 교량받침 이동량(기상청 통계자료) 검토결과(천안방향)	78
【표 3.22】 신축이음장치 외관조사 결과	79
【표 3.23】 신축이음장치 외관조사 결과(천안방향)	80
【표 3.24】 신축이음 유간 측정결과(천안방향)	82
【표 3.25】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과	82
【표 3.26】 신축이음 신축이동량(설계기준 온도) 산정	83
【표 3.27】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(설계기준 온도) 검토결과(천안방향)	83
【표 3.28】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(기상청 통계자료) 검토결과(천안방향)	84
【표 3.29】 교면포장 외관조사 결과	85
【표 3.30】 교면포장 외관조사 결과(천안방향)	86
【표 3.31】 배수시설 외관조사 결과	88
【표 3.32】 배수시설 외관조사 결과(천안방향)	88
【표 3.33】 난간 및 연석 외관조사 결과	89
【표 3.34】 방호울타리 외관조사 결과(천안방향)	90
【표 3.35】 바닥판 외관조사 결과	91
【표 3.36】 바닥판 외관조사 결과(논산방향)	93
【표 3.37】 거더내부 외관조사 결과	95
【표 3.38】 거더내부 외관조사 결과(논산방향)	96
【표 3.39】 거더외부 외관조사 결과	97
【표 3.40】 거더외부 외관조사 결과(논산방향)	98
【표 3.41】 가로보 및 세로보 외관조사 결과	99
【표 3.42】 가로보 및 세로보 외관조사 결과(논산방향)	99
【표 3.43】 교대 외관조사 결과	100
【표 3.44】 교대 외관조사 결과(논산방향)	101
【표 3.45】 교각 외관조사 결과	102
【표 3.46】 교각 외관조사 결과(논산방향)	103
【표 3.47】 교량받침 현황	104
【표 3.48】 교량받침 외관조사 결과	105
【표 3.49】 교량받침 외관조사 결과(논산방향)	106
【표 3.50】 교대 및 교각 받침부(논산방향) 연단거리 조사결과	107
【표 3.51】 교량받침 가동상태 검토결과(논산방향)	108

【표 3.52】 교량받침 이동량 산정	118
【표 3.53】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(논산방향)	109
【표 3.54】 교량받침 이동량(기상청 통계자료) 검토결과(논산방향)	110
【표 3.55】 신축이음장치 외관조사 결과	111
【표 3.56】 신축이음장치 외관조사 결과(논산방향)	112
【표 3.57】 신축이음 유간 측정결과(논산방향)	113
【표 3.58】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과	113
【표 3.59】 신축이음 신축이동량(설계기준 온도) 산정	114
【표 3.60】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(설계기준 온도) 검토결과(논산방향)	114
【표 3.61】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(기상청 통계자료) 검토결과(논산방향)	115
【표 3.62】 교면포장 외관조사 결과	116
【표 3.63】 교면포장 외관조사 결과(논산방향)	117
【표 3.64】 배수시설 외관조사 결과	119
【표 3.65】 배수시설 외관조사 결과(논산방향)	119
【표 3.66】 난간 및 연석 외관조사 결과	121
【표 3.67】 방호울타리 외관조사 결과(논산방향)	122
【표 3.68】 콘크리트 비파괴시험 현황	123
【표 3.69】 보정반발경도(Ro)	126
【표 3.70】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	127
【표 3.71】 재령계수 α 값	127
【표 3.72】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	130
【표 3.73】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	134
【표 3.73】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인(계속)	135
【표 3.74】 탄산화 상태평가 기준	136
【표 3.75】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))	137
【표 3.76】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))	137
【표 3.77】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과	139
【표 3.78】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과	140
【표 3.79】 비파괴강도 시험결과 분석	140
【표 3.80】 기 진단결과와의 시험결과 비교·분석	140
【표 3.81】 상부구조 철근탐사 시험결과	141
【표 3.82】 하부구조 철근탐사 시험결과	141
【표 3.83】 기 진단결과와의 시험결과 비교·분석	142
【표 3.84】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	143
【표 3.85】 기 진단결과와의 시험결과 비교·분석	143
【표 3.86】 염화물 함유량 시험결과 및 평가	144
【표 3.87】 기 진단결과와의 시험결과 비교·분석	144
【표 3.88】 균열깊이 조사결과	145
【표 3.89】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과	146
【표 3.90】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과	147
【표 3.91】 비파괴강도 시험결과 분석	147

【표 3.92】 기 진단결과와의 시험결과 비교·분석	147
【표 3.93】 상부구조 철근탐사 시험결과	148
【표 3.94】 하부구조 철근탐사 시험결과	149
【표 3.95】 기 진단결과와의 시험결과 비교·분석	149
【표 3.96】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	150
【표 3.97】 기 진단결과와의 시험결과 비교·분석	150
【표 3.98】 염화물 함유량 시험결과 및 평가	151
【표 3.99】 기 진단결과와의 시험결과 비교·분석	157
【표 3.100】 균열깊이 조사결과	152
【표 3.101】 강제 비파괴시험 현황	153
【표 3.102】 결함의 등급 분류	156
【표 3.103】 용접부 결함의 합·부 판정기준	156
【표 3.104】 일반환경용 중방식 도장(공사시방서)	158
【표 3.105】 일반환경용 중방식 도장(현 시방기준)	158
【표 3.106】 용접부에 발생하는 대표적인 결함	159
【표 3.107】 초음파탐상(UT) 시험결과	160
【표 3.107】 초음파탐상(UT) 시험결과(계속)	161
【표 3.108】 강제 도막두께 측정결과	161
【표 3.109】 금회 진단 외관조사 결과 요약	162
【표 3.109】 금회 진단 외관조사 결과 요약(계속)	163
【표 3.110】 기 점검 외관조사 결과 비교	164
【표 3.111】 금회 진단 외관조사 결과 요약	165
【표 3.111】 금회 진단 외관조사 결과 요약(계속)	166
【표 3.112】 기 점검 외관조사 결과 비교	167
【표 3.113】 금회 진단 내구성조사 결과요약	168
【표 3.114】 기 진단 내구성조사 결과비교	169
【표 3.115】 금회 진단 내구성조사 결과요약	170
【표 3.116】 기 진단 내구성조사 결과비교	171
【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 및 세로보 상태평가 결과(천안방향)	178
【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)	179
【표 4.10】 교량받침 상태평가 결과(천안방향)	180
【표 4.11】 신축이음 상태평가 결과(천안방향)	180
【표 4.12】 교면포장 상태평가 결과(천안방향)	180

【표 4.13】 배수시설 상태평가 결과(천안방향)	180
【표 4.14】 난간 및 연석 상태평가 결과(천안방향)	181
【표 4.15】 탄산화 상태평가 결과(천안방향)	181
【표 4.16】 염화물 상태평가 결과(천안방향)	181
【표 4.17】 상태평가 결과표(천안방향)	182
【표 4.18】 콘크리트 바닥판 상태평가 결과(논산방향)	183
【표 4.19】 거더 상태평가 결과(논산방향)	183
【표 4.20】 가로보 및 세로보 상태평가 결과(논산방향)	183
【표 4.21】 콘크리트 교대 상태평가 결과(논산방향)	184
【표 4.22】 콘크리트 교각 상태평가 결과(논산방향)	184
【표 4.23】 기초 상태평가 결과(논산방향)	184
【표 4.24】 교량받침 상태평가 결과(논산방향)	185
【표 4.25】 신축이음 상태평가 결과(논산방향)	185
【표 4.26】 교면포장 상태평가 결과(논산방향)	185
【표 4.27】 배수시설 상태평가 결과(논산방향)	185
【표 4.28】 난간 및 연석 상태평가 결과(논산방향)	186
【표 4.29】 탄산화 상태평가 결과(논산방향)	186
【표 4.30】 염화물 상태평가 결과(논산방향)	186
【표 4.31】 상태평가 결과표(논산방향)	187

【표 5.1】 합성전 교량 단면상수	193
【표 5.2】 합성후 교량 단면상수	194
【표 5.3】 강제중량 할증율 산정 결과	195
【표 5.4】 상부구조에 작용하는 풍하중	196
【표 5.5】 하부구조에 작용하는 풍하중	196
【표 5.6】 휨모멘트 산출결과 (kN·m)	200
【표 5.7】 영향계수 $k_{\text{값}}$ 산출결과 요약 (MPa)	200
【표 5.8】 응력 산정시 입력자료	201
【표 5.9】 적용 하중조합	204
【표 5.10】 사용재료의 허용응력	204
【표 5.11】 정모멘트부(제2지간 중앙부) 응력 검토 결과 (MPa)	205
【표 5.12】 응력 산정시 입력자료	206
【표 5.13】 사용재료의 허용응력	209
【표 5.14】 부모멘트부(제2 내부 지점부) 응력 검토 결과 (MPa)	209
【표 5.15】 조합응력 검토결과	210
【표 5.16】 고정하중에 대한 휨모멘트	210
【표 5.17】 고정하중에 대한 휨모멘트	212
【표 5.18】 극한강도 검토시 하중조합	217
【표 5.19】 부재력 요약	217

【표 5.20】	임계하중 산정 결과	218
【표 5.21】	세장비 검토 결과	219
【표 5.22】	확대모멘트계수 산정	219
【표 5.23】	확대모멘트계수 산정 결과	220
【표 5.24】	단면력 산출결과 요약	220
【표 5.25】	P-M 상관도에 의한 기둥 안전성 평가 결과 요약	221
【표 5.26】	합성전 교량 단면상수	223
【표 5.27】	합성후 교량 단면상수	223
【표 5.28】	강재중량 할증율 산정 결과	225
【표 5.29】	상부구조에 작용하는 풍하중	226
【표 5.30】	하부구조에 작용하는 풍하중	226
【표 5.31】	휨모멘트 산출결과 (kN·m)	230
【표 5.32】	영향계수 $k_{\text{값}}$ 산출결과 요약 (MPa)	230
【표 5.33】	응력 산정시 입력자료	231
【표 5.34】	적용 하중조합	234
【표 5.35】	사용재료의 허용응력	234
【표 5.36】	정모멘트부(제2지간 중앙부) 응력 검토 결과 (MPa)	235
【표 5.37】	응력 산정시 입력자료	236
【표 5.38】	사용재료의 허용응력	239
【표 5.39】	부모멘트부(제1 내부 지점부) 응력 검토 결과 (MPa)	240
【표 5.40】	조합응력 검토결과	240
【표 5.41】	고정하중에 대한 휨모멘트	241
【표 5.42】	극한강도 검토시 하중조합	245
【표 5.43】	부재력 요약	245
【표 5.44】	임계하중 산정 결과	247
【표 5.45】	세장비 검토 결과	248
【표 5.46】	확대모멘트계수 산정 결과	248
【표 5.47】	확대모멘트 산정 결과	249
【표 5.48】	단면력 산출결과 요약	249
【표 5.49】	P-M 상관도에 의한 기둥 안전성 평가 결과 요약	250
【표 5.50】	허용응력법에 의한 용성2교(천안방향) 거더의 공용내하력	253
【표 5.51】	허용응력법에 의한 용성2교(논산방향) 거더의 공용내하력	253
【표 5.52】	강도설계법에 의한 용성2교(천안방향) 바닥판의 공용내하력	253
【표 5.53】	강도설계법에 의한 용성2교(논산방향) 바닥판의 공용내하력	254
【표 5.54】	구조물의 안전성 평가기준	255
【표 5.55】	안전성 평가결과	257
【표 6.1】	종합평가 결과 (천안방향)	262
【표 6.2】	종합평가 결과 (논산방향)	262
【표 6.3】	시설물의 안전등급	263
【표 6.4】	안전등급 지정	263
【표 7.1】	시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	267

【표 7.2】 보수·보강 우선순위 결정 기준	268
【표 7.3】 보수·보강 일람표(천안방향)	270
【표 7.3】 보수·보강 일람표(천안방향)(계속)	271
【표 7.4】 보수·보강 일람표(논산방향)	272
【표 7.4】 보수·보강 일람표(논산방향)(계속)	273
【표 7.5】 수지주입공법의 종류	275
【표 7.6】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	275
【표 7.7】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	275
【표 7.8】 에폭시계 수지의 규격	276
【표 7.9】 주입공법 공법비교안	277
【표 7.10】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	280
【표 7.11】 단면복구(보수) 공법비교안	281
【표 7.12】 보수·보강 개략공사비(천안방향)	282
【표 7.12】 보수·보강 개략공사비(천안방향)(계속)	283
【표 7.13】 보수·보강 개략공사비(논산방향)	284
【표 7.13】 보수·보강 개략공사비(논산방향)(계속)	285
【표 7.14】 신축 여유량 부족 현황	286
【표 7.15】 부재별 유지관리 중점사항	288

그림 목 차

【그림 1.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	5
【그림 1.2】 종·평면도	8
【그림 1.3】 슬래브 일반도	9
【그림 1.4】 STB 일반도	10
【그림 1.5】 교대 일반도	11
【그림 1.6】 교각 일반도	12
【그림 2.1】 본선 토공구간 표준횡단면도(양방향 4차선)	19
【그림 2.2】 지층별 N-치와 심도와의 관계(용성2교)	28
【그림 3.1】 교량받침 배치도	66
【그림 3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	74
【그림 3.3】 교량받침 배치도	104
【그림 3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	106
【그림 3.5】 콘크리트 내구성조사 위치도	124
【그림 3.6】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	125
【그림 3.7】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	128
【그림 3.8】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	129
【그림 3.9】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	129
【그림 3.10】 철근탐사 측정원리	131
【그림 3.11】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	132
【그림 3.12】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	134
【그림 3.13】 T_c - T_0 법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법	138
【그림 3.14】 상부구조 평균압축강도 추정결과	139
【그림 3.15】 하부구조 평균압축강도 추정결과	140
【그림 3.16】 탄산화 깊이 측정결과	143
【그림 3.17】 염화물시험 측정결과	144
【그림 3.18】 상부구조 평균압축강도 추정결과	146
【그림 3.19】 하부구조 평균압축강도 추정결과	147
【그림 3.20】 탄산화 깊이 측정결과	150
【그림 3.21】 염화물시험 측정결과	151
【그림 3.22】 강재 내구성조사 위치도	154
【그림 3.23】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	155
【그림 3.24】 Gauge 영점조정	157
【그림 3.25】 Gauge 초기화(Calibration)	157
【그림 4.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법	177

【그림 5.1】 종·평면도	191
【그림 5.2】 강박스 거더 구조해석 모델	194
【그림 5.3】 강박스 거더의 하중조건별 부재력도	198
【그림 5.4】 강박스 거더의 고유진동수 해석 결과	199
【그림 5.5】 해석단면	216
【그림 5.6】 강박스 거더 구조해석 모델	224
【그림 5.7】 강박스 거더의 하중조건별 부재력도	228
【그림 5.8】 강박스 거더의 고유진동수 해석 결과	229
【그림 5.9】 해석단면	245
【그림 6.1】 종합평가 결과 산정절차	261
【그림 7.1】 보수보강방안 추진방향	269
【그림 7.2】 콘크리트 표면처리 시공순서도	274
【그림 7.3】 균열 보수공법 개요도	276
【그림 7.4】 단면복구(보수) 상세도	279

사 진 목 차

【사진 3.1】 용성2교 장비접근 현황	56
【사진 3.2】 바닥판 전경	57
【사진 3.3】 바닥판 손상현황	58
【사진 3.4】 강박스 거더 전경	60
【사진 3.5】 강박스 거더 내부 손상현황	61
【사진 3.6】 강박스 거더 외부 손상현황	63
【사진 3.7】 가로보 및 세로보 전경	64
【사진 3.8】 가로보 및 세로보 손상현황	65
【사진 3.9】 교대 전경	66
【사진 3.10】 교대 손상현황	67
【사진 3.11】 교각 전경	69
【사진 3.12】 교각 손상현황	70
【사진 3.13】 교각 외관조사 결과(천안방향)	70
【사진 3.14】 교량받침 손상현황	73
【사진 3.15】 연단거리 측정	75
【사진 3.16】 교량받침 가동량 측정 전경	76
【사진 3.17】 신축이음장치 전경	79
【사진 3.18】 신축이음장치 손상현황	80
【사진 3.19】 신축이음장치 손상현황	73
【사진 3.19】 신축이음 유간 측정방법	81
【사진 3.20】 교면포장 전경	85
【사진 3.21】 교면포장 손상현황	86
【사진 3.22】 배수구 및 배수관 전경	87
【사진 3.23】 배수관 손상현황	88
【사진 3.24】 난간 및 연석 전경	89
【사진 3.25】 난간 및 연석 손상현황	90
【사진 3.26】 바닥판 전경	91
【사진 3.27】 바닥판 손상현황	92
【사진 3.28】 강박스 거더 전경	94
【사진 3.29】 강박스 거더 내부 손상현황	95
【사진 3.30】 강박스 거더 외부 손상현황	97
【사진 3.31】 가로보 및 세로보 전경	98
【사진 3.32】 가로보 및 세로보 손상현황	99
【사진 3.33】 교대 전경	100
【사진 3.34】 교대 손상현황	101

【사진 3.35】 교각 전경	102
【사진 3.36】 교각 손상현황	103
【사진 3.37】 교량받침 손상현황	105
【사진 3.38】 연단거리 측정	107
【사진 3.39】 교량받침 가동량 측정 전경	108
【사진 3.40】 신축이음장치 전경	111
【사진 3.41】 신축이음장치 손상현황	112
【사진 3.42】 신축이음 유간 측정방법	113
【사진 3.43】 교면포장 전경	116
【사진 3.44】 교면포장 손상현황	117
【사진 3.45】 배수구 및 배수관 전경	118
【사진 3.46】 배수시설 손상현황	119
【사진 3.47】 난간 및 연석 전경	120
【사진 3.48】 난간 및 연석 손상현황	121
【사진 3.49】 콘크리트 내구성조사 전경	124
【사진 3.50】 강재 내구성조사 전경	154
【사진 7.1】 신축이음 누수에 따른 손상 발생 현황	287