

제 출 문

천안논산고속도로 주식회사 귀중

귀사와 2017년 10월 16일자로 계약을 체결한 “논산천안고속도로 1종시설물 정밀안전진단 용역(2구역)”을 성실히 수행하고 연무IC교의 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



연무IC교 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	논산천안고속도로 1종시설물 정밀안전진단 용역(2구역)	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)	20,684	안전등급	B
시설물 위치	충청남도 논산시 채운면 화정리 (연무IC 10+043)	시설물 규모	L=200.0m, B=15.6m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	■ 없음				
진단 주요결과	■ 바닥판 하면 폭 0.1~0.2mm 균열, 들뜸, 백태 ■ 거더 내부 Splice 틈, PIT, 굽힘, 녹발생 및 단부부식, 도장박리 및 부식 등 ■ 거더 외부 굽힘, 도장박리, 볼트풀림, 부식 ■ 가로보 및 세로보 부식 ■ 교대 및 교각 폭 0.1~0.3mm 균열, 망상균열, 들뜸 및 박락, 백태 등 ■ 교량받침 무수축물탈 균열, 유압실린더 및 받침 부식 ■ 신축이음 본체 부식, 유간 토사퇴적, 후타재 폭 0.1~0.2mm 균열, 파손 및 들뜸 ■ 난간 및 연석 폭 0.1~0.3mm 균열, 백태, 박리 및 박락, 파손, 도장박리 등				
주요 보수·보강	■ 폭 0.3mm균열 주입보수 ■ 들뜸 및 박락, 파손 부 단면보수 ■ 도장박리 및 부식 부 채도장				
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					
■ 폭 0.3mm이상 균열부 및 기 손상부 진전 여부 파악 및 신규손상 발생여부 파악					

연무IC교 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
○ 연무IC교는 16년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 강박스 거더와 바닥판, 하부구조에는 구조적 손상은 조사되지 않은 상태이다. 주부재 및 보조부재에 일부 발생한 균열(폭 0.3mm이상), 들뜸 및 박락, 도장박리 및 부식 등의 손상부는 교량의 내구성 저하 방지를 위한 국부적인 보수 및 주의관찰을 통한 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.	
책임기술자 : 서 종 태 (서명)	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	a~b	- 균열(0.3mm미만) - 들뜸 - 백태	- 주의관찰 - 주의관찰 - 주의관찰
	거더 내부	b	- Splice 틈, PIT, 굽힘 - 단부부식, 도장박리 및 부식 - 이물질 퇴적, 화재흔적	- 주의관찰 - 재도장 - 주의관찰
	거더 외부	b	- 굽힘, 볼트풀림 - 도장박리 및 부식	- 주의관찰 - 재도장
	가로보 및 세로보	a~b	- 부식	- 재도장
하부구조	교대	c	- 균열(0.3mm미만), 망상균열 - 균열(0.3mm이상) - 들뜸 및 박락, 계단부 침하 - 백태, 누수흔적, 배부름	- 주의관찰 - 주입보수 - 단면보수 - 주의관찰
	교각	a~b	- 균열(0.3mm미만) - 표지판 탈락	- 주의관찰 - 주의관찰

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
교량받침	b~c	- 무수축 몰탈 균열 - 받침 부식	- 주의관찰 - 재도장
신축이음장치	c	- 본체 부식, 유간 토사퇴적 - 후타재 균열(0.3mm미만), 들뜸	- 주의관찰 - 주의관찰
교면포장	a	- 상태 양호	- 주의관찰
기타부재	배수시설	a	- 상태 양호 - 주의관찰
	난간 및 연석	b~c	- 균열(0.3mm미만), 백태 - 균열(0.3mm이상) - 박리 및 박락, 파손 - 도장박리 - 주의관찰 - 주입보수 - 주의관찰 - 주의관찰

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
강박스거더	허용응력법	최소 안전율 1.235로 양호	1.0이상	A
바닥판	강도설계법	최소 안전율 1.167로 양호	1.0이상	
교각	강도설계법	최소 안전율 2.045로 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)

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정	설계	
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	28.2 ~ 30.3	27.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	29.3 ~ 30.9		
	하부 구조	반발경도	25.1 ~ 26.3	24.0	
		초음파	27.1 ~ 28.2		
철근탐사 (mm)	상부 구조	배근간격	135 ~ 315	150 ~ 300	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	36 ~ 86	40	
	하부 구조	배근간격	93 ~ 297	100 ~ 300	
		피복두께	61 ~ 103	50 ~ 100	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		30.0 ~ 36.0		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		62.0 ~ 97.0		
염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부구조		0.0294		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
	하부구조		0.0113 ~ 0.0317		
강재 비파괴 시험	초음파탐상시험		1급		■ 강재 용접부에 대한 시험 결과 결함이 없는 1급으로 나타남
	도막두께 측정 (μm)	거더내부	186 ~ 194	175	■ 도막두께 측정 결과 표준 도막두께를 상회하는 양호한 상태로 측정되었음
		거더외부	221 ~ 230	215	
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. - 거더에 대한 강재비파괴 시험 결과 용접부, 도장의 상태는 모두 양호한 것으로 나타남.				

연무IC교 현황표

작성일 : 2018년 06월 30일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		연무IC교		시설물번호		BR2003-0001981	
준공년월		2002년 12월 23일		관리번호		논산천안교량-05	
시설물위치		충청남도 논산시 채운면 화정리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		논산천안고속도로 (연무IC 10+043)	
제원	연장	L = 200.0m (2@30+2@45+50 = 200.0m)					
	폭	B = 15.6m, 2차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	강관 PILE	
	하 부	교대-역T형(RTA) 교각-라멘식(RAP)			교각	강관 PILE	
교량받침		POT BEARING		신축이음		M.S JOINT	
교차시설물		군도 및 하천		통과높이		16.0m	
설 계 사		금호엔지니어링(주)		시 공 사		금호산업(주), 이수건설(주)	
내진설계유무		내진설계적용		관리주체		천안논산고속도로(주)	
부착시설내용		- 난간					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 난간유형 : 콘크리트 - 중앙분리대 : 콘크리트 - 조명 시설 : 가로등 9기					

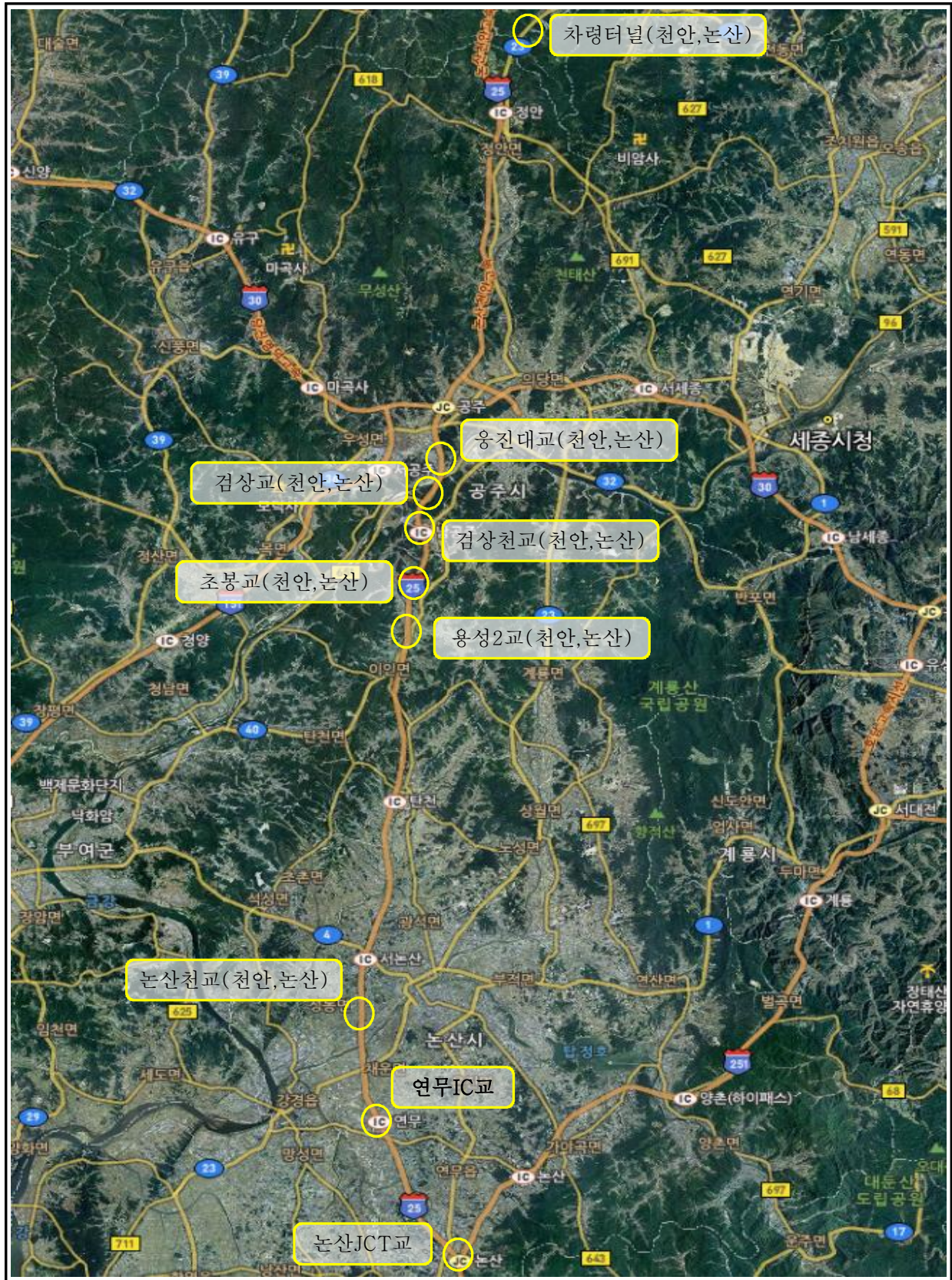
정밀안전진단 참여기술진(1)

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 채운면 화정리 (논산천안고속도로 연무IC교 10+043)

시설물의 전경사진(1)



상부전경



측면전경

시설물의 전경사진(2)



바닥판하면 및 거더 외부 전경



강박스 내부 전경

시설물의 전경사진(3)



교대 전경(A1)



교각 전경(P1)

시설물의 전경사진(4)



신축이음장치 전경(A2)



교량받침 전경(P2)

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 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

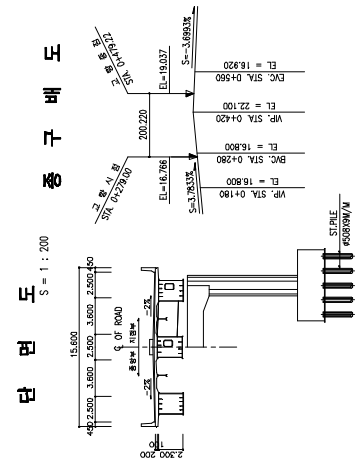
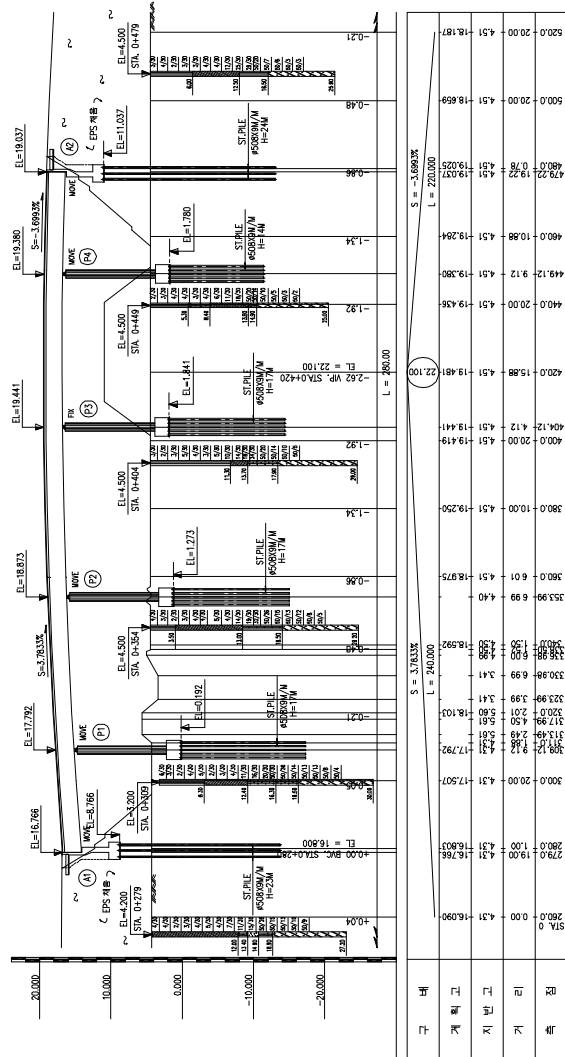
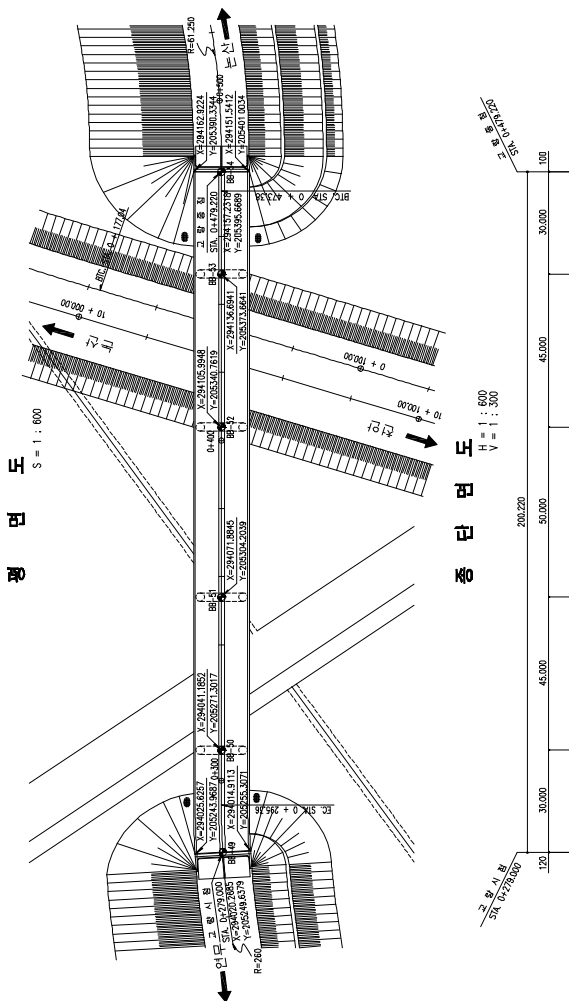
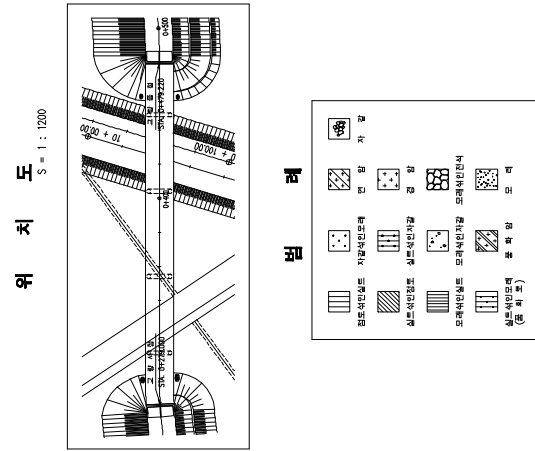
2017. 10. 19 ~ 2018. 06. 30(착수일로부터 255일간)

1.3 시설물의 개요

1) 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		연무IC교		시설물번호		BR2003-0001981	
준공년월		2002년 12월 23일		관리번호		논산천안교량-05	
시설물위치		충청남도 논산시 채운면 화정리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		논산천안고속도로 (연무IC 10+043)	
제원	연장	L = 200.0m (2@30+2@45+50 = 200.0m)					
	폭	B = 15.6m, 2차로					
구조 형식	상 부	강상자형교(STB)		기초 형식	교대	강관 PILE	
	하 부	교대-역T형(RTA) 교각-라멘식(RAP)			교각	강관 PILE	
교량받침		POT BEARING		신축이음		M.S JOINT	
교차시설물		군도 및 하천		통과높이		16.0m	
설 계 사		금호엔지니어링(주)		시 공 사		금호산업(주), 이수건설(주)	
내진설계유무		내진설계적용		관리주체		천안논산고속도로(주)	
부착시설내용		- 난간					
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 난간유형 : 콘크리트 - 중앙분리대 : 콘크리트 - 조명 시설 : 가로등 9기					

2) 시설물의 주요도면

[illegible]

〈교량의 종.평면도〉

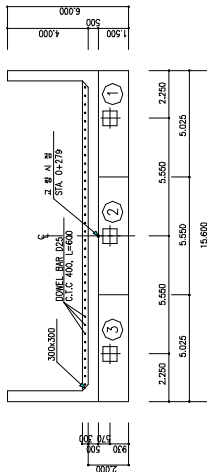
천만~보신간 고속도로 제6공구
교량 내진성능 평가 설계

Revision: 2000d 4회 Revision: 2000d 8회 Revision: 2000d 10회
 검토승인: 박영준 검토승인: 박영준 검토승인: 박영준
 1. 검토승인: 박영준 (12mm~5mm)
 2. 검토승인: 박영준

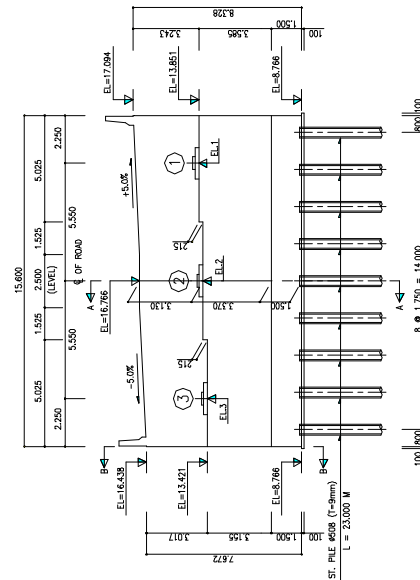
설계도면

(시점부)

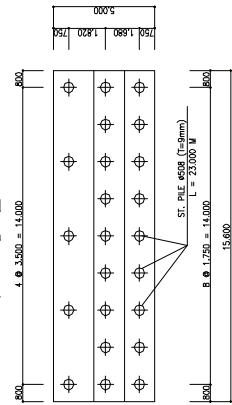
평면도



정면도



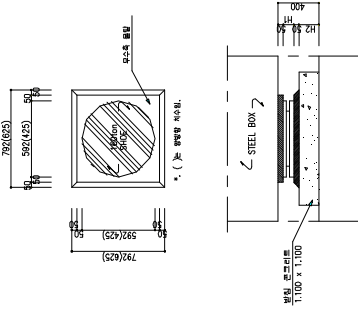
기초평면도



<교대 일반도-A1>

SHOE 받침 상세도

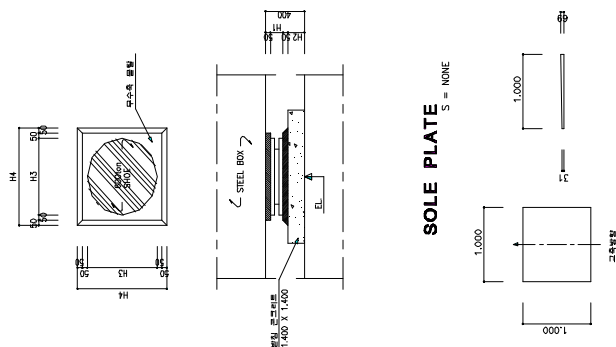
S = NONE



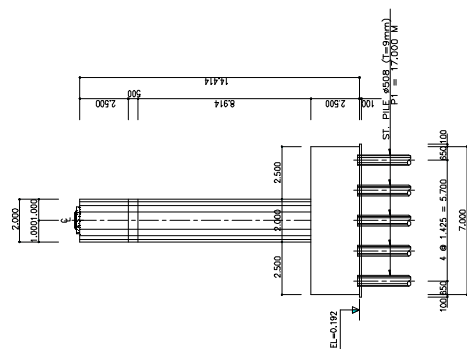
Revision. 2000년 8월

SHOE 박취 상제도⁵

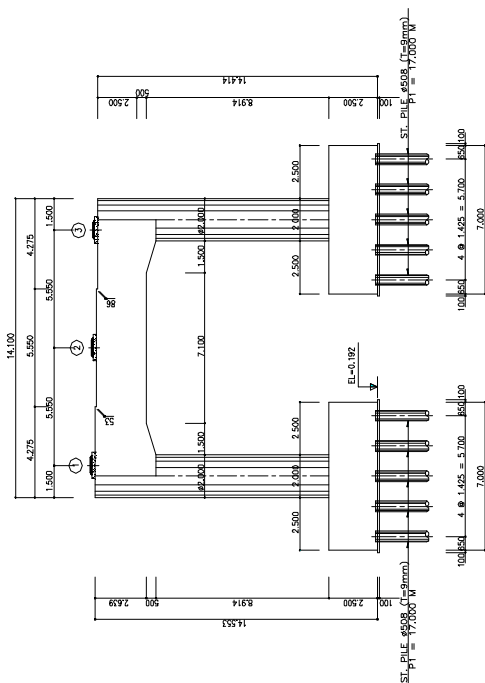
L S = NONE



네
서
화



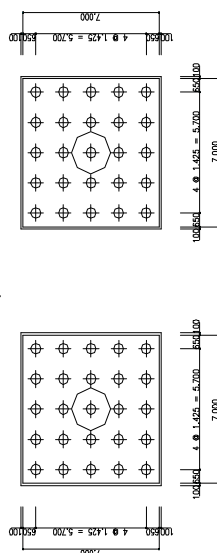
॥



SHOE DIMENSION TABLE

[illegible]

車
下



〈교각 일반도〉

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

일 자	내 용	물 량	비 고
06년 10월	점검시설 정비	N=1EA	사다리 와이어 설치(P1)
08년 04월	받침장치 재도장	N=13EA	P2, A2
09년 11월	받침장치 재도장	N=4EA	A1-SH2
16년 10월	신축이음부 교체	A1 양방향 : MS 120 A2 양방향 : MS 80	

2.2 점검 및 진단이력

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
1	초기점검	2003.04	(주)아워브레인	주요 손상은 하부구조 균열, 교대 누수흔적 발생. 주의관찰.	A
2	정기점검	2003.12	(주)아워브레인	주요 손상은 교대 누수흔적 및 균열, 법면 보호블럭 침하, 파손 발생. 주의관찰.	-
3	정기점검	2004.6	(주)아워브레인	주요 손상은 교대 누수흔적 및 균열, 법면 보호블럭 침하, 파손 발생. 주의관찰.	-
4	정기점검	2004.7	(주)아워브레인	주요 손상은 주형외부 국부적인 도장박리, 법면 보호블럭 침하 및 파손, 도수로, 점검로 파손 발생. 주의관찰.	-
5	정밀점검	2005.4	(주)한길종합 엔지니어링	주요 손상은 주형외부 국부적인 도장박리, 법면 보호블럭 침하 및 파손, 도수로, 점검로 파손 발생. 주의관찰.	A

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
6	정기점검	2005.7	(주)한길종합 엔지니어링	주요 손상은 주형외부 국부적인 도장박리, 법면 보호블럭 침하 및 파손, 도수로, 점검로 파손 발생. 주의관찰.	-
7	정기점검	2006.3	(주)아워브레인	방호벽 및 하부구조에서 균열보수가 실시된 양호한 상태이나, 일부에서 보수부 재균열, 교대부 체수, 변색 및 콘크리트박락, 교면포장 접속부 이격(5cm), 배수시설 배수덮개 망실(그레이팅), 받침장치 무수축물탈 균열 및 유압실린더 부식, 신축이음부 본체 부식 및 후타재 이격, 누수등의 손상현황이 발생. 또한, 법면 보호블럭파손, 도수로 콘크리트 융기 및 파손, 점검사다리 와이어로프 망실등의 손상이 발생.	-
8	정기점검	2006.10	(주)아워브레인	교대부 체수, 변색 및 콘크리트박락, 배수시설 배수덮개 망실(그레이팅), 받침장치 무수축물탈 균열 및 유압실린더 부식, 신축이음부 본체 부식 및 후타재 이격, 누수 발생. 또한, A2 신축이음부 본체 유간이 0.2~0.4mm (하부슬래브 및 주형 유간은 양호한 상태임) 내외이므로 지속적인 관찰이 요망됨. 현재 손상현황은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 확보차원의 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요함.	-
9	정밀점검	2007.6	(주)아워브레인	상태평가 등급은 A등급으로 주요 손상부에 보수가 실시된 양호한 상태이다. 주요 손상현황은 배수덮개 망실, 하부구조 균열(폭0.1~0.2mm), 누수 및 체수, 교좌 부식, 신축이음부 본체 마모 및 후타재 이격등의 손상이 조사되었다. 발생한 손상현황은 일부부재에서 내구성 확보차원의 보수가 필요하며, 기타 손상부는 주의관찰이 필요하다.	A

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
10	정기점검	2007.12	(주)아워브레인	교량 일부에서 보수가 실시되었으며, 공용년수 증가로 인하여 경미한 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 발생한 손상현황은 접속부 아스콘 파손 및 공동, 방호벽 콘크리트 탈락, 배수구 덮개 망실, 주형 내부 경미한 도장손상 및 변형, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm), 받침장치 부식, 신축이음 본체 표면 부식 등이다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 증진을 위한 일부 보수와 지속적인 관찰과 유지관리가 필요.	-
11	정기점검	2008.6	(주)아워브레인	받침장치 부식부에 재도장이 실시된 상태이나, 공용년수 증가로 인하여 일부 부재에서 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 발생한 손상현황으로는 접속부 아스콘 파손 및 공동, 방호벽 콘크리트 탈락, 배수구 덮개 망실, 주형 내부 도장손상 및 변형, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm), 신축이음 본체 표면부식 및 이격 등의 손상이 발생한 상태이다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 증진을 위한 일부 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
12	정기점검	2008.12	(주)아워브레인	받침장치 부식부에 재도장이 실시된 상태이나, 공용년수 증가로 인하여 일부 부재에서 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 손상현황으로는 접속부 아스콘 파손 및 공동, 방호벽 콘크리트 탈락, 배수구 덮개 망실, 주형 내부 도장손상 및 변형, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm), 신축이음 본체 표면부식 및 이격 등의 손상이다. 발생한 손상현황은 전회와 비교시 진전은 미미한 상태이나, 구조물의 내구성 확보를 위하여 일부 보수를 실시하며, 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요.	-
13	정밀점검	2009.06	(주)한길종합 엔지니어링	정밀점검 결과, 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 'B'등급의 양호한 상태로 평가되었다. 주요 손상으로는 신축이음부 유간부족, 주형내부 우수유입 등이며, 기발생된 손상에 대해서는 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.	B

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
14	정기점검	2009.12	(주)한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 ‘양호’인 것으로 판단되며 주요 손상으로는 주형내부 우수유입에 의한 표면오염 및 이물질 퇴적, 하부구조 건조수축에 의한 표면균열이 조사되었다. 기 발생된 손상은 구조물의 안전성 및 내구성을 크게 저해하지는 않으나, 예방차원의 일부 보수가 필요한 상태이다.	-
15	정기점검	2010.06	(주)한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 ‘양호’인 것으로 판단되며 주요 손상으로는 주형내부 우수유입 및 이물질 퇴적에 의한 도장손상, 하부구조 건조수축에 의한 표면균열이 조사되었다. 본 교량은 1종 교량시설물로 점검일 현재 주부재 및 보조부재에 경미한 손상이 일부 조사되었으나 하자담보기간이 남아 있으므로 정기점검 등을 통하여 지속적인 주의관찰을 실시한다면 공용중 구조물의 안전에 지장을 주는 요인은 없을 것으로 사료된다.	-
16	정기점검	2010.12	(주)한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 전회 점검과 비교시 하부구조 균열 손상이 추가 발생하였으며, 거푸집 미제거에 대한 정비가 실시되었다. 주요 손상으로는 주형내부 우수유입 및 이물질 퇴적, 하부구조 균열, 신축이음부 본체 부식, 교량받침 무수축물탈 균열 등이다. 공용중 구조물의 내구성 증진을 위해 일부 손상에 대한 보수 조치가 필요하다. 추후 정기적인 점검을 통해 지속적인 주의관찰을 실시한다.	-
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. 현재 일부 부재에 손상이 조사되어 내구성 측면에서의 보수가 필요하다. 발생된 주요 손상으로는 교면접속부 갯길 아스콘균열, 중분대 콘크리트 박리, 신축이음 유간부족 및 이격, 주형내부 우수유입, 하부구조 균열 등이다. 특히 A1지점 본선방향의 신축이음장치는 실측 신장여유량이 온도에 의한 계산신장량에 비해 다소 부족한 것으로 검토되었으나, 부족한 여유량이 2.2mm 정도로 경미하므로, 현상태에서 교체보다는 하절기 신축거동상태 관찰 후 보수여부를 판단한다. 또한 주형 내부 우수유입 및 도장손상의 경우 향후 강제 주형의 내구성저하를 유발할 수 있으므로 조치가 필요하다.	B

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
18	정기점검	2011.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상 시설물의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 양호한 상태이다. 주요 손상으로는 포장면 접속부 침하균열, 바닥판하면 균열, 주형내부 이물질 퇴적, 교대 및 교각 균열, 교대 범면 손상 등이다. 기 발생한 손상에 대해서는 교량의 안전성 및 내구성 확보차원의 보수가 필요하며, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.	-
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 주형내부 이물질에 대한 정비, 배수구 덮개망실, 주형 외부 외부 맨홀 볼트 탈락, 교대 및 교각 균열 보수가 실시된 상태이며, 발생한 주요 손상으로는 교면포장 바닥판하면 균열 및 들뜸, 주형 도장손상, 하부구조 균열, 날개벽 및 접속부 토사유실, 점검계단 파손 등이다. 기 발생한 손상에 대해서도 내구성 저하방지를 위한 일부 보수를 실시하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등급으로써의 교량의 기능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.	-
20	정밀 안전진단	2013.06	(주)동우기술단	연무C교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B”등급의 양호한 상태로 평가되었다. 현재 일부 부재에 손상이 조사되어 내구성 측면에서의 보수가 필요하다. 발생한 주요 손상으로는 교면접속부 갯길 아스콘균열, 중분대 콘크리트 박리, 신축이음 유간부족 및 이격, 주형내부 우수유입, 하부구조 균열 등이다. 특히 A1지점 본선방향의 신축이음장치는 실측 신장여유량이 온도에 의한 계산신장량에 비해 다소 부족한 것으로 검토되었으나, 부족한 여유량이 2.2mm 정도로 경미하므로, 현상태에서 교체보다는 하절기 신축거동 상태 관찰 후 보수여부를 판단한다. 또한 주형 내부 우수유입 및 도장손상의 경우 향후 강재 주형의 내구성저하를 유발할 수 있으므로 조치가 필요하다. 대상 교량은 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 판단되며 외관조사에서 나타난 손상에 대하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등급으로써의 교량 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.	B

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
21	정기점검	2013.12	(주)동우기술단	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 ‘양호’ 한 상태로 판단된다. 다만, 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 발생한 상태이다. 발생한 주요 손상으로는 교면포장 균열 및 파손, 함몰, 신축이음 누수, 교량받침 유압실린더부식, 거더 도장손상, 하부구조 균열, 날개벽 및 접속부 토사유실, 점검계단 파손 등이다. 기 발생한 손상에 대해서도 내구성 저하방지를 위한 일부 보수를 실시하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 교량의 기능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.	-
22	정기점검	2014.06	(주)동우기술단	정기점검 결과 구조안전성 저하에 의한 징후가 없고 국부적으로 발생한 손상 외 전반적으로 시설물의 상태는 ‘양호’ 한 것으로 판단된다. 현재 발생한 손상 중 비교적 단기적인 손상 진전이 예상되는 일부 구간에 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며 향후 지속적인 주의관찰이 요망된다.	-
23	정기점검	2014.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 시설물의 안전성에는 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다. 다만, 사용성 향상을 위한 아스콘 손상에 대한 보수와 교대 법면의 토사유실 등에 대한 정비를 실시하는 것이 필요하다. 그 외 발생한 일반적인 손상 중 단면손상, 도장손상 등에 대해서는 손상부위가 국부적인 표면손상에 그치므로 주의관찰을 실시하여 진전시 보수를 고려하는 효율적인 유지관리가 필요하다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
24	정밀점검	2015.06	(주)동우기술단	정밀점검 결과 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 이전 점검 이후 손상의 진전은 미미한 상태로 판단되며, 아스콘 접속부 균열 및 침하, 거더 내외부 경미한 도장손상등이 신규로 조사되었다. 교면포장 접속슬래브에 발생한 아스콘 침하 및 파손, 단차는 차량 통행시 손상 진전 및 차량 주행성 저하 등을 발생시킬 수 있으므로 패칭보수를 통한 보수가 필요하며, 그 외 조사된 국부적인 단면손상 및 도장손상은 손상의 규모 및 진행성이 크지 않으므로 지속적인 점검을 통한 손상의 진전 여부를 주의관할 한다면 구조물의 사용성 및 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	B
25	정기점검	2015.12	(주)동우기술단	정기점검결과 조사된 손상은 대부분이 기존에 발생된 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.	-
26	정기점검	2016.06	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 주요 손상으로는 바닥판하면 지점부 균열 및 들뜸, 거더 내외부 도장손상, 하부구조 균열, 신축이음 본체 부식 등이 조사되었다. 이전 점검과 비교시 교대 법면 배수로 파손에 대한 보수가 시행된 상태이며, 그 외 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상에 대해서는 유지관리차원에서 추가 보수가 필요한 상태이며, 그 외 손상에 대해서는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
27	정기점검	2016.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 기 실시된 점검 이후 신축이음 본체 교체가 시행되었으며, 주요 손상으로는 바닥판하면 지점부 균열 및 들뜸, 거더 내·외부 도장손상, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 콘크리트 부재에 신규손상 및 진전이 확인되었으며, 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
28	정밀점검	2017.06	(주)아워브레인	연무교에 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. 점검 결과 포장면이나 거더 등 구조물 전체는 대체적으로 양호한 상태로 점검되었으나 일부 부재에 손상이 발생한 상태이며 주요 발생한 손상으로는 신축이음부 단부와 상·하행선 중방향 이음 단부에 균열 및 백태, 박리·박락 등이며 교대 및 받침장치에 발생한 손상은 선별적인 보수가 이루어진 것을 확인하였다. 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 측정한 결과 또한 탄산화 잔여깊이가 30mm 이상으로 탄산화에 의한 성능저하 및 부식의 발생위험은 없는 것으로 나타났다.	B
29	정기점검	2017.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 기 실시된 점검 이후 거더 내부 도장박리, 부식 손상에 대하여 선별적 보수가 시행되었으며, 주요 손상으로는 바닥판하면 지점부 균열, 백태, 박락, 거더 내·외부 도장손상, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 내구성 저하방지차원에서 보수를 요하는 손상이 일부 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	◇ 16년간 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

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	- 일부구간 국부적인 균열 발생 - 우수유입 및 외부충격에 따른 바닥판 들뜸 및 백태 발생	- 건조수축, 수화열에 의한 균열로서 주의관찰 후 진전 시 조치를 취하는 것이 바람직함 - 단면손상 부 손상의 진전 시 단면 보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직함
강박스 거더	- 구조적 손상은 발생하지 않은 양호한 상태 - 장기공용으로 인한 열화 등의 원인으로 도장박리 및 부식 발생	- 도장박리 및 부식 부 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 필요함
가로보 및 세로보	- 전반적으로 양호한 상태 - 일부 구간 부식 발생	- 당초 전처리 미흡에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 필요함
교대	- 신축이음 우수유입에 의해 들뜸 및 박락 발생 - 폭 0.1~0.3mm 수직균열 발생	- 들뜸 및 박락의 경우 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 필요함 - 균열의 경우 건조수축에 의한 것으로 폭 0.3mm이상의 경우 손상의 진전 방지를 위한 주입보수 등의 조치가 필요함
교각	- 폭 0.1~0.2mm 수직균열 발생	- Massive한 단면에 발생하는 온도 균열과 건조수축에 의한 균열로서 균열폭에 따라 적절한 보수 실시
교량받침	- 전반적으로 양호한 상태로 조사됨 - 일부구간 받침부식이 발생됨	- 장기공용 및 우수유입 등에 의한 것으로 손상 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 필요함
신축이음장치	- 본체 유간 토사퇴적 및 부식 발생 - 후타재 폭 0.3mm미만 균열, 박락	- 손상 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의 진전 시 녹제거, 청소, 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직함
교면포장	- 상태 양호	- 손상이 없는 양호한 상태로 주기적인 점검을 통한 신규 손상 발생 파악 등의 유지관리가 필요함

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
배수시설	- 상태 양호	- 손상이 없는 양호한 상태로 주기적인 점검을 통한 신규 손상 발생 파악 등의 유지관리가 필요함
난간 및 연석	- 폭 0.1~0.3mm 균열 발생	- 폭 0.3mm이상 균열부 진전 방지를 위한 주입보수 등의 조치가 필요함

나. 내구성 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정	설계	
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	반발경도	28.2 ~ 30.3	27.0	■ 설계기준강도를 상회하는 양호한 것으로 나타나 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨.
		초음파	29.3 ~ 30.9		
	하부 구조	반발경도	25.1 ~ 26.3	24.0	
		초음파	27.1 ~ 28.2		
철근탐사 (mm)	상부 구조	배근간격	135 ~ 315	150 ~ 300	■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계값과 근사함.
		피복두께	36 ~ 86	40	
	하부 구조	배근간격	93 ~ 297	100 ~ 300	
		피복두께	61 ~ 103	50 ~ 100	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		30.0 ~ 36.0		■ 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨.
	하부구조		62.0 ~ 97.0		
염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부구조		0.0294		■ 염화물에 의한 철근의 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 평가됨.
	하부구조		0.0113 ~ 0.0317		
강재 비파괴 시험	초음파탐상시험		1급		■ 강재 용접부에 대한 시험 결과 결함이 없는 1급으로 나타남
	도막두께 측정 (μm)	거더내부	186 ~ 194	175	■ 도막두께 측정 결과 표준도막두께를 상회하는 양호한 상태로 측정되었음
		거더외부	221 ~ 230	215	
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

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	a	a	a	b	c	b	c	q	x	a	x	x
2	STB	b	b	b	a	a	c	x	c	b	q	x	a	a	a
3	STB	a	b	b	a	a	c	x	b	a	q	x	x	x	a
4	STB	b	b	b	a	a	b	x	c	a	q	a	x	x	x
5	STB	b	b	b	a	a	b	x	b	b	q	a	a	x	x
6	STB							c	b	c	q		a		x
평균		0.180	0.200	0.180	0.100	0.100	0.280	0.400	0.267	0.233	0.200	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균/가중치) /가중치합		0.032	0.040	0.009	0.007	0.003	0.006	0.036	0.024	0.047	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001

결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.211) \leq 0.260$

0.211

B

5. 안전성평가

5.1 상부구조 안전성 평가

구 분			계산식	등급	비고
강박스거더	제3지간 중앙 정모멘트부	휨모멘트	$\frac{f_a}{f} = \frac{247.000}{81.830} = 3.018$	A	MPa
		전단 및 비틀림	$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{9.620} = 11.434$	A	MPa
	제3지간 중앙 부모멘트부	휨모멘트	$\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{72.483} = 2.621$	A	MPa
		전단 및 비틀림	$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{9.620} = 11.434$	A	MPa

구 분			계산식	등급	비고
강박스거더	제3지점부 정모멘트부	휨모멘트	$\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{139.109} = 1.365$	A	MPa
		전단 및 비틀림	$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{69.057} = 1.592$	A	MPa
	제3지점부 부모멘트부	휨모멘트	$\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{153.901} = 1.235$	A	MPa
		전단 및 비틀림	$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{69.057} = 1.592$	A	MPa
바닥판	캔틸레버부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{131.515}{99.884} = 1.316$	A	kN·m
	중앙부		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{59.179}{50.673} = 1.167$	A	kN·m

안전성평가등급	A
---------	---

5.2 교각 안전성 평가

구 분		P_u (kN)	ΦP_n (kN)	M_u (kN·m)	ΦM_n (kN·m)	안전율	비 고
교각 1	LCBF2	9865.086	26447.52	4762.188	12657.647	2.657	O.K
	LCBF12	13439.22	16191.828	6573.09	13439.22	2.044	O.K
	LCBF1	9827.772	26188.278	4788.292	12725.888	2.657	O.K
교각 2	LCBF1	9760.302	26188.278	4789.757	12725.888	2.656	O.K
	LCBF12	7472.825	21956.717	4570.843	13460.238	2.944	O.K
	LCBF2	9724.027	26188.278	4765.252	12725.888	2.670	O.K

안전성평가등급	A
---------	---

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
연무IC교	0.211	B	1.167(바닥판)	A	B
종합평가	•연무IC교의 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 연무IC교는 “B” 로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	연무IC교	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천 원)	개략 공사비 (천 원)	우선 순위
바닥판	균열(0.3mm미만)	주의관찰	12.1	4.54	m ²	-	-	-
	들뜸	주의관찰	0.26	0.39	m ²	-	-	-
	백태	주의관찰	0.25	0.38	m ²	-	-	-
거 더	내부	Splice 틈	주의관찰	35.0	EA	-	-	-
		PIT	주의관찰	4.0	EA	-	-	-
		굽힘	주의관찰	0.01	m ²	-	-	-
		녹발생	주의관찰	0.01	m ²	-	-	-
		단부부식	재도장	0.12	m ²	9	2	2
		도장박리	재도장	0.14	m ²	9	2	3
		도장박리 및 부식	재도장	0.18	m ²	9	2	2
		점부식	재도장	0.26	m ²	9	4	2
		이물질 퇴적	주의관찰	44.37	m ²	-	-	-
		화재흔적	주의관찰	0.45	m ²	-	-	-
	외부	굽힘	주의관찰	0.19	m ²	-	-	-
		도장박리	재도장	0.04	m ²	45	3	3
		볼트풀림	주의관찰	2.0	EA	-	-	-
		부식	재도장	1.92	m ²	45	130	2
가로보 및 세로보	부식	재도장	0.48	0.72	m ²	45	32	2
하부 구조	교대	균열(0.3mm미만)	주의관찰	6.2	m ²	-	-	-
		균열(0.3mm이상)	주입보수	1.5	m	75	169	2
		망상균열	주의관찰	0.5	m ²	-	-	-
		누수흔적	주의관찰	3.45	m ²	-	-	-
		들뜸 및 박락	단면보수	0.86	m ²	230	297	2
		백태	주의관찰	1.67	m ²	-	-	-
		배부름	주의관찰	2.0	m ²	-	-	-
		폐콘크리트 퇴적	주의관찰	2.4	m ²	-	-	-
		계단부 침하	주의관찰	0.3	m ²	-	-	-
		공동, 계단부 침하	단면보수	0.9	m ²	230	311	3
	교각	균열(0.3mm미만)	주의관찰	22.7	m ²	-	-	-
		표지판 탈락	주의관찰	1.0	EA	-	-	-
교량 받침	받침 본체	몰탈 균열	주의관찰	7.4	m ²	-	-	-
		유압실린더 부식	주의관찰	0.06	m ²	-	-	-
		받침부식	재도장	1.5	m ²	9	20	2

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축 이음	본체	부식	주의관찰	12.3	18.45	m ²	-	-	-
		유간 토사퇴적	주의관찰	0.2	0.3	m ²	-	-	-
	후타 재	균열(0.3mm미만)	주의관찰	2.7	1.01	m ²	-	-	-
		파손 및 들뜸	주의관찰	0.42	0.63	m ²	-	-	-
기타 시설	난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	주의관찰	19.0	7.13	m ²	-	-	-
		균열(0.3mm이상)	주입보수	3.0	4.5	m	75	338	3
		백태	주의관찰	0.09	0.14	m ²	-	-	-
		고정볼트유실	주의관찰	1.0	1.0	EA	-	-	-
		식생	주의관찰	0.02	0.03	m ²	-	-	-
		차수판 변형	주의관찰	2.0	2.0	EA	-	-	-
		박리 및 박락	주의관찰	14.19	21.29	m ²	-	-	-
		파손	주의관찰	0.27	0.41	m ²	-	-	-
		도장박리	주의관찰	270.0	405.0	m ²	-	-	-
순공사비 합계(천원)							1,310,000원		
제경비(순공사비×50%)							655,000원		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위				-		
			2순위				984,000원		
			3순위				981,000원		
유지보수 개략공사비 총계							1,965,000원		

※ 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
공통	바닥판, 거더, 가로보 및 세로보, 교대 및 교각에 대하여 보수 실시 후 보수부 재손상 발생 여부 점검
바닥판	- 폭 0.1~0.2mm 균열 진전 여부 - 우수유입에 의한 바닥판 들뜸 및 백태 진전 여부
거더	- 장기공용으로 인한 부식 및 도장박리 진전 여부 - 스플라이스 우수 유입에 따른 부식 발생 여부
가로보 및 세로보	부식 진전 여부
교대	폭 0.3mm 균열 및 단면손상 부 진전 여부
교각	폭 0.1~0.2mm 균열 진전 여부
교량받침	받침 및 유압실린더 부식 진전 여부
신축이음장치	본체 부식 및 후타재 단면손상 부 진전 여부
교면포장	신규손상 발생 여부
배수시설	신규손상 발생 여부
난간 및 연석	폭 0.3mm 균열 및 단면손상 부 진전 여부

8. 종합결론

본 과업 대상 교량인 연무IC교는 논산천안고속도로(이정 : R-A 0+378km)에 위치하며 2002년 12월에 준공된 교량이다. 행정구역상으로 충청남도 논산시 채운면 화정리에 위치하고 S2경간에 본선이 교차·횡단하고 있다.

평면선형은 사각이 없는 직선교이며 종단선형은 시점에서 3.6993%의 상향경사를 이루고 종점에서는 3.7833%의 하향경사를 이루고 있다. 상부 구조형식은 5경간 연속의 STEEL BOX GIRDER교이며 하부구조는 역T형의 교대 2기와 라멘식(Ⅱ형)의 교각 3기로 구성되어 있고 기초형식은 강관파일(A1~2, P1~4)로 시공되어 있다.

총연장은 200.0m(1@50+2@45+2@30)로 최대경간장이 50m이며, 각 교량의 폭은 15.600m(도로폭 14.500m)으로 설계하중 DB(DL)-24(1등교)로 설계되었다.

본 과업에서는 외관조사, 내구성조사 등의 현장조사를 실시하였고 설계도서와 현장조사의 결과를 토대로 구조안전성 검토와 기본 내하력을 평가하였으며, 이를 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 결과

- 상부구조인 강박스 거더와 바닥판은 구조적인 손상 및 결함이 없는 양호한 상태를 확보하고 있으며, 외관조사 결과 바닥판 하면 전 구간에 걸쳐 폭 0.1~0.2mm의 균열이 발생한 상태이다. 거더의 경우 일부 부식, 도장박리, 용접부 PIT 등이 조사되었다. 조사된 손상은 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위한 적절한 보수가 요구되며, 보수 후에도 보수부의 재손상 발생여부를 주기적으로 점검하는 것이 바람직하다.
- 바닥판에 발생한 들뜸의 경우 신축이음 하부 누수, 보수미흡 등의 원인으로 인한 손상으로 신축이음장치에 대한 근본적인 보수가 선행되지 않으면 보수효과를 기대하기 어렵기 때문에 신축이음 하부 물받이 및 유도배수관 설치 등의 조치가 선행되어야 하며, 들뜸부는 주의관찰 후 손상의 진전시 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직하다.
- 가로보 및 세로보는 전반적으로 양호한 상태이며, 일부 발생한 도장박리 및 부식에 대하여 보수를 실시하고 주의관찰 하는 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, 망상균열 등이 발생하였으며, 기 손상부는 주의관찰 후

손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

- 교대 양측 흙벽에 발생된 들뜸 및 박락의 경우 신축이음 하부 누수 및 우수유입으로 인한 손상으로 바닥판에 발생된 손상과 동일하게 신축이음에 관한 조치가 선행되어야 하며, 손상부는 진전시 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직하다. 또한 점검계단 침하 및 공동, 법면 블록 배부름의 경우 상부 배수관으로부터의 우수유입 및 당초 앞성토의 다짐불량에 의해 발생된 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 후 주의관찰하는 것이 바람직하다.
- 교량받침의 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며 일부 신축이음 누수에 따른 부식 건조수축에 의한 받침몰탈 균열, 면진받침인 Dynapots의 유압실린더 일부에 부식이 발생한 상태이다. 발생한 손상에 대하여 적절한 보수를 통한 유지관리가 바람직할 것이다.
- A1과 A2에 MS 형식으로 설치된 신축이음 장치는 본체의 부식, 유간 토사퇴적, 후타재 균열 등이 조사된 상태이며, 유간 토사퇴적의 경우 주기적인 청소를 통한 정비, 그 외 기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다.
- 연무IC교의 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태이며, 추 후 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요하다.
- 배수시설은 막힘이 발생하지 않은 양호한 상태이며, 주기적인 청소를 통한 유지관리를 실시하여 현 상태를 유지하는 것이 바람직하다.
- 방호울타리의 외관조사 결과, 균열, 백태, 박리 및 박락, 파손 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 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 공용년 수 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 발생될 우려는 없는 것으로 평가됨.
- 거더에 대한 강재비파괴 시험 결과 용접부, 도장의 상태는 모두 양호한 것으로 나타남.

다. 상태평가 결과

- 연무IC교의 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, 바닥판의 경우 최소안전율이 1.167로, 거더의 경우는 최소안전율이 1.235로 안전율 1.0을 상회하는 것으로 평가되었다. 하부구조의 경우 교각 P4에 대한 구조검토결과, 기둥은 P-M상관도 해석에 의한 최소안전율 2.045로서 안전율 1.0을 초과하며 내하력 평가결과, 기본내하력이 설계활하중인 DB-24를 상회하여 구조물이 전반적으로 구조적 안전성을 확보한 것으로 판단되며 최종적인 안전성 평가등급은 A등급이다.

마. 결론

- 연무IC교는 16년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 강박스 거더와 바닥판, 하부구조에는 구조적 손상은 조사되지 않은 상태이다. 주부재 및 보조부재에 일부 발생한 균열(폭 0.3mm이상), 들뜸 및 박락, 도장박리 및 부식 등의 손상부는 교량의 내구성 저하방지를 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 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	12
1.6 교량기호의 정의	13
 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	39
2.2.4 토질 및 지반조사 자료검토	43
2.2.5 기 정밀안전진단 분석	46
2.2.6 시공관련 자료검토	57

2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약	58
2.4 보수·보강 이력	66
2.5 시설물의 내진설계 여부	66
2.6 자료분석 결과요약	67

제 3장 현장조사 및 시험69

3.1 개 요	71
3.2 외관조사	73
3.2.1 상부구조	73
3.2.2 하부구조	87
3.2.3 교량받침	94
3.2.4 신축이음장치	103
3.2.5 교면포장	110
3.2.6 기타부재	112
3.3 콘크리트 내구성조사	119
3.3.1 개 요	119
3.3.2 시험내용 및 평가기준	121
3.3.3 시험결과 및 분석	135
3.3.4 내구성조사 결과요약	142
3.4 강재 내구성 조사	143
3.4.1 개 요	143
3.4.2 시험내용 및 평가기준	145
3.4.3 용접부에 발생하는 대표적인 결함	149
3.4.4 시험결과 및 분석	150
3.5 현장조사 및 시험 결과요약	153
3.5.1 현장조사 결과	153
3.5.2 시험 및 측정 결과	154

제 4장 시설물의 상태평가159

4.1 개요	161
4.2 상태평가 항목 및 기준	161

4.2.1 부재별 상태평가 적용범위	161
4.2.2 구조형식에 따른 부재별 가중치	162
4.2.3 상태평가 결과 결정	163
4.3 상태평가 결과	164
4.3.1 연무IC교 상태평가 결과	164

제 5장 시설물의 안전성 평가171

5.1 개요	173
5.2 구조해석	174
5.2.1 구조해석 절차	174
5.2.2 교량 제원	174
5.2.3 설계기준	174
5.2.4 단면특성	175
5.2.5 해석모델	176
5.2.6 하중산정	177
5.2.7 해석결과	180
5.2.8 바닥판 안전성 검토	194
5.2.9 바닥판 균열 검토	196
5.2.10 하부구조 검토	197
5.3 내하력 평가	208
5.3.1 개 요	208
5.3.2 기본내하력 평가	209
5.3.3 고 찰	210
5.4 안전성평가 등급 산정	211
5.4.1 개 요	211
5.4.2 안전성 평가결과	212

제 6장 종합평가 및 안전등급의 지정213

6.1 종합평가 산정절차	215
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	215
6.2 종합평가 결과	216

6.3 안전등급 지정	217
6.3.1 안전등급기준	217
6.3.2 안전등급 지정	217

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안219

7.1 개요	221
7.2 보수·보강 방안	222
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	222
7.2.2 결함내용별 보수·보강방안	224
7.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법	226
7.3 보수·보강 개략공사비	234
7.4 유지관리방안	236
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	236
7.4.2 유지관리시 점검요령	240

제 8장 종합결론249

8.1 종합결론	251
8.2 현장조사 결과	251
8.3 시험 및 측정 결과	253
8.4 상태평가 결과	253
8.5 안전성평가 결과	253
8.6 결 언	253

◎ 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】 연무IC교 현황표	7
【표 1.4】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항	12
【표 1.5】 교량기호의 정의	13
【표 2.1】 자료수집 현황	17
【표 2.2】 설계구간	18
【표 2.3】 과업기간	18
【표 2.4】 장래교통량	19
【표 2.5】 연무IC교 교량 현황	20
【표 2.6】 본선 횡단구성	21
【표 2.7】 연결로 횡단구성	21
【표 2.8】 곡선반경별 편구배기준	22
【표 2.9】 접속 설치율 및 접속설치 길이	22
【표 2.10】 곡선부 길어깨 횡단구배	23
【표 2.11】 기하구조기준	23
【표 2.12】 연결로 기하구조	24
【표 2.13】 노즈부근의 기하구조	24
【표 2.14】 본선 기하구조	24
【표 2.15】 가감속 차로장	25
【표 2.16】 종단구배구간의 가감속 차로길이 보정율	25
【표 2.17】 콘크리트 사용기준	26
【표 2.17】 콘크리트 사용기준(계속)	27
【표 2.18】 철근 사용기준	28
【표 2.19】 콘크리트 탄성계수	28
【표 2.20】 P.C 강재의 종류에 따른 겉보기 리락세이션율	29
【표 2.21】 마찰손실	29
【표 2.22】 교형비교(안)	31
【표 2.23】 하부형식비교(안)	32
【표 2.24】 강교 유지관리 시설 설치 현황	34
【표 2.25】 하부구조 점검시설 설치 현황	34
【표 2.26】 교면포장 비교표	35
【표 2.27】 교량받침 형식 비교표	37
【표 2.28】 연무IC교 구조검토 조건	39
【표 2.28】 연무IC교 구조검토 조건(계속)	40

【표 2.28】 연무IC교 구조검토 조건(계속)	41
【표 2.29】 연무IC교 상부구조 구조검토 결과요약	42
【표 2.30】 연무IC교 하부구조 구조검토 결과요약	42
【표 2.31】 연무IC교 지반조사 결과	44
【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력	58
【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)	59
【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)	60
【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)	61
【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)	62
【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)	63
【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)	64
【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)	65
【표 2.33】 자료분석 결과요약	67
【표 3.1】 각 부재 별 조사방법 및 기간	72
【표 3.2】 바닥판 외관조사 결과	74
【표 3.3】 바닥판 기 점검 결과 비교	75
【표 3.4】 강박스 거더 내부 외관조사 결과	78
【표 3.4】 강박스 거더 내부 외관조사 결과(계속)	78
【표 3.5】 강박스 거더 내부 기 점검 결과 비교	79
【표 3.6】 강박스 거더 외부 외관조사 결과	81
【표 3.7】 강박스 거더 외부 기 점검 결과 비교	82
【표 3.8】 가로보 및 세로보 외관조사 결과	85
【표 3.9】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교	86
【표 3.10】 교대 외관조사 결과	88
【표 3.10】 교대 외관조사 결과(계속)	88
【표 3.11】 교대 기 점검 결과 비교	89
【표 3.12】 교각 외관조사 결과	91
【표 3.13】 교각 기 점검 결과 비교	92
【표 3.14】 교량받침 현황	95
【표 3.15】 교량받침 외관조사 결과	96
【표 3.16】 교량받침 기 점검 결과 비교	97
【표 3.17】 교축방향 연단거리 측정 결과	98
【표 3.18】 교량받침 가동상태 검토결과	100
【표 3.19】 교량받침 이동량 산정	101
【표 3.20】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과	101
【표 3.21】 교량받침 이동량(기상청 통계자료) 검토결과	102
【표 3.22】 신축이음장치 외관조사 결과	103
【표 3.23】 신축이음장치 기 점검 결과 비교	105
【표 3.24】 신축이음 유간 측정결과	106
【표 3.25】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과	107
【표 3.26】 신축이음 신축이동량(설계기준 온도) 산정	107

【표 3.27】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(설계기준 온도) 검토결과	108
【표 3.28】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(기상청 통계자료) 검토결과	109
【표 3.29】 교면포장 외관조사 결과	110
【표 3.30】 교면포장 기 점검 결과 비교	111
【표 3.31】 배수시설 외관조사 결과	113
【표 3.32】 배수시설 기 점검 결과 비교	114
【표 3.33】 난간 및 연석 외관조사 결과	115
【표 3.33】 난간 및 연석 외관조사 결과(계속)	115
【표 3.34】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교	117
【표 3.35】 콘크리트 비파괴시험 현황	119
【표 3.36】 보정반발경도(R_o)	122
【표 3.37】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	123
【표 3.38】 재령계수 α 값	123
【표 3.39】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	126
【표 3.40】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	130
【표 3.40】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인(계속)	131
【표 3.41】 탄산화 상태평가 기준	132
【표 3.42】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))	133
【표 3.43】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2017.01))	133
【표 3.44】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과	135
【표 3.45】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과	136
【표 3.46】 비파괴강도 시험결과 분석	136
【표 3.47】 기 진단결과와의 시험결과 비교 · 분석	136
【표 3.48】 상부구조 철근탐사 시험결과	137
【표 3.49】 하부구조 철근탐사 시험결과	138
【표 3.50】 기 진단결과와의 시험결과 비교 · 분석	138
【표 3.51】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	139
【표 3.52】 기 진단결과와의 시험결과 비교 · 분석	139
【표 3.53】 염화물 함유량 시험결과 및 평가	140
【표 3.54】 기 진단결과와의 시험결과 비교 · 분석	140
【표 3.55】 균열깊이 조사결과	141
【표 3.56】 금회진단 내구성조사 결과요약	142
【표 3.57】 강재 비파괴시험 현황	143
【표 3.58】 결함의 등급 분류	146
【표 3.59】 용접부 결함의 합 · 부 판정기준	146
【표 3.60】 일반환경용 중방식 도장(공사시방서)	148
【표 3.61】 일반환경용 중방식 도장(현 시방기준)	148
【표 3.62】 용접부에 발생하는 대표적인 결함	149
【표 3.63】 초음파탐상(UT) 시험결과	150
【표 3.64】 강재 도막두께 측정결과	152
【표 3.65】 금회 진단 외관조사 결과 요약	153

【표 3.65】금회 진단 외관조사 결과 요약(계속)	154
【표 3.66】기 진단 외관조사 결과 비교	155
【표 3.67】금회 진단 내구성조사 결과요약	156
【표 3.68】기 진단 내구성조사 결과요약	157
【표 4.1】부재별 상태평가 적용 범위	161
【표 4.2】구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	162
【표 4.3】결함도 점수 범위에 따른 기준	163
【표 4.4】콘크리트 바닥판 상태평가 결과	164
【표 4.5】거더 상태평가 결과	164
【표 4.6】가로보 및 세로보 상태평가 결과	165
【표 4.7】콘크리트 교대 상태평가 결과	165
【표 4.8】콘크리트 교각 상태평가 결과	165
【표 4.9】기초 상태평가 결과	166
【표 4.10】교량받침 상태평가 결과	166
【표 4.11】신축이음 상태평가 결과	166
【표 4.12】교면포장 상태평가 결과	167
【표 4.13】배수시설 상태평가 결과	167
【표 4.14】난간 및 연석 상태평가 결과	167
【표 4.15】탄산화 상태평가 결과	168
【표 4.16】염화물 상태평가 결과	168
【표 4.17】상태평가 결과표	169
【표 5.1】합성전 교량 단면상수	175
【표 5.2】합성후 교량 단면상수	176
【표 5.3】강재중량 할증율 산정 결과	177
【표 5.4】상부구조에 작용하는 풍하중	178
【표 5.5】하부구조에 작용하는 풍하중	178
【표 5.6】휨모멘트 산출결과(kN · m)	182
【표 5.7】영향계수 k값 산출결과 요약(MPa)	183
【표 5.8】응력 산정시 입력자료	184
【표 5.9】적용 하중조합	187
【표 5.10】사용재료의 허용응력	187
【표 5.11】정모멘트부(제3지간 중앙부) 응력 검토 결과(MPa)	188
【표 5.12】응력 산정시 입력자료	189
【표 5.13】사용재료의 허용응력	192
【표 5.14】부모멘트부(제3내부 지점부) 응력 검토 결과(MPa)	193
【표 5.15】조합응력 검토결과	193
【표 5.16】고정하중에 대한 휨모멘트	194
【표 5.17】극한강도 검토시 하중조합	198
【표 5.18】부재력 요약(기둥 1)	198
【표 5.19】부재력 요약(기둥 2)	199

【표 5.20】임계하중 산정 결과(기둥 1)	199
【표 5.21】임계하중 산정 결과(기둥 2)	200
【표 5.22】세장비 검토 결과(기둥 1)	200
【표 5.23】세장비 검토 결과(기둥 2)	201
【표 5.24】확대모멘트 산정 결과(기둥 1)	201
【표 5.25】확대모멘트 산정 결과(기둥 2)	202
【표 5.26】세장비 검토 결과(기둥 1)	202
【표 5.27】세장비 검토 결과(기둥 2)	203
【표 5.28】확대모멘트계수 산정 결과(기둥 1)	203
【표 5.29】확대모멘트계수 산정 결과(기둥 2)	204
【표 5.30】확대모멘트 산정 결과(기둥 1)	204
【표 5.31】확대모멘트 산정 결과(기둥 2)	205
【표 5.32】단면력 산출결과 요약(기둥 1)	205
【표 5.33】단면력 산출결과 요약(기둥 2)	205
【표 5.34】P-M 상관도에 의한 기둥 안전성 평가 결과 요약(기둥 1)	206
【표 5.35】P-M 상관도에 의한 기둥 안전성 평가 결과 요약(기둥 2)	207
【표 5.36】허용응력법에 의한 연무IC교 거더의 공용내하력	209
【표 5.37】강도설계법에 의한 연무IC교 바닥판의 공용내하력	210
【표 5.38】구조물의 안전성 평가기준	211
【표 5.39】안전성 평가결과	212
【표 6.1】종합평가 결과	216
【표 6.2】시설물의 안전등급	217
【표 6.3】안전등급 지정	217
【표 7.1】시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	221
【표 7.2】보수·보강 우선순위 결정 기준	222
【표 7.3】보수·보강 주체 선정	223
【표 7.4】보수·보강 일람표	224
【표 7.4】보수·보강 일람표(계속)	225
【표 7.5】수지주입공법의 종류	227
【표 7.6】균열폭에 알맞은 수지의 점도	227
【표 7.7】균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	227
【표 7.8】예폭시계 수지의 규격	228
【표 7.9】주입공법 공법비교안	229
【표 7.10】일반적인 단면 복구(보수)재의 분류	232
【표 7.11】단면복구(보수) 공법비교안	233
【표 7.12】보수·보강 개략공사비	234
【표 7.12】보수·보강 개략공사비(계속)	235
【표 7.13】부재별 유지관리 중점사항	239

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】 교대 일반도	10
【그림 1.5】 교각 일반도	11
【그림 2.1】 본선 일반구간 표준횡단면도	19
【그림 2.2】 본선 교량구간 표준횡단면도	19
【그림 2.3】 연무IC교 토질조사 위치도 및 지층단면도	43
【그림 3.1】 교량받침 배치도	94
【그림 3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법	98
【그림 3.3】 배수시설 설치현황	112
【그림 3.4】 콘크리트 내구성조사 위치도	120
【그림 3.5】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	121
【그림 3.6】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	124
【그림 3.7】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	125
【그림 3.8】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	125
【그림 3.9】 철근탐사 측정원리	127
【그림 3.10】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	128
【그림 3.11】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	130
【그림 3.12】 T_c - T_o 법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법	134
【그림 3.13】 상부구조 평균압축강도 추정결과	135
【그림 3.14】 하부구조 평균압축강도 추정결과	136
【그림 3.15】 탄산화 깊이 측정결과	139
【그림 3.16】 염화물시험 측정결과	140
【그림 3.17】 강재 내구성조사 위치도	144
【그림 3.18】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	145
【그림 3.19】 Gauge 영점조정	147
【그림 3.20】 Gauge 초기화(Calibration)	147
【그림 4.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법	163
【그림 5.1】 종·평면도	173
【그림 5.2】 강박스 거더 구조해석 모델	176
【그림 5.3】 강박스 거더의 하중조건별 부재력도	180
【그림 5.4】 강박스 거더의 고유진동수 해석 결과	181
【그림 5.5】 해석단면	197
【그림 6.1】 종합평가 결과 산정절차	215

【그림 7.1】 보수·보강방안 추진방향	223
【그림 7.2】 콘크리트 표면처리 시공순서도	226
【그림 7.3】 균열 보수공법 개요도	228
【그림 7.4】 단면복구(보수) 상세도	231

사 진 목 차

【사진 3.1】 연무IC교 장비접근 현황	72
【사진 3.2】 바닥판 전경	73
【사진 3.3】 바닥판 손상현황	74
【사진 3.3】 바닥판 손상현황(계속)	75
【사진 3.4】 캔틸레버 들뜸 현황	76
【사진 3.5】 강박스 거더 전경	77
【사진 3.6】 강박스 거더 내부 손상현황	78
【사진 3.6】 강박스 거더 내부 손상현황(계속)	79
【사진 3.7】 강박스 거더 외부 손상현황	81
【사진 3.7】 강박스 거더 외부 손상현황(계속)	82
【사진 3.8】 강박스 거더 외부 부식현황	83
【사진 3.9】 가로보 및 세로보 전경	84
【사진 3.10】 가로보 및 세로보 손상현황	85
【사진 3.11】 교대 전경	87
【사진 3.12】 교대 손상현황	88
【사진 3.12】 교대 손상현황(계속)	89
【사진 3.13】 교각 전경	91
【사진 3.14】 교각 손상현황	92
【사진 3.15】 교량받침 손상현황	96
【사진 3.16】 교량받침 가동량 측정 전경	99
【사진 3.17】 신축이음장치 전경	103
【사진 3.18】 신축이음장치 손상현황	104
【사진 3.19】 신축이음 유간 측정방법	106
【사진 3.20】 교면포장 전경	110
【사진 3.21】 배수구 및 배수관 전경	112
【사진 3.22】 배수시설 손상현황	113
【사진 3.23】 난간 및 연석 전경	114
【사진 3.24】 난간 및 연석 손상현황	116
【사진 3.25】 콘크리트 내구성조사 전경	120
【사진 3.26】 강재 내구성조사 전경	144
【사진 7.1】 신축이음 누수에 따른 손상 발생 현황	237
【사진 7.2】 교각 균열 발생 현황	238

