

제 출 문

한국도로공사 강원본부장 귀하

귀 본부와 2016년 06월 17일자로 계약을 체결한 “2016년도 여주JCT1교 등 14개소 정밀안전진단 용역”을 성실히 수행하고 충주IC교의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2016년 12월 26일

인천광역시 부평구 안남로 447-1(청천동)

(주) 장 민 이 엔 씨

대표이사 한 영 필 (인)

경기도 성남시 중원구 사기막골로 124 비즈-616

(상대원동, SK[®]테크노파크)

(주) 다 음 기 술 단

대표이사 박 철 (인)

경기도 안양시 동안구 학의로 268, 711호

(관양동, 메가밸리)

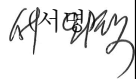
(주) 동 우 기 술 단

대표이사 고 중 호 (인)

충주IC교 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2016년도 여주JCT1교 등 14개소 정밀안전진단 용역		진단기간	2016. 06. 20. ~ 2016. 12. 26.	
관리주체명	한국도로공사 강원본부 충주시사		대표자	지사장 장 후 복	
공동수급	(주)장민이엔씨/(주)다음기술단/(주)동우기술단		계약방법	일반경쟁	
시설물구분	교량		종류	도로교량	종별1종
준공일	2002년 12월 20일		진단금액(천원)	25,043	안전등급B
시설물위치	경기도 충주시 이류면 완오리		시설물규모	L=200.0m, B=15.6m(2차로)	
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	정밀안전진단 결과 시설물의 중대결함은 없는 상태임				
진단주요결과	바닥판 : 균열, 망상균열, 균열/백태 Steel Box Girder : 용접결함, 누수흔적, 도장박리, 부식, 이물질퇴적, 오염 등 가로보 및 세로보 : 도장박리 교대 : 균열, 백태, 박리, 압성토 침하 교각 : 균열, 망상균열, 박리, 박락, 재료분리, 파손, 철근노출, 토사침식 등 교량받침 : 받침부식, 균열, 박락 신축이음 : 부식, 토사퇴적, 균열, 볼트탈락, 덮개누락 교면포장 : 균열, 망상균열, 소성변형 배수시설 : 이물질퇴적, 배수측구 파손 방호벽, 중앙연석부 : 균열, 균열/백태, 백태, 철근노출, 파손, 박리 점검시설 : 시건장치 누락, 표기판 탈락				
주요보수·보강	주요보수 : 표면처리보수, 주입보수, 충전보수, 단면보수(방청), 교량받침 도장보수, 팻칭보수, 유도관 배수로 설치 주요보강 : 보강부 없음				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	서 외 택	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)	
분야별책임(재료시험)	김 영 환	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)	
분야별책임(자료분석)	이 영 수	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자(기술사)	
분야별참여(재료시험)	조 병 준	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자	
분야별참여(자료분석)	문 정 상	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자	
참여기술자	설범수 외 15인	2016. 06. 20 ~ 2016. 12. 26		특급기술자 등	
라. 참고사항					

충주IC교 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
■ 정밀안전진단 결과, 구조적 안전성을 저해할 만한 심각한 결함이나 손상 및 열화는 발생하지 않았으나, Steel Box Girder와 하부구조에 균열 및 망상균열, 도장박리, 받침콘크리트 균열, 체수, 철근노출, 재료분리 등의 손상이 조사되어 부분적인 보수가 필요한 상태이다. ■ 시설물에 대한 평가결과, 상태평가 결과 “B” , 안전성평가 결과 “A” 로 평가되어 안전등급은 “B(양호)” 로 지정하였다. ■ 긴급을 요하는 문제점은 없는 상태로서, 발생한 손상에 대한 내구성 확보차원의 보수 및 지속적인 관찰을 수행하면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 서 외 택 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	바닥판	a~c ■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 망상균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 균열/백태	■ 지속관찰 ■ 지속관찰 ■ 표면처리보수
	강박스 거더	b ■ 용접불량(Pit, 비드불량, 언더컷 등) ■ 도장박리 ■ 부식 ■ 이물질퇴적	■ 지속관찰 ■ 도장보수(내부, 외부) ■ 도장보수(내부, 외부) ■ 청소
	가로보	a~b ■ 도장박리	■ 도장보수
하부구조	교대	b ■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 백태 ■ 박리 ■ 압성토 침하	■ 지속관찰 ■ 표면처리보수 ■ 표면처리보수 ■ 지속관찰
	교각	b~c ■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 균열 (Cw=0.3mm이상) ■ 망상균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 박리 ■ 박락, 재료분리, 파손 ■ 철근노출(잡철)	■ 지속관찰 ■ 주입보수 ■ 지속관찰 ■ 표면처리보수 ■ 단면보수 ■ 지속관찰

<계속>

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
교량받침	b~c	■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 균열 (Cw=0.5mm이상) ■ 받침부식 ■ 박락	■ 지속관찰 ■ 충전보수 ■ 도장보수 ■ 단면보수
신축이음장치	b, c	■ 부식 ■ 토사퇴적 ■ 후타재 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 후타재 파손 ■ 덮개볼트 탈락 ■ 덮개누락	■ 지속관찰 ■ 청소 ■ 표면처리보수 ■ 단면보수 ■ 볼트 재제결 ■ 신축이음 덮개설치
교면포장	a~b	■ 균열 ■ 망상균열 ■ 소성변형	■ 지속관찰 ■ 지속관찰 ■ 지속관찰
기 타 부 재	배수시설	■ 배수구 이물질 퇴적 ■ 배수측구 파손	■ 청소 ■ 단면보수
	방호벽	■ 균열 (Cw=0.3mm미만) ■ 균열 (Cw=0.3mm이상) ■ 백태 ■ 박락, 철근노출, 파손 ■ 박리	■ 표면처리보수 ■ 표면처리보수 ■ 표면처리보수 ■ 단면보수 ■ 지속관찰

나. 안전성평가 결과

평가 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	평가 결과
강박스거더교 (STB)	허용응력법 강도설계법	■ 시설물의 구조적 안전성을 평가한 결과 검토부재 모두에서 안전율이 1.0 이상으로 계산되어 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가됨	1.0이상	A
교 각	강도설계법		1.0이상	
교 대	강도설계법		1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결 과	검토결과 요약
하부구조	Y	-	■ 설계도서 및 시설물관리대장 확인결과, 내진설계가 적용된 것으로 조사됨

※ 중부내륙 고속도로 충주~여주간 건설공사(제4공구) - 구조 및 수리계산서 참고.

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시 험 명		시험부위	시험 결과	비 고
콘크리트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부구조	27.2~27.6	• 설계기준강도(27MPa)를 상회함.
		하부구조	24.4~30.6	• 설계기준강도(24MPa)를 상회함.
	철근탐사 시험	상 · 하부구조	—	• 전반적으로 철근배근간격 및 피복두께는 준공도면과 거의 일치함.
	품질시험 (km/s)	상부구조	3.911~4.306	• 품질상태가 양호함
		하부구조	3.817~4.267	
	탄산화 깊이 (mm)	상부 구조	4.4~7.0	• 상태평가 a~b (잔여깊이 10~30mm)
		하부 구조	5.2~11.8	• 상태평가 a (잔여깊이 30mm이상)
	염화물 함유량 시험 (kg/m ³)	상부 구조	0.170	• 상태평가 a (염화물 ≤ 0.3kg/m ³)
		하부 구조	0.182~1.210	• 상태평가 a~c (염화물 < 2.5kg/m ³)
	균열깊이 (mm)	하부 구조	58.0	• 주입보수 필요 (0.3mm이상 균열)
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부 (맞대기 용접부)	시험 12개소 (12개소 합격)	• 1급
	도막두께 (μm)	거더 외부	400~431	• 기준두께(215μm)
	강재두께 (mm)	거더 외부	12.3~14.1 (0.1~0.6mm)	• 설계두께의 ±0.80

충주IC교 현황표

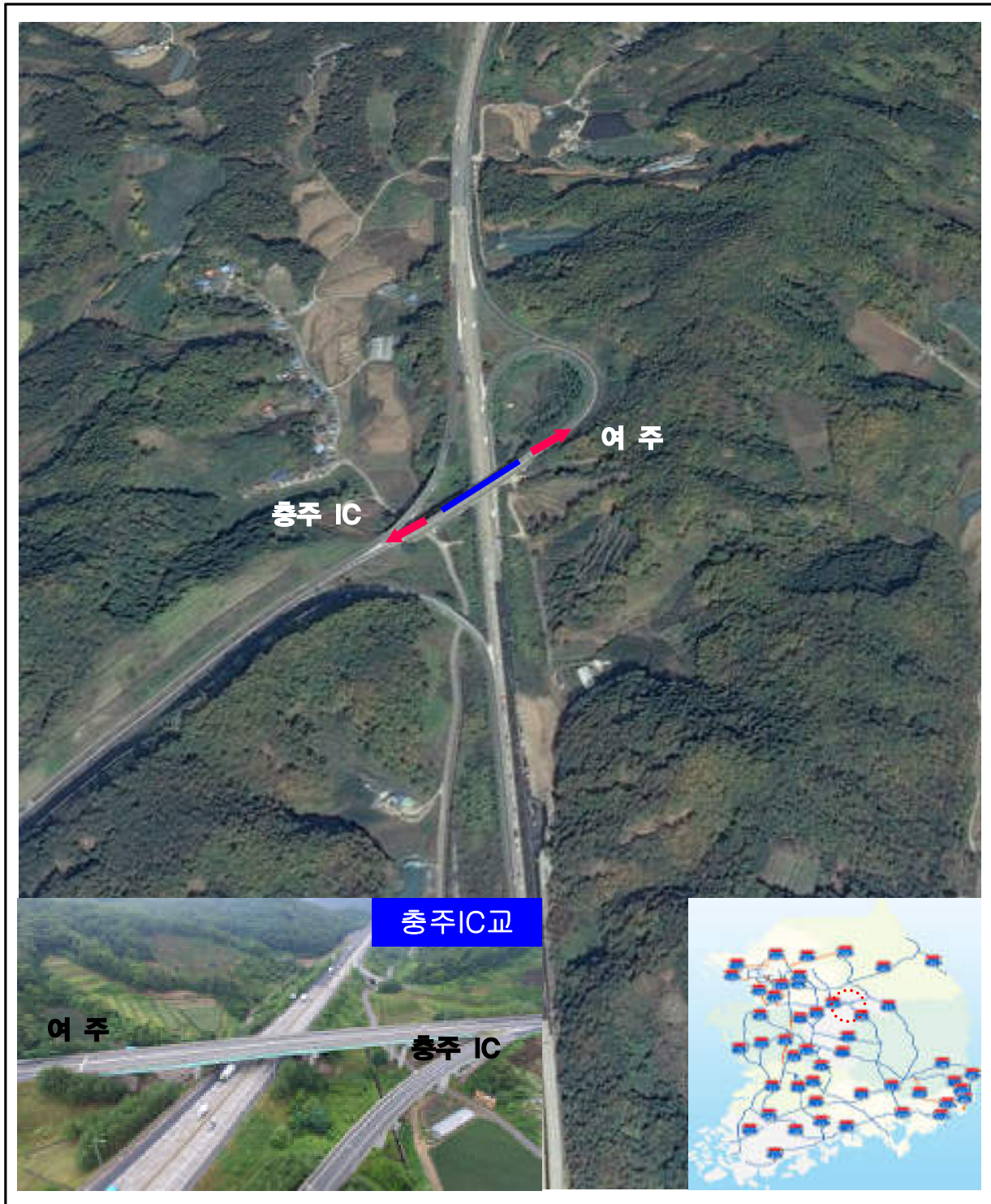
작성일 : 2016년 12월 26일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		충주IC교		시설물번호		BR2003-0000206	
준공년월		2002년 12월 20일		관리번호		0450B2830301(3)	
시설물위치		경기도 충주시 이류면 완오리					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		중부내륙선(224.61km)	
제원	연장	L = 1@45.0+2@55.0+1@45.0 = 200.0m					
	폭	B = 15.6m (왕복 2차로)					
구조 형식	상부	강박스 거더교(STB)		기초 형식	교대	확대(전면)기초(2기)	
	하부	교대 : 역T형(2기) 교각 : π 형식(3기)			교각	확대(전면)기초(3기)	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트	
교차시설물		-		통과높이		-	
설 계 사		(주)다산컨설턴트		시 공 사		진흥기업(주), 금강중건(주)	
내진설계유무		유		관리주체		한국도로공사 강원본부 충주시사	
부착시설내용		교각 점검로					
기 타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 보수보강여부 : 배수시설, 하부구조 교량받침(도장) 신축이음장치(후타콘크리트, 강뿔거조인트, 스트립셀)					

정밀안전진단 참여기술진

참여구분	참여분야	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
계				21명	1,024 일	
책임기술자	사업책임	(주)장민이엔씨	원 장	서외택	2016.06.20.~12.26. (152일)	서 외택
분야별 책임기술자	재료시험	(주)동우기술단	부사장	김영환	2016.06.20.~12.26. (152일)	김영환
	자료분석	(주)다음기술단	이 사	이영수	2016.06.20.~12.26. (152일)	이영수
분야별 참여기술자	재료시험	(주)장민이엔씨	부사장	조병준	2016.06.20.~12.26. (95일)	조병준
	자료분석	(주)다음기술단	부사장	문정상	2016.06.20.~12.26. (95일)	문 정 상
기타 참여기술자	재료시험	(주)장민이엔씨	부사장	설범수	2016.06.20.~12.26. (26일)	설범수
		"	대표이사	한영필	2016.06.20.~12.26. (26일)	한영필
		"	상 무	박동욱	2016.06.20.~12.26. (26일)	박동욱
		"	부 장	김태근	2016.10.01.~12.26. (21일)	김태근
		"	차 장	이승현	2016.06.20.~12.26. (26일)	이승현
		"	과 장	현재웅	2016.06.20.~12.26. (25일)	현재웅
		"	대 리	장용환	2016.06.20.~12.26. (25일)	장용환
		"	주 임	최윤석	2016.06.20.~12.26. (25일)	최윤석
	자료분석	(주)다음기술단	이 사	이종현	2016.06.20.~12.26. (24일)	이종현
		"	차 장	주병철	2016.06.20.~12.26. (22일)	주병철
		"	과 장	최경식	2016.06.20.~12.26. (22일)	최경식
		"	대 리	박세훈	2016.06.20.~12.26. (20일)	박세훈
		"	과 장	김영석	2016.06.20.~12.26. (20일)	김영석
		"	대 리	임현민	2016.06.20.~12.26. (20일)	임현민
		(주)동우기술단	차 장	유재웅	2016.06.20.~12.26. (25일)	유재웅
		"	과 장	호 근	2016.06.20.~12.26. (25일)	호 근

시설물의 위치도



○ 시설물 위치 : 충청북도 충주시 이류면 완오리 (중부내륙선 224.61km)

시설물의 전경사진(1)



상부 전경



측면 전경

시설물의 전경사진 (2)



강박스 외부 전경



강박스 내부 전경

시설물의 전경사진 (3)



교대 전경



교각 전경

시설물의 전경사진 (4)



받침 전경



받침 전경



신축이음 전경



신축이음 전경



방호벽 전경



배수시설 전경

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법” (이하 “시특법” 이라 한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 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.

2. 과업의 범위 및 내용

2.1 과업의 범위

현장조사시 필요한 경우 교통통제 및 안전조치를 취하여야 하며, 시설물 근접조사를 위한 접근장비 등을 투입하여야 한다. 정밀안전진단에서는 시설물의 결함 정도에 따라 필요한 조사·측정·시험, 구조계산, 수치해석 등을 실시하고 분석·검토하여 안전성평가 결과를 결정하고, 보수·보강이 필요한 경우에는 보수 및 보강방법을 제시한다.

- 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 및 점검결과 전산입력

2.2 과업기간

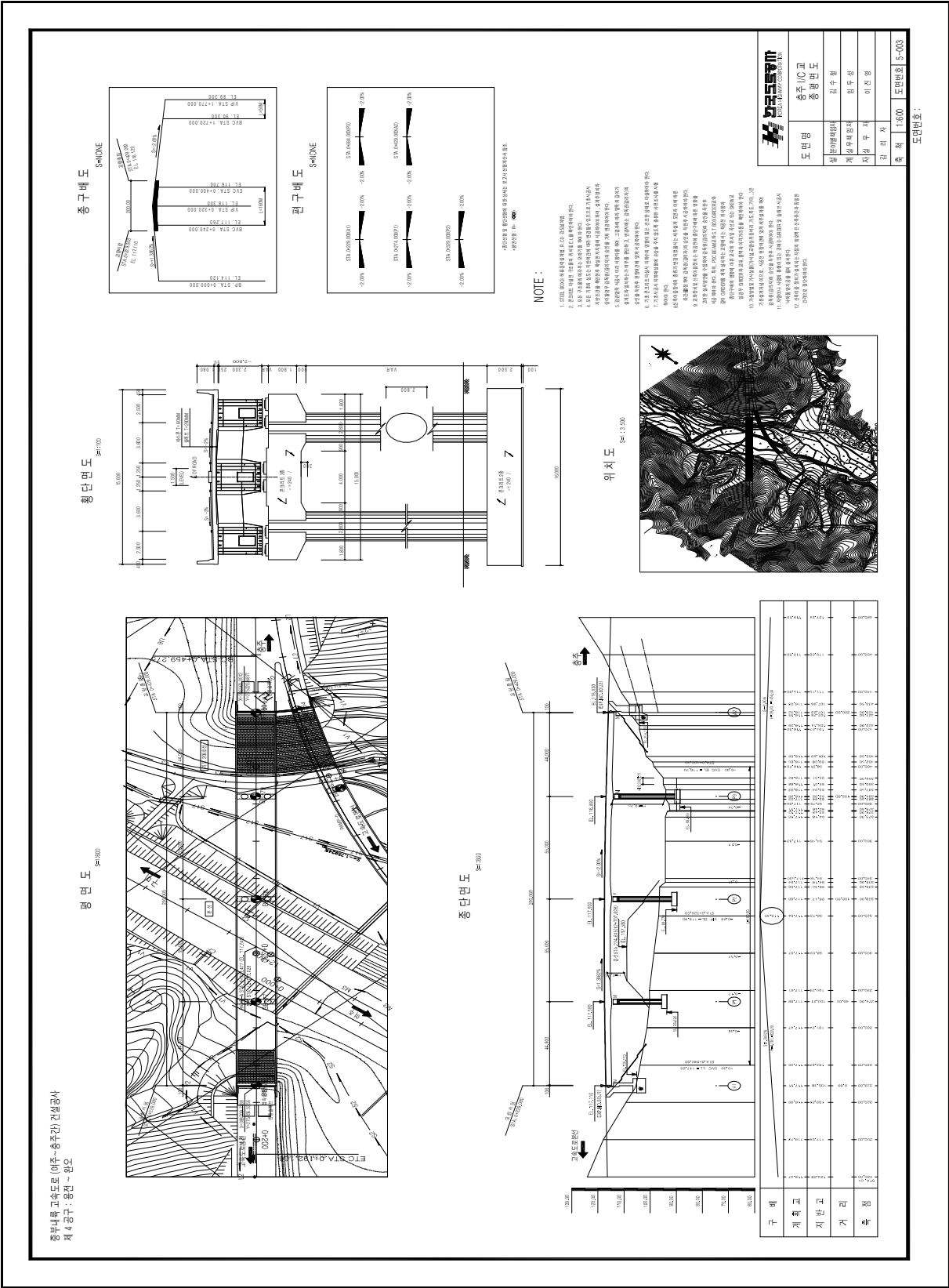
2016. 06. 20. ~ 2016. 12. 26. (착수일로부터 190일간)

3. 시설물의 개요

3.1 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		충주IC교		시설물번호		BR2003-0000206	
준공년월		2002년 12월 20일		관리번호		0450B2830301	
시설물위치		경기도 충주시 이류면 완오리					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		중부내륙선(224.61km)	
제원	연장	L = 1@45.0+2@55.0+1@45.0 = 200.0m					
	폭	B = 15.6m (왕복 2차로)					
구조 형식	상부	강박스 거더교(STB)		기초 형식	교대	확대(전면)기초(2기)	
	하부	교대 : 역T형(2기) 교각 : π 형식(3기)			교각	확대(전면)기초(3기)	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트	
교차시설물		-		통과높이		-	
설 계 사		(주)다산컨설턴트		시 공 사		진흥기업(주), 금강중건(주)	
내진설계유무		유		관리주체		한국도로공사 강원본부 충주시사	
부착시설내용		교각 점검로					
기 타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 보수보강여부 : 배수시설, 하부구조 교량받침(도장) 신축이음장치(후타콘크리트, 강팽거조인트, 스트립셀)					

3.2 시설물 주요도면



4. 자료수집 및 분석

4.1 점검 및 진단 이력

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기	■ 2003.03.19.	자체수행	양호	- 구조물 전반, 교좌장치, 슬라브, 주형, 교면포장, 교대, 교각, 신축이음장치 - 지속점검
정기	■ 2003.09.22.	자체수행	양호	- 구조물 전반 - 지속점검
정기	■ 2004.03.22.	자체수행	양호	구조물 전반적으로 양호
정밀	■ 2004.12.06.	자체수행	A등급	- A2코핑부 물고임 발생 - 침투수 배수관 연장
정기	■ 2005.05.12.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2005.10.13.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2006.04.11.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2006.10.10.	자체수행	A등급	양호
정기	■ 2007.06.13.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2007.11.28.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2008.04.08.	자체수행	A등급	- P2 코핑상단파손 - 파손부 보수
정기	■ 2008.08.20.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2009.06.08.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2009.09.28.	자체수행	양호	양호
정밀	■ 2010.07.09.	자체수행	A등급	- 교량 하부 페비닐 적치 - 페비닐 제거
정기	■ 2010.09.09.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2011.05.30.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2011.11.30.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2012.05.25.	자체수행	양호	양호
정기	■ 2012.08.16.	자체수행	보통	- 도수로하부 쇄골, 후타콘크리트 파손, 신축이음장치 파손, 철근 노출, - 도수로하부 채움작업, 후타콘크리트 보수, 신축이음장치 교체, 철근 노출 보수,

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정밀 안전 진단	■ 2012.12.21.	(재)한국건설품질 연구원	C등급	◦ 바닥판// 하면 균열, 망상균열, 균열 및 녹발생, 박리, 누수흔적 및 백태 등 ◦ STB 거더// 도장박리 및 부식, 용접결함, 실링불량, 오물퇴적, 누수흔적 및 오염 등 ◦ 교대/교각// 균열, 망상균열, 누수흔적, 철근노출 및 녹발생, 박리, 파손, 압성토 파손 등 ◦ 교량받침// 소울플레이트 도장박리 및 부식, 몰탈/콘크리트 균열, 들뜸, 파손, 철근노출 및 녹발생 등 ◦ 신축이음장치// 본체 부식, 후타재 균열, 후타재 파손, 유간부족(교대이동) 등 ◦ 교면포장// 아스콘 균열 및 망상균열, 유도배수관 설치 필요 등
정밀	■ 2013.06.28.	자체수행	C등급	◦ 교량받침// 받침콘크리트 균열 및 열화 3개소, 하부구조// 구체 열화 2개소, 신축이음// 후타재 파손 및 유간부족 1개소 ◦ 교량받침// 주입보수 2개소, 하부구조// 단면보수 2개소, 신축이음// 교체 1개소
정기	■ 2013.10.31.	자체수행	양호	◦ 교량받침// 받침콘크리트 균열 및 열화 3개소, 하부구조// 구체 열화 2개소, 신축이음// 후타재 파손 및 유간부족 1개소 ◦ 교량받침// 주입보수 2개소, 하부구조// 단면보수 2개소, 신축이음// 교체 1개소
정기	■ 2014.06.23.	자체수행	보통	◦ 거더내외부// 도장박리, 녹, 바닥판// 균열 및 백태, 받침부식, 받침콘크리트 파손, 하부구조// 균열 및 열화, 신축이음// 누수 및 유간부족, 후타재 균열, 박리, 파손 ◦ 거더내외부// 재도장, 바닥판// 균열보수, 받침재도장, 받침콘크리트 단면보수, 하부구조// 단면보수, 신축이음// 후타재 단면보수
정기	■ 2014.10.29.	자체수행	양호	◦ 거더내외부// 도장박리, 녹, 바닥판// 균열 및 백태, 받침부식, 받침 콘크리트 파손, 하부구조// 균열 및 열화, 신축이음// 누수 및 유간부족, 후타재균열, 박리, 파손 ◦ 거더내외부// 재도장, 바닥판// 균열보수, 받침재도장, 받침콘크리트 단면보수, 하부구조// 단면보수, 신축이음// 후타재 단면보수

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기	■ 2015.04.01.	자체수행	양호	◦ 거더// 거더내부, 외부, 하판 도장박리 ◦ 바닥판// 단부 균열, 백태 ◦ 교량받침// 받침콘크리트 파손, 받침콘크리트 균열 ◦ 하부구조// 구체부 열화, 표면박리 ◦ 신축이음// 후타재 파손
				◦ 거더// 거더내부, 외부, 하판 도장박리 : 재도장 ◦ 바닥판// 단부 균열 : 주입보수, 백태 : 표면보수 ◦ 교량받침// 받침콘크리트 파손 : 단면보수, 받침콘크리트 균열 : 주입보수 ◦ 하부구조// 구체부 열화 : 단면보수, 표면박리 : 단면보수 ◦ 신축이음// 후타재 파손 : 단면보수
정밀	■ 2015.12.11.	자체수행	A등급	◦ 바닥판// 박락 ◦ 거더외부 및 교량받침 부식, 받침콘크리트 균열 및 무수축 몰탈 균열 ◦ 후타재 균열 및 파손
				◦ 바닥판 박락 : 단면보수 ◦ 거더외부 및 교량받침부식 : 녹 제거후 재도장 ◦ 받침콘크리트 균열 및 무수축몰탈균열 : 주입보수 ◦ 후타재균열 및 파손 : 주입보수, 단면보수
정기	■ 2016.04.12.	자체수행	양호	◦ 거더 : 박리 및 부식 ◦ 교량받침 : 부식 및 균열 ◦ 하부구조 : 교좌면 박리 ◦ 신축이음 : 누수 ◦ 난간 / 중분대 : 중분대 표면박리
				◦ 거더 : 단면보수, 재도장 ◦ 교량받침 : 재도장, 주입보수 ◦ 하부구조 : 단면보수 ◦ 신축이음 : 누수방지 시설 설치 ◦ 난간 / 중분대 : 단면보수

4.2 보수·보강 이력

구 분	공사기간	설계자	시공자	공사구간	보수·보강 공법	공사금액 (천원)	비고
보수	2006.10.16.	—	—	배수시설(S2)	보수	4,800	
	2010.12.31.	—	—	하부구조(A2)	기타	—	
	2012.12.31.	—	—	하부구조(A2)	기타	1	
		—	—	교량받침(A1, A2)	도장(12개소)	31/개소	
		—	—	신축이음장치(A2)	후타콘크리트	2,400	
		—	—	신축이음장치(A2)	스트립셀	5,058	
		—	—	신축이음장치(A1)	후타콘크리트	3,150	
	2015.09.18.	—	—	신축이음장치(A2)	강평거조인트	54,000	
	2015.12.30.	—	—	신축이음장치(A1)	강평거조인트	42,000	

4.3 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료 분석 결과	정밀안전진단 과업진행 방향
건설 관련 자료	◦ 일반보고서 ◦ 구조 및 수리계산서 ◦ 준공도면 ◦ 시공기록보고서	◦ 일반보고서 및 준공도면은 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨. ◦ 일반보고서, 준공도면, 구조계산서의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨. ◦ 신축이음장치는 시공기록보고서와 관리대장상의 형식이 상이함. ◦ 구조검토 시 1996년 설계기준을 적용함	◦ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교, 검토 후 치수가 상이할 경우 안전측으로 구조계산토록 하고 도면을 재작성하며, 실측치와 동일할 경우는 준공도면을 기준으로 과업을 진행토록 함. ◦ 신축이음장치의 형식을 확인하여 관리대장상과 일치하는지 확인하도록 함. ◦ 현 설계기준을 적용하여 구조검토를 실시함.
	◦ 시공 중 안전점검	◦ 시공 중 구조물에 대한 문제점은 없는 것으로 확인됨.	◦ 구조물에 대한 문제점은 없는 상태였으나, 사용 중 손상이 발생되거나 조사가 누락된 면이 있을 수 있으니 상세외관조사 시 면밀히 조사함.
유지 관리 자료	◦ 점검 및 진단 이력	◦ 바닥판 하면 균열, 망상균열, 균열 및 녹발생, 박리, 누수흔적 및 백태 ◦ STB 거더 도장박리 및 부식, 용접결함, 실링불량 ◦ 교대/교각의 균열, 망상균열, 누수흔적, 철근노출 및 녹발생, 박리, 파손, 압성토 파손 ◦ 교량받침 소울플레이트 도장박리 및 부식, 몰탈/콘크리트 균열, 들뜸, 파손, 철근노출 및 녹발생 ◦ 신축이음장치 본체 부식, 후타재 균열, 후타재 파손, 유간부족 ◦ 교면포장 아스콘 균열 및 망상균열 ◦ 내구성조사 결과 설계 값 이상으로 양호한 상태임.	◦ 점검 시 조사된 손상에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상 확인, 보수여부 및 대책방안 마련. ◦ 금회 정밀안전진단이 초기자료이므로, 차후 비교, 검토 자료로 활용하여 안전성 변화 여부 확인.
유지 관리 자료	◦ 보수·보강 이력	◦ 보수·보강 이력을 검토한 결과, 본 교량은 지속적인 유지관리가 진행된 것으로 평가됨.	◦ 보수·보강 이력사항에는 보수부에 대한 위치가 제시되어 있지 않으므로 보수된 손상명에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사함.
	◦ 기술과제 자료	◦ 기술자문 검토서를 통해 신축이음장치 유간 부족 및 협착, 바닥판 단부 균열 및 파손, 교대 파라펫부 누수, 신축이음 및 난간 방호벽 단차, 후타재 균열 및 파손에 대한 원인 분석과 대책수립 등이 검토됨.	◦ 기술자문 검토서를 참고자료로 활용하여 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상확인, 보수여부 및 대책방안 마련.

5. 현장조사 및 시험

가. 외관조사 결과요약

구 분	주요결합 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판 하면	• 균열 ($C_w=0.3\text{mm}$이하), 망상균열, 균열/백태	• 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 일부균열은 균열부를 통한 내부수 유출이 발생하였으며, 내구성확보를 위하여 표면처리보수가 필요.
Steel Box Girder 내부	• 용접결합 (Pit, 목두께부족, 비드불량, 언더컷) • 거더내부 누수흔적 (Splice부) • 도장박리, 부식 • 볼트탈락 • 이물질퇴적, 점검등탈락	• 용접시공시 용접전류 및 용접속도 불량, 용접작업실수 등이 원인으로 판단되며, 지속관찰이 적절할 것으로 판단됨. • 외부우수유입이 원인으로 발생하였으며, 실링재 시공이 필요. • 도장 전처리 불량과 Splice부를 통한 우수유입이 주원인으로 판단되며, 재도장이 필요. • 환기구 볼트가 시공시 누락된 것으로 판단되며, 지속관찰이 적절함. • 이물질 퇴적(조류) 및 공용년수 증가에 따른 손상으로 위생 및 외관을 위하여 청소가 필요
Steel Box Girder 격벽	• 용접결합(Pit, 비드불량, 언더컷) • 부식	• 용접시공시 용접전류 및 용접속도 불량, 용접작업실수 등이 원인으로 판단되며, 지속관찰이 적절할 것으로 판단됨(거더내부와 동일함). • 시공미흡 및 경년증가에 따른 노후화가 주원인으로 판단되며, 재도장이 필요.
Steel Box Girder 외부	• 도장박리, 부식 및 볼트부식 • 오염	• 공용기간 증대로 인한 교량의 노후화 및 태양광에 의한 열화, 도장전 바탕처리불량이 원인으로 판단되며, 재도장이 필요. • 바닥판하면 캔틸레버부의 유공관으로 떨어지는 우수로 인하여 발생된 것으로 오염부 재도장이 필요.
강 가로보	• 대체적으로 양호하나, 국부 도장박리 발생	• 시공미흡 및 경년증가에 따른 노후화가 주원인으로 재도장이 필요.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교대	• 균열 (Cw=0.3mm미만) • 백태, 박리 • 압성토 침하	• 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 내구성확보를 위하여 0.3mm이하는 표면처리보수 필요. • 백태, 박리는 상부 신축이음부에서 유입된 우수로 인하여 발생하였으며, 표면처리보수가 필요. • 압성토 침하에 따른 손상으로 h=3cm이며, 급회 신규손상으로 지속관찰을 통한 진행성여부 판단이 필요.
교각	• 균열 (Cw=0.3mm이하/0.3mm이상) 및 망상균열 • P1 박리 • 박락, 재료분리, 파손 • 면처리불량, 철근노출 • P1 토사침식	• 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등이 주원인으로 내구성확보를 위하여 0.3mm이하는 표면처리보수, 0.3mm이상은 주입보수가 필요. • 상부 유공관 및 배수구를 통한 우수유입에 원인으로 판단되며, 내구성확보를 위한 표면처리보수가 필요. • 외부충격, 시공 다짐미흡 등이 원인이며 단면보수가 필요. • 면처리 불량 및 철근(잡철)노출은 시공 및 보수미흡에 따른 손상으로 지속관찰이 적절함. • 상부구조 유공관을 통해 떨어지는 우수가 주원인으로 손상정도가 경미하므로 지속관찰이 적절함.
교량받침	• 받침장치 본체 부식 • 받침 몰탈/콘크리트 균열 • 받침 콘크리트 박락 • 받침이동량 초과 (A1-Sh1~Sh4, A2-Sh1~Sh4)	• 외측면을 통한 우수유입이 주원인이며, 녹 제거후 채도장이 필요. • 건조수축 및 양생불량 등에 의한 비구조적인 손상으로 손상정도는 경미하며, 표면처리보수를 통한 내구성확보가 필요. • 외부 우수유입에 따른 동결융해로 인해 내부 철근부식 등이 원인으로 판단되며, 내부 철근 방청 후 단면보수가 필요. • 프리셋팅 오류로 판단되며, 기능상에 문제가 없으므로, 지속관찰을 통한 중점유지관리가 필요.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
신축이음장치	• 신축이음장치 본체 부식(갓길) • 신축이음장치 토사퇴적 • 후타재 균열(Cw=0.3mm미만) 및 파손 • 신축이음덮개 볼트탈락 및 덮개누락	• 공용 중 우수에 의한 부식이 주원인이며, 손상정도가 미미하고 주행성에 영향을 미치지 않으므로 지속관찰이 필요. • 공용년수 증가에 따른 이물질 퇴적으로 청소가 필요 • 시공시 건조수축 및 공용 중 중차량 통행 등의 요인이 원인이며, 균열은 미세균열로 지속관찰이 적절하나 파손은 단면보수가 필요. • 공용년수 증가 및 시공누락으로 덮개 및 볼트 재설치 필요.
교면포장	• 종방향 균열 및 망상균열 • 소성변형(S4)	• 건조수축, 온도변화 및 시공초기 다짐미흡(온도관리, 다짐초기 균열 등의 복합적인 원인에 의한 것으로 부분적으로 발생하고 차량 주행성 저하에 미치는 영향이 미미함으로 지속관찰 후 향후 부분 보수가 필요. • 중차량 통행 등에 의해 발생한 것으로 판단되나, 손상정도가 경미하여 보수의 필요성은 없을 것으로 판단되어 지속관찰이 필요
배수시설	• 전반적으로 양호한 상태이며, 배수구 이물질 퇴적 일부구간 발생 • A1측 교대 배수측구 파손	• 청소 • 지속관찰을 통하여 향후 손상정도 증가시 적절한 보수 필요
방호벽 및 중앙연석부	• 균열(폭 0.3mm이하/0.3mm이상) • 균열/백태, 백태 • 박락, 철근노출, 파손 • 중앙연석부 박리(S1~S4)	• 구조물에 미치는 영향이 미미하므로 0.3mm이하는 표면처리보수를 실시하며 0.3mm이상은 주입보수 필요. • 내구성 확보를 위한 표면처리보수 필요. • 단면보수 및 단면보수(방청) 필요함 • 시공불량, 다짐불량, 기타 국부적인 외력의 작용이 원인으로 판단되며, 지속관찰을 시행하여 손상정도 증가시 보수 필요
점검시설	• 점검시설 시건장치 누락 • 표기판 탈락	• 시건장치 재설치 • 방호벽에 표기판(P2) 재부착

나. 기 진단결과 비교

구 분	손상내용	단위	2012년 전차진단		2016년 금회진단		증·감
			개소	수량	개소	수량	
바닥판	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	700	1,375.60	25	57.40	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	10	116.25	1	12.50	▽
	•균열/백태	m	6	6.60	1	2.50	▽
	•누수흔적 및 백태	m ²	32	5.10	—	—	▽
	•박리	m ²	1	0.40	—	—	▽
Steel Box 거더 내부	•Pit	개소	981	981	956	956	▽
	•목두께부족, 비드불량, 인더킷	m	132	38.57	131	30.2	▽
	•누수흔적	m ²	—	—	1	0.25	△
	•도장박리, 부식	m ²	87	128.35	8	0.16	▽
	•볼트탈락	개소	—	—	2	2	△
	•이물질퇴적	m ²	3	0.69	4	2.04	△
	•점검등탈락	개소	—	—	4	4	△
Steel Box 거더 외부	•도장박리, 부식	m ²	155	4.42	126	2.95	▽
	•볼트부식	개소	37	37	84	84	△
	•오염	m ²	4	4.30	2	2.36	▽
가로보	•도장박리	m ²	2	0.02	2	0.03	△
교대	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	58	43.30	2	0.60	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	9	3.86	—	—	▽
	•백태	m ²	—	—	1	0.15	△
	•박리	m ²	3	0.24	3	1.51	△
	•침하	m	—	—	1	0.03	△
	•철근노출 및 녹발생	m ²	2	0.05	—	—	▽
	•누수흔적	m ²	4	0.46	—	—	▽
교각	•균열 (Cw=0.3mm미만)	m	262	269.20	124	117.13	▽
	•균열 (Cw=0.3mm이상)	m	3	4.20	1	1.00	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	34	67.22	11	14.22	▽
	•박리	m ²	35	7.49	2	0.17	▽
	•박락	m ²	—	—	1	0.24	△
	•재료분리, 파손	m ²	47	2.29	11	0.93	▽
	•철근노출	m ²	—	—	1	0.10	△
	•면처리불량	m ²	—	—	1	0.18	△
	•토사침식	개소	—	—	1	1	△

주) △는 손상의 증가를 ▽는 손상의 감소를 나타냄

구 분	손상내용	단위	2012년 전차진단		2016년 금회진단		증·감
			개소	수량	개소	수량	
교량받침	•부식	m ²	41	1.25	5	0.27	▽
	•균열(Cw=0.3mm미만)	m	76	15.30	59	17.31	△
	•균열(Cw=0.3mm이상)	m	4	1.80	1	1.00	▽
	•망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	2	0.38	—	—	▽
	•재료분리 및 박리	m ²	9	1.26	—	—	▽
	•들뜸 및 파손	m ²	9	1.86	—	—	▽
	•철근노출 및 녹발생	m ²	6	0.18	—	—	▽
	•박락	m ²	—	—	7	1.07	△
신축이음	•부식	m	4	0.79	2	0.47	▽
	•토사퇴적	m ²	—	—	3	2.60	△
	•균열(Cw=0.3mm미만)	m	50	46.90	50	29.45	▽
	•파손	m ²	5	0.82	1	0.10	▽
	•덮개볼트 탈락	개소	—	—	6	6	△
	•덮개누락	개소	—	—	1	1	△
교면포장	•균열	m	8	12.50	6	12.90	△
	•망상균열	m	5	0.59	1	0.09	▽
	•소성변형	m ²	—	—	2	0.09	△
배수시설	•배수로이물질퇴적	개소	3	3	3	3	—
	•유도배수관 설치(유공관)	개소	4	4	—	—	▽
	•배수측구파손	m ²	—	—	2	0.04	△
방호벽	•균열(Cw=0.3mm미만)	m	28	15.75	23	12.14	▽
	•균열(Cw=0.3mm이상)	m	5	7.25	2	1.00	▽
	•균열/백태	m	2	1.40	1	1.00	▽
	•백태	m ²	—	—	1	0.01	△
	•박리	m ²	9	240.01	4	240.00	—
	•박락	m ²	—	—	2	0.10	△
	•철근노출	m ²	—	—	3	0.30	△
	•파손	m ²	7	0.20	13	0.88	△
검토의견	■ 보수이력 및 현장조사 결과, 기 진단 이후 바닥판 하면 균열보수, 하부구조 균열보수 및 단면보수, 거더 내·외부 도장보수, 교량받침 도장보수, 신축이음장치 보수 등이 실시된 것으로 확인됨. ■ 전차진단(2012년)에서 조사된 상·하부구조의 손상은 대부분 보수된 상태이며, 금회 조사된 신규손상 및 기존손상의 증가는 공용연수 증가에 따른 노후화(거더외부 볼트부식, 가로보 도장박리, 신축이음 토사퇴적 등), 조사장비(교량점검차, 고소점검차)를 운용한 근접조사 실시(거더외부 볼트부식 등), 기 용역 시 누락된 손상 추가조사 등에 따른 것으로 판단됨.						

주) △는 손상의 증가를 ▽는 손상의 감소를 나타냄

다. 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위	시험 결과		비 고
			2012년 전차진단	2016년 금회진단	
콘 크 리 트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부구조	27.5~28.5	27.2~27.6	• 설계기준강도(27MPa)를 상회함.
		하부구조	26.5~29.0	24.4~30.6	• 설계기준강도(24MPa)를 상회함.
	철근탐사 시험	상 · 하부구조	-		• 전반적으로 철근배근간 격 및 피복두께는 준공 도면과 거의 일치함.
	품질시험 (km/s)	상부구조	-	3.911~4.306	• 품질상태가 양호함
		하부구조	-	3.817~4.267	
	탄산화 깊이 (mm)	상부 구조	3.5~6.0	4.4~7.0	• 상태평가 a~b (잔여깊이 10~30mm)
		하부 구조	2.2~10.0	5.2~11.8	• 상태평가 a (잔여깊이 30mm이상)
	염화물 함유량 시험 (kg/m ³)	상부 구조	0.118	0.170	• 상태평가 a (염화물 ≤ 0.3kg/m ³)
		하부 구조	0.109~0.054	0.182~1.210	• 상태평가 a~c (염화물 < 2.5kg/m ³)
강 재	초음파 탐상 (UT)	거더 내부 (맞대기 용접부)	합 격	시험 12개소 (12개소 합격)	• 1급
	도막두께 (μm)	거더 외부	-	400~431	• 기준두께(215μm)
	강재두께 (mm)	거더 외부		12.3~14.1 (0.1~0.6mm)	• 설계두께의 ±0.80
총 합 평 가		■ 비파괴강도 측정결과, 전 개소에서 설계기준 강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 진단과의 비교·분석 결과, 부재별로 측정 위치가 달라 다소 차이가 있지만, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 콘크리트 품질시험결과, 모든 개소에서 양호한 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a~b”로 판정되며 기진단과의 비교·분석 결과, 탄산화 깊이가 다소 진행되었으나, 철근부식에 영향이 없는 것으로 평가됨. ■ 염화물 함유량 시험결과 “a~c”로 평가됨. 기진단과의 비교·분석 결과, 염화물함유량이 다소 증가되었으나, 철근피복두께에 영향이 없는 것으로 측정되었다. 염화물 “c” 등급으로 측정된 A1교대에 대해서는 중점관리가 필요한 것으로 판단된다. ■ 균열깊이 측정결과, 초과하지 않는 것으로 조사됨. ■ 금회 진단결과, 비파괴 강도, 철근배근상태, 콘크리트 품질, 탄산화 깊이 시험결과, 대부분 양호한 수준으로 측정됨. ■ 강재에 대한 내구성 조사결과 전 개소에서 합격 판정된 것으로 나타나며, 도막두께 및 강재두께 측정치도 측정개소 모두 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.			

6. 시설물의 상태평가

부재의 분류		상부구조			하부구조		받침	기타부재				탄산화		염화물	
번호	형식	바닥판	거더	가로보/세로보	교대교각	기초	교량받침	신축이음	교면포장	배수시설	난간	상부	하부	상부	하부
1	강박스	b	b	a	b	q	b	b	a	c	c	b	a	—	c
2	강박스	a	b	b	c	q	c	—	a	b	c	a	a	—	—
3	강박스	c	b	a	b	q	b	—	b	b	c	a	a	—	—
4	강박스	a	b	a	b	q	c	—	b	b	c	b	a	a	—
					b	q	c	c		b			a		a
평균		0.20	0.20	0.13	0.24	0.00	0.32	0.30	0.15	0.24	0.40	0.15	0.10	0.10	0.25
가중치		18	20	5	20	0	9	9	7	3	2	2	2	2	1
(평균X가중치/가중치합)		0.036	0.040	0.007	0.048	0.000	0.029	0.027	0.011	0.007	0.008	0.003	0.002	0.002	0.003
주) 충주IC교는 기초가 매립된 상태로 해당 가중치는 교대, 교각의 가중치에 포함시켜 평가함										결함도 환산점수		0.222			
										상태평가 결과		B			

7. 시설물의 안전성평가

7.1 안전성평가 결과

가. 상부구조

1) 바닥판

구 분	M_u (kN·m)	ϕM_n (kN·m)	안전율 ($\phi M_n/M_u$)	검토결과
캔틸레버부 (G1측)	61.042	122.167	2.001	O.K
캔틸레버부 (G3측)	61.042	122.167	2.001	O.K
중앙부	92.082	105.961	1.151	O.K

강도설계법에 의한 바닥판의 단면검토 결과, 휨강도에 대한 계수모멘트의 최소 안전율이 1.151로 산정되어 바닥판은 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

2) 강박스 거더

구 분		휨 응 력				안전율		검토결과
		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)				
		상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	
정모멘트부	S4-G3	106.750	-109.966	247.000	190.000	2.314	1.728	O.K
	S2-G2	87.175	-97.727	247.000	190.000	2.833	1.944	O.K
부모멘트부	P1-G2	-153.775	172.708	190.00	218.50	1.236	1.265	O.K
	P2-G2	-153.473	141.548	190.00	190.00	1.238	1.342	O.K

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음.

구 분		전 단 응 력		안전율	검토결과
		작용응력 (MPa)	허용응력 (MPa)		
정모멘트부	S4-G3	5.672	110.000	19.394	O.K
	S2-G2	7.976	110.000	13.791	O.K
부모멘트부	P1-G2	23.137	110.000	4.754	O.K
	P2-G2	23.104	110.000	4.761	O.K

허용응력법에 의한 강박스 거더의 응력 검토결과, 거더 상·하연에 발생하는 최대응력은 허용응력 이내(휨응력 : 1.238, 전단응력 : 4.754)로 검토되어 구조 안전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

3) 교량반침용량 검토

구 분		합성전고정하중 (kN)		합성후 고정하중 (kN)	활하중 (kN)	합 계 (kN)	반침 용량 (kN)	검토 결과
		Steel	Concrete					
A1	Sh01	99.28	240.324	202.524	472.164	1014.292	1600	O.K
	Sh02	138.682	347.118	72.497	556.219	1114.516	1600	O.K
	Sh03	124.553	302.137	125.751	635.472	1187.913	1600	O.K
	Sh04	124.553	302.304	125.751	635.472	1188.08	1600	O.K
	Sh05	138.682	347.000	72.497	556.219	1114.398	1600	O.K
	Sh06	99.28	240.505	202.524	472.164	1014.473	1600	O.K
P1	Sh01	452.853	933.943	639.195	833.564	2859.555	4000	O.K
	Sh02	523.857	1158.697	353.033	834.032	2869.619	4000	O.K
	Sh03	504.512	1088.018	429.400	882.895	2904.825	4000	O.K
	Sh04	504.512	1088.224	429.400	882.895	2905.031	4000	O.K
	Sh05	523.857	1158.617	353.033	834.032	2869.539	4000	O.K
	Sh06	452.853	934.307	639.195	833.564	2859.919	4000	O.K
P2	Sh01	435.105	898.171	625.958	862.22	2821.454	4000	O.K
	Sh02	507.149	1126.094	338.813	835.275	2807.331	4000	O.K
	Sh03	487.408	1054.204	415.182	897.378	2854.172	4000	O.K
	Sh04	487.408	1054.418	415.182	897.378	2854.386	4000	O.K
	Sh05	507.149	1126.006	338.813	835.275	2807.243	4000	O.K
	Sh06	435.105	898.550	625.958	862.22	2821.833	4000	O.K
P3	Sh01	455.246	939.915	642.101	837.991	2875.253	4000	O.K
	Sh02	526.353	1165.074	355.565	835.588	2882.58	4000	O.K
	Sh03	506.97	1094.242	432.171	885.792	2919.175	4000	O.K
	Sh04	506.97	1094.449	432.171	885.792	2919.382	4000	O.K
	Sh05	526.353	1164.993	355.565	835.588	2882.499	4000	O.K
	Sh06	455.246	940.282	642.101	837.991	2875.62	4000	O.K
A2	Sh01	101.187	245.202	196.769	477.608	1020.766	1600	O.K
	Sh02	139.779	352.821	82.761	561.623	1136.984	1600	O.K
	Sh03	125.852	307.508	128.383	642.329	1204.072	1600	O.K
	Sh04	125.852	307.677	128.383	642.329	1204.241	1600	O.K
	Sh05	139.779	352.699	82.761	561.623	1136.862	1600	O.K
	Sh06	101.187	245.386	196.769	477.608	1020.95	1600	O.K

주) 반력 발생방향이 하향을 정(+), 상향을 부(-)로 표기함.

반침용량에 대한 검토결과 교량반침은 용량이 최대 발생 반력값 보다 큰 것으로 검토되어 안전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

나. 하부구조

1) 교대 단면검토

구 분		d(mm)	사용철근량(mm ²)	M _u (kN · m)	Φ M _n (kN · m)	Φ M _n / M _u
A1	홍벽	720	D19-10EA=2865.0	209.424	510.620	O.K.(2.438)
	벽체	1500	D32-10EA=7942.0	1903.847	2919.550	O.K.(1.534)
	압굽	1400	D29-10EA=6424.0	1171.233	2215.990	O.K.(1.892)
	뒷굽	1400	D29-10EA=6424.0	1035.908	2215.990	O.K.(2.139)
A2	홍벽	720	D19-10EA=2865.0	209.424	510.620	O.K.(2.438)
	벽체	1500	D32-10EA=7942.0	1903.847	2919.550	O.K.(1.534)
	압굽	1400	D29-10EA=6424.0	1166.321	2215.990	O.K.(1.900)
	뒷굽	1400	D29-10EA=6424.0	1036.684	2215.990	O.K.(2.138)

※ $f_{ck} = 24\text{MPa}$, $f_y = 300\text{MPa}$, $k_l = 0.85$, $\Phi_f = 0.85$, $\Phi_v = 0.75$

※ 자세한 계산과정은 부록. 참조

각 부재별 단면검토 결과 최소안전율 1.534(A1, A2) 로 나와 구조적인 안전성을 확보한 것으로 판단된다.

2) 교각(P3) 단면검토

① 기둥해석 결과

구 분		Pu	$\alpha \Phi P_n$	안전율	Mu	Ø Mn	안전율
교축 방향	CASE1	9823.498	58340.731	O.K.(5.939)	2960.102	17579.761	O.K.(5.939)
	CASE2	18945.329	63564.437	O.K.(3.355)	978.150	14223.045	O.K.(14.541)
	CASE3	13442.681	29741.669	O.K.(2.212)	13224.773	29259.545	O.K.(2.212)
교축 직각 방향	CASE4	11671.406	41829.151	O.K.(3.584)	6919.023	24797.104	O.K.(3.584)
	CASE5	14973.029	63564.437	O.K.(4.245)	796.168	14223.045	O.K.(17.864)
	CASE6	8467.505	33870.231	O.K.(4.000)	7015.685	28062.909	O.K.(4.000)

② 코핑해석 결과

㉠ 단면력 검토

구 분	d(mm)	사용철근량(mm ²)	M _u (kN · m)	Φ M _n (kN · m)	Φ M _n / M _u
코핑	2550	D25-24EA=12160.8 D25-24EA=12160.8 =24321.6	9764.710	15371.470	O.K.(1.574)

∴ 철근량은 브라켓 설계를 고려함

교각 구조물에 대한 안정성 검토 결과 최소 안전율 1.0 이상으로 나와 구조적인 안전성을 확보한 것으로 판단된다.

7.2 내하력 평가결과

가. 강박스 거더

구 분		응력(MPa)			기본내하율 (RF)	기본내하력
		고정하중	활하중	허용응력		
S4- G3	상연	58.538	8.484	190.000	15.496	DB-24이상
	하연	-75.068	-34.899	-190.000	3.293	"
정모멘트 최대	상연	48.494	7.470	190.000	18.943	"
	하연	-62.994	-34.734	-190.000	3.657	"
S2- G2	상연	-112.765	-36.824	-190.000	2.097	"
	하연	102.715	36.465	190.000	2.394	
정모멘트 최대	상연	-107.291	-38.302	-190.000	2.159	"
	하연	97.962	38.437	190.000	2.395	

나. 바닥판

구 분	설계강도 (kN · m)	고정하중 계수	고정하중 모멘트 (kN · m)	활하중 계수	활하중모멘트 (충격포함) (kN · m)	기본내하율 (RF)	기본내하력 (P)
캔틸레머부 (G1측)	122.167	1.3	8.246	2.15	13.042	3.975	DB-24 이상
캔틸레머부 (G3측)	122.167	1.3	8.246	2.15	13.042	3.975	
중앙부 바닥판	105.961	1.3	5.472	2.15	39.520	1.163	"

강박스거더와 바닥판 내하력평가 결과 기본내하력(P)는 DB-24이상을 확보하였다.

8. 종합평가

8.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
충주IC교	0.222	B	1.265(거더) 1.401(바닥판)	A	B
종합평가	•충주IC교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •안전성 평가결과 최소 안전율 1.0이상으로 “A” 로 평가됨 •상태평가 및 안전성 평가결과를 통한 종합평가 결과 충주IC교는 “B” 로 평가됨				

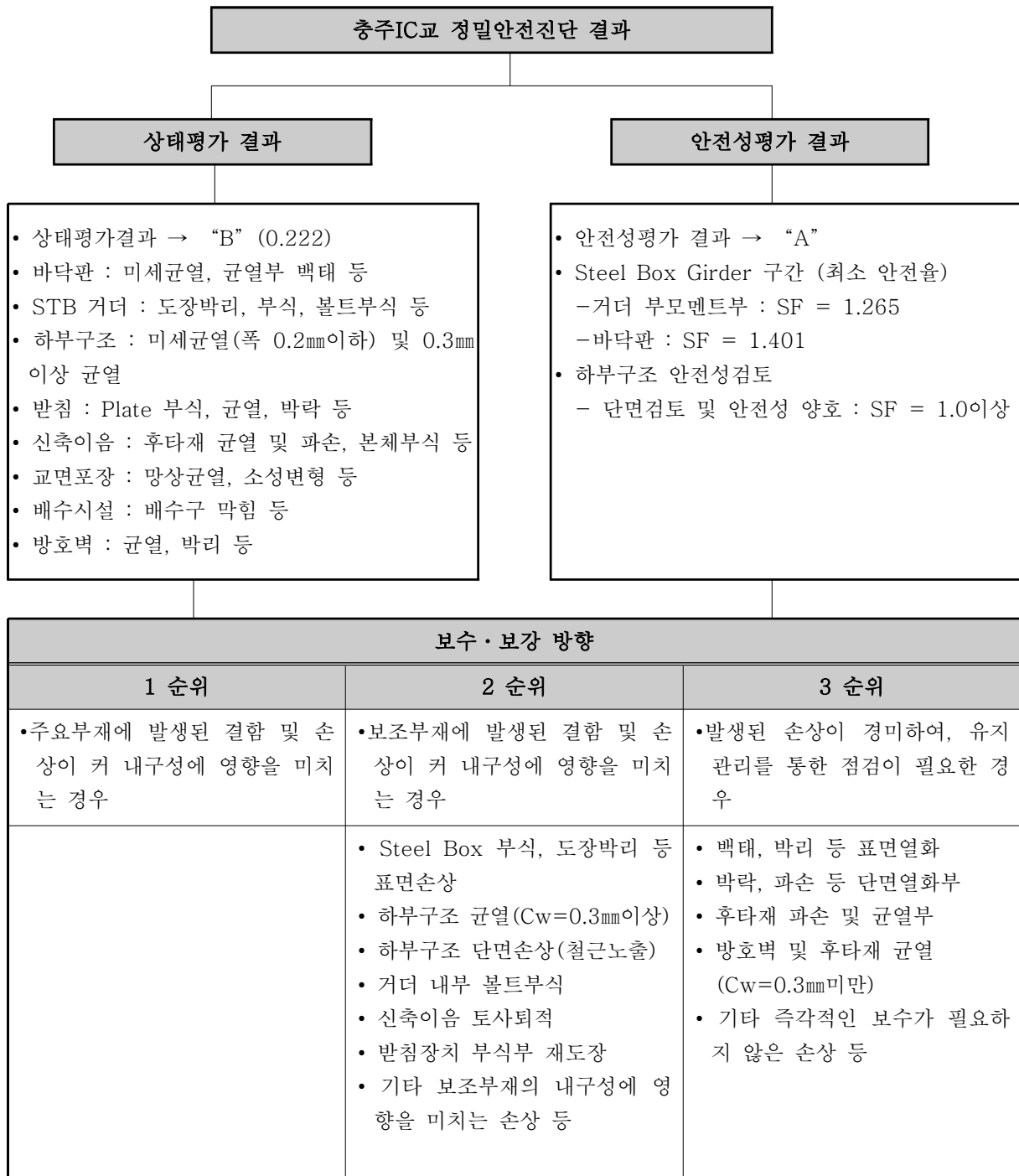
8.2 안전등급 지정

본 교량에 대한 상태평가 및 안전성평가 결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로 안전등급은 B등급으로 평가되었다.

안전등급	구조물명	안전등급
	충주IC교	B등급(양호)

9. 보수·보강 및 유지관리방안

9.1 보수·보강 추진방향



9.2 보수 · 보강방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	•균열/백태	표면처리보수	2.50	3.75	m	33	126	3
Steel Box Girder 내부	•누수흔적	실링재 시공	0.25	0.38	m ²	4	2	3
	•도장박리	재도장	0.05	0.08	m ²	32	3	2
	•부식	녹제거 후 재도장	0.09	0.14	m ²	32	5	2
	•볼트탈락	볼트 재체결	2.00	2.00	EA	6	12	3
	•이물질퇴적	청소	2.04	3.06	m ²	13	42	3
	•점검등 탈락	청소	4.00	4.00	EA	13	54	3
격벽	•부식	녹제거 후 재도장	0.02	0.03	m ²	32	1	2
Steel Box Girder 외부	•도장박리	재도장	0.95	1.43	m ²	32	47	2
	•부식	녹제거 후 재도장	2.00	3.00	m ²	32	97	2
	•볼트부식	재도장	84.00	84.00	EA	32	2,716	2
	•오염	재도장	2.36	3.54	m ²	32	115	2
가로보 및 세로보	•도장박리	재도장	0.03	0.05	m ²	32	2	2
교대	•백태	표면처리보수	0.15	0.23	m ²	33	8	3
	•박리	표면처리보수	1.51	2.27	m ²	33	76	3
교각	•균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	70	105	2
	•박리	표면처리보수	0.17	0.26	m ²	33	9	3
	•박락	단면보수	0.24	0.36	m ²	212	77	3
	•재료분리	단면보수	0.70	1.05	m ²	212	223	3
	•파손	단면보수	0.23	0.35	m ²	212	74	3
교량 받침	•부식	재도장	0.27	0.41	m ²	57	24	2
	•균열(Cw=0.5mm이상)	충전보수	1.00	1.50	m	73	111	2
	•박락	단면보수	1.07	1.61	m ²	212	341	3

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축 이음	•토사퇴적	청소	2.60	3.90	m²	13	53	2
	•균열 (Cw=0.3mm미만)	표면처리보수	29.45	11.04	m/m²	33	369	3
	•파손	단면보수	0.10	0.15	m²	212	32	3
	•덮개볼트 탈락	볼트 재체결	6.00	6.00	EA	6	36	3
	•덮개누락	신축이음 덮개설치	1.00	1.00	EA	35	35	3
배수 시설	•배수로 이물질퇴적	청소	3.00	3.00	EA	13	41	3
	•배수측구파손	단면보수	0.04	0.06	m²	212	13	2
방호벽	•균열 (Cw=0.3mm미만)	표면처리보수	12.14	4.55	m/m²	33	152	3
	•균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	70	105	2
	•균열/백태	표면처리보수	1.00	1.50	m	33	51	3
	•백태	표면처리보수	0.01	0.02	m²	33	1	3
	•박락	단면보수	0.10	0.15	m²	212	32	3
	•철근노출	방청 후 단면보수	0.30	0.45	m²	241	109	2
	•파손	단면보수	0.88	1.32	m²	212	280	3
순공사비 합계(천원)							5,579	
제경비(순공사비×50%)							2,790	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-	
		2순위					5,259	
		3순위					3,110	
개략공사비(천원)							8,369	

※ 손상물량의 할증(50%)은 보수공사 및 재료에 대한 손실과 『토목표준품셈 제1장 적용기준 중 “1-16 품의 할증 - 14.기타할증(작업능력 저하가 현저할 때-위험, 소음, 협소)』을 적용하였음.

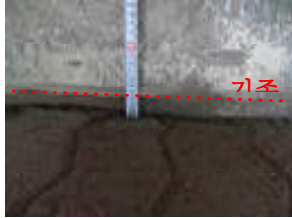
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.

(용접부부식 : 폭 0.1m 고려, m→m², 볼트부식 : 1EA당 0.1m², EA→m² 등)

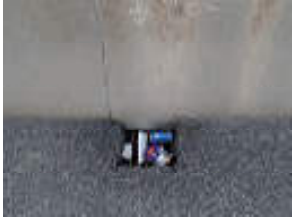
※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

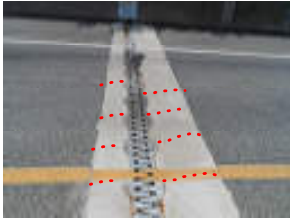
9.3 유지관리 방안

가. 진단결과에 따른 중점유지관리 사항

구 분	중 점 점 검 내 용	
상부구조	- 바닥판하면 유공관 주변 누수흔적/백태, 백태 진전여부 - 횡방향 균열의 진전여부 - 보수부 재균열 발생여부 - Steel Box Girder 내·외부 도장박리 및 부식 진전여부	 <바닥판하면 균열부 백태>  <거더외부 도장박리>
하부구조	- 교각 0.3mm 이상 수직균열 및 수평균열의 진전유무 - 박리, 박락 및 망상균열 진전 여부 - P1 코핑부 하면 재료분리 손상 진전여부 및 보수시 보수상태 확인 - 교대 압성토 침하 진전여부	 <교대 A1 침하(압성토)>  <교각(P1) 코핑부 하면 재료분리>
받침장치	- 결함 발생 및 진전 여부 - 수축 가동여유량 부족 구간의 이상거동 유무	 <받침이동량 측정>  <받침콘크리트 박락(A1-Sh2)>
교면포장	- 주요점검 대상 - 균열 및 망상균열 포트 홀 발생여부 - 재포장구간의 보수상태 점검 및 신규손상 발생 여부	 <교면포장 균열>  <교면포장 소성변형>

나. 유지관리를 위한 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용	
배수시설	◦주요점검 대상 · 배수관 막힘	 <배수구 이물질 퇴적>  <배수측구 파손>
방호벽	◦주요점검 대상 · 콘크리트 파손/박락, 철근노출 · 전경간에서 균열이 조사됨 : 손상진전여부	 <연석부 파손>  <방호벽 균열>
바닥판	◦주요점검 대상 · 0.2mm 미세균열 진전여부 · 균열부 백태 진전여부 · 배수관 주변 백태 진전여부	 <폭0.2mm이하 횡방향 균열>  <균열부 백태>
강박스 거더	◦ 쇼킹부의 열화 심화 여부 확인 ◦ 도장박리부 보수 후 재손상 발생 여부 확인 ◦ 언더컷, 피트 등의 손상 주변에 피로 균열, 변형 등의 발생 여부 확인 ◦ 인장응력을 받고 있는 하부플랜지와 보강재 용접부의 피로균열 발생 여부 ◦ 겹 발생 부위 주변 강재 녹발생, 부식, 접합부 녹물자국 등의 손상 발생 여부 확인	 <거더 내부 부식>  <거더 외부 도장박리>

부재구분	중 점 점 검 내 용
교량받침	◦신축이음부 누수여부(받침 도장박리, 부식, 몰탈/콘크리트 열화) ◦받침 몰탈/콘크리트 균열의 발생과 진전여부 ◦가동받침의 이동량 점검  <플레이트 부식>  <받침콘크리트 균열>
신축이음장치	◦주요점검 대상 · 본체부식의 진전으로 인한 단면손실 발생 여부 · 하부 콘크리트 받침Plate 열화여부 · 후타재 균열 및 파손 등 손상심화에 따른 차량주행의 안전성 저해여부 · 바닥판 유간 확보여부  <후타재 균열>  <본체 부식>
하부구조	◦교각의 수직균열 · 0.2mm이상 균열 진전여부 · 미세균열 진전여부 · 신축이음 누수로 인한 콘크리트 열화 여부 ◦전단키 설치부 박락 ◦홍벽 백태, 철근노출  <교대 박리>  <교각 균열>

10. 종합결론

충주IC교는 2002년 12월 준공되어 2016년 현재 공용년수가 14년 정도 경과한 교량으로, 설계하중은 DB-24로 1등급교량에 해당하고, 상부구조의 주형식은 Steel Box Girder로써, 경간 구성은 4경간(STB : 45.0m+2@55.0m+45.0m)으로 이루어져 있다. 본 과업은 준공(2002년) 이후 2회차로 시행하는 정밀안전진단으로서 시공자료 분석을 포함하여, 현장조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 외관조사 결과

- 각 부재별 외관조사 결과, 주요 손상으로는 바닥판하면의 미세균열(0.2mm이하, 횡방향 균열), 균열부 백태, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 하부구조의 미세균열 및 0.3mm이상의 균열, 받침장치의 이동량 초과, 표면부식, 받침물탈 및 콘크리트 균열, 박락, 신축이음장치의 본체부식 및 후타재 균열, 파손, 교면포장의 아스콘 망상균열 및 소성변형, 배수시설의 배수구 막힘 및 배수측구 파손, 방호벽의 균열 및 중앙연석부 박리 등이 조사되었다.
- 바닥판하면의 미세균열은 구조적 균열이 아닌 시공상 또는 콘크리트의 재료적인 특성상 발생한 균열(콘크리트 부등건조수축 및 콘크리트 내·외부 온도차 등)로 판단된다. 전차진단 시 조사된 균열은 대부분 보수가 완료된 상태로서, 금회 조사시 조사된 균열은 대부분 신규손상이며, 현시점의 보수보다는 지속관찰 후 균열의 진전 시 보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.
- Steel Box Girder 내·외부, 격벽에서 조사된 용접결함 및 표면열화 손상은 시공미흡 및 경년증가에 따른 노후화로 인한 손상으로 판단되며, 용접결함은 지속 관찰하는 것이 적절하며, 표면열화 손상은 내구성 확보를 위해 재도장이 필요하다.
- 하부구조에서 조사된 0.3mm이상의 균열은 대부분 Massive한 기둥부에서 시공초기 수화열에 의한 내외부 온도차 및 건조수축 균열로 판단되며, 내구성 확보를 위해 주입보수가 필요하고, 국부적인 미세균열(폭 0.2mm이하) 등에 대해서는 지속관찰이 필요하다.
- 받침이동량 초과 구간은 받침주변에 이상변위가 없는 상태이고, 기능상에 문제가 없는 상태로 보수의 필요성은 적은 상태이나, 향후 점검시 받침장치의 이상거동 상태 등에 대해서 중점관리가 필요하다.

- 신축이음장치 본체 부식, 후타재 균열 및 파손, 포장의 균열 및 소성변형 등의 손상은 공용년수의 증가, 중차량 통행 등이 원인으로 지속적인 관찰을 통하여 손상 진전여부 검토가 필요하다.
- 기타, 소규모로 발생한 단면손상 및 표면손상은 외부충격 및 다짐부족, 피복부족 등에 의한 손상으로서, 시설물의 내구성 확보를 위한 단면보수가 필요하다.

나. 내구성조사 결과

- 비파괴시험을 통한 콘크리트 강도시험 결과, 콘크리트 강도는 설계기준 강도를 만족하고 있으며, 철근배근 상태는 준공도면과 거의 일치하는 것으로 측정되었다.
- 탄산화 깊이측정 결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상부구조의 등급은 “a~b”, 하부구조의 등급은 “a” 로 판정되었다.
- 염화물 함유량 시험결과 2개소에서는 염화물에 의한 철근부식이 발생할 가능성이 없는 “a” 로 측정되었으나, 교대 A1에서 향후 염화물에 의한 부식발생 가능성 높음 “c” 등급으로 측정되었다. 기 진단 결과와 비교 분석한 결과, 염화물 함유량이 증가한 것으로 나타났다. 이는 동절기 제설제 살포시 제설제 잔여물이 교면포장의 균열을 통해 바닥판으로 침투하거나, 시간이 경과함에 따라 차로에서 도로 가장자리로 흩어진 제설제 분말이 흘러 내려 하부구조에 영향을 주어 기 진단에 비해 다소 높은 염화물 함유량을 보인 것으로 분석되므로 A1교대에 대해서는 향후 염화물 증가에 따른 철근의 부식 가능성에 대한 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 강재초음파 탐사 결과는 전 개소에서 합격으로 판정되어, 맞대기 용접부의 이상결함은 없는 것으로 확인되었다.
- 도막두께 및 강재두께 측정결과 설계기준치를 만족하는 것으로 분석되었다.

다. 상태평가 결과

- 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태인 “B” (결함지수 $X=0.222$)로 평가되었다.

라. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 바닥판의 캔틸레버부와 중앙 단면은 최소 안전율 1.0이상인 1.401으로 평가되어 안전성을 확보하고 있으며, 강박스 거더의 휨응력, 전단 응력, 합성응력 모두 최소안전율 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있다.
- 기본내하율도 1.0이상으로 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었고, 하부구조의 교대 및 교각에 대한 안전성 검토결과 안전성을 확보(교대, 교각 의 최소안전율이 1.0이상)하고 있는 것으로 평가되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

- 상태평가 및 안전성 평가결과를 통한 종합평가 결과, 충주IC교는 “B” 로 평가되었고, 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 B등급으로 평가되었다.

바. 결론

- 충주IC교는 DB-24의 1등교로서 정밀안전진단 결과, 상태평가(B)와 안전성평가(A)에 의거 안전등급은 『B등급』으로 평가되었으며, 기본내하력은 설계내하력(DB-24 / DL-24) 이상으로 평가되었다.
- 본 교량은 2002년 준공되어 약14년 정도 경과한 교량으로, 전차점검 및 진단결과에 따른 주요 손상에 대해 유지보수가 지속적으로 실시되고 있는 것으로 확인되었으며, 공용 연수(14년)가 증가함에 따라 손상의 급격한 진전은 없는 상태이며, 상부구조 및 하부구조 안전성 검토 결과는 구조적인 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.
- 그밖에 조사된 일부부재에 발생한 손상(바닥판 하면의 균열 및 백태, 강박스 거더 내·외부의 표면손상, 부식, 도장박리, 볼트탈락, 이물질퇴적, 용접불량, 하부구조의 0.3mm이상의 균열, 백태 및 박리, 박락, 철근노출 및 재료분리, 파손, 교량받침 부식, 균열, 박락, 신축이음장치 부식 및 후타재 균열 및 파손, 교면포장의 균열, 망상균열 및 소성변형, 배수시설의 배수구 막힘 및 배수측구 파손, 방호벽의 균열, 철근노출, 박락, 파손 및 백태 등)에 대해서는 보고서에서 제시한 “보수·보강 및 유지관리 방안”에 따라 보수를 실시하고, 진단결과에 따른 중점유지관리방안에서 제시한대로 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 효율적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◎ 정밀안전진단 결과표

◎ 정밀안전진단 요약문

제1장 정밀안전진단 개요	3
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.2.1 과업의 범위	3
1.2.2 과업수행 기간	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 대상 교량의 현황	7
1.4.1 교량 현황	7
1.4.2 교량의 주요도면	9
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황	18
1.6 교량 기호의 정의	19
제2장 자료수집 및 분석	23
2.1 자료수집 현황	23
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	25
2.2.1 구조 및 수리계산서 검토	25
2.2.2 설계도면 검토	28
2.2.3 토질 및 지반조사 자료검토	29
2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약	33
2.3.1 점검 및 진단이력	33
2.3.2 기존 진단 실시결과	37
2.4 보수·보강 이력	40

2.5 시설물의 내진설계 여부	41
2.5.1 교량 내진설계 기준	41
2.5.2 내진설계 조건 및 검토	41
2.6 자료분석 결과	44
제3장 현장조사 및 시험	49
3.1 개 요	49
3.2 외관조사	52
3.2.1 상부구조	52
3.2.2 하부구조	68
3.2.3 교대 기울기 측정	83
3.2.4 신축이음장치	86
3.2.5 교면포장	92
3.2.6 기타부재	96
3.3 콘크리트 내구성조사	103
3.3.1 개 요	103
3.3.2 시험내용 및 평가기준	106
3.3.3 시험결과 및 분석	119
3.4 강재 내구성조사	127
3.4.1 개 요	127
3.4.2 시험내용 및 평가기준	131
3.4.3 시험결과 및 분석	136
3.5 현장조사 결과요약	139
3.5.1 외관조사 결과요약	139
3.5.2 내구성조사 결과요약	144
제4장 시설물의 상태평가	147
4.1 상태평가 기준	147
4.1.1 부재별 상태평가 적용 범위	147
4.1.2 부재별 상태평가 기준	148
4.1.3 구조형식에 따른 부재별 가중치	153
4.2 상태평가 결과 산정방법	154

4.2.1 경간(지점)별 부재 상태평가 산정	154
4.2.2 전체 시설물의 상태평가 결과 결정	154
4.2.3 상태평가 결과 산정 방법	154
4.3 상태평가 결과	155
4.3.1 각 부재별 상태평가 결과	155
4.3.2 각 부재별 상태평가 결과 분석	159
4.3.3 전체 시설물 상태평가 결과	160
4.3.4 상태평가 결과 분석	161
제5장 시설물의 안전성평가	163
5.1 개 요	165
5.2 상부구조 안전성평가	165
5.2.1 S1 ~ S4 경간	165
5.3 내하력평가	193
5.3.1 개 요	193
5.4 하부구조 안전성평가	197
5.4.1 교대(A1) 구조검토	197
5.4.2 교대(A2) 구조검토	205
5.4.3 교각(P3) 구조검토	213
5.5 안전성평가 결과요약	223
5.5.1 상부구조	223
5.5.2 하부구조	224
제6장 종합평가 및 안전등급의 지정	227
6.1 종합평가	227
6.1.1 종합평가 결과 산정방법	227
6.1.2 종합평가 결과	228
6.2 안전등급	229
6.2.1 안전등급 기준	229
6.2.2 안전등급 지정	229

제7장 보수·보강 및 유지관리방안	231
7.1 개 요	233
7.2 보수·보강 방안	234
7.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정	234
7.2.2 결함내용별 보수·보강방안	235
7.2.3 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법	238
7.3 보수·보강 개략공사비	261
7.4 유지관리 방안	263
7.4.1 진단결과에 따른 중점유지관리 사항	263
7.4.2 유지관리시 점검요령	266
7.4.3 붕괴유발부재 현황 및 관리요령	279
제8장 종합결론	283
제8장 종합결론	285

표 목차

제1장 정밀안전진단 개요	3
【표 1-1】 과업의 내용	4
【표 1-2】 과업수행 공정표	6
【표 1-3】 시설물현황	7
【표 1-4】 사용장비 및 시험기기	18
【표 1-5】 교량 기호 정의	19
제2장 자료수집 및 분석	23
【표 2-1】 자료수집 현황	23
【표 2-2】 시설물 설계시 적용한 물성치 및 하중조건	25
【표 2-3】 설계도면 검토 결과	28
【표 2-4】 본 조사지역 지질계통도	30
【표 2-5】 본 조사지역 지층 구성 상태	32
【표 2-5】 본 조사지역 지층 구성 상태(계속)	33
【표 2-6】 점검 이력 사항	34
【표 2-7】 정밀안전진단 결과분석	37
【표 2-8】 보수·보강 이력사항	40
【표 2-9】 내진설계 조건	42
【표 2-10】 자료분석 결과	44
제3장 현장조사 및 시험	45
【표 3-1】 부재별 조사항목	50
【표 3-2】 현장조사 기간	50
【표 3-3】 충주IC교의 일반현황, 하부 주변현황 및 접근장비	51
【표 3-4】 바닥판하면 외관조사 결과	52
【표 3-5】 바닥판 기 진단결과 비교	54
【표 3-6】 Steel Box Girder 내부 외관조사 결과	55
【표 3-6】 Steel Box Girder 내부 외관조사 결과(계속)	56
【표 3-7】 Steel Box Girder 내부 기 진단결과 비교	58
【표 3-8】 Steel Box Girder 격벽 외관조사 결과	60
【표 3-9】 Steel Box Girder 외부 외관조사 결과	63
【표 3-10】 Steel Box Girder 외부 기 진단결과 비교	65

【표 3-11】 강 가로보 외관조사 결과	66
【표 3-12】 가로보 기 진단결과 비교	67
【표 3-13】 교대 외관조사 결과	68
【표 3-14】 교대 기 진단결과 비교	70
【표 3-15】 교각 외관조사 결과	71
【표 3-15】 교각 외관조사 결과(계속)	71
【표 3-16】 기 진단결과 비교	73
【표 3-17】 교량받침 외관조사 결과	75
【표 3-18】 교량받침 기 진단결과 비교	77
【표 3-19】 연단거리 측정결과	78
【표 3-20】 교량받침 가동량 산정	79
【표 3-21】 교량받침 이동량 산정	80
【표 3-22】 교량받침 가동여유량 검토결과	80
【표 3-22】 교량받침 가동여유량 검토결과(계속)	81
【표 3-23】 교량받침 가동상태 검토결과	82
【표 3-24】 광과기를 이용한 측량 결과	84
【표 3-25】 다림추를 이용한 기울기 결과	85
【표 3-26】 경사계를 이용한 기울기 결과	86
【표 3-27】 신축이음장치 외관조사 결과	87
【표 3-28】 신축이음장치 기 진단결과 비교	88
【표 3-29】 계산 신축량 산정	90
【표 3-30】 신축이음 유간 측정결과	90
【표 3-31】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과	91
【표 3-32】 신축이음 신축이동량 산정	91
【표 3-33】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과	92
【표 3-34】 교면포장 외관조사 결과	93
【표 3-35】 교면포장 기 진단결과 비교	94
【표 3-36】 배수시설 외관조사 현황	97
【표 3-37】 배수시설 기 진단결과 비교	97
【표 3-38】 방호벽 및 연석 외관조사 결과	99
【표 3-38】 방호벽 및 연석 외관조사 결과(계속)	99
【표 3-39】 방호벽 및 연석부 기 진단결과 비교	101
【표 3-40】 현장시험 항목	103
【표 3-41】 비파괴시험 실시 수량	104
【표 3-42】 보정반발경도(R0)	107
【표 3-43】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	108
【표 3-44】 재령계수 α 값	108
【표 3-45】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	113

【표 3-45】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인(계속)	114
【표 3-46】 탄산화 상태평가 기준	115
【표 3-47】 염화물 평가기준(콘크리트구조기준, 2012)	116
【표 3-48】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2010.12)	116
【표 3-49】 콘크리트 비파괴 강도시험 결과	119
【표 3-50】 기진단 결과와 비교	120
【표 3-51】 철근탐사 결과	121
【표 3-52】 보정계수를 적용한 초음파 속도	122
【표 3-53】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	123
【표 3-54】 기진단 결과와 비교(탄산화 깊이 측정 결과, 단위 : mm)	124
【표 3-55】 염화물 함유량 시험결과	125
【표 3-56】 기진단 결과와 비교(염화물 함유량, 단위 : kg/m ³)	125
【표 3-57】 균열깊이 측정 결과	126
【표 3-58】 강재 비파괴시험 현황	127
【표 3-59】 결함의 등급 분류	132
【표 3-60】 용접부 결함의 합·부 판정기준	132
【표 3-61】 일반환경용 중방식 도장(도로교표준시방서(1999, 한국도로교통협회))	134
【표 3-62】 강재두께의 허용오차	136
【표 3-63】 초음파탐상(UT) 시험결과	136
【표 3-64】 도막두께 측정결과	137
【표 3-65】 강재두께 측정결과	138
【표 3-66】 금회 진단 외관조사 결과요약	139
【표 3-66】 금회 진단 외관조사 결과요약(계속)	140
【표 3-66】 금회 진단 외관조사 결과요약(계속)	141

제4장 시설물의 상태평가 147

【표 4-1】 부재별 상태평가 적용 범위	147
【표 4-2】 콘크리트 바닥판 상태평가 기준	148
【표 4-3】 강 거더 상태평가 기준	148
【표 4-4】 강 가로보와 세로보의 상태평가 기준	149
【표 4-5】 교대 상태평가 기준	149
【표 4-6】 콘크리트 교각 상태평가 기준	150
【표 4-7】 기초 상태평가 기준	150
【표 4-8】 교량받침 상태평가 기준	151
【표 4-9】 신축이음 상태평가 기준	151
【표 4-10】 교면포장 상태평가 기준	152
【표 4-11】 배수시설 상태평가 기준	152

【표 4-12】 방호벽 상태평가 기준	152
【표 4-13】 탄산화 상태평가 기준	153
【표 4-14】 염화물 상태평가 기준	153
【표 4-15】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	153
【표 4-16】 결함도 점수 범위에 따른 기준	154
【표 4-17】 콘크리트 바닥판 평가결과	155
【표 4-18】 강 거더(Steel Box Girder) 평가결과	155
【표 4-19】 강 가로보 평가결과	155
【표 4-20】 하부구조 평가결과	156
【표 4-21】 기초 평가결과	156
【표 4-22】 교량받침 평가결과	156
【표 4-23】 신축이음 평가결과	157
【표 4-24】 교면포장 평가결과	157
【표 4-25】 배수시설 평가결과	157
【표 4-26】 방호벽 평가결과	158
【표 4-27】 탄산화 평가결과	158
【표 4-28】 염화물 평가결과	158
【표 4-29】 각 부재별 상태평가 결과 분석	159
【표 4-30】 충주IC교 상태평가 결과	160
【표 4-31】 충주IC교 상태평가 결과 분석	161

제5장 시설물의 안전성평가 179

【표 5-1】 바닥판의 단면검토 결과	179
【표 5-2】 바닥판의 사용성(균열) 검토결과	179
【표 5-3】 플랜지의 유효폭 산정	182
【표 5-4】 바닥판의 유효폭 산정	182
【표 5-5】 경간(S1~S4) 정모멘트부 단면력 산정결과	186
【표 5-6】 지점부(P1~P2) 부모멘트부 단면력 산정결과	186
【표 5-7】 경간(S4) 정모멘트부 휨응력 검토결과	187
【표 5-8】 경간(S2) 정모멘트부 휨응력 검토결과	188
【표 5-9】 경간(P1) 정모멘트부 휨응력 검토결과	189
【표 5-10】 지점(P2) 부모멘트부 휨응력 검토결과	190
【표 5-11】 강박스 거더의 휨응력 검토결과	191
【표 5-12】 강박스 거더의 전단응력 검토결과	191
【표 5-13】 교량받침용량 검토	192
【표 5-14】 허용응력법에 의한 강박스 거더의 내하력평가 결과	194
【표 5-15】 강도설계법에 의한 바닥판 내하력평가 결과	194

【표 5-16】 2012년 강박스 거더의 내하력평가 결과	195
【표 5-17】 금회 강박스 거더의 내하력평가 결과	195
【표 5-18】 2012년 바닥판 내하력평가 결과	196
【표 5-19】 금회 바닥판 내하력평가 결과	196

제6장 종합평가 및 안전등급의 지정 228

【표 6-1】 종합평가 결과	228
【표 6-2】 시설물의 안전등급	229

제7장 보수·보강 및 유지관리방안 231

【표 7-1】 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항	233
【표 7-2】 보수·보강 우선순위 결정 기준	234
【표 7-3】 충주IC교 - 보수·보강 일람표	235
【표 7-4】 수지주입공법의 종류	238
【표 7-5】 균열폭에 알맞은 수지의 점도	239
【표 7-6】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격	239
【표 7-7】 에폭시계 수지의 규격	239
【표 7-8】 주입공법 공법비교안	241
【표 7-9】 일반적인 단면 복구재의 분류	246
【표 7-10】 단면보수 공법비교안	247
【표 7-11】 강재부식부의 일반적인 도장보수 방법	248
【표 7-12】 강재 도장시 고려사항	249
【표 7-13】 전면 채도장시 부식환경에서 사용도료 및 건조도막두께	250
【표 7-14】 부분 채도장시 사용도료 및 건조도막두께	251
【표 7-15】 강재 거더 및 받침장치 발청부 도장보수 공법비교안	251
【표 7-16】 교량상부 교면방수공법 비교	256
【표 7-17】 유간확보를 위한 바닥판 단부 절단 비교표	257
【표 7-18】 교대 변위제어 대책공법 비교표	258
【표 7-19】 신축이음장치 시공 순서도	259
【표 7-20】 신축이음장치 비교표	260
【표 7-21】 충주IC교 - 보수·보강 개략공사비	261
【표 7-22】 주요 손상별 중점 유지관리 사항	263
【표 7-23】 부재별 유지관리 중점사항	265

제8장 종합결론 285

그림 목차

제1장 정밀안전진단 개요	3
【그림 1-1】 과업수행 흐름도	5
【그림 1-2】 시설물 전경	8
【그림 1-3】 종 · 평면도	9
【그림 1-4】 교대 A1 일반도	10
【그림 1-5】 교대 A2 일반도	11
【그림 1-6】 교각 일반도	12
【그림 1-7】 슬래브 일반도(1)	13
【그림 1-8】 슬래브 일반도(2)	14
【그림 1-9】 슬래브 일반도(3)	15
【그림 1-10】 강상형 일반도(1)	16
【그림 1-11】 강상형 일반도(2)	17
제2장 자료수집 및 분석	23
【그림 2-1】 자료수집 및 분석 흐름도	24
제3장 현장조사 및 시험	45
【그림 3-1】 구간별 근접장비 활용방법	51
【그림 3-2】 충주IC교 교량받침 배치도	75
【그림 3-3】 충주IC교 신축이음 배치도	86
【그림 3-4】 신축이음 유간 측정방법	89
【그림 3-5】 충주IC교 교면포장 전경	93
【그림 3-6】 배수시설 현황	96
【그림 3-7】 방호벽 단면도	98
【그림 3-8】 콘크리트 내구성조사 위치도	104
【그림 3-9】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	106
【그림 3-10】 철근탐사 측정원리	109
【그림 3-11】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	110
【그림 3-12】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	113
【그림 3-13】 $T_c - T_o$ 법에 의한 균열깊이 측정방법	117
【그림 3-14】 여주JCT1교 등 14개소 균열깊이 측정 결과	118
【그림 3-15】 측정강도와 설계기준강도 비교	120
【그림 3-16】 초음파 전달속도를 이용한 콘크리트 품질측정	122
【그림 3-17】 탄산화 깊이 측정결과	124

【그림 3-18】 염화물 함유량 시험결과	125
【그림 3-19】 초음파탐상시험 위치도	129
【그림 3-20】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	131
【그림 3-21】 Gauge 영점조정	133
【그림 3-22】 Gauge 초기화(Calibration)	133
【그림 3-23】 초음파를 이용한 강재 두께의 측정방법	135
【그림 3-24】 도막두께 측정결과	138
【그림 3-25】 강재두께 측정결과	138

제4장 시설물의 상태평가 147

【그림 4-1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예	154
【그림 4-2】 충주IC교 전체시설물 상태평가 결과	160

제5장 시설물의 안전성평가 163

【그림 5-1】 해석단면	179
【그림 5-2】 합성전 바닥판 자중 재하도	180
【그림 5-3】 합성후 고정하중 재하도	181
【그림 5-4】 해석모델링	183
【그림 5-5】 휨모멘트	184
【그림 5-6】 전단력	185
【그림 5-7】 2차 부정정력에 대한 영향 검토	186
【그림 5-8】 해석단면(A1)	198
【그림 5-9】 해석단면(A2)	206
【그림 5-10】 해석단면(P3)	214

제6장 종합평가 및 안전등급의 지정 227

【그림 6-1】 종합평가 결과 산정절차	227
-----------------------------	-----

제7장 보수·보강 및 유지관리방안 231

【그림 7-1】 균열 보수공법 개요도	240
【그림 7-2】 단면복구 상세도	245
【그림 7-3】 상판열화부 보수 순서	253
【그림 7-4】 상면 교면방수 및 재포장	253
【그림 7-5】 상면 교면방수 및 재포장 순서	254

제8장 종합결론 275

● 부 록

1. 심의 지적사항 및 조치결과
2. 과업지시서
3. 외관조사망도
4. 측정, 시험, 계측 성과표
5. 상태평가 결과자료
6. 안전성평가 결과자료
7. 시설물관리대장 사본
8. 현장조사 및 외관조사 사진첩
9. 사용장비 및 기기의 사진
10. 사전조사 자료 일체